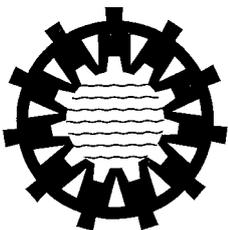


**Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)**

**Limnologie und  
Bedeutung ausgewählter**

# **Talsperren**

**in der Bundesrepublik Deutschland**



Impressum:

Herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft  
Wasser (LAWA) unter Vorsitz des Hessischen  
Ministers für Umwelt und Reaktorsicherheit  
Wiesbaden 1990

© Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugs-  
weise, nur mit Genehmigung des Herausgebers  
gestattet.

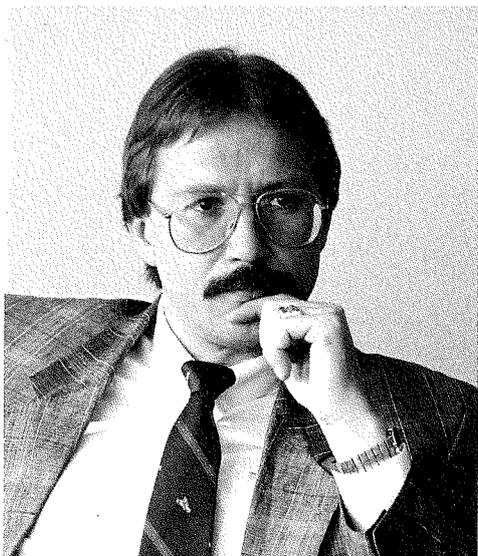
Gestaltung: Klaus Eihoff, Düsseldorf

Produktion und Vertrieb: Woeste Druck + Verlag  
Im Teelbruch 108 · 4300 Essen 18  
Telefon (0 20 54) 8 39 29 · Telefax (0 20 54) 31 03

Printed in West Germany

ISBN: 3-88754-019-0

# Geleitwort



Die Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland sind bedeutende Bauwerke der Wasserwirtschaft. Rund 200 davon gibt es inzwischen in unserem dichtbesiedelten Land. Sie wurden im wesentlichen zum Hochwasserschutz, für die Energiegewinnung und zur Sicherung der Trinkwasserversorgung gebaut. Vielfach sind Mehrfachnutzungen nebeneinander möglich. So können sie in Trockenzeiten zur Aufrechterhaltung einer ausreichenden Mindestwasserführung in den Fließgewässern beitragen. Darüber hinaus sind Talsperren attraktive Plätze für die Erholung der Bevölkerung, denn Talsperren sind überwiegend in landschaftlich reizvollen Gegenden angelegt worden.

Oft mußten Talsperren jedoch auch in Landschaften errichtet werden, in denen die zufließenden Bäche und Flüsse nährstoffreiches und zum Teil auch schadstoffbelastetes Wasser führen. Daraus und aus den konkurrierenden Nutzungsansprüchen ergeben sich vielfältige Probleme. Übermäßiger Algenwuchs als Folge hoher Nährstoffkonzentrationen im Wasser führt zu Eutrophierungserscheinungen, die vor allem die Trinkwasserversorgung vor große Aufgaben gestellt haben. Intensive Bemühungen der Sanierung in den Einzugsgebieten sind erforderlich, um die Belastung an Stickstoff, Phosphor und Pestiziden in den Talsperren auf ein Minimum zu reduzieren. Hier ist auch künftig ein Schwerpunkt des Gewässerschutzes zu sehen.

Es ist nicht zu leugnen, daß mit dem Bau von Talsperren ein bisweilen wesentlicher Eingriff in die Landschaft verbunden ist. Der Eindruck, daß viele Talsperren sich heute harmonisch in die Landschaft einfügen, mag darüber hinwegtäuschen. Inzwischen ist jedoch die Zahl der unverbauten, naturnahen Täler so gering geworden, daß mit den nicht vermehrbaren Resten naturnaher Landschaft sehr sorgfältig umgegangen werden muß. Nur aufgrund gründlicher, kritischer Bedarfsanalysen und Abwägung aller alternativen Lösungen wird es künftig noch neue Talsperren geben können. Bei den bereits vorhandenen gilt es, sie in ihrer Funktionsfähigkeit zu erhalten. Dabei schließen sich manche Nutzungen gegenseitig aus, z. B. aktive Erholung am und im Wasser und Trinkwassergewinnung. Andere Nutzungen hingegen können sich positiv ergänzen, wie z. B. die Trinkwassergewinnung und der Naturschutz im Nahbereich der Trinkwassertalsperren; denn sowohl der Biotop- und Artenschutz als auch die Trinkwassergewinnung benötigen gleichermaßen Schutz vor Belastung und vor Störung. Vor allem Vorsperren von Trinkwassertalsperren und ihre unmittelbare Umgebung haben sich im Laufe der Zeit vielfach zu Refugien bedrohter Pflanzen und Tiere entwickelt. Einige Talsperren sind so wichtige Rastplätze für die Wasservögel auf ihren jährlichen Wanderungen geworden.

Seit 1975 publiziert die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser regelmäßig im Abstand von 5 Jahren die Gewässergütekarte für die Fließgewässer in der Bundesrepublik Deutschland mit einem umfangreichen, erläuternden Text. Im Jahre 1985 wurde eine Schrift über die natürlichen Seen unseres Landes herausgegeben. Darin waren erstmalig die wichtigsten Seen in Text und Bild dargestellt. Die nun vorliegende Informationsschrift über Talsperren schließt sich hier als logische Weiterführung und Ergänzung an. Sie ist gleichzeitig ein Appell an den Bürger, der in der Freizeit vielleicht die eine oder andere Talsperre als Ausflugsziel ansteuert, seinen persönlichen Beitrag zum Schutz unserer Gewässer zu leisten.

Hessischer Minister für Umwelt und Reaktorsicherheit  
Vorsitzender der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser



# Inhalt

	Seite		Seite
1. <b>Einleitung</b>	9	7. <b>Nutzungsbezogene Anforderungen an Talsperren nach Menge und Güte</b>	41
2. <b>Geschichte des Talsperrenbaus in der Bundesrepublik Deutschland</b>	10	8. <b>Maßnahmen zum Schutz von Talsperren</b>	44
2.1 Die Anfänge	10	8.1 Legislative und administrative Maßnahmen	44
2.2 Die jüngere Geschichte	10	8.2 Präventive Maßnahmen	45
2.3 Von der Mauer zum Damm	11	8.3 Sanierung	45
3. <b>Geschichte der limnologischen Untersuchung von Talsperren</b>	13	8.4 Restaurierung	47
4. <b>Zweckbestimmung und regionale Verbreitung</b>	19	9. <b>Literaturverzeichnis</b>	51
4.1 Zweckbestimmung	19	10. <b>Beschreibung der Talsperren</b>	55
4.2 Regionale Verbreitung	19	10.1 Baden-Württemberg	56
5. <b>Talsperren – Landschaft und Erholung</b>	22	10.2 Bayern	73
5.1 Naturschutz	23	10.3 Hessen	98
5.2 Boots- und Segelsport	24	10.4 Niedersachsen	129
5.3 Baden und Tauchen	25	10.5 Nordrhein-Westfalen	162
5.4 Freizeitfischerei	25	10.6 Rheinland-Pfalz	259
5.5 Camping	26	10.7 Saarland	268
5.6 Konflikte	26	11. <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	273
6. <b>Limnologie von Talsperren</b>	28	12. <b>Definition und Abgrenzung</b>	274
6.1 Beckenmorphologie und Schichtung	28	13. <b>Erläuterung der Fachbegriffe</b>	276
6.2 Stoffhaushalt	29		
6.3 Trophie	35		
6.4 Talsperren als Lebensraum	38		
6.5 Mögliche Maßnahmen für den Biotop- und Artenschutz in Wasserschutzgebieten von Trinkwassertalsperren	39		



# 1. Einleitung

Talsperren sind von Menschen geschaffene Bauwerke, mit denen Wasser von Flüssen und Bächen gespeichert werden kann, um zur Trinkwassergewinnung, für die Schifffahrt oder zur Energiegewinnung genutzt zu werden. Auch zum Schutz von Siedlungen und Nutzflächen gegen Überschwemmungen werden Talsperren errichtet. Bei uns begann der Talsperrenbau im Mittelalter im Harz und diente dort in erster Linie dem Erzbergbau. Erst seit Beginn des 20. Jahrhunderts werden Talsperren mehr und mehr als Reservoir für die Wasserversorgung genutzt.

Lange Zeit wurden nur die für den Menschen positiven Seiten der Talsperren beachtet, und auch heute noch wird der Besucher beeindruckt sein von der technischen Leistung, die die Errichtung einer Talsperre erfordert. Vielfach kann man sich auch an der gelungenen Einfügung des Bauwerkes in die Landschaft erfreuen. Der Erholungssuchende nimmt dankbar die durch den Stausee gegebenen Möglichkeiten in einer ansonsten seearmen Landschaft an. Wie in vielen anderen Bereichen der Landnutzung haben auch Talsperren in jüngster Zeit zu Problemen und heftigen Diskussionen in der Öffentlichkeit geführt. Im Vordergrund der breiten Diskussion stehen der Verbrauch an Landschaft, die Eingriffe in die Natur und in die gewachsene Siedlungs- und Nutzungsstruktur der betroffenen Region. Durch den Aufstau geht eine Tallandschaft verloren, und es entsteht ein ganz anderer Gewässertyp mit spezifischen Eigenschaften und Problemen. Die lange Aufenthaltszeit des Wassers im Stausee bewirkt, daß sich infolge des heute allgemein hohen Nährstoffgehaltes des Wassers Planktonalgen in großer Menge entwickeln, die z.B. Probleme für die Gewinnung von Trinkwasser aus dem See, aber auch für den unterhalb liegenden Flußabschnitt verursachen können. In der Bundesrepublik Deutschland ist inzwischen ein recht hoher Sättigungsgrad an Talsperren erreicht. Für jede weitere, vor allem in Ballungsgebieten, werden sehr sorgfältige Bedarfs- und Standorterkundungen notwendig sein.

In den Kapiteln 2 bis 9 werden allgemeine Informationen über das Ökosystem Talsperre gegeben, denn Talsperren unterscheiden sich ganz wesentlich von natürlichen Seen. Für die Einzeldarstellungen in Kapitel 10 wurden von ca. 200 Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland 57 ausgewählt.

Die Auswahl erfolgte nach verschiedenen Kriterien. Es sollten alle Regionen und alle Typen von Talsperren vertreten sein. Darüber hinaus sollten möglichst viele Meßdaten vorliegen, denn das Hauptanliegen dieses Buches ist die Darstellung der Limnologie dieser Gewässer, ihrer Lebensgemeinschaften, ihres Stoffhaushaltes, aber auch ihrer

Probleme und der ggf. eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen.

Bautechnische Informationen, die hier nur am Rande berücksichtigt werden, sind ausführlich dargestellt in DVWK (1987), „Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland“.

Die Einzelbeschreibungen sind in sich so gegliedert, daß jeweils unter derselben Überschrift die entsprechenden Informationen gegeben werden, damit sich der Leser rasch informieren kann.

Die Schrift wurde vom LAWA ad hoc Arbeitskreis „Seen in der Bundesrepublik Deutschland, Teil II – Talsperren“ erarbeitet. Ihm gehörten als Mitarbeiter der Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder bzw. als Vertreter der Talsperrenbetreiber an:

Prof. Dr. H. Bernhardt, Wahnbachtalsperrenverband, Arbeitsgemeinschaft der Trinkwassertalsperren (ATT)  
Dipl.-Ing. H. Bittelmeyer, Landesamt für Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwirtschaft des Saarlandes  
Dr. J. Clasen, Wahnbachtalsperrenverband  
Prof. Dr. G. Friedrich, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen (Obmann)  
Dr. P. Groth, Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen  
Dr. E.A. Nusch, Ruhrverband, Ruhrtalsperrenverein  
Dr. B. Pätsch, Gelsenwasser AG  
Dr. J. Poltz, Niedersächsisches Landesamt für Wasser und Abfall  
Dr. B. W. Scharf, Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz  
ORR Dr. Chr. Steinberg, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
W. Klös, Hessische Landesanstalt für Umwelt  
Dr. R. Kümmerlin, Landesanstalt für Umweltschutz – Baden-Württemberg – Institut für Seenforschung und Fischereiwesen

Außerdem haben mitgearbeitet:

A. Blaume, Institut für Geologie, Universität Göttingen  
Dipl.-Biol. Eiseler, Staatliches Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft Aachen  
Dipl.-Ing. K.J. Hesse, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen  
Dipl.-Ing. R. Klee, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
BD Lorson, Landesamt für Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwirtschaft des Saarlandes  
Dipl.-Geol. J. Matschullat, Institut für Geologie, Universität Göttingen  
Dipl.-Biol. Zander-Hauck, Ruhrverband, Ruhrtalsperrenverein

Die Einzelbeschreibungen wurden von den Dienststellen der Wasserwirtschaftsverwaltung oder von den Talsperrenbetreibern erarbeitet.

## 2. Geschichte des Talsperrenbaus in der Bundesrepublik Deutschland

### 2.1 Die Anfänge

Der Betrachtung der Anfänge des Talsperrenbaus in der Bundesrepublik sollte ein kurzer Blick über die Grenzen vorausgehen, denn bedeutende Werke dieser Wasserbaukunst waren lange vorher in anderen Teilen der Welt geschaffen worden. Die Hochkulturen des Altertums im Mittelmeerraum, im Nahen und Fernen Osten und in Nordafrika hatten lange vor unserer Zeitrechnung die ersten Wasserspeicher geschaffen. Im Jahr 2600 v. Chr. bauten die Ägypter im Wadi Garawi südöstlich von Kairo einen Steinschüttdamm als Schutz gegen die häufigen Flutwellen in diesem Tal. Dieser Damm, der allerdings schon vor seiner endgültigen Fertigstellung durch Hochwasser zerstört wurde, gilt heute als die älteste Talsperre der Welt. Eine Vielzahl von auch nach unseren heutigen Maßstäben größeren Talsperren entstanden in den Jahrhunderten um Christi Geburt für Bewässerung und Trinkwasserversorgung (DVWK 1987).

Vor diesem historischen Hintergrund wird erkennbar, daß der Speicherbau auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland relativ spät begann. Die wohl älteste Talsperre ist die Alster im Hamburger Stadtgebiet. Der erste, bereits Ende des 12. Jahrhunderts aufgeschüttete Damm, diente primär dem Schutz des Alsterbeckens vor den rückwärts eindringenden Fluten der Elbe. Zugleich ermöglichte die gestaute Alster den Betrieb von Mühlen. Ein weiterer Anstau zu einem großflächigen „Mühlenteich“ erfolgte bereits Mitte des 13. Jahrhunderts. Etwa um 1300 entstand in der Bergbauregion des Harzes am Zellenbach im Clausthaler Revier die erste Talsperre durch Aufstau mittels eines Dammes, der Mittlere Pfaunteich, mit 300.000 m<sup>3</sup> Inhalt. Der im 12. Jahrhundert begonnene Erzbergbau im Harz schuf ab etwa 1525 ein weitverzweigtes Wasserwirtschaftssystem. Durch Anlegen von Erddämmen erbauten Bergleute die berühmten Oberharzer Teiche, die den Bergwerken Betriebswasser zuführten. Dieses wurde für die Krafterzeugung zum Antrieb von Pumpen und Förderanlagen und zur Aufbereitung der Erze dringend benötigt. Menschliche oder tierische Arbeitskraft reichten als Antriebsenergien im wachsenden Bergbau nicht mehr aus.

Mit der ständig fortentwickelten Bauweise der Erddämme entstanden bis 1794 insgesamt 71 Teiche, die zusammen eine Wasseroberfläche von 283 ha und einen Stauraum von 10,5 Millionen m<sup>3</sup> haben. Die Anlagen sind größtenteils – abgesehen von Modernisierungen an Leitungen und Verschlüssen – noch heute ohne bauliche Veränderungen in Betrieb,

wobei sich allerdings ihre Nutzung nach Erlöschen des Bergbaus modifizierte. Viele dieser Teiche erfüllen heute nicht die formalen Größenanforderungen, um de jure zur Kategorie „Talsperre“ gezählt zu werden, aber auch die Kleinanlagen unter ihnen sind Zeugen einer frühen, erfolgreichen Talsperrenbaukunst, die der Bergbau und zum Teil auch die mit ihm verbundene Industrie hervorgebracht haben. Ein dem Harz von der Bedeutung her vergleichbarer Bereich im Deutschland jener Zeit lag im Erzgebirge, wo von der Mitte des 16. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts eine größere Anzahl von Erddämmen gebaut wurden.

### 2.2 Die jüngere Geschichte

Von den Oberharzer Teichen sind acht Anlagen in dem von der ICOLD (Internationale Kommission für Große Talsperren) geführten Verzeichnis der Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland enthalten, das 199 Talsperren (Stand 1986) ausweist. Alle Anlagen, außer den Oberharzer Teichen, sind in den letzten hundert Jahren entstanden. Am Ende des letzten Jahrhunderts begann mit dem Bau der 1891 in Betrieb genommenen Eschbachtalsperre, einer bei Remscheid in Nordrhein-Westfalen gelegenen Gewichtsstaumauer aus Bruchsteinen, die jüngere und eigentliche Geschichte des Talsperrenbaus im Gebiet der Bundesrepublik. Mit dem Bevölkerungswachstum und der Industrialisierung im 19. Jahrhundert wuchs auch der Anspruch an die zeitliche und mengenmäßige Verfügbarkeit von Wasser. Die Entwicklung der Wirtschaftsräume an Ruhr und Wupper war begleitet von den ersten Talsperrenbauten dieser Epoche. In der Zeit bis 1913 entstanden dann in Nordrhein-Westfalen 21 Staumauern, überwiegend entworfen und gebaut vom Altmeister des deutschen Talsperrenbaus, Otto Intze, Professor an der Technischen Hochschule in Aachen. Er hatte nicht nur auf die technische Entwicklung einen prägenden Einfluß. Ebenso wirkungsvoll war seine Fähigkeit, anderen Menschen seine Erkenntnisse plausibel darzulegen und sie vom Nutzen der Speicher zu überzeugen.

Eine entscheidende Rolle spielte er in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts bei der Gründung des Ruhrtalsperrenvereins in Essen. In diesem 1899 zunächst auf privatrechtlicher Basis entstandenen, 1913 als öffentlich-rechtliche Körperschaft gegründeten Wasserverband haben sich erstmalig Wasserwerke und Wasserkraftwerke zusammengeschlossen. Der Verband baute im Einzugsgebiet der Ruhr ein System von Zuschußtalsperren zur Wassermengenbewirtschaftung der Ruhr auf mit einem Stauraum von insgesamt etwa 470 Mio m<sup>3</sup>. Das sind

etwa 20% des heute in der Bundesrepublik vorhandenen Stauraums.

Auch in anderen Flußgebieten Nordrhein-Westfalens entstanden große Wasserverbände, die im Rahmen ihrer wasserwirtschaftlichen Aufgaben den Bau von Talsperren vorantrieben. Heute gibt es in Nordrhein-Westfalen rund 70 Talsperren, wobei als Betreiber auch Gebietskörperschaften bzw. Wasserwerke, örtliche Wasserbeschaffungsverbände oder Privatunternehmen (Industriebetriebe, Energieversorgungsunternehmen, Erholungsgesellschaften) fungieren. Im Gegensatz zu anderen Bundesländern gibt es in Nordrhein-Westfalen keine vom Staat betriebenen Talsperren. Besonders in Bayern sind viele Anlagen im Eigentum des Landes. Der Bund besitzt über seine Wasser- und Schifffahrtsverwaltung und die Bundesbahn drei Talsperren zur Wasseranreicherung für die Schifffahrt und zur Energieerzeugung, darunter die 1914 fertiggestellte Edertalsperre, die mit 202 Millionen m<sup>3</sup> Stauraum das größte Stau-becken in der Bundesrepublik hat. Etwa 2/3 aller Talsperren entstanden nach dem zweiten Weltkrieg. Heute gibt es in den ca. 200 Talsperren der Bundesrepublik etwas über zwei Milliarden m<sup>3</sup> Stauraum.

### 2.3 Von der Mauer zum Damm

Ausgehend von den örtlichen Verhältnissen, dem Baugrund, der Talform, den zur Verfügung stehenden

Baustoffen und den verbesserten technischen Möglichkeiten, wurden für die Absperrbauwerke von Talsperren verschiedene Formen gestaltet.

Grundtypen in der Bundesrepublik sind:

- Gewichtsmauern aus Bruchsteinen oder Beton
- Erddämme
- Steinschüttdämme
- Pfeilerstaumauern
- Bogenstaumauern
- Gewölbereihenstaumauern

Die 3 letztgenannten Bauformen haben bei uns keine Verbreitung gefunden, nur 5 Anlagen zählen zu diesen Kategorien.

Besonders wichtig sind die dauerhafte Standfestigkeit und Undurchlässigkeit des Absperrbauwerkes.

Bevorzugter Baustoff war in unmittelbarer Nähe der Baustelle gebrochenes Steinmaterial, das überwiegend in Kalk-Trassmörtel vermauert wurde. Bei einem damals niedrigen Lohnniveau war dies die wirtschaftlichste Bauweise, in der viele kleine Anlagen, aber auch große wie die Möhne- und Edertalsperre entstanden.

Die Mauern der „Intze-Schule“ besitzen eine technische Besonderheit: Auf der Wasserseite ist eine Lehmvorlage angeordnet. Diese hatte den

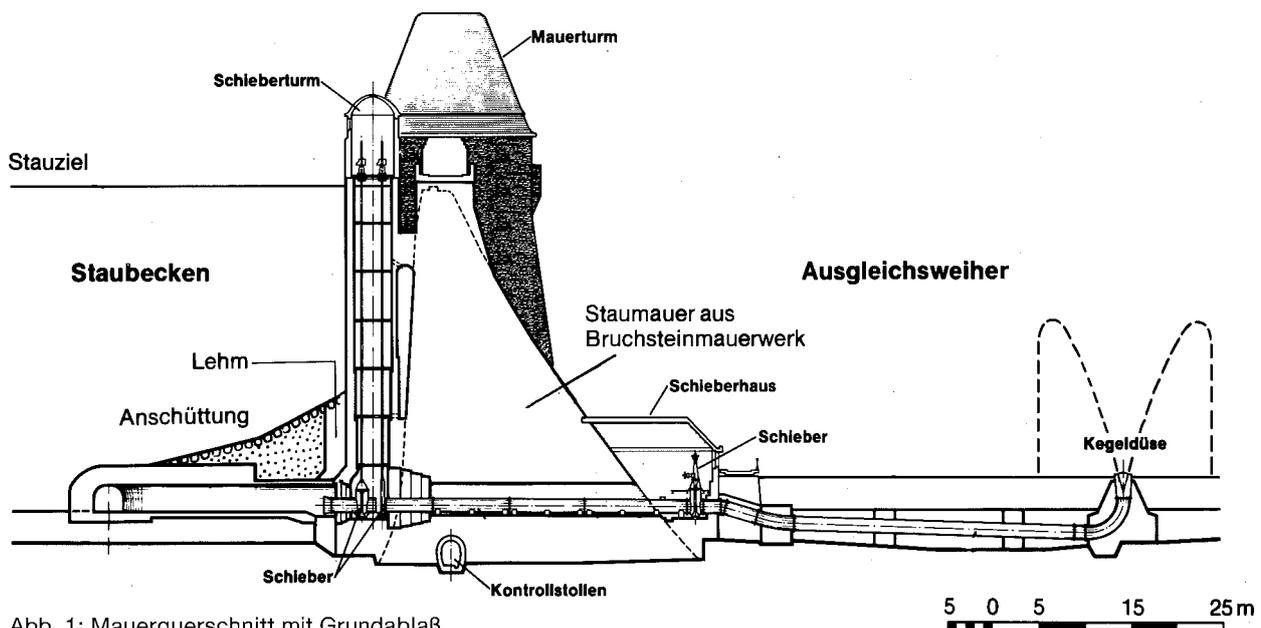


Abb. 1: Mauerquerschnitt mit Grundablaß (Möhnetalsperre)

Dichtungsanstrich an der Mauer im unteren Teil zu schützen und zusätzlich den Felsuntergrund abzudichten.

Nach dem ersten Weltkrieg wurden Gewichtsmauern in Beton ausgeführt, der in erster Linie wirtschaftliche Vorteile durch das günstigere Verhältnis von Lohnkosten zu eingebauter Materialeinheit bot. Nach dem zweiten Weltkrieg wurden sie nur noch vereinzelt gebaut. Heute weist das ICOLD-Register 48 Anlagen dieses Typs aus.

Nachdem in den zwanziger Jahren die Lohnkosten deutlich gestiegen waren und bedeutende Fortschritte in der Entwicklung der Baumaschinen erzielt wurden, setzte sich – ausgehend von Nordamerika – auch in Deutschland die Dammbauweise durch.

Dabei läßt sich im Grundsatz nach Erd- und Steinschüttdämmen unterscheiden, wobei diese Abgrenzung im Einzelfall schwierig sein kann, da häufig beide Baustoffe nebeneinander oder gemischt Verwendung fanden. Einige Erddämme wurden als sogenannte homogene Dämme errichtet, bei denen der gesamte Baukörper aus dem gleichen Baustoff besteht. Häufiger ist der Aufbau von zonierten Dämmen, in denen die einzelnen Bereiche aufeinander abgestimmte Materialien unterschiedlicher Korngröße enthalten. Von zentraler Bedeutung für die Absperrfunktion der Bauwerke sind bei den zonierten Dämmen die eingebauten Dichtungsstrukturen. Prinzipiell unterscheidet man Oberflächen- und Kerndichtungen. Bei den Oberflächendichtungen hat sich Asphaltbeton durchgesetzt;

oberflächennahe Dichtungen werden auch in Lehm ausgeführt. Bei kleineren Anlagen werden in jüngster Zeit auch Folien verwendet. Der Baustoff Asphaltbeton ist bei den im mittleren Dammbereich angeordneten Kerndichtungen am meisten verbreitet. Häufig sind Kerndichtungen aus Erdmaterial wie Lehm und Ton sowie aus Erdbetonen, bei denen dem Erdbau- stoff Bentonit und Zement zugesetzt werden. In den dreißiger Jahren baute man einige große Dämme mit Betonkernmauern mit Lehmvorlage.

Gleichbedeutend wie die Entwicklung funktions- sicherer Dichtungselemente in den Absperrbau- werken war die Entwicklung der Injektionstechnik für den Talsperrenuntergrund zur Verhinderung oder Begrenzung unkontrollierter Abflüsse aus der Tal- sperre durch schädliche Um- und Unterläufigkeiten am Absperrbauwerk.

Eine Vielzahl von Bauweisen bildete sich im Laufe der Jahrzehnte für die Entnahme- und Hochwasser- entlastungsbauwerke und -einrichtungen aus. Bei diesen Anlagenteilen steht neben der Funktions- sicherheit die richtige Dimensionierung hinsichtlich der mengenmäßigen Leistungsfähigkeit im Mittel- punkt. Grundlage für die Auslegung dieser Anlagen- teile – wie für den Bau einer Talsperre überhaupt – ist ein möglichst umfangreiches hydrologisches Wissen über die örtlichen Verhältnisse mit besonde- rem Blick auf potentielle Hochwassersituationen. Mit dem Wachsen der Erkenntnisse auf diesem Fachge- biet ergaben sich im Lauf der Geschichte des Talsperrenbaus immer wieder Auswirkungen für die Auslegung der Betriebs- und Entlastungseinrich- tungen.

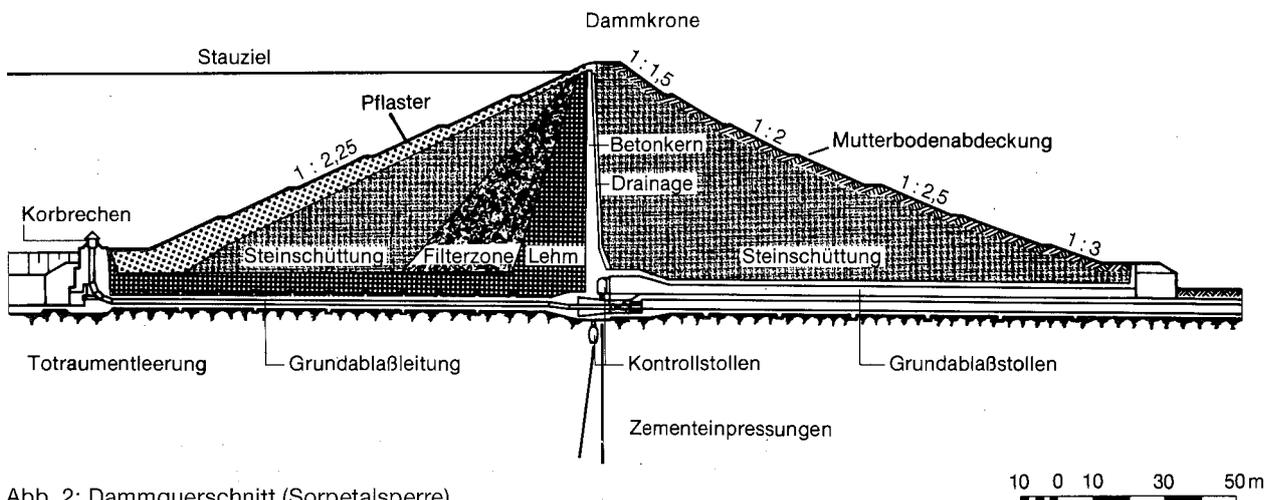


Abb. 2: Dammschnitt (Sorpetalsperre)

### 3. Geschichte der limnologischen Untersuchungen von Talsperren

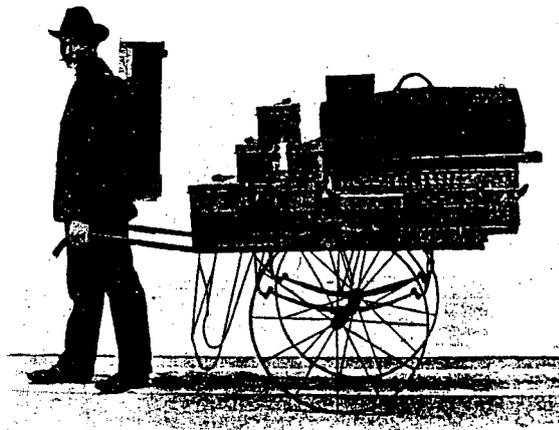
Entsprechend ihrer wasserwirtschaftlichen Funktion zur Sicherstellung ausreichender Wassermengen waren Güteaspekte bei Talsperren zunächst nur von untergeordnetem Interesse. So ist die Geschichte der Wassergütwirtschaft und der Talsperrenlimnologie wesentlich jünger als die der quantitativen Hydrologie. Die ersten chemischen und biologischen Untersuchungen der Talsperren standen im Zeichen hygienischer Belange („Keimzahlen“) und fischereibiologischer Fragestellungen („Hektarerträge“). Sie waren im wesentlichen ausgerichtet auf die Nutzungsmöglichkeiten des Wassers und Gewässers zur Trinkwasserversorgung und Fischproduktion.

Die Verwendung von Oberflächenwasser war damals – in Erinnerung an die Cholera-(Hamburg 1852) und Typhus-Epidemien (z. B. Gelsenkirchen 1901) in Städten mit Flußwasserentnahmen – keineswegs eine Selbstverständlichkeit. Als die Stadt Barmen zur Ergänzung ihrer Wasserversorgung eine Trinkwassertalsperre im Herbringhauser Tal plante, mußten die führenden Hygieniker Gutachten über „die Brauchbarkeit des Talsperrenwassers zur Wasserversorgung“ abgeben.

Vom Bürgermeister der Stadt Remscheid wurde im März 1902 ein Gutachten zur Wasserqualität der Eschbachtalsperre bei der Königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung (dem späteren Institut für Wasser-, Boden- und Luft-hygiene) in Berlin in Auftrag gegeben.

THIESING leitete die chemischen, KOLKWITZ die biologischen Untersuchungen, die 1911 gemeinsam veröffentlicht wurden. Beiden Autoren verdanken wir wertvolle Hinweise über die damaligen Probenahmegeräte und Untersuchungstechniken (Abb. 3 bis 6). Besonders eindrucksvoll sind die nach mikroskopischen Präparaten gefertigten Zeichnungen von Planktonorganismen aus der Remscheider Talsperre (Eschbachtalsperre). KOLKWITZ (1911) weist bereits auf die „für das ökologische Gleichgewicht im Planktongehalt und überhaupt im Organismenbestand der Sperre“ wichtige Funktion „der eine fressende Tätigkeit ausübenden Organismen . . .“ z. B. „Kleinkruster und Rotatorien“ hin, denen auch „für die Zerstörung eventuell vorhandener pathogener Keime wesentliche Bedeutung zukommt“. Das Fehlen von Stechmückenlarven wird auf ihre Eignung als Futter für die Elritzen und Forellen und auf die „Armut der Uferregion an krautigen Wassergewächsen“ zurückgeführt. Diese synökologischen Kausalketten wurden von THIENEMANN aufgegriffen und weiterentwickelt. Hier sind z. B. seine frühen Arbeiten während seiner Tätigkeit an der Landwirtschaftlichen Versuchs-

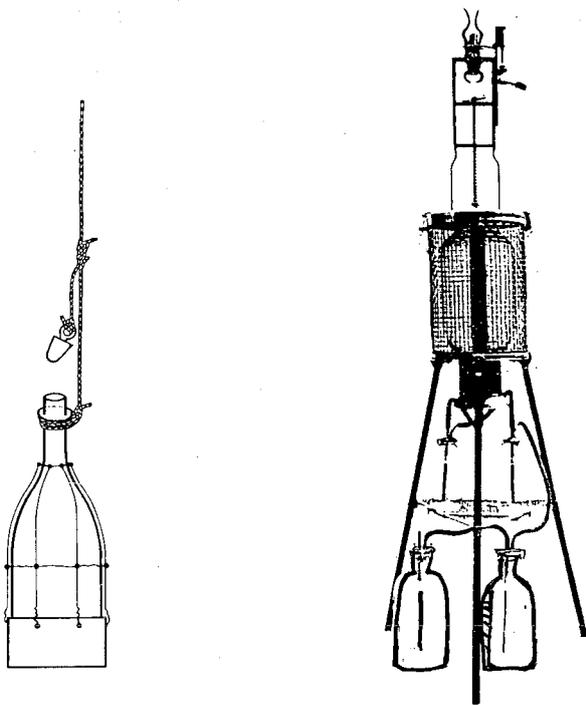
station in Münster zu nennen. Er untersuchte in dieser Zeit mit seinen Doktoranden die damals bestehenden Sauerlandtalsperren, insbesondere die Fürwigge-, Henne-, Öster-, Fülbecke-, Ennepe-, Heilenbecke- und Glörtalsperre. Dabei wurden erstmalig die bakteriologischen, chemischen und hydrobiologischen Befunde unter ökologischen Gesichtspunkten ausgewertet und interpretiert. Bereits früher war eine deutliche Abnahme der Keimzahlen in den Talsperren festgestellt worden, für die nun verschiedene Erklärungsmöglichkeiten gesucht wurden. KRUSE (1908) dachte z. B. an die keimtötende Kraft der Sonne, die sich allerdings nicht eindeutig nachweisen ließ, da an der Wasseroberfläche „ein zweiter Faktor, der sich nicht gut eliminieren läßt, nämlich die Verunreinigung des Wassers durch Staub usw.“, hinzukommt. Außerdem führte er die Keimverminderung an der Barmer Talsperre auf Sedimentation und „Verhungern der Bakterien in Wässern, die nicht zu stark chemisch verunreinigt sind“, zurück.



A. Elei, Remscheid, phot.

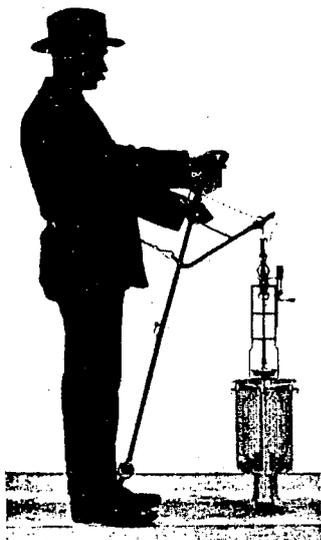
Abb. 3: Transport der Probenahme und Untersuchungsgeräte (aus KOLKWITZ 1911)

THIENEMANN (1911) nannte dies „unsichere Hypothesen, denn über die intimeren Vorgänge im Stoffwechsel eines bestimmten Wasserkörpers wissen wir zur Zeit eigentlich noch gar nichts“. Er hielt dagegen, u. a. aufgrund seiner Beobachtung eines Massenvorkommens von Rotatorien („fast monotonen *Conochilus*-Plankton“) in der Versetaltsperre (der heutigen Fürwiggetalsperre) und der Tatsache, daß gewisse Planktonarten Bakterienfresser sind, die Freßtätigkeit des Zooplanktons für ursächlich. Daneben wies er auch auf die „Vernichtung von Keimen durch die Bodenorganismen der Talsperrensohle“, z. B. durch Unmassen von Mückenlarven aus der Familie der Tendipediden, hin.



Auseinandernehmbare Abfüllvorrichtung aus Mannesmannröhren zum Remscheider Probenahmeapparat.

Abb. 4: Geräte zur Zeit der Anfänge der limnologischen Untersuchung (aus KOLKWITZ 1911)



A. Eloi, Remscheid, phot.

Abb. 5: Remscheider Probenahmeapparat mit Aufwindvorrichtung (aus KOLKWITZ 1911)

Die ersten Untersuchungen des Planktons der westfälischen Talsperren stammen von SCHNEIDER, einem Doktoranden von THIENEMANN, der 1912 in Münster promovierte. Leider sind die Ergebnisse mit heutigen Untersuchungen nicht zu vergleichen, da die Bedeutung des Kleinstplanktons, das mit dem damals üblichen Netzfängen nicht erfaßt wurde, noch nicht bekannt war. Die Sedimentationstechnik und die Umkehr-Mikroskopie wurden erst Jahre später entwickelt. Von besonderem Interesse war damals die Erscheinung der Cyclomorphose, also periodische Gestaltsveränderungen bei Kieselalgen und Kleinkrebsen. Sie wurden von SCHNEIDER (1912) aufgrund zahlreicher biometrischer Messungen unter dem Mikroskop mit viel Akribie und Fleiß für *Asterionella gracillima* und *Daphnia longispina* in Glör- und Haspertsperre nachgewiesen.

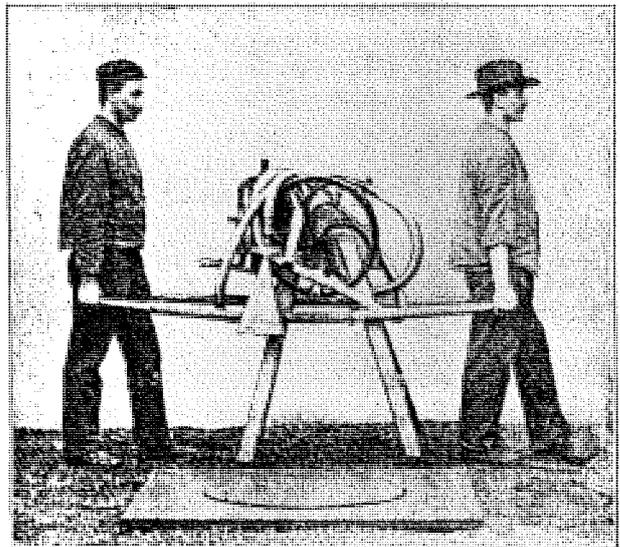


Abb. 6: Planktonpumpe auf dem Transport (aus KOLKWITZ 1911)

1936 beschrieb BUDDE die „Kleinlebewelt der sauerländischen Talsperren“. Auch er arbeitete noch mit dem Planktonnetz und der einfachen, aber zweckmäßigen „Meyer'schen Schöpfflasche“.

Die Überwachung der 1931 fertiggestellten Sösetalsperre wurde dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin übertragen. BEGER hat den Harzwasserwerken neben den bakteriologischen Ergebnissen auch den „übrigen biologischen Befund“ mitgeteilt, wobei ihm eine Massenentwicklung von *Asterionella formosa* und das „sehr interessante

Vorkommen von kleinen braunen Kugeln“ aufgefallen war. Hierbei handelt es sich, so BEGER (Abb. 7) in einem persönlichen Schreiben an den Leiter des Wasserwerks, um einen „Organismus, den man als *Siderocapsa coronata* bezeichnet und zu den Eisenbakterien stellt“.

Prof. Dr. H. Beger

Neuen-Zellendorf, 10.10.29  
Briselsweilerstr. 1

Sehr geehrter Herr Doktor!

Für die liebenswürdige Zusendung der Probe aus der Sösetalsperre meine verbindlichsten Dank. Um die Hauptsache voranzunehmen: die Probe ist sehr interessant. Die braunen Kügelchen gehören einem Organismus an, den man als *Siderocapsa coronata* bezeichnet und zu den Eisenbakterien stellt. Diese *Siderocapsa* ist im übrigen bisher nur ein einziges Mal gefunden und zwar in einem der Seen bei Lienz in Oberösterreich. Die Eisenspeicherung scheint sehr intensiv in der grossen gallertigen Hülle zu erfolgen.

Abb. 7: Brief von Prof. Dr. H. Beger aus dem Jahre 1939

HUSMANN untersuchte 1957 die Okertalsperre. In den Vorbecken fand er die „β-mesosaprobien Leitformen“ *Tabellaria fenestrata*, *Synura uvella*, *Eudorina elegans*, *Stylonychia mytilus* und *Monostyla lunaris*, während in der Hauptsperre die „oligosaprobien Planktonen“ *Staurastrum gracile*, *Keratella cochlearis* und *K. quadrata* dominieren.

HUSMANN führte einen Teil der festgestellten „selbstreinigenden Naturvorgänge“ auf „biologische Reinigungsvorgänge im subterranean Bereich“ zurück. Hier zeigte sich bereits sein Interesse für sein späteres Hauptarbeitsgebiet, die Grundwasserbiologie.

1941 veröffentlichte STUNDL aus der Reichsanstalt für Fischerei und fischereiliche Abwasserkunde

in Wien, Kaisermühlen, im Archiv für Hydrobiologie eine umfangreiche Arbeit über „limnologische Untersuchungen an einigen westfälischen Talsperren“. In dieser Zeit mußten die Talsperrenuntersuchungen „wegen ihrer Bedeutung für Fragen der Praxis, wie Fischerei, Hygiene und Wassertechnik als volkswirtschaftlich wertvoll“ begründet werden. An chemischen Bestimmungen wurden durchgeführt:

pH mit dem Helligekomparator.  
Cl-Ion titrimetrisch mit Silbernitrat nach MOHR.  
KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch nach KUBEL-TIEMANN.  
Gesamthärte mit Kaliumpalmitat nach BLACHER.  
Karbonathärte mit 1/10 norm. HCl nach LUNGE.  
Eisen kolorimetrisch als Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Gesamteisen) mit Rhodankalium.  
Mangan kolorimetrisch nach Oxydation zu Permanganat.  
Kohlensäure durch Titration mit Natriumkarbonatlösung.  
Sauerstoff maßanalytisch nach WINKLER.  
Nitrat-Ion mit Brucin kolorimetrisch im Helligekomparator als N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mg/l.  
Nitrit-Ion mit Indolreagens kolorimetrisch als NO<sub>2</sub> mg/l.  
Ammonium-Ion mit Neßler-Reagens kolorimetrisch als NH<sub>4</sub> mg/l.  
Phosphat-Ion mit Ammoniummolybdänreagens nach ATKINS als PO<sub>4</sub> mg/l.

Manche dieser Methoden sind auch heute noch in Gebrauch. Die bakteriologischen Untersuchungen umfaßten die Bestimmung der Keimzahl auf Nährgelatine und die Ermittlung des „*Bacterium coli*“ durch Feststellung der Vergärung von Traubenzucker-Peptonlösung nach EJKMANN und dem Wachstum auf dem Fuchsinagar nach ENDO. Die Planktonorganismen wurden mit Formol fixiert, nach Sedimentation dekantiert und in einer Zählkammer ausgezählt.

STUNDL befaßte sich, THIENEMANN folgend, ausführlich mit den Folgen der Tiefenwasserentnahme für den Stoffhaushalt der Talsperren, wobei er im wesentlichen die Haspertsperre, die Sorpertsperre und das Vorbecken der neuen Versetalsperre verglich. Bei der Kausalanalyse und der Interpretation der erhobenen Daten zu Wasserchemismus und Bakteriologie sind STUNDL, wie wir heute wissen, einige Irrtümer unterlaufen. Er erklärte zum Beispiel die Zunahme der Nitratkonzentration im Winter mit der „verstärkten Tätigkeit nitrifizierender Bakterien in der kälteren Jahreszeit“ und die Abnahme der Keimzahl von der Oberfläche zur Tiefe hin mit der „Schädigung der eingebrachten Wasserbakterien in der Tiefenschicht“.

Auch die Erklärungen zum Fehlen oder Vorkommen von Blaualgen – hier findet sich auch *Spirulina* in der Artenliste der Haspertsperre – erscheinen etwas gewagt. Dagegen sind die fischereibiologischen Hinweise und die Einsatz- und Fangstatistik für die Sorpertsperre auch heute noch von großem Interesse. Es gab bereits sehr früh nach Einstau der Talsperren zahlreiche Vorschläge zur „Hebung der Fischerei“, die zwar wie LEHMANN (1927) etwas ironisch bemerkte, „geistreiche Gedankengänge wiedergäben, zum größten Teil aber eine Vertrautheit mit der fischereilichen Praxis vermissen ließen“.

Dies galt allerdings nicht für die Empfehlungen von THIENEMANN (1913) zu Besatzmaßnahmen und Aufzucht der Brut, die er beim Bau der Möhnetalsperre als Gutachten für den Ruhrtalsperrenverein abgegeben hat. Auch die praktischen Empfehlungen zur Gestaltung der Durchlässe an den Vordämmen, zur Räumung des Talsperrengrundes vor dem Einstau des Wassers und das engagierte Eintreten für eine berufsmäßig ausgeübte Talsperrenfischerei sind heute noch hochaktuell. THIENEMANN verstand es, aus den theoretischen Überlegungen der Seetypenlehre praktische Schlußfolgerungen für die fischereiliche Bewirtschaftung der Talsperre zu ziehen, wobei er die bedeutendsten Schlüsse aus einem Vergleich der „natürlichen Seen“ mit den „Eigentümlichkeiten der Talsperre“ ableitete.

Bereits sehr früh hat man sich über mögliche Interessenkonflikte zwischen wasserwirtschaftlichen und ökologischen Belangen Gedanken gemacht. LEHMANN untersuchte 1929 den Einfluß der Talsperren auf die unterhalb liegende Bach- und Flußfischerei, da Bedenken geäußert worden waren, daß das oft nur zu bestimmten Zeiten abgegebene kalte Talsperrenwasser zu Beeinträchtigungen der Fischfauna führen könnte.

Ganz allgemein ist festzustellen, daß der Ausgleich von Nutzungskonflikten und vor allem plötzlich eintretende Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeiten, z. B. durch verschlechterte Wasserqualität, den Talsperrenuntersuchungen wesentliche Impulse gegeben haben. Seen sind oft aus rein wissenschaftlichem Interesse limnologisch untersucht worden, während die Talsperrenuntersuchungen meist praxisorientiert waren, z. B. zur Festlegung der optimalen Entnahmhöhe für Rohwasser zur Trinkwasserversorgung. Auch die klassischen Untersuchungen von GRIM (1959 a, b) über Durchflußphänomene in Talsperren, die er an Lingese- und Kerspertsperre durchführte, hatten einen praktischen Hintergrund,

nämlich die Ursache für die plötzlichen Keimzahlanstiege im Rohwasser nach Hochwasserereignissen herauszufinden. Darüber hinaus haben sie wertvolle Erkenntnisse zur Hydraulik von Einschichtungs- und Kurzschlußströmungen geliefert, so daß die Modellvorstellung einer Talsperre als „stehendes Gewässer“ zumindest teilweise revidiert werden mußte.

Die Untersuchungen von SCHRÄDER (1958, 1959) an den Saaletalsperren und von KLAPPER (1960) an der Saldenbachtalsperre im Erzgebirge haben die Kenntnis über die Limnologie der Talsperren erweitert. Sie haben besonders die Bedeutung der Vorsperren für Selbstreinigungsvorgänge in Abhängigkeit von der Aufenthaltszeit des Wassers herausgestellt.

BEUSCHOLD (1961) berichtete über seine Beobachtungen beim Anstau der Talsperren des Bodewerkes im Harz, insbesondere über den trophischen Anfangsschub. Trotz völliger Räumung des Tales vor Anstau traten extreme Massenentwicklungen der Planktonalgen *Asterionella* und *Anabaena* auf. WETZEL faßte 1962 seine langjährigen Erfahrungen über „Biologische Beschaffenheit und Gütezustand von Trinkwassertalsperren“ zusammen und auch sein vielbeachtetes Werk „Technische Hydrobiologie (1969)“ enthält viele interessante Hinweise zur Talsperrenlimnologie.

SCHULZE veröffentlichte 1962 „Limnologische Gesichtspunkte bei der Errichtung von Trinkwassertalsperren“. Er wies vor allem auf die Zusammenhänge zwischen der Art der Nutzung des Einzugsgebietes und der Produktivität des Talsperrenwassers hin, wobei er die Phosphatbelastung im wesentlichen der Besiedlung und die Nitratbelastung vor allem der Landwirtschaft zuschrieb. Diese Befunde wurden später von UHLMANN und ALBRECHT (1968) aufgegriffen und in einen größeren Zusammenhang mit anderen biogeochemischen Faktoren, die bei der Eutrophierung von Trinkwassertalsperren eine Rolle spielen, gestellt.

Es fällt auf, daß diese Untersuchungen von den theoretischen Ansätzen ausgehend sehr rasch den praktischen Bezug zur Wasserwerkstechnologie herstellten und auch bereits konkrete Sanierungs- und Restaurierungskonzepte (z. B. Nährstoffrückhalt in Vorsperren, Tiefenwasserbelüftung nach Mammutpumpenprinzip) entwickelten. Daß hierbei auch die Anwendung von Algiciden (z. B. Kupfersulfat in der Saldenbachtalsperre) nicht ausgeklammert wurde und auch eine Schwärzung der Wasseroberfläche mit Aktivkohle erwogen wurde, entsprach den

damaligen Vorstellungen und dem dringenden Handlungsbedarf zur Abwendung „biologischer Störungen in Wasserwerksanlagen“.

Die Beobachtungen der Hydrobiologen sind von BEGER (1952 und 1966) zusammengefaßt. Ihre Untersuchungen widmeten sich vorwiegend der Feststellung der vorhandenen Arten von Wasserorganismen und der Beschreibung der Betriebsstörungen. Dem Ursachenproblem, vor allem den Nährstoffkreisläufen, wurde weniger Beachtung geschenkt. Die Tatsache, daß vor allem die Rolle des Stickstoffs und seltener die des Phosphors herausgestellt wurde, führt WETZEL (1969) auf die in den fünfziger Jahren „noch wenig spezifizierte analytische Methodik“ zurück.

Einen wesentlichen Schritt von der deskriptiven zur kausalanalytischen Forschung auf dem Gebiet der Talsperrenlimnologie stellen die von BENNDORF et al. (1975) entwickelten Modelle zur Funktion der Vorsperren als Nährstofffallen dar.

Die langjährigen Untersuchungen an der Wahnbachtalsperre (BERNHARDT et al. 1985) dienen zur Erarbeitung eines Sanierungskonzeptes und zur Entwicklung von Verfahren wie Belüftung und Phosphorelimination und schließlich zur Erfolgskontrolle nach Durchführung der Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen. So ist es nicht weiter verwunderlich, daß die eutrophen Talsperren mit Nutzungsproblemen meist am besten untersucht sind, während die oligotrophen Talsperren oft nur als Referenzgewässer intensiver untersucht wurden. Auch die Untersuchungen der Riveristalsperre, die zeitgleich mit der Wahnbachtalsperre in den Jahren 1969 und 1970 von NUSCH durchgeführt wurden, sollten nicht nur einen limnologisch interessanten Vergleich liefern. Sie sollten vielmehr auch Aufschluß geben über den zu erwartenden Erfolg der geplanten Phosphoreliminierung aus dem Wahnbach, da nach wie vor eine ähnlich hohe Stickstoffbelastung wie an der mesotrophen Riveristalsperre verblieb (BERNHARDT, CLASEN und NUSCH 1973).

Vergleichende Untersuchungen an mehreren Talsperren mit unterschiedlichem Trophiegrad sind auch in neuerer Zeit recht selten. Hier konnten nur die routinemäßig erhobenen Daten bei den Talsperren des Ruhrtalsperrenvereins vergleichend ausgewertet werden, um Einblick in die Zusammenhänge zwischen Nährstoffbelastung aus den Einzugsgebieten, Primärproduktion, hypolimnischem Sauerstoffdefizit und Nährstoffretention im Sediment zu bekommen (NUSCH 1975).

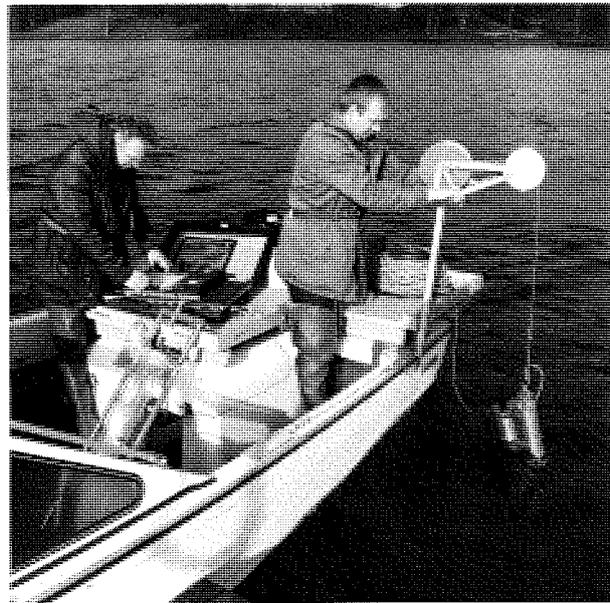


Abb. 8: Moderne Probenahme und Messung von Temperatur- und Sauerstoffkonzentrationsprofilen, Trübung und Chlorophyllfluoreszenz.

Foto: Archiv Ruhrverband

Einen großen Motivationsschub erfuhr die Talsperrenlimnologie durch das von VOLLENWEIDER initiierte OECD-Projekt zur Eutrophierungskontrolle. Im Rahmen des Regionalprogramms „Shallow Lakes and Reservoirs“ wurden folgende westdeutsche Talsperren intensiv untersucht: Ennepe-, Fürwigge-, Verse-, Sorpe-, Möhne-, Olef-, Soese- und Wahnbachtalsperre. Erstmals wurden die Strukturen der Einzugsgebiete systematisch analysiert, Nährstoffbilanzen erstellt sowie die Produktivität gemessen. Diese Daten wurden in Abhängigkeit von der trophischen und hydraulischen Belastung sowie morphometrischer Kenngrößen der Talsperre modellmäßig erfaßt und einheitlich ausgewertet (VOLLENWEIDER 1979, CLASEN 1981). Die aus diesem großangelegten Projekt entstandenen Modelle haben sich in der Praxis bewährt und dienen bis heute als Grundlage vieler Sanierungs- und Restaurierungskonzepte.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Talsperrenlimnologie zunächst von der praktischen Nutzbarkeit des Wassers her bestimmt war und eher sporadischen und deskriptiven Charakter hatte. Die holistische Betrachtung physikalischer und chemischer, mikrobiologischer und hydrobiologischer Einzelbefunde im Sinne einer aquatischen

Ökologie begann mit THIENEMANN's Untersuchungen an den westfälischen Talsperren. Auch heute noch werden die limnologischen Untersuchungen an Talsperren weniger mit der Zielrichtung wissenschaftlicher Forschung, sondern zur Überwachung der Wasserqualität, Dokumentation des gegenwärtigen Belastungszustandes, Feststellung langfristiger Trends zur Begründung und Erfolgskontrolle von

Sanierungsmaßnahmen durchgeführt (NUSCH 1988). Dabei können auch, insbesondere wenn das routinemäßig erarbeitete Datenmaterial nach übergeordneten Gesichtspunkten vergleichend ausgewertet wird, wertvolle Erkenntnisse zur Funktionsweise aquatischer Ökosysteme gewonnen werden, die oft für den Erfolg von Maßnahmen in der Gewässergütwirtschaft von wesentlicher Bedeutung sind.

# 4. Zweckbestimmung und regionale Verbreitung

## 4.1 Zweckbestimmung

Für den Bau einer Talsperre ist meistens eine im Vordergrund stehende Aufgabe maßgebend. Neben dieser primären werden dann häufig weitere Nutzungen vorgesehen. Je nach Bedeutung der Sekundärnutzungen können diese die Konzeption der Gesamtanlage mehr oder weniger stark beeinflussen. Typische Primärnutzungen sind:

- **Trinkwassergewinnung**  
Das im Speicher gestaute Wasser gelangt direkt oder über Aufbereitungsanlagen in das Verteilungssystem.
- **Brauchwassergewinnung**  
z. B. für gewerbliche Produktionsprozesse
- **Zuschußwasserbereitstellung (Niedrigwasseraufhöhung)**  
Das Wasser wird nach spezifischen Bewirtschaftungsregeln in das unterhalb liegende Flußsystem abgegeben, um dort die fließende Welle anzureichern. Dies kann zur Sicherung der Schifffahrt, der kraftwirtschaftlichen Nutzung des Flusses und der Trinkwassergewinnung aus dem Fluß erwünscht sein. Bei intensiver Wasserentnahme kann das Zuschußwasser sicherstellen, daß die Ökologie des betroffenen Flusses nicht übermäßig beeinträchtigt wird.
- **Hochwasserschutz**  
Im Stauraum der Talsperre wird bei Hochwassersituationen ein Teil des Zuflusses aufgefangen, um damit in dem unterhalb liegenden Flußsystem Schäden zu vermeiden. Das Ausmaß der Hochwasserkappung hängt von der Größe des freien Stauraumes ab. Allerdings bietet auch eine gefüllte Talsperre durch den Effekt der Seeretention eine abflußverzögernde Wirkung.
- **Kraftwirtschaft**  
Bei der Wasserabgabe nutzt man die potentielle Energie des gestauten Wassers für die Stromerzeugung.
- **Erholung**  
Größere Wasserflächen sind immer ein Anziehungspunkt für die erholungssuchende Bevölkerung, vor allem wenn sie, wie bei Talsperren häufig gegeben, in einer reizvollen Mittelgebirgslandschaft liegen. Wassersportarten wie Segeln, Surfen, Rudern, Tauchen, Freizeidfischerei, Baden, Camping und auch Wandern am Wasser sind die bevorzugten Erholungsnutzungen. Trinkwassertalsperren sind üblicherweise im Hinblick auf den präventiven Schutz des Lebensmittels Wassers

weitgehend von den Erholungsnutzungen ausgenommen.

Fast immer sind Talsperren heute hinsichtlich der Zweckbestimmung multifunktional, häufige Sekundärnutzungen sind der Hochwasserschutz, die Kraftwirtschaft und die Erholung.

## 4.2 Regionale Verbreitung

Die Talsperren sind in der Bundesrepublik Deutschland schwerpunktartig verteilt. Sie sind auf Räume mit hoher Inanspruchnahme des Wasserhaushaltes durch Wirtschaft und Siedlung konzentriert. Es ist deshalb kein Wunder, daß sich in dem sehr dicht besiedelten Bundesland Nordrhein-Westfalen rund ein Drittel der Talsperren befindet.

Entsprechend den Großräumen wird nachstehend die regionale Verbreitung der Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland dargestellt: Norddeutsches Hügel- und Tiefland, Mittelgebirge bis zur Donau und Alpen mit Voralpengebiet.

### 4.2.1 Norddeutsches Hügel- und Tiefland

Im norddeutschen Hügel- und Tiefland sind nur wenige Talsperren vorhanden, die mit einer Ausnahme (Alster) erst in jüngster Zeit entstanden sind.

Die Hauptfunktion der im norddeutschen Raum gelegenen Talsperren ist der Hochwasserschutz: die Spitzen von Hochwasserwellen sollen abgefangen und zurückgehalten werden, um die Auswirkungen von Überflutungen in unterhalb gelegenen Gebieten zu mildern. Einer der ersten Wasserspeicher dieser Art ist die Thülsfelder Talsperre im westlichen Niedersachsen (1924 – 1927).

Extreme Hochwasserereignisse haben ihre Ursache teilweise auch in der Tätigkeit des Menschen (vor allem in diesem Jahrhundert). Abholzung der Wälder, rein technischer Ausbau der Gewässer, Verringerung oder Verlust der natürlichen Retentionsräume durch Eindeichung, Trockenlegung und Flußbegradigung sowie Versiegelung von Flächen beschleunigen den Abfluß und führen daher zu schnellerem und höherem Auflaufen von Hochwasserwellen. Intensivierung der Landwirtschaft und Bebauung, z. T. auch im Bereich natürlicher Überschwemmungsgebiete, erforderten andererseits immer weitergehenden Hochwasserschutz. Die meisten Hochwasserrückhaltebecken wurden daher erst in jüngster Zeit gebaut. Sie werden betrieben entweder als Dauerstau (Alfsee nördlich von Osnabrück, 1971 – 1982) oder als trockener Polder,

der nur im Hochwasserfall eingestaut wird (Salzderhelden nördlich von Göttingen, Baubeginn 1974).

Neben ihrer Funktion für den Hochwasserschutz dienen die Talsperren fast immer auch weiteren Nutzungen: Niedrigwasseraufhöhung, Erholung, Naturschutz, Freizeitfischerei.

Die 1973–1978 entstandene Twistetalsperre des hessischen Wasserverbandes Diemel dient im wesentlichen dem Hochwasserschutz.

#### 4.2.2 Mittelgebirge bis zur Donau

##### Harz

Für die Bereitstellung von Triebwasser wurden zwischen 1300 und 1800 etwa 71 Teiche vom Oberharzer Bergbau angelegt. Nach Auslaufen des Bergbaus in dieser Region dienen diese Talsperren heute der Wasserversorgung und der Erholung. Die Absperrbauwerke bestehen aus Gerölldämmen mit Dichtungen aus Erdstoffen und Rasenplacken.

Für die Wasserversorgung und den Hochwasserschutz, jedoch auch für die Niedrigwasseraufhöhung im Zusammenhang mit der Schifffahrt erfolgte etwa ab 1930 der Bau von Talsperren, im wesentlichen durch die Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen. Als Absperrbauwerk wurde zunächst der Damm mit Betondichtung gewählt wie z. B. bei der Sösetalsperre, die 1928–1931 entstand. Später wurden Gewichts- und Bogenmauern errichtet, schließlich kam man wieder auf den Damm zurück, aber mit Oberflächendichtung aus Asphaltbeton (Granetalsperre 1966–1969). Alle Talsperren werden heute als Vielzweckanlagen benutzt.

##### Hessisches Bergland

Zur Niedrigwasseraufhöhung der Weser für die Schifffahrt und zur Speisung des Mittellandkanals, weiterhin zur Energieerzeugung und zum Hochwasserschutz wurden durch die frühere Preußische Wasser- und Strombauverwaltung zunächst die Ederalsperre (1908–1914), später die Diemeltalsperre (1912–1924) erbaut. Beide Talsperren erhielten Absperrbauwerke aus Bruchsteingewichtsmauern. Die heute der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung unterstehenden Sperren dienen jetzt zusätzlich der Erholung. Weitere Talsperren, z. B. die Kinzigtalsperre (1976–1982) und die Niddatalsperre (1968–1970) wurden als Mehrzwecktalsperren errichtet.

##### Sauerland, Siegerland, Bergisches Land

Ausgehend von der Kohlegewinnung im Ruhrtal vollzog sich im 19. Jahrhundert eine stürmische Industrialisierung und durch Zuzug eine Bevölkerungsexplosion. Den steil anwachsenden Wasserverbrauch konnten die Mittelgebirgsflüsse nicht mehr decken.

Zur Sicherstellung und Bewirtschaftung des Wasserdargebots entstanden zu Beginn des 20. Jahrhunderts Wasserverbände als Zusammenschluß der Wasserverbraucher auf Genossenschaftsbasis. Um die intensive Wasserentnahme über Uferfiltrat und Grundwasseranreicherung aus der Ruhr auch in Trockenperioden zu sichern und gleichzeitig einen ökologisch erforderlichen Mindestabfluß der Ruhr sicherzustellen, ferner zur Vergleichmäßigung des Triebwasserdargebots und zur Stromerzeugung, wurden ab 1890 in schneller Folge Talsperren errichtet. Aber auch reine Trinkwassertalsperren mit teilweise 10 km langen Rohrleitungen bis zum Wasserwerk (z. B. Neye – Eschbach – Talsperrensystem) wurden gebaut.

Entsprechend dem Kostenverhältnis Lohn/Material wurden bis etwa 1915 die Absperrbauwerke als Bruchsteingewichtsmauern errichtet (Möhnetalsperre 1908–1913). Ab 1930 wurden geschüttete Dämme mit dünnen Betonkernen bevorzugt (Sorpetalsperre 1926–1935). Nach 1945 erfolgte der Bau fast durchweg als Felsschüttdamm mit Asphaltbetondichtung, entweder als Innendichtung (Große Dhünntalsperre 1975–1984) oder als Oberflächendichtung (Biggetalsperre 1957–1965). Wenn natürliches Dichtungsmaterial in vertretbarer Entfernung von der Baustelle vorhanden war, wurde es als Baustoff beim Dammbau vorgezogen (Aabachtalsperre 1975–1983).

Talsperrenerbauer und -betreiber sind z. B. die Wasserverbände Aggerverband, Ruhrtalsperrenverein, Wahnachtalsperrenverband und Wupperverband.

Einen Sonderfall im Talsperrenbau stellen die sogenannten „Ruhrstauseen“ (z. B. der Baldeneysee) dar. Sie wurden zwischen 1920 und 1950 gebaut und dienen „nach den Kläranlagen“ der Verbesserung der Wasserqualität.

##### Eifel, Hunsrück

Im Einzugsgebiet der Rur verlief die Entwicklung des Talsperrenbaus ähnlich wie im Sauerland. Auch hier entstanden die Absperrbauwerke zunächst als

Bruchsteingewichtsmauern (Urftalsperre 1900–1905), dann als geschüttete Dämme mit Beton- bzw. Stahlplattendichtung (Rurtalsperre Schwammenauel 1934–1939), schließlich als Steinschüttdämme mit Asphaltbetondichtungen (Wehebachtalsperre 1977–1983).

Neben den Vielzwecktalsperren wurden auch reine Trinkwassertalsperren (Steinbachtalsperre 1963–1966, Oleftalsperre 1955–1965, Wehebachtalsperre 1977–1983, Riveristalsperre 1954–1958) gebaut.

Erbauer und Betreiber sind in der Eifel der Talsperrenverband Eifel-Rur, im Hunsrück die Städte Idar-Oberstein und Trier.

#### **Bayerischer Wald und Frankenwald**

Der Nordosten Bayerns ist hydrologisch bedingt relativ grundwasserarm. Dies führte seit dem Ende der 60er Jahre zum Bau von Mehrzweckspeichern, die in erster Linie der großräumigen Trinkwasserversorgung, der Niedrigwasseraufhöhung und dem Hochwasserschutz dienen (Trinkwassertalsperren Mauthaus 1968–1975 und Frauenau 1976–1984). Die Absperrbauwerke sind entsprechend ihrer Entstehungszeit in der Regel Steinschüttdämme mit Innendichtung aus Asphalt- oder Erdbeton.

Bauherr und Betreiber dieser Talsperren ist der Freistaat Bayern.

#### **Fränkischer Jura**

Das Wasserdargebot im Maingebiet ist viel geringer als im Donauegebiet. Auch das Abflußverhalten des Mains ist weniger ausgeglichen als das der Donau. Dies hat zur Folge, daß die Wassernutzung im Maingebiet bereits  $\frac{1}{5}$  der mittleren Abflußhöhe erfaßt, während im Donauegebiet erst  $\frac{1}{10}$  davon genutzt wird.

Aus diesen Gründen soll auf 2 Wegen Zusatzwasser aus dem Donauegebiet in das Regnitz-Maingebiet übergeleitet werden: durch Pumpen über Altmühl- und Main-Donau-Kanal und durch Überleitung von Hochwässern aus dem oberen Altmühlbereich.

Dabei handelt es sich um ein System von hintereinander geschalteten Flachlandspeichern

(Altmühlüberleitern) mit Erddämmen und Dichtungen aus Erdbeton, Asphaltbeton oder natürlichen Dichtungsstoffen. Neben der Niedrigwasseraufhöhung sollen die Stauseen die Naherholung und den Fremdenverkehr in Franken fördern.

Erbauer und Betreiber ist der Freistaat Bayern.

#### **Schwarzwald**

Ab 1918 wurden aus Gründen der Energieversorgung, meist im Zusammenhang mit Pumpspeicherung, Talsperren gebaut, z. B. der Schluchsee (1929–1932). Als Absperrbauwerke wurden meist Betongewichtsmauern gewählt. Die Linachtalsperre (1922–1925) wurde jedoch als Gewölbereihemauer errichtet.

Ab 1965 (Nagoldtalsperre 1965–1971) wurden die Absperrbauwerke als Dämme mit Asphaltbetonkern bzw. Oberflächendichtungen erstellt und die Mehrzwecknutzung, vor allem die Trinkwassergewinnung und der Hochwasserschutz, wurden mitbestimmend.

Bauherr und Betreiber waren in der Anfangszeit vor allem Gesellschaften wie z. B. die Badenwerk AG oder die Schluchseewerk AG, später kamen Zweckverbände hinzu.

#### **4.2.3 Alpen- und Voralpengebiet**

Südlich der Donau bilden die Talsperren im wesentlichen die Kopfspeicher der kraftwirtschaftlich genutzten Flußsysteme Isar, Lech und Donau. Ein natürlicher Speicher, der Walchensee mit dem Walchenseekraftwerk, ergänzt die Speichermöglichkeit. Bereits ab 1913 wurden in Südbayern Talsperren zur Energiegewinnung und zum Hochwasserschutz errichtet. Die Hauptbautätigkeit entfaltete sich jedoch erst ab etwa 1950 (Forggensee 1950–1954 und Sylvensteinspeicher 1954–1959).

Die Hauptnutzungen neben ihrer o. a. Eigenschaft als Jahresausgleichsspeicher für die Kraftwirtschaft sind Hochwasserschutz und Niedrigwasseraufhöhung. Daneben spielen Freizeit- und Erholungsnutzen eine fremdenverkehrssteigernde Rolle.

Bau und Betrieb werden vom Freistaat Bayern und von der Bayerische Wasserkraftwerke AG (BAWAG) wahrgenommen.

# 5. Talsperren – Landschaft und Erholung

Talsperren verändern die Landschaft. Aus Bächen und Flüssen entstehen Stillgewässer mit Seencharakter, d.h. große offene Wasserflächen, die je nach der Landschaftsstruktur mehr oder weniger stark gegliedert sind.

Die große Wasserfläche in einer sonst meist seenarmen Landschaft übt natürlich auf die erholungssuchenden Menschen eine große Attraktivität aus. Dies gilt vor allem, wenn die Talsperren in erreichbarer Nähe zu dichtbesiedelten industriellen Ballungsräumen liegen und verkehrsmäßig gut erschlossen sind. Die Sauerlandtalsperren können beispielsweise vom Ruhrgebiet in etwa 1 bis 2 Stunden mit dem Auto erreicht werden.

Die Talsperren, vor allem die Mehrzwecktalsperren, die nicht unmittelbar zur Trinkwassergewinnung dienen, sind Ziele für alle Arten der Freizeitgestaltung am Wasser vom aktiven Wassersport bis hin zur stillen Erholung. Je nach Gewässer sind Bootfahren, Surfen, Angeln, Baden und Tauchen möglich. Hinzu kommen die Erholungsnutzungen mit einer mehr indirekten Beziehung zum Wasser, wie Camping, Wandern, Naturbeobachtung und Freizeitsport. Die Anziehungskraft der Talsperren als Zentren („Kristallisationspunkte“) allgemeiner Erholung ergibt sich vor allem aus ihrer reizvollen Lage in waldreichen, relativ dünn besiedelten Mittelgebirgslandschaften.

Einen Überblick über die Erholungsnutzungen an den Talsperren des Ruhrtalesperrenvereins gibt Tabelle 1 (aus IMHOFF und MANTWILL 1988).

Für die mit Wasserfahrzeugen ausgeübten Sportarten bieten Talsperren mit ihren jeweiligen Flächen interessante Voraussetzungen, wenn man z.B. die vom Deutschen Segler-Verband als Untergrenze für ein ideales Segelrevier angegebene Fläche von 30 ha zum Maßstab nimmt.

Anders als bei Bootsfahrten und beim Surfen hat der Gesichtspunkt der Wasserqualität für Angler, naturverbundene Wanderer, Badende und Taucher eine erhebliche Bedeutung. Der Angler wird die Gewässergütesituation dabei hinsichtlich der Entwicklungsmöglichkeiten des Fischbestandes beurteilen. Den Spaziergänger, den Schwimmer oder Taucher interessiert in erster Linie der ästhetische und hygienische Zustand des Gewässers.

Die mittlere bis hohe Nährstoffversorgung in den größeren Talsperren erlaubt hinsichtlich der Fischbestände eine Einstufung als ertragreiche Gewässer. Die Erhaltung der Fischbestände muß durch Hege-maßnahmen, wie Besatz und Befischen, unterstützt werden. Besonders in Jahren mit größeren Wasser-spiegelschwankungen wird die natürliche Entwicklung der Fische beeinträchtigt, da dann die zur Aufzucht der Brut nötigen Flachwasserzonen und pflanzenbestandenen Ufersäume in den Hauptbecken trockenfallen.

Aus hygienischer Sicht sind die Talsperren in der Regel nicht oder nur gering belastet. In den eutrophen Talsperren können jedoch in Abhängigkeit von der Algenentwicklung die Werte der EG-Badege-

**Tab. 1:** Erholungsnutzungen an den Talsperren des Ruhrtalesperrenvereins (RTV)

Erholungsnutzungen	Talsperren					Stauseen	Anmerkungen
	Henne	Möhne	Sorpe	Verse	Bigge (inkl. Lister)		
Angeln	○	○	○	/	○	○	Baden nur in Badeanstalten und zugelassenen Badestellen Tauchen nur mit Clubs
Baden Tauchen	○ -	○ ○	○ ○	- -	○ ○	- -	
Rudern Segeln	○ ○	○ ○	○ ○	- -	○ ○	○ ○	Camping nur auf dafür eingerichteten Plätzen
Surfen Motorboote Fahrgastschiffe Camping	○ - ○ ○	○ - ○ ○	○ - ○ ○	- - - -	○ - ○ ○	/ / ○ ○	

○ = ja / = beschränkt - = nein

wässer-Richtlinie hinsichtlich pH-Wert und Sichttiefe zumindest zeitweise überschritten werden.

An rechtlichen Vorgaben für die Möglichkeit zur Freizeit und Erholung an Talsperren ist folgendes zu berücksichtigen (zitiert aus IMHOFF und MANTWILL 1988):

„Im Grundgedanken sieht das Wasserrecht für jede Benutzung eines Gewässers einen besonderen behördlichen Zustimmungsakt vor, die Aussprache einer Erlaubnis oder Bewilligung. Einen gewissen vom Gesetz vorgegebenen Spielraum für zustimmungsfreie Benutzungen haben die Eigentümer und Anlieger von Gewässern. Ein auf jedermann ausgedehnter Freiraum wird durch das schon in alten deutschen Wassergesetzen vorhandene Institut des „Gemeingebrauchs“ formuliert, der für die gewässerorientierte Erholung von zentraler Bedeutung ist. Danach darf im Grundsatz jedermann natürliche oberirdische Gewässer u. a. für Baden, Eissport und Befahren mit kleinen Fahrzeugen ohne eigene Triebkraft benutzen. Für künstliche Gewässer wie Talsperren bedarf der Gemeingebrauch einer besonderen Zulassung durch die staatliche Mittelinstanz.“

Keine Gemeingebrauchszulassung erfolgt an den auch in stärkerem Maße der unmittelbaren Trinkwasserversorgung dienenden Talsperren. Dies entspricht der üblichen Verfahrensweise, wonach solche Gewässer im Interesse der Trinkwassergüte von direkten Erholungsnutzungen weitgehend ausgenommen werden. Eine Bußgeldbewehrung der Verbote ist mit dem Inkrafttreten der Wasserschutzgebietsverordnung gegeben.

Weitere gesetzliche Regelungen mit größerer Bedeutung für die Erholung finden sich im Fischerei-, Forst-, Landschafts- und Abfallrecht. Aus ihnen ergeben sich Randbedingungen für die Zulassung und Ausübung der Freizeitfischerei, das Waldbetretungsrecht und das Landschaftsbetretungsrecht für jedermann. Diese Betretungsrechte dokumentieren das Bemühen, dem erholungssuchenden Menschen den Zugang zur Natur soweit als möglich zu öffnen. Danach sind Absperurmaßnahmen in den Uferbereichen der Stauseen und Talsperren nur noch nach rechtlichen Zulassungsverfahren möglich. Bei Trinkwassertalsperren kann die Möglichkeit der Erholungsnutzung durch die Ausweisung von Schutzgebieten eingeschränkt werden.

### 5.1 Naturschutz

Einschränkungen der Nutzungsmöglichkeiten aus Gründen des Naturschutzes können – so paradox

es klingen mag – nutzungsähnliche Ansprüche begründen („Inanspruchnahme zur Nicht-Nutzung“).

Die Ausweisung von Schutzgebieten kann dabei auch verschiedenen Schutzbedürfnissen gleichzeitig dienen. Trinkwasserschutzgebiete kommen oft auch den Belangen des Biotop- und Artenschutzes zugute, denn sowohl Trinkwassergewinnung als auch Naturschutz benötigen Ruhe und Vermeidung von Störungen sowie möglichst extensive Nutzung der Umgebung. Trinkwassergewinnung sowie Biotop- und Artenschutz können sich also positiv überlagern. Dies trifft insbesondere für die Vorsperren mit ihrem konstanten Wasserspiegel zu. Mindestens genauso wichtig ist jedoch die Möglichkeit der Schaffung von Ruhezeiten für den Biotopschutz in den Wasserschutzzonen I und II. Dabei geht es meist weniger um die Erhaltung von Lebensgemeinschaften des Wassers als um solche, die an der Grenze von Wasser und Land leben, sowie um rein terrestrische Lebensgemeinschaften, die besonders gegen Störung empfindlich sind. Auch hier kommt den Vorsperren große Bedeutung zu, weshalb auch der Deutsche Rat für Landespflege (1984) resümiert:

„In Teilen von Vorsperren und soweit möglich auch in größeren Teilen der Hauptsperren sollen biologisch aktive Uferzonen aufgebaut und gesichert werden. Diese sollen sich in ihrer Größe nach den Minimalarealanprüchen der zu schützenden Tier- und Pflanzenarten richten“.

Eine große Zahl positiver Beispiele an alten Talsperren belegt die Aussage, daß trotz des unwieder-

	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Ok.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mal
Haubentaucher												
Grauräher												
Lachmöwe												
Stockente												
Bleibhuhn												
Reihente												
Tafelente												
Schellente												
Gänseäger												
Krickente												
Höckerschwan												
Singschwan												
Eiderente												
Samtente												
Trauerente												
Prachtaucher												
Kormoran												
Uferläufer												
Grünschenkel												
Fischadler												

Abb. 9: Übersicht über die Aufenthaltszeit von 20 Vogelarten am Möhnesee (durchgezogener Strich: regelmäßiges Vorkommen, unterbrochener Strich: unregelmäßig anzutreffende Arten) (aus STICHMANN 1984).

bringlichen Verlustes eines Tales auch Talsperren für den Naturschutz wertvoll sein können.

Manche Talsperren, vor allem in Gebieten mit wenigen großen Wasserflächen, haben sich im Laufe der Zeit zu wichtigen Rastflächen für ziehende Wasservögel entwickelt und üben daher auch für den Naturfreund einen hohen Reiz aus.

## 5.2 Boots- und Segelsport

Obwohl Erholung und Freizeit eher mit freier Entfaltung als mit Reglementierungen und Ordnungsmaßnahmen zu tun haben, sind dennoch zur Vermeidung von Konflikten bei konkurrierenden Nutzungsansprüchen gewisse Regelungen erforderlich. Dabei sollte grundsätzlich gelten: Soviel Freizeit wie möglich – soviel Einschränkungen wie nötig. Als Beispiele für einen geordneten Erholungsverkehr an Talsperren seien die Regelungen an den Talsperren des Ruhrtalsperrenvereins genannt (aus IMHOFF und MANTWILL 1988):

„Auf den Talsperren sind motorgetriebene Fahrzeuge im Interesse der Wasserqualität, der Verhinderung von Lärm- und Abgasemissionen und der allgemeinen Verkehrssituation nicht erlaubt. Ausnahmen gelten nur für Betriebsboote des Talsperreneigentümers, Hilfs- und Rettungsdienste und Fahrgastschiffe.“

Nicht erwünscht sind auf den Talsperren große Segelboote, die als regelrechte Hausboote dienen können. Für solche Fahrzeuge sind diese Binnengewässer zu klein. Außerdem haben Boote, die als Wochenend- oder gar Freizeitdomizil genutzt werden, Entsorgungsprobleme, die erfahrungsgemäß meist zu Lasten des Wassers gelöst werden. In Abstimmung mit Segler-Fachverbänden und den Tal-

sperreneigentümern hat die staatliche Wasserbehörde daher eine Größenbeschränkung vorgegeben. Danach bedürfen Boote, die eine aus dem Produkt von Länge (m) mal Breite (m) ermittelte Richtzahl von 20 überschreiten, einer Sondergenehmigung, die für neue Fahrzeuge nicht mehr erteilt wird.

Eine Steuerung der Belegungsdichte auf den Talsperren ist schon seit geraumer Zeit erforderlich, da die Nachfrage traditionell sehr hoch ist. Die wirksamste Einflußnahme geschieht über eine Beschränkung der Zahl der Wasserliegeplätze und der Zahl der ausgegebenen Jahresscheine. Als Leitwert ist eine Relation von einem Segelboot mit Jahreslizenz pro Hektar nutzbarer Seefläche bei Vollstau gewählt worden. Für Jugendboote, die überwiegend der Optimistenklasse angehören, wird eine zehnpromtente Überschreitung zugestanden. Bei der Abschätzung der sich ergebenden Wasserflächenbelastung mußte auch berücksichtigt werden, daß die Talsperren durch die Erfüllung ihrer Zuschußverpflichtungen Wasserspiegelabsenkungen und damit auch Wasserflächenreduzierungen erleiden. Da die Zuschußwasserabgaben naturgemäß in die zuflußarmen Zeiten des Sommerhalbjahres fallen, treffen die ungünstigen Faktoren meist aufeinander; bei längeren Schönwetterperioden im Sommer stößt die erhöhte Nachfrage nach Zuschußwasser und damit die Absenkung der Talsperre auf die erhöhte Nachfrage nach Wassersportbetätigungen.

Nach den Erfahrungen des Ruhrtalsperrenvereins läßt sich bei Einhaltung der in Tabelle 2 genannten Relation eine kritische Überlastung der Wasserfläche mit ihren negativen Auswirkungen für die Sicherheit des Bootsverkehrs und für die Freude am Wassersport weitgehend verhindern (IMHOFF u. MANTWILL 1988).

Tab. 2: Segelboote und Windsurfer auf den RTV-Talsperren

Bootsverkehr 1987		Talsperren					Gesamt
		Henne	Möhne	Sorpe	Bigge	Lister	
Seefläche	(ha)	210	1 037	330	868	168	2 613
zugelassene Segelfläche	(ha)	199	822	330	670	106	2 127
Segelboote (Jahresscheine)	(n)	148	891	427	744	107	4 715
Windsurfer	(n)	105	2 439	1 030	705	436	4 715
Belegungsdichte	(n/ha)						
Segelboote		0,74	1,08	1,29	1,11	1,01	1,09
Windsurfer		0,53	2,97	3,12	1,05	4,11	2,22
Gesamt	(n/ha)	1,27	4,05	4,41	2,16	5,12	3,31

### 5.3 Baden und Tauchen

Das Baden ist an den Talsperren auf ausgewiesene Badeanstalten und Badestellen beschränkt. Damit soll den Badenden mit den dort gebotenen Einrichtungen die erforderliche Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig soll eine Verteilung des Badeverkehrs entlang der gesamten Talsperre mit den damit verbundenen Belastungen der Uferbereiche verhindert werden.

### 5.4 Freizeitfischerei

Die Betreuung der Fischerei obliegt z. B. an den Talsperren des Ruhrtalsperrenvereins der eigenen Forstverwaltung. Sie gibt auch die Fischereierlaubnisscheine für einzelne Tage, Wochen oder ein Jahr aus. Begrenzt ist die Zahl der Jahresscheine (Tabelle 3), die sich an dem Fischbestand in der jeweiligen Talsperre orientiert. Dabei wird gemäß gesetzlichem Anhaltswert davon ausgegangen, daß ein Jahresschein einer geangelten Fischmenge von 5 kg gleichzusetzen ist.

Gewässers maßgebend sein müssen und daß der Besatz mit schon fast fangreifen Fischen ökologisch und ökonomisch nicht sinnvoll ist.

Einen Berufsfischer gibt es nur an der Möhnetalsperre. Allerdings stellen Freizeit- und Berufsfischerei entgegen der Meinung mancher Angler keine Konkurrenz dar, sondern ergänzen sich sinnvoll. Der Berufsfischer sorgt im eigenen Interesse für einen angemessenen und ausgewogenen Fischbestand, der auch den Freizeitanglern zugute kommt. An den Beispielen Möhnetalsperre und Edertalsperre (Hessen) zeigt sich, daß von Berufsfischern bewirtschaftete Talsperren gleichzeitig sehr gute Angelgewässer sind. Abbildung 11 stellt die nach den Angaben der Angler und des Berufsfischers ermittelten Erträge in den Talsperren dar. Der Vergleich der Talsperren untereinander macht deutlich, daß die kleinen, relativ nährstoffarmen Talsperren, wie Fürwigge- und Versetalsperre, nur einen Bruchteil der Erträge der großen, nahrungsreichen Talsperren, wie Bigge-, Sorpe- und Möhnetalsperre, bringen. Im Grundsatz ist die Produktivität der Talsperren niedri-

**Tab. 3:** Angelscheine für RTV-Talsperren 1987 (nach IMHOFF und MANTWILL 1988)

Talsperre	Volumen 106 m <sup>3</sup>	Fläche km <sup>2</sup>	Uferlänge km	Jahres- scheine	Angler pro km <sup>2</sup>	Angler pro km
Fürwigge	1,76	0,18	3,9	6	33	2
Verse	32,8	1,71	16,7	147	86	29
Henne	38,4	2,10	17,8	455	217	26
Sorpe	70,6	3,34	19,5	659	197	34
Möhne	134,5	10,40	39,0*)	1 482	143	38
Bigge H.-B.	150,1	7,14	49,9	1 275	179	33
Bigge V.-B.	5,3	0,88	11,1	417	474	38
Lister	21,6	1,62	12,2	380	235	31
Total	455,0	27,37	170,1	4 821	176	28

\*) Auf 24 km Uferlänge Angelverbot

Ermittlung des Fischbestandes und auch die Festlegung von Besatz- und Befischungsmaßnahmen erfolgt in Zusammenarbeit mit der staatlichen Landesanstalt für Fischerei. Diese stützt sich bei ihrer Beurteilung auch auf die von den Anglern abzugebenden Fangmeldungen, die aber leider nicht immer konsequent erfolgen. Die Besatzmaßnahmen sind häufig der heftigen Kritik der Angler hinsichtlich Art, Größe und Anzahl der Fische ausgesetzt. Einige berücksichtigen nicht ausreichend, daß in erster Linie die biologischen Bedingungen des betroffenen

ger als bei natürlichen Seen und Teichen. Dies läßt sich u. a. auf den schwankenden Wasserstand in den Hauptbecken und dem dadurch fehlenden Makrophytengürtel im Ufersaum zurückführen. Die wegen des gleichmäßigen Wasserstandes in den Vorbecken für die Fortpflanzung der Fische günstigeren Lebensbedingungen werden an einigen Talsperren zusätzlich durch die Ausweisung von Laichschonbezirken gefördert.

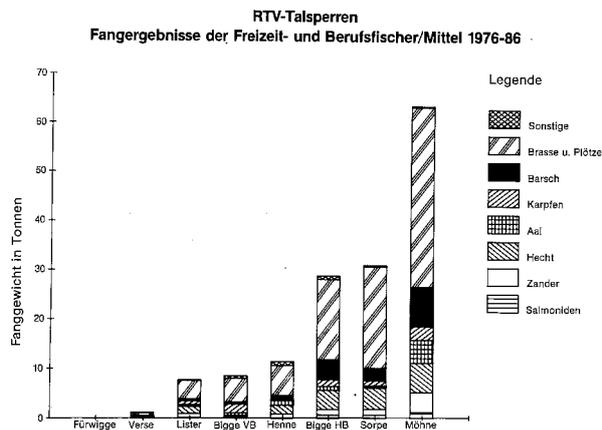


Abb. 10: Verteilung der Fischarten auf das Gesamtfanggewicht

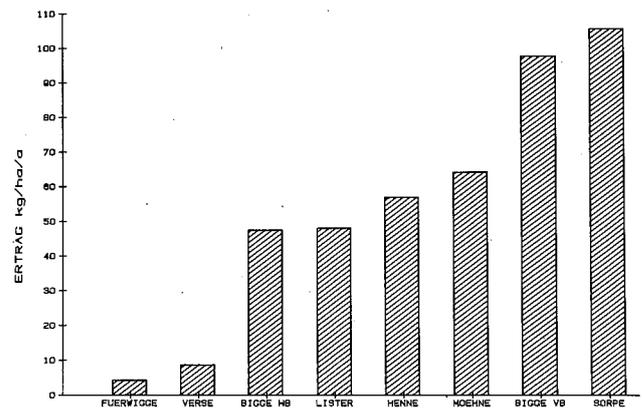


Abb. 11: Bruttofischereierträge der Talsperren, Mittel 1976 bis 1986 (HB = Hauptbecken, VB = Vorbecken)

### 5.5 Camping

Camping an den Talsperren und Stauseen ist als Freizeitwohnen am Wasser eine sehr beliebte Erholungsnutzung. Angaben zu Anzahl und Größe der Campingplätze an den Talsperren zeigt Tabelle 4. Dabei sind die Plätze am Ufer und in unmittelbarer Nähe der jeweiligen Talsperre erfaßt. Die detaillierten Aufzeichnungen der Biggeseesee GmbH zeigen, daß sich das Verhältnis von Zelten zu Wohnwagen, das 1976 noch 2 : 1 betragen hatte, bis heute auf etwa 0,8 : 1 eingestellt hat. Um den Erholungssuchenden jederzeit eine Campingmöglichkeit bieten zu können, werden die Dauercampingplätze trotz der großen Nachfrage beschränkt. Auf den von ihr betreuten rd. 1200 Stellplätzen, die zu einem Drittel an Dauercamper vergeben werden, gab es 1987 rd. 33.000 Gäste und 207.000 Übernachtungen.

Tab. 4: Campingplätze an den RTV-Talsperren

1987	Henne	Möhne	Sorpe	Bigge/Lister	Summe
Anzahl der Anlagen	1	8	7	11	27
Stellplätze insgesamt	616	1 158	1 254	2 668	5 696

Allgemeingültige Kapazitätsgrenzen der Talsperren für die Anzahl der Campingplätze und Stellplätze lassen sich kaum formulieren. Hier spielen die örtlichen Gegebenheiten, z. B. hinsichtlich der Verkehrsbedingungen, der verfügbaren Flächen, der Nachfrage und der tolerierbaren Belastung des Naturraumes, eine Rolle.

### 5.6 Konflikte

Während bei den Stauseen die Schaffung von Erholungsmöglichkeiten eine zusätzliche oder gar bestimmende Motivation für die Errichtung der Gewässer war, standen und stehen bei den Talsperren die wasserwirtschaftlichen Aufgaben eindeutig im Vordergrund. Dort wiegen deshalb die betrieblichen Kollisionspunkte mit den Erholungsnutzungen etwas schwerer. Das Betreiben der Gewässer wird durch die Erholungsnutzungen mit zusätzlichen Aufgaben befrachtet. Das hohe Interesse an Ufernutzungen schafft viele liegenschaftsmäßige Problemstellungen; die verwaltungstechnische und ordnungsdienstliche Betreuung des Wassersportes und der Fischerei erfordert auch außerhalb normaler Dienstzeiten Personaleinsatz, der Kosten verursacht. Die eigentliche, wasserwirt-

schaftliche Aufgabenerfüllung wird negativ berührt, wenn von Interessengruppen versucht wird, auf den aufgabenkonformen Betrieb des Gewässers Einfluß zu nehmen, z. B. eine notwendige Wasserspiegelveränderung zu verhindern oder Zuschußwasser für eine Wassersportveranstaltung im unterhalb gelegenen Flußsystem zu erhalten.

Der Besucherverkehr an den Sperranlagen und Ufern, „wildes“ Baden und Zelten, Angler und Spaziergänger hinterlassen Schäden im Forst, an Uferbefestigungen und baulichen Anlagen, das Aufkommen an herumliegendem Abfall ist manchmal beträchtlich. Während die Schadensbeseitigungen in der Praxis voll zu Lasten des Gewässereigentümers gehen, werden die Aufgaben der Abfallsammlung im Hinblick auf die vorne erläuterte Zuständigkeit meist in Kooperation mit den Anliegergemeinden gelöst.

Das Abfallproblem ist nur eines der Teilprobleme des vielschichtigen potentiellen Zielkonfliktes mit dem Bereich Natur- und Landschaftsschutz. Sowohl die ruhige, extensive Erholung durch Wandern und Spazierengehen als auch die an den Einrichtungen und dem Wassersport orientierten intensiven Erholungsnutzungen haben Auswirkungen auf die aquatische und terrestrische Flora und Fauna und das Landschaftsbild. Bei der Neuanlage von Stauegewässern ist es eine wesentliche Aufgabe der übergeordneten Planung, mögliche Zielkonflikte zu erkennen und entsprechende Vorgaben für eine akzeptable Harmonisierung zu entwickeln. Bei Altanlagen kann man Schutzgebiete ausweisen, um vorhandene Beeinträchtigungen zu verringern. Die auf Erholungsanlagen selbst gerichteten Verbesserungsbemühungen, z. B. für die Eingliederung in das Landschaftsbild oder zur Freihaltung von Uferzonen, kollidieren häufig mit den wirtschaftlichen Möglichkeiten und den Rechtspositionen dieser Anlagen.

Weil inzwischen extensiv genutzte, unverbaute Täler in vielen Gebirgen rar geworden sind, ist in jüngster Zeit der Bau von weiteren Talsperren unter starke Kritik geraten. Dabei stehen weniger die sozio-ökonomischen Probleme der betroffenen Bevölkerung als Bedenken aus der Sicht des Naturschutzes und der Landespflanze im Vordergrund. Sorgfältige Bedarfsanalysen und Umweltverträglichkeitsprüfungen müssen eventuellen Neubauten vorausgehen.

Der Bau einer Talsperre ist ein Eingriff in die Landschaft. Somit sind entsprechend den Landschaftsgesetzen die ökologischen Folgen des Talsperrenbaus so weit wie möglich zu minimieren. Darüber hinaus sind Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen durchzuführen. Ein wirklicher Ausgleich oder Ersatz im ökologischen Sinne für das durch Einstau verlorengegangene Tal und sein frei fließendes Gewässer kann jedoch auch durch optimale Gestaltung der Talsperre nicht erfolgen. Die für Talsperren geeigneten Täler beherbergen oft aus vielerlei Gründen stark bedrängte „Restflächen“, die einen unverzichtbaren

Teil der Landschaft bilden. Vielfach, z. B. an Talsperren mit Aktiverholung, sind Maßnahmen des Biotop- und Artenschutzes in nur bescheidenem, untergeordnetem Rahmen möglich.

Möglichkeiten der Konfliktminderung ergeben sich, wenn die Erholungsaktivitäten nicht ungehindert „ins Kraut schießen“, sondern behutsam kontrolliert, in gewisse Bahnen gelenkt werden.

Dies setzt Planung, Bau und Betrieb von Infrastrukturen voraus und ist mit erheblichen Kosten verbunden. Die Wasserwirtschaft hat sich auf diese Situation einzustellen und die Erholungsnutzungen sinnvoll zu integrieren.

Hinweise, wie das Management von Erholungsaktivitäten an Talsperren gelingen könnte, finden sich zusammengefaßt bei NUSCH 1988:

Leitlinien für das Management von Erholungsaktivitäten an Mehrzwecktalsperren

- Aufrechterhalten der wasserwirtschaftlichen Primärfunktion ohne Behinderung durch Sekundärnutzungen.
- Festlegung von Prioritäten im Falle konkurrierender Nutzungsansprüche durch Richtlinien oder ordnungsrechtliche Regelungen zur Verhinderung übermäßiger Beanspruchung (z. B. Begrenzung der Anzahl von Bootsliegeplätzen; Kontingentierung von Angelerlaubnisscheinen).
- Kompensation für nicht erlaubte oder behinderte Nutzungen (z. B. Baden in Freibädern am Land statt in den Talsperren).
- Berücksichtigung ökologischer Belange (z. B. Vogelschutzgebiete, Laichschonbezirke, Schonzeiten für Angelfischerei).
- Berücksichtigung gegenwärtiger und zukünftiger Risiken (z. B. resultierend aus Wasserhygiene, toxischer Sedimentbelastung, Verfügbarkeit von Sedimentdeponieflächen).
- Bereitstellung angemessener Infrastruktur (z. B. Parkplätze, Sanitäreinrichtungen, kontrollierte Abwasserreinigung oder Abwasserableitung).
- Trennung konfliktträchtiger Aktivitäten bei konkurrierender Nutzung (z. B. von Fußwegen und Radwegen, Badeplätzen, Surfflächen und Segelrevieren).
- Zuweisung der Verantwortlichkeit für Planung, Koordination, Management und Betrieb (z. B. durch Gründung von nicht profitorientierten Freizeitgesellschaften).

# 6. Zur Limnologie von Talsperren

## 6.1 Beckenmorphologie und Schichtung

Talsperren entstehen durch Aufstau von Fließgewässern. Entsprechend ihrer Gestalt kann man mehrere Typen unterscheiden: Rinnensee, Flachsee und Flußstau.

Ein **Rinnensee** entsteht durch Absperrn eines Tales im Bergland oder Gebirge. Je nach der Talform wird unterschieden zwischen Kerbtaltyp (V-Form) und Trogtaltyp (U-Form). Der langgestreckte Wasserkörper ist häufig stark verästelt oder gewunden. Seine Wassertiefe nimmt von der Stauwurzel bis zum Absperrbauwerk stetig zu. Größere Talsperren in der Bundesrepublik sind bis zu 70 Meter tief. Bei diesem Talsperrentyp schwankt der Wasserspiegel im allgemeinen sehr stark, was zur Folge hat, daß durch Trockenfallen der Ufer Wasser- und Sumpfpflanzenwuchs nicht möglich ist. Darin unterscheiden sich Rinneseen von den meisten übrigen Seen. Vor allem im Stauwurzelbereich können ausgedehnte Flachwasserzonen vorkommen. Talsperren mit einem hohen Anteil an Flachwasserbereichen oder mit allgemein geringer Wassertiefe reagieren besonders empfindlich auf externe Belastung. Häufig besteht ein ausgeprägter Längsgradient der Wasserbeschaffenheit. Das Maximum der planktischen Biomasse entwickelt sich in der Regel nicht in der Nähe des Absperrbauwerkes, sondern in den flacheren Talsperrenbereichen.

**Flachsee-Talsperren** werden meist im Flachland durch Aufstau eines Flusses angelegt und haben häufig eine Wassertiefe bis ca. 10 Meter, die im gesamten Staubereich etwa gleich ist. Hierzu gehören auch solche Talsperren, die durch Ausbaggern des sandigen oder kiesigen Untergrundes zur Schaffung von Stauraum entstanden sind.

**Flußstau** dienen meist der Abflußregulierung oder der Energiegewinnung. Ihre Stauhöhe wird durch Wehranlagen reguliert. Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt bei ihnen bis zum Absperrbauwerk zwar deutlich ab, ist aber im Gegensatz zu den anderen Talsperren selbst in Stauwerksnähe noch beträchtlich. Die Stauräume der Flußstau erscheinen äußerlich als stehende Gewässer, haben aber aus limnologischer Sicht wegen der geringen Aufenthaltszeit keinen Seecharakter und werden daher hier nicht weiter behandelt.

Vor den Hauptbecken der Talsperren werden häufig kleinere **Vorsperren** (Vorbecken) angelegt. Sie dienen der Sedimentation von Feststoffen und schützen die Talsperre vor schneller Verschlammung. Sie werden so angelegt, daß sie in gewissen zeit-

lichen Abständen geräumt werden können. Außerdem sollen sie verhindern, daß bei den normalerweise auftretenden erheblichen Wasserspiegelschwankungen der Hauptsperre große Teile der Mündungsbereiche der Zuflüsse trockenfallen. Der Wasserspiegel der Vorsperren wird ganzjährig konstant hoch gehalten. Auf diese Weise wird unerwünschte Pflanzenbesiedlung im Stauwurzelbereich des Hauptbeckens der Talsperre verhindert. Zur Erfüllung dieses Zweckes kann es durchaus sinnvoll sein, mehrere Vorsperren hintereinander zu errichten.

Das Schichtungs- und Durchmischungsverhalten von Talsperren hängt von zahlreichen Faktoren ab, z. B. Beckenform und -tiefe, Hauptwindrichtung, Windhäufigkeit und -stärke sowie Sonnenscheindauer. Es beeinflußt entscheidend den Stoff- und Energiehaushalt der Talsperre.

Tiefe Talsperren zeigen genau wie Seen im Laufe des Jahres eine charakteristische Abfolge von Schichtung und Durchmischung, vgl. Abb. 12.

Nach dem Eisaufruch im zeitigen Frühjahr ist das Wasser einer Talsperre von der Oberfläche bis zum Grund etwa auf 4 °C gleichmäßig temperiert. Es bedarf nur einer geringen Windenergie um den gesamten Wasserkörper vollständig zu durchmischen (Holomixis). In diesem Stadium der Vollzirkulation werden die Wasserinhaltsstoffe gleichmäßig in der Talsperre verteilt.

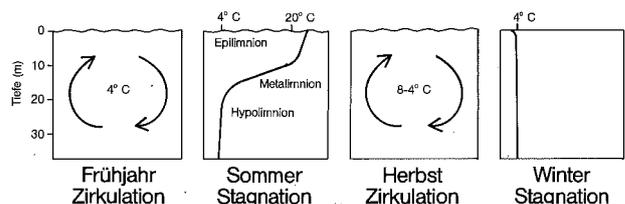


Abb. 12: Schema des temperaturbedingten Wechsels von Zirkulation und Stagnation in einer tiefen Talsperre

Bereits während des späten Frühjahrs wird das Wasser von oben her durch die Sonneneinstrahlung erwärmt. Das oberflächennahe, wärmere Wasser ist spezifisch leichter als das kühle Tiefenwasser, daher vermag der Wind nicht mehr den gesamten Wasserkörper zu durchmischen. Es stellt sich während des Sommers eine Temperaturschichtung in der Talsperre ein. Dabei entstehen drei horizontale Wasserschichten unterschiedlicher Temperatur und Dichte. Die obere Wasserschicht (Epilimnion) ist warm und wird auch nach sonnigen windstillen

Tagen immer wieder durchmischt. Je nach Typ und Lage der Talsperre ist das Epilimnion 8 bis 12 m mächtig. In der Tiefe der Talsperre befindet sich ganzjährig ein kühler (in unseren Breiten zwischen 4 und 8 °C) Wasserkörper (Hypolimnion). Zwischen diesen beiden Wasserkörpern bildet sich eine Sprungschicht (Metalimnion) aus, die meist einen 2 bis 6 m mächtigen Wasserkörper darstellt. Sie weist einen starken vertikalen Temperaturgradienten auf, so daß die Temperatur von Meter zu Meter um mehr als 1 °C abnimmt. Das Stadium der sommerlichen Temperaturschichtung wird als Sommerstagnation bezeichnet.

Während der Sommerstagnation wird aus tiefen Talsperren vorzugsweise Wasser dem Hypolimnion für die Trinkwassergewinnung entnommen. Dies beeinflusst u.U. die Schichtung und wirkt sich daher auf die Temperatur und den Stoffhaushalt des Talsperrenwassers aus, denn im Extremfall wird im Laufe des Sommers das gesamte hypolimnische Wasser entzogen.

Im Herbst kühlt das Wasser von der Oberfläche her ab; dadurch verringert sich der Dichteunterschied zum Hypolimnion. Die Durchmischungstiefe nimmt zu. In kleineren Talsperren kommt es bereits im frühen Herbst zur Vollzirkulation. Die Inhaltsstoffe verteilen sich dann wieder gleichmäßig im gesamten Wasserkörper.

Wenn es zur Eisbedeckung der Talsperre kommt, schließt sich an die herbstliche Vollzirkulation die Phase der Winterstagnation an. Die Talsperre ist dann invers geschichtet, d.h. Tiefenwasser von 4 °C wird von einer dünnen Schicht kälteren Wassers überlagert. Bei großen, tiefen Talsperren ist eine Eisbedeckung nur nach einer lang anhaltenden Frostperiode zu beobachten.

Solche Talsperren, die meist nicht zufrieren und daher nur eine vom Winter bis ins Frühjahr andauernde Zirkulationsphase aufweisen, gehören zum monomiktischen, solche mit Eisbedeckung und zwei Zirkulationsphasen (Herbst und Frühjahr) dem dimiktischen Seentyp an.

Flachsee-Talsperren sind wegen ihrer geringen Tiefe im Sommer nur kurzfristig oder gar nicht stabil geschichtet. Sie zirkulieren daher häufig und werden als polymiktisch bezeichnet.

GRIM (1959 a, b) hat bei seinen limnologischen Untersuchungen an Talsperren in Nordrhein-Westfalen die Gesetzmäßigkeit der **Einschichtung** der Zuflüsse in das Talsperrenwasser erforscht. Danach schichten sich die Zuflüsse in der Wassertiefe ein, in

der sich Wasser gleicher Dichte befindet. Dies ist während der Stagnationsphase die Temperatursprungschicht. Geschichtete Talsperren werden vom zufließenden Wasser entweder unterlaufen oder überströmt. Bei Hochwassereinbrüchen während der Stagnationsphasen gelangt das einfließende Wasser innerhalb weniger Stunden in der Sprungschicht bis an das Absperrbauwerk. In einer ungeschichteten Talsperre kann das zufließende Bachwasser im alten Bachbett ebenfalls innerhalb kürzester Zeit den Wasserkörper bis zum Absperrbauwerk unterfließen. Diese von GRIM als Kurzschlußströmung bezeichneten hydraulischen Gegebenheiten haben bei Trinkwassertalsperren eine große Bedeutung, da von ihnen eine plötzliche Verschlechterung der Rohwasserqualität ausgehen kann, wenn das Rohwasser zur Trinkwassergewinnung im unmittelbaren Bereich der Einschichtungstiefe dieser Hochwässer entnommen wird. Dieser Gefahr wird dadurch begegnet, daß in verschiedenen Wassertiefen Entnahmeverrichtungen angeordnet werden. Sie ermöglichen, die Rohwasserentnahme jeweils in die Tiefe zu verlegen, in der die beste Rohwasserqualität vorliegt.

## 6.2 Stoffhaushalt

Der Stoffhaushalt von Talsperren wird durch die Einträge aus dem Umland über die Zuflüsse geprägt. Diese Einträge sind ein Abbild der geologischen Struktur der Umgebung sowie der Besiedlungsdichte und Bodennutzung im Einzugsgebiet. Die, verglichen mit Flußstauen, größere Tiefe der meisten Talsperren bewirkt, daß sich im Sommer zumindest im Bereich hinreichender Tiefe eine dauerhafte thermische Schichtung ausbilden kann. Es sind im wesentlichen diese beiden Umstände, die den Stoffhaushalt von Talsperren prägen.

Da Talsperren überstaute Fluß- oder Bachtäler sind, besitzen sie in gebirgiger Landschaft eine langgestreckte, trichterförmige, oft gewundene Gestalt (Rinntyp), während sie im Flachland oder in großen Urstromtälern eine rundliche bis birnenförmige Oberfläche aufweisen und selbst vor dem Absperrbauwerk vergleichsweise flach sind. In den Rinntypen stellt sich, wenn sie hauptsächlich durch den größten Zufluß belastet werden, ein ausgeprägter Längsgradient ein. Dies gilt sowohl für die stoffliche Seite (Nährstoffe, Zehrstoffe, Störstoffe, Giftstoffe), als auch für die biotischen Aktivitäten, d.h. es ist eine deutliche Qualitätsverbesserung von der Stauwurzel hin zum Absperrbauwerk zu beobachten. Dieser Längsgradient in einer Talsperre ist – abhängig von möglichen weiteren Zuflüssen – mehr

oder weniger kontinuierlich (z. B. Wahnbachtalsperre, Abb. 13). Der Gradient bildet sich jedoch diskontinuierlich aus, wenn die Talsperre in mehrere voneinander getrennte Becken aufgliedert ist (Abb. 14).

Weniger deutlich tritt ein Längsgradient in den Flachland-Talsperren auf. Durch windinduzierte Strömungen werden derartige Gradienten beseitigt. Diese Strömungen führen ebenfalls dazu, daß thermische Schichtungen allenfalls kurzfristig auftreten.

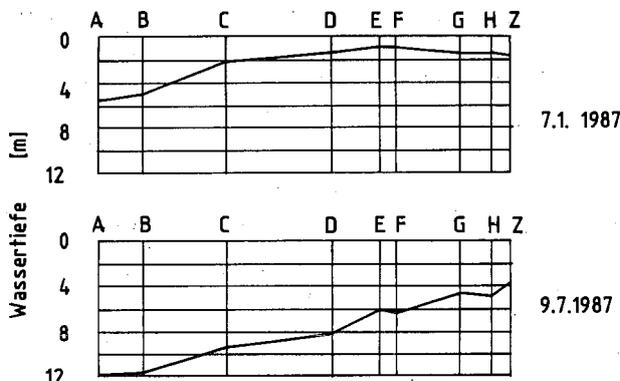


Abb. 13: Längsprofile der Sichttiefen (Secchi-Scheibe) in der Wahnbachtalsperre zu verschiedenen Jahreszeiten (Fließrichtung von rechts nach links)

Durch die dauerhafte thermische Schichtung wird der vertikale Wasseraustausch und damit auch der aufwärtsgerichtete Stofftransport stark behindert. Je größer die mittlere Tiefe ist, desto geringer wird die Bedeutung des Sediments für den Stoffhaushalt des Gewässers. Sie ist aber auch bei tieferen Talsperren nicht zu unterschätzen, wenn im Sediment vorausgegangene Belastungen akkumuliert sind. Sackartige Vertiefungen des Seebodens führen zur Ansammlung organischer, abbaubarer Substanzen und lösen beispielsweise umfangreiche Sauerstoff-Zehrungsprozesse aus, die im Verhältnis zur Trophielage und Nährstoffbelastung der ganzen Talsperre erheblich sein können (BERNHARDT 1987). Zur Verdeutlichung: Ein Fluß erneuert sich in jedem Moment fast vollständig, ein Flußstau reagiert auch noch relativ schnell (Stunden bis Tage), während sich die Wasserqualität in größeren Talsperren des Rinnentyps in der Größenordnung von Wochen bis Monaten ändert (NUSCH 1984).

Nach der Art, wie sie am Stoffwechsel teilnehmen oder ihn beeinflussen, lassen sich die in der Talsperre vorhandenen oder eingetragenen Substanzen grob einteilen in: Nährstoffe, Zehrstoffe, Störstoffe und Giftstoffe.

### Biggetalsperre 1981

Phosphorkonzentration in den Zuflüssen und an verschiedenen Stellen im Stauraum sowie Chlorophyllgehalt (gewogene Mittel aus Jahresfrachten)

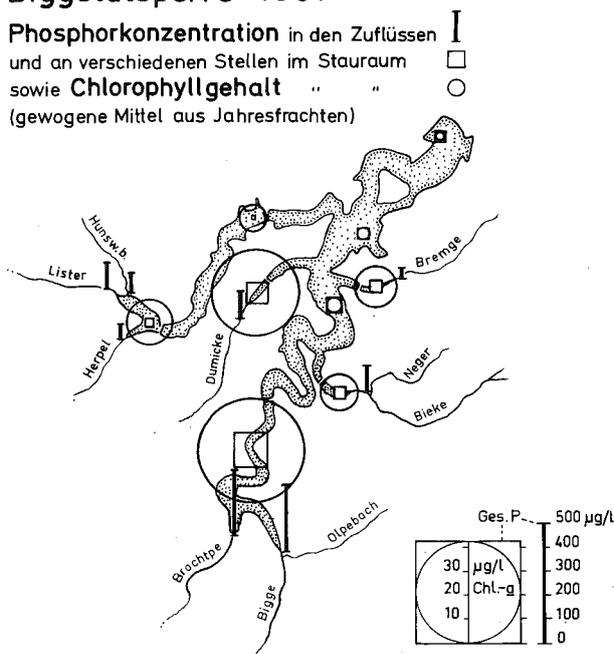


Abb. 14: Phosphorkonzentration und Chlorophyllgehalt in der Biggetalsperre (aus NUSCH 1984)

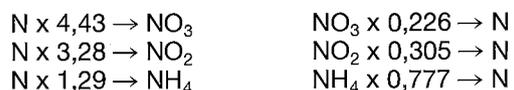
**Nährstoffe:** Wie der Dünger auf dem Acker können Pflanzennährstoffe wie Phosphor und Stickstoff auch im Wasser eine fördernde Wirkung auf das Pflanzenwachstum ausüben. Da durch die Beckenform und die zumeist starken Wasserstandsschwankungen höhere Pflanzen an den Ufern fehlen, nützen in Talsperren im Wasser schwebende mikroskopisch kleine Pflanzen (das Phytoplankton) die Nährstoffe aus. In den meisten Binnengewässern der gemäßigten Zone ist Phosphor der Faktor, der die Produktion begrenzt. Erst bei höheren Phosphorkonzentrationen wirkt sich Stickstoff produktionssteigernd aus.

Die in den Einzelbeschreibungen der Talsperren verwendeten Bezeichnungen der chemischen Verbindungen lassen sich durch Multiplikation mit einem stöchiometrischen Faktor leicht umrechnen:

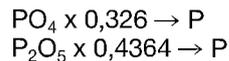
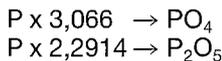
Kieselsäure



Stickstoff



Phosphor



In den Beschreibungen der Talsperren werden die Begriffe Orthophosphat und lösliches, reaktives Phosphat synonym gebraucht.

**Zehrstoffe** sind organische und anorganische Substanzen, die bei ihrem Abbau den im Wasser vorhandenen Sauerstoff vermindern. Als Maß für die mikrobielle Abbauintensität gilt der biochemische Sauerstoffbedarf (BSB). Der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) ist dagegen ein Maß für die potentiell oxidierbare organische Substanz, unabhängig davon, ob sie im Gewässer auch biologisch abgebaut werden kann.

**Störstoffe:** Als sogenannte Störstoffe treten in Talsperren mineralische, organische und organische Trüb- und Farbstoffe auf: Lehmtrübe, humushaltige Substanzen oder Algenmassen. Beispielsweise sind in Talsperrenvorbecken oder Hochwasserrückhaltebecken mit überwiegend ackerbaulich genutzten Einzugsgebieten Sichttiefen von wenigen Zentimetern durch Lehmtrübe keine Seltenheit. Die genannten Störstoffe bewirken im Gewässer häufig, einzeln oder gemeinsam, daß das Licht zum begrenzenden Faktor für die Photosynthese wird, lange bevor der Nährstoffvorrat die Produktion begrenzt. Hohe Trübstoffkonzentrationen erschweren die Wasseraufbereitung durch vorzeitiges Verstopfen der Filter. Abbau- oder Stoffwechselprodukte der Algen verursachen unangenehmen Geruch und Geschmack des Wassers und beeinträchtigen den Prozeß der Wasseraufbereitung.

**Giftstoffe (Biozide):** Sie umfassen alle Stoffe, die auf Gewässerbiozösen bereits in sehr geringen Konzentrationen toxisch wirken wie Schwermetalle, Pestizide oder andere, organische, nicht biotische Stoffe, beispielsweise polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, von denen einige krebserregend sind. Die aufgetretenen Konzentrationen dieser Stoffe sind normalerweise so gering, daß sie auf den Stoffhaushalt des Gewässers keinen negativen Einfluß ausüben.

Schwermetalle kommen, abgesehen von den ubiquitär vorhandenen Eisen- und Manganverbindungen, nur als Spurenelemente im  $\mu\text{g/l}$ -Bereich vor. Zudem wirken Talsperren als Selbstreinigungsreaktoren. Schwermetalle und viele organische Stoffe werden an allochthonen und autochthonen Trübstoffen adsorbiert oder im Plankton inkorporiert

und dadurch aus dem Wasser eliminiert und im Sediment festgelegt.

### Produktion

Neben den skizzierten externen Zufuhren sind für den Stoffhaushalt von Talsperren die biotischen Umsätze im Wasserkörper von entscheidender Bedeutung.

Produzenten sind die grünen Pflanzen. In den meisten Talsperren spielt nur das Phytoplankton eine Rolle. Es nimmt aus dem Wasser gelöste anorganische Kohlenstoffverbindungen ( $\text{CO}_2$  oder  $\text{HCO}_3^-$ ) und Nährstoffe auf und baut unter Ausnutzung des Lichtes energiereiche organische Verbindungen auf. Dies ist der Prozeß der Primärproduktion. Dabei wird Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) abgegeben. In Abhängigkeit von der Produktionsintensität steigen daher  $\text{O}_2$ -Konzentration und pH-Wert mehr oder weniger stark an.

Für den Abbau der gebildeten organischen Substanzen durch Konsumenten und Destruenten wird viel Sauerstoff verbraucht. Die Konsumenten ernähren sich vornehmlich von lebendem organischen Material. Zu ihnen gehören praktisch alle tierischen Organismen im See: die im Wasser freischwebenden Tiere (Zooplankton), Fische und schließlich die Fauna des Gewässergrundes (Zoobenthon). Die Destruenten, vor allem Gewässerbakterien, leben vorwiegend von totem organischem Material. Die darin gebundenen und von den Bakterien aufgenommenen Nährstoffe werden wieder frei, wenn die Mikroorganismen von Bakterienfressern (siehe unten) aufgenommen und verdaut werden. Rund 80 bis 90% des gesamten Primärproduktes werden innerhalb dieses Nahrungsnetzes bereits im Epilimnion umgesetzt und abgebaut. Die dabei freigesetzten Nährstoffe stehen den Primärproduzenten wieder zur Verfügung. Man spricht von einem „kurzgeschlossenen Stoffkreislauf“ (OHLE 1962).

Vereinfacht gilt: Im ständig durchmischten Epilimnion überwiegen die Produktionsprozesse, im Hypolimnion laufen dagegen überwiegend oder ausschließlich Abbauprozesse ab.

Der Rest des Primärproduktes sinkt in das Hypolimnion ab. Er wird dort unter Sauerstoffverbrauch weiter abgebaut. Das führt während der Stagnationsphase zu abnehmenden Sauerstoffkonzentrationen in der Tiefe, in eutrophen Talsperren schließlich zum völligen Schwund des gelösten ( $\text{O}_2$ ) und weitgehend des chemisch gebundenen Sauerstoffs ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) im Hypolimnion. Organische Materie wird in solchen Fällen durch Gärungsprozesse um- und weniger voll-

ständig als bei Anwesenheit von Sauerstoff abgebaut.

Mit den absinkenden organischen und anorganischen Partikeln werden Nährstoffe in die Tiefe verfrachtet. Folge dieses vertikalen Stofftransports ist eine fortschreitende Verarmung des Epilimnions an gelösten Nährstoffen, sofern diese nicht durch Zuflüsse von außen ergänzt werden. Dem steht eine entsprechende Stoffanreicherung im Hypolimnion gegenüber. Damit wird den Primärproduzenten zunehmend ein Anteil der verfügbaren Nährstoffe entzogen – zumindest bis zur nächsten Vollzirkulation.

Nur ein geringer Teil des Primärprodukts gelangt in das Sediment. Die Zusammensetzung der Sedimente hängt ab von der Menge des im Gewässer produzierten organischen Materials, vom Stoffhaushalt des Wasserkörpers, insbesondere von Sauerstoffhaushalt und Abbaubedingungen im Hypolimnion und schließlich von Art und Menge des eingeschwemmten Materials. Die Sedimente sind daher ein Abbild des Zustandes eines Gewässers und seines Einzugsgebiets.

In flachen, nur kurzzeitig geschichteten Talsperren verlaufen die aufbauenden Prozesse und die abbauenden Vorgänge weitgehend nebeneinander innerhalb nur eines Wasserkörpers. Ein mehr oder weniger großer Teil des Abbaus vollzieht sich in dem Fluß, der aus einer flachen Talsperre gespeist wird. Der Wasserkörper flacher Talsperren steht zudem in ständigem Kontakt mit dem Sediment, das daher vor allem während der Vegetationsperiode einen viel größeren Einfluß auf den gesamten Stoffhaushalt ausübt als auf den einer geschichteten Talsperre. Das gilt insbesondere für extrem flache Sperren, wie Vorsperren oder Hochwasserrückhaltebecken, in denen die obersten Sedimentlagen häufig durch Wasserbewegungen aufgearbeitet und verlagert werden.

In diesen polymiktischen Gewässern bleiben die vorhandenen Nährstoffe weitgehend für die Produktion erhalten. Sie können daher während einer Vegetationsperiode häufiger umgesetzt und damit besser ausgenutzt werden als in tiefen Talsperren. Flache Gewässer reagieren deshalb empfindlicher und stärker auf Nährstoffbelastungen als tiefe.

Die Bioproduktion ist in den einzelnen Talsperren sehr unterschiedlich über das Jahr verteilt. Häufig findet jedoch – vor allem bei stärker nährstoffbelasteten Talsperren – im Frühjahr eine umfangreiche Algenentwicklung statt, wobei häufig Kieselalgen

dominieren. Im Herbst kommt es nochmals zu einer ausgeprägten Algenentwicklung. In mesotrophen und eutrophen Talsperren treten neben Kiesel- verstärkt Grünalgen und vor allem Cyanobakterien (Blaualgen) auf.

### **Vorsperren**

Vorsperren dienen ursprünglich vor allem zur Freihaltung des Stauraumes von Geschiebe (Kies, Sand, Schlamm). Sie können unter bestimmten morphologischen Bedingungen auch eine biologische Phosphatelimination bewirken. Diese Tatsache ist von BENNDORF et al. (1975) benutzt worden, Vorsperren als „Bioreaktoren“ so zu planen, daß eine möglichst effektive Phosphatfestlegung erreicht werden kann. Hierzu werden Vorsperren so gebaut, daß die Wasseraufenthaltszeit in der 3 m tiefen Bioreaktionszone 5 bis 10 Tage beträgt. In der sich entwickelnden Algenpopulation sollen Kieselalgen vorherrschen. Zu- und Ablauf werden so gestaltet, daß Kurzschlußströmungen möglichst vermieden werden. Für die gezielte Bioproduktion optimal ausgebildete Vorsperren erreichen während der Sommermonate eine bis zu 90%ige Entnahme gelöster, algenverfügbarer Phosphorverbindungen. Während der Winterzeit ist die biogene P-Eliminierung gering. In dieser Zeit wird die Entnahme von Phosphorverbindungen nur durch die ebenfalls ablaufende Sedimentation P-haltiger Trübstoffe erreicht. Sie beträgt dann immer noch 20 bis 30%. Hieraus ergibt sich ganzjährig eine Entnahme von ca. 50% der gesamten Phosphorbelastung einer Talsperre.

In den letzten Jahren haben die Vorsperren auch als aquatische Biotope für den Naturschutz an Bedeutung gewonnen. Durch zweckmäßige Ausgestaltung der Vorsperrenbecken, vor allen Dingen der Flachwasserbereiche, werden Lebensräume für die verschiedensten Tiere und Pflanzen geschaffen.

### **Nahrungsnetze im Freiwasser**

Basis allen Lebens sind die primärproduzierenden Organismen, die im Freiwasser von Talsperren fast ausschließlich durch das Phytoplankton gestellt werden. In oligotrophen Gewässern (Abb. 15) dominieren kleine, früher oft nicht beachtete Formen, insbesondere die nur bis 2 µm großen Pico-Phytoplankter. Kleinheit bedeutet keineswegs Kümmerform, sondern vielmehr Anpassung an nährstoffarme Verhältnisse, da bei kleinen Formen ein günstiges Verhältnis von Zelloberfläche zu Zellvolumen gegeben ist, da die Stoffaufnahme eine Funktion der

Oberfläche ist. Diese Kleinst-Phytoplankter tragen in oligotrophen Gewässern bis zu 70% zur Primärproduktion bei (WEISSE 1988, STOCKNER 1988). Kieselalgen und kleine bewegliche Algen führen den Rest der Produktion durch.

Von den Kleinst-Algen und von den Bakterien leben bevorzugt Geißeltierchen, die sogenannten heterotrophen Nanoflagellaten, zu denen auch viele farblose sowie mixotrophe Algen gerechnet werden. Es schließen sich filtrierende Zooplankter an, deren bekannteste Vertreter die Wasserflöhe sind. Die Partikelgröße, die Wasserflöhe aus dem Wasser filtrieren können, wird durch die Maschenweite ihres Filtrierapparats an den Beinen nach unten hin und durch die Mundöffnung nach oben hin begrenzt. Sie können von Bakterien bis zu kleineren Algen des Mikroplanktons ( $> 20 \mu\text{m}$ ) alles aufnehmen. Nach neueren Erkenntnissen (GÜDE 1988) verläuft die Aufnahme von Bakterien allerdings bevorzugt über den Umweg der bakterienfressenden Geißeltierchen ab. Bei allen Fraßvorgängen werden organische Stoffe freigesetzt, von denen die Bakterien leben. Ebenfalls durch Fraß sowie durch Ausscheidungen und Absterben der Organismen werden Nährstoffe freigesetzt, um die Algen und Bakterien konkurrieren. Es hat sich herausgestellt, daß nicht die Bakterien, sondern die anschließenden heterotrophen Stufen des Nahrungsnetzes die wesentliche Remineralisationsleistung im Freiwasser vollbringen.

Planktische Rädertiere ernähren sich ebenfalls überwiegend filtrierend und leben von kleineren Algen und – seltener – von Bakterien. Ihre Filtrierleistung ist geringer als die der Wasserflöhe, so daß ihr Aufkommen bei Anwesenheit von Wasserflöhen stark gehemmt wird.

Den Wasserflöhen ihrerseits stellen räuberische Planktonkrebse wie beispielsweise einige Hüpferlinge und vor allem Fische nach.

In oligotrophen stehenden Gewässern herrschen Edelfische vor, zum Beispiel die zooplanktonfressenden Coregoniden (Renken, Felchen, Maränen). Wasserflöhe werden deshalb bevorzugt, weil sie aufgrund ihrer Größe gut erkennbar sind und nur langsam fliehen.

In nährstoffreichen Gewässern (Abb. 16) bestehen auf den meisten Ebenen des Nahrungsnetzes andere Verhältnisse. Im Phytoplankton kommen große Formen, darunter auch koloniebildende oder fädige Cyanobakterien (Blualgen), auf. Diese photosynthetisch aktiven Bakterien stellen keine besonders geeignete Nahrung für die pflanzenfressenden

Tiere dar, denn zum einen bereitet ihre Größe bei der Aufnahme Schwierigkeiten und zum anderen können toxische Inhaltsstoffe zu erhöhter Sterblichkeit und zu verminderter Fruchtbarkeit bei den Tieren führen.

Der Fraßdruck auf die Wasserflöhe ist durch die Anwesenheit weiterer Zooplanktonfresser erhöht: Viele Weißfisch-Arten (Cypriniden) ernähren sich dann von diesen Tieren, wenn die eigentliche Nahrung (Bodentiere) knapp geworden ist. Auch wirbellose, planktische Räuber haben sich mit den Glasmückenlarven (*Chaoborus*) eingestellt. Diese Tiere können zwar selbst von Fischen gefressen werden, umgehen dies aber dadurch, daß sie nur nachts auf Jagd gehen und sich tagsüber im anaeroben Tiefenwasser oder Sediment versteckt halten. Die Individuendichte der Wasserflöhe, der effektivsten Phytoplanktonfresser, wird somit sowohl durch das Nahrungsangebot als auch durch die Fraßfeinde (Fische, räuberische Zooplankter) gesteuert.

### **Besondere Probleme des Stoffhaushaltes von Talsperren**

#### Sekundärbelastung durch Eutrophierung

Die Wasserqualität von Talsperren wird nicht nur durch die Befruchtung aus den Zuflüssen, sondern auch durch die im Gewässer selbst ablaufenden biologischen und chemischen Prozesse bestimmt. Dies läßt sich besonders gut bei dem für den Stoffhaushalt einer Talsperre wasserwirtschaftlich bedeutsamen Übergang von Nährstoffen in Zehrstoffe verfolgen. Die mit den zugeführten Nährstoffen im Gewässer gebildete Biomasse des Phytoplanktons wird durch Sauerstoff-Verbrauch mikrobiell abgebaut (remineralisiert). Dies ist der Prozeß der Sekundärbelastung. Ein Rechenbeispiel mag die Bedeutung der Sekundärbelastung veranschaulichen: 1 g Phosphor (das ist nur rund  $\frac{1}{3}$  der Menge, die ein Mensch täglich ausscheidet oder sonstwie an die Umwelt abgibt) führt zum Aufbau von im Mittel 41 g Phytoplanktonkohlenstoff. Bei vollständiger Remineralisierung belastet diese Menge ihrerseits den Sauerstoffhaushalt mit 109 g Sauerstoff! Aber anders als bei der Einleitung von ungereinigtem Abwasser tritt die Sauerstoffzehrung (BSB) durch Phytoplanktonabbau nicht schlagartig auf, es kann aber ebenfalls zu Fischsterben infolge Sauerstoffmangels kommen.

Die Sauerstoffzehrung im Gewässer ist damit als funktionelle Mischgröße aus Primär- und Sekundärbelastung aufzufassen, wobei das relative Gewicht des Sekundäranteils mit zunehmender Aufenthaltszeit steigt: Bei Biomassen von  $200 \mu\text{g/l}$  Chloro-

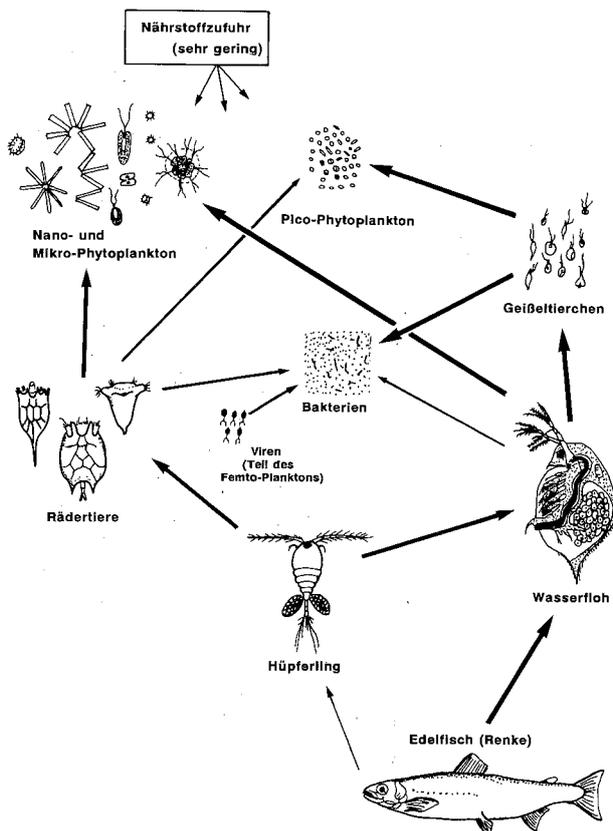


Abb. 15: Schematisiertes Nahrungsnetz im Freiwasser eines nährstoffarmen Stehgewässers

phyll a, wie sie in eutrophen Talsperren nicht selten sind, sind bereits 50% des BSB<sub>5</sub> durch algenbürtige Belastungen (im wesentlichen Respiration der Algen) verursacht, bei Massenentwicklungen dominiert der algenbürtige Anteil sehr deutlich mit 75%. Anhand des Fallbeispiels der Rott bei Postmünster, Niederbayern (siehe Einzelbeschreibungen), sei die Sekundärbelastung in Einwohnergleichwerten ausgedrückt: Der Aufstau dieses Flusses in dem rund 2 km<sup>2</sup> großen See initiiert eine Erhöhung der Algenbiomasse, die im Jahresmittel einer Abwasserbelastung von 5.000, im Sommerhalbjahr gar von 10.000 Einwohnern gleichkommt (HENSCHEL und STEINBERG 1989).

Durch die primären unmittelbar aus dem Abwasser stammenden und sekundären Sauerstoffzehrungen kann es vor allem in Rinnentalsperren zu einer Reihe miteinander gekoppelter chemischer und vor allem biologischer Prozesse kommen, wie:

- Sauerstoffschwund im Tiefenwasser,

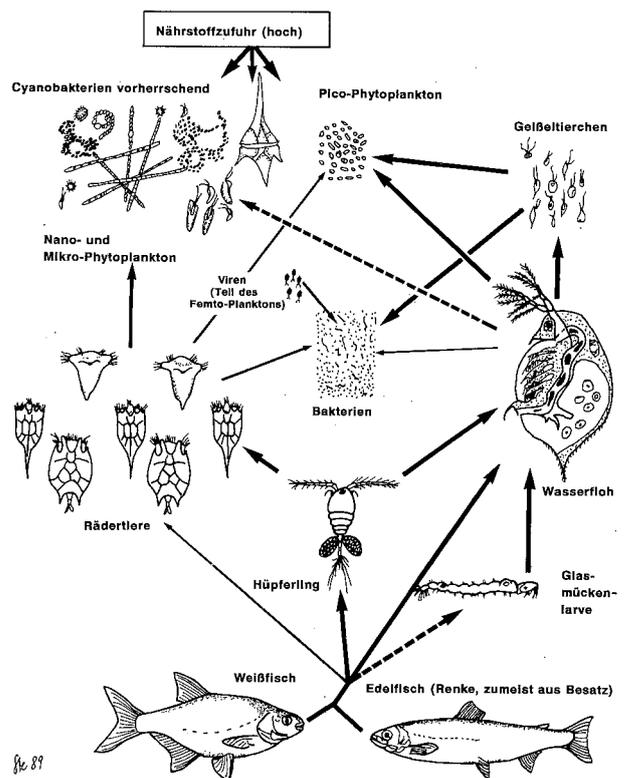


Abb. 16: Schematisiertes Nahrungsnetz im Freiwasser eines nährstoffreichen Stehgewässers

- Bildung einer Faulschlammschicht durch Ablagerung von nicht oder nur unvollständig abgebauter Biomasse,
- Freisetzung von übelriechenden Faulgasen (Methan mit Schwefelwasserstoff),
- Remobilisierung von störenden Metallen wie Eisen und Mangan,
- Remobilisierung von eutrophierenden Stoffen, insbesondere Phosphat,
- Anreicherung von Abbauprodukten wie Kohlendioxid und Ammonium.

Die Eutrophierung führt weiterhin zu einer Alkalisierung des Oberflächenwassers durch photosynthetischen CO<sub>2</sub>-Entzug. Es kommt zu ausgeprägten Tag-Nacht-Gängen des pH-Wertes mit Maxima über 10 und Minima um 7,0 (kalkreiche Gewässer) bzw. unter 6,0 (kalkarm). In Verbindung mit größeren Mengen Ammonium kann soviel Ammoniak ent-

stehen, daß Fischsterben auftreten. In Talsperren sind derartige Fischsterben ohne massive externe Ammoniumbelastung jedoch nicht zu erwarten.

### Trophischer Anfangsschub

In neuen Talsperren kommt es beim Einstau häufig zu einem immensen trophischen Anfangsschub („trophic upsurge“), vor allem dann, wenn der nährstoffreiche Oberboden vor dem Einstau nicht oder nur unvollständig geräumt wurde. Die Eutrophierung äußert sich in Massenentwicklungen von Planktonalgen [siehe Farbtafeln X u. XI], vornehmlich Cyanobakterien (Blaualgen). Bei diesem trophischen Anfangsschub laufen folgende Mechanismen ab.

Zum einen können auch unter aeroben Bedingungen Phosphate aus dem überstauten Erdboden in beträchtlichem Umfang freigesetzt werden (CLASEN und BERNHARDT 1982, CLASEN et al. 1982, BOSTRÖM et al. 1982). Zum anderen laufen besonders an humusreichen Böden Denitrifikationsvorgänge ab, die das Stickstoff-Phosphor-Verhältnis zugunsten des Phosphors verändern. Ein Beispiel für diesen Fall stellt der neugeschaffene Altmühlsee dar, eine Flachlandtalsperre in dem Überleitersystem Donau-Main. An anstehendem Mutterboden wird der eingebrachte Nitratgehalt durch Denitrifikation völlig reduziert, so daß der Stickstoff zum Minimumfaktor wird. Als Folge davon setzen sich zur Fixierung elementaren Stickstoffs befähigte Cyanobakterien im Phytoplankton durch.

Um diesen Trophieschub zu vermeiden, wird in Trinkwassertalsperren vor dem Einstau der Mutterboden mit dem Aufwuchs ausgeräumt.

### Konzentrierungseffekt von reduziertem Eisen und Mangan

Trinkwassertalsperren haben gewöhnlich eine Tiefenwasserentnahme, über die der größte Teil des Wassers aus dem Hypolimnion für die Trinkwasseraufbereitung abgezogen wird. Zusätzlich zum thermisch bedingten Absinken der Sprungschicht nimmt das Volumenverhältnis von Hypolimnion zu Epilimnion durch diese Entnahme schnell ab, d. h. ein stets kleiner werdender hypolimnischer Wasserkörper muß sowohl die sauerstoffzehrenden Stoffumsätze des sedimentierenden Detritus, als auch die Rücklösungsvorgänge aus dem Sediment verkraften. Um die quantitative Bedeutung dieses erstmals von GRIM (1959) an der Kerspetalsperre beschriebenen Prozesses hervorzuheben, sei auf das Beispiel der Riveristalsperre verwiesen (BERNHARDT et al. 1973, Abb. 17). Das Volumen des Hypolimnions ver-

kleinerte sich von etwa 2 Millionen m<sup>3</sup> auf 0,02 Millionen m<sup>3</sup>. In dem Umfang, in dem das hypolimnische Wasservolumen abnahm, ging auch der Sauerstoffvorrat des Sees zurück. Unabhängig hiervon stieg im gleichen Zeitraum die in der trophogenen Schicht gebildete Biomasse an. Für die Mineralisationsprozesse im Hypolimnion stand daher ein immer geringer werdender Sauerstoffvorrat zur Verfügung, was rasch zu abnehmenden Sauerstoffgehalten und schließlich zu völligem Sauerstoffschwund am Grund der Talsperre führte. Als Folge davon wurden in zunehmendem Umfang neben Nährstoffen auch reduzierte Verbindungen wie zweiwertiges Mangan und Eisen freigesetzt.

Da diese Prozesse nicht nur in eutrophen, sondern auch in oligotrophen Talsperren (Riveristalsperre) insbesondere des Rinnentyps auftreten und in stärker produzierenden Talsperren sehr schnell zum vollständigem Sauerstoffschwund im Tiefenwasser führen, können unter Umständen restaurative Eingriffe in den Wasserkörper zur Verminderung der reduzierten Metallionen angezeigt sein.

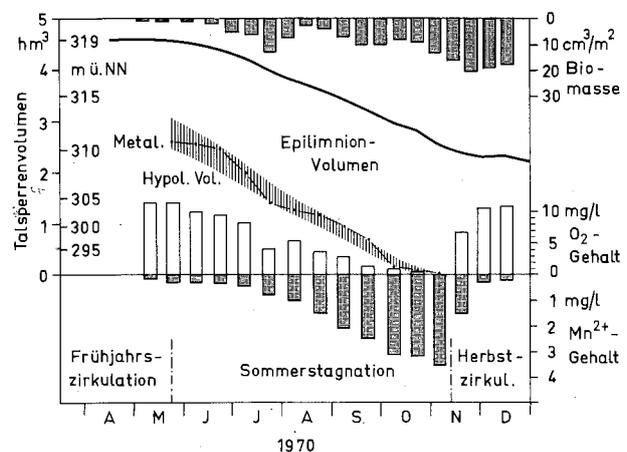


Abb. 17: Verringerung des Hypolimnions, Verknappung des Sauerstoffgehalts und Anreicherung von reduzierten Stoffen (hier Mn<sup>2+</sup>) im Hypolimnion der oligotrophen Riveristalsperre (aus BERNHARDT et al. 1973)

### 6.3 Trophie

Als Trophie eines Gewässers versteht man die Intensität der autotrophen Produktion organischer Substanz, also die Primärproduktion; sie hängt im wesentlichen von der Verfügbarkeit der Nährstoffe ab. Diese wird hauptsächlich von der Nährstoffzufuhr aus dem Einzugsgebiet und von der Beckenform des betreffenden Gewässers beeinflusst. Daneben

hängt die Trophie auch von folgenden Faktoren ab: Verhältnis von Epi- und Hypolimnion, Schichtungsstabilität, Durchmischungstyp, Größe, Windexposition, Durchströmung, Meereshöhe sowie Großklima der Umgebung.

Folgende Typen können unterschieden werden:

#### Oligotroph:

Produktion schwach auf Grund geringer Verfügbarkeit der Nährstoffe. Phytoplanktonentwicklung ganzjährig gering; Sichttiefe groß durch geringe Planktondichte. Sauerstoffsättigung des Tiefenwassers am Ende der Stagnationsperiode noch über 70%.

#### Mesotroph:

Produktion höher als beim oligotrophen Gewässer auf Grund höherer Verfügbarkeit der Nährstoffe; Phytoplanktonentwicklung mäßig bei großer Artenvielfalt mit Maximum im Frühjahr; Sichttiefe mittelgroß; Sauerstoffsättigung des Tiefenwassers am Ende der Stagnationsperiode zwischen 30% und 70%.

#### Eutroph:

Produktion stark auf Grund hoher Verfügbarkeit der Nährstoffe; Phytoplanktonentwicklung hoch, deswegen Sichttiefe gering; regelmäßig Algenblüten möglich; oberste Wasserschicht durch die Assimilationstätigkeit der Algen zeitweise mit Sauerstoff übersättigt; gegen Ende des Sommers regelmäßig starker Sauerstoffmangel in den tieferen Wasserschichten.

#### Polytroph:

Synonym hypertroph; Produktion sehr stark auf Grund hoher, oft den Bedarf der Pflanzen übersteigender Verfügbarkeit der Nährstoffe; Sichttiefe sehr gering durch starke Phytoplanktonentwicklung; Algenblüten ganzjährig; tagsüber Sauerstoffübersättigungen der obersten Wasserschicht, nachts Sauerstoffmangel durch Zehrungsvorgänge; in den tieferen Wasserschichten bereits im Sommer Sauerstoffmangelzustände häufig, dabei zeitweise Freisetzung von Schwefelwasserstoff.

#### Dystroph:

Außerhalb des Trophiesystems kennzeichnend für Braunwasserseen; starke Huminfärbung des Wasser, daher Sichttiefe mäßig bis gering; bei karbonatarmem unbelasteten Zustand oft schwach bis mäßig sauer; nährstoffarm und gering produktiv.

Die Trophie eines stehenden Gewässers ist eine fundamentale Größe, denn sie gibt Auskunft über Art und Intensität der Lebensvorgänge, die in diesem Gewässer ablaufen. Das Trophiesystem ist primär wertungsfrei, jedoch sekundär mit nutzungsbezogenen Anforderungen an das jeweilige Gewässer verbunden. Entsprechend dazu klassifiziert das Saprobien-system die Auswirkung der Belastung von Fließgewässern mit organischer, biologisch abbaubarer Substanz.

6.3.1 Die Bestimmung der Trophiestufe

Für die Bestimmung der Trophiestufe wird die Messung der Produktionsleistung des Phytoplanktons eingesetzt. Als summarischer Parameter dafür eignet sich die Messung der Chlorophyll-Konzentration. Setzt man die vorliegende Primärproduktion in Beziehung zur Nährstoffbelastung des betreffenden Gewässers, so wird die kausale Verknüpfung von Ursache (Phosphorbelastung) und Wirkung (Phytoplanktonproduktion) sichtbar. Die Messung dieser Abhängigkeit an Seen von sehr unterschiedlicher Nährstoffbelastung zeigt Gesetzmäßigkeiten, die zur Bildung von Modellen herangezogen werden können (VOLLENWEIDER 1976).

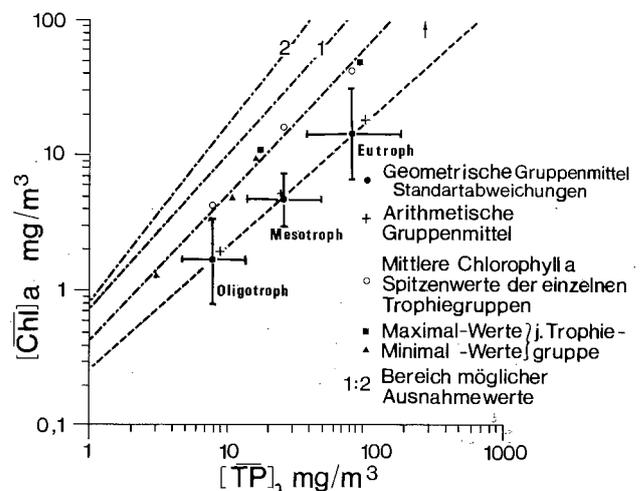


Abb. 18 : Zuordnung von Chlorophyllkonzentrationen zu Gesamt-P-Konzentrationen (Jahresmittelwerte) aufgrund der Auswertung zahlreicher Seen unterschiedlichster Trophiegrade (nach VOLLENWEIDER und KERESKES 1982)

Da die Chlorophyllkonzentration des Phytoplanktons in Abhängigkeit von der Jahreszeit und von der Artenzusammensetzung schwankt, ist bei der differenzierten Betrachtung eines einzelnen Gewässers die Messung der Algenbiomasse für die Bestimmung der Trophiestufe prinzipiell geeigneter. Dabei zeigen Langzeitbeobachtungen mit genügend kurzen Probenahmeabständen, daß die Algenproduktion sehr stark vom Wetter abhängt.

Längere Kälteperioden im zeitigen Frühjahr können das normalerweise schnelle Wachstum des Phytoplanktons in dieser Jahreszeit („Frühjahrsblüte“) fast vollständig verhindern. Stürme mit damit verbundenen Wasserverfrachtungen führen meistens zum schnellen Zusammenbruch von größeren Planktonentwicklungen. Da vor allem in mesotrophen und eutrophen Gewässern die Jahresdurchschnitts-Biomasse hauptsächlich von der Entwicklung einer starken Frühjahrspopulation bestimmt wird, kann der Ausfall einer solchen Frühjahrsblüte ein Absinken der Durchschnittsbiomasse des betreffenden Jahres zur Folge haben, obwohl keine Verringerung der Belastung vorliegt. Auch Verluste durch Zooplanktonfraß können die Phytoplanktondichte wesentlich beeinflussen und so die Beziehung von Nährstoffbelastung und Produktion modifizieren.

Weitere Aufschlüsse bringt eine differenzierte Planktonanalyse mit Bestimmung und Zählung des gesamten Phytoplanktons, wobei besonders das Verschwinden oder Auftauchen einzelner Arten oder auch Verschiebungen im gesamten Artenspektrum registriert werden können. Solche Analysen eignen sich besonders für Langzeituntersuchungen an einem Gewässer, wo sich auf diese Weise Auswirkungen zunehmender Belastung oder Erfolge von Sanierungsmaßnahmen deutlich sichtbar machen lassen, vgl. Kap. 10 Talsperre Haltern und Wahnachtalsperre.

### 6.3.2 Mathematische Modellierung und Prognose der Trophiestufe

Für die Bewirtschaftung von bestehenden und die Anlage von neuen Talsperren ist die modellmäßige Erfassung des Systems auf Grund der herrschenden oder sich ändernden Faktoren und eine Prognose der sich einstellenden Trophie notwendig. Für solche Modelle und Prognosen ist vor allem die Berechnung der Stofffrachten und der Retentionszeiten von Wasser und Nährstoffen wichtig.

Da die Trophiestufe eines Gewässers nicht allein durch die Nährstofffracht bedingt ist, die in das

Gewässer gelangt, sondern auch von den internen hydrologischen Voraussetzungen abhängt, können sich bei verschiedenen Gewässern unterschiedliche Trophiestufen bei gleichen Nährstofffrachten einstellen. Die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Trophie in einem stehenden Gewässer gehorcht Gesetzmäßigkeiten, für die es mathematische Modellansätze gibt. So spielt z. B. die durchschnittliche Aufenthaltszeit des Wassers eine wichtige Rolle für die zu erwartende Phosphor- und Chlorophyllkonzentration eines Gewässers (VOLLENWEIDER und KEREKES 1982).

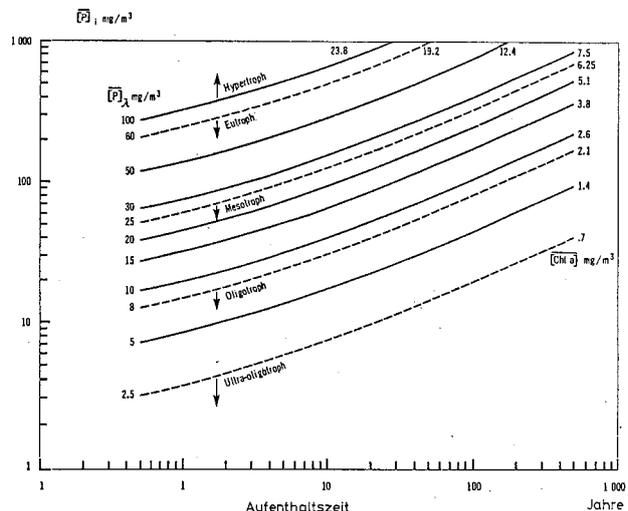


Abb. 19: Abhängigkeit zwischen den durchschnittlich eingebrachten Phosphorkonzentrationen und den im Mittel zu erwartenden Phosphor- und Chlorophyllkonzentrationen im See, als Funktion der mittleren Wasseraufenthaltszeit (nach VOLLENWEIDER und KEREKES 1982)

Aus der resultierenden Phosphorkonzentration im Gewässer selbst, kann mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit die sich einstellende Trophiestufe vorausgesagt werden (VOLLENWEIDER und KEREKES 1982, BERNHARDT 1987). Auf Grund von starken horizontalen Gradienten können bei Talsperren Unterschiede im Trophiegrad zwischen Stauwurzel und Absperrbauwerk vorhanden sein.

Die in einem See zu erwartenden Phosphorkonzentrationen können anhand der Zuflußfrachten, der durchschnittlichen Retentionszeit des Wassers und von Rückhaltekoefizienten für den Phosphor mit verschiedenen mathematischen Modellen abgeschätzt werden, wobei die Überprüfung dieser Ansätze mit der tatsächlichen eintretenden P-Konzentration bei Seen unterschiedlicher Trophiestufen sehr gut übereinstimmende Ergebnisse liefert.

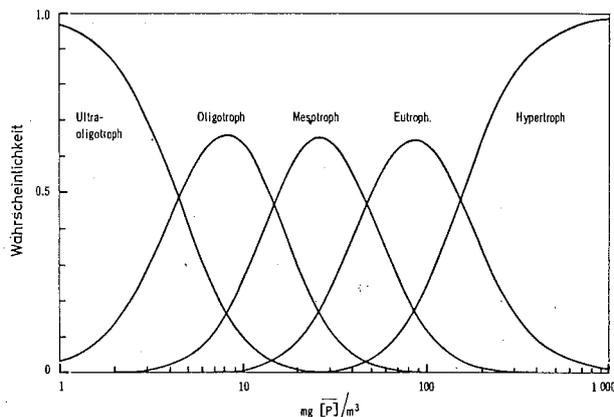


Abb. 20: Beziehung zwischen den pro Jahr gemittelten Phosphorkonzentrationen in einem See und der Wahrscheinlichkeit einer Trophiestufe (nach VOLLENWEIDER und KERESKES 1982)

Die vorgenannten modellmäßigen Vorstellungen, die sich bei geschichteten Talsperren und Seen bewährt haben, sind nicht anwendbar auf flache, ungeschichtete bzw. stark durchströmte Gewässer. Bei solchen Seen hängt das Algenwachstum stark von dem durch Tiefe und Lichtextinktion bestimmten Lichtangebot ab. Die modellmäßige Formulierung dieses Zusammenhangs kann von Gütemodellen für Fließgewässer übernommen werden (GOSSE et al. 1986, MÜLLER und KIRCHESCH 1990). Wichtige Eingangsgrößen sind bei diesen Modellen neben den Nährstoffkonzentrationen die mittlere Tiefe, die Lichtextinktion und die Aufenthaltszeit.

#### 6.4 Talsperren als Lebensraum

Auf Grund von Bauart und Bewirtschaftungsform stellen Talsperren Lebensräume dar, die von denen natürlicher Ökosysteme teilweise stark abweichen. Im Unterschied zu einem natürlichen Gewässer, dessen Existenz primär vom Menschen unabhängig ist und erst sekundär überformt wurde, wird eine Talsperre nach den an sie gestellten Nutzungsanforderungen errichtet und bewirtschaftet.

#### Lebensgemeinschaften des Ufers

Da die meisten Talsperren einen stark schwankenden Wasserspiegel haben, kann sich kein Röhrichtgürtel ausbilden. Ein solcher Gürtel existiert nur, wenn die maximalen Schwankungen des Wasserstandes ca. 3 Meter nicht überschreiten. Deshalb fehlen den Talsperren die röhrichtbewohnen-

den Tiere natürlicher Gewässer wie viele Vögel, ein großer Teil der Insekten und auch die im Röhricht laichenden Fischarten. Der für Flachwasserzonen natürlicher Gewässer charakteristische Laichkrautgürtel sowie die Zone der Armelecheralgen kommen ebenfalls nicht vor. Die trockenfallenden Uferstreifen bieten dagegen einjährigen Pionierpflanzengesellschaften Lebensmöglichkeiten. Die Vorsperren mit konstantem Wasserstand ähneln dagegen viel mehr natürlichen Seen mit ihren vielgestaltigen Lebensgemeinschaften.

#### Lebensgemeinschaften des freien Wassers

Die Lebensgemeinschaften des freien Wassers sind durch das Abflußverhalten in Talsperren stärker schwankenden Einflüssen ausgesetzt als in vielen natürlichen Seen. Dies wirkt sich auf das Phytoplankton aus, dessen Biomasse und Artenzusammensetzung stark variieren können. Die Folge sind entsprechende Schwankungen beim Zooplankton. Als Beispiele siehe Postmünster, Schluchsee und Wahnachtalsperre.

Zusätzlich wirkt hier jedoch noch der Fraßdruck durch die planktonfressenden Fische, wobei die Fischpopulation vieler Talsperren durch fischereiliche Maßnahmen, vor allem durch den Besatz, erheblich beeinflusst wird.

Die besonderen Bedingungen von Talsperren bringen es mit sich, daß uferlaichende Fische wie z.B. der Hecht (*Esox lucius*) bei der Eiablage behindert sind. Um deren Bestand zu erhalten, müssen sie regelmäßig eingesetzt werden.

#### Bedeutung der Talsperren für die Vogelwelt

Da Talsperren oft in Gebieten mit wenigen natürlichen Gewässern liegen, sind sie in solchen Fällen wichtige Rast- und Überwinterungsplätze für durchziehende Wasservögel, vor allem für Enten, Gänse und Schwäne. Dies gilt insbesondere für Talsperren, die am Rande des Mittelgebirges liegen. Bekanntestes Beispiel für die große Bedeutung einer solchen künstlichen Wasserfläche ist die Möhnetalsperre am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges, wo regelmäßig eine große Zahl an Wasser gebundener Zugvögel rastet. Abgesehen von wenigen Ausnahmen, wie z.B. Möhnetalsperre und Ismaninger Speichersee, ist die Bedeutung von Talsperren im Vergleich zu natürlichen Seen mit ausgedehnter Ufervegetation für die Vogelwelt gering einzuschätzen.

## 6.5 Mögliche Maßnahmen für den Biotop- und Artenschutz in Wasserschutzgebieten von Trinkwassertalsperren\*)

Trinkwassertalsperren und ihre Einzugsgebiete unterliegen Wasserschutzgebietsverordnungen. Die damit verbundenen Nutzungseinschränkungen zum Schutz des Wassers haben auch vorteilhafte Aus-

wirkungen auf Pflanzen und Tiere. Die folgende Tabelle 5 zeigt Möglichkeiten auf, wie beide Ziele gleichzeitig erreicht werden.

\*) Aus: Landesamt für Wasser und Abfall NW, Merkblätter Nr. 3 (1989): Biotop- und Artenschutz in Wassergewinnungsgebieten, geändert

Tabelle 5

### Erläuterungen

Raum 1 = Schutzzone I

Raum 2 = Schutzzone II-Talaue

Raum 3 = Schutzzone II-Talhänge und Hochflächen

× = Raum für die vorgeschlagene Maßnahme geeignet

Mögliche Beteiligte:

F = Forstwirtschaft Fi = Fischerei J = Jagd L = Landwirtschaft N = Naturschutz W = Wasserwirtschaft

	Raum			Beteiligte
	1	2	3	
<b>Forst</b>				
Grundsätzlich Ablehnung von Anträgen auf Genehmigung der Umwandlung von Wald in andere Nutzungsarten	×	×	×	F, L, N, W
Sicherung und Förderung der vorhandenen natürlichen und naturnahen Pflanzengesellschaften im Wald durch gezielte forstliche Pflegemaßnahmen	×	×	×	F, N
Bevorzugung naturnaher Waldbaumethoden unter Berücksichtigung der natürlichen Verjüngungsverfahren zur Erhaltung des genetischen Potentials	×	×	×	F, N
Bewirtschaftung der Wälder mit möglichst hohen Umtriebszeiten und Belassung von Überhältern bei gleichzeitiger Naturverjüngung zur Sicherung und Vermehrung von Altholzbiotopen	×	×	×	F, N
Aufbau mehrschichtiger Waldbestände und Pflege der Waldränder unter Berücksichtigung von Bäumen II. Ordnung und Sträuchern	×	×	×	F, N
Vermeidung von Großkahlschlägen zugunsten kleinflächiger oder einzelstammweiser Nutzung	×	×	×	F, N
Förderung alter Waldbewirtschaftungsformen, z. B. Niederwaldwirtschaft	×	×	×	F, N
Einschränkung des Nadelholzanbaus im Uferbereich der Talsperren, soweit dies mit den Anforderungen des Gewässerschutzes vereinbar ist	×			F, N, W
Erhaltung und Wiederaufforstung autochthoner oder standortgemäßer Waldgesellschaften, Baumarten und Herkünfte	×	×	×	F, L, N
Neupflanzung von Wald, Hecken, Feld- oder Ufergehölzen mit autochthonen oder standortgemäßen Gehölzarten unter besonderer Pflege der Ränder	×	×	×	F, L, N
<b>Fischerei, Jagd, Erholungsnutzung</b>				
Einschränkung der Freizeitfischerei	×	×		Fi, N, W
Verbot der Anlage von Fischteichen	×	×	×	Fi, N, W
Begrenzung des Wildbestandes (u. a. um Schäden in Wäldern zu vermeiden)	×	×	×	F, J, N
Ruhigstellung der störungsempfindlichen Teilbereiche	×	×	×	F, Fi, J, N, W
Einschränkung bzw. Verbot der Errichtung von baulichen Anlagen und Erholungseinrichtungen	×	×	×	F, Fi, J, N, W

	Raum			Beteiligte
	1	2	3	
<b>Landwirtschaft</b>				
Einschränkung von Intensivkulturen		×	×	L, N, W
Duldung und Erhaltung von Brachen und deren Sukzessionsstadien		×	×	F, L, N, W
Förderung von „Landschaftspflegehöfen“ und alternativem Landbau		×	×	L, N
Förderung von „blumenreichen Mähwiesen“		×	×	L, N
Einschränkung der Düngung (Mineraldünger, Gülle) auf landwirtschaftlichen Nutzflächen		×	×	L, N, W
Freistellung von Ackerrandstreifen vom Einsatz aller Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel		×	×	L, N
Extensive Beweidung		×	×	L, N
Erhaltung und Förderung von Obstwiesen und Kopfbäumen		×	×	L, N
Vermeidung der Umwandlung von Grünland in Ackerland		×	×	L, N, W
<b>Naturschutz</b>				
Ankauf von Flächen, um die natürliche Entwicklung von Lebensgemeinschaften, die Regeneration und Neubegründung natürlicher Lebensgemeinschaften oder extensive Nutzungsformen zu ermöglichen		×	×	F, N, W
Sicherung der vorhandenen, natürlichen Lebensgemeinschaften in Quellbereichen, Feuchtwiesen, Niedermooren (z. B. durch Vermeidung von Drainung und Düngung)	×	×	×	F, L, N, W
Durchführung von Artenhilfsprogrammen für gefährdete Pflanzen- und Tierarten	×	×	×	F, Fi, N
Gezielte Mahdpläne für Straßen- und Wegränder, Böschungen und Ackerraine		×	×	F, L, N
Erhaltung von Steilwänden, Felsstürzen und Schotterflächen, Tümpeln und Quellbereichen	×	×	×	N, F, W
Sicherung der natürlichen Vegetationsentwicklung durch Unterlassung von Pflanzungen	×	×	×	Fi, N, W
Erhaltung alter Stollen, Bäume usw. als Nist- und Zufluchtsstätten für Vögel, Fledermäuse und andere Tiere	×	×	×	F, L, N
<b>Wasserwirtschaft</b>				
Belassen naturnaher Fließgewässer, Renaturierung und ökologische Verbesserung anderer Fließgewässer	×	×	×	F, L, N, W
Erhaltung von Steilufern	×	×	×	F, L, N, W
Erhaltung von Schotter- und Geröllflächen	×	×	×	N, W
In Vorsperren Gestaltung von Buchten und Landzungen mit gezielter Strukturierung der Uferzonen, soweit es dem Charakter der Täler entspricht	×	×		F, N, W
Sicherung der Spontanvegetation an Haupt- und Vorsperren	×	×		N, W
Ankauf/Anpachtung von ausreichend breiten Uferstreifen entlang der Fließgewässer zur Sicherung oder Anlage von naturnahen Gehölzen oder Wiesen	×	×	×	F, L, N, W
Erhaltung und Anlage wechselfeuchter Biotope und Tümpel		×	×	F, L, N, W
Einschränkung der Erholungsnutzung an Wasserflächen (z. B. Verbot von Badebetrieb und Freizeitfischerei)		×		Fi, L, N, W
Verbot des Lagerns und Ablagerns von Stoffen auf Talböden, Wiesen, Bodenaufschlüssen			×	L, N, W

# 7. Nutzungsbezogene Anforderungen an Talsperren nach Menge und Güte

Die Eigenschaften des in einer Talsperre gestauten Wassers sollen den Anforderungen der dominierenden Nutzungsart genügen. Dadurch werden die Eigenschaften des Gewässers selbst in gewissen Grenzen festgelegt. Aufgrund langjähriger limnologischer Erfahrungen lassen sich die Eigenschaften eines stehenden Gewässers durch seinen trophischen Zustand beschreiben, wobei eindeutige Abgrenzungen zwischen den einzelnen Trophiegraden oligotroph – mesotroph – eutroph – polytroph nicht möglich sind, da die Trophieskala letztlich ein Kontinuum darstellt.

Tab. 6 gibt eine Zusammenstellung der für die verschiedenen Nutzungsarten stehender Gewässer erforderlichen bzw. noch tolerierbaren Trophiegrade.

## Trinkwassergewinnung

Die Anforderungen an die Qualität des Wassers in einer Trinkwassertalsperre ergeben sich aus der Forderung, daß dieses Wasser so beschaffen sein muß, daß es unter Einsatz normaler Aufbereitungsverfahren (Oxidation, Flockung, Filtration, Entsäuerung, Desinfektion) mit einem hohen Sicherheitsgrad jederzeit zu einem in jeder Beziehung einwandfreien Trinkwasser aufbereitet werden kann. Die größten Probleme bei der Aufbereitung von Talsperrenwasser werden durch Plankton sowie dessen Stoffwechsel- bzw. Abbauprodukte verursacht. Bereits in ausgeprägten mesotrophen Gewässern, besonders aber in eutrophen Gewässern kommt es – häufig kurzzeitig – zu massenhaftem Auftreten von Algen, wobei sich

**Tab. 6:** Zusammenstellung der verschiedenen Nutzungsarten gestauter Gewässer und der hierfür zu fordernden bzw. tolerierbaren Trophiegrade (nach BERNHARDT 1987, geändert)

	Trophiegrad	
	zu fordern	tolerierbar
Trinkwassergewinnung	oligotroph	mesotroph
Badenutzung	mesotroph	schwach eutroph
Wassersport (ohne Badenutzung)		eutroph
Niedrigwasseraufhöhung	richtet sich nach den Güteanforderungen des betreffenden Fließgewässers	
Brauchwasserversorgung		
– mit Fernwasserleitung	–	mesotroph
– ohne Fernwasserleitung	richtet sich nach den Güteanforderungen des Verbrauchers	
Energiegewinnung	–	stark eutroph*)
Bewässerung		
– durch Beregnung		eutroph***)
– durch Kanäle		polytroph
Fischerei		
– Salmonidengewässer	oligotroph	mesotroph
– Cyprinidengewässer	eutroph	polytroph
Landschaftsgestaltung in Erholungsgebieten	den natürlichen Randbedingungen entsprechende Trophie**)	
Naturschutz		

\*) Bei Flußkraftwerken Beeinträchtigung durch Makrophyten und Fadenalgen häufig gegeben

\*\*) Im Rahmen der Landschaftsgestaltung kann ein eutropher Zustand eines Sees, hervorgerufen durch den nicht anthropogen beschleunigten Alterungsprozeß, durchaus erwünscht sein

\*\*\*) Gefahr der Verstopfung der Bewässerungsdüsen und Aggregate

nicht selten die Zusammensetzung der Algenpopulation in wenigen Tagen ändert. Nur sehr begrenzt läßt sich der Aufbereitungsgang hierauf ausreichend abstimmen. Dadurch kann es zu völlig unzureichenden Planktoneliminierungen kommen. Verschiedene Plankter werden nur bis zu 90% aus dem Wasser entfernt.

Plankton, das die Filter einer Wasseraufbereitungsanlage passiert und in das Trinkwasser gelangt, beeinträchtigt die Desinfektion des Wassers erheblich und verursacht im Verteilungssystem zusammen mit gelösten algenbürtigen organischen Substanzen Wiederverkeimungen und Wachstum von Mikroorganismen. Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen sind die Folge.

Unter Berücksichtigung der Trinkwasser-Verordnung und der technischen Regel DIN 2000 folgt hieraus, daß Trinkwassertalsperren oligotroph, höchstens mesotroph sein sollten. Befinden sie sich in einem eutrophen Zustand, kann die Trinkwasserversorgung nicht mehr mit der erforderlichen Sicherheit zu jeder Zeit garantiert werden.

### **Badenutzung und Wassersport**

Talsperren, die als Badegewässer ausgewiesen sind, müssen den Anforderungen der EG-Richtlinie über die Qualität der Badegewässer genügen. Sie nennt zwar keine Anforderungen hinsichtlich des Planktongehaltes, begrenzt jedoch den Umfang der Planktonentwicklung indirekt, indem als zwingender Wert (imperative value I) eine Transparenz von 1 m und als Leitwert (guide value G) eine Transparenz von 2 m, gemessen mit der Secchischeibe, verlangt werden. Sichttiefen unter 1 m treten in eutrophen Talsperren vor allem in flachen Bereichen auf. Hier können sich Algen massenhaft entwickeln oder in Form von Algenfladen aufschwimmen und an der Oberfläche treiben. Außerdem können Makrophytenbestände in Flachwasserbereichen Schwimmer und den Wassersport stören.

Durch die in der EG-Richtlinie angegebenen Schwankungsbereiche für den pH (I) von 6 bis 9 und die Sauerstoffsättigung (G) von 80 bis 120% wird der Umfang der tolerierbaren Planktonentwicklung indirekt auch eingeschränkt.

Massenentwicklungen von Algen mit Vegetationsfärbungen und aufschwimmenden Algenfladen wirken unästhetisch. Derartige Gewässer werden für Bade- und Sportzwecke von Benutzern abgelehnt.

Auch können sich Algen an windexponierten Uferbereichen ansammeln. Sie verfaulen hier und lösen u.U. erhebliche Geruchsbeeinträchtigungen aus. Derartige Gewässer werden von der Bevölkerung ebenfalls als Erholungsgebiet abgelehnt.

Eutrophierung eines stehenden Gewässers bedingt demnach eine Beeinträchtigung seiner Nutzung für Erholungs- und Badezwecke. Talsperren, die für Bade- und Sportzwecke und zur Landschaftsgestaltung in Erholungsgebieten genutzt werden, dürfen keinesfalls stark eutroph sein, wenn auch allein für den Wassersport ohne Badenutzung ein eutropher Zustand toleriert werden kann.

### **Niedrigwasseraufhöhung**

Wird das Wasser zur Niedrigwasseraufhöhung eines Flusses oder zur Stabilisierung einer mittleren Wasserführung benötigt, muß dafür gesorgt werden, daß das Wasser, das in die fließende Welle eingeleitet wird, hier nicht zu ökologischen Schäden und zu einer Gewässerbelastung führt. Es darf keinen Schwefelwasserstoff enthalten und sollte nach Möglichkeit mindestens 5 mg/l Sauerstoff aufweisen. Der Gehalt an organischen und anorganischen sauerstoffzehrenden Substanzen sollte möglichst gering sein, damit der Sauerstoffhaushalt des Fließgewässers nicht überlastet wird. Selbstverständlich sind dem Einzelfall entsprechende, darüber hinausgehend noch andere Qualitätsanforderungen (z. B. bezüglich der Metallkonzentrationen) zu erfüllen.

### **Brauchwasserversorgung**

Brauchwassertalsperren dienen neben dem Hochwasserschutz und der Energiegewinnung zur Wasserversorgung entfernt gelegener Betriebssysteme und zur Niedrigwasseraufhöhung von Flußsystemen. Meist wird das für diese Zwecke aus der Talsperre entnommene Wasser durch eine Fernleitung an den Verwendungspunkt geführt.

Die Qualität des Wassers in der Brauchwassertalsperre muß den Qualitätsanforderungen des Verbrauchers, z. B. Industriebetrieben, genügen, die sehr unterschiedlich sein können. Häufig werden hierbei spezielle Qualitätsanforderungen gestellt.

### **Brauchwasserversorgung mit Fernleitungen**

Die langjährigen Erfahrungen mit dem Betrieb von Brauchwasserleitungen haben gezeigt, daß je nach Wasserqualität erhebliche Komplikationen auftreten können. Häufig bilden sich riffelförmige Ab-

lagerungen von Mangan-, Eisen- und Calciumhydroxiden und -carbonaten in den Leitungen quer zur Fließrichtung, wodurch die Durchflußleistung bis zu 60% herabgesetzt werden kann. Diese Riffelbildung ist vielfach die Folge eutrophierungsbedingter chemischer Prozesse im Sediment (Eisen- und Manganauflösung), ausgelöst durch ein ausgeprägtes Reduktionspotential am Sperrgrund.

Eine weitere Beeinträchtigung folgt aus der Entwicklung von Bakterien und Pilzen, die zur mikrobiellen Oxidation zweiwertiger Manganionen im Wasser führen. Gegenmaßnahmen, z. B. Zugabe von Chlordioxid oder Chlor, bessern zwar die Situation, jedoch ist der Einsatz derartiger Desinfektionsmittel in den hierfür erforderlichen Mengen aus Gründen des Gewässerschutzes problematisch. Außerdem kann es als Folge der mehr oder minder großen Menge an organischen partikulären Substanzen in derartigen Wässern, die aus eutrophen Talsperren kommen, zur Massenentwicklung von filtrierenden Organismen (z. B. Moostierchen) an den Rohrwandungen kommen. Ein hoher Gehalt an biologisch abbaubaren organischen Substanzen, wie er im Wasser aus eutrophen Talsperren gegeben ist, zehrt den im Wasser gelösten Sauerstoff und begünstigt den Bewuchs an den Rohrwandungen. Es können sich Stickstoff- und Methangas bilden, die die Rohrleitungshydraulik beeinträchtigen. Außerdem entstehen Reaktionsprodukte wie Kohlensäure, Ammonium und Schwefelwasserstoff, die u. a. Korrosionen auslösen.

Um all diesen technischen und umweltrelevanten Schwierigkeiten beim Betrieb einer Brauchwasserleitung und den unerwünschten Veränderungen der Qualität des Brauchwassers während des Transportes auszuweichen, sollten an die Qualität des gestauten Wassers und damit an den Zustand des Stausees entsprechende Anforderungen gestellt werden. Sie lassen sich erfüllen, wenn sich ein solches Staugewässer im oligotroph-mesotrophen Zustand befindet. Der Grenzbereich mesotroph/eutroph ist u. U. noch tolerierbar. Ein ausgesprochen eutropher Zustand einer solchen Brauchwassertalsperre ergibt jedoch erhebliche Schwierigkeiten.

### **Energiegewinnung**

Für die Energiegewinnung durch Wasserkraft werden aufgrund der normalerweise sehr kurzen Rohrleitungen bis zur Kraftstation an die Wasserqualität

keine besonders hohen Anforderungen gestellt. Auch ist die Gefahr einer Störung des Turbinenbetriebes durch Makrophyten bei einer Talsperre normalerweise nicht gegeben, weil das Wasser aus genügender Tiefe entnommen wird. Deshalb kann die Anforderung an das Gewässer mit Energiegewinnung als wesentliche Nutzungsart deutlich herabgesetzt werden.

### **Bewässerung**

Bei Verwendung des Talsperrenwassers für Zwecke der Bewässerung über Kanäle sind keine großen Qualitätsanforderungen an das Wasser zu stellen. Im Gegenteil kann sich hierbei der Gehalt an Nährstoffen und Biomasse sogar vorteilhaft auswirken.

Bei Speisung von Beregnungssystemen besteht allerdings die Gefahr der Verstopfung der Pumpen und Düsen, vor allem durch fädige Algen mit sehr unangenehmen Störungen. Deshalb sollten Talsperren, deren Wasser für Beregnungszwecke genutzt wird, nicht so stark eutrophiert sein, daß fädige Algen massenhaft auftreten. Ein eutropher Zustand insgesamt kann jedoch toleriert werden, soweit dem keine hygienischen Bedenken entgegenstehen.

### **Fischerei**

An vielen Talsperren wird als Nebennutzung Fischerei betrieben, die zumeist als Freizeitbeschäftigung (Angeln), in seltenen Fällen auch gewerblich ausgeübt wird. Entsprechend den unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen verschiedener Fischarten sollen sich Bestand und Besatz nach dem trophischen Zustand der Talsperre richten. Sehr sauerstoffbedürftige Arten wie Forellen oder Freiwasserlaicher (Maränen) sind nur in oligotrophen oder allenfalls mesotrophen Gewässern zu halten (Salmonidengewässer), in denen auch in der Tiefe ganzjährig ausreichend Sauerstoff vorhanden ist. Weniger empfindliche Arten (z. B. hinsichtlich Sauerstoffkonzentration und pH-Wert-Schwankungen), z. B. karpfenartige Arten, Barsch oder Zander bringen erst in eutrophen Talsperren gute Erträge (Cyprinidengewässer) und tolerieren zeitweilig auch polytrophe Zustände.

Der Zustand einer Talsperre wird durch fischereiliche Nutzung positiv oder negativ beeinflusst (vgl. 8.4.3).

# 8. Maßnahmen zum Schutz von Talsperren

Talsperren sind künstliche Seen und haben zunächst keinen historisch gewachsenen Bezug zu ihrer Umgebung. Es vergeht deshalb eine Reihe von Jahren, bis sich ein neues ökologisches Gleichgewicht zwischen dem künstlich geschaffenen Gewässer und der unmittelbaren Umgebung eingestellt hat.

Art und Umfang von Maßnahmen zum Schutz von Talsperren werden sich wesentlich nach nutzungsbezogenen Anforderungen an die Güte des gestauten Gewässers richten. Das beginnt bereits mit präventiven Maßnahmen bei Planung und Bau einer Talsperre.

Das Hauptproblem an fast allen stehenden Gewässern ist die in den letzten Jahrzehnten gestiegene Belastung mit Pflanzennährstoffen und die dadurch verursachte Eutrophierung. Die Mehrzahl der zu nennenden Schutzmaßnahmen hat daher das Ziel, allochthone Nährstoffbelastungen zu vermeiden oder zu verringern und gewässerinterne Nährstoffkreisläufe zu dämpfen, um fortschreitende Eutrophierung aufzuhalten bzw. bei bestehenden Stauseen rückgängig zu machen.

## 8.1 Legislative und administrative Maßnahmen

Der Schutz der Gewässer ist eine gesetzlich verankerte Pflicht. Nachfolgend werden die wichtigsten, hierfür vorhandenen Instrumentarien aufgezeigt.

Um den Schutz der Gewässer zu gewährleisten, wird deren Benutzung sowie deren Ausbau, Unterhaltung und Bewirtschaftung durch Bestimmungen geregelt, die im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und in den Wassergesetzen der einzelnen Bundesländer festgelegt sind. Das WHG ist ein Rahmengesetz des Bundes, das durch die Ländergesetze ausgefüllt und ergänzt wird. Diese Gesetze stehen unter dem Grundsatz (§ 1 a Abs. 1 und 2 WHG):

- 1) Die Gewässer sind als Bestandteil des Naturhaushaltes so zu bewirtschaften, daß sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen Einzelner dienen und daß jede vermeidbare Beeinträchtigung unterbleibt.
- 2) Jedermann ist verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten und um eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers zu erzielen.

Einzelne Bestimmungen zum Schutz der Gewässer sind – soweit sie allgemein gelten – bereits im WHG enthalten. Dazu gehören z. B. die Anforderungen an das Einleiten von Abwasser (§ 7), Bestimmungen über Anlagen zum Befördern (§ 19 a) oder zum Umgang mit (§ 19 g–l) wassergefährdenden Stoffen oder Bestimmungen zur Reinhaltung oberirdischer Gewässer (§§ 26, 27) und des Grundwassers (§ 34) sowie die Bestimmungen zur Festsetzung von Wasserschutzgebieten (§ 19). Darüber hinaus werden die Bundesländer ermächtigt, durch eigene Gesetze oder Rechtsverordnungen weitergehende Schutzbestimmungen festzusetzen. So sind gemäß § 36 b Bewirtschaftungspläne u. a. für Gewässer aufzustellen, die der Trinkwassergewinnung dienen.

Für Trinkwassertalsperren können Wasserschutzgebiete ausgewiesen werden, die sowohl Bereiche des Einzugsgebietes als auch die Talsperre selbst umfassen. Bei der Ausweisung werden die örtlichen Gegebenheiten, die Struktur und Nutzung des Einzugsgebietes und die Belastungsschwerpunkte berücksichtigt. Das Wasserschutzgebiet wird in die Schutzzonen III, II und I unterteilt. Die Nutzungsbeschränkungen in diesen drei Schutzzonen werden zur Talsperre hin strenger (vergleiche hierzu DVGW Arbeitsblatt W 102). Spezielle Anwendungsbeschränkungen in ausgewiesenen Wasserschutzgebieten ergeben sich generell z. B. aus der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung von 1988 (§ 3).

Weitere Gesetze und Verordnungen, die Gewässerschutzziele beinhalten bzw. definieren, sind:

- das Abwasserabgabengesetz,
- das Abfallgesetz,
- das Naturschutzgesetz,
- das Pflanzenschutzmittelgesetz,
- das Waschmittelgesetz,
- das Fischereigesetz,
- das Bundes-Immissionsschutzgesetz,
- das Chemikaliengesetz,
- die Klärschlammverordnung,
- Gülle-Verordnungen u. a.

Darüber hinaus können auch im kommunalen Bereich – wie etwa in Gemeindefestsetzungen – gewässerrelevante Bestimmungen (z. B. Uferstreifen) festgesetzt werden.

Mit der Entwicklung der Europäischen Gemeinschaft ist auch der Gewässerschutz aus dem nationalen in den supranationalen Rahmen getreten. Eine ganze Reihe von EG-Richtlinien soll dem Gewässerschutz dienen:

- Richtlinie zum Schutz der Gewässer gegen gefährliche Stoffe,
- Richtlinie für die Qualität des Oberflächenwassers, das für die Trinkwassergewinnung benutzt wird,
- Richtlinie für die Qualität von Fischgewässern,
- Richtlinie für die Qualität von Badegewässern.

Dazu kommen weitere internationale Abkommen, die dem Schutz der Meere gegen Verschmutzung vom Lande aus dienen oder die für einzelne Gewässer wie z. B. den Rhein geschlossen werden.

Diese internationalen oder supranationalen Regelungen müssen wie nationales Recht beachtet werden. Für den Vollzug der verschiedenen Bestimmungen zum Gewässerschutz sind entsprechend der föderalen Struktur der Bundesrepublik Deutschland die einzelnen Länder verantwortlich. Dabei ist die direkte Zuständigkeit jeweils wieder hierarchisch verteilt auf Oberste Wasserbehörde (Minister), Obere Wasserbehörde (Regierungspräsident) und Untere Wasserbehörde (Stadt bzw. Kreis).

Der Vollzug der in den Wassergesetzen festgelegten Bestimmungen obliegt den zuständigen Wasserbehörden. Während die gesetzlichen Grundlagen zum Gewässerschutz i. a. als ausreichend anzusehen sind, bestehen insbesondere bei der Überwachung von Bestimmungen und Auflagen Handlungsdefizite. Der mit dem Gesetzesvollzug verbundene Aufwand kann mit dem vorhandenen Behördenpersonal teilweise nur unter großen Schwierigkeiten abgedeckt werden.

## 8.2 Präventive Maßnahmen

Die Auswahl des Standortes einer Talsperre richtet sich nach der dominierenden Nutzung. Daher stehen bei Hochwasserschutz- oder Brauchwassertalsperren sowie solchen zur Energiegewinnung wassermengenwirtschaftliche Überlegungen im Vordergrund. Bei Talsperren mit erhöhten Anforderungen an die Wasserqualität, z. B. Trinkwassertalsperren, soll bereits durch die Auswahl des Standortes ein möglichst weitgehender Schutz des Gewässers vor Verunreinigungen und Nährstoffbelastungen erreicht werden. Trinkwassertalsperren wurden deshalb bevorzugt in schwach besiedelten und landwirtschaftlich nicht oder wenig genutzten Gebieten an Oberläufen von Mittelgebirgsflüssen und -bächen errichtet.

Müssen bei der Standortauswahl Kompromisse geschlossen werden, vor allem hinsichtlich der Nutzung des Einzugsgebietes von Trinkwassertalsperren, wird es erforderlich, in den betreffenden

Einzugsgebieten Sanierungsmaßnahmen vorzunehmen. Dazu gehört z. B., das Einzugsgebiet praktisch vollständig forstwirtschaftlich zu nutzen bzw. nur extensiv genutzte Wiesen zuzulassen. Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes (Ackerbau und Viehzucht) stellen hinsichtlich des Abtrages von Stickstoff- und Phosphorverbindungen sowie Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (Pestizide) für eine Trinkwassertalsperre eine Gefährdung dar, die nur durch aufwendige Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet vermindert werden kann.

Besonders große Bedeutung kommt der Schutzfunktion des Waldes für Trinkwassertalsperren zu. Der Wald sichert die Erhaltung und Verbesserung der Wasserbeschaffenheit und den Schutz vor Erosion und Abschwemmung aus dem Einzugsgebiet. Da jedoch auch durch forstwirtschaftliche Bewirtschaftung des Einzugsgebietes von Trinkwassertalsperren Einflüsse auf die Wasserqualität ausgehen können, ist der Behandlung des Waldes in Schutzgebieten für Trinkwassertalsperren besondere Aufmerksamkeit zu schenken, vgl. DVGW Merkblatt W 105. Die Auswirkungen des Waldsterbens müssen deshalb sorgfältig beobachtet werden, damit Abwehrmaßnahmen ergriffen werden können.

## 8.3 Sanierung

Unter dem Begriff „Sanierung“ werden Maßnahmen zusammengefaßt, die im Einzugsgebiet getroffen werden, um der Zufuhr von Substanzen entgegenzuwirken, die die Talsperre eutrophieren oder auf eine andere Weise schädigen. Sie müssen den Eintrag von Schad-, Stör- und Nährstoffen aus punktförmigen und auch aus diffusen Quellen erfassen und vermindern. Während das bei punktförmigen Quellen relativ einfach durchführbar ist, kann dies bei diffusen Quellen primär dadurch erreicht werden, daß durch Verbot bzw. Einschränkung der Verwendung derartiger Stoffe im Einzugsgebiet eine Belastung des gestauten Wassers soweit wie möglich unterbunden wird (siehe Talsperre Haltern).

### 8.3.1 Technische Sanierungsmaßnahmen für punktförmige Quellen

Punktförmige Quellen umfassen alle Einleitungen, die kanalisationstechnisch erfaßbar sind.

#### 8.3.1.1 Randsammler und Ringleitungen

Kanalisationstechnisch erfaßbare Abwässer können an den Staugewässern vorbeigeleitet werden. Hierfür eignen sich Randsammler oder Ring-

leitungen, die um die Talsperre herum oder durch den Stausee hindurch verlegt werden können. Die gesammelten Abwässer werden mechanisch/biologisch gereinigt und in ein Nachbatal oder unterhalb der Talsperre in den Fluß geleitet. Dabei ist zu beachten, daß die aquatische Biozönose dieser Fließgewässer durch diese Einleitung nicht geschädigt wird. Beispiele für diese technischen Lösungen sind: Wiehltalsperre, Große Dhünntalsperre, Twistetalsperre, Soesetalsperre, Innerstetsperre und Ellertshäuser See.

### 8.3.1.2 Abwasserreinigung

Bei Talsperren mit besiedelten und landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten ist häufig die Ableitung der anfallenden Abwässer nicht möglich. Hier müssen weitergehende Abwasserreinigungsmaßnahmen durch mechanisch/biologisch/chemische Abwasserbehandlung ergriffen werden. Dabei ist besonders auf eine möglichst weitgehende Eliminierung des Phosphats zu achten.

Dies ist auch aus anderen Gesichtspunkten des Gewässerschutzes sinnvoll und begünstigt durch Verringerung der Abwasserabgaben auch den Betreiber von Kläranlagen. Durch derartige, weitergehende Abwasserreinigung werden auch andere Abwasserinhaltsstoffe zurückgehalten. Als Beispiele können die Möhnetalsperre und der Obersee dienen.

In der Regel ist die Trennkanalisation einer Mischkanalisation vorzuziehen, wobei durch leistungsfähige Regenrückhaltebecken dafür zu sorgen ist, daß vor allem der Schmutzstoß aus anlaufenden Hochwasserspitzen in diesen Becken zurückgehalten wird, siehe Große Dhünntalsperre, Steinbachtalsperre.

### 8.3.2 Maßnahmen bei diffusen Quellen

Diffuse Quellen sind sehr vielfältig. Hierunter gehört der direkte Eintrag von Stoffen auf die Wasseroberfläche durch Staub und Niederschlag, atmosphärischer Transport von Ammonium sowie der Eintrag über Zuflüsse aus Bodenauswaschung und Erosion, insbesondere bei zusätzlicher Belastung durch Mineral- und Wirtschaftsdünger, landwirtschaftliche Betriebsabwässer, Abgänge aus Tierhaltungen, Regenwasserabschwemmung von befestigten Flächen, Abwasserversickerung, fischereiliche Bewirtschaftung (Fischteiche) bis hin zur Gewässerbelastung durch Badende.

#### 8.3.2.1 Maßnahmen im Bereich der Land- und Forstwirtschaft

Gesetzlich vorgeschrieben sind zum Schutz der Gewässer und des Grundwassers die

- regelmäßige Wartung und ordnungsgemäße Unterhaltung von Kleinkläranlagen (Klärgruben) bei Einzelgehöften und Streusiedlungen
- ordnungsgemäße Sammlung, Lagerung und Verwendung bzw. Beseitigung von Gülle, Jauche, Stallmist und Silosickersäften.

In vielen Bundesländern regeln Gülle-Verordnungen das Aufbringen wirtschaftseigenen Düngers auf landwirtschaftlich genutzte Flächen nach Art, Menge und Zeitpunkt. In Nordrhein-Westfalen ist darüber hinaus versuchsweise eine sogenannte Güllebörse eingerichtet worden. Nichtgewerbliche Betriebe können an ihr teilnehmen, sofern sie Düngelpläne aufstellen. Pro Jahr kann der Betrieb bis zu 500 m<sup>3</sup> Gülle abgeben. Die Maßnahme ist auf 9 Jahre beschränkt. Die Transportwege sollen zwischen 3 und maximal 15 km betragen, der abgebende Betrieb übernimmt die Transportkosten, der aufnehmende die Ausbringungskosten. In den ersten beiden Jahren ist die Vermittlung durch Bezuschussung des Landes gebührenfrei.

Der diffuse Eintrag von Nährstoffen in die Gewässer durch Auswaschung, Abschwemmung und Erosion wird wesentlich beeinflusst durch Art und Intensität der Bodennutzung. Er muß durch ordnungsgemäße Landwirtschaft gering gehalten werden. Dazu gehören folgende Maßnahmen:

- Die Düngung muß der angebauten Pflanzenart, dem für die Fruchtfolge erforderlichen Nährstoffbedarf und an die Art und Nährstoffversorgung der Böden angepaßt werden.
- Der Dünger darf nicht auf wassergesättigte, gefrorene oder schneebedeckte Böden ausgebracht werden.
- Für wirtschaftseigenen Dünger muß für mindestens 6 Monate ausreichender Stapelraum vorgehalten werden.
- Der Boden muß quer zur Hangneigung bearbeitet werden.
- Eine Verdichtung des Bodens muß verhindert werden.
- Der Anbau von Zwischenfrüchten verringert die vegetationsfreie Zeit der Äcker.

- Besonders sorgfältig sind Intensivkulturen (Gemüse und Mais) und Flächen mit geringer Bodendeckung (Baumschulen, Gärtnereien) gegen Erosion zu schützen.
- Dauergrünland und Windschutzhecken sind in Gebieten mit erosionsgefährdeten Regionen zu fördern.
- Die Aufforstung von Steilhängen und anderen erosionsgefährdeten Flächen ist nützlich.
- Der direkte Zutritt des Weideviehs an das Gewässer muß verhindert werden.
- Unbewirtschaftete Schutzstreifen entlang der Gewässer tragen zu deren Schutz bei. Dazu dient beispielsweise das Randstreifenprogramm in Nordrhein-Westfalen.
- Die Entwässerung und Kultivierung von Moorflächen ist zu vermeiden, da bei der dadurch einsetzenden Bodenzehrung erhebliche Nährstoffmengen freigesetzt werden.

### 8.3.2.2 Technische Maßnahmen

- Bodenfiltration des zufließenden Wassers durch Hangversickerung. Dieses Verfahren eignet sich nur unter speziellen morphologischen und hydrologischen Voraussetzungen zur Behandlung kleinerer Wassermengen (Kerspetalsperre).
- Behandlung des Abwassers von Einzelgehöften und des Ablaufes von Viehweiden (Kleinsteinzugsgebiete) in künstlich aufgebauten Bodenfiltern. Hierbei sind Maßnahmen zu treffen, die ein vorzeitiges Verstopfen der Bodenfilter vermeiden (Wehebachtalsperre).
- Anschluß von Straßenseitengräben an Bodenfilterstrecken.
- Filtration kleiner Zuläufe über Filter mit aktiviertem Aluminiumoxid (Wahnbachtalsperre).
- Anlage von Vorsperren im Mündungsbereich von Sperrenzuflüssen und Sperrenseitenbächen (Große Dhünntalsperre).
- Fällung des Wassers kleiner Zuläufe mit Aluminiumsulfat in Sedimentationsteichen ggf. kombiniert mit einfachen Filtrationseinrichtungen. Derzeit entsteht am Ulmener Maar eine Versuchsanlage, um dieses Verfahren zu testen.
- Chemische Behandlung des zufließenden Wassers durch Fällung, Flockung und Filtration (Phosphoreliminierungsanlage an der Wahnbachtalsperre).

## 8.4 Restaurierung

Unter „Restaurierung“ werden Maßnahmen im Gewässer selbst zur Verbesserung seiner Beschaffenheit verstanden. Sie dienen bei Talsperren der Entfernung schädlicher Stoffe aus dem Talsperrenraum oder der Verminderung der Geschwindigkeit des Stoffumsatzes. Grundsätzlich ist die Sanierung die wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Restaurierung. Daher müssen Maßnahmen zur Restaurierung einer eutrophen Talsperre stets kombiniert werden mit Maßnahmen zur Verminderung des Nährstoffeintrages aus dem Einzugsgebiet (SCHARF et al. 1984, DVWK 1988, KUKLENTZ und HAMM 1988).

### 8.4.1 Mechanische Verfahren

#### 8.4.1.1 Entschlammung

Entschlammung kommt besonders für die Vorsperren infrage, die je nach Trübstofftransport der Zuflüsse in Zeiträumen von 10 bis 30 Jahren eine deutliche Verminderung ihres Stauvolumens und damit ihrer Wirksamkeit erleiden sowie für flache, eutrophe Talsperren (Wassertiefe ca. 7 m) mit sehr hoher Bioproduktion, weil sich dort sehr viel organisches, nicht mineralisiertes Material am Boden ablagert.

#### 8.4.1.2 Tiefenwasserableitung

Dieses bewährte Verfahren wird bei Seen durch eine bis zum Seegrund verlegte Leitung praktiziert. Bei Talsperren, die mit einem Grundablaß, häufig auch mit Wasserentnahmemöglichkeiten in verschiedenen Tiefen ausgerüstet sind, handelt es sich dagegen vielfach um die normale Wasserentnahme. Besonders bei Talsperren, die vorwiegend der Energiegewinnung und der Niedrigwassererhöhung dienen, wird das Wasser im Bereich des Sperrengrundes und damit an der tiefsten Stelle der Sperre entnommen. Auf diese Weise wird eine ständige Reinigung des Tiefenbereiches von dem hier abgelagerten sauerstoffzehrenden Material erreicht.

Bei Trinkwassertalsperren, bei denen die Rohwasserentnahme aus der Wasserschicht mit der am besten geeigneten Qualität erfolgt, empfiehlt es sich, über den Grundablaß ständig schleichend Wasser abzuziehen (GRIM 1957, BERNHARDT 1967). Dies ist häufig im Zusammenhang mit der erforderlichen Mindestwasserabgabe möglich. Da sich während der Sommer- und Winterstagnation im tiefsten Bereich der Talsperre durch Zersetzung sedimentier-

ter Biomasse sauerstoffzehrende Substanzen anreichern, wird durch die Tiefenwasserableitung dieses sauerstoffarme Wasser, das gleichzeitig einen erhöhten Gehalt an Phosphor- und Stickstoffverbindungen sowie Eisen und Mangan enthält, abgezogen und durch sauerstoffreiches, darüberlagerndes Wasser ersetzt. Auf diese Weise wird die Anreicherung von sauerstoffzehrenden Stoffen am Gewässergrund verringert und der Entwicklung eines reduktiven Milieus entgegengewirkt.

#### 8.4.1.3 Zwangszirkulation

Durch die künstlich erzeugte Umwälzung, z. B. mit Hilfe frei aufsteigender Luftblasen soll erreicht werden, daß stets in allen Wassertiefen ein ausreichendes Sauerstoffangebot vorhanden ist, um die sauerstoffzehrenden Abbauprozesse im See kompensieren zu können und die Voraussetzung für eine dauerhafte, funktionierende Festlegung von Phosphorverbindungen am Sediment (Nährstoffalle) zu schaffen. Letzteres ist nur dann möglich, wenn an der Sediment-Wasser-Grenzschicht noch ein Restsauerstoffgehalt von 4 bis 6 mg/l O<sub>2</sub> vorhanden ist, d. h. aerobe Verhältnisse vorherrschen.

Durch die frei aufsteigende Luft im tiefsten Bereich der Talsperre wird die temperaturbedingte Dichteschichtung während der Sommerstagnation zerstört. Es kommt auch während dieses Zeitraumes zu einer Vollumwälzung (BERNHARDT 1978). Dies wirkt sich auch auf die Zusammensetzung des Planktons aus. Wenn der durch die Vollumwälzung erzwungene Aufenthalt des Planktons in der lichtlosen Zone länger ist als in der durchleuchteten, wird die Photoassimilation beeinträchtigt und damit die Algenentwicklung gebremst (STEEL 1978, OSKAM 1978). Bei flachen Talsperren einer mittleren Tiefe von < 15 m (maximale Tiefe von 20 m) ist die ständige Vollumwälzung dagegen nicht zu empfehlen, da durch den Vertikaltransport des Wassers Nährstoffe aus dem tieferen Bereich in den Produktionsbereich verfrachtet werden. Dadurch wird die Bioproduktion angeregt. Dagegen kann eine sorgfältig in Intervallen ausgeführte Umwälzung diese negativen Auswirkungen umgehen wie z. B. am Ellertshäuser See (STEINBERG und ZIMMERMANN 1988).

#### 8.4.1.4 Hypolimnische Belüftung

Die auf das Hypolimnion begrenzte Belüftung dient ebenfalls dem Transport von Sauerstoff an den Grund der Talsperre. Jedoch wird bei diesem Verfahren die Temperaturschichtung während der Sommerstagnation nicht zerstört. Damit besteht

keine Gefahr, daß die Nährstoffe vom Sediment in den Produktionsraum transportiert werden (BERNHARDT 1978). Sie hat weiterhin den Vorteil, daß das kühle Wasser des Hypolimnions erhalten bleibt, was besonders wichtig für die Gewinnung von Trinkwasser aus Talsperren ist. Auch für die Salmoniden sollte das Hypolimnion erhalten bleiben. Gleichzeitig muß genügend Sauerstoff für die Vermehrung der Fische im See vorhanden sein. Diesem Vorteil der hypolimnischen Belüftung steht allerdings entgegen, daß sie nicht so wirksam ist wie die Zwangszirkulation (DVGW Merkblatt W 250) (Wahnbachtalsperre, Ennepetalsperre, Große Dhüntalsperre, Breitenbachtalsperre).

#### 8.4.2 Chemische Verfahren

Zur Begrenzung der massenhaften Entwicklung von Algen bei hoher Nährstoffzufuhr kann sich eine Fällung durch Zugabe von Eisen- oder Aluminiumsalzen in das zufließende Wasser vorteilhaft auswirken. Die Fällungsprodukte lagern sich im Seebecken ab.

#### 8.4.3 Biologische Verfahren

Biologische Verfahren beruhen auf einer gezielten Veränderung des Organismenbestandes im Gewässer. Die Bekämpfung unerwünschter Eutrophierungserscheinungen (Verkrautung, Algenmassenentwicklungen) ist beabsichtigt. Da dieses Ziel selbst aber auch eine Veränderung des Organismenbestandes ist und daher Folgewirkungen nach sich zieht, haben biologische Verfahren oft unbeabsichtigte Sekundär- oder Nebenwirkungen, die zu Mißerfolgen führen können. Vor dem Einsatz biologischer Verfahren sind daher unbedingt die im Gewässer lebenden Organismengesellschaften und ihre Beziehungen zueinander gründlich zu untersuchen. Der Einsatz ist anschließend sorgfältig zu überwachen.

##### 8.4.3.1 Einsatz pflanzenfressender Fische

Der aus China stammende Grasfisch (Graskarpfen, Amurkarpfen; *Ctenopharyngodon idella*) frißt höhere Wasserpflanzen. Er wurde daher in verschiedenen Gewässern mit sehr unterschiedlichen Erfolgen zur Bekämpfung der Verkrautung eingesetzt; in Deutschland (seit etwa 25 Jahren) zumeist durch Angler, z. T. durch kommerzielle, auf Gewässer-sanierung spezialisierte Unternehmen. In kaum einem Fall wurden die eingangs genannten Bedingungen einer gründlichen Voruntersuchung erfüllt, in vermutlich keinem Fall die einer sorgfältigen Überwachung. Letztere wird dadurch erschwert, daß sich

sichtbare Wirkungen eines Grasfischbesatzes oft erst nach 3 bis 5 Jahren zeigen, die endgültigen Auswirkungen auf das Ökosystem Gewässer u.U. erst nach mehr als 10 Jahren (DILEWSKI und SCHARF 1988).

Zu hoher Besatz kann zur völligen Vernichtung des Wasserpflanzenbestandes einschließlich der emersen Litoralvegetation führen und damit buchstäblich zur Verwüstung eines Gewässers. Damit wird auch zahlreichen Tierarten die Lebensgrundlage entzogen, denen die Pflanzen Nahrung und Schutz bieten. Laichplätze und Nahrungsgrundlage für zahlreiche Fischarten gehen verloren.

Als Nebeneffekt nimmt parallel zum Rückgang der höheren Wasserpflanzen die Entwicklung von Planktonalgen zu. Durch seine Freßaktivität erhöht der Grasfisch den gewässerinternen Stoffumsatz: Die in den gefressenen Pflanzen gebundenen Nährstoffe werden mit dem Kot weitgehend wieder ausgeschieden und damit erneut in den Stoffkreislauf eingeschleust.

Der Erfolg eines Besatzes mit Grasfischen – die maßvolle Reduzierung von übermäßigen Wasserpflanzenbeständen – ist offenbar abhängig von der Besatzdichte, dem Alter (bzw. Größe) der Besatzfische sowie vor allem von den individuellen Eigenschaften eines Gewässers. Während BARTHELMES (1977) eine Besatzdichte von 200 kg/ha (beim empfohlenen Mindestgewicht der Besatzfische von 200 bis 250 g immerhin 800 bis 1000 Stück/ha) für erforderlich hält, gibt es neuere Befunde, wonach bereits ein Bestand von weniger als 50 (älteren) Grasfischen pro Hektar verkrauteter Wasseroberfläche zur oben beschriebenen Verwüstung eines Gewässers führen kann (DILEWSKI und SCHARF 1988).

Nach bisherigen Erfahrungen ist eine kontrollierte Bekämpfung der Unterwasservegetation mit Grasfischen nur durchführbar, wenn eine wirksame Kontrolle und Regulierung des Grasfischbestandes gewährleistet ist. Das ist nur in ablaßbaren Gewässern möglich. Zwar vermehrt sich der Grasfisch unter unseren klimatischen Bedingungen nicht, er ist aber außerordentlich schwer zu fangen und gilt zudem als sehr wanderfreudig.

Problematisch ist auch der Einsatz der ebenfalls aus China stammenden planktonfressenden Fische *Hypophthalmichthys molitrix* (Silberkarpfen) und *H. nobilis* (Marmorkarpfen). Sie erhöhen ebenfalls den gewässerinternen Stoffumsatz, insbesondere in flachen, ungeschichteten Seen, in denen die mit dem Kot ausgeschiedenen Pflanzennährstoffe in der

produzierenden Wasserschicht erhalten bleiben. Infolge des Fraßes der Fische kommt es im Plankton zu einer Verschiebung des Artenspektrums zugunsten kleiner und kleinster Arten, die vom Filterapparat der Fische nicht erfaßt werden. Diese können sich dann konkurrenzlos vermehren, insbesondere, wenn auch das Zooplankton dezimiert wurde. Das kann durch diese planktonfressenden Fische selbst geschehen. Denn entgegen dem verbreiteten Irrtum, daß diese Fische nur Phytoplankton fräßen, ernähren sich beide auch vom Zooplankton, *H. nobilis* unter bestimmten Bedingungen sogar überwiegend oder ausschließlich. Der Besatz mit planktonfressenden Fischen führt dann lediglich zu einer qualitativen Veränderung, nicht aber zu einer quantitativen Reduzierung von Algenmassenentwicklungen.

Ein Erfolg hinsichtlich der Verringerung von Planktonmassenentwicklungen ist allenfalls in tiefen, geschichteten Seen zu erwarten, wenn der Kot der Fische in das Hypolimnion sedimentiert und so die darin enthaltenen Nährstoffe der trophogenen Wasserschicht entzogen werden (BARTHELMES 1977). Der wesentliche Mechanismus ist dann nicht die direkte Wirkung (Dezimierung der Planktondichte durch Fraß), sondern eine indirekte: Verstärkung des vertikalen Nährstofftransportes, der dann jahreszeitlich früher zu einer Verarmung des Epilimnions an Pflanzennährstoffen führt. Das kann aber nur dann Erfolg haben, wenn nicht gleichzeitig eine hohe allochthone Belastung für ständigen Nachschub von Nährstoffen sorgt.

Der Einsatz pflanzen- und planktonfressender Fische ist demnach als Restaurierungsmaßnahme nicht geeignet. Deswegen sowie wegen der grundsätzlichen Problematik der Einführung faunenfremder Elemente ist der Besatz mit diesen Fischen in den meisten Bundesländern genehmigungspflichtig oder sogar verboten (Bayern, Nordrhein-Westfalen).

#### 8.4.3.2 Nahrungsketten-Steuerung (Biomanipulation)

Plankter sind kurzlebige Organismen. Das Wachstum planktischer Algen hat deshalb eine zwar zeitverzögerte, aber relativ schnelle Vermehrung der von ihnen lebenden herbivoren Zooplankter zur Folge, diese wiederum eine zeitverzögerte Vermehrung räuberischer Zooplankter. Übersteigt nun z.B. die Verlustrate des Phytoplanktons durch „Abweiden“ dessen Vermehrungsrate, so kommt es zum Zusammenbruch der Algenentwicklung: ein Glied

dieser vereinfachten Nahrungskette kontrolliert das vorhergehende.

Das System wird überlagert durch den vorhandenen und sich daher nicht zeitverzögert entwickelnden Bestand zooplanktonfressender Fische, die ihrerseits durch Raubfische kontrolliert werden. Ist dieser Fischbestand unausgewogen oder zu hoch, kann sich das Zooplankton nicht in dem Maße entwickeln, daß es das Phytoplankton kontrollieren könnte.

Die Biomanipulation greift in dieses hier stark vereinfacht dargestellte hierarchische und zugleich vernetzte System der Nahrungskette ein. Durch gezielte Förderung von Raubfischen und durch verstärkten Fang planktonfressender Fische wird deren Bestand soweit reduziert, daß das herbivore Zooplankton sich ungestört entwickeln und seine Funktion als Regulator der Phytoplanktonentwicklung ausüben kann. Derzeit wird durch qualitative und quantitative Änderung des Fischbestandes im Laacher See dieses Nahrungsnetz beeinflusst (NOLDEN und ECKARTZ-NOLDEN, im Druck).

Dieses im Prinzip einleuchtende, im Versuchsmaßstab reproduzierbare und wiederholt erfolgreich praktizierte Verfahren einer Nahrungsketten-Steuerung kennt jedoch auch Mißerfolge (BENNDORF und MIERSCH, im Druck). Da es ja nicht die Ursachen der Eutrophierung (zu hohes Nährstoffangebot) beseitigt, kommt es u. U. lediglich zu einer Verschiebung des Artenspektrums. Algenarten, die wegen ihrer Größe oder aus anderen Gründen vom Zooplankton nicht oder nur in geringem Maße gefressen werden, können bei anhaltend hohem Nährstoffangebot zur Massenentwicklung kommen. Hierzu gehören u. a. verschiedene Blaualgenarten, die wegen ihrer Eigenschaften gerade in Talsperren, die der Trinkwasserversorgung dienen, besonders unerwünscht sind.

#### 8.4.3.3 Fischereiliche Bewirtschaftung

Bereits aus dem vorigen Abschnitt ergibt sich, daß eine fishereiliche Bewirtschaftung eine Biomanipulation darstellt. Sie wird allerdings in der Regel nicht unter diesem Aspekt betrieben und wurde bisher auch nur in wenigen Fällen gezielt als Restaurierungsmaßnahme an Talsperren eingesetzt. Häufiger sind dagegen die negativen Auswirkungen einer „unbeabsichtigten Biomanipulation“ in Form einer unangemessenen Bewirtschaftung.

Ein zu gering entwickelter Bestand algenfressender Zooplankter kann seine Ursache in einer falschen oder einseitigen fishereilichen Bewirtschaftung haben. In tiefen Seen und Talsperren ist das in vielen Fällen ein zu dichter Bestand zooplanktonfressender Coregonen (mit regional unterschiedlichen deutschen Namen: Maränen, Felchen, Renken), der indirekt Massenentwicklungen des Phytoplanktons begünstigt. Gleiche Auswirkungen haben ein übermäßiger Fang von Raubfischen, die den Bestand planktonfressender Fische kontrollieren, oder eine unzureichende Hegebefischung.

Zum typischen Bestand eutropher Seen gehören viele Cypriniden (Karpfenartige), darunter sehr vermehrungsfreudige Arten. Etliche von ihnen sind allerdings wirtschaftlich von geringem Wert und zudem für die Angler unattraktiv. Wird eine nur unzureichende oder gar keine Hegebefischung durchgeführt, können sich diese Arten ungehemmt vermehren. Deren Jungfische aber ernähren sich zunächst vom Zooplankton, wobei bevorzugt und gezielt die großen Arten, die effektivsten Filtrierer (z. B. Daphnien mit einer Körperlänge bis zu etwa 3 mm), erbeutet werden. Zur Dezimierung des Zooplanktons können auch ältere Weißfische beitragen, die zur Planktonernährung übergehen, wenn die Bodennahrung knapp wird.

Letzteres ist häufig die Folge eines zu hohen Bestandes benthonfressender Weißfische (unzureichende Hegebefischung!) oder einer zu gering entwickelten oder vernichteten Unterwasservegetation (wichtiger Lebensraum für viele benthische Tiere). Die Folge sind wochen- oder gar monatelang andauernde Massenentwicklungen planktischer Algen, weil deren Kontrolle durch herbivore Zooplankter ausfällt.

Grundsätzlich ist daher zu fordern, daß die fishereiliche Bewirtschaftung von Talsperren nach den Zielvorgaben des Talsperrenbetreibers von einem Berufsfischer durchgeführt wird oder zumindest unter der Aufsicht einer entsprechend ausgebildeten Fachkraft steht. Das gilt insbesondere für Talsperren, an deren Wasser hohe Qualitätsanforderungen gestellt werden. Eine für solche Gewässer problemangepaßte Bewirtschaftung darf nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit mit dem Ziel maximaler Fangerträge durchgeführt werden.

## 9. Literaturverzeichnis

- BARTHELMES, D. (1977): Maßnahmen gegen das Massenwachstum von aquatischen Pflanzen und Phytoplankton. – Z. Binnenfischerei DDR 24, 343–350.
- BEGER, H. (1952): Leitfaden der Trink- und Brauchwasserbiologie. – Piscator Verl. Stuttgart 1952 Fischer Jena, 1966 (2. Aufl.).
- BENNDORF, J. (1989): Food-web manipulation as a tool in water-quality management. – IWSRT-Aqua 38, 298–304.
- BENNDORF, J. & U. MIERSCH (im Druck): Phosphorus loading and efficiency of biomanipulation. – Verh. Internat. Verein. Limnol.
- BENNDORF, J., K. PÜTZ & M. FRIEMEL (1975): Die Berechnung des Nährstoffrückhaltevermögens von Vorsperren und deren Bemessung. – Acta hydrochim. hydrobiol. 3, 517–522.
- BENNDORF, J., K. PÜTZ, H. KRINITZ & W. HENKE (1975): Die Funktion der Vorsperren zum Schutz der Talsperren vor Eutrophierung. – Wasserwirtschaft–Wassertechnik 25 (1), 19–25.
- BERNHARDT, H. (1978): Die hypolimnische Belüftung der Wahnbachtalsperre. – GWF-Wasser/Abwasser 119 (4), 177–182.
- BERNHARDT, H. (1987): Strategies of lake sanitation. – Schweiz. Z. Hydrol. 49 (2), 202–219.
- BERNHARDT, H., J. CLASEN & E. A. NUSCH (1973): Vergleichende Untersuchungen zur Ermittlung der Eutrophierungsvorgänge und ihrer Ursachen an Riveris- und Wahnbachtalsperre. – Vom Wasser 40, 245–303.
- BERNHARDT, H., J. CLASEN, O. HOYER & A. WILHELMS (1985): Oligotrophierung stehender Gewässer durch chemische Nährstoff-Eliminierung aus den Zuflüssen am Beispiel der Wahnbachtalsperre (Gesamtbericht). – Arch. Hydrobiol. Suppl. 70(4), 481–533.
- BERNHARDT, H. & G. HÖTTER (1967): Möglichkeiten der Verhinderung anaerober Verhältnisse in einer Trinkwassertalsperre während der Sommerstagnation. – Arch. Hydrobiol. 63 (3), 404–428.
- BEUSCHOLD, E. (1961): Limnologische Untersuchungen am Hauptbecken der Saldenbachtalsperre. – Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. 46, (1), 18–42.
- BEUSCHOLD, E. (1961): Biologische und chemische Beobachtungen beim Anstau der Talsperren des Bodewerkes. – Wiss. Zeitschr. d. K-M. Univ. Leipzig, math.-nat. Reihe 10, 93–97.
- BEUSCHOLD, E. (1968): Ein Beitrag zur Prognose der Wasserbeschaffenheit in Talsperren. – Fortschr. d. Wasserchemie 8, 163–187.
- BOSTRÖM, B., M. JANSSON & C. FORSBERG (1982): Phosphorus release from lake sediments. – Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol. 18, 5–59.
- BRUNS, H., R. KOLKWITZ & K. SCHREIBER (1913): Talsperrenwasser als Trinkwasser. – Mitt. d. königl. Landesanst. für Wasserhygiene zu Berlin-Dahlem, 17.
- BUDDE, H. (1936): Die Kleinlebewelt der sauerländischen Talsperren. – Natur und Heimat (2), 45–47.
- CLASEN, J. (1981): The „Reservoir Project“. – Z. Wasser Abwasser Forsch. 14 (3), 80–87.
- CLASEN, J. & H. BERNHARDT (1980): OECD-Cooperative Programme for Inland Waters (Eutrophication Control-Shallow Lakes and Reservoirs, Final Report). – The Water Research Centre, Medmenham, Marlow, Bucks., England.
- CLASEN, J. & H. BERNHARDT (1982): A bloom of the Chrysophyceae *Synura uvella* in the Wahnbach reservoir as indication for the release of phosphates from the sediments. – Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol. 18, 61–68.
- CLASEN, J., H. BERNHARDT, O. HOYER & A. WILHELMS (1982): Phosphate remobilisation from the sediment and its influence on algal growth in a lake model. – Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol. 18, 101–113.
- Deutsches Institut für Normung (DIN 4048) (1987): Wasserbau, Begriffe Stauanlagen, Teil 1, Berlin.
- Deutsches Institut für Normung (DIN 4049) (1989): Hydrologie, Begriffe der Gewässerbeschaffenheit, Teil 2, Berlin.
- Deutsches Institut für Normung (DIN 19700) (1986): Stauanlagen, Teil 10: Gemeinsame Festlegungen, Teil 11: Talsperren, Berlin.
- Deutscher Rat für Landespflege (1984): Talsperren, Landespflege und Erholung. – Schriftenreihe 43.
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (1975): Arbeitsblatt W 102, Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete, II. Teil Schutzgebiete für Trinkwassertalsperren. – ZfGW-Verlag Frankfurt.
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (1981): Arbeitsblatt W 105, Behandlung des Waldes in Schutzgebieten für Trinkwassertalsperren. – ZfGW-Verlag Frankfurt.
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (1985): Arbeitsblatt W 250, Maßnahmen zur Sauerstoffanreicherung von Oberflächengewässern. – ZfGW-Verlag Frankfurt.
- DILEWSKI, G. & B. W. SCHARF (1988): Verbreitung des Graskarpfens (*Ctenopharyngodon idella*) und ökologische Auswirkungen in Rheinland-Pfalz. – Natur und Landschaft 63 (12), 507–510.
- Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK) (1981): Beiträge zur Gewässerbeschaffenheit. – IV. Auswirkungen von Flußstauanlagen auf die Gewässerbeschaffenheit. – Hamburg Parey-Verlag 186 S.

Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK) (1988): Sanierung und Restaurierung von Seen – DVWK – Fachausschuß „Seen und Erdaufschlüsse“. – Bonn, 39 S.

GARBRECHT, G. (1987): Historische Talsperren. – DVWK (Hrsg.) Verlag K. Wittner, Stuttgart.

GOSSE, Ph., R. A. GRAS, J. L. SALLERON & L. LEGLIZE (1986): Approches successives dans controle de l'eutrophisation d'un rivièrre: le Doubs, 29. Journées de l'Hydraulique III.4.1–III.4.8.

GRIM, J. (1957): Für den Bau und Betrieb von Trinkwassertalsperren wichtige Vorgänge in natürlichen und künstlichen Seen. – GWF (Wasser-Abwasser) 98 (10), 234–238 und (12) 277–279.

GRIM, J. (1959 a): Physikalische, chemische, biologische und bakteriologische Untersuchungen an der Kerspeltalsperre. – Bericht an das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

GRIM, J. (1959 b): Untersuchungen und Versuche über Durchflußphänomene in Talsperren. – Gewässer und Abwasser 24, 7–32

GÜDE, H. (1988): Direct and indirect influences of crustacean zooplankton on bacterioplankton of Lake Constance. – Hydrobiologia 159, 63–73.

HENSCHEL, T. & C. STEINBERG (1990): Wirkungsbezogene Immissionsgrenzwerte und Eutrophierung in Fließgewässern: Fallstudie Rott. – Vom Wasser 74 (im Druck)

ICOLD (1984): World Commission of Large Dams, Paris.

IMHOFF, KR. & H. MANTWILL (1988): Ordnung der Erholung an Stauseen und Talsperren.- DVWK-Schriften 85, 67–95.

KLAPPER, H. (1960): Bedeutung der Vorbecken an Trinkwassertalsperren, erläutert am Beispiel der Saldenbachtalsperre. – Wasserwirtschaft-Wassertechnik 10, 305–309.

KÖNIG, H. W. & E. A. NUSCH (1973): The influence of settlement and recreational activities on reservoirs in the Rhenish-Westphalian industrial area. – Comm. Int. Grands Barrages, Madrid, 305–321.

KOLKWITZ, R. (1911): Zur Biologie der Talsperren, insbesondere der Eschbachtalsperre bei Remscheid. – Mitt. Klg. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung (14), 268–411.

KOPPE, P., E. A. NUSCH & K. H. KORNATZKI (1985): Einfluß der Stauhaltung eines Flusses auf seine Wasserbeschaffenheit – Beispiel Baldeneysee. – GWF-Wasser/Abwasser 126 (8), 412–422.

KRUSE (1901): Hygienische Beurteilung des Talsperrenwassers. – Centralblatt f. allgem. Gesundheitspflege 20, 145–170.

KUKLENZ, V. & A. HAMM (1988): Möglichkeiten und Erfolgsaussichten der Seenrestaurierung. – Bericht der Bayerischen Landesanstalt für Wasserforschung, München, 212 S.

Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz – LWG –) vom 09. 06. 1989: G.V. NW, S. 384 f.

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (1985): Seen in der Bundesrepublik Deutschland. – 190 S. (Woeste Druck, Essen).

LEHMANN, C. (1927): Über den Einfluß der Talsperren auf die unterhalb liegende Bach- und Flußfischerei. – Z. f. Fischerei und deren Hilfswissenschaften 25, 468–476.

LIEBMANN, H. (1938): Biologie und Chemismus der Bleilochtalsperre – Zugleich ein Beitrag zur Frage der Wirkung von Abwässern aus Sulfitzellulosefabriken auf stehende Gewässer. – Arch. Hydrobiol. 23, 1–81.

MÜLLER, D. & V. KIRCHESCH (1990): Algenwachstum in Fließgewässern – Gütemodellaussagen zum Einfluß von Tiefe, Trübung, Zooplankton und Nährstoffgehalt – Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen (im Druck).

Nationales Komitee für Große Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland (DNK) & Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK) (1987): Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland. – Berlin, 404 S.

NOLDEN M. & G. ECKARTZ-NOLDEN (im Druck): Interactions between phytoplankton, zooplankton and planktivorous fish in lake Laacher See (Eifel, West-Germany). – Verh. Internat. Verein. Limnol.

NUSCH, E. A. (1975): Comparative investigations on extent, causes and effects of eutrophication in Western-German reservoirs. – Verh. Int. Ver. Limnol. 19, 1871–1879.

NUSCH, E. A. (1984): Wasserbeschaffenheit von Talsperren, dargestellt am Beispiel der Sauerland-Talsperren unter Berücksichtigung räumlicher (topographischer und stratigraphischer) und zeitlicher Änderungen. – Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 43, 266–271.

NUSCH, E. A. (1988): Water quality management of dams and reservoirs in Ruhr River. – Proc. Int. Seminar on Protection and Enhancement of Dam and Reservoir Water Quality, Tokyo 1988, 129–163.

NUSCH, E. A. (1989): „Datengrab oder Sanierungsgrundlage?“ – zur Konzeption der limnologischen Untersuchung der Talsperren und Stauseen im Ruhreinzugsgebiet. – DGL-Jahrestagung, Goslar 1988, 179–188.

OHLE, W. (1962): Der Stoffhaushalt der Seen als Grundlage einer allgemeinen Stoffwechselfeldynamik der Gewässer. – Kieler Meeresforschungen 18, 107–120.

- OSKAM, G. (1978): Die Vorausberechnung der Algenbiomasse in den Biesbosch-Speicherbecken. Theorie und Praxis. – DVWK-Schriftenreihe Wasser 16, 90–107.
- ROCH, H. (1909): Die Beschaffenheit des Talsperrenwassers und seine Eignung für Wasserversorgungszwecke. – Wasser und Abwasser 1, 145–156.
- SCHARF, B. W., A. HAMM & C. STEINBERG (1984): Seenrestaurierung. – W.-K. Besch, A. HAMM, B. Lenhardt, A. Melzer, B. W. Scharf und C. Steinberg: Limnologie für die Praxis 380 S., Landberg-Lech (Ecomed Verlag).
- SCHNEIDER, G. (1912): Das Plankton der Westfälischen Talsperren des Sauerlandes. – Arch. Hydrobiol. 8, 1–42 und 207–263.
- SCHRÄDER, T. (1959): Zur Limnologie und Abwasserbiologie von Talsperren, obere Saale (Thüringen). – Intern. Revue ges. Hydrobiol. 44, 485–619.
- SCHULZE, E. (1962): Limnologische Gesichtspunkte bei der Errichtung von Trinkwassertalsperren. – Arch. f. Hygiene und Bakteriologie. Bd. 146, 321–333.
- STEEL, J. A. (1978): The use of simple plankton models in the management of Thames Valley Reservoirs. – DVGW-Schriftenreihe Wasser 16, 42–59.
- STEINBERG, C. & G. M. ZIMMERMANN (1988): Intermittent destratification: a therapy measure against cyanobacteria in lakes. – Environ. Technol. Lett. 9, 337–350.
- STICHMANN, W. (1984): Die Belange der Vogelwelt an Talsperren. – Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.), 43, 254–257.
- STOCKNER, J. G. (1988): Phototrophic picoplankton: An overview from marine and freshwater ecosystems. – Limnol. Oceanogr. 33, 765–775.
- STUNDL, K. (1941): Limnologische Untersuchungen an einigen westfälischen Talsperren. – Arch. Hydrobiol. 38, 70–97.
- THIENEMANN, A. (1911): Hydrobiologische und fischereiliche Untersuchungen an den westfälischen Talsperren. – Landwirtschaftl. Jahrbücher 41 (3/4), 536–716.
- THIENEMANN, A. (1913): Fischerei in Talsperren. – Vortrag, gehalten am 21. 12. 1912 auf der Generalversammlung des Ruhrtalsperrenvereins zu Essen-Ruhr. – Allgem. Fischerei Ztg. 38, 412–418 und 433–438.
- THIESING, H. (1911): Chemische und physikalische Untersuchungen an Talsperren, insbesondere der Eschbachtalsperre bei Remscheid. – Mitt. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung und Abwasserreinigung (14), 1–267.
- UHLMANN, D. (1963): Biologische Gesichtspunkte bei der Gewinnung von Trinkwasser aus Talsperren. – Festschr. Univ. Leipzig, 154–169.
- UHLMANN, D. & E. ALBRECHT (1968): Biogeochemische Faktoren der Eutrophierung von Trinkwassertalsperren. Limnologica 6, 225–245.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1976): Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. – Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33, 53–83.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1979): Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozeß stehender Gewässer und Talsperren. – Z. f. Wasser- u. Abwasser Forsch. 12 (2), 10–20.
- VOLLENWEIDER, R. A. & J. KEREKES (1982): OECD cooperative programme for monitoring of inland waters (Eutrophication Control). Synthesis Report, Paris.
- WEISSE, T. (1988): Dynamics of autotrophic picoplankton in Lake Constance. – J. Plankton Res. 10, 1179–1188.
- WETZEL, A. (1962): Biologische Beschaffenheit und Gütezustand von Trinkwassertalsperren. – Wasserwirtschaft-Wassertechnik 12, 55–61.
- WETZEL, A. (1969): Technische Hydrobiologie – Trink-, Brauch-, Abwasser.- Akad. Verlagsgesellschaft Geest & Portig KG Leipzig, 407 S.



# 10. Beschreibung der Talsperren

## Baden-Württemberg

- 1 Schwarzenbachtalsperre
- 2 Nagoldtalsperre
- 3 Kleine Kinzig-Talsperre
- 4 Linachtalsperre
- 5 Schluchsee

## Bayern

- 1 Ellertshäuser
- 2 Trinkwassertalsperre Mauthaus
- 3 Seen des Fränkischen Seenprojekts
- 4 Trinkwassertalsperre Frauenau
- 5 Hochwasserrückhaltebecken Postmünster
- 6 Speichersee
- 7 Forggensee
- 8 Sylvensteinspeicher

## Hessen

- 1 Diemeltalsperre
- 2 Twistetalsperre
- 3 Edertalsperre
- 4 Ulmbachtalsperre
- 5 Niddatalsperre
- 6 Kinzigtalsperre
- 7 Marbachtalsperre

## Niedersachsen

- 1 Thülsfelder Talsperre
- 2 Alfsee
- 3 Innerstetalsperre
- 4 Granetalsperre
- 5 Okertalsperre
- 6 Eckertalsperre
- 7 Oderteich
- 8 Sösetalsperre

## Nordrhein-Westfalen

- 1 Talsperren Haltern und Hullern
- 2 Möhnetalsperre
- 3 Sorpetalsperre
- 4 Hennetalsperre
- 5 Haspertalsperre
- 6 Ennepetalsperre
- 7 Versetalsperre
- 8 Eschbachtalsperre
- 9 Sengbachtalsperre
- 10 Neyetalsperre
- 11 Kerspetalsperre
- 12 Fürwiggetalsperre
- 13 Große Dhünnalsperre
- 14 Bigge- und Listertalsperre
- 15 Breitenbachtalsperre
- 16 Wiehltalsperre
- 17 Obernautalsperre
- 18 Wahnbachtalsperre
- 19 Wehebachtalsperre
- 20 Dreilägerbachtalsperre
- 21 Kalltalsperre
- 22 Rurtalsperre, Schwammenauel
- 23 Urfttalsperre
- 24 Perlenbachtalsperre
- 25 Oleftalsperre

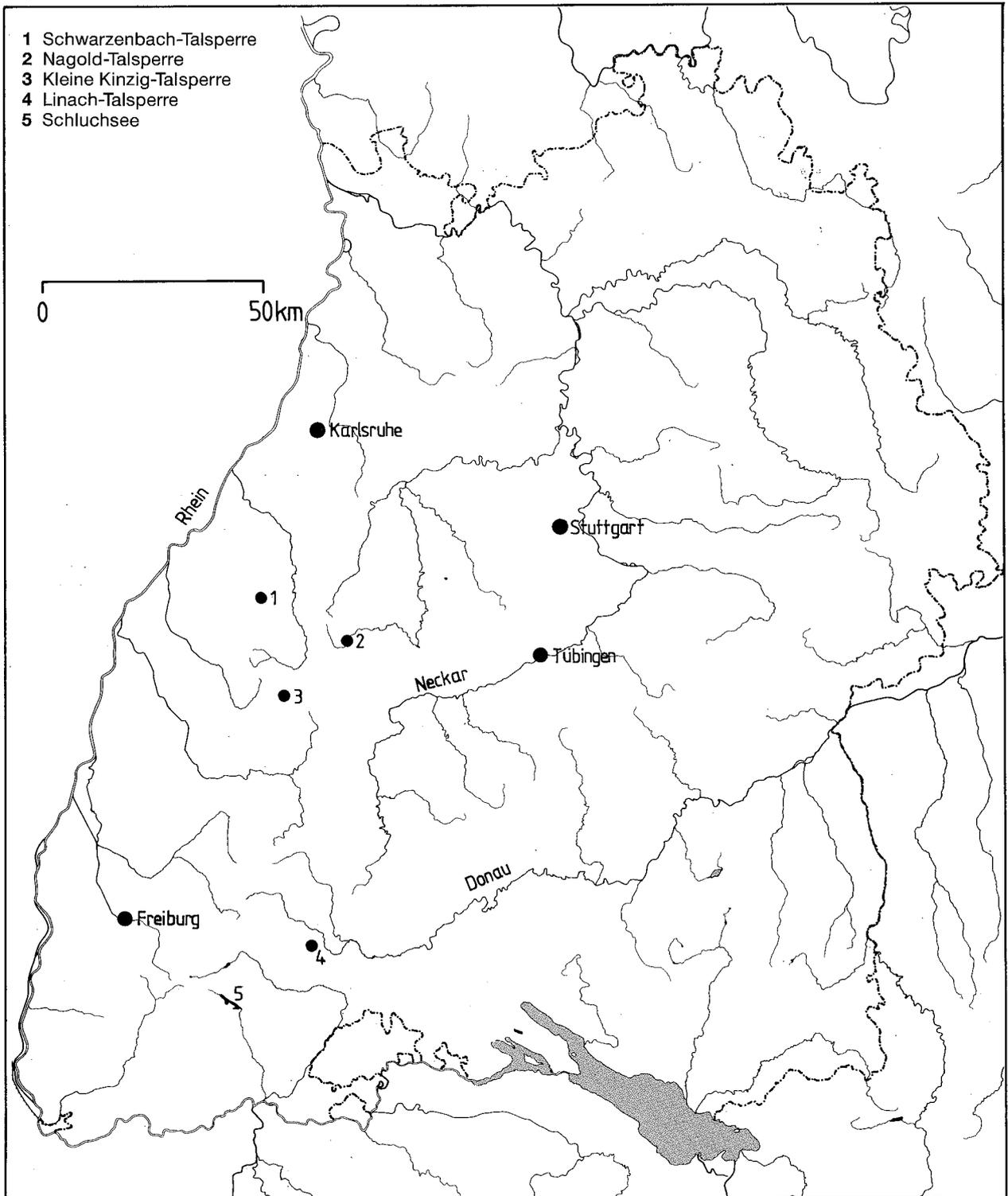
## Rheinland-Pfalz

- 1 Steinbachtalsperre
- 2 Riveristalsperre

## Saarland

- 1 Priemtalsperre
- 2 Bostalsperre

# 10.1 Baden-Württemberg



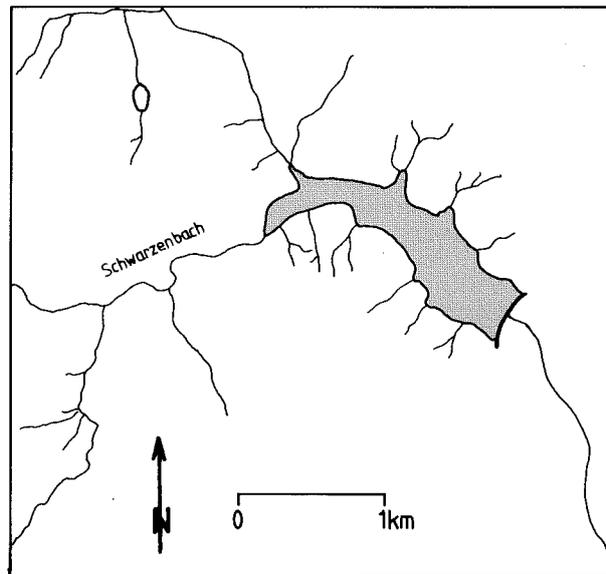
# Schwarzenbach-Talsperre

Topographische Karte: L 7314 Baden-Baden  
Gewässersystem: Schwarzenbach/Murg/Rhein  
Stauziel: 669 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,66 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 14,42 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 41,5 m  
Mittlere Tiefe: 21,8 m  
Ausbaugrad: 20%  
Umgebungsfaktor: 36,4  
Länge des überstauten Tals: 2,2 km  
Absperrbauwerk: Beton-Gewichtsmauer  
Kronenlänge: 400 m  
Uferentwicklung: ca. 2,5  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Form  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Triebwasser über Entnahmeturm  
an der Mauer in 1 m Tiefe über Grund, Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Pumpspeicherkraftwerk  
Einzugsgebiet: 24 km<sup>2</sup> (50 km<sup>2</sup> mit Beileitungen)  
Nutzung der Landfläche: 95% Wald (vorwiegend  
Nadelwald), 5% überwiegend Weide-, wenig  
Ackerland  
Einwohner: ca. 500, zusätzlich bis 8 000  
Tagesgäste  
Eigentümer/Betreiber: Badenwerk AG, Karlsruhe  
Jahr der Inbetriebnahme: 1926

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Das Rudolf-Fettweis-Werk, auch unter seinem ursprünglichen Namen „Murg-Schwarzenbachwerk“ bekannt, dient der Elektrizitätserzeugung aus den Zuflüssen der Murg, der Raumünzach, des Schwarzenbaches und des Seebaches. Es wurde in 2 Bauabschnitten von 1914 bis 1918 und von 1922 bis 1926 erstellt und ist in 3 Gefällestufen, Schwarzenbachwerk, Murg-Hochdruckwerk und Murg-Niederdruckwerk, sowie in eine Zwischenstufe, das Raumünzachwerk gegliedert.

Die Planungen dieses Wasserkraftwerkes gehen auf den Gründer des Flußbaulaboratoriums der Technischen Hochschule Karlsruhe, Prof. Dr.-Ing. Theodor Rehbock zurück, der mit einer Reihe einschlägiger Arbeiten, insbesondere aber mit seinem im Jahre 1910 erschienenen „Entwurf eines Wasserkraftwerkes im Murggebiet oberhalb Forbach“ an die Öffentlichkeit trat. Die badische Regierung förderte die Bestrebungen zur Versorgung des Landes mit elektrischer Energie aus Wasserkraft und entschloß sich noch vor dem ersten Weltkrieg zur Ausführung des ersten Bauabschnittes, des Murgwerkes. Dieses nutzt das natürliche Gefälle der Murg zur Erzeugung elektrischer Energie, wobei die Murg bei Kirschbaumwasen gestaut und das Wasser in einem Druckstollen zum Krafthaus in Forbach geführt wird. Dieser Bauabschnitt nahm im November 1918 die Energieerzeugung auf.



Nach Gründung des Badenwerks als eigenständiges Stromversorgungsunternehmen im Jahr 1921 vollzog sich der Bau des zweiten Abschnitts, des Schwarzenbachwerkes. Dort wird in Spitzenbedarfszeiten der Höhenunterschied von 337 Meter zwischen Schwarzenbach-Talsperre und Forbach zur Energieerzeugung genutzt. In bedarfsschwachen Zeiten wird Wasser aus dem Stau-becken Kirschbaumwasen in die 220 Meter höher gelegene Talsperre gepumpt. Der erste Maschinensatz der Schwarzenbachstufe nahm am 18. 12. 1924 seinen Betrieb auf. Als Besonderheit des Schwarzenbachwerkes sei erwähnt, daß neben der Ausnutzung des für den damaligen Stand der Technik relativ hohen Gefälles erstmals die Pumpspeicherung in Deutschland im Rahmen der öffentlichen Stromversorgung eingerichtet wurde.

Das Stauziel des Schwarzenbach-Stausees liegt auf der Höhe 668,50m über N.N. Bei dieser Füllung (Vollstau) sind 14,4 Mio. m<sup>3</sup> Wasser im See gespeichert, seine Länge ist dann 2,2 km, die größte Breite 600 m und die Spiegelfläche 66,2 ha. Wegen seines im Vergleich zum Murg-Sammelbecken Kirschbaumwasen relativ großen Nutzinhalts ist der Schwarzenbach-Stausee in der Lage, auch größere Hochwasser aufzunehmen, ohne daß hierbei normalerweise ein Überlauf über die Sperrmauer erfolgt. Man spricht deshalb von einem Jahresspeicher, der das Sammeln des schwankenden Zuflusses über mehrere Wochen und Monate ermöglicht, um es dann in Zeiten geringerer Wasserführung bzw. zu Zeiten erhöhten Energiebedarfes abzuarbeiten.

## Einzugsgebiet

Der im Tal des Schwarzenbaches errichtete Stausee nimmt die Zuflüsse des Schwarzenbaches und des Seebaches als natürlichen Einzugsgebiet und die im benachbarten Seitental in kleinen Becken gefaßten Quellbäche der

Raumünzach – den Hundsbach und die Biberach als beileitenden Einzugs auf. Das gesamte Wassereinzugsgebiet des Schwarzenbachstausees beträgt 50 km<sup>2</sup>, wovon 24 km<sup>2</sup> auf den natürlichen und 26 km<sup>2</sup> auf den beileitenden Einzugs entfallen.

Im Bereich der Talsperre und in der unmittelbaren Umgebung steht Granit an, während der größere Teil des Einzugsgebietes von unterem und mittleren Buntsandstein gebildet wird.

#### Ufer

Die Ufer sind steil und steinig; wegen des stark wechselnden Wasserstandes ist keine Ufervegetation ausgebildet.

#### Wasserbeschaffenheit

Die Talsperre zählt zu den mesotrophen Seen, wobei der größte Teil des Nährstoffeintrags aus dem Einzugsgebiet der Murg stammt und durch den Pumpbetrieb bzw. durch Beileitung in den See gelangt.

Chemische Untersuchungen wurden Anfang der siebziger Jahre durch die damalige Landesstelle für Gewässerkunde (heute: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) durchgeführt. Dabei ergaben sich folgende Werte: Die Leitfähigkeit ist durch die geologischen Verhältnisse gering und schwankt zwischen 31 und 38 µS/cm. Im Winter werden höhere Werte erreicht, was aber auf Streusalzeinflüsse zurückzuführen ist. Die Sauerstoffsättigung ist ganzjährig hoch; lediglich bei Eisbedeckung und im Spätsommer sinkt der Sauerstoffgehalt in tiefen Wasserschichten auf Werte um 5,9 mg O<sub>2</sub>/Liter ab. Die pH-Werte schwanken zwischen 5,4 und 8,5, jedoch überwiegen Werte um 6,5 stark.

Die Konzentration des Gesamt-Phosphors schwankt zwischen 10 und 40 µg P/l; die Mittelwerte liegen bei 20 µg P/l. Die Auswirkungen des Pumpbetriebs zeigen sich durch starke Inhomogenitäten innerhalb der Wasser-

säule. Der Nitrat-Stickstoff schwankt zwischen 390 und 900 µg N/l, wobei Werte um 600 µg N/l überwiegen. Die Konzentration des Ammonium-Stickstoffs liegt bei 30–50 µg N/l, die des Nitrit-Stickstoffs bei 1–3 µg N/l.

#### Flora und Fauna

Biologische Untersuchungen der Schwarzenbachstalsperre existieren bis jetzt kaum. Lediglich das Phytoplankton wurde von NAUWERCK Ende der fünfziger Jahre einer genaueren Beobachtung unterzogen: Die Kieselalgen waren ganzjährig wenig vertreten; bis Mitte des Jahres wurde der größte Teil der Algenbiomasse durch Chrysophyceen (vor allem *Chromulina*- und *Ochromonas*-Arten), Cryptophyceen und Dinophyceen gebildet. Ab Juni traten die Grünalgen zunehmend in den Vordergrund und erreichten im Oktober ca. 80 % der Biomasse. Die Blaualgen waren damals unbedeutend, während bei Probenahmen in den siebziger Jahren manchmal stärkere Entwicklungen von Blaualgen im Hochsommer beobachtet wurden. Insgesamt wurden 110 Taxa nachgewiesen, davon 58 Grünalgenarten. Diese relativ große Artenvielfalt kann als typisch für mesotrophe Seen angesehen werden.

Beim Zooplankton erreichten besonders die Rotatorien hohe Individuendichten; Anfang Mai wurden bis zu 2 000 Individuen/Liter gefunden. Überwiegend waren *Polyarthra*-Arten, daneben *Keratella* und *Conochilus* vorhanden. Insgesamt wurden 9 Rotatorien-, 5 Cladoceren- und 4 Copepoden-Arten nachgewiesen.

#### Literatur

VOBIS, H. (1977): Gewässergütezustand des Schwarzenbaches und der Schwarzenbachstalsperre. – Bericht der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

NAUWERCK, A. (1959): Das Phytoplankton der Schwarzenbachstalsperre (unveröffentlichtes Manuskript).

# Nagold-Talsperre

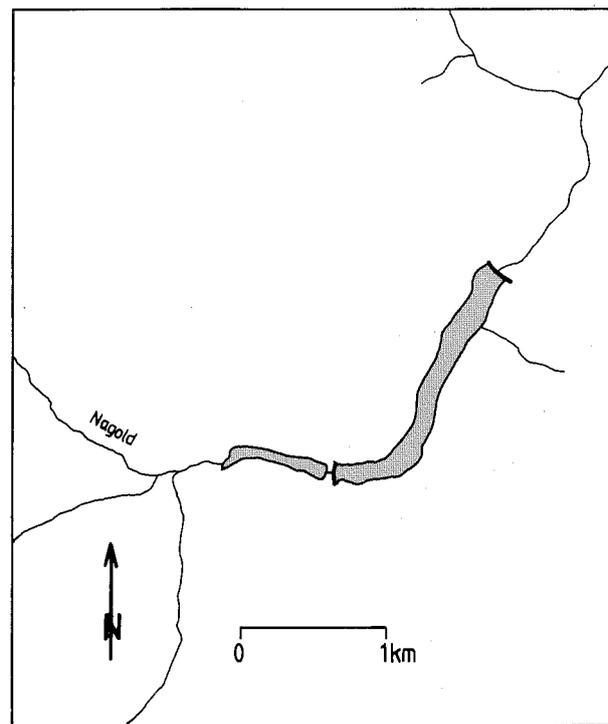
Topographische Karte: L 7516 Freudenstadt  
Gewässersystem: Nagold/Enz/Neckar  
Stauziel: 549 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,40 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 5,06 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 25 m  
Mittlere Tiefe: 13 m  
Ausbaugrad: 17%  
Umgebungsfaktor: 98,24  
Länge des überstauten Tals: 2,85 km  
Absperrbauwerk: Erddamm mit Asphaltbetonaußen-  
dichtung  
Kronenlänge: 235 m  
Uferentwicklung: ca. 2,9  
Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
Vorsperre: 1 Vorsperre mit 0,422 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Seitlicher Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz,  
Niedrigwasseraufhöhung  
Einzugsgebiet: 39 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: ca. 80% Wald  
(überwiegend Nadelwald), ca. 20% Landwirtschaft  
(überwiegend Grünland)  
Einwohner: ca. 3 500 (saisonal wegen Fremden-  
verkehr stark schwankend)  
Eigentümer/Betreiber: Land Baden-Württemberg  
Jahr der Inbetriebnahme: 1971

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die starken Schwankungen der Niederschlagshöhe im Bereich der Hochfläche und der Ostabdachung des nördlichen Schwarzwaldes führen zu einem sehr ungleichen Abflußverhalten der dortigen Flüsse; dadurch kommt es häufig zu großen Überschwemmungsschäden in diesem Gebiet. Begünstigt werden sie durch die geomorphologischen Voraussetzungen mit langen Kerbtälern, deren kleine Talauen nur eine geringe Rückhaltefähigkeit für auflaufendes Hochwasser haben.

Diese Schwierigkeiten führten bereits um die Jahrhundertwende zur Planung geeigneter Abhilfemaßnahmen. Die ehemalige Deutsche Talsperren und Wasserkraftverwertungsgesellschaft stellte im Jahre 1901 den Entwurf für eine Talsperre oberhalb Altensteig auf. Nach der Hochwasserkatastrophe vom Dezember 1947 wurden erneut Untersuchungen über mögliche Abhilfemaßnahmen angestellt. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß eine große Talsperre oberhalb Altensteig mit 30 bis 50 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt die besten Erfolge erzielen würde.

Anstatt des vorgesehenen Großspeichers oberhalb Altensteig, der aus den verschiedensten Gründen nur schwer realisierbar gewesen wäre, umfaßte eine Neuplanung Anfang der sechziger Jahre vier kleinere Einzelspeicher im Niederschlagsgebiet der oberen Nagold mit zusammen rd. 15 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt (Nagold, Zinsbach,



Waldach und Steinach). Gebaut wurde bis jetzt nur die Nagoldtalsperre mit rd. 5,5 Mio. m<sup>3</sup> Gesamtinhalt und einem Einzugsgebiet von 39 km<sup>2</sup>. Die Talsperre dient dem Hochwasserschutz und damit verbunden der Verbesserung des Niedrigwasserabflusses und der Vergrößerung des Wasserdargebots für die Landwirtschaft in Trockenzeiten.

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet umfaßt ca. 39 km<sup>2</sup>; es ist stark hügelig und bei einer Höhe von 520 bis 860 m ü. NN überwiegend bewaldet; die mittlere Jahrestemperatur beträgt + 7 °C. Die mittlere Niederschlagshöhe beträgt 885 mm; am Westrand des Einzugsgebietes ist sie mit 1 200–1 400 mm deutlich höher.

Die Gesteine im Einzugsgebiet gehören hauptsächlich dem oberen Buntsandstein an; im Bereich des Stauraums steht dagegen mittlerer Buntsandstein an. Der vorherrschende mittelkörnige rote Sandstein wird ab und zu von Feinsandstein, manchmal auch von Ton- und Schluffeinlagen unterbrochen. Die Härte ist daher wechselnd. Im Stauraum verläuft die petrographische Schichtgrenze vom mittleren geröllfreien Buntsandstein zum geröllführenden Sandstein des Eck'schen Konglomerats. Die Schichten fallen generell unter 2 bis 3% Neigung nach Südosten ein.

Im Bereich der Hänge steht geröllfreier Buntsandstein an, und die Talsohle ruht überwiegend auf dem Eck'schen

Konglomerat. Im rechten NW-Hang beträgt die Mächtigkeit der Auflockerungszone ca. 25–28 m, im linken stärker besonnten SO-Hang nur rd. 19 m. Die Unterschiede der Mächtigkeit rühren hauptsächlich von der pleistozänen Frostauflockerung her; hierbei ist die Mächtigkeit als Mindestwert für die Eindringtiefe des pleistozänen Dauerfrostes anzusehen. Im Bereich des linken Hanges sind die Klüfte häufig mit feinem schluffigem Sand verfüllt, während sie am rechten Hang nur zu ganz geringem Teil mit Sand oder Steinen verfüllt sind. Dieser Unterschied wird möglicherweise der Fließrichtung des Kluffgrundwassers von NW nach SO zugeschrieben und erklärt außerdem die größere Wasserdurchlässigkeit des rechten Hanges im Vergleich zum linken Hang.

Im Bereich des Speicherbeckens besteht der Untergrund im wesentlichen aus Talschotter und Hangschutt. In der Talsohle ist eine deutliche Trennung der Schichten in Mutterboden, Sand, sandiger Kies und Geröll erkennbar. Zum Teil wird etwas tiefer schluffiger Sand des Eck'schen Konglomerats angetroffen; dieser ist leicht verfestigt (EBERHARD 1969).

#### Ufer

Die Ufer sind überwiegend flach und kiesig-steinig. Eine Ufervegetation ist wegen des wechselnden Wasserstandes des Hauptbeckens lediglich am Vorbecken ausgebildet.

#### Wasserbeschaffenheit

Die Talsperre ist als eutroph anzusehen; neben dem Nährstoffeintrag aus dem Einzugsgebiet trägt die geringe mittlere Tiefe von 11,3 m dazu bei sowie auch der Umstand, daß beim Aufstau der Mutterboden im Bereich der Staufläche nicht entfernt wurde.

Die Talsperre wurde in den siebziger Jahren von der damaligen Landesstelle für Gewässerkunde (heute Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) untersucht. Dabei ergaben sich folgende Ergebnisse: Die Konzentrationen des Gesamtphosphors schwanken zwischen 30 und 75 µg P/l, wobei die Mittelwerte bei 50 µg P/l liegen. Die Konzentrationen des Nitratstickstoffs übersteigen selten 1,1 mg/l, die Mittelwerte liegen bei 0,85 mg/l. Die Konzentrationen des Ammonium-Stickstoffs schwanken normalerweise zwischen 10 und

100 µg/l, können jedoch während der Sommerstagnation in der sedimentnahen Wasserschicht bis auf 150 µg/l ansteigen. Die Konzentration des Nitrit-Stickstoffs schwankt zwischen 5 und 22 µg/l, wobei Werte zwischen 8 und 10 µg/l überwiegen.

Bedingt durch das Vorwiegen von Buntsandstein im Einzugsgebiet, ist das Wasser der Talsperre relativ weich. Die Leitfähigkeit liegt bei durchschnittlich 75 µS/cm, das Säurebindungsvermögen bei 0,4–0,6 val/m<sup>3</sup>, die Gesamthärte bei 0,5–0,7 val/m<sup>3</sup>.

#### Flora und Fauna

Bis jetzt erfolgten keine eingehenden biologischen Untersuchungen, die sich über einen längeren Zeitraum erstreckten; die bisherigen Erkenntnisse beruhen hauptsächlich auf Beobachtungen, die bei chemischen Probenahmen im Rahmen der Gewässergüteüberwachung gemacht wurden.

Da die Kläranlagen im Einzugsgebiet der Talsperre nicht über Phosphor-Eliminierungsanlagen verfügen, erfolgt ein beträchtlicher Nährstoffeintrag in die Talsperre. Deshalb kommt es am Ende der sommerlichen Stagnationsperiode zuerst im Vorbecken, dann im gesamten Hauptbecken regelmäßig zu Algenblüten und zu Sauerstoffmangel in den unteren Wasserschichten, bedingt durch Zehrungsvorgänge beim Absinken der absterbenden Algen (VOBIS 1977). Während sich im Hochsommer vor allem größere Massen der Jochalge *Spirogyra* entwickeln, tritt im Frühherbst die Blaualge *Aphanizomenon flos-aquae* in den Vordergrund.

#### Literatur

- EBERHARD, G. (1969): Die Nagoldtalsperre. – Die Wasserwirtschaft 59, 2–8.
- EISSELE, K. & G. LINK (1981): Gebirgsdurchlässigkeit im Nordschwarzwälder Buntsandstein und ihre Verminderung durch Injektionen, dargestellt am Beispiel der Nagoldtaler Erzgrube. – Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg 22, 59–97.
- VOBIS, H. (1977): Gewässergütezustand der Nagoldsperrre. – Bericht der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

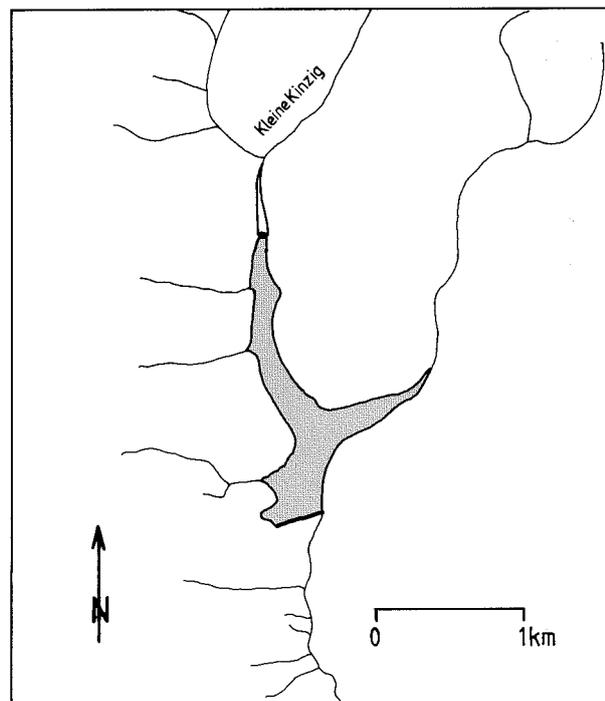
# Trinkwassertalsperre Kleine Kinzig

Topographische Karte: L 7516 Freudenstadt und L 7716 Schramberg  
Gewässersystem: Kinzig/Rhein  
Stauziel: 606 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,62 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 14,00 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 63 m  
Mittlere Tiefe: 22 m  
Ausbaugrad: 66 %  
Umgebungsfaktor: 33,3  
Länge des überstauten Tals: 2,5 km  
Absperrbauwerk: Steinschüttdamm mit Asphalt-dichtung  
Kronenlänge: 380 m  
Uferentwicklung: ca. 2,7  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Form, zweiästig  
Vorsperre: 1 Vorsperre, Vol. 35 000 m<sup>3</sup>  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Für Trinkwasserversorgung über Entnahmeturm, sonst Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Energieerzeugung  
Einzugsgebiet: 18,6 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: 95 % Wald (Fichte, Tanne, vereinzelt Buche) 5 % Grünland  
Einwohner: ca. 100 (ab 1989 Ableitung der Abwässer in Nachbartal)  
Eigentümer/Betreiber: Zweckverband Wasser-versorgung Kleine Kinzig  
Jahr der Inbetriebnahme: 1984

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Im nördlichen Schwarzwald, der durch Buntsandsteinuntergrund gekennzeichnet ist, treten hauptsächlich im Spätsommer nach längeren Trockenperioden Versorgungsengpässe auf. Diese werden einerseits durch den gestiegenen Wasserbedarf verursacht, vor allem durch den angewachsenen Fremdenverkehr, andererseits durch die begrenzten Wasserressourcen des Gebietes. Die Gründe sind die mangelnde Wasserspeicherfähigkeit der Bodenschichten, die zum Versiegen der Quellen führen, und die im Nordschwarzwald relativ schmalen Talauen, die keine stärkere Grundwasserentnahme zulassen.

Aus dieser Mangelsituation heraus kam es 1972 zur Gründung des Zweckverbandes Wasserversorgung Kleine Kinzig für die bessere Trinkwasserversorgung von Gemeinden des mittleren und nördlichen Schwarzwalds. Die Talsperre wurde 1978 – 1982 erbaut; 1984 wurde sie in Betrieb genommen. Sie dient gleichzeitig dem Hochwasserschutz und der Niedrigwasseraufhöhung. Die Talsperre Kleine Kinzig ist die erste Trinkwassertalsperre und auch der oligotrophste See des Landes Baden Württemberg; nach Ableitung der Abwässer im Jahr 1990 von ca. 100 Menschen, die im Einzugsgebiet leben, findet keine



anthropogene Beeinflussung mehr statt. Es werden ca. 180 000 Einwohner und bis zu 50 000 Gäste versorgt.

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet umfaßt ein großes zusammenhängendes Waldgebiet, südlich von Freudenstadt zwischen 600 und 900 m ü. NN, mit mittleren Niederschlägen von ca. 1 600 mm/jährlich. Der Wald besteht fast ausschließlich aus Nadelhölzern, vor allem Fichte und Tanne. Die Buche, die zur potentiellen natürlichen Vegetation des Gebietes gehört, kommt nur vereinzelt vor. Lediglich 5 % des Einzugsgebietes sind waldfrei und werden vor allem als Grünland genutzt.

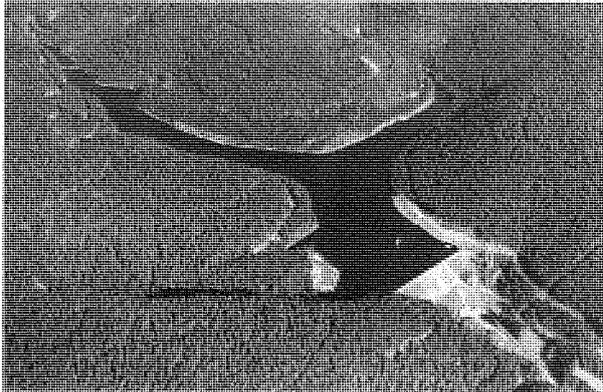
Die anstehenden Gesteinsformationen sind vor allem Oberer und Mittlerer Buntsandstein. Im Bereich der Talsperre selbst überwiegt Oberes Rotliegendes und Unterer Buntsandstein; die Hänge sind dort teilweise klüftig und mit bis zu 20 m hohem Hangschutt bedeckt.

## Ufer

Im Bereich der Talsperre liegt ein typisches Kerbtal vor mit steilen, von Wald gesäumten Ufern, so daß nur schmale Landstreifen trockenfallen. Aus diesem Grund fehlt auch eine Ufervegetation aus höheren Wasserpflanzen vollständig.

## Wasserbeschaffenheit

Bedingt durch die Gesteinsformationen im Einzugsgebiet (Perm und Trias) mit sehr geringem Kalkgehalt ist das Wasser der Kleinen Kinzig sehr weich; die Leitfähig-



Kleine Kinzig

Foto: Wasserverband Kleine Kinzig  
Freigegeben durch Reg. Präs. Stuttgart, Nr. 2/57074

keit beträgt 30–46  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Die pH-Werte liegen zwischen 6 und 7, wobei Werte um 6,5 überwiegen. Der Nährstoffgehalt ist gering; die Konzentration des Gesamtphosphors schwankt zwischen 9 und 21  $\mu\text{g P/l}$ , die Mittelwerte liegen bei 15  $\mu\text{g P/l}$ . Der See kann deshalb als oligotroph eingestuft werden. Der Sauerstoffgehalt ist das ganze Jahr über auch in der Tiefe nahe der Sättigungsgrenze.

Die Konzentration des anorganischen Nitrat-Stickstoffs schwankt zwischen 0,8 und 1,0 mg/l, wobei Werte um 0,88 mg N/l überwiegen. Die Konzentration des Ammonium-Stickstoffs liegt unter 10  $\mu\text{g/l}$ , die des Nitrit-Stickstoffs regelmäßig unter 1  $\mu\text{g/l}$ . Der Si-Gehalt (gemessen als  $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ) schwankt wenig um einen Mittelwert von 1,625 mg/l.

## Flora und Fauna

### Phytoplankton

Während im Jahr des Aufstaus und im Folgejahr kein Phytoplankton festgestellt werden konnte, entwickelte sich in den Folgejahren ein sehr arten- und individuenreiches Phytoplankton. Auffällig ist der ganzjährig hohe Biomasseanteil der Chrysophyceen bei großer Artenvielfalt; dies kann als typisch für oligotrophe Seen angesehen werden. Die Chrysophyceen erreichen ihr Maximum im Frühsommer, wobei es zu einer schnellen Artensukzession kommt. Meistens dominieren *Dinobryon*-, *Chromulina*-, *Ochromonas*- und *Chrysococcus*-Arten. Auch die Dinophyceen können einen beträchtlichen Anteil der Biomasse erreichen, wobei *Gymnodinium uberrimum* und *Peridinium inconspicuum* im Vordergrund stehen. Die Cryptophyceen sind vor allem durch die euryöke Art *Cryptomonas ovata* sowie weitere *Cryptomonas*-Arten vertreten. Die Kieselalgen spielen nur eine geringe Rolle. Insgesamt wurden bei einer ersten Bestandsaufnahme durch KÜMMERLIN & HOEHN (1990, unveröffentlicht) 128 Taxa nachgewiesen.

### Zooplankton

Eine erste Bestandsaufnahme des Zooplanktons durch GERGER (1988) erbrachte folgende Ergebnisse: Die Biomasse des Zooplanktons wird im wesentlichen von *Daphnia longispina* geprägt; sie ist die größte Zooplanktonform des Sees. Andere Cladoceren-Arten treten stark in den Hintergrund. Von den Copepoden wurde lediglich *Cyclops* gefunden und bis zur Gattung determiniert. Die Gruppe der Rotatorien wird hauptsächlich von *Keratella quadrata* und *Polyarthra* sp. gebildet; *Synchaeta* sp. ist seltener.

### Fische

Der Fischbestand besteht ausschließlich aus Bachforellen, die aus den Zuflüssen zur Talsperre eingewandert sind. Es findet weder Besatz noch Befischung statt.

### Sediment

Vor dem Einstau wurden der Mutterboden und die Wurzelstöcke entfernt, um die Voraussetzungen für eine gute Trinkwasserqualität zu verbessern. Das Sediment, das sich im See nach dem Einstau abgelagerte, besteht aus Sand und Schluff.

### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Für den See und das gesamte Einzugsgebiet wurde eine Schutzgebietsverordnung erlassen, die menschliche Beeinflussungen auf ein Mindestmaß reduziert. In den Wäldern des Einzugsgebietes ist der Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln untersagt. Die Abwässer der einzigen Ortschaft, die im Einzugsgebiet liegt, werden ab 1990 in ein Nachbartal umgeleitet, so daß keinerlei häusliche Abwässer in den See gelangen. Nutzungen für den Freizeitsport wie Surfen oder Segeln sind nicht gestattet. Weiterhin wurde beschlossen, auch in Zukunft auf eine fischereiliche Nutzung zu verzichten. Die Talsperre „Kleine Kinzig“ ist somit eines der wenigen stehenden Gewässer von Baden-Württemberg, wo weder Berufs- noch Freizeitfischerei stattfindet.

### Literatur

- DAMM, G. (1978): Trinkwassertalsperre Kleine Kinzig. – GWF-Wasser/Abwasser 119, 491–500.
- FREY, F. (1979): Die Schwarzwaldwasserversorgung Kleine Kinzig. – Kommunalwirtschaft 6, 1–4.
- GERGER, M. (1988): Limnologische Untersuchung einer oligotrophen Talsperre (Kleine Kinzig Talsperre). – Diplomarbeit Fachbereich Technisches Gesundheitswesen (Umwelt- und Hygienetechnik), Fachhochschule Gießen, 1–73.
- ZWECKVERBAND TRINKWASSERVERSORGUNG KLEINE KINZIG (1985): Trinkwasser aus dem Schwarzwald. – Einweihungsschrift, 1–30.

# Linach-Talsperre

Topographische Karte: L 7914 Furtwangen  
Gewässersystem: Linach/Breg/Donau  
Stauziel: 848 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,11 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 1,10 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 23 m  
Mittlere Tiefe: 10 m  
Ausbaugrad: 7%  
Umgebungsfaktor: 106,4  
Länge des überstauten Tals: 1 km  
Absperrbauwerk: Gewölbereihenmauer  
Kronenlänge: 142,8 m  
Uferentwicklung: ca. 2,9  
Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß, Triebwasser über Stollen  
Nutzung der Talsperre: Stromerzeugung, z. Z. stillgelegt  
Einzugsgebiet: 11,7 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: 98% Waldfläche, überwiegend Fichtenbestand  
Einwohner: ca. 200  
Eigentümer/Betreiber: Stadt Vöhrenbach  
Jahr der Inbetriebnahme: 1925

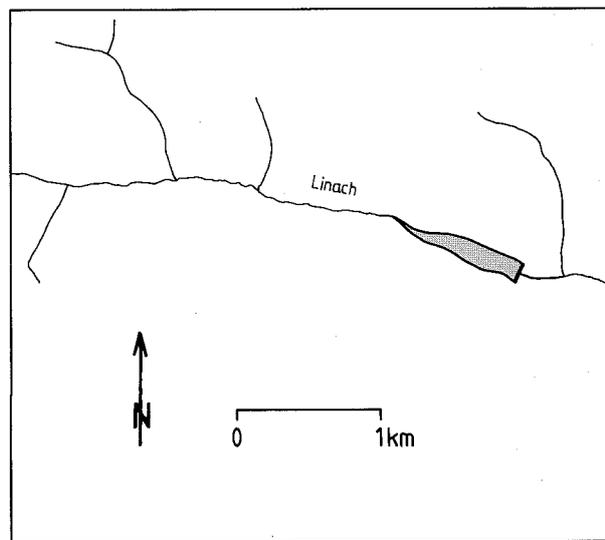
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Linach-Talsperre wurde 1922–1925 von der Stadt Vöhrenbach zur Stromerzeugung erbaut. Das Absperrbauwerk dieser Sperre gehört zum in Mitteleuropa sehr seltenen Typ der Gewölbereihenmauer, einer Sonderform der Bogenstaumauer. Während die Schubkräfte der Wasserfläche bei der Bogenstaumauer durch Gewölbewirkung in die Talflanken abgeleitet werden, erfolgt diese Schubableitung bei der Gewölbereihenmauer durch senkrecht stehende Gewölbe und durch Stützmauern in die Talsohle.

Die Talsperre ist zur Zeit stillgelegt, da die Absperrmauer reparaturbedürftig ist; nach erfolgter Sanierung ist vorgesehen, die Talsperre 1991 wieder zur Elektrizitätserzeugung in Betrieb zu nehmen. Die Staumauer ist das einzige unter Denkmalschutz stehende Absperrbauwerk der Bundesrepublik Deutschland.

## Einzugsgebiet

Die Linach-Talsperre liegt in der Ostabdachung des Schwarzwaldes in einem fast geschlossenen Waldgebiet. Die Täler der Donauzuflüsse, zu denen die Linach gehört, sind tief eingeschnitten. Während der Untergrund der Talauen aus Hangschutt und Geröllen besteht, stehen an den Hängen und auf den Hochflächen Oberer und Mittlerer Buntsandstein sowie Granit an.



## Ufer

Die seitlichen Ufer des Stausees sind steil, steinig und ohne Pflanzenbewuchs. Im Bereich der Stauwurzel, an der Einmündung der Linach, ist die Talaue dagegen flach.

## Wasserbeschaffenheit

Die Talsperre zählt zu den mesotrophen Seen; obwohl die Einwohnerzahl im Einzugsgebiet gering ist, bewirkt die geringe Größe des Sees einen relativ hohen Nährstoffeintrag.

Chemische Untersuchungen wurden Mitte der fünfziger Jahre durch das Chemische Untersuchungsamt der Stadt Konstanz und die damalige Anstalt für Bodenseeforschung (heute Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) und Mitte der siebziger Jahre durch die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg durchgeführt. Dabei ergaben sich folgende Werte: Die Leitfähigkeit ist durch die geologischen Verhältnisse gering und schwankt zwischen 45 und 55 µS/cm. Die Sauerstoffsättigung der oberen Wasserschichten ist ganzjährig hoch, wobei es im Hochsommer regelmäßig zu Sauerstoff-Übersättigungen der obersten Wasserschicht kommt. Der Sauerstoffgehalt der tieferen Wasserschichten sinkt zu dieser Zeit auf Werte um 4 mg/l ab. Die pH-Werte schwanken zwischen 6,5 und 8, jedoch überwiegen Werte um 7,0 stark.

Die Konzentration des Gesamt-Phosphors liegt zwischen 17 und 55 µg/l, die Mittelwerte bei 30 µg/l. Der Nitrat-Stickstoff schwankt zwischen 210 und 630 µg/l, wobei Werte um 350 µg/l überwiegen. Die Konzentration des Ammonium-Stickstoffs liegt bei 10–135 µg/l, die des Nitrit-Stickstoffs bei 1–11 µg/l.

## Flora und Fauna

Biologische Untersuchungen der Linach-Talsperre existieren bis jetzt kaum. Lediglich das Phyto- und Zoo-

plankton wurde von NAUWERCK Ende der fünfziger Jahre einer genaueren Beobachtung unterzogen.

### Phytoplankton

Insgesamt wurden 121 Taxa nachgewiesen. Die Kieselalgen waren wenig vertreten, während der größte Teil der Algenbiomasse durch Cryptophyceen, Chrysophyceen und Dinophyceen gebildet wurde. Dieses kann als typisch für die Schwarzwaldseen mit humoser Wasserfärbung angesehen werden. Auffallend war auch der hohe Anteil der Desmidiaceen an Biomasse und Artenzahl, wobei die 16 *Staurastrum*-Arten quantitativ dominierten.

Im Frühjahr dominierten Chrysophyceen, Ende Mai die Cryptophyceen. Daran schlossen sich Dinophyceen (*Ceratium*) sowie Picoalgen (*Aphanothece*, *Aphanocapsa*) an. Im Spätsommer erreichte *Ceratium hirundinella* einen großen Anteil der Biomasse. Im Herbst dominierten chlorococcale und tetrasporale Grünalgen, während im Winter wieder die Chrysophyceen in den Vordergrund traten. Das Phytoplankton des Linachstausees zeigt eine große Artenvielfalt, wie sie für mesotrophe Seen typisch ist.

### Zooplankton

Das Zooplankton war reichlich entwickelt. Im Mai/Juni waren *Polyarthra*-Arten mit einigen hundert Individuen pro Liter vertreten. Auffälligerweise wurde bei keiner Gelegenheit *Keratella*-Arten oder *Kellicottia* festgestellt. Im Herbst wurden in den Netzproben vereinzelt Cladoceren und ein Diaptomide gefunden.

### Literatur:

CHEMISCHES UNTERSUCHUNGSAMT DER STADT KONSTANZ UND ANSTALT FÜR BODENSEEFORSCHUNG DER STADT KONSTANZ (1956): Chemische, bakteriologische und biologische Untersuchungen im Bereich des Linachstausees als Modellversuch zur Frage der Trinkwasserversorgung aus Schwarzwald-Stauseen. – Bericht, 1–38.

NAUWERCK, A. (1959): Das Phytoplankton der Linachtalsperre (unveröffentlichtes Manuskript).

# Schluchsee

Topographische Karte: L 8114 Titisee-Neustadt

Gewässersystem: Schwarza / Alb / Mettma / Schlücht / Rhein

Stauziel: 930 m ü. NN

Speicheroberfläche: 5,17 km<sup>2</sup>

Gesamtstauraum: 114,30 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

Maximale Tiefe: 61,7 m

Mittlere Tiefe: 22,1 m

Ausbaugrad: 128 %

Umgebungsfaktor: 14

Länge des überstauten Tals: 7,5 km

Absperrbauwerk: Beton-Gewichtsmauer

Kronenlänge: 250 m

Uferentwicklung: ca. 2,3

Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form

Vorsperre: Im Ahatal bei Oberaha eine kleine Vorsperre, als Fischaufzuchtbecken genutzt.

Zirkulationstyp: dimiktisch

Lage des Auslaufs: Gegenüber der Ortschaft Schluchsee; Druckstollen zum Kraftwerk Schwarzabruck, Absenkziel 888 m ü. NN (siehe Text)

Nutzung der Talsperre: Speicherkraftwerk,

Jahresspeicher der Schluchsee-Gruppe

Einzugsgebiet: 72,8 km<sup>2</sup> (davon Beileitungen 31,1 km<sup>2</sup>)

Nutzung der Landfläche: 72 % Wald (84 % Fichte, 8 % Buche und Ahorn, 3 % Tanne), sonst überwiegend Grünland

Einwohner: 4 200 (zusätzlich durchschnittlich 2 500 Übernachtungsgäste sowie bis 20 000 Tagesgäste)

Eigentümer: Land Baden-Württemberg

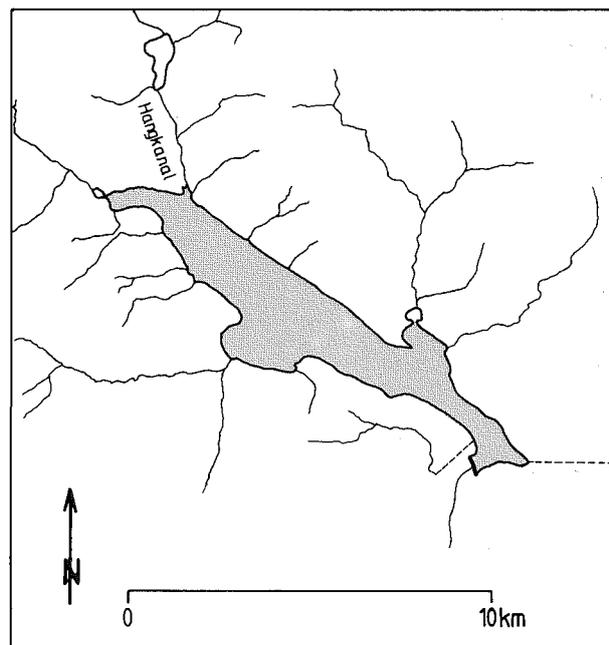
Betreiber (Nutzungsrecht): Schluchseewerk AG Freiburg

Jahr der Inbetriebnahme: 1932 (Teilstau 1931)

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

### Entstehung

Der Schluchsee stellt unter den Stauseen der Bundesrepublik Deutschland eine Ausnahme dar, denn er bestand bereits vor dem Aufstau als natürlicher See. Dieser ursprüngliche Schluchsee entstand durch die Vergletscherung des Feldberggebiets; nach dem Ende der letzten Eiszeit (Würmeiszeit) hatte der Aha-Schluchsee-Gletscher bei Seeburg eine Endmoräne hinterlassen. Beim Abschmelzen dieses Gletschers sammelten sich die Schmelzwässer in dem durch die Endmoräne abgeriegelten und glazial übertieften Aha-Schluchsee-Tal, wodurch der Urschluchsee entstand. Beim weiteren Rückzug des Feldberggletschers wurde durch rückschreitende Erosion der Schwarza der Überlauf dieses glazialen Sees geschaffen. Der Schluchsee liegt durchweg im Grundgebirge, wobei Gneis, Granit und Lamporphyr anstehen. Der Wasserspiegel des heutigen Schluchsees wird durch



eine Talsperre um 30 m auf 930 m über NN bei Vollstau angehoben; die Länge des Sees beträgt 7,5 km (früher 3 km), die Wasserfläche bei Vollstau 5,17 km<sup>2</sup> (siehe Abbildung 1).

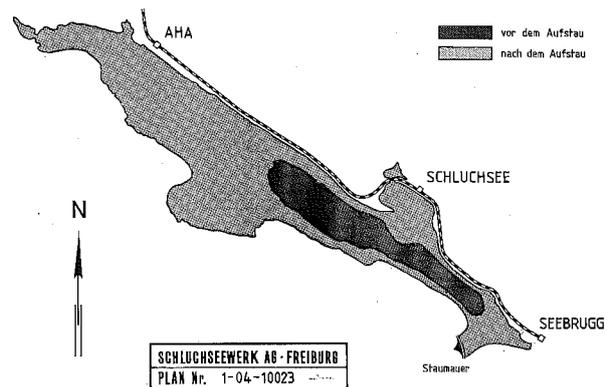


Abbildung 1: Schluchsee, Lageplan vor und nach dem Aufstau.

### Ziel und Bewirtschaftung

Die Schluchseewerk AG, Freiburg, wurde am 15. 12. 1928 mit dem Ziel gegründet, die Wasserkräfte des Schluchseegebiets und der benachbarten Wasserläufe unter Ausnutzung der Fallhöhe bis zum Rhein bei Waldshut zur Stromerzeugung zu nutzen. Das Schluchseewerk erzeugt Spitzenenergie, wobei neben den natürlichen Zuflüssen auch durch Pumpen aus tieferliegenden Speichern hochgefördertes Wasser genutzt wird. Dabei

wird in Zeiten schwächerer Netzauslastung überschüssiger Grundstrom aus dem elektrischen Verbundsystem für den Pumpbetrieb genutzt, um Wasser aus den tiefer gelegenen Becken in den Schluchsee hochzupumpen. Bei stärkerer Auslastung des Netzes wird Spitzenstrom durch Abarbeitung des Wassers in die tieferen Stufen erzeugt.

Die Gesamtfallhöhe zwischen dem Schluchsee und dem Rhein beträgt 620 m. Sie ist auf 3 Kraftwerkstufen, die Oberstufe Häusern, die Mittelstufe Witznau und die Unterstufe Waldshut aufgeteilt. Stollen und Druckrohrleitungen von insgesamt 25 km Länge stellen über diese 3 Kraftwerke die Verbindung vom Schluchsee zum Rhein

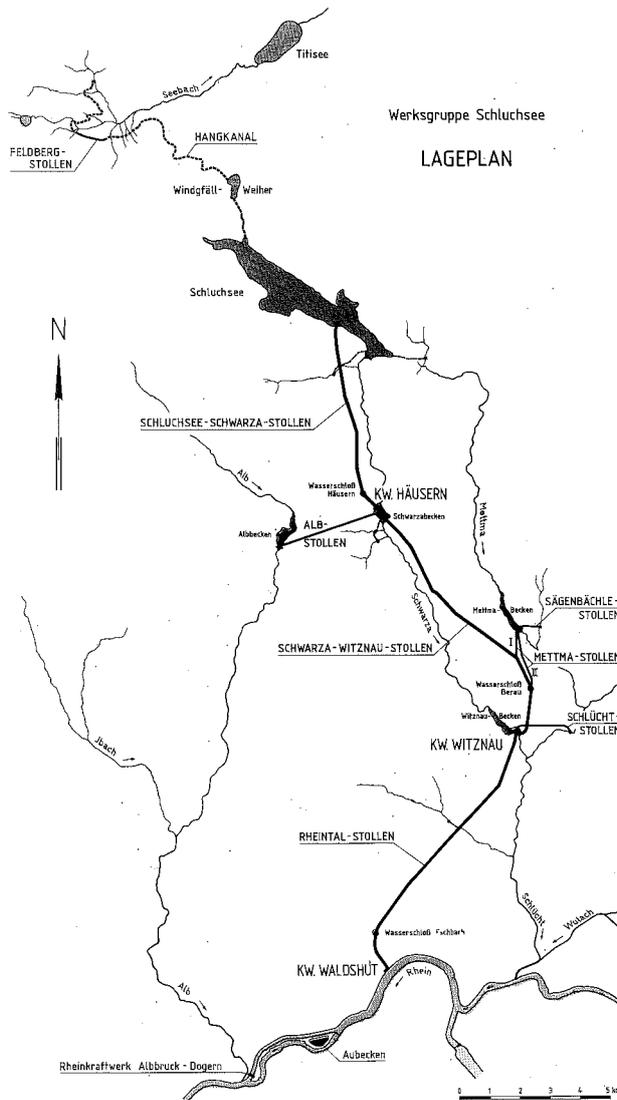


Abbildung 2: Das Schluchsee-Stausystem mit Einzelbecken und Beileitungen.

her. Bei den Kraftwerken Häusern und Witznau ist jeweils ein Ausgleichsbecken von  $1,3 \times 10^6 \text{ m}^3$  angeordnet. In diese Becken werden die Zuflüsse aus der Hauensteiner Alb (Albbecken) und der Mettna (Mettnabecken) sowie weiterer kleinerer Bäche beigeleitet und mit dem Betriebswasser aus Pump- und Turbinenbetrieb verarbeitet.

Der Wasserreichtum des südlichen Schwarzwaldes ist in den hohen Niederschlägen des Feldberggebietes von ca. 2.000 mm/Jahr begründet. Zur Erhöhung der Zuflüsse zum Schluchsee wurde neben kleineren Bachbeileitungen der 10 km lange Hangkanal gebaut, der das Wasser vom Osthang des Feldbergmassivs beileitet. Aus dem insgesamt  $72,78 \text{ km}^2$  großen Einzugsgebiet fließen dem Schluchsee im Jahresmittel rund  $90 \times 10^6 \text{ m}^3$  Wasser zu. Der nutzbare Inhalt beträgt  $108 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Das Einzugsgebiet der Mittel- und Unterstufe beträgt insgesamt  $260,58 \text{ km}^2$ , aus dem im Mittel  $200 \times 10^6 \text{ m}^3$  der Werksgruppe zufließen. Durch Pumpen kann dieses Wasser zum Teil in den Schluchsee verlagert werden. Seit der Inbetriebnahme der Unterstufe Waldshut 1951 wird auch Rheinwasser in den Schluchsee gepumpt.

Pläne für die Nutzung der Wasserenergie im Südschwarzwald entstanden bereits um die Jahrhundertwende, jedoch wurden diese durch den ersten Weltkrieg und die Weltwirtschaftskrise soweit verzögert, daß der Aufstau des Schluchsees als erste Stufe des gesamten Systems erst 1931 erfolgen konnte. Im zweiten Weltkrieg kam es dann zum Stillstand der gesamten Bautätigkeit, so daß die letzte Stufe, das Kraftwerk Waldshut, erst 1951 in Betrieb ging (siehe Abbildung 2).

### Recht

Der Schluchsee ist in seiner Rechtsnatur trotz Aufstau und Bewirtschaftung ein öffentliches Gewässer im Eigentum des Landes Baden-Württemberg. Der Gemeingebrauch, vor allem die Freizeitnutzung, ist zugelassen. Das Schluchseewerk hat das Recht, den Schluchsee zur Stromerzeugung als Jahresspeicher nach energiewirtschaftlichen Erfordernissen zu bewirtschaften.

### Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet des Schluchsees war ursprünglich ein geschlossenes Waldgebiet mit 30–40% Tanne, 30–40% Buche und 20–30% Fichte. Nachdem ab dem Jahr 1100 die Besiedlung durch den Einfluß des Klosters St. Blasien erfolgt war, wurden ab 1600 große Teile des Waldes für die Köhlerei und die Glasherstellung gerodet. Auch die bis zu Beginn der Neuzeit übliche Nutzung des Waldes für die Eichelmast der Schweine führte zu einer Schädigung des Waldes. Als im Jahr 1806 der neugegründete Badische Staat große Waldflächen übernahm, betrug der Waldanteil lediglich noch ca. 35%, wobei die meisten Bestände devastiert waren. Im Verlauf des letzten Jahrhunderts kam es zu umfangreichen Aufforstungen mit Fichte; gleichzeitig stieg der Anteil der Waldfläche an.

Zur Zeit sind 72% des Einzugsgebietes mit Wald bedeckt, wobei die Fichte mit 84% überwiegt. 8%

werden von Buche und Ahorn gestellt, während der Anteil der Tanne nur noch 3% beträgt. Der Rest wird von Kiefer, Lärche und Douglasie gebildet. Im Zuge eines veränderten Verständnisses für einen naturnahen Bestand versucht man, den Anteil der Fichte auf etwa 65% zurückzuführen, den Anteil der Tanne auf 10% und den der Laubbäume auf 25% anzuheben. Der Rest des Einzugsgebietes ist überwiegend mit Grünland bedeckt, das vor allem der Milchwirtschaft und Viehzucht dient.

Die gesamte Staugruppe des Schluchseewerkes liegt in der Südabdachung des Hochschwarzwaldes zum Hochrhein. Während Ober- und Mittelstufe vorwiegend im Grundgebirge errichtet sind, stehen bei der Unterstufe Buntsandstein und Muschelkalk an. Der Schluchsee selbst liegt fast vollständig im Grundgebirge, das wie überall im Schwarzwald stark von Klüften und Spalten, sogenannten Ruschelzonen durchzogen ist.

#### Ufer

Bedingt durch den wechselnden Wasserstand sind die Ufer steinig und ohne Vegetation. Im Bereich der Stau-mauer sind die Ufer steil abfallend; gegen die Stauwurzel zu werden sie flacher. Dort kommt es bei längerem Trockenfallen zum Aufkommen einer krautigen Pionier-pflanzen-Vegetation.

#### Wasserbeschaffenheit

Bedingt durch die Gesteinsformationen im Einzugs-gebiet (vorwiegend Granit und Gneis) mit sehr geringem Kalkgehalt ist das natürliche Zuflußwasser sehr weich; die Leitfähigkeit im Hangkanal, dem größten Zufluß, beträgt 29–40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Die kleineren Bäche, die zum Schluchsee strömen, haben durch anthropogene Beeinflussung eine höhere Leitfähigkeit. Vor allem jedoch durch Hoch-pumpen kalkreicheren Rheinwassers mit einer Leit-fähigkeit von 300–400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  erfolgt eine Aufhärtung des Schluchseewassers auf 50–90  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , meistens überwiegen Werte um 65  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Die pH-Werte liegen zwischen 6,6 und 9, wobei Werte um 7,0 überwiegen. Die hohen Werte sind vor allem auf die Assimilationstätigkeit hoher Phytoplanktonbiomassen zurückzuführen.

Der Nährstoffgehalt ist mittelgroß; die Konzentration des Gesamt-Phosphors schwankt zwischen 20 und 75  $\mu\text{g}/\text{l}$ , die Mittelwerte liegen bei 45  $\mu\text{g}/\text{l}$ . Der See kann deshalb von der Nährstoffversorgung her als mesotroph eingestuft werden. Obwohl der Schluchsee in einem nur mäßig dicht besiedelten Gebiet liegt, das auch kaum durch intensive Landwirtschaft geprägt ist, erfolgt in diesem See häufig ein starkes Phytoplanktonwachstum. Im Spätsommer und Frühherbst treten oft Algenblüten auf. Wenn wegen Reparaturarbeiten der See abgelassen werden muß (z. B. 1972 und 1983), sind in den folgenden Jahren diese Algenmassenentwicklungen besonders stark (siehe Abbildungen 3a–c).

Während früher (ECKSTEIN 1963, ELSTER & MOTSCH 1966) der Rhein als Hauptnährstoffquelle für die Phyto-planktonproduktion im Schluchsee angesehen wurde, hat sich durch die Sanierungsbemühungen im Einzugsgebiet

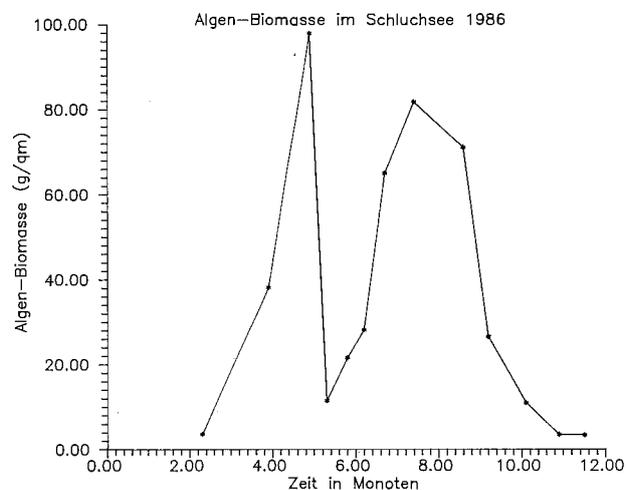
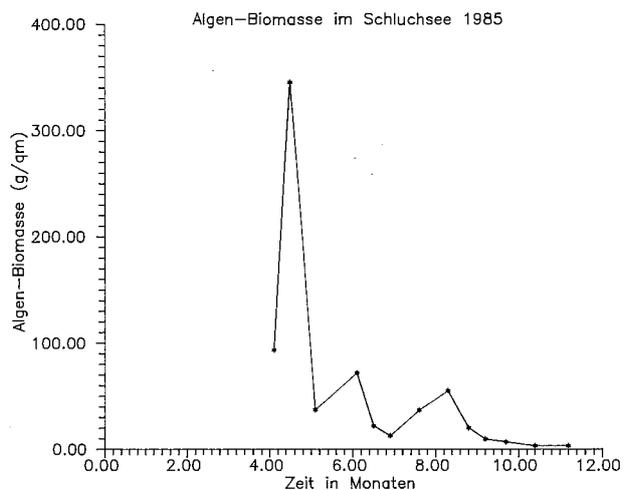
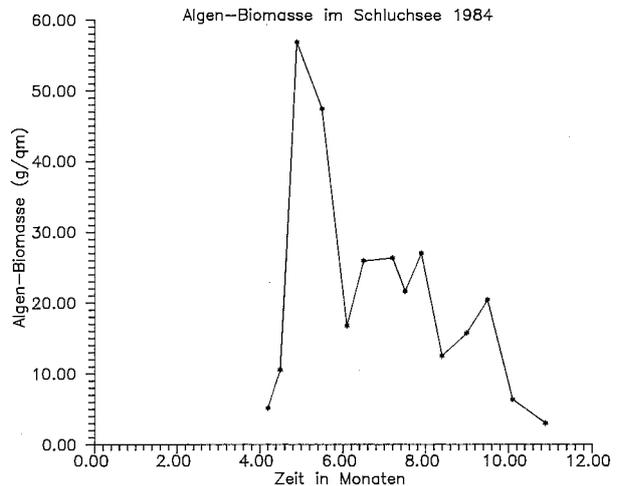


Abbildung 3a–c: Phytoplanktonentwicklung im Schluchsee in den Jahren 1984, 1985 und 1986.

des Alpen- und Hochrheins die Wasserqualität soweit verbessert (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987), daß andere Nährstoffquellen für die Planktonproduktion verantwortlich sein müssen.

Eine Berechnung der in den Kraftwerken abgearbeiteten Wassermengen zeigte folgendes: Bedingt durch die hohe Niederschlagsmenge im Einzugsgebiet ist die Wassermenge, die nach unten abfließt, wesentlich größer als die nach oben gepumpte Menge. Selbst bei längerem Pumpbetrieb befinden sich deshalb im Schluchsee maximal 15 % Rheinwasser, so daß der Rhein als Verursacher der Eutrophierung im Schluchsee ausgeschlossen werden kann.

Der größte Phosphoreintrag erfolgt durch die Kläranlage der Gemeinde Schluchsee, die rund ein Drittel der gesamten Phosphorfracht liefert, die in den Schluchsee gelangt. Ein weiteres Drittel bringen die direkten Zuflüsse des Schluchsees ein, wobei sie teilweise Vorfluter kleinerer Kläranlagen sind, teilweise diffuse Nährstoffquellen in ihrem Einzugsgebiet haben. Circa 20 % liefert die Alb, wobei als größte Phosphorquelle die Stadt St. Blasien anzusehen ist. Circa 14 % werden letztlich durch den Hochrhein eingebracht.

Der Sauerstoffgehalt zeigt im Spätsommer einen ausgeprägten Rückgang in den tieferen Wasserschichten. Wegen den vorherrschenden Westwinden werden aufräumende Planktonmassen in Richtung der Staumauer verfrachtet, so daß es beim Vorliegen ungünstiger Umstände zu starker Sauerstoffzehrung an dieser Stelle kommen kann.

Die Konzentration des Nitrat-Stickstoffs schwankt zwischen 0,24 und 0,68 mg/l, wobei Werte um 0,5 mg/l überwiegen. Die Konzentration des Ammonium-Stickstoffs liegt unter 10 µg/l, die des Nitrit-Stickstoffs regelmäßig unter 2 µg/l. Der Si-Gehalt (gemessen als SiO<sub>2</sub>-Si) schwankt zwischen 1,0 und 2,4 mg/l; der Mittelwert liegt bei 1,8 mg/l. Die Aluminium-Konzentration liegt nach der Schneeschmelze bei 150 µg/l, sinkt jedoch im Lauf des Jahres auf 25–30 µg/l ab.

## Flora und Fauna

### Plankton

Obwohl die absoluten Konzentrationen des Phosphors im Schluchsee nicht wesentlich höher liegen als in vergleichbaren natürlichen Gewässern, ist die Phytoplanktonproduktion durch die größere Verfügbarkeit der Nährstoffe hoch. Besonders fallen die hohen Spitzen im Frühjahr auf (Abbildungen 3a–c). Hier machen sich die Auswirkungen der Pumpfähigkeit durch kürzere Wasserwechselzeiten und generell die kürzere Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Wassers im Becken sowie die geringere Schichtungsstabilität und die höheren Turbulenzen bemerkbar. Weiterhin ist auch ein Einfluß von Fischbestand und Fischbesatz auf das Zooplankton, also die Konsumenten des Phytoplanktons, nicht auszuschließen.

Im Gegensatz z. B. zum Bodensee-Obersee, wo diese Frühjahrspopulation aus *Stephanodiscus*-Arten (Abb. 4 c, d) und *Rhodomonas minuta* besteht, dominiert im Schluchsee vor allem *Melosira italica* (Abb. 4 e) und *Rhodomonas lens*. Bei längeren Schönwetterperioden entwickelt sich im Mai eine starke Population von *Chlamydomonas*-Arten, vor allem von *Chlamydomonas globosa*. Auffallend ist regelmäßig eine Blüte der volvocalen Grünalge *Volvox aureus* im Juni/Juli. Da diese Alge bei ihrem Auftreten in der obersten Wasserschicht konzentriert ist, scheint dann ein grüner Film die Wasseroberfläche zu bedecken.

Im Hochsommer folgt ein Maximum der Kieselalge *Fragilaria crotonensis* (Abb. 4 f); diese ist meistens vergesellschaftet mit den Grünalgen *Pandorina morum*, *Crucigeniella rectangularis* und verschiedenen *Pediastrum*-Arten (Abb. 4 g). Im August/September treten meistens *Eutetramorus fottii*, *Coelastrum microporum* sowie *Staurastrum pingue* (Abb. 4 i) und *Staurastrum lunatum* dazu; *Crucigeniella rectangularis* erreicht in diesen Monaten regelmäßig ein Maximum.

In der zweiten September-Hälfte entwickeln sich dann meistens bedeutende Populationen von *Sphaerocystis schroeteri* und *Anabaena flos-aquae*. Bei längeren Schönwetter-Perioden steigt dann die *Anabaena flos-aquae*-Population an die Wasseroberfläche und bildet auffällige Wasserblüten. *Crucigeniella rectangularis* bleibt meistens bis in den November dominierend, bis sie im Dezember von *Melosira italica* verdrängt wird.

Auffallend ist der ganzjährig hohe Anteil von *Chlorella vulgaris* und *Chlorella ellipsoidea* sowie von *Microcystis elachista*. Diese Picoplankter können durch ihre schnelle Vermehrungsfähigkeit Nahrungsressourcen kurzfristig nutzen; sie werden ihrerseits von Ciliaten, z. B. *Coleps hirtus* (siehe Abbildung 4 j) intensiv verwertet, so daß die Populationen schnell wieder verschwinden.

Folgende Phytoplanktonarten wurden bis jetzt im Schluchsee nachgewiesen (KÜMMERLIN 1990):

## CYANOPHYTA

### Cyanophyceae

(Chroococcales)

*Merismopedia glauca*, *M. tenuissima*  
*Microcystis elachista*  
*Synechococcus aeruginosus*  
*Synechocystis aquatilis*

(Hormogonales)

*Anabaena flos-aquae*, *A. spiroides*  
*Pseudanabaena catenata*

## CHROMOPHYTA

### Chrysophyceae

*Chromulina crassa*  
*Dinobryon divergens*, *D. sociale*  
*Erkenia subaequiciliata*

*Ochromonas globosa*  
*Pseudopedinella erkensis*

#### **Haptophyceae**

*Chrysochromulina parva*

#### **Xanthophyceae**

*Goniochloris mutica*  
*Chlorothecium crassiapex*

#### **Bacillariophyceae**

(Centrales)

*Cyclostephanos dubius*  
*Cyclotella comta*  
*Melosira ambigua*, *M. granulata*, *M. g. var. angustissima*,  
*M. italica*  
*Stephanodiscus alpinus*, *S. binderanus*, *S. hantzschii*, *S.*  
*neoastraea*, *S. rotula*

(Pennales)

*Asterionella formosa*, *A. gracillima*  
*Ceratoneis arcus*  
*Fragilaria capucina*, *F. crotonensis*  
*Navicula reinhartii*  
*Nitzschia acicularis*  
*Synedra acus*, *S. a. var. radians*  
*Tabellaria fenestrata*

#### **Dinophyceae**

*Gymnodinium helveticum*, *G. lantzschii*

### **CHLOROPHYTA**

#### **Chlorophyceae**

(Volvocales)

*Carteria cordiformis*  
*Chlamydomonas globosa*, *C. reinhartii*, *C. tremulans*  
*Eudorina elegans*  
*Pandorina morum*  
*Phacotus lendneri*, *P. lenticularis*

(Tetrasporales)

*Chlamydocapsa planctonica*  
*Pseudosphaerocystis lacustris*

(Chlorococcales)

*Ankyra judayi*  
*Chlorella ellipsoidea*, *C. pyrenoidosa*, *C. vulgaris*  
*Choricystis komarekii*  
*Coelastrum microporum*  
*Crucigeniella rectangularis*  
*Dictyosphaerium pulchellum*  
*Didymocystis bicellularis*  
*Eutetramorus fottii*  
*Kirchneriella obesa*  
*Korshikoviella gracillipes*  
*Lagerheimia genevensis*  
*Monoraphidium contortum*, *M. dybowskii*, *M. griffithii*,

*M. minutum* *Nephrocytium lunatum*  
*Oocystis lacustris*, *O. marsonii*  
*Pediastrum boryanum*, *P. duplex*, *P. tetras*  
*Planctosphaeria gelatinosa*  
*Scenedesmus acuminatus*, *S. arcuatus*, *S. armatus*,  
*S. ecornis*, *S. quadricauda*  
*Schroederia setigera*  
*Sphaerocystis schroeteri*  
*Tetrastrum triangulare*

(Ultrichales)

*Elakatothrix gelatinosa*  
*Koliella longiseta*, *K. planctonica*

#### **Conjugatophyceae**

*Closterium acutum*, *C. a. var. variabile*  
*Cosmarium depressum var. planctonicum*  
*Staurastrum gracile*, *S. lunatum*, *S. pingue*

### **FLAGELLATAE**

#### **Cryptophyceae**

*Cryptaulax vulgaris*  
*Cryptomonas erosa*, *C. marsonii*, *C. ovata*, *C. reflexa*  
*Katablepharis ovalis*  
*Rhodomonas lens*, *R. minuta*, *R. m. var. nannoplanctica*

#### **Euglenophyceae**

*Euglena gracilis*  
*Trachelomonas hispida*, *T. volvocina*  
Beim Zooplankton liegen lediglich länger zurück-  
liegende Bearbeitungen der Cladoceren und Copepoden  
vor (HAUER-EICHARDT 1953 und ECKSTEIN 1963):

#### **Cladoceren**

*Alona quadrangularis*  
*Alonella nana*  
*Chydorus sphaericus*  
*Bosmina coregoni*, *B. longirostris*, *B. longispina*  
*Ceriodaphnia quadrangula*, *C. q. var. hamata*  
*Daphnia galeata*, *D. longispina*  
*Diaphanosoma brachyurum*  
*Holopedium gibberum*  
*Polyphemus pediculus*  
*Bythotrephes longimanus*  
*Leptodora kindtii*  
*Sida crystallina*

#### **Copepoden**

*Cyclops abyssorum*, *C. landei*, *C. strenuus*, *C. taticus*,  
*C. vicinus*  
*Mesocyclops leukarti*  
*Thermocyclops dybowskii*  
*Eucyclops macruroides*, *E. serrulatus*  
*Macrocyclus albidus*  
*Tropocyclops prasinus*  
*Hetercope borealis*  
*Mixodiaptomus laciniatus*  
*Eudiaptomus gracilis*, *E. vulgaris*

## Fische

Im Schluchsee befand sich vor dem Ablassen des Seespiegels im Jahr 1983 eine starke Population von Blaufelchen (*Coregonus wartmanni*), jedoch war er ursprünglich frei von Coregonen. Es war nicht mehr festzustellen, ob sich diese Population durch das Hochpumpen von Eiern und Jungfischen mit Rheinwasser oder durch einen Besatz mit Jungfischen im Jahr 1932 aufbaute (LAMPERT 1971). Im Schluchsee findet jedoch keine Berufsfischerei statt, bei der die Felchenpopulation durch Netzfang genutzt wird. Die Coregonen sind Planktonfresser, die von den Sportfischern nur in Ausnahmefällen mit der Angel gefangen werden können.

Durch die hohe Populationsdichte der Felchen wurde eine starke Durchseuchung mit dem Fischbandwurm *Triaenophorus crassus* mitverursacht, so daß 1983 über 90 % aller Schluchseefelchen infiziert waren (der Felchen ist Zwischenwirt, der Hecht Endwirt). Auch sehr viele Rotaugen waren mit einem verwandten Bandwurm *T. nodulosus* befallen (das Rotauge ist Zwischenwirt, der Hecht Endwirt). Das geplante Ablassen des Schluchsees im Jahre 1983 zwecks Revision der technischen Einrichtungen wurde deshalb auch als eine Möglichkeit gesehen, die gesamte Felchenpopulation durch eine gesunde, jedoch artenmäßig anders zusammengesetzte Fischpopulation ersetzen zu können.

Nach dem Wiederaufstau des Schluchsees im November 1983 wurde intensiv über einen Neubesatz mit Fischen nachgedacht. Da nur sehr wenige Fische überlebt hatten, war ein Besatz notwendig, jedoch gingen die Meinungen über die artenmäßige Zusammensetzung des künftigen Fischbestandes im Schluchsee sehr auseinander. Schließlich entschloß man sich, vor allem im Hinblick auf die sehr wichtige Stellung des Fremdenverkehrs im Schwarzwald für einen Besatz mit Hechten, Zandern, Seeforellen und Rotaugen, wobei letztere vor allem als Futter für die Raubfische dienen sollten.

Bedingt durch die Bewirtschaftungsform und durch die Höhenlage des Schluchsees, fehlen krautreiche Ufer, in denen vor allem der Hecht natürliche Laichgründe vorfindet. Ein Ausnahmefall stellte das Jahr 1986 dar, wo die Niederschläge sehr hoch lagen. Das Stauziel von 930 m über NN wurde erreicht, so daß es zu einer Überflutung der ufernahen Wiesen kam, wo der Hecht zum ersten Mal seit dem Aufstau des Schluchsees 1931 auf natürliche Weise ablaichte.

Zur Zeit befinden sich folgende Fischarten im Schluchsee (WETZLAR, unveröffentlicht):

Hecht (*Esox lucius*)  
Zander (*Lucioperca lucioperca*)  
Bachforelle (*Salmo trutta*)  
Seeforelle (*Salmo trutta* f. *lacustris*)  
Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*)  
Kaulbarsch (*Acerina cernua*)  
Flußbarsch (*Perca fluviatilis*)  
Aal (*Anguilla anguilla*)  
Blaufelchen (*Coregonus wartmanni*)

Rotauge (*Leuciscus rutilus*)  
Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*)  
Hasel (*Leuciscus leuciscus*)  
Laube (*Alburnus alburnus*)  
Wildkarpfen (*Cyprinus carpio*)  
Schleie (*Tinca tinca*)  
Döbel (*Squalius cephalus*)

Der Besatz mit folgenden Fischarten ist erfolgt bzw. ist vorgesehen:

Hecht, Zander, Schleien, Wildkarpfen, Trübschen, Seeforellen, Grundeln, Elritzen.

Im Jahr 1988 wurden zum ersten Mal seit dem Ablassen des Sees im Jahr 1983 wieder Felchen gefangen. Da die Felchenpopulation durch das Ablassen vollständig vernichtet wurde, ist anzunehmen, daß es sich um eine Neuzuwanderung aus dem Bodensee handelt, die als Eier oder Jungfische unbeschädigt durch die Turbinen gelangte.

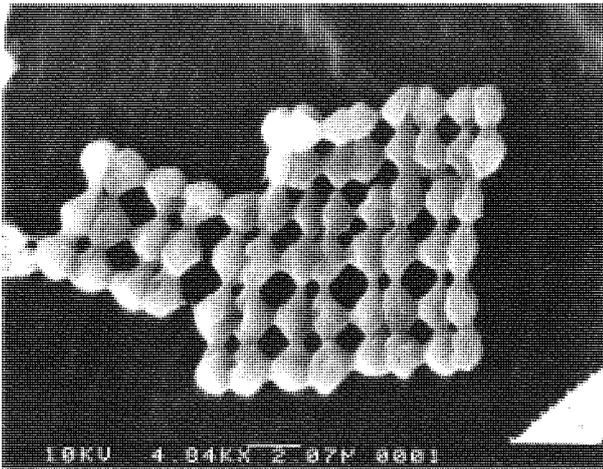
## Die Lebensgemeinschaften des Schluchsee-Litorals

Bedingt durch die Nutzung als Stausee fehlt dem Schluchsee ein Röhrlichtgürtel. Da die Wasserspiegelschwankungen durch den Pumpspeicherbetrieb kurzfristig erfolgen, können auch keine Pionierpflanzengesellschaften die trockenfallenden Uferstreifen besiedeln. Andererseits sind durch die reichlichen Niederschläge, die das ganze Jahr über fallen, die Amplituden des Seespiegels nicht größer als ca. 2 m; lediglich im Winter sinkt der Seespiegel meistens beträchtlich, da die Niederschläge dann als Schnee fallen.

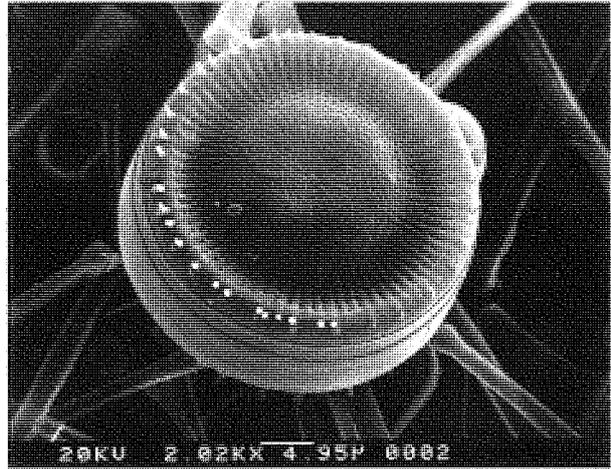
Nach dem Ende der Schneeschmelze und mit Beginn des Frühsommers hat der Schluchsee den höchsten Wasserstand erreicht, ca. 5 m unter dem Stauziel von 930 m über NN. Dann bildet sich in einer Wassertiefe von 2–6 m auf den im Winter und Frühjahr trockenliegenden, jetzt aber überstauten Uferflächen ein charakteristischer Rasen der Blaualge *Oscillatoria tenuis*. Im Gegensatz zu den sogenannten Krötenhäuten natürlicher Seen, die aus Blau- und Kieselalgen bestehen und im Spätwinter und Frühjahr aufschwimmen, bleibt dieser *Oscillatoria*-Rasen in der Tiefe und entgeht normalerweise der Beobachtung. Diese Rasen sind meistens mit Kieselalgen vergesellschaftet, wie *Ceratoneis arcus*, *Gomphonema*- und *Diatoma*-Arten.

Abbildung 4 a–j: Algen und Ciliaten des Schluchsees:

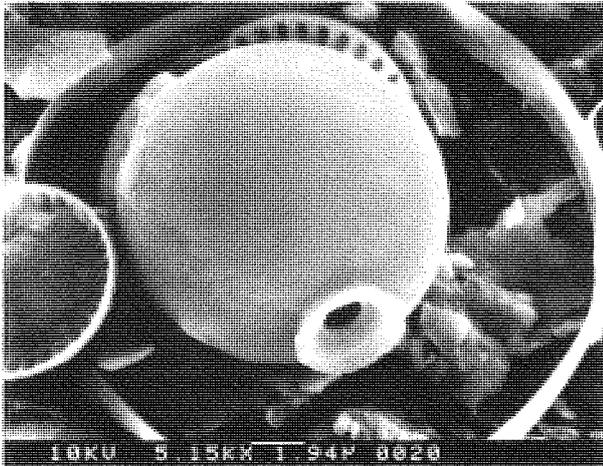
a: *Merismopedia tenuissima*  
b: *Chrysococcus*-Zyste  
c: *Stephanodiscus alpinus*  
d: *Stephanodiscus rotula*  
e: *Melosira italica*  
(mit *Auxospore*)  
f: *Fragilaria crotonensis*,  
*Phacotus lenticularis*  
g: *Pediastrum duplex*  
h: *Phacotus lenticularis*  
i: *Staurastrum pingue*  
j: *Coleps hirtus* (Ciliat)



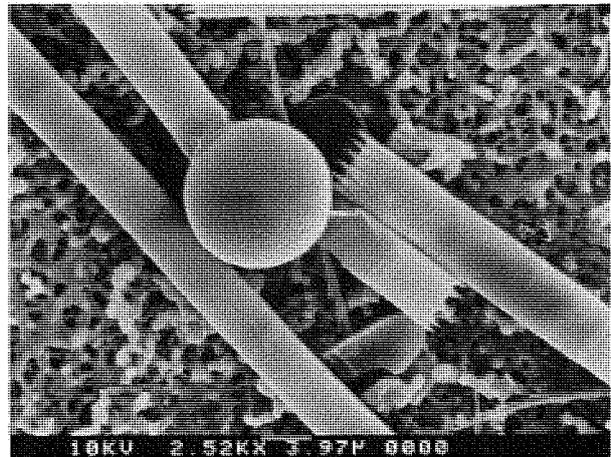
a: *Merismopedia tenuissima*



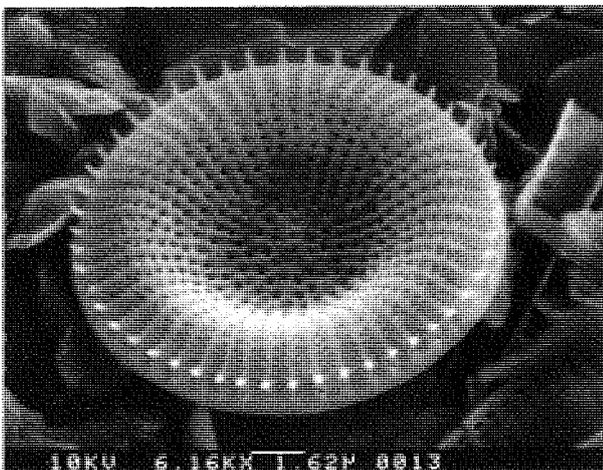
d: *Stephanodiscus rotula*



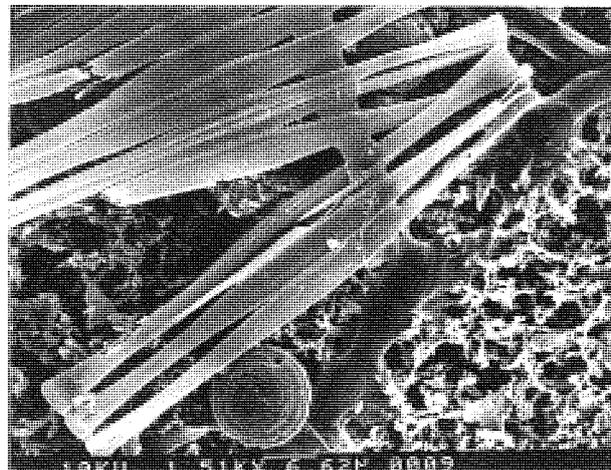
b: *Chrysococcus*-Zyste



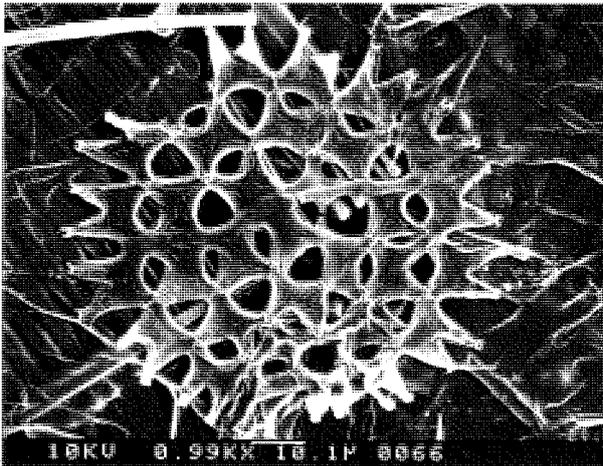
e: *Melosira italica* (mit Auxospore)



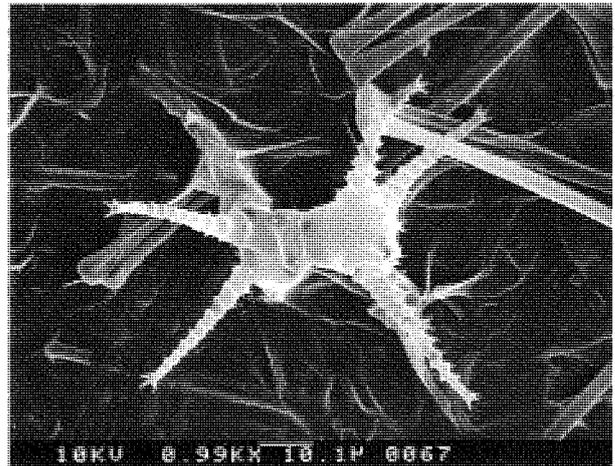
c: *Stephanodiscus alpinus*



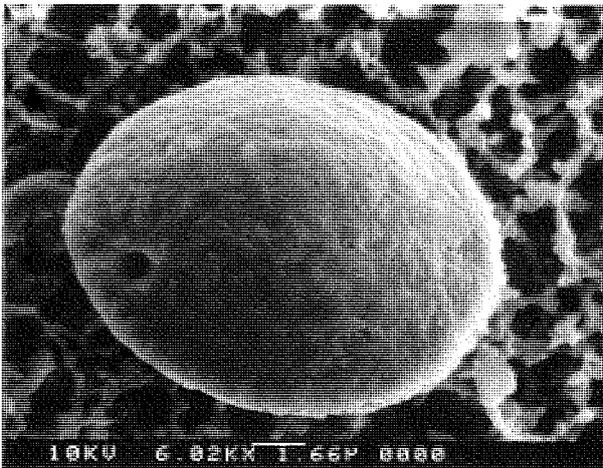
f: *Fragilaria crotonensis*, *Phacotus lenticularis*



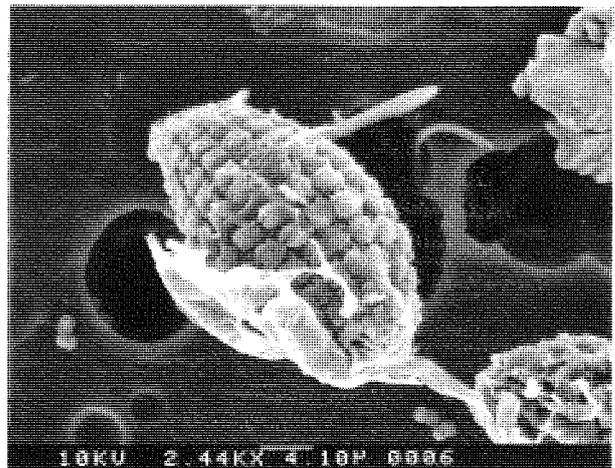
g: *Pediastrum duplex*



i: *Staurastrum pingue*



h: *Phacotus lenticularis*



j: *Coleps hirtus* (Ciliat)

### Schutz- Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Zur Reduktion der Nährstofffracht in den Schluchsee befindet sich zur Zeit eine Phosphorfällungsstufe für die Kläranlage der Gemeinde Schluchsee in Planung. Diese wird ca. ein Drittel der Gesamtphosphorfracht aus dem Schluchsee fernhalten.

#### Literatur

ECKSTEIN, H. (1963): Untersuchungen über den Einfluß des Rheinwassers auf die Limnologie des Schluchsees. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 28, 47–182.

ELSTER, H.-J. & B. MOTSCH (1966): Untersuchungen über das Phytoplankton und die organische Urproduktion in einigen Seen des Hochschwarzwaldes, im Schleinsee und Bodensee. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 28, 291–376.

HAUER-EICHARDT, H. (1953): Das Zooplankton in den Seen des südlichen Schwarzwaldes. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 20, 305–374.

KLOTTER, H.-E. (1953): Die Algen in den Seen des südlichen Schwarzwaldes I. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 20, 442–485.

KÜMMERLIN, R. (1990): Limnologische Untersuchungen am Schluchsee. – Bericht der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung und Fischereiwesen, Langenargen (in Vorbereitung).

LAMPERT, W. (1971): Untersuchungen zur Biologie und Populationsdynamik der Coregonen im Schluchsee. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 38, 237–314.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ (1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987): Gütezustand der Gewässer in Baden-Württemberg – Rhein und Donau. Berichte der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

SCHLUCHSEEWERK AG (1978): 50 Jahre Schluchseewerk AG Freiburg. Bau und Betrieb großer Pumpspeicherwerke. – 1–172.



Wehebachtalsperre

Foto: PAN-AIRPHOTO GmbH  
Freigegeben durch Reg.-Präs. Düsseldorf, Nr. 09A14

Sylvensteinspeicher

Foto: Wasserwirtschaftsamt Weilheim





Absperrbauwerk der Listertalsperre

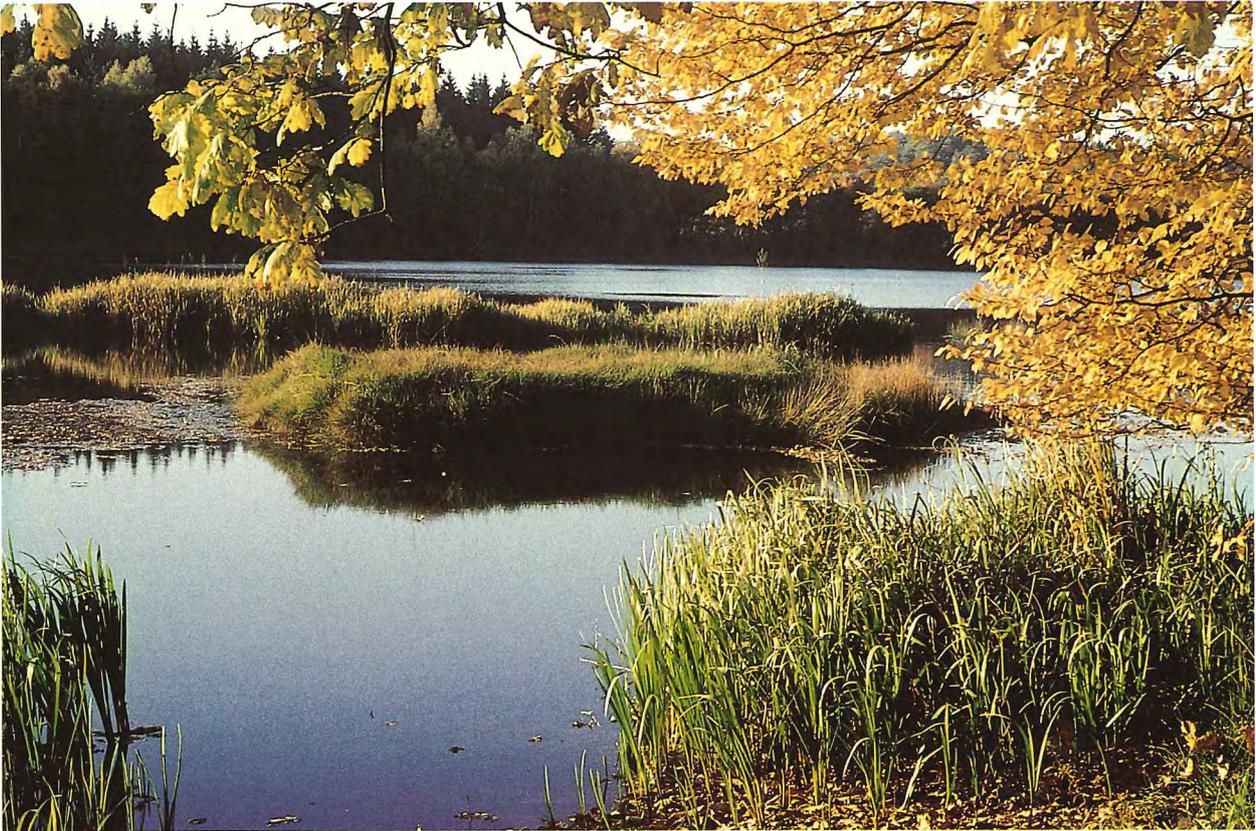
Foto: G. FRIEDRICH

Möhnetalsperre

Foto: ARCHIV RUHRVERBAND

Freigegeben durch Reg.-Präs. Düsseldorf, Nr. 08-81-559





Möhnetalsperre, Heve-Vorbecken

Foto: ARCHIV RUHRVERBAND

Hevearm der Möhnetalsperre im Trockenjahr 1971

Foto: O. STICHMANN





Wintergäste an der Möhnetalsperre

Foto: O. STICHMANN

Sommergäste an der Hennetalsperre

Foto: ARCHIV RUHRVERBAND



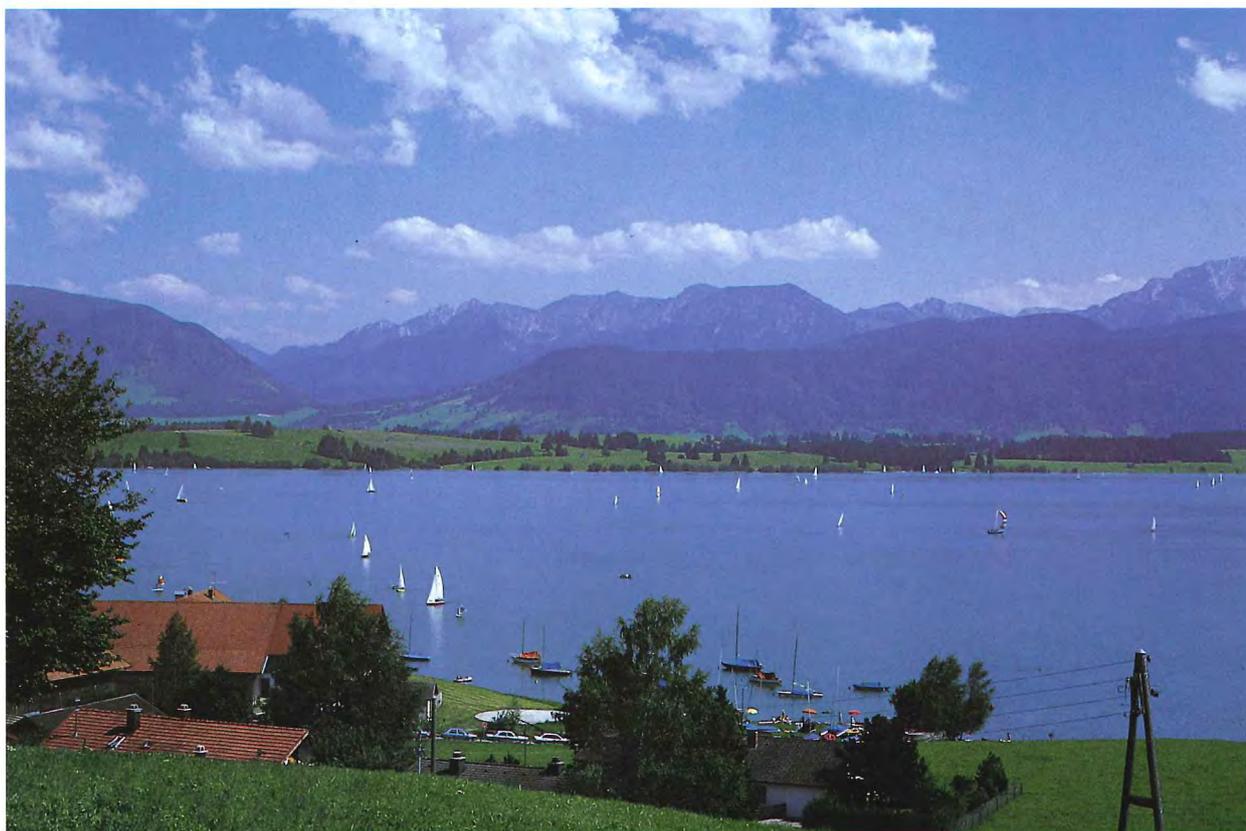


Biggetalsperre

Foto: ARCHIV RUHRVERBAND

Forggensee

Foto: G. FRIEDRICH





**Oderteich**

Foto: G. FRIEDRICH

**Eckertalsperre**

Foto: R. BARKE



### Dreilägerbach- talsperre

Foto: Freigegeben durch  
Reg.-Präs. Düsseldorf,  
Nr. 27-P12-D4



### Innerstetalstalsperre

Foto: Freigegeben durch  
Reg. von Oberbayern,  
Nr. 628/487



### Fürwiggetalsperre

Foto: ARCHIV RUHRVERBAND  
Freigegeben durch Reg.-Präs. Düsseldorf, Nr. 08P87

### Sorpetalsperre

Foto: ARCHIV RUHRVERBAND  
Freigegeben durch Reg.-Präs. Düsseldorf, Nr. 08P74



### Talsperre Hullern

Foto: GELSENWASSER AG  
Freigegeben durch  
Reg.-Präs. Düsseldorf,  
Nr. 50T133-8



### Talsperre Haltern (Nord- und Südbecken)

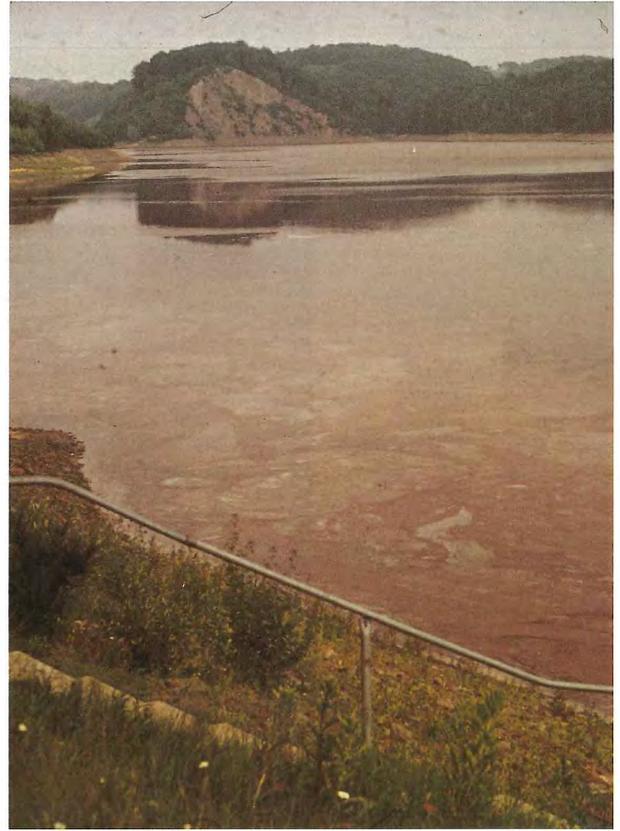
Foto: GELSENWASSER AG · Freigegeben durch Reg.-Präs. Düsseldorf, Nr. 50T135-4





Blualgen (Microcystis) „Wasserblüte“

Foto: E. A. NUSCH



Blualgen

Foto: J. CLASEN

Ausbringen von Gülle auf gefrorenem, schneebedecktem Boden im Einzugsgebiet der Thülsfelder Talsperre (Niedersachsen) Foto: B. SCHUSTER



### Thülsfelder Talsperre

Massenentwicklung von Planktonalgen in strömungsgeschützten Buchten.  
Foto: W. SCHWANTJE  
Freigegeben durch Reg.-Bez. Weser-Ems  
Nr. 217-65



### Thülsfelder Talsperre

Foto: W. SCHWANTJE · Freigegeben durch Reg.-Bez. Weser-Ems, Nr. 217-65



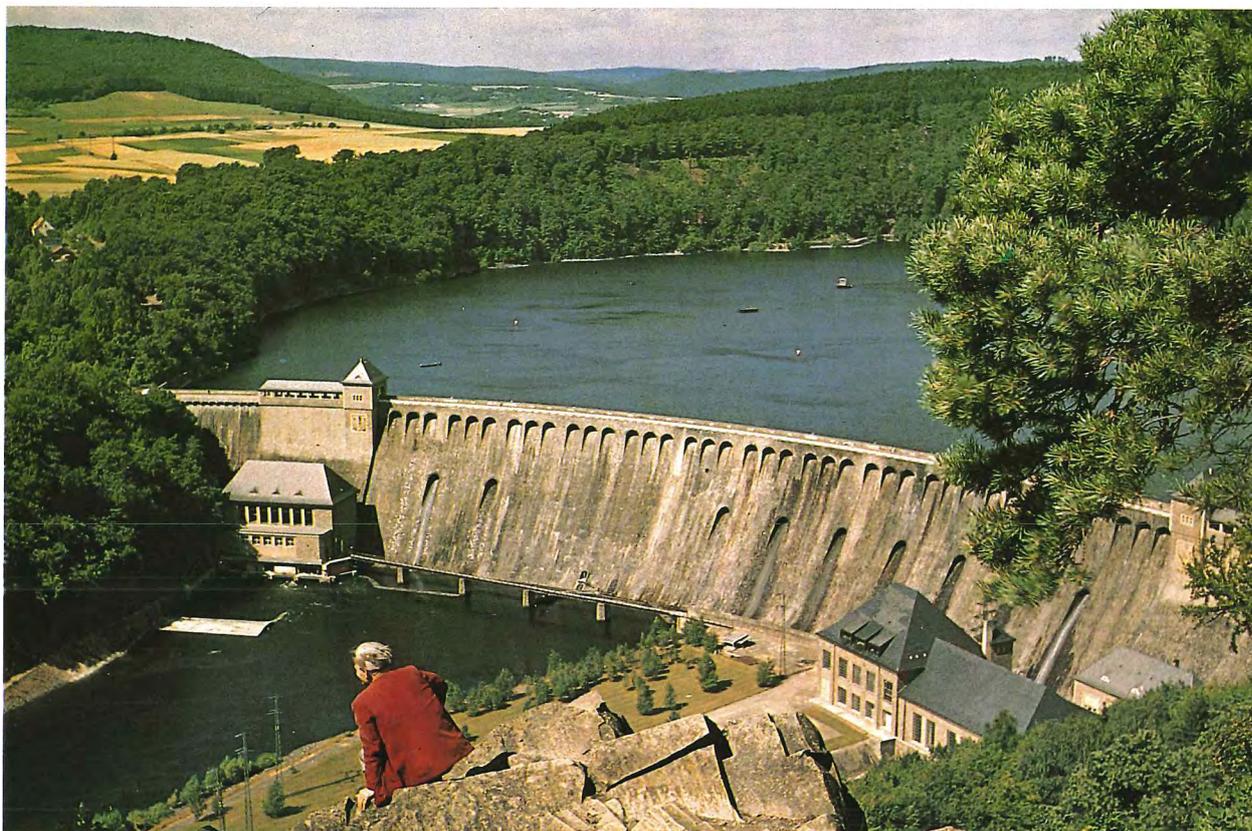


### Twistetalsperre

Foto: KURVERWALTUNG AROLSSEN  
Freigegeben durch  
Reg.-Präs. Kassel  
Nr. G 16/65815

### Edertalsperre

Foto: STAATLICHE LANDESBILDSTELLE HESSEN



## Schluchsee

Foto: GASSNER  
Freigegeben durch  
Reg.-Präs. Stuttgart  
Nr. P 21733



## Schluchsee

Foto: LUFTBILD ALBERT BRUGGER · Freigegeben durch Reg.-Präs. Stuttgart, Nr. P 21733

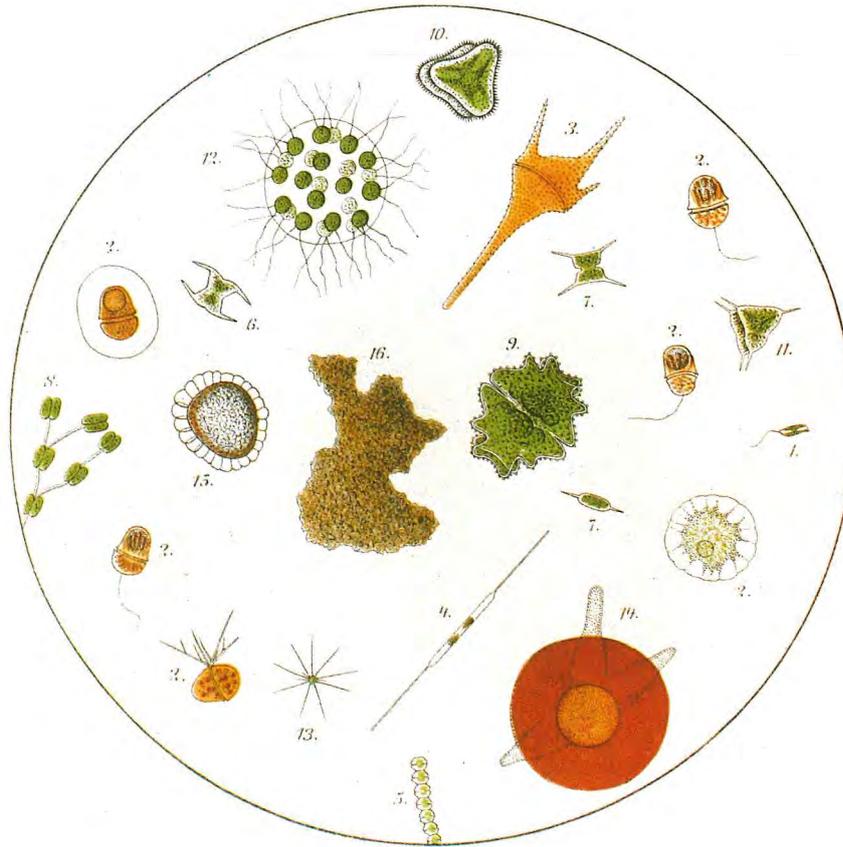


### Sommer-Plankton aus der Remscheider Talsperre

Vergrößerung 200fach

1. *Cryptomonas crosa*
  2. *Gymnodinium palustre*, mit Geisseln, Schleimhülle und pseudopodienartigen Fortsätzen
  3. *Ceratium hirundinella*
  4. *Rhizosolenia longispina*
  5. *Sphaerosozoma (Spondylosium) pulchellum*
  6. *Arthrodesmus convergens*
  7. *Arthrodesmus incus*, in verschiedenen Lagen
  8. *Cosmocladium saxonicum*
  9. *Euastrum verrucosum*
  10. *Staurastrum hirsutum*
  11. *Staurastrum dejectum*
  12. *Eudorina elegans*
  13. *Golonkinia radiata*
  14. *Arcella vulgaris*
  15. *Triarthra longiseta*, Dauer-Ei
  16. Organischer Detritus
- Fig. 1 bis 13 Durchlüfter

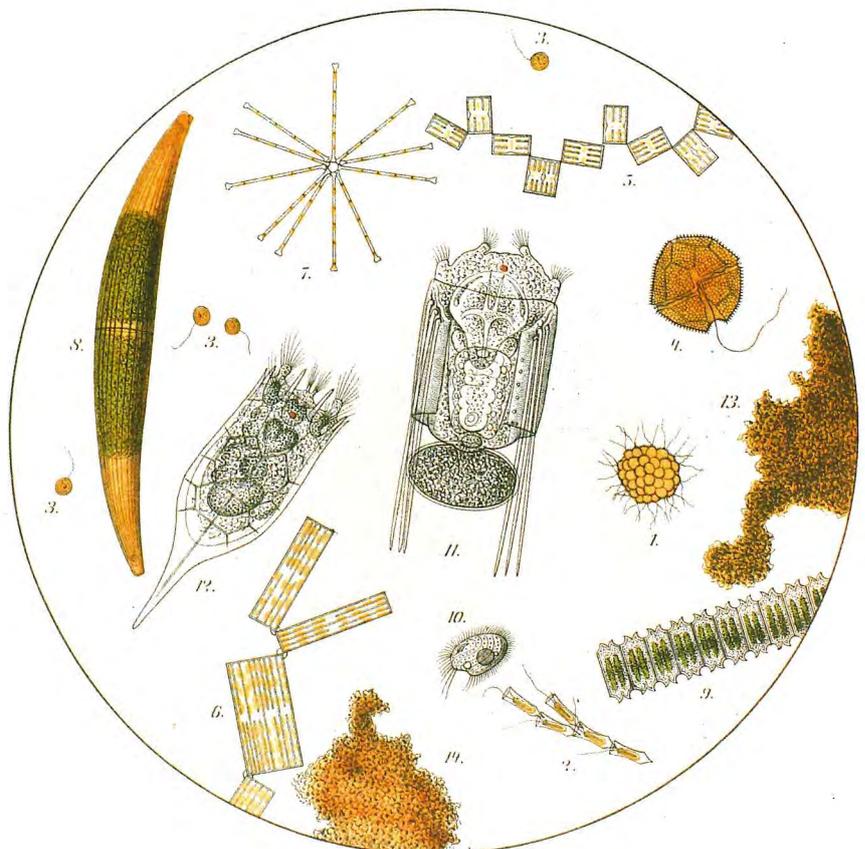
Historische Zeichnungen aus KOLKOWITZ (1911)

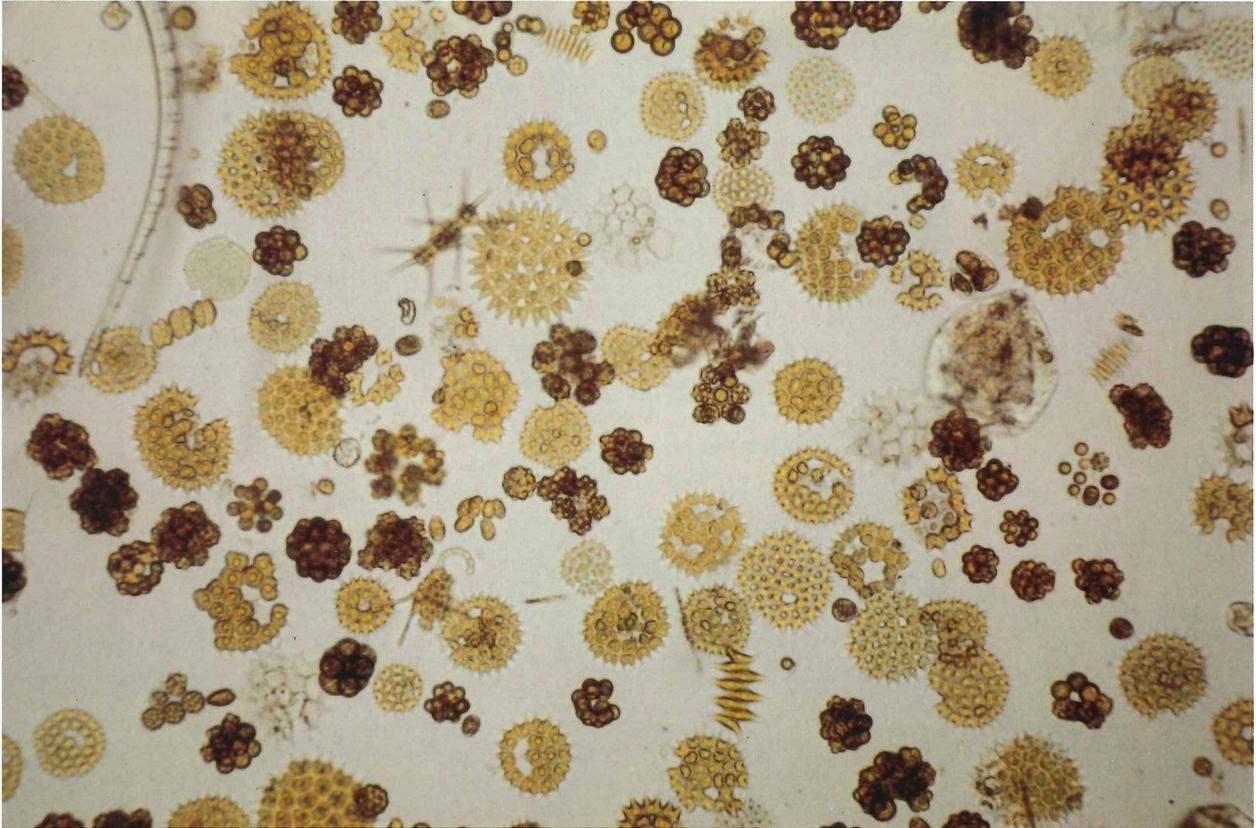


### Winter-Plankton aus der Remscheider Talsperre

Vergrößerung 200fach

1. *Synura uvella*
  2. *Dinobryon sertularia*
  3. *Trachelomonas volvocina*
  4. *Peridinium tabulatum*
  5. *Tabellaria flocculosa*
  6. *Tabellaria fenestrata*
  7. *Asterionella formosa*
  8. *Closterium striolatum*
  9. *Desmidium Swartzii*
  10. *Cinetochilum margaritaceum*
  11. *Polyarthra platyptera*, mit Ei
  12. *Anuraea cochlearis*
  13. Organischer Detritus
  14. Eisenoxydhydrat
- Fig. 1 bis 9 Durchlüfter





Talsperre Haltern, Nordbecken 1985

Planktonnetzprobe 150fach vergrößert  
Foto: GELSENWASER AG

Das Rädertierchen *Brachionus calyciflorus*

kommt vorwiegend in eutrophen und polytrophen Seen vor.  
Foto: J. POLTZ



### Berufsfischer an der Möhnetalsperre

Foto: ARCHIV RUHRVERBAND

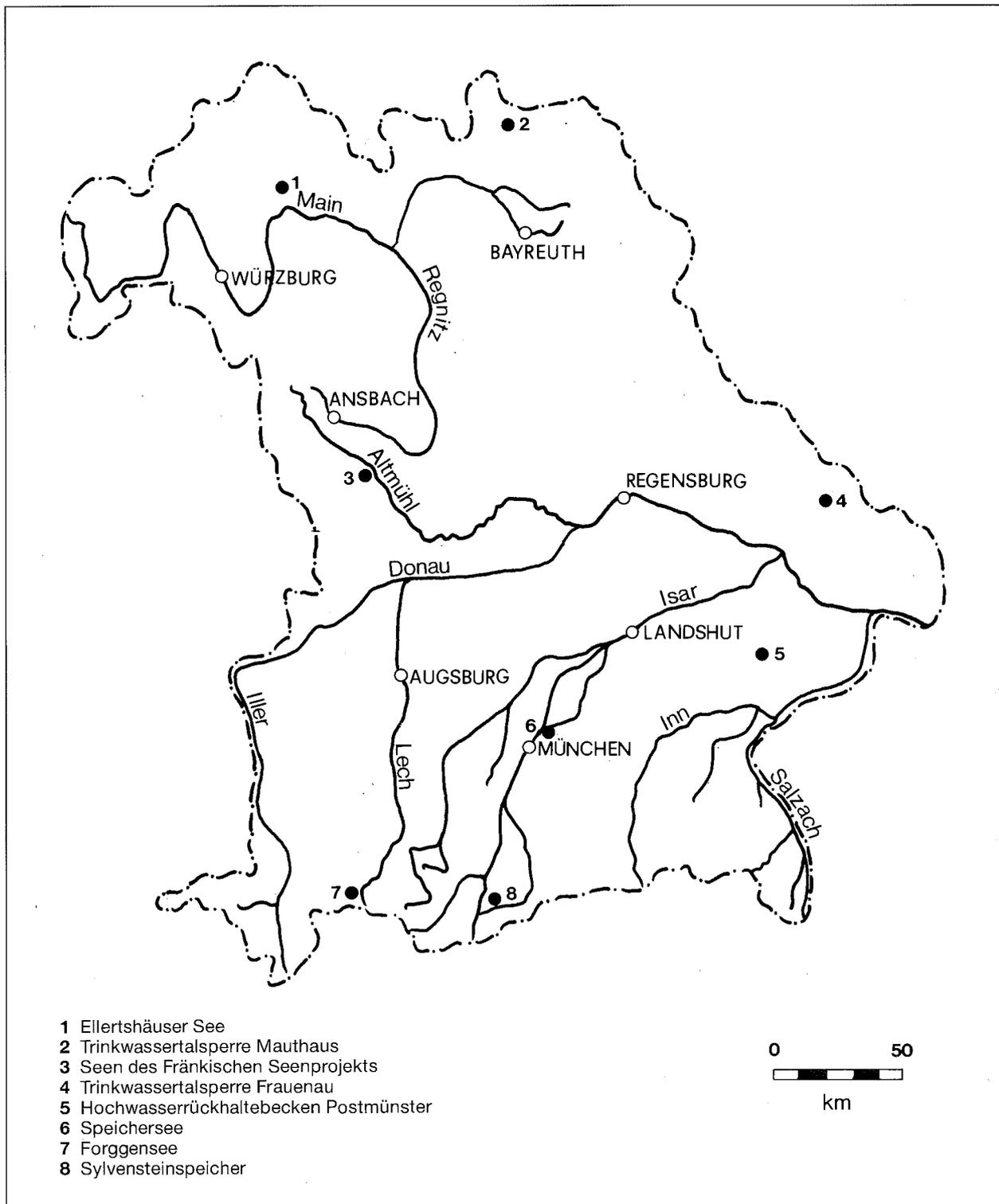


### Vegetationsfärbung (Möhnetalsperre)

Foto: E. A. NUSCH



## 10.2 Bayern



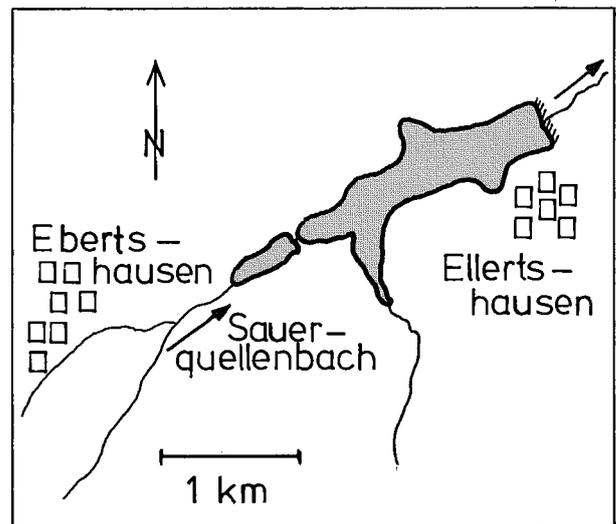
# Ellertshäuser See

Topographische Karte: L 5928 Haßfurt  
Gewässersystem: Sauerquellenbach/Lauer/  
Fränkische Saale/Main/Rhein  
Stauziel: 334,5 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,34 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum:  $2,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 14,5 m  
Mittlere Tiefe: 6,8 m  
Ausbaugrad: 105%  
Umgebungsfaktor: 24,5  
Länge des überstauten Tals: 1,3 km  
Absperrbauwerk: Zonendamm mit schräg liegender  
Dichtungsschicht  
Kronenlänge: 270 m  
Uferentwicklung: ca. 2,2  
Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
Vorsperre: 1  
Zirkulationstyp: Künstliche Totalumwälzung  
Lage des Auslaufs: Grundablaß- und Entnahme-  
leitung aus Stahlrohren in begehbarem Betonstollen.  
Beide Leitungen werden im Entnahmebauwerk  
zusammengeführt.  
Nutzung der Talsperre: Ursprünglich zur Bewässe-  
rung geplant  
heute: Hochwasserschutz und Erholung  
Einzugsgebiet: 8,4 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Überwiegend Äcker,  
Wiesen und Weiden  
Einwohner: 400  
Eigentümer/Betreiber: Freistaat Bayern  
Jahr der Inbetriebnahme: 1960

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der Ellertshäuser See besteht aus Haupt- und Vorsee, die Staubauwerke sind Erdstaudämme. Der Hauptdamm ist als Zonendamm mit schräg liegender Dichtungszone sowie schräg liegendem Dreistufenfilter und jeweils anschließendem Steingerüststützkörper ausgebildet. Als Böschungssicherung dient eine 30 cm starke Steinrollierung auf 40 cm starker Kiessandschicht (HACH et. al. 1986).

Unterfranken hat fast keine natürlichen stehenden Gewässer. Dem Wasserspeicher „Ellertshäuser See“ als dem größten künstlichen See Unterfrankens kommt daher erhebliche Bedeutung für die Naherholung im östlichen Unterfranken zu. Gebaut wurde der See in den Jahren 1956/58 durch einen Wasser- und Bodenverband, der mit dem Speicher Wasser für die Bewässerung der nordöstlich gelegenen, intensiv landwirtschaftlich genutzten Keuperplatten bereitstellen wollte. Dieser südliche Grabfeldgau gehört mit rd. 600 mm mittlerer jährlicher Niederschlagshöhe zu den trockensten Gebieten Deutschlands. Da die Bewässerung durch den Verband nicht zum Tragen kam, wurde der See 1970 vom Freistaat Bayern erworben. Er wird heute ausschließlich für Erholung und zum Hochwasserrückhalt genutzt.



Zur Zeit der Planung war daran gedacht worden, den Ellertshäuser Stausee berufsmäßig fischereilich zu nutzen, was jedoch nie realisiert wurde. Da mit Zugnetzen gefischt werden sollte, wurde die Gestaltung der Uferbereiche und der Gewässersohle darauf abgestimmt.

1983 bis 1984 wurde das Ufer zum Teil verändert. Im südwestlichen Teil des Sees wurden in einer Bucht Flachwasserzonen mit Fischunterständen, sowie Röhrichtbestände für Amphibien und Kleintiere angelegt. Dieser Bereich wurde von der allgemeinen Freizeitnutzung (Bade- und Segelbetrieb) ausgenommen.

Der See wird heute fischereilich ausschließlich als Angelgewässer genutzt und wurde an den Fischereiverband Unterfranken verpachtet.

## Einzugsgebiet

Der See liegt, naturräumlich gesehen, am Nordrand des Hesselbacher Waldlandes, des hügeligen und zu weiten Teilen bewaldeten Gebiets nordöstlich von Schweinfurt. Die Taleinhänge gehören zu den geologischen Formationen des Unteren Keupers (Lettenkohlenkeuper), der Talboden schneidet in den hier gebirgig aufgewölbten Oberen Muschelkalk ein.

Das Einzugsgebiet des Sauerquellenbaches unterliegt weitgehend landwirtschaftlicher Nutzung. In den Sauerquellenbach wurden bis Anfang 1985 die in einem Erdbecken teilgereinigten Abwässer von Ebertshausen (400 Einwohner) abgeleitet. Seit 1985 werden die Abwässer, bis auf einen Regenüberlauf, in die Verbandskläranlage Obere Lauer nach Poppenlauer abgeführt.

## Wasserbeschaffenheit

Die Nährstoffgehalte sind in der Hauptsperre gegenüber der Vorsperre relativ gering. Der jahreszeitlich bedingte Schwankungsbereich für NH<sub>4</sub>-N liegt zwischen 0,02 und 0,15 mg/l und für NO<sub>3</sub>-N zwischen 0,34 und 2,6 mg/l. Die Werte für Gesamtphosphor bewegen sich

von 0,03 bis 0,12 mg/l. Im Vergleich dazu die deutlich höheren Werte der Vorsperre: NH<sub>4</sub>-N bis 0,22 mg/l, NO<sub>3</sub>-N bis 9,2 mg/l und Gesamtphosphor bis 0,38 mg/l. In der seinerzeit polytrophen Hauptsperre wurde im Juli 1983 eine Vollumwälzungsanlage installiert, die eine Phosphor-Rücklösung aus dem Sediment verhindert. Heute wird der Stausee als eutroph eingestuft.

Reduzierter mineralischer Stickstoff jedoch, der weiterhin aus dem Sediment ins Freiwasser gelangte, verursachte massive Blüten des Cyanobakteriums *Microcystis flos-aquae*.

#### Flora und Fauna

Untersuchungen in den letzten Jahren zeigten, daß im Frühjahr das Phytoplankton überwiegend von der kleinen zentrischen Kieselalge *Stephanodiscus parvus* gebildet wurde. Im Frühsommer dominierten Grünalgen der Gattungen *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, *Oocystis*, *Tetraedron*, *Pediastrum*, *Coelastrum* und Cryptomonaden (*Cryptomonas ovata*), abgelöst wiederum von Kieselalgen der *Cyclotella-Stephanodiscus*-Gruppe. Im Plankton fiel nahezu das ganze Jahr die Anwesenheit von Cyanobakterien auf, die in der zweiten Jahreshälfte, hauptsächlich im Spätherbst zeitweilig sogar dominierten. Charakteristisch waren hierfür *Microcystis flos-aquae* und *M. aeruginosa*. Über mehrere Jahre war die Artenzusammensetzung der Cyanobakterien (*Microcystis*, *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*) nahezu konstant. Halbquantitative Analysen im Winterhalbjahr 1988/89 zeigten eine Verschiebung innerhalb des Planktons zugunsten der zentrischen Kieselalgen und der Cryptomonaden. Elektronenmikroskopische Untersuchungen ergaben, daß sich die Kieselalgenpopulationen aus den Arten *Cyclostephanos dubius*, *Stephanodiscus hantzschii* fo. *tenuis*, *Stephanodiscus hantzschii* fo. *hantzschii*, *Cyclotella radiosa* (in der Vergangenheit als *Cyclotella comta* bezeichnet!), *Cyclotella comensis* und *C. ocellata* zusammensetzten. Bei den Cryptomonaden dominierten *Rhodomonas minuta* und *Rhodomonas lens*. Weitere vorkommende Phytoplanktonarten sind: *Closterium limneticum*, *Closterium acutum* var. *variabile*, *Coelastrum microporum*, *Schroederia setigera*, *Gymnodinium lantzschii*, *Kephyrion cordatum*, *Monoraphidium griffithii*, *M. contortum*, *M. minutum*, *Scenedesmus costato-granulatus*, *S. longispina*, *S. brevispina*, *Tetraedron minimum*, *Crucigenia tetrapedia* und *Katablepharis ovalis*.

Das Zooplankton, das die größten Individuendichten nach den Grünalgenentwicklungen im Sommer erreicht, wird von den Arten *Polyarthra* spec., *Keratella cochlearis*, *Cyclops* spec., *Daphnia* spec., *Bosmina* spec. und *Tintinnopsis lacustris* geprägt. Dabei dominierte in den Sommermonaten *Polyarthra* spec., während zum Herbst hin, eine Zunahme der Individuendichte von *Tintinnopsis lacustris* zu beobachten war.

Eine Fischbestandsuntersuchung zeigte 1981, daß die Fischdichte sehr hoch war. Im Herbst 1983 wurde im Rahmen der ersten Sanierungsmaßnahmen der See vollständig entleert und abgefischt. Der Fischbestand betrug

370 kg/ha Wasserfläche. Im Frühsommer 1984 wurde der Fischbestand neu aufgebaut. Hauptfische sind Karpfen (*Cyprinus carpio*), Schleien (*Tinca tinca*) und Zander (*Stizostedion lucioperca*). Weißfische wurden nur in geringen Stückzahlen eingesetzt, da mit einer natürlichen Vermehrung zu rechnen war und zudem die kleineren Arten auch als Laich über Wasservögel eingebracht werden. Hohe Individuendichten im Weißfischbestand können sich negativ auf das trophische Erscheinungsbild auswirken, eine zu schnelle Dezimierung des herbivoren Zooplanktons wäre die Folge. Damit würden die Konsumenten der Primärproduzenten fehlen. So sollten Weißfischbestände im Ellertshäuser Stausee über Befischungsmaßnahmen und überlegten Raubfischbesatz kontrolliert werden (WONDRAK 1984).

Erwähnenswert erscheint noch, daß vor den Sanierungsmaßnahmen der Kamberkrebs (*Orconectes limosus*), eine nichtheimische aus Amerika stammende Krebsart, im See lebte. Diese Art wurde durch den heimischen Krebs (*Astacus*) ersetzt, der 1984 im Ellertshäuser See angesiedelt wurde.

#### Sediment

Wegen der sich ständig verschlechternden Gewässergütesituation im See wurden 1982/1983 im Zuge der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen im Hauptsee eine Teilentschlammung und im Vorsee eine vollständige Entschlammung durchgeführt. Diese dienten im wesentlichen dazu, bereits im See vorhandene Nährstoffe zu entfernen.

#### Schutz, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Als Maßnahmen für die weitere Verbesserung der Wasserqualität sind zukünftig vorgesehen:

1. Intermittierende Vollumwälzung (STEINBERG & ZIMMERMANN 1988) mit dem Ziel, die Cyanobakterien aus dem Wasserkörper durch die Zirkulation zu vertreiben und in der Ruhephase den Biomasse-Entzug durch Sedimentation auszunutzen.

2. So starke Umwälzung, daß keine reduzierten Stickstoffverbindungen aus dem Sediment rückgelöst werden können und Ammonium im Freiwasser ins Minimum gerät. Aus der Tatsache, daß sich die Cyanobakterien während der dauerhaften Zirkulation einnischen konnten, wird geschlossen, daß die Umwälzung nicht genügend stark war, um die Sediment/Wasser-Kontaktzone aerob zu halten.

#### Literatur

HACH, G., M. KLÜPFEL & H.-J. SEIBOLD (1986): Der Ellertshäuser See – Generalüberholung und Sanierung eines Wasserspeichers. – Naturw. Jahrbuch Schweinfurt 4, 1–23, Schweinfurt.

STEINBERG, C. & G. ZIMMERMANN (1988): Intermittent destratification: a therapy measure against cyanobacteria in lakes. – Environmental Technology Letters 9, 337–350.

WONDRAK, P. (1984): Ökologische und fischereiliche Erfahrungen am Ellertshäuser Stausee. – Fischer Teichwirt 5.

# Trinkwassertalsperre Mauthaus

Topographische Karte: L 5734 Teuschnitz  
Gewässersystem: Nurner Ködel/Rodach/Main/Rhein  
Stauziel: 447,0 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,92 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 21,00 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 51 m  
Mittlere Tiefe: 19 m  
Ausbaugrad: 100%  
Umgebungsfaktor: 42,2  
Länge des überstauten Tals: 4,4 km  
Absperrbauwerk: Steinschüttdamm mit Dichtungskern aus steinigem Lehm  
Kronenlänge: 290 m  
Uferentwicklung: ca. 3,1  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Forml  
Vorsperre: 1  
Talsperrentyp: dimiktisch  
Auslauf: Neben dem Entnahmeturm ferner Betriebs- und Grundablaßstollen sowie Hochwasserentlastungsanlage, die als Schußrinne angelegt ist.  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung, Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Energieerzeugung,  
Einzugsgebiet: 38,8 km<sup>2</sup>  
Einwohner: wenige hundert  
Nutzung des Einzugsgebietes: überwiegend Wald  
Eigentümer/Betreiber: Freistaat Bayern/  
Wasserwirtschaftsamt Hof  
Jahr der Inbetriebnahme: 1975

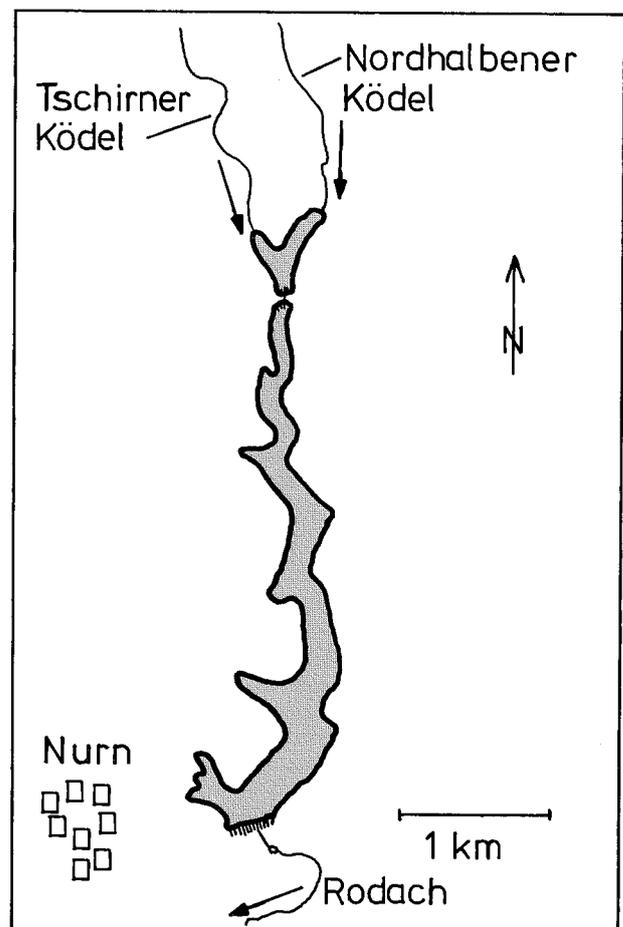
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Im nördlichen Oberfranken fehlen wasserspeichernde Gesteine, so daß die im Frankenwald und Fichtelgebirge reichlich fallenden Niederschläge für die Wasserversorgung nicht genutzt werden können. Um eine gesicherte Trinkwasserversorgung im oberfränkischen Raum zu gewährleisten, erwies es sich am zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten, auf Oberflächenwasser aus Talsperren zurückzugreifen. Die Talsperre bei Mauthaus im Ködeltal war vor allem aus topographischen Gründen gut geeignet. Im Stauraum werden insbesondere die verhältnismäßig hohen Winterabflüsse gespeichert und – dem Bedarf entsprechend – in die Wassermangelgebiete bis nach Bamberg geleitet.

## Einzugsgebiet

Das Ködeltal liegt in der typischen Mittelgebirgslandschaft des Frankenwaldes, die durch enge Talgründe, steile, bewaldete Hänge und weite, landwirtschaftlich genutzte Hochflächen gekennzeichnet ist. Die Erhebungen erreichen Höhen von 730 m über NN. Das Einzugsgebiet hat eine Größe von 39 km<sup>2</sup> und ist zu ⅔ bewaldet. Im übrigen handelt es sich fast ausschließlich um Felder und Wiesen mit wenigen Häusern und Einödgehöften.

Die im Ködeltal anstehenden geologischen Formationen stammen aus der Zeit des Unterkarbons. Infolge



tektonisch bedingter Bruchbildungen entstand ein durch Störungen durchsetztes Faltengebirge, das meist aus Sedimentgesteinen aufgebaut ist.

Der im Bereich des Absperrbauwerkes vorhandene Fels besteht zumeist aus Tonschiefer, Grauwacke und konglomeratischen Brekzien (Kieselschieferbrekzie). Die Schichten streichen quer zur Talrichtung und fallen steil nach Unterwasser ein. Die Dichtheit des Gebirges ist gut, abgesehen von örtlicher Wasserwegigkeit vor allem im Bereich der Hangrücken. Im Talboden wird der Fels von einer bis zu 6 m dicken alluvialen Auffüllung mit eingelagertem Auelehm bedeckt. An den Hängen steht der Fels unmittelbar an oder liegt unter einer dünnen Verwitterungsdecke.

## Wasserbeschaffenheit

Das Wasser der Mauthaustalsperre ist nur schwach mineralisiert und nährstoffarm. Der Hydrogencarbonat-Gehalt der beiden Hauptzuflüsse, Nordhalbener und Tschirner Ködel, liegt bei 200 bis 400 µmol/l, der Gesamt-

Phosphat-Wert um oder unter 10 µg/l P und der Gehalt an mineralischem Stickstoff bei 2 mg/l.

Bedingt durch das Vorkommen von Alaunschiefer im Einzugsgebiet eines Quellbaches (Grumbach) der Nordhalbener Ködel, das mit Pyrit-Vorkommen verschwistert ist, treten bei besonderen hydrologischen Ereignissen – wie Schneeschmelze und Starkregenfällen – erhöhte Aluminium-Konzentrationen auf, die bis in die Vorsperre nachgewiesen werden können. In Perioden des Niedrigwasserabflusses fällt das Aluminium des Grumbaches nach dem Zusammenfluß mit dem neutralen Rosenbaum-bach als Hydroxid aus und bildet einen weißlichen, gut erkennbaren Belag auf Steinen.

#### **Flora und Fauna**

Röhrichtpflanzen wurden an wenigen Stellen der Vorsperre künstlich angesiedelt. Die Hauptsperre ist frei von Makrophyten.

Zooplankton und Phytoplankton zeigen ganzjährig nur geringe Individuenzahlen. Erwähnenswert erscheint, daß im Phytoplankton neben Cryptomonaden fast ausschließlich die Feualge *Gymnodinium uberimum* dominiert. In

den Sommermonaten treten vereinzelt Arten der Gattung *Dinobryon* auf. Des öfteren wurde auch die Gelbgrünalge *Istomchloron trispinatum* gefunden. Gelbgrünalgen bevorzugen oligotrophe Gewässer.

#### **Sediment**

Außer regelmäßigen Untersuchungen auf radioaktive Inhaltsstoffe wurden keine weiteren Sedimentuntersuchungen durchgeführt.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

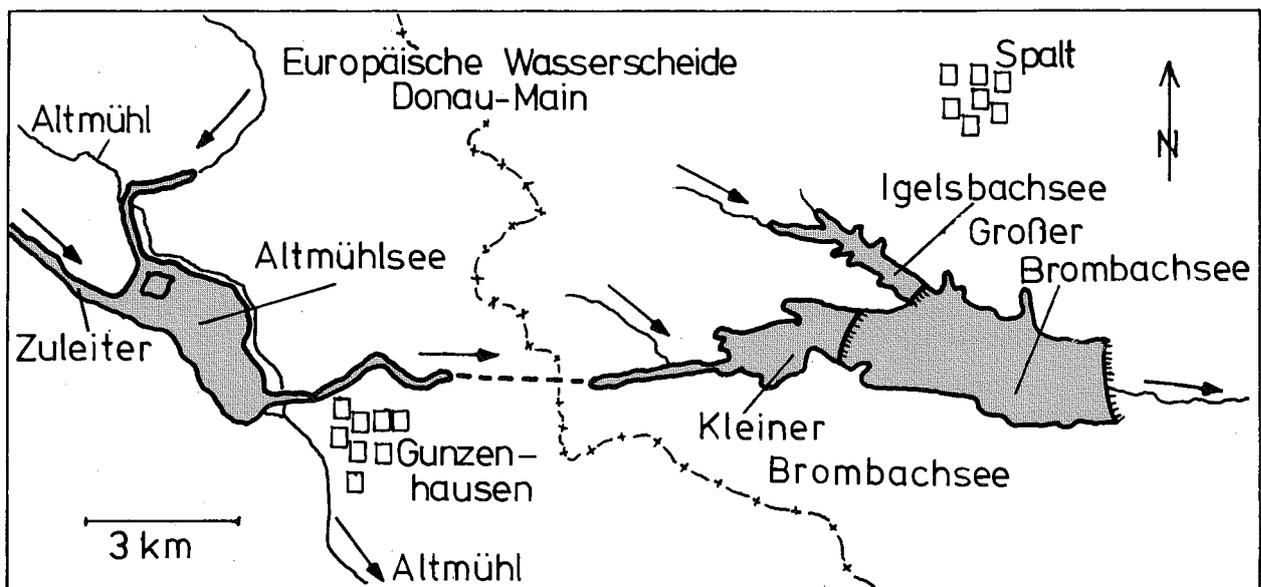
Ein Wasserschutzgebiet für die Trinkwassertalsperre ist festgesetzt.

#### **Literatur**

Schriftenreihe der Obersten Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern (1973): Talsperren und Rückhaltebecken in Bayern. Trinkwassertalsperre Mauthaus. – 9.

Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1982): Das Projekt des Staudammes Mauthaus. – 18.

# Seen des Fränkischen Seenprojekts – Altmühlsee (A) – Kleiner Brombachsee (B) – Igelsbachsee (I) (Baustufe 1)



Topographische Karte: L 6930 Weißenburg  
 Gewässersystem: Altmühl/Donau/Schwäbische  
 Rezat/Regnitz/Main/Rhein  
 Stauziel NN: A: 415 m, B: 411 m, I: 411 m  
 Speicheroberfläche: A: (einschl. Inselzone): 4,52 km<sup>2</sup>  
 B: 2,6 km<sup>2</sup>, I: 0,84 km<sup>2</sup>  
 Stauraum: A: 13,9 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, B: 11,3 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>,  
 I: 4,3 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: A: 2,5 m, B: 13,4 m, I: 11,4 m  
 Mittlere Tiefe: B: 4,3 m, I: 5,1 m  
 Umgebungsfaktor: A: 115,7, B: 9,7, I: 17,2  
 Länge des überstauten Tals: A: 4 km, B: 3 km,  
 I: 3,5 km  
 Absperrbauwerk: A: Erddamm aus schluffigen,  
 sandigen Böden  
 B: und I: Zonenförmiger Erddamm aus schluffigen  
 Sanden und sandigen, tonigen Schluffen mit mittiger  
 Dichtungswand.  
 Kronenlänge: A (Ringdamm): 12 500 m,  
 B: 1 100 m, I: 600 m  
 Uferentwicklung: A: 1,7, B: 1,5, I: 1,9  
 Talsperrentyp: Flachlandtalsperren  
 Vorsperren: Nach Fertigstellung der Baustufe 2  
 werden Kleiner Brombachsee und Igelsbachsee als  
 Vorsperren zur Brombach-Hauptsperre benutzt.  
 Zirkulationstyp: A: polymiktisch, B: dimiktisch,  
 I: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs:  
 A: Hochwasserentlastungsanlage mit zwei Wehr-  
 feldern und Stauklappen.

B: Wehrtartiges Bauwerk mit zwei Wehrfeldern und  
 Drucksegmenten. Entnahmeanlage: Grundablaß.  
 I: Hochwasserentlastungsanlage: Feste halbkreis-  
 förmige Wehrkrone. Entnahmeanlage: Grundablaß  
 Nutzung der Talsperre: Aufhöhung der Niedrigab-  
 flüsse in Regnitz und Main um bis zu 15 m<sup>3</sup>/s  
 durch Altmühlwasser, Hochwasserschutz für  
 mittleres Altmühltal, Niedrigwasseraufhöhung der  
 Altmühl, Erholung  
 Einzugsgebiet: A: 523 km<sup>2</sup>, B: 24 km<sup>2</sup>, I: 15 km<sup>2</sup>  
 Nutzung der Landfläche: überwiegend Land-  
 wirtschaft  
 Eigentümer/Betreiber: Freistaat Bayern  
 Jahr der Fertigstellung bzw. Inbetriebnahme:  
 Baustufe 1 : 1985, Baustufe 2 : Mitte der  
 90er Jahre

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

In Bayern weisen die nördlichen und südlichen  
 Landesteile sehr unterschiedliche wasserwirtschaftliche  
 Gegebenheiten auf. Allgemein gilt, daß das Gebiet süd-  
 lich der Donau wasserreich, Nordbayern hingegen ver-  
 hältnismäßig wasserarm ist. Die Ursache hierfür liegt in  
 den naturräumlichen Voraussetzungen. So beträgt die  
 mittlere jährliche Niederschlagshöhe im Maingebiet  
 715 mm, gebietsweise sogar nur 600 mm, im Donaue-  
 gebiet dagegen 940 mm. Daneben unterscheiden sich auch  
 die hydrogeologischen Verhältnisse beträchtlich. Die aus-  
 gedehnten quartären Schotterfelder im Alpenvorland  
 besitzen ein großes Wasserrückhaltevermögen. Die damit  
 gegebene Grundwasserspeicherung sowie der jahreszeit-  
 liche Schneerückhalt in den Alpen bewirken ein verhält-

nismäßig ausgeglichenes und meist reichliches Wasserangebot. In Nordbayern hingegen besteht der oberflächennahe Untergrund überwiegend aus hohlräumarmen Festgesteinen. Dadurch können Niederschläge nur in begrenztem Umfang gespeichert werden. Als Folge davon ist die Wasserführung der Gewässer relativ unausgeglichen. Insbesondere gehen die Abflüsse immer wieder über längere Zeit sehr stark zurück.

Durch die Überleitung werden folgende Ziele erreicht:

1. Gewässerschutz: Eine Verbesserung der Gewässergüte bei Niedrigwasser kann nur erreicht werden, wenn neben einer bestmöglichen Reinigung die Wasserführungen in der Regnitz und im Main vergößert werden.

2. Hochwasserschutz: Mit Altmühl- und Brombachsee werden die häufigen Überschwemmungen im Sommer im Tal der mittleren Altmühl weitgehend beseitigt.

3. Kühlwasser für Wärmekraftwerke: durch die hohe industrielle Dichte in Nordbayern besteht ein großer Energiebedarf. Er kann durch den Einsatz von Wärmekraftwerken gedeckt werden; die Verdunstungsverluste, die beim Betrieb der Kraftwerke entstehen, können durch das zusätzliche Wasserangebot ausgeglichen werden.

4. Freizeit und Erholung: Die neue Seenlandschaft entwickelt sich zu einem attraktiven Erholungsgebiet, mit dem der Fremdenverkehr in Mittelfranken einen verstärkten Aufschwung nehmen wird (Talsperren Neubauamt, Nürnberg 1988).

## **Einzugsgebiet**

### **Altmühlsee**

Der Talboden im Bereich des Ausgleichbeckens Altmühltal zwischen Ornbau und Gunzenhausen besteht aus pleistozänen Aufschüttungssedimenten mit einer Mächtigkeit zwischen 4 und 7 Metern. Unter dem Mutterboden ist überwiegend eine bis zu 3 m mächtige, teilweise stark sandig durchsetzte Auelehmschicht anzutreffen. Darunter folgen Mittel- und Grobsande mit eingelagerten Schluff-

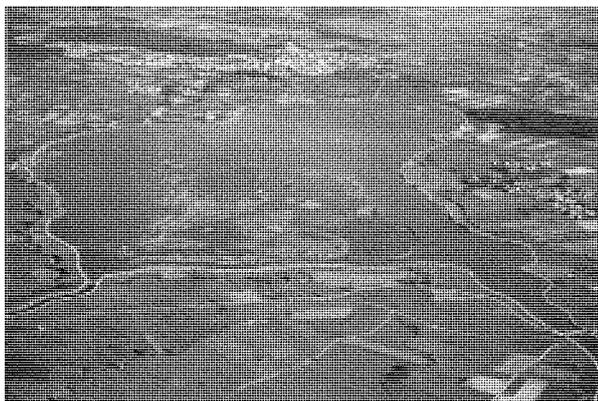


Abbildung 1: Altmühlsee  
Foto: Talsperren-Neubauamt Nürnberg  
Freigegeben durch Reg. v. Mfr. P 3638/967

und Tonlinsen. Insgesamt besteht eine Wechsellagerung von bindigen und nichtbindigen Böden. Die Basis der Talauffüllung bildet der Untere Burgsandstein, der eine Mächtigkeit von 15 bis 20 m aufweist. Dieser Sandstein ist im oberen Bereich teilweise sehr mürbe, besitzt aber eine ausreichende Dichtigkeit. Der Altmühlüberleiter verläuft auf der ganzen Länge im Mittleren Burgsandstein. Eingelagerte Zwischenletten und der Basisletten (Tonsteinlagen) sind dabei stellenweise angeschnitten.

### **Kleiner Brombachsee**

Den Untergrund im Dammbereich bildet überwiegend eine horizontal liegende Schicht des Mittleren Burgsandsteins. Nur an der Nordflanke keilt noch der Obere Burgsandstein mit seinem Basisletten aus. Der anstehende Fels ist in den Talflanken bis zu 4 m von Terrassensanden überlagert. Unter dem Mittleren Burgsandstein folgt der Basisletten, anschließend der Untere Burgsandstein.

Die horizontbeständigen Tonsteinschichten (Basisletten) trennen die einzelnen Schichtungen des Burgsandsteins. Sie sind wenig wasserdurchlässig und bilden daher die Grundwasserträger. Im Oberen, Mittleren und Unteren Burgsandstein ist jeweils ein eigener Grundwasserhorizont vorhanden. Der anstehende Sandstein weist in den oberen Zonen infolge Klüftigkeit größere Durchlässigkeiten auf, die zur Tiefe hin deutlich abnehmen.

### **Igelsbachsee**

Die Untergrundverhältnisse an der Sperrenstelle gleichen im wesentlichen der geologischen Situation des benachbarten Kleinen Brombachsees. Wie dort steht die Formation des Mittleren Burgsandsteins an. Die mit quartären Sedimenten aufgefüllte Erosionsrinne reicht bis in den Basisletten, der aber dort noch eine Mindestdicke von 1,5 m aufweist.

Das anstehende Gebirge ist sehr wasserdurchlässig. Die Wasseraufnahmen sind bedingt durch die Gesteinsdurchlässigkeit der mürben Sandsteinpartien und durch die vorhandenen Klüfte, die steil einfallen und vornehmlich parallel zum Tal streichen. Die Talauffüllung besteht in den oberen Bereichen aus einer Wechsellagerung von locker gelagerten Sanden bis zu breiigen Schluffen. Zur Tiefe hin sind die schluffigen Sande und tonigen Schluffe mitteldicht bis dicht gelagert.

Das Grundwasser steht in der Talsohle oberflächennah an. In den Talflanken tragen die wasserundurchlässigen Lettenschichten voneinander unabhängige Grundwasserhorizonte (Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 1986).

### **Wasserbeschaffenheit**

Nach der Flutung des Altmühlsees im Mai 1985 wurden umfangreiche chemische Untersuchungen durch das Wasserwirtschaftsamt Ansbach begonnen. Bemerkenswert erscheinen die bis jetzt gewonnenen Ergebnisse hinsichtlich des Ammonium-Stickstoffs. Ammonium wird beim Fluten des Altmühlsees im Spätwinter und Frühjahr

eingetragen und stammt zu einem beträchtlichen Teil von den Abschwemmungen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und Betriebsstätten im Altmühl-Einzugsgebiet. In Zeiten erhöhter Bioproduktion kommt es beim Abbau allochthonen, vor allem aber autochthonen eiweißhaltigen Materials zu erhöhten Ammoniumwerten. Dagegen dürfte das kläranlagenbürtige Ammonium im Einzugsgebiet bis zum Wehr Ornau weitgehend oxidiert sein und ist vernachlässigbar. Der Ammonium-Stickstoff verringert sich innerhalb des Überleitungssystems aufgrund der Nitrifikation im Schnitt um über die Hälfte.

Die Phosphatkonzentrationen sind im Jahresverlauf recht unterschiedlich. Erhöhte Werte im Frühjahr, in den Monaten Juli/August und Ende November/Anfang Dezember, sowie deutliche Rückgänge in den Monaten Mai, Juni und Oktober charakterisieren die Ganglinie. Deutlich ist eine Abnahme des Gehaltes an Phosphor vom Entnahmepunkt Streudorf (Altmühlzuleiter – Einlauf Altmühlsee) zum Entnahmepunkt Kleiner Brombachsee zu erkennen. Mit einem mittleren ortho-Phosphat-Gehalt von 0,01 mg/l bzw. 0,03 mg/l liegen im Igelsbachsee bzw. Kleinen Brombachsee die günstigsten Verhältnisse vor (vergl. Abb. 2).

Mittlerer jährlicher ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphat-Gehalt

	ortho-P (µg/l)		Gesamt-P (µg/l)	
	1986	1987	1986	1987
Einlauf Altmühlsee	140	100	300	280
Altmühlsee/Vogelinsel	80	40	180	200
Auslauf Altmühlsee	50	50	130	170
Kleiner Brombachsee	30	40	90	90
Igelsbachsee	10	10	60	40

Nach VOLLENWEIDER und VOLLENWEIDER & KEREKES wurde von AIGENSTUHLER (1988) eine Abschätzung des Trophiegrades von Altmühlsee, Kleinem Brombachsee und Igelsbachsee durchgeführt:

	Gesamt-P	Chlorophyll a	Chlorophyll a
	(µg/l)	Mittelwert (µg/l)	Spitzenwert (µg/l)
	1986/87	1986/87	1986/87
Einlauf			
Altmühlsee	303/276	55/34	126/86
Altmühlsee/ Vogelinsel	180/204	74/87	224/338
Auslauf			
Altmühlsee	126/166	50/35	175/110
Kleiner			
Brombachsee	93/ 88	12/18	39/ 51
Igelsbachsee	58/ 39	19/19	30/ 52

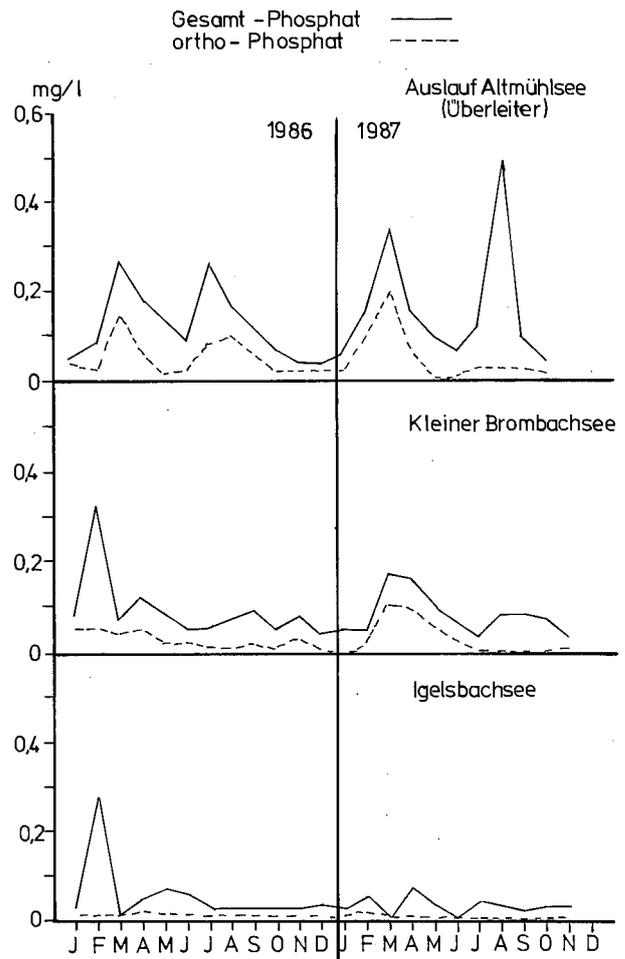


Abbildung 2: Vergleich von Gesamt- und ortho-Phosphat der Seen des Fränkischen Seenprojekts

Hinsichtlich der Gesamt-P-Konzentration sind Altmühlsee und Kleiner Brombachsee als eutroph einzustufen, wobei jedoch am Kleinen Brombachsee eine Tendenz zum mesotrophen Zustand zu erkennen ist. Während man den Igelsbachsee 1986 als eutroph bezeichnen konnte, ist er 1987 mit einem Gesamt-P-Gehalt von 39 µg/l fast als mesotroph einzustufen. Anhand der Chlorophyllspitzenkonzentrationen sind Altmühlsee wie auch der Überleiter zum Kleinen Brombachsee als eutroph zu bezeichnen. Kleiner Brombachsee und Igelsbachsee wurden 1986 und 1987 als eutrophe Gewässer eingestuft.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß innerhalb des Überleitungssystems eine Verbesserung der trophischen Situation eintritt. Während am Einlauf Altmühlsee hocheutrophe Verhältnisse herrschen, tritt bereits innerhalb des Altmühlsees eine leichte Verbesse-

rung der trophischen Situation in Richtung Auslauf/ Altmühlüberleiter ein.

Kleiner Brombachsee und Igelsbachsee liegen im Grenzbereich zwischen meso- und eutroph.

### Flora und Fauna

Ausführliche Phytoplankton-Untersuchungen an Gewässern des Altmühlüberleitungssystems wurden von AIGENSTUHLER (1988) von 1986 bis zum Frühjahr 1988 durchgeführt.

Im Phytoplankton des Altmühlsees dominieren im Frühjahr Kieselalgen der Gattung *Stephanodiscus*. In den Sommermonaten treten coccale Grünalgen und Cryptomonaden in den Vordergrund, während daran anschließend Cyanobakterien wie *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis flos-aquae* und *Oscillatoria spec.* das Planktonbild prägen. Bedingt durch erhöhte Verfügbarkeit von Kieselsäure dominieren die Kieselalgen wieder im Herbstplankton. In den Wintermonaten sind im Altmühlsee überwiegend Cryptomonaden zu finden.

Im Kleinen Brombachsee zeigen sich Unterschiede bezüglich qualitativer und quantitativer Entwicklung in den beiden Untersuchungs Jahren. Im Frühjahr 1986 kam es zu einer Kieselalgenblüte, die von Cryptomonaden begleitet wurde. Im Sommer spielten neben Diatomeen vor allem Cyanobakterien (*Aphanizomenon flos-aquae*) und Cryptomonaden eine entscheidende Rolle. Grünalgen waren von untergeordneter Bedeutung. Ab September konnte dann bis in den Winter ein kontinuierlicher Rückgang der Biomasse beobachtet werden. Im Januar 1987 kam es dann, nach einer lang anhaltenden Eisbedeckung, zu einer Massenentwicklung der Goldalge *Mallomonas akrokomos* mit bis zu  $6 \times 10^6$  Zellen/l.

Auch der Frühjahrsaspekt des Phytoplanktons wurde, im Gegensatz zum Vorjahr, vorwiegend durch Goldalgen und Cryptomonaden bestimmt. Erst Ende April kam es zu einer kurzen Massenentwicklung von zentrischen Diatomeen der Arten *Stephanodiscus* und *Cyclotella*. Im ganzen restlichen Jahr 1987 kam es zu keiner ausgeprägten Massenentwicklung des Phytoplanktons.

Ganz anders ist der Aspekt des Phytoplanktons im Igelsbachsee. Dominierende Kieselalgen und Cyanobakterien-Populationen bleiben hier fast gänzlich aus. Eine Ausnahme bildete im Frühjahr 1986 das Auftreten von *Asterionella formosa*. Typische Vertreter des Phytoplanktons im Igelsbachsee sind Grünalgen, wobei *Tetraedron minimum* den Hauptanteil des Planktons ausmacht. 1987 verfünffachte sich die Biomasse dieser Alge gegenüber dem Vorjahr. Es wurden bis zu  $25 \times 10^6$  Org./l beobachtet.

Insgesamt wurde in der Igelsbachsperre während des Untersuchungszeitraums eine steigende Tendenz der Gesamtphytoplanktonmenge festgestellt (AIGENSTUHLER 1988).

Der Fischbestand in den Gewässern der Baustufe I des Überleitersystems wurde intensiv von der Bayeri-

schen Landesanstalt für Fischerei untersucht. Er wird im wesentlichen durch die Zuläufe Altmühl, Nesselbach, Brombach und Igelsbach geprägt. Andersartige Bedingungen, wie die entstandenen Stillwasserbereiche, haben zu einer Verschiebung innerhalb der Fischpopulationen geführt. So entwickelte sich im Kleinen Brombachsee der Zander (*Stizostedion lucioperca*) und der Flußbarsch (*Perca fluviatilis*) besonders stark. Dominierend sind jedoch Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und Brachsen (*Abramis brama*).

Die Schleie (*Tinca tinca*) vermehrt sich mittlerweile natürlich. Weitere vorkommende Arten sind Hecht (*Esox lucius*) und Karpfen (*Cyprinus carpio*).

Eutrophe Verhältnisse begünstigen zusammen mit geringen Wassertiefen und den damit verbundenen relativ hohen Wassertemperaturen im Altmühlsee einen starken, in der Tendenz noch zunehmenden, Weißfischbestand. Häufigste Vertreter sind Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und Brachsen (*Abramis brama*). Als Raubfisch hat sich hier der Hecht (*Esox lucius*) sehr gut entwickelt. Weitere vorkommende Arten sind Flußbarsch (*Perca fluviatilis*) und Güster (*Blicca bjoerkna*).

Im Igelsbachsee wurde kein Raubfischbestand festgestellt. Dominierend sind die Rotaugen (*Rutilus rutilus*). Die Schleie (*Tinca tinca*) vermehrt sich auch hier, wie im Kleinen Brombachsee, natürlich. Auch Karpfen (*Cyprinus carpio*) wurden im Igelsbachsee beobachtet.

Hinsichtlich der Fischereibewirtschaftung ist bisher noch keine Entscheidung getroffen. Es zeichnet sich jedoch ab, nur eine extensive Fischerei zu betreiben. Die Biomasseproduktion an Plankton und Benthon reicht aus, um einen mittleren Fischbestand zu ernähren.

### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Im Einzugsgebiet wurden bevorzugt Kläranlagen gebaut und erweitert. Gleichzeitig wurden die Ortskanalnetze und Regenüberläufe saniert, um die Belastung der Gewässer durch organische Nährstoffe zu verringern.

Der Freistaat Bayern erwarb in den letzten Jahren große Flächen Uferlandstreifen an der Altmühl oberhalb des Altmühlsees, um eine intensive Landwirtschaft in unmittelbarer Nähe der Gewässer zu verhindern. Dadurch soll der diffuse Eintrag von Nährstoffen durch die Landwirtschaft gesenkt werden.

Große Aufmerksamkeit wird auch den Belangen des Landschafts- und Naturschutzes geschenkt. Es entstand im Altmühlsee eine 120 ha große Flachwasser- und Inselzone, die als Naturschutzgebiet ausgewiesen wurde (Abb. 3). Artenzahl und Abundanzwerte der Vogelwelt zeigen, daß dieses Gebiet in der Größe und in seinem Strukturreichtum optimal gestaltet ist. Bis Ende 1989 wurden 227 Vogelarten beobachtet, wovon 72 im Gebiet gebrütet haben. Von den Brutvogelarten stehen 31 auf der Roten Liste bedrohter Arten Bayerns. Bemerkenswert ist das erfolgreiche Brüten von Pfeifenten, womit erstmals ein Brutnachweis für diese Art in Bayern vorliegt.

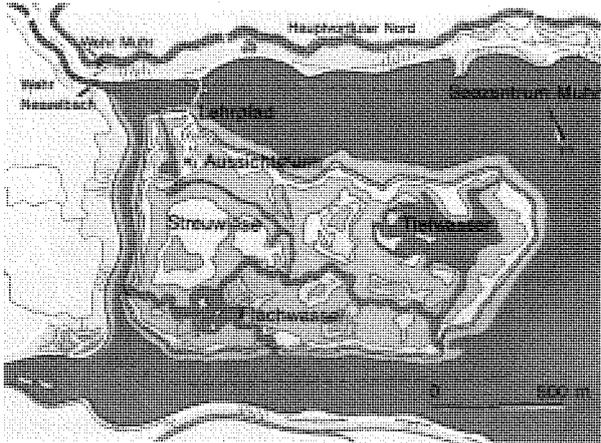


Abbildung 3: Skizze der Flachwasser- und Inselzone im Altmühlsee.

Bildnachweis Talsperren Neubauamt Nürnberg

Die bei der Planung konzipierte Nutzungstrennung, Erholungsbetrieb auf ca. 300 ha Fläche und Folgenutzung Naturschutz auf ca. 200 ha, wird von Einheimischen und Besuchern strikt beachtet (persönliche Mitteilung RANFTL 1990).

Die Vogelwelt des Altmühlsees wird ausführlich von RANFTL & DORNBERGER (1984), DORNBERGER & RANFTL (1985), DORNBERGER et al. (1986) und RANFTL et al. (1988) beschrieben.

#### Literatur

Talsperren-Neubauamt Nürnberg (1970): Informationsbroschüre „Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Maingebiet“.

RANFTL, H. & W. DORNBERGER (1984): Die Vogelwelt des Ausgleichbeckens Altmühltal. – Anz. orn. Ges. Bayern 23, 1–55.

DORNBERGER, W. & H. RANFTL (1985): Die Vogelwelt des Ausgleichbeckens Altmühltal. 1. Ergänzungsbericht – Anz. orn. Ges. Bayern 24, 59–66.

Bayer. Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde (1986): bau intern 6, 95–118.

Oberste Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern (1986): Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Maingebiet. Baustufe I: Altmühlsee – Überleiter – Kleiner Brombachsee Igelsbachsee. Schriftenreihe „Wasserwirtschaft in Bayern“ 19.

DORNBERGER, W., ALKEMEIER, F., FRANZ, D. & H. RANFTL (1986): Die Vogelwelt des Ausgleichbeckens Altmühltal. 2. Ergänzungsbericht – Anz. orn. Ges. Bayern 25, 19–28.

Talsperren-Neubauamt Nürnberg (1988): Informationsbroschüre „Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Maingebiet“.

AIGENSTUHLER, D. (1988): Phytoplankton-Untersuchungen an Gewässern des Altmühl-Überleitungssystems (Baustufe 1), Schlußbericht zu einem ABM-Projekt von Februar 1986 bis Februar 1988 bei der Regierung von Mittelfranken.

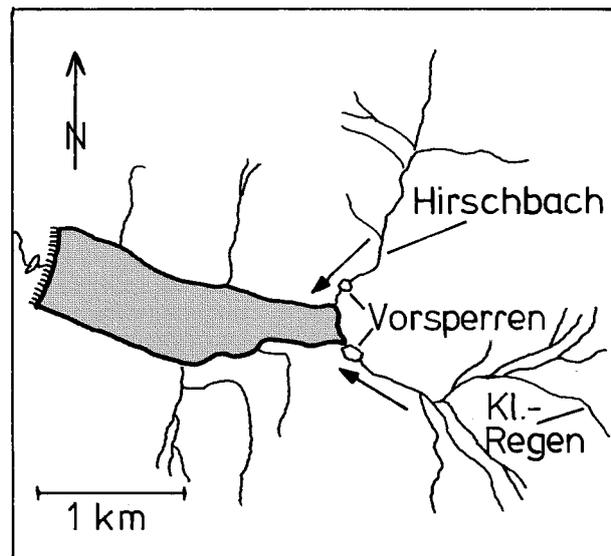
RANFTL, H., ALKEMEIER, F., DORNBERGER, W. & D. FRANZ (1988): Die Vogelwelt des Ausgleichbeckens Altmühltal. 3. Ergänzungsbericht 1986 und 1987 – Anz. orn. Ges. Bayern 27, 99–114.

# Trinkwassertalsperre Frauenau

Topographische Karte: L 6946 Hirschbach  
Gewässersystem: Kleiner Regen/Schwarzer Regen/  
Regen/Donau  
Stauziel: 767 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,94 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 21,7 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 68 m  
Mittlere Tiefe: 23 m  
Ausbaugrad: 62%  
Umgebungsfaktor: 32,3  
Länge des überstauten Tals: 2,0 km  
Absperrbauwerk: Steinschüttdamm mit zentralem  
Dichtungskern aus Lehm, zusätzlicher Tonbeton-  
dichtung (TSW), Stützkörper aus gebrochenem  
Gneis, 2 Übergangszonen luft- und wasserseitig  
Kronenlänge: 640 m  
Uferentwicklung: ca. 1,7  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Form  
Vorsperren: 2  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß in Staubeckensohle,  
Hochwasserentlastungsanlage mit freiem Überfall  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung  
bedingt: Energieerzeugung  
bedingt: Hochwasserschutz  
bedingt: Niedrigwasseraufhöhung  
Einzugsgebiet: 30,4 km<sup>2</sup>  
Einwohner: keine  
Nutzung der Landfläche: nahezu vollständig  
bewaldet, meist extensive Waldnutzung  
Eigentümer/Betreiber: Freistaat Bayern/  
Wasserwirtschaftsamt Deggendorf  
Jahr der Inbetriebnahme: 1984  
Inbetriebnahme Rohwasserlieferung: Juli 1983

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der bayerische Wald wird im Süden durch das Donaual, im Westen durch den Regen und im Norden durch die Cham-Further-Senke begrenzt. Die Nord-Ostgrenze ist durch die Landesgrenze zur Tschechoslowakei, die Ostgrenze durch die Landesgrenze zu Österreich gegeben. Die abwechslungsreiche Mittelgebirgslandschaft weist im Westen durchschnittliche Höhen von 500 bis 700 m und im Osten von 800 bis 1 000 m auf. Die beiden höchsten Erhebungen, Arber und Rachel, erreichen rund 1 450 m ü. NN. Der geologische Aufbau des Bayerischen Waldes gestattet es nicht, den Bedarf für eine zeitgemäße Wasserversorgung der Bevölkerung und der Industrie aus Grund- und Quellwasser zu decken. Die kristallinen Gesteine dieses Gebirges sind wasserundurchlässig und können daher das Wasser der relativ hohen Niederschläge weder aufnehmen noch speichern. Auch der aufliegende Verwitterungsschutt ist infolge seiner geringen Mächtigkeit und seiner meist bindigen Zusammensetzung nicht in der Lage, größere Wasser-



mengen zu speichern. Deshalb mußte Oberflächenwasser aus einer Talsperre zur Wasserversorgung herangezogen werden. Nach insgesamt 217 Bohrungen mit 6.388 Bohrmeterern entschloß man sich, das Absperrbauwerk an der topographisch günstigsten Stelle zu errichten. Denn die geologischen Verhältnisse waren nirgends besonders gut. Die Talsperre wurde dort angeordnet, wo sich das beste Verhältnis von Dammkubatur zu Stauraum und das größte Einzugsgebiet ergab. Das Verhältnis Dammkubatur zu Stauraum ist allerdings auch an der gewählten Sperrenstelle nicht besonders günstig, denn der Damm erforderte bereits über 1 m<sup>3</sup> Schüttmaterial für 10 m<sup>3</sup> Stauraum.

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet des Kleinen Regen bietet günstige Voraussetzungen für die Speicherung von Wasser: es ist vollständig bewaldet und frei von Siedlungen. Hinzu kommt als weiterer Vorteil, daß wegen der Höhenlage das Wasser dem Versorgungsgebiet weitgehend in freiem Gefälle zugeleitet werden kann.

Die Trinkwassertalsperre kann jederzeit in ausreichender Menge Wasser liefern; sie ist die Voraussetzung für eine einwandfreie und zukunftsichere Wasserversorgung im Bayerischen Wald.

Der Untergrund im gesamten Stauraum ist ausreichend dicht. Er wird durch eine eng verfaltete Paragneisseerie gebildet, die eine annähernd talparallele Streichrichtung aufweist. Neben den verschiedenen Gneistypen wurde auch Kalksilikatfels erbohrt.

Im Sperrbereich fallen die Schichten mit 60 bis 80 m sehr steil ein. An den beiden Talflanken sind sie in entgegengesetzter Richtung geneigt. Von den festgestellten Trennflächen sind die in Streichrichtung verlaufenden zwei Kluftsysteme, die von den Schieferungsfugen und

Talzuschiebungsklüften sowie aus den Druckentlastungsklüften gebildet werden, besonders bedeutsam. Sie treffen fast senkrecht auf die Sperrachse und sind häufig wasserwegsam. Das Grundgebirge ist im oberen Bereich in unterschiedlicher Dicke stark zerklüftet. Diese Kleinzerklüftungszone ist von Gneisersatz mit eingelagerten Verwitterungsrestblöcken sowie quartären und fluvialen Sedimenten überlagert. Die Überlagerung weist Mächtigkeiten von wenigen bis maximal 40 Meter im weiteren Staubebereich auf.

In der Dammachse sind drei Bereiche bemerkenswert, die für das Absperrbauwerk besondere Maßnahmen erforderten. Am orographisch rechten unteren Talhang ist das Grundgebirge auf einer Länge von rund 200 m bis zu 20 m von Gneisersatz und Sedimenten überdeckt. Am linken oberen Talhang wurde eine bis zu 35 m Tiefe, trichterförmige Zersatztasche festgestellt. In Talmitte verläuft eine 6 m breite, tiefreichende Störungszone senkrecht zur Dammachse; die eingelagerten Materialien wiesen im oberen Bereich nur eine geringe Festigkeit auf.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Das Wasser der Zuläufe ist als typisches Kristallwasser sehr weich. Die Härtegrade liegen bei 0,05 bis 0,4 mmol/l, der pH-Wert zwischen 5,5 und 6,5. Er kann insbesondere während der Schneeschmelzen auf Werte zwischen 3,0 und 4,0 absinken, was auf Einträge anthropogener Säurebildner hinweist. Anthropogene Gewässerversauerungen sind im Hinteren Bayerischen Wald zweifelsfrei nachgewiesen worden (STEINBERG et al. 1988). Das Rohwasser ist als stark beton- und eisenaggressiv einzustufen, aufbereitet ist es als Trinkwasser gut geeignet.

Gegenüber den genannten Säureschüben wirkt die Talsperre selbst ausgleichend: Hier liegen die pH-Werte zwischen 5,0 und 6,1. Doch weisen die Aluminiumwerte, die zwischen 0,07 und 0,48 mg/l Gesamt-Al bzw. 0,04 und 0,47 gelöstes Al (< 0,45 µm Porenweite) liegen, auf einen versauerungsbedingten Eintrag aus dem Einzugsgebiet hin, der in der Wasseraufbereitung jedoch keinerlei Schwierigkeiten verursacht. Die Werte des Sulfats bewegen sich um 4 mg/l, die des Nitrats um 1 mg/l N. Der Nitrat-Wert ist deutlich höher, als er für oligotrophe Gewässer charakteristisch ist und kann nur über versauerungsbedingte Nitrifikation im Waldboden des Einzugsgebiets erklärt werden. Die Algenproduktion wird

eindeutig durch den Phosphor-Gehalt gesteuert, der 0,005 mg/l ges.-P nicht überschreitet. Dementsprechend kann auch nur selten Chlorophyll nachgewiesen werden (Wasserwirtschaftsamt Deggendorf 1988).

#### **Flora und Fauna**

Makrophyten sind in der Talsperre Frauenau nicht vorhanden. Phytoplanktonuntersuchungen der letzten Jahre zeigten überwiegend nur geringe Individuendichten. Neben dem üblichen vereinzelt Auftreten von *Cryptomonas marssonii*, *Peridinium cf. inconspicuum* und *Istmochloron trispinatum*, kam es im August 1987 zu einer außergewöhnlichen Massenentwicklung der Goldalge *Dinobryon pediforme*. Das massive Auftreten dieser Alge ist eventuell auf veränderte pH-Werte des Talsperrenwassers zurückzuführen, *Dinobryon pediforme* ist ein Säureanzeiger. Überwiegend wird das Plankton der Talsperre durch Arten der Gattung *Dinobryon* geprägt: *D. bavaricum*, *D. divergens* und *D. sertularia*. Weitere Phytoplankter sind: *Bitrichia chodatii*, *Choricystis chodatii*, *Chlamydocapsa bacillus*, *Peridinium inconspicuum*, *Chrysochromulina parva*, *Ceratium hirundinella*, *Staurostrum cf. paradoxum* und *Cosmarium cf. bioculatum*.

#### **Sediment**

Seit dem Reaktorunfall in Tschernobyl wird das Sediment im Uferbereich regelmäßig von der Wasserwirtschaftsverwaltung auf radioaktive Inhaltsstoffe untersucht.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Eine Wasserschutzzone für die Trinkwassertalsperre ist festgesetzt.

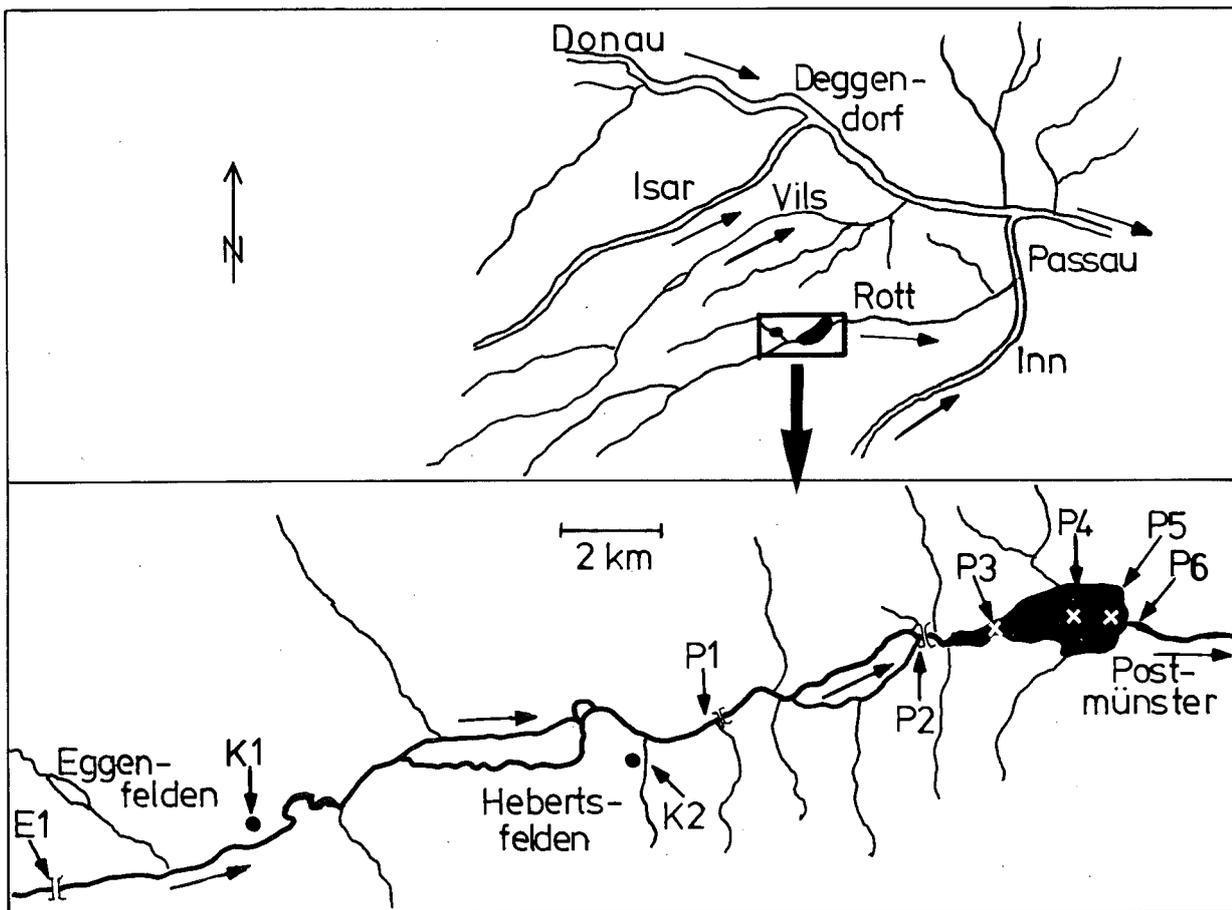
#### **Literatur**

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (1984): Trinkwassertalsperre Frauenau. – Schriftenreihe Wasserwirtschaft in Bayern, 17, 34 S.

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf (1988): Unveröffentlichter Untersuchungsbericht über Untersuchungen der Talsperre Frauenau.

STEINBERG, C., H. HARTMANN, J. KERN, K. ARZET, W. KALBFUS, D. KRAUSE-DELLIN & M. MAIER (1988): Gewässerversauerung durch Luftschadstoffe. – In: Gefährdung und Schutz von Gewässern. Hohenheimer Arbeiten 1988: 79–103, Ulmer-Verlag, Stuttgart.

# Hochwasserrückhaltebecken Postmünster



Topographische Karte: L 7542 Pfarrkirchen  
 Gewässersystem: Rott/Inn/Donau  
 Stauziel: 387 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 3,00 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 13,00 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 8 m  
 Mittlere Tiefe: 4,35 m  
 Ausbaugrad: 8,6%  
 Umgebungsfaktor: 191  
 Länge des überstauten Tals: 4,0 km  
 Absperrbauwerk: Erddamm mit Kerndichtung  
 Kronenlänge: 1 100 m  
 Uferentwicklung: ca. 1,6  
 Talsperrentyp: Flachlandtalsperre  
 Vorsperre: keine  
 Zirkulationstyp: polymiktisch, holomiktisch  
 Lage des Auslaufs: 3 Grundablässe, Staubalkenwehr mit 1 Fischbauchklappe  
 Nutzung der Talsperre: Hochwasserrückhaltung, Niedrigwasseraufhöhung, Energieerzeugung, Erholung

Einzugsgebiet: 575 km  
 Nutzung der Landfläche: überwiegend Landwirtschaft  
 Einwohner: ca. 49 000  
 Eigentümer/Betreiber: Freistaat Bayern  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1972

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Im Verlauf der Jahrhunderte wurde das Rottal in Niederbayern von gewaltigen Hochwässern heimgesucht. Erst in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts wurden an der Rott erste räumlich begrenzte Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser getroffen. Diese reichten nicht aus und infolge der Regulierungen gingen früher vorhandene natürliche Rückhalteräume verloren, so daß sich der Hochwasserabfluß beschleunigte, die Abflußspitzen erhöhten und die Hochwassergefahren im unteren Rottal vergrößerten. Hochwässer in den Jahren 1954 und 1965 richteten auch weiterhin große Schäden an. Ein optimaler Hochwasserschutz, insbesondere für das untere Rottal, konnte nur durch den Bau eines Hochwasserrückhaltebeckens in Verbindung mit einem örtlich begrenzten

Gewässerausbau unterhalb des Wasserspeichers erreicht werden. Für die Errichtung dieses Bauwerks erwies sich der Raum bei Postmünster, etwa vier Kilometer oberhalb der Stadt Pfarrkirchen, als besonders geeignet.

Das Hochwasserrückhaltebecken hat folgende Aufgaben:

1. Schutz der landwirtschaftlich genutzten Talflächen, der Siedlungen, der Verkehrswege und der gewerblichen und industriellen Betriebe vor Hochwasser.
2. Vermeidung weiterer Gewässerausbauten und Erhaltung des natürlichen Rottlaufs und der Flußlandschaft zwischen Pfarrkirchen und der Rottmündung.
3. Ausgleich des Verlustes an natürlichem Hochwasserrückhalteraum
4. Abflüßausgleich bei Hoch- und Niedrigwasser
5. Erhaltung und Schaffung von Erholungsflächen im Rottal  
(Oberste Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern, 1973)

#### Einzugsgebiet

Die Rott entspringt bei Osterthann im Landkreis Landshut und mündet bei Neuhaus in den unteren Inn. Das fast hundert Kilometer lange, im tertiären Hügelland liegende Flußtal ist im Oberlauf etwa 350 m, und im Unterlauf bis zu 2000 m breit.

Das Einzugsgebiet ist überwiegend landwirtschaftlich geprägt, zum Teil mit Maisanbau in Intensivkultur. Der Anteil an Waldbeständen ist nur gering. Neben den Orten Eggenfelden und Hebertsfelden sind Streusiedlungen häufig. Das Gebiet ist mit einer durchschnittlichen Einwohnerzahl von unter 85 E/km<sup>2</sup> relativ dünn besiedelt.

Die geologischen Formationen des Rottales stammen hauptsächlich aus der Zeit des Tertiärs. Im Bereich des Absperrbauwerkes besteht der Untergrund in den oberen Zonen fast durchweg aus locker gelagerten, stark durchlässigen Kiesen und Sanden, die von einer weitgehend dichten Auelehmschicht überlagert sind. Unter diesen geologisch jungen alluvialen Ablagerungen von etwa 3 bis 5 m Mächtigkeit liegen die tertiären Schichten. Sie wechseln zwischen tonig sandigen Schluffen und reinen Sanden. Der mehr oder weniger durchlässige Boden reicht bis in Tiefen von 15 m.

Insgesamt gesehen ist der Untergrund an der Sperrenstelle sehr heterogen aufgebaut, was die konstruktive Gestaltung der Stauanlage erschwerte und besondere technische Maßnahmen erforderte (Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 1973).

#### Ufer

Der Grundsee, der als Teil des Stauraumes eine ständige Wasserfläche von ca. 60 ha bildet, belebt das Landschaftsbild im seenarmen niederbayerischen Raum. Seine Uferböschungen wurden mit den Neigungen 1 : 3 bis 1 : 5 ausgebildet. Einige windexponierte Ufer-

abschnitte und die Uferböschungen im Bereich des Dammes sind mit Steinsatz, Steinschüttungen und Steinberollungen geschützt.

Im restlichen Uferbereich reicht die Wiesennutzung bis an die Wasserlinie. Der Ufersaum wird aus Gründen des Naturschutzes nicht mehr gemäht.

Im Stauraum selbst wurden Feuchtbiotope angelegt, die beim Aufstau zum Stauziel überflutet werden. Bei Absenken des Wasserspiegels bleiben dann kleine Wasserflächen zurück, die von Amphibien und Vögeln besiedelt werden.

#### Wasserbeschaffenheit

In den Jahren 1981 bis 1987 wurden der Stausee sowie Zufluß und Abfluß an 5 Untersuchungsstellen (s. Skizze) vom Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft chemisch, physikalisch und biologisch umfangreich untersucht (HENSCHEL & STEINBERG 1989).

Das Wasser ist aufgrund der Geologie als kalkreich und durch die Struktur und Nutzung des Einzugsgebietes

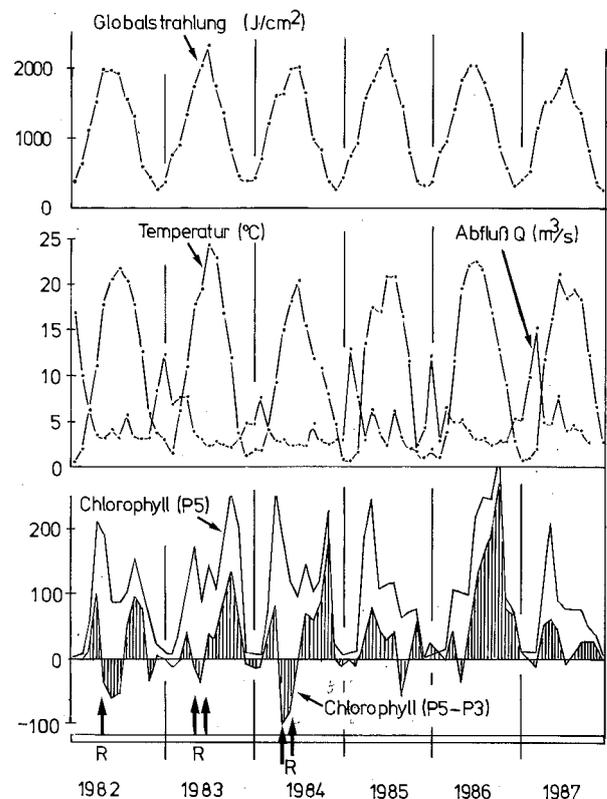


Abbildung 1: Ganglinien der Parameter (Monatsmittelwerte) Globalstrahlung, Algenbiomasse (Chlorophyll a) im Ablauf des Hochwasserrückhaltebeckens. Der schraffierte Bereich ist die Algenbiomasse-Differenz aus Ablauf-Zulauf. Die Pfeile (R) geben Rotatorien-Grazing an.

als sehr nährstoffreich zu bezeichnen. Der Gesamtphosphat-Wert lag im letzten Untersuchungsjahr zwischen 300 und 400  $\mu\text{g/l}$ . Bedingt durch die Algenentwicklungen treten beträchtliche Sauerstoffübersättigungen auf. Abb. 1 zeigt die Ganglinien von Globalstrahlung, Temperatur, Abfluß und Chlorophyllkonzentrationen, jeweils als Monatsmittelwert am Ablauf des Hochwasserrückhaltebeckens. Es wird daraus ersichtlich, daß das Chlorophyll Spitzenkonzentrationen bis 300  $\mu\text{g/l}$  im Stau erreichen kann. Der schraffierte Bereich, der die Differenz an Chlorophyll zwischen Einlauf und Ablauf darstellt, zeigt eine erhebliche zusätzliche Algenproduktion im Stau selbst. Zu bestimmten Zeiten treten jedoch auch negative Differenzen auf, dies zeigt, daß im Ablauf die Chlorophyllkonzentrationen geringer sind als im Einlauf. Während dieser Zeit wurde immer ein Maximum an Zooplankton (überwiegend Rotatorien) festgestellt, durch deren Fraß kurzfristige „Klarwasser“-Stadien erreicht werden können.

#### Flora und Fauna

Die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons im Stausee zeigt im Frühjahr ein Übergewicht an zentrischen Kieselalgen, insbesondere der Gattung *Stephanodiscus* mit den Arten *Stephanodiscus hantzschii* fo. *tenuis* (Abb.2) und *Stephanodiscus hantzschii* fo. *hantzschii*. Im Frühsommer kann es zu massiven Entwicklungen der Goldalge *Synura uvella* kommen, die das Wasser im Stausee bräunlich färbt. Im Sommer sind, neben den Kieselalgen, Grünalgen der Gattungen *Actinastrum*, *Clamydomonas*, *Closterium*, *Crucigenia*, *Eudorina*, *Pandorina*

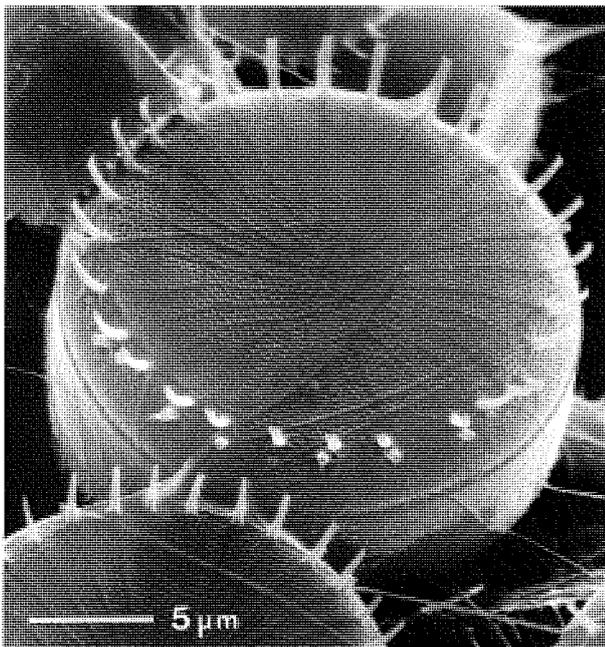
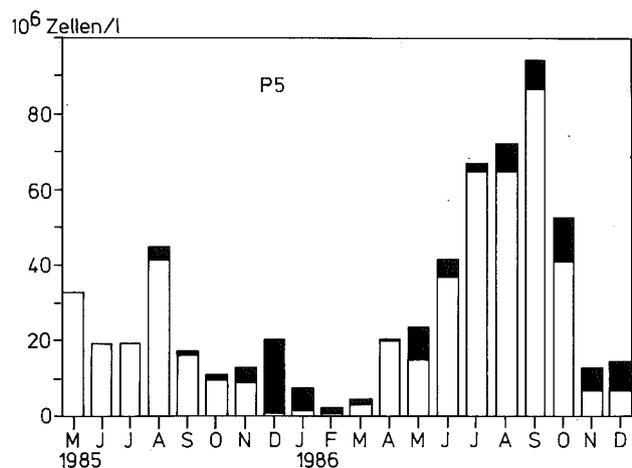
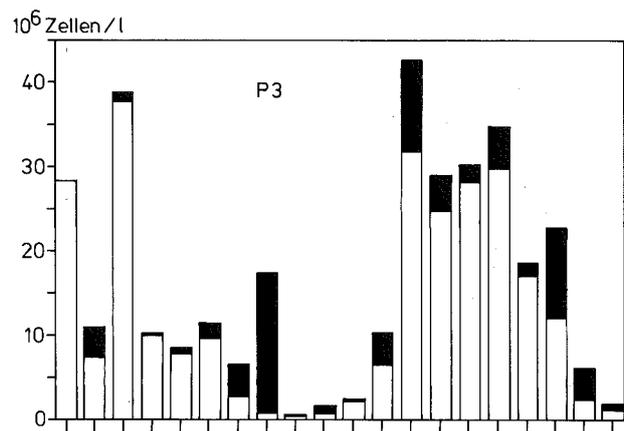


Abbildung 2: Kieselalge *Stephanodiscus hantzschii* fo. *tenuis*.

und *Scenedesmus* zu finden. Der Anteil der Kieselalgen beträgt aber immer noch ca. 50%, wovon der größte Teil durch die kleinen Arten *Cyclotella pseudostelligera* und *Skeletonema potamos* gebildet wird. Letztere kann dabei Zelldichten bis 180 000 Zellen/ml erreichen. Den Herbstaspekt bilden die Kieselalgen der Gattung *Cyclotella* (*Cyclotella meneghiniana*, *Cyclotella pseudostelligera*).

In den kalten Monaten sind außer Cyanobakterien fast keine photosynthetisch aktiven Organismen im Freiwasser des Sees zu finden. Die Cyanobakterien sind mit den Gattungen *Microcystis*, *Coelosphaerium*, *Anabaena*, *Romeria*, *Dactylococcopsis*, *Pseud-anabaena* und *Oscillatoria* vertreten (vergl. Abb. 3).



Algen  
 Anteil der Blaualgen

Abbildung 3: Anteil der Blaualgen am Gesamtphytoplankton.

Im Stausee Postmünster kommen, anders als in anderen untersuchten gestauten Fließgewässern wie Ruhr und Main (KOPPE et al. 1983, KOPF et al. 1988), nicht nur Rotatorien, sondern auch Cladoceren und Copepoden im Zooplankton vor. Die Sukzession beginnt stets nach der Algenentwicklung mit Rotatorien, die das erwähnte „Klarwasser“-Stadium und Sauerstoffdefizite hervorrufen, gefolgt von den Cladoceren. Als letzte entwickeln sich immer die Copepoden (Abb. 4). Wenn Hochwässer das gesamte Plankton aus dem Stausee auswaschen, kann dieses Sukzessionsmuster mehrmals im Jahr auftreten. Die dominierenden Arten bei den Cladoceren waren *Bosmina longirostris* und *Daphnia cucullata*, bei den Copepoden *Cyclops vicinus* (STEINBERG et al. 1989).

### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Im Einzugsgebiet, insbesondere in Eggenfelden, werden Ende 1990 Regenüberläufe und Regenbecken saniert sein. Hiermit wird eine weitere Verringerung der Belastung der Rott durch organische Nährstoffe erreicht.

Der diffuse Eintrag durch Nährstoffe aus der Landwirtschaft in Gewässer im Einzugsbereich des Stausees muß verringert werden. Die intensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung bis an die Ufer muß reduziert werden. Die Umwandlung von intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen, (z. B. Mais) in Grünlandflächen wird angestrebt. Zukünftige Pläne zur Gewässerpflege schlagen den Ankauf von Uferstreifen durch den Freistaat Bayern vor.

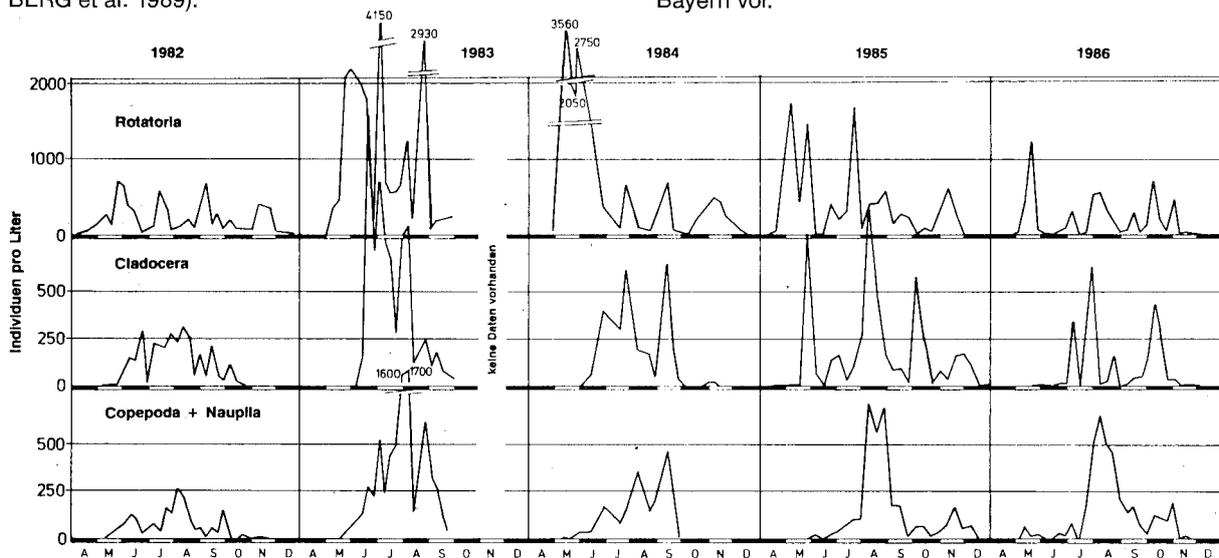


Abbildung 4: Zooplankton Sukzessionen in den Jahren 1982 bis 1986

### Sediment

Das Sediment des Stausees wurde in Verbindung mit einer Analyse der Chironomidenfauna mit zwei Transekten in der Nähe des Zulaufs und in der Nähe des Ablaufs untersucht. Es zeigte sich, daß der nördliche Teil des Zulauftransekts gegenüber den anderen Probestellen durch gröberes Substrat, größeren Mengen grober organischer Substanz, größeren Abundanzen, mehr Taxa der Chironomidenfauna und mehr Biomasse charakterisiert ist. Dieser Abschnitt des Zulaufs bietet offensichtlich die besten Lebensbedingungen für Chironomiden. Die meisten Probestellen des Ablauftransekts haben dagegen schlechtere Bedingungen aufzuweisen. Die Ursachen hierfür mögen in der generell kleinen Korngröße, die als besiedlungsförderlicher bekannt ist, bestehen.

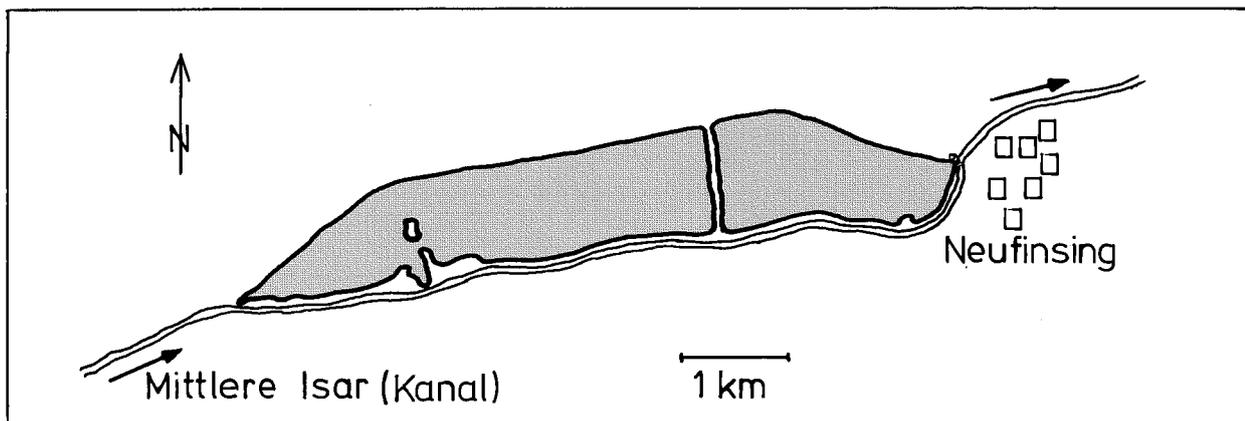
Es könnten jedoch auch ungünstiges Nahrungsangebot oder erhöhter Fraßdruck durch Fische in Betracht gezogen werden.

Bei der Bestandsaufnahme der Chironomidenfauna wurden 38 Taxa festgestellt (FLEMMER 1986).

### Literatur

- Informationbericht der Obersten Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern (1973): Talsperren und Rückhaltebecken in Bayern, Hochwasserrückhaltebecken Postmünster Informationsheft, 26 S.
- KOPPE, P., K. H. KORNATZKY & E. A. NUSCH (1983): Untersuchungen über den Einfluß der Stauhaltung eines Flusses auf die Gewässerbeschaffenheit. – Band 1 Textband, Band 2 Abbildungen und Tabellen. BMFT 02 – WT 854.
- KOPF, W., W. PÖHLMANN & K. REIMANN (1988): Grundlagen der Eutrophierung von Fließgewässern, dargestellt am Beispiel von Main und Regnitz. – Bericht der Bayer. Landesanstalt f. Wasserforschung, Nov. 1988. Teil 1 und 2.
- FLEMMER, A. (1986): Zur Chironomidenfauna des Hochwasserrückhaltebeckens Postmünster. – Diplomarbeit an der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- HENSCHEL, T. & C. STEINBERG (1989): Wirkungsbezogene Immissionsgrenzwerte und Eutrophierung in Fließgewässern – Fallstudie Rott. – Vom Wasser (im Druck).
- STEINBERG, C., T. P. CHANG & T. HENSCHEL (1989): Untersuchungsbericht zum Eutrophierungsgeschehen in gestauten Fließgewässern mit besonderer Berücksichtigung planktischer Biozönosen. – Forschungsbericht „Wasserforschung“. Bundesministerium für Forschung und Technologie.

# Speichersee



Topographische Karte: L 7736 Erding  
Gewässersystem: Isar-Kanal/Isar/Donau  
Stauziel: 495,8 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 6,15 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 14,50 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 4 m  
Mittlere Tiefe: 2,35 m  
Ausbaugrad: 0,8%  
Umgebungsfaktor: 489,5  
Länge des überstauten Tals: 7,3 km  
Absperrbauwerk: Kiesdamm mit Betondichtung wasserseitig  
Kronenlänge: Nord- und Süddamm: 7,6 km  
Mitteldamm: 1,4 km  
Uferentwicklung: ca. 2,1  
Talsperrentyp: Künstliches Abdämmungsbecken mit schotenförmigem Umriß.  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: polymiktisch  
Lage des Auslaufs: Betriebsauslaß  
Nutzung: Energieerzeugung, Abwasserreinigung, Europareservat für Vögel  
Einzugsgebiet: (Isar bis Wehr Unterföhring): 2844 km<sup>2</sup>  
Einwohner: 1,5 Millionen  
Nutzung der Landfläche: Landwirtschaft, bebaute Flächen, Wälder und Hochgebirge.  
Eigentümer/Betreiber: Bayernwerk A.G.  
Jahr der Inbetriebnahme: 1930

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der Speichersee bei Ismaning nördlich von München dient den Kraftwerksanlagen der Bayernwerk AG am Mittleren Isarkanal als Kopfspeicher sowie – in Verbindung mit den südlich davon angelegten Fischteichen – der Nachklärung der in der Kläranlage Großlappen mechanisch-biologisch behandelten Abwässer der Landeshauptstadt München. Zur Zeit seiner Erstellung 1926–29 war der Speichersee der erste größere künst-

liche See in Bayern, der der Stromgewinnung dienen sollte. Das Ufer aus Beton, der hohe Damm, Vorflutgraben und Einzäunungen im Norden, sowie Fischteiche, Werkkanal, Abfanggraben im Süden und vor allem die eingeleiteten, früher nur mechanisch vorgeklärten Abwässer machen den Speichersee trotz seiner stadtnahen Lage für Naherholung und Wassersport wenig attraktiv. Dagegen besitzt er für Sportfischer eine gewisse und für Ornithologen eine bedeutende Anziehungskraft.

## Einzugsgebiet

Der See liegt quer zur Gefällsrichtung auf der von natürlichen Oberflächengewässern freien Münchner Schotterebene am Ansatz der Niedermoore des Erdinger Moooses, das mit 250 km<sup>2</sup> vor seiner Kultivierung Bayerns größtes Moorgebiet war. Die Wasserflächen aller Anlagen des Mittleren Isarkanal bedecken zusammen mit dem Speichersee und den Fischteichen 7 % der Fläche des Erdinger Moooses.

Da in der Ebene keine Hohlform zur Anlage eines Stausees verfügbar war, wurde das Speicherbecken durch Aufschüttung von Dämmen der Landschaft aufgesetzt. Als Baumaterial wurde der quartäre Schotter benutzt, der beim Aushub des sogenannten Abfanggrabens anfiel. Dieser 9–12 m unter das Geländeniveau eingetieft Graben zapft den Grundwasserstrom an und bewirkt eine Trockenlegung der südlich des Speichers gelegenen Moorteile und Bachläufe. Im Gegensatz dazu erhöhte Dränge- und Sickerwasser den Grundwasserstand nördlich des Sees und bedrohte landwirtschaftliche Nutzflächen mit Vernässung, so daß Regulierungen erfolgen mußten.

Die „Münchner schiefe Ebene“ verdankt ihre Entstehung dem pleistozänen Isar-Loisach- und dem Inn-Chiemsee-Gletscher, deren Schmelzwassermassen die Wälle der Endmoränen durchbrachen und große Schotterkegel und Schotterstränge im unvergletscherten Vorfeld der Moränen ablagerten.

Die Mächtigkeit der Schotterdecke nimmt von Süden nach Norden hin bis zum Speichersee auf 20 m ab, um

schließlich an der Grenze zum Tertiärhügelland mit Mächtigkeiten unter 10 m auszukeilen. Das Liegende dieser fluvio-glazialen Schotter wird durch die tertiären Schichten des Flinz der oberen Süßwassermolasse gebildet. Die starke Durchlässigkeit der Schotter und die wasserstauende Wirkung des Flinzes bewirken zusammen die Ausbildung eines starken nordwärtsgerichteten Grundwasserstroms. Im Bereich des Speichersees und nördlich desselben erreicht und überschreitet die Mächtigkeit des Grundwasserstromes diejenige der Niederterrassen und bewirkt damit dort eine sehr hohe Flußdichte und das Auftreten von Niedermooren mit Vorkommen von Kalktuffen. Die hohe Wasserdurchlässigkeit der quartären Schotter bedingte, vor allem in den ersten Jahren nach dem Aufstau 1930, Dichtigkeitsprobleme, die sich mit der zunehmenden sedimentären Auskleidung des Seebeckens verbesserten.

#### Wasserbeschaffenheit

Durch den Ausbau des Klärwerks München – Großlappen hat sich die Belastung des Speichersees vermindert, wie die Untersuchungen des Wasserwirtschaftsamts München am Speicherseeablauf in Neufinsing belegen. Die Gesamt-Phosphor-Konzentration fiel von 1986 auf 1988 von ca. 0,7 mg/l auf ca. 0,4 mg/l Gesamt-P (Abb. 1). Auch die Ammonium-Stickstoffwerte nahmen von ca. 3,5 auf ca. 2,5 mg/l N ab.

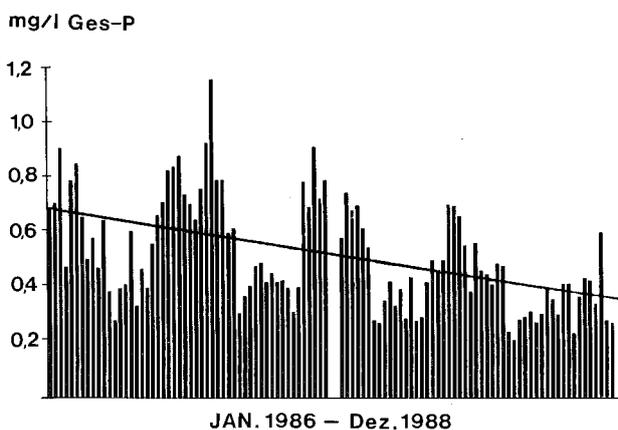


Abbildung 1: Gesamt-Phosphatkonzentration am Ablauf des Speichersees

Die verminderte Belastung läßt sich ferner an verringerten CSB-Werten nachweisen, wohingegen die BSB<sub>5</sub>-Werte keine signifikante Abnahme erkennen lassen.

Durch die 1989 erfolgte Inbetriebnahme des Klärwerks München – Gut Marienhof ist ein weiterer Rückgang der Belastung zu erwarten.

#### Flora und Fauna

Charakteristisch für den polytrophen Speichersee sind unter anderem die Cyanobakterien *Lyngbya limnetica* und

*Oscillatoria limosa*. An Grünalgen herrschen *Ulothrix moniliformis*, *Ankistrodesmus falcatus* sowie einige begeißelte Arten (Cryptomonaden) vor (KUCKLENTZ & METZNER 1980). Weitere, im Sommer 1989, analysierte Arten: *Monoraphidium minutum*, *Monoraphidium contortum*, *Dinobryon grenulatum*, *Dinobryon divergens*, *Dinobryon sociale*, *Actinastrum hantzschii*, *Pandorina morum*, *Kephyrion cordatum*, *Pseudokephyrion pseudospirale*, *Planktosphaeria gelatinosa*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Rhodomonas minuta* und *Cryptomonas ovata*.

Neuere Kieselalgenuntersuchungen zeigten, daß neben planktischen auch viele Benthonarten die Flora im See mitbestimmen, z. B. *Frustulia vulgaris*, *Nitzschia palea*, *Navicula gregaria*, *Navicula menisculus* und *Surirella angusta* die typische Indikatorarten für stark belastete Gewässer sind. *Nitzschia dissipata* und *Nitzschia romana* zeigen eutrophe Bedingungen an. Weitere häufig vorkommende Arten sind: *Navicula cryptocephala*, *Navicula tripunctata*, *Achnanthes minutissima*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella silesiaca* und *Melosira varians*. In den Sommermonaten dominiert das eigentliche Phytoplankton, das neben *Fragilaria capucina*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*, *Nitzschia acicularis* und *Synedra acus* überwiegend aus zentrischen Kieselalgen wie den recht seltenen, aber organische Verschmutzung anzeigenden *Stephanodiscus incognitus* und Allerweltsformen wie *Cyclotella meneghiniana*, *C. stelligera*, *C. pseudostelligera* und *Melosira granulata* besteht (KLEE & STEINBERG 1987).

Häufig wird auch die Schwefelbakterie *Beggiatoa alba* angetroffen, die als typischer Abwasserorganismus eingestuft wird.

Die Mikrofauna im Speichersee wird gekennzeichnet durch die Ciliaten *Paramecium caudatum*, *Stentor roeseli*, *Chilodonella cucullus*, *Carchesium polypinum*, *Vorticella campanula*, sowie den Rädertieren *Rotatoria rotatoria*, *Keratella cochlearis* und *Polyarthra dolichoptera*. Der Nährstoffreichtum, die ungestörte Lage des Speichersees und die in unmittelbarer Nähe angeordneten großen Fischeiche ließen dieses Gebiet zu einem Paradies für Wasservögel heranwachsen.

An Fischen findet man vor allem den Flußbarsch (*Perca fluviatilis*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und Hecht (*Esox lucius*), die im Speichersee reichliche Nahrung vorfinden.

#### Sediment

Der Ablagerung von Schwermetallen sind GRIMMINGER et al. (1979) an 14 Profilen (jeweils Bohrungen bis zum anstehenden Boden) nachgegangen. Die höchsten Schwermetallkonzentrationen im Sediment wurden nicht an der Stelle der größten Sedimentation nach der Kanaleinmündung gefunden, sondern etwa 2 km unterhalb. Erst hier sinken die kleineren, schwermetallreichsten Schwebstoffe zu Boden. Nach Osten und Süden hin nehmen die Konzentrationen ab. Dies gilt auch

für das Ostbecken, wo gleich nach dem Mitteldamm die höchsten Anteile gemessen wurden. In vertikalen Bohrprofilen ergeben sich einige Anreicherungshorizonte, die mit verschiedenen hydrologischen Erscheinungen verbunden sind, ohne daß in jedem Fall eine genaue Zuordnung gegeben wäre.

In Modellversuchen wurde von HAMM (1980) die Rolle der Sedimente im Stoffhaushalt des Speichersees abgeschätzt. So fand er, daß die Freisetzung der Stickstoffverbindungen sich relativ rasch erschöpfte, während sie bei Phosphorverbindungen sehr lange anhält. Letztere wurden auch noch nach 2,5 Jahren Versuchsdauer aus dem Sediment mit einer täglichen Rate von 3,9 mg/m<sup>2</sup> abgegeben. In der Anfangsphase wurden im Mittel gar 35,5 mg/m<sup>2</sup> pro Tag freigesetzt. Eisen wurde mit einer täglichen Nettorate von rd. 27 mg/m<sup>2</sup> abgegeben. Bei den übrigen Schwermetallen, insbesondere Zink, Kupfer, Cadmium und Quecksilber wurden keine Hinweise auf kritische Freisetzungen erhalten. Die Sauerstoffzehrung des Sediments bei ungestörter Sedimentlage wurde mit einer Anfangsrate von nur 680 bis 1 350 mg/m<sup>2</sup> pro Tag gemessen. Insgesamt kam HAMM seinerzeit zu dem Schluß, daß die sogenannte Selbstreinigungslleistung dieses Gewässersystems als nicht mehr sehr groß einzuschätzen sei.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Der Speichersee zählt zu den bedeutendsten Vogelparadiesen Europas. Mit den angrenzenden Fischteichen wurde er 1976 als Feuchtgebiet internationaler Bedeutung im Sinne der Ramsar-Konvention benannt und vom internationalen Rat für Vogelschutz als Europareservat anerkannt. So wurden je Zählperiode der internationalen Wasservogelzählungen etwa 85 000 Wasservögel gezählt (HAARMANN & PRETSCHER 1976). Hohe Populationszahlen der Vögel zur Mauser-, Herbst- und Winterzeit, eine Mischkolonie von Graureihern und Kormoranen

sowie etliche bedrohte, in der „Roten Liste“ geführte Vogelarten bieten für Ornithologen ein einmaliges Arbeitsfeld. Wesentliche Voraussetzungen für die Entwicklung dieser bedeutenden Avifauna sind die freiwillige Einschränkung der Jagd, die hohe Nahrungsproduktion im See und der begrenzte Zutritt für die Öffentlichkeit (von KROSIGK 1987).

Die Betreuung obliegt der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern, die auch die Pflege- oder Gestaltungsmaßnahmen und die Hegemaßnahmen durchführt (HAARMANN & PRETSCHER 1976).

#### **Literatur**

Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft (1982): Verzeichnis der Seen in Bayern. – Informationsbericht, Loseblattsammlung.

GRIMMINGER, H., G. MICHLER & C. STEINBERG (1979): Der Speichersee. Zur Geographie und Limnologie dieses künstlichen Sees im Nordosten Münchens mit besonderer Berücksichtigung der Seesedimente. – Mitt. Geograph. Gesell. München 64, 41–76.

HAARMANN, K. & P. PRETSCHER (1976): Die Feuchtgebiete internationaler Bedeutung in der Bundesrepublik Deutschland. Vogelkundliche Bibliothek, Band 4. Kilda-Verlag, Greven.

HAMM, A. (1980): Versuche zum Stoffaustausch zwischen Sediment und Wasser im Speichersee. – In: Stoffhaushalt von Fließgewässern. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie 32, 85–112.

KLEE, R. & C. STEINBERG (1987): Kieselalgen bayerischer Gewässer. Informationsbericht des Bayer. Landesamtes f. Wasserwirtschaft 4/87, Loseblattsammlung.

KROSIGK von, E. (1987): Zehn-Jahres-Bilanz aus „Feuchtgebieten internationaler Bedeutung“, Ismaninger Speichersee mit Fischteichen. – Natur und Landschaft, 62 (12), 527–531.

KUCKLENTZ, V. & G. METZNER (1980): Untersuchungen am Speichersee. – In: Stoffhaushalt von Fließgewässern. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie 32, 67–84.

# Forggensee

Topographische Karte: L 8330 Peiting/L 8530 Füssen  
Gewässersystem: Lech/Donau  
Stauziel: 781 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 16,00 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 150 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 35,3 m  
Mittlere Tiefe: 9,3 m  
Ausbaugrad: 7%  
Umgebungsfaktor: 100  
Länge des überstauten Tals: 11 km  
Absperrbauwerk: Kiesschüttdamm mit Lehmkern-  
dichtung  
Kronenlänge: 320 m  
Uferentwicklung: ca. 1,9  
Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Betriebsablaß  
Nutzung der Talsperre: Energieerzeugung,  
Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung  
Einzugsgebiet: 1594 km<sup>2</sup>  
Einwohner: auf deutschem Gebiet ca. 20 000  
Nutzung der Landfläche: siehe Beschreibung  
Eigentümer: Freistaat Bayern  
Betreiber: Bayerische Wasserkraftwerke AG,  
München  
Jahr der Inbetriebnahme: 1954

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

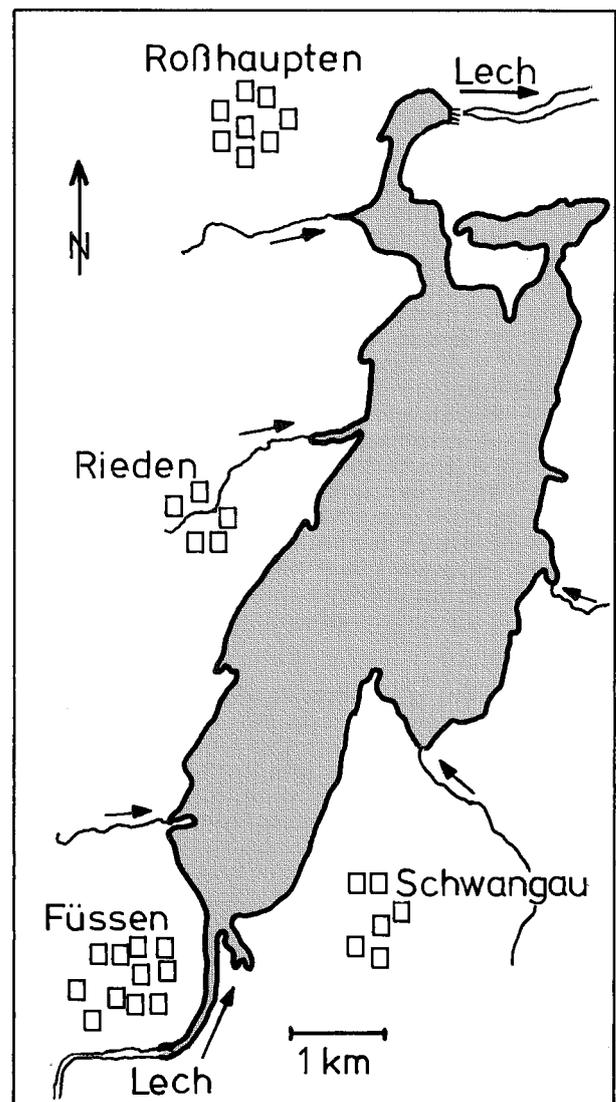
Im Füssener Becken wird das Wasser des Lechs zu Bayerns größtem künstlichen See, dem Forggensee aufgestaut. In der Zeit nach dem Abschmelzen der diluvialen Gletscher dehnte sich hier ein noch größerer Zungenbeckenensee, der ehemalige „Füssener See“ aus, als dessen Reste Bannwaldsee, Hopfensee, Weißensee, Schwanseesee, Illasbergsee und einige Weiher überlebten. Das vom gefällestarken Lech durchströmte zentrale Becken wurde durch dessen Tiefenerosion entleert. Seit 1954 ist dieses durch eine 41 m hohe Talsperre bei Roßhaupten wieder zum stehenden Gewässer abgeriegelt und nach dem überstauten Weiler Forgggen benannt.

Der in den letzten Jahrzehnten weiter durchgeführte Lechausbau, in dem der Forggensee als Kopfspeicher dient, hat jedoch nicht nur energiewirtschaftliche Bedeutung. Die Maßnahmen tragen auch wesentlich zur Verbesserung des Hochwasserschutzes und der Niedrigwasseraufhöhung sowie der Verhinderung einer weiteren Eintiefung des Lechs in sein Flußbett bei.

Darüber hinaus wurden neue ökologische Bereiche (z. B. Flachwasserzonen) sowie Möglichkeiten für Naherholung und Fremdenverkehr geschaffen (Bayer. Wasserkraftwerke AG, München 1988).

## Einzugsgebiet

Der Südtteil des weiträumigen Füssener Beckens wird überwiegend aus Schotterflächen und Schotterterrassen



gebildet, denen Schuttkegel der Gebirgsbäche überlagert sind. Daran schließt sich bis zum Nordrand eine sanfte Grundmoränenhügellandschaft an. Im Südosten steigen bewaldete Flyschberge wie z. B. der Trauchberg mit 1638 m Höhe auf, die dann von den Kalkalpen abgelöst werden. Im Süden begrenzt die Gebirgskette vom Tegelberg zum Falkenstein das Becken. Noch weiter im Süden folgen dann die Tannheimer und Lechtaler Alpen.

Den Kalkalpen ist die Flyschzone in einigen Kilometern Breite und meist ein schmales Helveticum (Kreide und Eozän) vorgebaut. In einigen trichterförmigen Alpenrandbuchten, aus denen die eiszeitlichen Gletscher ins Vorland traten und große Stammbecken ausräumten, fehlen diese Zonen. Sie könnten durch Bruchtektonik versunken sein, wie dies auch vom Füssener Becken

behauptet wird, weil die Flyschhügel bei Füssen und Hopfen Reste davon seien. Auch Kögel aus helvetischen Quarzit im Eschenloher Loisachbecken sind solche Überbleibsel. Der Lechvorlandgletscher konnte keine breite Talpforte ins Vorland benutzen, denn die enge Lechklamm südlich Füssens ist erst postglazial eingesägt worden. Der Gletscher mußte den Falkensteinzug in ganzer Breite überschreiten, ehe er das Stammbecken exarieren und an dessen Rändern die Moränen akkumulieren konnte. Vielleicht blieben deswegen die Kögel übrig. Beim Abschmelzen wurde der schätzungsweise 60 km<sup>2</sup> große Füssener See am Molasseriegel des Illasberges auf über 790 m Meereshöhe gestaut. Als der Lech seinen heutigen Lauf gefunden hatte, füllte er einerseits das Seebecken von Süden her mit seinen Inhaltsstoffen und entleerte andererseits den See durch sein fortwährendes Einschneiden im V-Tal der Illasbergenge. Dadurch zerfiel der Füssener See in seine Relikte Bannwald-, Hopfen-, Weißen- und Schwanssee, deren Spiegel jetzt Höhenlagen zwischen 782 m und 787 m ü. NN einnehmen. Die zentrale Stammbeckenfurche wurde zum Umlagerungsbecken des Lechs, in dem Erosion wie Akkumulation nie zur Ruhe kamen.

#### Wasserbeschaffenheit

Durch den geologischen Aufbau des Einzugsgebiets bedingt, gehört der Forggensee zu dem Typus des kalkreichen voralpinen Sees. Die Leitfähigkeit bewegt sich zwischen 230 und 280 µS/cm, der pH-Wert zwischen 8,8 (Sommermonate) und 7,1 (Spätherbst). O<sub>2</sub>-Messungen von Frühjahr bis Herbst 1986 zeigten von der Wasseroberfläche bis 30 m Wassertiefe Werte zwischen 8,8 und 7,4 mg/l. Erhöhte Phosphorgehalte zeigten sich nur im Frühsommer nach dem Einstau mit ca. 60 µg/l Gesamt-P. Die Konzentrationen im Sommer und Herbst bewegen sich zwischen 10 und 20 µg/l. Die Sichttiefen schwanken während des Jahres recht stark: Nach dem Einstau im Frühjahr liegen sie, bedingt durch mineralische Schwebstoffe, bei nur ca. 80 cm, während sie in Sommer und Herbst 2 bis 6 m erreichen. Durch Schwebstoffe führende Hochwässer des Lechs hervorgerufene Mitfällungen und Sedimentationen von Algen und anderem Plankton können ausgeprägte, wenn auch nur kurzzeitige abiotische Klarwasserstadien im See auftreten.

Der Ammoniumstickstoff schwankt zwischen 20 und 90 µg/l NH<sub>4</sub>-N. Nach den chemischen Daten und dem Phytoplanktonbild ist der Forggensee als mesotroph bis schwach eutroph einzustufen.

#### Flora und Fauna

Vom Frühsommer bis in den Herbst dominieren die Kieselalgen *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis*. Zeitweise wird diese Kieselalgendominanz durch *Synedra acus* noch verstärkt. In den Sommermonaten erweitert sich das Algenspektrum durch die coccalen Grünalgen *Scenedesmus* ssp., *Pediastrum duplex* und *P. boryanum*, die Volvocalen *Pandorina morum* und *Phacotus lendneri*, die Jochalge *Staurastrum*

*paradoxum* und die Cryptomonaden *Rhodomonas lacustris* und *Cryptomonas ovata*. Weitere, in nicht hohen Abundanzen vorkommende Arten sind: *Dinobryon divergens*, *Mallomonas* spec., *Tribonema minus*, *Cyclotella radiosa*, *C. comensis*, *Stephanodiscus* ssp., *Dictyosphaerium pulchellum*, *Tetraedron minimum*, *Ankistrodesmus angustus*, *Chlorella vulgaris*, *Oscillatoria agardhii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Ceratium hirundinella* und *Peridinopsis penardii*.

Eine für den Forggensee charakteristische, ansonsten recht seltene Planktonalge ist die Feuealge *Peridinopsis penardii*, die alljährlich nach dem Aufstau des Sees und je nach Wetterlage eine intensive Algenblüte bilden kann und den See rötlich erscheinen läßt. Ursache hierfür ist die Fähigkeit aller Feuealgen, Zysten zu bilden. Diese befinden sich während des Winterhalbjahres, nach Ablassen und Trockenfallen des Sees, im Sediment. Im Frühjahr, wenn Schmelzwässer der Alpen den See auffüllen und die Lebensbedingungen von *Peridinopsis penardii* wieder optimieren, kehrt sie aus der Ruhephase wieder in das Freiwasser zurück.

Ein Dauerbewuchs von Makrophyten ist durch die starken Wasserspiegelschwankungen und das fast vollständige Trockenfallen des Sees während der Wintermonate nicht möglich. Lediglich im Südtal kommen flache, kiesige Ufer vor, die mit dürrtigem Schilf und Weiden bewachsen sind. Der Illasbergsee schrumpft bei der Absenkung im Winterhalbjahr zum weierartigen Gewässer, umsäumt von Röhricht, Seggen und Rohrglanzgras.

Im Zooplankton dominieren die Rädertiere *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *K. ticinensis*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra* cf. *dolichoptera* und *Asplanchna priodonta*. In den Sommermonaten sind weiterhin die Blattfußkrebse *Daphnia cucullata* und *D. longispina* und der Ruderfußkrebs *Diaptomus* ssp. auffällige Zooplankter. Im Spätherbst wurde auch häufig der Blattfußkrebs *Bosmina longirostris* beobachtet.

Die Fischereibewirtschaftung des Forggensees wird durch den Kreisfischereiverein Füssen durchgeführt. Der jährliche Besatz zeichnet den Forggensee als ein interessantes Fischereigewässer aus. Es werden eingesetzt: Hecht (*Esox lucius*), Zander (*Stizostedion lucioperca*), Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*), Seeforelle (*Salmo trutta* f. *lacustris*) und Karpfen (*Cyprinus carpio*).

Weitere vorkommende Fischarten sind Schleie (*Tinca tinca*), Äsche (*Thymallus thymallus*), Brachse (*Abramis brama*) und der Flußbarsch (*Perca fluviatilis*). Wenn im Winterhalbjahr der See abgelassen wird und große Gebiete trockenfallen, geht die Wasseroberfläche von 15,2 km<sup>2</sup> auf einen Restsee von 3,2 km<sup>2</sup> zurück und bietet somit dem Fischbestand eine Überwinterungsmöglichkeit.

Ferner ist der Forggensee Rastplatz vieler Zugvögel, teilweise auch Brutplatz für Wasservögel.

### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

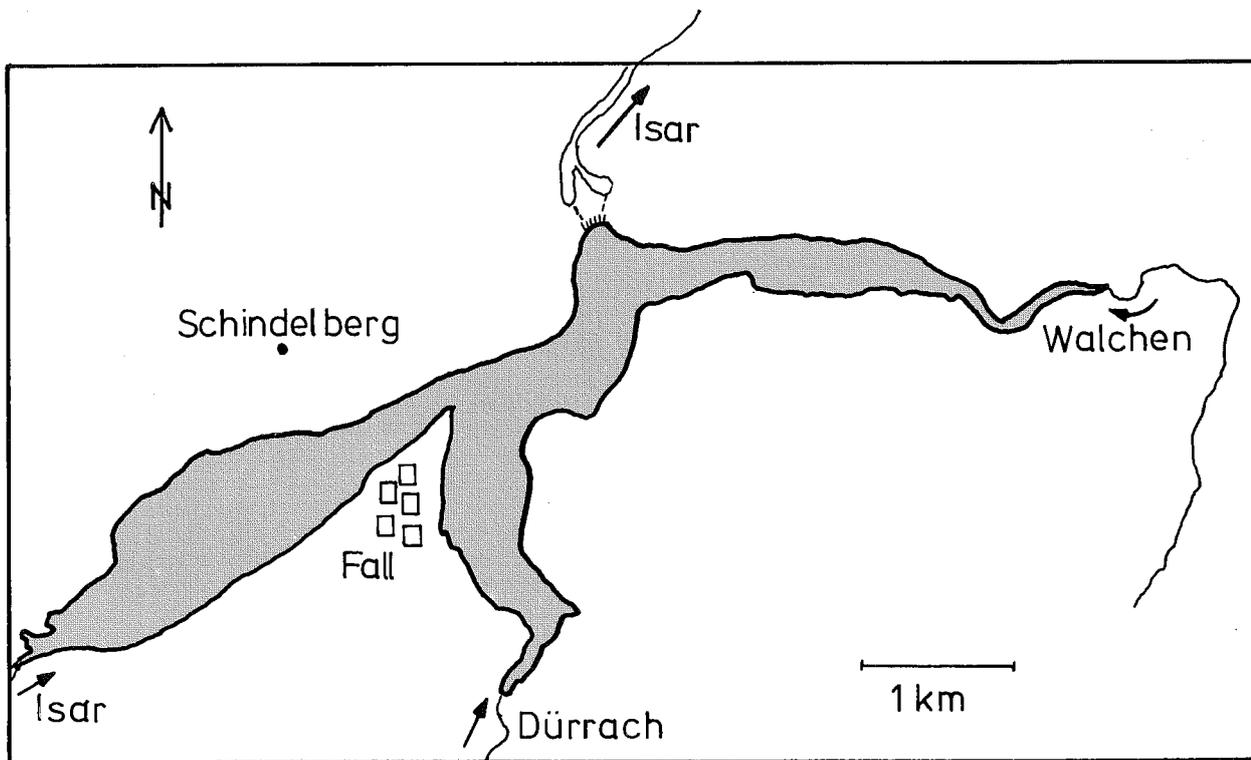
Der südlichste Teil des Sees, die Füssener Bucht, verlandete im Lauf der Jahre, bedingt durch die starke Geschiebeführung des Lechs, sehr stark. Man entschloß sich deshalb für eine Tieferlegung des Seebodens in diesem Bereich durch Kiesentnahmen. Dabei werden günstigere Strömungsverhältnisse erzielt, die wiederum zu einer Verbesserung der Wasserqualität beitragen. Gleichzeitig wird der Hochwasserschutzraum vergrößert.

### Literatur

Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (1982 ff): Verzeichnis der Seen in Bayern. – Informationsberichte, Loseblattsammlung.

Bayerische Wasserkraftwerke AG München (1988): Informationsbroschüre „Der Lech und der Lechausbau“.

# Sylvensteinspeicher



Topographische Karte: L 8534 Fall  
 Gewässersystem: Isar/Donau  
 Stauziel: 752 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 3,93 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 45 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 23 m  
 Mittlere Tiefe: 11,5 m  
 Ausbaugrad: 22%  
 Umgebungsfaktor: 289,5  
 Länge des überstauten Tals: ca. 8 km  
 Absperrbauwerk: Kiesdamm mit zentral liegendem Dichtungskern aus Erdbeton. Zur Abdichtung der Hohlräume des Untergrundes wurden Tonzementsuspensionen injiziert.  
 Kronenlänge: 180 m  
 Uferentwicklung: ca. 3,4  
 Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
 Vorsperren: 4 Geschiebesperren, die insgesamt 134 000 m<sup>3</sup>/a Geschiebe und Schwebstoffe zurückhalten.  
 Zirkulationstyp: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: Grundablaß und Triebwasserstollen  
 Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Energieerzeugung, Erholung und Freizeit  
 Der Sylvenstein-Speicher nimmt Isarwasser nur dann auf, wenn die Abflüsse am oberhalb gelegenen

Krüner Wehr 25 m<sup>3</sup>/s übersteigen und somit nicht mehr vollständig zum Walchensee abgeleitet werden können.  
 Einzugsgebiet: 1 138 km<sup>2</sup>  
 Einwohner ohne Isarwasser Anteil: ca. 500  
 mit Isarwasser Anteil: zwischen 13 000 und 20 000  
 Nutzung der Landfläche: Überwiegend Wald, weniger Wiesen und Weiden, bebaute Flächen unbedeutend  
 Eigentümer/Betreiber: Freistaat Bayern, Wasserwirtschaftsamt Weilheim  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1959

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Sperrenstelle liegt in einer 150 m breiten Felsenge. Der Staudamm befindet sich am Flußkilometer 224,2 der Isar, die Stauwurzel bei Kilometer 232. Die Ostseite wird durch eine vertikal stehende Felswand begrenzt. Die Westseite wird durch eine 50° bis 70° steile Bergflanke gebildet. Diese verläuft nach Osten und bildet im Untergrund eine 100 m tiefe Erosionsrinne, die mit alluvialen Lockergesteinen aufgefüllt ist. Die Felssohle des Beckens ist mit Fluß- und Seeablagerungen großer Mächtigkeit überdeckt. Neben den Hochwässern der Isar nimmt der See die Zuflüsse Dürrach und Walchen auf. Durch den Aufstau entstand ein fjordartiger See mit drei Armen, der sich wie ein Relikt aus der Eiszeit in die ehemals vergletscherte Berglandschaft einfügt.

Es wird angenommen, daß der Haupttalzug des heutigen Isartals bereits vor den letzten Vereisungen existierte, somit tektonisch und quartärmorphologisch entstanden ist. Das glazial übertiefte Trogtal erstreckt sich bis etwa zur Stadt Bad Tölz.

Die geologisch-geomorphologische Situation der Talenge am Sylvenstein bestimmte in der Hauptsache Lage und Bauweise des Absperrbauwerkes als gegliederten, filterförmig aufgebauten Kiesdamm mit zentral liegendem Dichtungskern. Die Abdichtung der etwa 100 m tiefen, mit heterogenem alluvialen Material aufgefüllten und grundwasserdurchströmten Erosionsrinne erfolgte erstmalig in der Bundesrepublik durch eine Injektionsdichtungsschürze. Als Verpreßmaterial für die Hohlräume der Lockergesteinszone wurde eine erosionsstabile Ton-Zement-Suspension verwendet.

Wasserwirtschaftlich hat der Sylvensteinspeicher folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. Speichern der Hochwässer, die im alpinen Einzugsbereich entstehen, um den Hochwasserschutz unterhalb der Sperre zu sichern.
2. Aufhöhung des Niedrigwassers des durch Wasserableitungen geschmälernten Abflusses.
3. Erzeugung von Strom in einer Größenordnung von jährlich etwa 18 Mio KWh bei einer Leistung von 3,2 MW durch ein Kavernen-Wasserkraftwerk (Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, 1982). Daneben dient er an einigen Stellen auch der Freizeit und Erholung.

Der Sperrendamm bewirkt einen Aufstau, der sich in das Isartal auf eine Länge von 8 km, in das Walchental auf etwa 3 km und in das Dürrachtal auf etwa 2,5 km erstreckt. Die im Stauraum untergegangene Ortschaft Fall hatte seinerzeit 140 Einwohner. Die neue Siedlung Fall wurde auf dem flachen Schuttkegel zwischen Dürrach und Isar rund 10 m über dem höchsten Stauziel des Speichers errichtet. Die Verkehrswege, die ursprünglich fast ausschließlich im Talboden von Isar, Dürrach und Walchen verliefen, sind auf die Bergflanken verlegt worden. Unter anderem bedingte die neue Lage der Ortschaft Fall bei der Trassierung der sog. „Alpenstraße“ nach Vorderriß einen Seitenwechsel, so daß eine Überbrückung des Stausees an der engsten Stelle bei der Faller Klamm notwendig wurde.

#### **Einzugsgebiet**

Das Einzugsgebiet der Isar wird geprägt durch den hochalpinen Gebirgszug des Karwendels im Süden, der im wesentlichen aus Hauptdolomit der alpinen Trias besteht, sowie den flacheren Walchensee-Bergen im Norden, die hauptsächlich aus Plattenkalk aufgebaut sind. Juraablagerungen sind in Form bunter Liaskalke und Aptychenkalke vorhanden. Zu den pleistozänen Ablagerungen gehören Moränen, die auf einen würmeiszeitlichen Gletscherhöchststand bis in einer Höhe von 1450 m schließen lassen.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Geogen bedingt, ist das Wasser des Sylvenstein-Speichers kalkreich mit schwach alkalischen pH-Werten. Trotz seines großen Einzugsgebiets ist der Nährstoffgehalt des Wasser noch als oligotroph einzustufen, obwohl sich über dem Sediment der Seitenarme des Sylvensteinspeichers, im Bereich der Mündungsbereiche von Isar und Walchen, gegenüber dem anderen Wasserkörper leicht erhöhte Phosphorgehalte abzeichnen. Untersuchungen des Wasserwirtschaftsamts Weilheim zeigten weiterhin, daß zwischen dem östlichen, im wesentlichen von der Walchen beeinflussten Seeteil und dem westlichen, von der Isar geprägten Arm, geringfügige Unterschiede hinsichtlich der Nährstoff- und Produktionsverhältnisse bestehen: der östliche Seeteil ist etwas nährstoffreicher und auch produktiver, was auf eine etwas höhere Nährstoffbelastung durch die Walchen im Vergleich zur Isar zurückzuführen ist. Im Freiwasser des Sees liegen die Werte durchschnittlich bei 4 µg/l (max. 9 µg/l) Gesamtphosphor. Die Stickstoffwerte weisen auf geringe Stoffwechselaktivität und keine direkte Abwassereinführung hin. NH<sub>4</sub>-N liegt zwischen 0,03 und ca. 0,12 mg/l, NO<sub>3</sub>-N zwischen 0,5 und 0,8 mg/l (Mittel: 0,6 mg/l).

Die maximalen Sauerstoffgehalte treten, bedingt durch geringe Primärproduktion und Temperaturabhängigkeit und hauptsächlich durch Einschichtung der sauerstoffreichen Zuläufe, in tieferen Wasserschichten bei ca. 5 m auf.

Mehrjährige Untersuchungen des Wasserwirtschaftsamts Weilheim zeigten, daß der Sylvensteinspeicher hinsichtlich der Gesamt-P-Konzentrationen als oligotroph einzustufen ist. Die Produktion ist, gemessen an den Chlorophyllkonzentrationen, ebenfalls gering. Zusammensetzung und Individuendichte des Phytoplanktons entsprechen oligo- bis mesotrophen Verhältnissen. Nach dem Schröder-Modell (SCHRÖDER & SCHRÖDER 1978) ist der Sylvensteinspeicher als mesotroph zu charakterisieren.

#### **Flora und Fauna**

Bei den Makrophyten wurden größere Vorkommen der Armeleuchteralge (*Chara chara*) nachgewiesen.

Das Phytoplankton des Sylvensteinspeichers ist charakterisiert durch meist geringe Individuendichten. Neben centrischen Kieselalgen der Gattungen *Stephanodiscus* und *Cyclotella*, dominiert im Frühjahr und Frühsommer Nannoplankton mit den Arten *Rhodomonas minuta* und *Chrysochromulina parva*; beides sind schnell wachsende Algen. Im Herbst bestimmen überwiegend Goldalgen wie *Dinobryon sociale* und *D. divergens* das Phytoplankton. Auch Kieselalgen wie *Cymbella spec.*, *Synedra acus*, *Diatoma vulgare* var. *ehrenbergii*, *Gomphonema cf. ventricosum* und *Ceratoneis arcus* sind vereinzelt anzutreffen. Weitere Phytoplankter des Sylvensteinspeichers sind: *Cryptomonas ovata*, *Ceratium hirundinella*, *Gymnodinium helveticum*, *Monoraphidium griffithii*, *Aphanothece clathrata* und *Mallomonas spec.*

Halbquantitative Auswertungen zeigten, daß überwiegend Arten des oligo- bis schwach mesotrophen Milieus das Plankton prägen. Der Chlorophyll-a Gehalt ist  $< 3,5 \mu\text{g/l}$ .

Der nährstoffarme, alpine Sylvensteinsee ist ein optimales Angelgewässer. Das Fischereirecht obliegt dem Fischereiverein Lenggries. Hauptfischarten sind: Renke (*Coregonus spec.*), Seeforelle (*Salmo trutta f. lacustris*), Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*), Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*), Aitel (*Leuciscus cephalus*), Schleie (*Tinca tinca*), Äsche (*Thymallus thymallus*), Zander (*Stizostedion lucioperca*), Flußbarsch (*Perca fluviatilis*) und der wahrscheinlich über Zuflüsse eingewanderte Hecht (*Esox lucius*), der Größen bis 1,3 m erreicht.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Um organische Schadstoffe dem Sylvensteinspeicher fern zu halten, wurde auf österreichischem Gebiet im Bereich der Gemeinde Achenkirchen eine Abwassersanierung durchgeführt. Auf deutschem Gebiet wird z. Z. die Kläranlage Fall umgebaut, um eine höhere Reinigungsleistung zu erreichen.

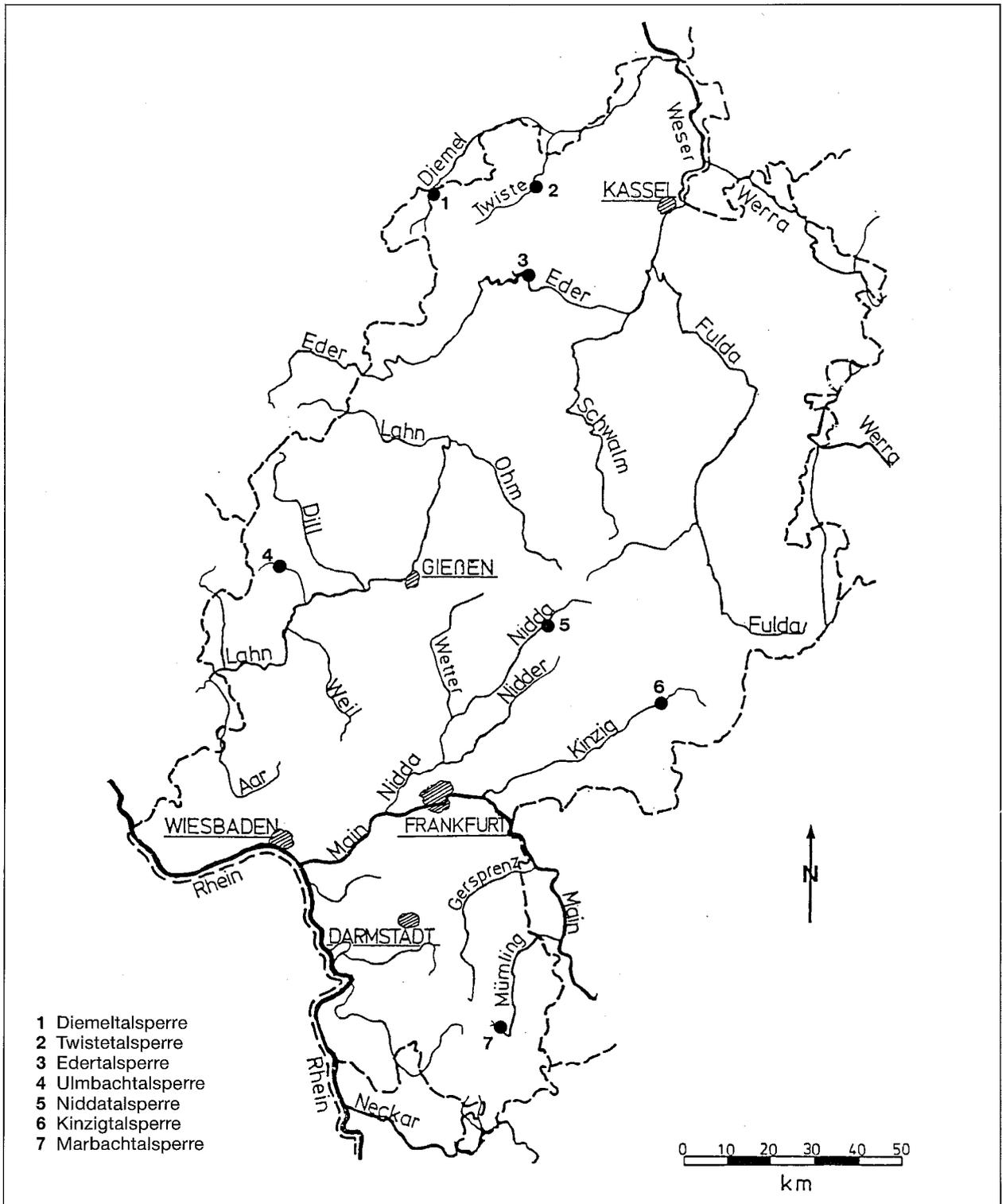
#### **Literatur**

Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft (1982): Verzeichnis der Seen in Bayern. – Informationsbericht Loseblattsammlung. Hier: Ergänzungslieferung in Vorbereitung.

Informationsblatt des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim 1984.

SCHRÖDER, R. & H. SCHRÖDER (1978): Ein Versuch zur Quantifizierung des Trophiegrades von Seen. Arch. Hydrobiol. 82 (1/4), 240–262.

## 10.3 Hessen



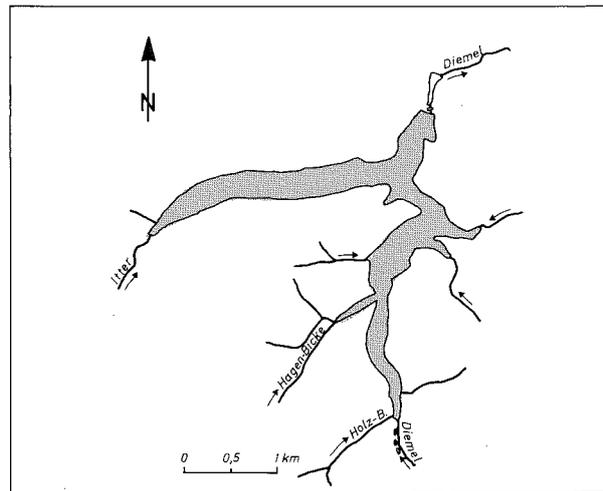
# Diemeltalsperre

Topographische Karte: L 4718 Korbach  
Gewässersystem: Diemel/Itter/Weser  
Stauziel: 376,20 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 1,66 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 21,75 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 33,0 m  
Mittlere Tiefe: 13,2 m  
Ausbaugrad: 31,4 %  
Umgebungsfaktor: 60,9  
Länge des überstauten Tals: 4 km Diemel  
3,1 km Itter  
Absperrbauwerk: Gewichtsmauer (Diabas-Bruchstein) 42,00 m über Gründungssohle  
Kronenlänge: 194 m  
Uferentwicklung: ca. 3,6  
Talsperrentyp: Rinnensee  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaßleitung mit maximaler Abflußleistung = 30 m<sup>3</sup>/s Betriebsauslaß über Kraftwerk Helminghausen mit maximalem Durchfluß = 4,6 m<sup>3</sup>/s\*)  
Nutzung der Talsperre:  
– Niedrigwasseraufhöhung der Oberweser  
– Speisung des Mittellandkanals  
– Hochwasserschutz im Diemeltal  
– Energieerzeugung  
– Freizeit und Erholung  
– Fischerei  
– Naturschutz  
Einzugsgebiet: 102,2 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche:  
Ackerland 4 277 ha (35 %)  
Wald 3 484 ha (29 %)  
Grünland 3 021 ha (25 %)  
Sonstiges: 11 %  
Einwohner: 7 000  
Eigentümer: Wasser- und Schifffahrtsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland (WSD-Mitte, Hannover)  
Jahr der Inbetriebnahme: 1923

\*) Hochwasserentlastungsanlage: im mittleren Bereich der Sperrmauer Hochwasserüberfälle von je 7,15 m

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die wasserwirtschaftlichen Belange, insbesondere die Sicherung der Schifffahrt in der Weser und im Mittellandkanal, führten im Jahr 1912 zum Bau der Diemeltalsperre, deren Fertigstellung – bedingt durch Unterbrechung im 1. Weltkrieg und den Nachkriegswirren – erst 1923 erfolgte. Durch entsprechende Wasserabgaben in den abflußarmen Sommermonaten werden die Wasserstände der oberen und mittleren Weser und die des Mittelland-



kanals reguliert. Daneben dient die Diemeltalsperre zum Auffangen der Hochwässer im Winter und Frühjahr sowie der Energiegewinnung. In den letzten Jahren traten jedoch die Freizeit und Erholung sowie die fischereiliche Nutzung immer mehr in den Vordergrund.

Die Gemeinde Diemelsee hat die Funktion eines regionalen Freizeitentrums mit der Ortslage Heringhausen als Schwerpunkt.

Bedingt durch die intensive Fremdenverkehrsnutzung besitzt die Talsperre und ihre Umgebung – mit Ausnahme des Mündungsbereiches der Itter – zwangsläufig eine verminderte landschaftsökologische Bedeutung.

## Einzugsgebiet

Die im Jahr 1923 in Betrieb genommene Diemeltalsperre liegt im nordwestlichen Bereich des Landkreises Waldeck-Frankenberg, unmittelbar an der hessischen Landesgrenze zum Bundesland Nordrhein-Westfalen, auf dessen Territorium auch das Absperrbauwerk steht. Der Untergrund der Talsperre gehört geologisch noch zum Rheinisch-Westfälischen Schiefergebirge, einer devonischen Formation. Diese besteht aus einheitlichen, frischen, geschlossen unverwitterten, wenig durchlässigen, festen, grauen und teilweise dickbankigen Tonschiefern, die somit die Dichtigkeit des überstauten Geländes gewährleisten.

Nach der „Naturräumlichen Gliederung Hessen (1970)“ liegt der Stausee im Grenzbereich der Teileinheiten „Padberger Schweiz“ und „Vorupländer Hügelland“, der Haupteinheit „Ostsauerländer Gebirgsrand“, dem tiefgegliederten, vielförmig gestalteten Ostabfall des Bergisch-Sauerländischen Schiefergebirges zwischen Eder und Diemel.

Der überwiegende Teil des Stausees mit den stark ausgebildeten Diemel- und Itterbuchten liegt auf hessischem Gebiet, während sich die Sperrmauer in Nordrhein-Westfalen befindet. Der hessische Einzugsbereich – besonders die Gemarkung der Gemeinde Diemelsee –

unterliegt vornehmlich der ackerbaulichen Nutzung (35 % der Flächen). In den Taleinschnitten wird Grünlandnutzung betrieben (25%), d. h. insgesamt 7 298 ha bzw. 60% entfallen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen. Weitere 3 484 ha (29 %) werden forstwirtschaftlich genutzt. Im Bereich der Bergregionen auf den Berghängen und Kuppen sind ausgedehnte Waldflächen (Hainsimsen-Buchenwald) mit ständigem Wechsel von Artenreichtum und -armut anzutreffen. Das restliche eine Prozent der Flächen entfällt auf sonstige Nutzungen (Campingplätze, Brachland u. a.). Die Hauptzuflüsse der Diemeltalsperre stellen gleichermaßen die Diemel und die Itter dar, als Abfluß tritt nur noch die Diemel auf.

Das Einzugsgebiet der Diemeltalsperre beträgt 102,2 km<sup>2</sup>, davon entfallen

auf die Itter	47,95 km <sup>2</sup> ,
auf die Diemel	31,47 km <sup>2</sup> ,
auf den Holzbach	6,54 km <sup>2</sup> ,
auf die Hagenbicke	3,06 km <sup>2</sup>
und der Rest von ca.	13,20 km <sup>2</sup>
auf sehr kleine, unbedeutende Zuflüsse.	

Im Quellbereich von Itter und Diemel stehen Schiefer-, Sand- und Kalksteinformen des Devon in einem offenen und kleinen Bergland an. Im Oberlauf der Itter, eine Landschaft mit tiefen Tälern, in waldreiche hohe Rücken und Kuppen zerschnitten, auf devonischem Schiefer aufgebaut, dominieren auf steinig-sandigem und basenarmen Böden die Buchen- und Fichtenforste. Demgegenüber sind im Oberlauf der Diemel mit Buckel und Mulden aus Kulmgrauwacken und -tonschiefer des Dinantium eine Heide-Weidelandschaft, Schafhaltung sowie Feld- und Futteranbau anzutreffen. Im hessischen Teil des Einzugsgebietes der Diemeltalsperre leben ca. 7 000 Einwohner. Die vorhandenen Abwasserbehandlungsanlagen sind bereits seit Ende der siebziger Jahre mit 3 Reinigungsstufen ausgerüstet, damit die Phosphatbelastung des Stausees begrenzt wird.

### Ufer

Die bei Dauerstau 140 ha große Diemeltalsperre liegt im Naturpark Diemelsee im äußersten Nordwesten Hessens, der sich mit einem Drittel seiner Fläche auf das angrenzende Bundesland Nordrhein-Westfalen erstreckt. Auf hessischem Gebiet sind seine festgesetzten Grenzen deckungsgleich mit denen des Landschaftsschutzgebietes „Naturpark Diemelsee“. Im Mündungsbereich der Itter im westlichen Teil der 1924 aufgestauten Talsperre liegt das Naturschutzgebiet (NSG) „Diemelsee“. Das 5,04 ha große Gebiet auf der Gemarkung Stormbruch dient als Brut-, Durchzugs- und Überwinterungsareal für zahlreiche, zum Teil gefährdete Wasservogelarten. Der Seeuferbereich außerhalb des vorgenannten NSG besteht am Rand aus ausgedehnten Weidebeständen, entlang des Seerundweges aus einem recht artenreichen Gehölzsaum südlich des Ortsausganges von Heringhausen; ansonsten aus lückenhaften Beständen an Linden, Ahorn, Birken, Ulmen, Erlen, Weiden, Ebereschen, Kiefern und Fichten. Das Nordufer säumt eine Lindenallee mit überwiegend

Jungpflanzen. An Hecken sind Hainbuche, Wildrosen, Holunder, Hasel und Hartriegel anzutreffen.

Die Ufer der stark ausgeprägten Diemel- und Itterbuchten sind in den Bereichen mit sehr starker Frequenzierung durch den Tourismus, so u. a. auch bei Heringhausen, einer intensiven, stetig ansteigenden Nutzung ausgesetzt, so daß im Uferbereich nur noch wenige Stellen naturnah erhalten geblieben sind. Aufgrund der günstigen Verkehrsverbindungen ist die Talsperre aus allen Richtungen bequem zu erreichen. Nordöstlich von ihr verläuft bei Diemelstadt die A 44 (E 63), erreichbar über die Bundesstraßen B 251, B 252 und B 7. Untergeordnete Straßen erschließen die am oder in unmittelbarer Nähe des Sees liegenden Ortschaften sowie den Seerundwanderweg, so daß zukünftig mit einem weiteren Anstieg des Tourismus zu rechnen ist.

### Wasserbeschaffenheit

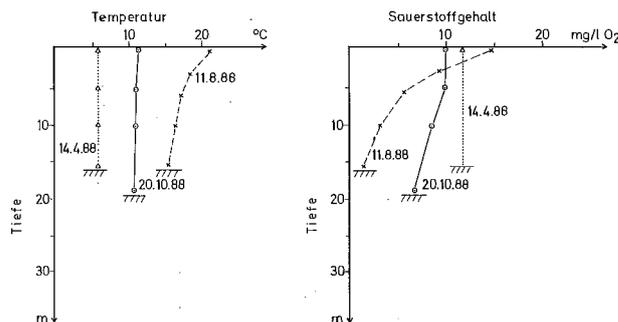
Die Diemeltalsperre weist nach den seit längerem durchgeführten Abwasserreinigungsmaßnahmen – besonders an den Hauptzuläufen Diemel und Itter – nur eine mäßige organische Belastung auf. Beide Vorfluter gehören bereits weit oberhalb ihrer Einmündung in die Talsperre in die Güteklasse II (= mäßig belastet), dennoch reichen die Restbelastungen in den Zuläufen sowie der Nährstoffeintrag über diffuse Quellen aus, um Eutrophierungen auszulösen.

Das Diemelwasser ist im ausgehenden Winter mit ca. 60 µg/l Gesamt-PO<sub>4</sub>-P mäßig durch Nährstoffe belastet. Der Wasserkörper der Talsperre ist zunächst voll durchmischt und besitzt einen ausgeglichenen Sauerstoffhaushalt.

Im Frühjahr baut sich eine vertikale Schichtung der Temperatur, des Sauerstoffgehaltes und des pH-Wertes auf (vgl. Abb. 1 Vertikalprofile). Im Sommer ist diese Schichtung stark ausgeprägt; das zwischen 6 und 10 m Wassertiefe vorhandene Metalimnion trennt das oberflächennah zirkulierende, erwärmte Wasser des Epilimnions von dem kühlen Tiefenwasser des Hypolimnions. Infolge der hohen Nährstoffdargebote bzw. -belastung durch die Zuläufe, obwohl die vorhandenen Klärwerke

Diemeltalsperre 1988

Vertikale Verteilung der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes vor der Staumauer



seit mehr als 10 Jahren mit 3 Reinigungsstufen betrieben werden, entwickelt sich im Epilimnion eine Abfolge unterschiedlicher, großer Algenpopulationen, die durch intensive Assimilation den Sauerstoffgehalt des Wassers stark erhöhen und durch Entnahme von Kohlensäure und Hydrogenkarbonat eine alkalische Reaktion des Wassers bewirken.

Laufend absinkende und absterbende Algen führen im Meta- und Hypolimnion zu starker Aktivität der Destruenten (Bakterien und Pilze), die den Sauerstoffgehalt allmählich reduzieren, d. h. im Epilimnion herrscht zeitweise eine Sauerstoffübersättigung bis zu 170%, während im Hypolimnion aufgrund des bakteriellen Abbaus der abgesunkenen Algenmassen große Sauerstoffdefizite auftreten. So wurden vor der Staumauer über Grund lediglich 13% Sauerstoffsättigung gemessen. Der hohe pH-Wert des oberflächennahen Wassers von 9 bis 10 normalisiert sich mit zunehmender Tiefe. Die vor der Staumauer über Grund ermittelten hohen Konzentrationen an Phosphat lassen schließen, daß das im Bodenschlamm zeitweise gebundene Phosphat infolge anaerober Verhältnisse in der Wasser-Schlamm-Kontaktzone remobilisiert wurde. Letztere stellt somit eine interne, permanente Nährstoffquelle für die Diemeltalsperre dar.

Bereits im Spätsommer ist der Wasserkörper durch starke Wasserabgaben aus dem Hypolimnion wesentlich verkleinert, bei einer Wassertemperatur von 12–13 °C homotherm und kann zirkulieren. Hierdurch gleicht sich der Sauerstoffgehalt im Wasserkörper langsam aus und steigt an.

Die Diemeltalsperre – einst sogar als polytroph eingestuft – hat sich, dank der durchgeführten Reinhaltmaßnahmen an ihren Hauptzuläufen Diemel und Itter, zum eutrophen Gewässer entwickelt. Die Restbelastungen aus den 5 vorhandenen Klärwerken des Einzugsgebietes sowie der Nährstoffeintrag über diffuse Quellen reichen bei einem vornehmlich landwirtschaftlich genutzten Gebiet (60% der Flächen) dennoch aus, um zeitweise kritische Zustände in der Talsperre hervorzurufen.

#### Flora und Fauna

Im Frühjahr besteht das Phytoplankton der Diemeltalsperre vornehmlich aus Cryptophyceen der Gattung *Cryptomonas* sowie aus Kieselalgen, insbesondere *Asterionella formosa*. Während des Sommers dominieren die Grünalgen *Coelastrum* und *Scenedesmus* sowie der Flagellat *Cryptomonas*. Zu den Grünalgen treten im Spätsommer und Herbst – zeitweise in sehr hohen Abundanz – die Cyanobakterien (Blualgen) *Anabaena*, *Aphanizomenon* und *Microcystis flos-aquae*.

Im Spätherbst werden die vorgenannten Blualgen sowie einige Grünalgen durch Diatomeen – insbesondere durch *Stephanodiscus* – verdrängt.

Das Zooplankton besteht vorwiegend aus Blattfußkrebse (Cladoceren) und Ruderfußkrebse (Copepoden), während auf dem tiefen Seegrund (Benthal) Schlammröh-

renwürmer (Tubifiziden) leben. Infolge der periodischen starken Schwankungen des Talsperreninhaltes und des Wasserspiegels ist das Litoral nicht mit der für natürliche Seen üblichen Vegetation von submersen Pflanzen, Schwimmblattpflanzen und Röhricht bewachsen. Dagegen ist im Planungsgebiet des Naturschutzgebietes „Diemelsee“ eine dem Wasserstand entsprechende, sehr dynamische und vielseitige Flora anzutreffen. Hier befindet sich eine sehr seltene Zwergbinsengesellschaft auf dem nackten Schlamm der Uferzone – bestehend aus Schlammkraut (*Limosella aquatica*), Sumpfquintel (*Peplis portula*), Ästiges Tausendgüldenkraut (*Centaurium pulchellum*) und Büchsenkraut (*Lindernia procumbens*). Daneben säumen das Ufer Zweizahn (*Bidens*)-Wasserpfefferfluren, Flußknöterich (*Polygonum*)-Gesellschaften und verwandte Gesellschaften mit *Bidens radiata*, einer seltenen Zweizahn-Art, von der nur 2 Fundorte in Hessen bekannt sind, sowie *Bidens frondosa*, Neueinwanderer in Hessen.

Weiterhin ist im Bereich des vorgenannten Naturschutzgebietes sowie an drei Schwerpunkten am Nordwestufer bzw. Einmündungsbereich der Diemel ein artenreicher Amphibienbesatz – Feuersalamander, Berg-, Kamm- und Teichmolch, Erd- und Kreuzkröte, Grün- und Grasfrosch – anzutreffen.

Ein großer Fischreichtum, bedingt durch natürliche Laicheinschleppung und planmäßigen Besatz mit Nutzfischen (z. B. Aal, Hecht, Zander, Schleie, Wels), macht die Diemeltalsperre zu einem idealen Fischgewässer. Das Flachwasser des Naturschutzgebietes ist ein idealer Laichplatz für die vorgenannten Fischarten sowie für Rotfeder, Plötze, Barsch, Schlammpeitzger, Ukelei und Brassen, jedoch sind schon Äsche, Bach- und Regenbogenforelle durch diese vorstehenden, häufigen Fischarten in ihrem Bestand bedroht.

Die Mündungsbucht der Itter ist wegen ihrer reichen Vogelwelt in der Brut- und Zugzeit unter Schutz gestellt. Brutvogelarten sind hier Haubentaucher (einziger Brutplatz im Landkreis Waldeck-Frankenberg), Bläßralle (größte Kolonie im Landkreis), Teichralle, Rohrammer und Stockente.

Als Sommergäste zum Nahrungserwerb halten sich im NSG Graureiher, Schwarzer und Roter Milan, Eisvogel, Wasseramsel und Raubwürger auf. Daneben dient das geschützte Gebiet als Rastplatz oder „Trittstein“ für eine Vielzahl durchziehender Wasservögel (z. B. Prachtaucher, Sterntaucher, Purpurreiher, Zwergrohrdommel, Krickente, Löffelente, Kolbenente, Pfeifente, Reiherente, Tafelente, Gänsesäger, Fischadler u. a.).

#### Schutz, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

In den Jahren 1984/85 wurden umfangreiche Untersuchungen der Staumauer (Gewichtsmauer aus Diabas-Bruchsteinen mit Kalk-Traß-Mörtel) durchgeführt. Danach wurde das Stauziel vorläufig um 2,20 m gesenkt. Zur Abführung höherer Zuflüsse wurden im Jahr 1988 die 10 unter dem ursprünglichen Stauziel in der Staumauer vor-

handenen Auslässe, die in den 60ziger Jahren geschlossen worden waren, wieder geöffnet und mit neuen Verschlüssen betriebsbereit gemacht. Zur Erreichung des ursprünglichen Stauziels werden ab 1991 Ertüchtigungsmaßnahmen durchgeführt.

Die vorgenommene Absenkung des Stauziels begünstigt die bereits vorhandenen starken Algenmassenentwicklungen. Die hieraus entstehende zeitweise ungünstige Wasserqualität wirkt sich kritisch auf die Fischfauna

aus. Auch der Freizeit- und Erholungswert wird beeinträchtigt.

Verbesserungen lassen sich u. a. durch Vervollständigung des Gehölzbestandes im Uferbereich, weitere Reduzierung des Nährstoffeintrages (reduzierter Düngemiteleinsatz, Uferrandstreifen, Erosionsverminderung u. a.), Zugangsverbot zum Naturschutzgebiet (Ausweitung erstrebenswert) sowie durch geordnete Lenkung des Tourismus erreichen.

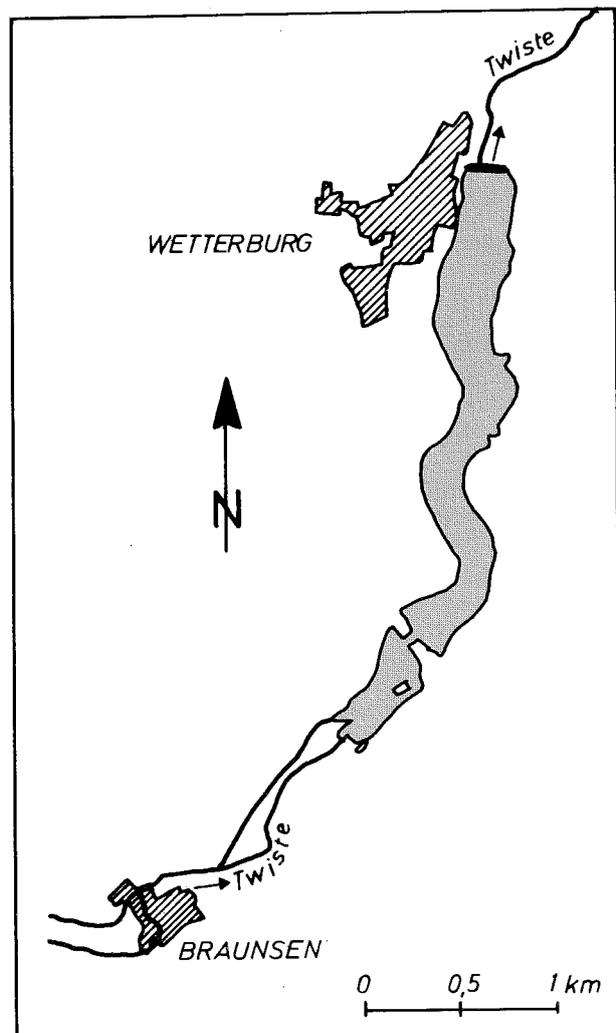
# Twistetalsperre

Topographische Karte: L 4720 Wolfhagen  
Gewässersystem: Twiste/Diemel/Weser  
Stauziel: 209,5 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 1,21 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum:  $9,10 \times 10^6$  m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 19,5 m  
Mittlere Tiefe: 7,5 m  
Ausbaugrad: 41,4%  
Umgebungsfaktor: 102,4  
Länge der überstauten Talsohle: 2,4 km ohne  
Vorsperre; 3,0 km mit Vorsperre  
Absperrbauwerk: Erddamm  
Kronenlänge: 280 m  
Uferentwicklung: ca. 2,3  
Talsperrentyp: Rinnensee mit Vorsperre  
Vorsperre: 1  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß in Höhe der Talsohle  
als Betriebsauslaß über ein Kraftwerk; Hochwasser-  
entlastung über einen trichterförmigen kreisrunden  
Schachtüberlauf mit einem oberen Durchmesser von  
20 m  
Nutzung der Talsperre:  
– Hochwasserschutz,  
– Freizeit und Erholung,  
– Naturschutz (Vorsperre)  
Einzugsgebiet: 125,1 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche:  
Wald und Acker in  
Wechselfolge, mit Ausnahme im Quellbereich;  
dort dominiert der Ackerbau  
Wiesen und Weiden sowie bebaute Fläche sind von  
untergeordneter Bedeutung  
Einwohner: 6000 E + 3000 EG = 9000 EGW  
Eigentümer: Hessischer Wasserverband Diemel  
(Betreiber); Sitz: Landratsamt Kassel  
Jahr der Inbetriebnahme: 1977

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Twistetalsperre, östlich der nordhessischen Stadt Arolsen (Kreis Waldeck-Frankenberg) gelegen, wurde in den Jahren 1973–1977 durch den „Hessischen Wasserverband Diemel“ gebaut. Der Anstau in mehreren Abschnitten sowie der Probestau dauerten bis zum Jahr 1981.

Die Hauptaufgabe dieser Talsperre besteht darin, Hochwasserschäden am Unterlauf der Twiste und im unteren Diemelbereich zu verhindern. Dabei soll das hundertjährige Hochwasser  $HQ_{100} = 114$  m<sup>3</sup>/s und das  $HQ_{20} = 44$  m<sup>3</sup>/s auf einen Regelabfluß von  $RQ = 10$  m<sup>3</sup>/s reguliert werden. Aufgrund der günstigen topographischen Verhältnisse im Talsperrenbereich konnte ein Hochwasserschutzraum von 4,7 Mio. m<sup>3</sup> geschaffen werden.



Im Normalbetrieb (Sommerdauerstau) beträgt die Wassertiefe 13,5 m, die mittlere Tiefe 7 m und das Volumen 4,38 Mio. m<sup>3</sup>. Der Talsperrenzufluß erfolgt als Überlauf von der vorgeschalteten Vorsperre, der Abfluß als ständiger Grundablaß – neuerdings auch z. T. über eine Turbine. Die Erneuerungszeit des Wasserkörpers im Hauptbecken beträgt 78 Tage.

Die ihm vorgeschaltete Vorsperre ist bereits seit 1974 in Betrieb, um sowohl das bei Hochwasser in der Twiste mitgeführte Geschiebe vom Stauraum fernzuhalten als auch eine Nährstoffelimination zu erreichen.

Das vorgenannte Sedimentations- und Vorklärbecken faßt maximal 211 000 m<sup>3</sup> Wasser und erstreckt sich hierbei über 14 ha. Im Normalbetrieb enthält die Vorsperre nur noch 150 000 m<sup>3</sup> und ist 11,8 ha groß und zwar bei einer maximalen Tiefe von 3 m; im Mittel ist das Vorbecken nur 1 m tief und wird durch ausgedehnte Flachwasserzonen geprägt.

Neben dem Hochwasserschutz dient die Twistetalsperre der Freizeit und Erholung, um die Infrastruktur durch Fremdenverkehr in dieser nordhessischen Region zu verbessern. Durch gezielte Maßnahmen, wie der Bau eines Strandbades, von Wander- und Radfahrwegen um den Stausee und einer Wasserskianlage wurde dem Anspruch eines überregionalen Schwerpunktes Rechnung getragen.

Als Ausgleich für den Eingriff in die Landschaft ist das gesamte Areal der Vorsperre als aquatisches Ökosystem gestaltet und als Naturschutzgebiet ausgewiesen, das besonders der Vogelwelt dient. Von den 130 beobachteten Vogelarten sind etwa ein Drittel in der „Roten Liste“ der bestandsgefährdeten Vögel Hessens verzeichnet. Neben dieser artenreichen Avifauna erweist sich das Areal der Vorsperre als hervorragendes Laichgebiet für die Amphibienfauna.

Außerdem hat dieser Bereich, da sich die Freizeitaktivitäten ausschließlich auf die Hauptsperre konzentrieren, die Funktion einer „stillen Erholung“.

#### **Einzugsgebiet**

Das 125,1 km<sup>2</sup> große Einzugsgebiet der Twistetalsperre, an deren Westufer die Ortschaft Wetterburg direkt angrenzt, hat typischen Mittelgebirgscharakter mit Erhebungen bis rd. 450 m ü. NN. Einige Höhenzüge, vor allem die östlich der oberen Twiste und die unmittelbar an den Stausee angrenzenden Steilhänge sind weitgehend bewaldet. Der Waldanteil liegt insgesamt bei 55 %, der Agrarflächenanteil bei 40 % und für bebaute Flächen bei 5 %.

Auf den Agrarflächen wird überwiegend Grünlandwirtschaft betrieben; Ackerbau herrscht lediglich unterhalb des Twiste-Quellgebietes und an ihrem Oberlauf vor. Durch die erfolgenden Düngemaßnahmen sowie auch durch die Weidewirtschaft sind Einflüsse auf den Wasserkörper der Talsperre gegeben.

Die überwiegend ländliche Bevölkerung von insgesamt 12 000 Einwohnern verteilt sich auf 10 kleinere Ortschaften. An Industrie ist nur ein Fleischverarbeitungsbetrieb nennenswert.

Dank der durchgeführten Abwasserreinigungsmaßnahmen gehören die obere Twiste sowie ihre zahlreichen Zuläufe überwiegend in die Güteklasse II (= allgemeines Ziel in Hessen), teilweise sogar in I–II.

Die geologischen Verhältnisse des Einzugsgebietes werden hauptsächlich durch die Volpriehausener Schichtfolgen des Mittleren Buntsandstein bestimmt, der hier durch dünnbankige stark geklüftete Sandsteinbänke mit Tonmergelzwischenlagen gekennzeichnet ist.

Die Täler der Twiste und ihrer Zuläufe liegen in den jungen Hochflutablagerungen des Holozän (Auelehm) und sind von sandigen und lehmigen Schluffen überdeckt.

Die Längsachse des Staubeckens verläuft in mehreren Windungen von Süden nach Norden. Der Zufluß zur Talsperre und ihr Abfluß bilden allein die Twiste. Ihr Oberlauf

wird von mehreren kleinen Vorflutern – Mülhäuser Bach, Bröbecke, Bicke und Wolfbeutel – gespeist, während die Wilde erst weiter östlich zufließt.

#### **Ufer**

Die 76 ha (Sommerstau) große Twistetalsperre, auf der Gemarkung der Stadt Arolsen gelegen, besitzt eine günstige überregionale Verkehrsanbindung, u. a. zur Bundesautobahn Kassel–Paderborn (A 44–E 66). Der Straßendamm der Bundesstraße 450 bildet die Grenze zwischen Vor- und Hauptbecken. Untergeordnete Straßen und Wanderwege erschließen das Seeufer und stellen die Verbindung zum Oberlieger Braunsen sowie zum Stadtteil Wetterburg im Nordwesten der Hauptsperre her.

Die Talsperre tangiert im östlichen mittleren Seeuferbereich die Zone III eines geplanten Trinkwasserschutzgebietes. Das gesamte Vorsperrenareal gehört zum NSG „Vorsperre-Twistetalsperre“, und das Feriendorf am westlichen Seeufer oberhalb des NSG wird von einem Schutzwald umgeben, der eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch das Ferienhausgebiet auf dem Wiggerberg verhindern soll. Darüber hinaus schützt er die Steilhänge am See vor Erosion und dient als Lärmschutzwall für das Feriendorf hinsichtlich der nahegelegenen B 450.

Das Ufer der Twistetalsperre weist wegen stark wechselndem Wasserstand keine besondere Vegetation auf; die wertvollen Flächen im Vorsperrenbereich sind im Kapitel Flora und Fauna ausführlich beschrieben.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Nach der Inbetriebnahme der Kläranlage Twistetal mit ihrer Abwasserringleitung um die Sperre ging die organische Belastung deutlich zurück. Mit ihr verminderten sich auch die Sauerstoffdefizite; gleichfalls ging die Phosphatbelastung im ersten Jahr um 85 % zurück und zwar von durchschnittlich 2 mg o-Phosphat/l im Jahr 1978 auf 0,3 mg/l im Jahr 1979. Dennoch prägten starke Algenmassenentwicklungen weiterhin die Biozönose.

Trotz des Rückganges der Nährstoffbelastung der oberen Twiste durch die Abwasserumleitung ist der Zulauf zum Vorbecken noch nährstoffreich; im Juli 1987 wurden hier 140 µg/l Gesamt-PO<sub>4</sub>-P und 1988 60–80 µg/l Gesamt-PO<sub>4</sub> gemessen.

Die Nährstoffelimination der Vorsperre war in den letzten Jahren kaum wirksam. Die Retentionsleistung war in früheren Jahren – vor dem Bau der Abwasserumleitung – bei stärkerer organischer und Nährstoffbelastung des Twistewassers deutlich höher. Die Wirksamkeit der Phosphatelimination wird u. a. durch die tatsächliche Verweilzeit begrenzt, die bei Niedrigwasser ausreicht, bei Hochwasser jedoch nicht mehr den Anforderungen genügt.

Bereits im Frühjahr verursachen hohe Abundanzen von Algenpopulationen im Stausee Sauerstoffübersättigungen, hohe pH-Werte und organische Sekundärbelastungen.

Im Sommer ist die Twistetalsperre trotz ihrer mäßigen Wassertiefe von maximal 13 m stabil geschichtet.

Während das oberflächennahe Wasser an sonnigen Tagen eine Temperatur von 22 °C erreicht, werden am Grund 14 °C gemessen. Im Epilimnion herrscht Sauerstoffübersättigung bis zu 160%, während in der Schlamm-Wasser-Kontaktzone der Sauerstoffgehalt auf 10% des Sättigungswertes absinkt. Der pH-Wert des Epilimnion steigt infolge biogener Entkalkung u. U. bis auf 9 an.

Des weiteren geht die Transparenz in der Hauptsperre im Sommer aufgrund relativ starker Planktonproduktion auf ca. 1 m zurück.

Die Daten einiger physikalischer und chemischer Parameter, Bestandteil des „Hessischen Gütemeßprogrammes für oberirdische Gewässer“, sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Mit der Verminderung der Nährstoffzufuhr in die Hauptsperre vollzog sich auch ein Wandel in der limnologischen Situation. Mit dem Rückgang der Blaualgen trat zunehmend eine artenreichere Planktongesellschaft auf, die für eutrophe und  $\beta$ -mesosaprobe Gewässer typisch ist und in sehr ähnlicher Zusammensetzung in der viel älteren Edertalsperre vorkommt.

Im Phytoplankton dominieren die Kieselalgen *Stephanodiscus astraea* und *St. hantzschii*, die Dinoflagellaten-Gattungen *Cryptomonas*, *Rhodomonas*, *Glenodinium*, *Peridinium* und *Gymnodinium*, die Goldalge *Chrysococcus rufescens* sowie die Grünalgen-Gattungen *Scenedesmus* und *Chlamydomonas* sowie *Oocystis*.

Das Zooplankton bestimmten Cladoceren (Wasserflöhe) mit *Daphnia longispina*, *D. pulex* u. a., Copepoden (Ruderfüßer, Hüpferlinge) mit *Eudiaptomus vulgaris*, *Cyclops strenuus* sowie die Rädertier-Gattungen *Brachionus*, *Keratella*, *Polyartha*, *Notholca* u. v. a.

Tabelle 1: Wasserbeschaffenheit der Twistetalsperre im Sommer 1987/1988

Twistetalsperre	Sommer 1987/1988							
	Twiste oberhalb des Stausees		Ablauf Vorbecken		Twistestausee vor Staudamm – Oberfläche –		Twistestausee vor Staudamm – vor Grund –	
	16.7.87	11.8.88	16.7.87	11.8.88	16.7.87	11.8.88	16.7.87	11.8.88
Temperatur (°C)	13,7	16,0	19,6	22,0	21,8	22,0	13,6	16,8
pH	8,2	8,4	8,5	8,9	8,6	8,9	7,8	7,6
O <sub>2</sub> -Gehalt (mg/l)	9,8	8,8	12,0	14,2	12,6	14,4	1,6	2,5
Transparenz (m)	–	–	0,8	0,9	0,9	1,0	–	–
CSB (mg/l)	9	11	12	26	14	19	9	–
BSB <sub>5</sub> (mg/l)	1,2	0,2	4,3	6,3	3,7	4,4	–	–
G-PO <sub>4</sub> -P (µ/l)	140	80	140	80	60	50	160	–
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	0,04	0,16	–
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	6,1	5,2	4,6	3,5	4,2	3,7	3,5	–

### Flora und Fauna

Die ökologische Entwicklung der Vorsperre, seit dem Jahr 1974 in Betrieb und seit 1976 als Naturschutzgebiet ausgewiesen, war wie folgt: Vor dem Bau der Kläranlage Twistetal und Abwasserumleitung herrschten hocheutrophe Verhältnisse – u. a. begünstigt durch die geringe Tiefe und Größe bzw. fehlender Schichtung sowie unterschiedlicher Verweildauer (wenige Stunden bis Tage) des Wassers. In dieser Phase kam es zu dicken „Blaualgenblüten“ (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *Microcystis flos-aquae*) und Massenaufreten von litoralen Zooplanktern. Im Benthon fanden sich Unmengen von Chironomiden des Plumosus-Typs, Tubifiziden, Hirudineen und die Schlammsschnecke (*Radix peregra*). Heute sind die Biomassen zurückgegangen, jedoch gilt das Gewässer weiterhin als hocheutroph, d. h. die Artenzusammensetzung hat sich nicht wesentlich geändert, lediglich die Blaualgenblüten sind verschwunden.

In der Hauptsperre treten echte pelagische Zooplankter in den Vordergrund, während in dem Vorbecken fast nur litorale Zooplankter vorherrschen. Insgesamt finden sich mehr als 60 Planktonarten.

Die Besiedlung des Benthon vollzog sich in der Hauptsperre erwartungsgemäß langsamer (wegen geringerem Nährstoffangebot und härterem Untergrund) und entspricht der typischen Bodenfauna eutropher Stillgewässer, d. h. mit Dominanz roter Zuckmückenlarven, Schlammröhrenwürmer, Egel und Schlammsschnecken (*Radix peregra*).

Die Ufervegetation der Vorsperre befindet sich noch in Sukzession, wobei ein Pionier-Ried aus Rohrglanzgras, Binsen und Seggen, darunter auch seltene Arten wie *Carex riparia* und *C. paniculata*, dominieren. Des weiteren finden sich stellenweise auch Flutrasen und Gifthahnenfuß (*Ranunculus sceleratus*) sowie eine stärkere Ausbreitung von Weidengehölz.

Dagegen entwickelten sich in der Hauptsperre keine nennenswerten terrestrischen Ufergesellschaften – u. a. eine Folge der relativ steilen Ufer, der starken Trittbelastungen und der ungünstigen Wasserstandsabsenkung (erst im Spätherbst).

Bemerkenswert ist die Amphibienfauna des Vorbeckens, das ein wertvoller Biotop für Erdkröten, Grasfrösche, Teich-, Berg- und Fadenmolchen sowie für Wasserinsekten darstellt.

Noch bedeutungsvoller ist die Vorsperre als Brut- und Rastplatz für die Vogelwelt.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Um eine optimale Wasserqualität in der Twistetal-sperre zu erreichen, wurde im Jahr 1978 als zusätzliche Maßnahme eine Abwasserumleitung fertiggestellt, die das gesamte Abwasser aller Anliegergemeinden (ca. 12 000 Einwohner) zur Gruppenkläranlage des Abwasserverbandes „Twistetal“, die für 9 000 E + EG bemessen ist, um die Talsperre herumführt. Gleichzeitig wurde die oberhalb der Vorsperre liegende Ortschaft Braunsen an das im Twiste-Unterlauf befindliche Gruppenklärwerk des Abwasserverbandes „Volkmarsen-Arolsen“ angeschlossen. Durch diese Reinhaltemaßnahmen verbesserten sich die obere und mittlere Twiste sowie ihre Zuläufe auf die Güteklasse II.

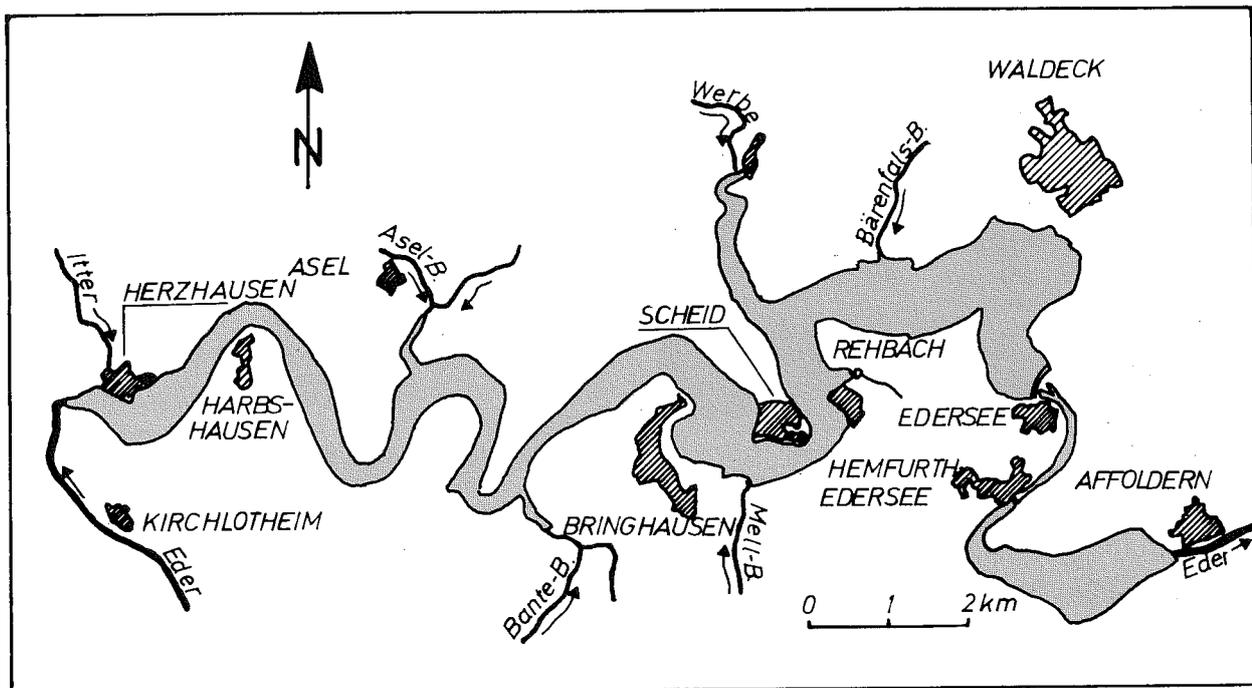
Durch die Reduzierung der Belastungen in den Vorflutern entwickelte sich die Hauptsperre im Jahr 1986

fast zum mesotrophen Typus. – Aufgrund des starken Geschiebeeintrages war die Nährstoffelimination der Vorsperre in den letzten Jahren jedoch kaum wirksam; die Retentionsleistung lag in früheren Jahren bei stärkerer Nährstoffbelastung des Twistewassers wesentlich höher. Die Wirksamkeit der Phosphatelimination wird u. a. durch die tatsächliche Verweildauer begrenzt, die bei Niedrigwasser ausreicht (2,5 Tagen), bei Hochwasser (5 Stunden Erneuerungszeit) nicht mehr den Anforderungen gerecht wird.

Damit die Vorsperre ihre Funktion als „dritte Reinigungsstufe“ erfüllen kann, ist folgendes erforderlich:

1. Vergrößerung der Vorsperre, um die reale Verweilzeit auf 2,5 bzw. 3–3,5 Tage auszudehnen.
2. Errichtung zusätzlicher Steinwälle im oberen Bereich der Vorsperre, um eine gleichmäßige Verwirbelung des zuströmenden Wassers und eine Verlangsamung im Durchströmen des Systems zu erreichen. Hierdurch wird ein Ausschwemmen der Phytoplankter vermieden.
3. Entschlammung und Beseitigung des Geschiebeeintrages der letzten Jahre wird für die Sanierung des Gewässers in absehbarer Zeit unumgänglich. Besonders durch die mehrjährigen Nährstoffbelastungen, vor allem vor dem Bau der Abwasserumleitung, ist ein sehr phosphathaltiges Sediment entstanden, das einer verstärkten P-Freisetzung in den darüberliegenden Wasserkörper unterliegt.

# Edertalsperre



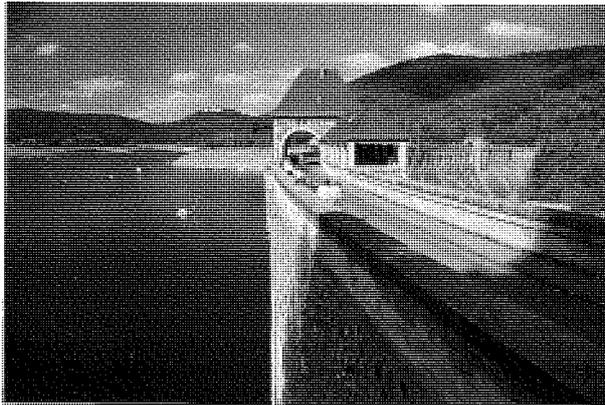
Topographische Karte: L 4720 Wolfhagen, L 4918  
 Frankenberg, L 4920 Fritzlar  
 Gewässersystem: Eder/Fulda/Weser  
 Stauziel: 245,0 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 12,00 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 217,85 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 41,0 m  
 Mittlere Tiefe: 18,2 m  
 Ausbaugrad: 33%  
 Umgebungsfaktor: 122,3 (139,1)  
 Länge des überstauten Tals: 27 km  
 Absperrbauwerk:  
 Schwergewichtsmauer: 48 m über Gründungssohle  
 Kronenlänge: 399 m  
 Uferentwicklung: ca. 4,6  
 Talsperrentyp: Rinnensee  
 Vorsperre: keine  
 Zirkulationstyp: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: 6 Grundablässe ca. 3 m über  
 Sohle  
 Kraftwerksbetrieb und Grundablaß:  
 Hochwasserentlastungsanlage: 39 Hochwasser-  
 überfälle im mittleren Bereich der Staumauer  
 Nutzung der Talsperre: Niedrigwasseraufhöhung der  
 Oberweser, Speisung des Mittellandkanals, Ener-  
 gieerzeugung, Hochwasserschutz im Eder-Fulda-  
 Raum. Segeln, Surfen, Baden, Fischerei, Natur-  
 schutz  
 Einzugsgebiet: 1 443 km<sup>2</sup>

Nutzung der Landfläche: Wald auf den Hochflächen;  
 Acker, Wiesen und Weiden in den Tälern;  
 kaum bebaute Flächen  
 Einwohner: ca. 80 000  
 Eigentümer: Wasser- und Schifffahrtsverwaltung der  
 Bundesrepublik Deutschland (WSD-Mitte, Hannover)  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1914

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Nach dem preußischen Gesetz „Zur Hebung der  
 Landeskultur, zur Verminderung von Hochwasserschäden  
 und zur Ausgestaltung des Wasserstraßennetzes“, das  
 am 1. April 1905 in Kraft trat, wurde die Edertalsperre  
 nach fast siebenjähriger Bauzeit im Jahre 1914 fertig-  
 gestellt. Von Ende Januar 1914 bis Mitte Januar 1915  
 wurde der Probestau durchgeführt.

Das aufgestaute Wasser der Eder, das war das dama-  
 lige Hauptziel des landschaftsverändernden Großprojek-  
 tes, sollte über die Weser den im Bau befindlichen Mittel-  
 landkanal speisen. Was damals als rein technische Attrak-  
 tion bewundert wurde, entwickelte sich im Laufe der Jahr-  
 zehnte zu einem der bedeutendsten Feriengebiete Hesse-  
 sens. Der Edersee wurde mittels einer 400 m langen,  
 48 m hohen und bis zu 36 m dicken Staumauer durch das  
 Edertal bei Waldeck/Hemfurth (Talsohle hier 200 m ü. NN)  
 aufgestaut. Er ist heute die zweitgrößte Talsperre Europas  
 bzw. die größte in der Bundesrepublik. Der Stausee faßt  
 bei Vollstau 202 Mio. m<sup>3</sup> Wasser; das ist 1/3 des gesamten  
 Stauraums der Bundesrepublik Deutschland. Er besitzt  
 dann eine Länge von ca. 27 km und bedeckt eine Fläche



Absperrbauwerk der Edertalsperre

von 12 km<sup>2</sup>. Hierbei hat er die größte Tiefe von 42 m. Beim sog. „Ermäßigten Eisernen Bestand“ („Eiserner Bestand“ = 20 Mio m<sup>3</sup>) von rd. 10 Mio. m<sup>3</sup> beträgt die zugehörige Tiefe nur noch 11 m, d. h. die größte Tiefe schwankt zwischen den beiden Extremgehalten um 31 m.

Der Inhalt der Edertalsperre und damit naturgemäß ihre größte Tiefe unterliegt rhythmischen Änderungen, die sich in mehr oder weniger ähnlicher Form jährlich wiederholen. Im Laufe des hydrologischen Winterhalbjahres (November bis April) wird der Stausee allmählich gefüllt, d. h. der in diesem Zeitraum vorhandene natürliche Zufluß ist größer als der regulierte Abfluß aus der Talsperre. Bis Anfang Mai wird Vollstau angestrebt, der zumeist auch erreicht wird. Im anschließenden hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) werden zur Anreicherung der Wasserführung der Weser u. a. zunächst nur geringfügige Wassermengen abgelassen. Je nach den meteorologischen Verhältnissen im Einzugsgebiet werden die Abgabemengen im Laufe des Sommers schnell gesteigert. In den Monaten Oktober/November – in trockenen Jahren bereits früher – ist dann der für Zwecke der Schifffahrt und Wasserwirtschaft zur Verfügung stehende Wasservorrat im allgemeinen aufgebraucht. Die Wasserabgabe aus dem Stausee beschränkt sich in dieser Phase auf die den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Gegebenheiten.

Die eingetretenen Änderungen des Beckeninhaltes und der Wassertiefe – abhängig vom Verhältnis Zufluß/Abfluß sowie der Regelung des Abflusses nach besonderen Gesichtspunkten hinsichtlich Schifffahrt und Wasserwirtschaft – sind für den Trophiezustand der Edertalsperre und die Schichtungsverhältnisse ihres Wasserkörpers von entscheidender Bedeutung.

Das Absperrbauwerk des Ederstausees wurde aus Grauwacke-Bruchsteinen mit Kalk-Traß-Mörtel hergestellt. Als Dichtung erhielt die Staumauer auf der Wasserseite eine 2,5 cm dicke Putzschicht aus Zement-Traß-Mörtel und zwei Siderosthen-Anstriche. Im mittleren Bereich der Staumauer befinden sich 39 Hochwasserüberfälle mit einer Gesamtlänge von rd. 152,5 m. Die

Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastungsanlage beträgt 560 m<sup>3</sup>/s und zwar bei 1,4 m Überstau. Am Fuß der Sperrmauer liegen am linken Hang das Kraftwerk Hemfurth I und am rechten Hang die Grundablässe sowie das nachträglich im Jahr 1926 errichtete Kraftwerk Hemfurth II.

An jedem Talhang befinden sich jeweils eine Gruppe von 3 Stollen mit je zwei Rohrleitungen. Die 6 Grundablaßleitungen, die zugleich auch als Zuleitungen zum Kraftwerk Hemfurth II dienen, vermögen beim Öffnen der Grundablaß-Schieber maximal 180 m<sup>3</sup>/s und bei Kraftwerksbetrieb maximal 54 m<sup>3</sup>/s abzuführen. Durch die 6 Entnahmerohre des Kraftwerkes Hemfurth I fließen ebenfalls maximal 54 m<sup>3</sup>/s ab. Jedes Rohr besitzt – neben den Schieberverschlüssen – am Einlauf einen Klappen-Notverschluss.

Das Unterbecken bzw. Ausgleichsbecken bei Affoldern, ca. 5 km unterhalb der Staumauer gelegen, besitzt einen Stauraum von 7,7 Mio. m<sup>3</sup> bzw. einen nutzbaren Stauraum zwischen 204,40 m ü. NN und 201,10 m ü. NN von 5,4 Mio. m<sup>3</sup>. Es wird durch einen Erddamm und ein Überlaufbauwerk abgeschlossen. Das Wehr verfügt über zwei Öffnungen mit je 22 m lichter Weite und eine Öffnung mit 5 m lichter Weite. Die Regulierung des Abflusses geschieht über Schützen.

Die wichtigste Funktion der Talsperre besteht im Kappen der gefährlichen Ederhochwässer und damit im Hochwasserschutz für die untere Eder sowie der Fulda. Der hierfür vorgesehene Hochwasserschutzraum beträgt 172,4 Mio. m<sup>3</sup>. Daneben sollte der Stausee nach der ursprünglichen Konzeption in den niederschlagsarmen Sommermonaten durch Abgabe von Zuschußwasser die Wasserstände und Abflüsse der oberen und mittleren Weser sowie des Mittellandkanals erhöhen und somit die Schifffahrt verbessern. Die Energieerzeugung und die fischereiliche Nutzung waren zunächst von untergeordneter Bedeutung.

Im 2. Weltkrieg wurde die Talsperre durch Luftangriffe schwer beschädigt; am 17. Mai 1943 rissen Spezialsprengbomben eine Lücke von 70 m Breite und 22 m Tiefe in die Staumauer. Durch die ungeheure Flutwelle – 160 Mio. m<sup>3</sup> Wasser stürzten zu Tal – wurden zahlreiche Dörfer zerstört. Nach dem Wiederaufbau übernahm die Edertalsperre ihre frühere Zweckbestimmung. In den letzten Jahren gingen die Belange der Schifffahrt rapide zurück, dafür sind durch den zunehmenden Fremdenverkehr die Freizeit- und Erholungsfunktion sowie die fischereiliche Nutzung noch stärker in den Vordergrund gerückt. Im Interesse der Bedürfnisse zwingt dies dazu, den Wasserstand in der Talsperre in den Sommermonaten möglichst wenig abzusenken.

Die Edertalsperre hat folgende, z. T. gegensätzliche Aufgaben zu erfüllen:

1. Hochwasserschutz für den Eder-Fulda-Raum
2. Niedrigwasseraufhöhung der Oberweser
3. Speisung des Mittellandkanals zur Aufrechterhaltung der Schifffahrt

4. Energiegewinnung
5. Freizeit und Erholung (Tourismus) mit Schwerpunkt Feriensiedlung Scheid und Zeltplatz Asel-Süd
6. Wassersport (Segeln, Surfen, Wasserski) und Badegewässer
7. Fischerei
8. Naturschutz

Die vorgenannten vielfältigen Nutzungen bedingen möglichst folgende Abflußregelung der Talsperre:

1. Steigender oder konstant hoher Wasserspiegel während der Hauptlaichzeit der wichtigsten Edelfischarten von März bis Juni, damit deren Laichgründe nahe des Edereinlaufes überflutet bleiben.
2. Verzögerte Wasserabgabe an die Weserschiffahrt wegen des gestiegenen Sommertourismus von Juli bis Ende August
3. Ungehemmter Abfluß bis November
4. Auspendeln der Winterhochwässer.

Mit die größten Attraktionen verdankt der Stausee seiner Funktion als Stromlieferant. Fünf unterschiedliche Wasserkraftwerke der Preußen Elektra entstanden in den 75 Jahren, darunter die beiden Pumpspeicherwerke Waldeck I, 1932 als eines der ersten in Deutschland errichtet und Waldeck II. Letzteres ist zu besichtigen. Bei dessen Bau in den sechziger Jahren wurde die „größte künstliche Felshöhle der Welt“ in die Felsen oberhalb der Talsperre geschlagen. Nach dem lohnenden Besuch der sog.

Kaverne – einem technischen Meisterwerk (700 m tief im Berg, 30 m unter der Eder und mit einer Spannweite über 33 m) – fährt man mit der hauseigenen Bergseilbahn entlang der Rohrleitung zum Überbecken von Waldeck II, das 4,9 Mio. m<sup>3</sup> Wasser aufnehmen kann. Von dort oben bietet sich ein eindrucksvoller Rundblick ins Edertal, zur Burg Waldeck und auf die Talsperre.

Mit einer Leistung von zusammen 580 Megawatt (MW) nehmen die beiden dortigen Pumpspeicherwerke nach Biblis (2 500 MW) und Staudinger (1 500 MW) den 3. Platz unter den Kraftwerken in Hessen ein. Das Speicherbecken von Waldeck I will die Preußen Elektra in den nächsten Jahren erweitern mit dem Ziel, die Stromabgabe auf 1 600 MW zu erhöhen.

Die Rolle der Edertalsperre als bedeutendstes Feriengebiet Hessens dokumentiert sich jährlich eindrucksvoll in den knapp 400 000 Übernachtungen in den idyllischen Seegemeinden. Zu Pfingsten nehmen die 3 Schiffe der „Weißen Edersee-Flotte“ ihre Rundfahrten auf und locken weitere Urlauber und Tagesausflügler auf die rd. 12 km<sup>2</sup> große Wasseroberfläche.

Wegen der Untersuchungen an der offenbar sanierungsbedürftigen Staumauer mußte 1988 der Stauraum auf 34 Mio. m<sup>3</sup> gesenkt werden – sehr zum Leidwesen der ansässigen Hoteliers, Fremdenverkehrsverbände, der Fischereiwirtschaft und der Schifffahrt. Obwohl als Attraktion die kärglichen Reste der beim Bau der Staumauer überfluteten Dörfer wieder zum Vorschein kamen, führte

das wenige Wasser zu erheblichen Umsatzeinbußen in der Gastronomie und bei den Bootsverleihern.

Trotz des touristischen Nutzungsdruckes, der zur Erhaltung der Wasser- und Lebensqualität der Wasserorganismen in Maßen gehalten werden muß, erbringt die Edertalsperre – im gegenwärtig noch relativ intakten Naturraum gelegen – bis heute weiterhin beträchtliche ökologisch positiv zu bewertende Leistungen für den Naturschutz.

### **Einzugsgebiet**

Die 75 Jahre alte Edertalsperre, die von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland betrieben wird, liegt mitten im Landkreis Waldeck-Frankenberg. Der Stausee befindet sich in dem Teil des Rheinischen Schiefergebirges, der am weitesten nach Osten gegen die Niederhessische Senke vorspringt. Der Untergrund besteht aus dichten karbonischen Grauwacken und Tonschiefern, die in der Talsohle von Kies und Lehm des Holozäns überlagert sind.

Südlich der Talsperre schließen sich die Bergzüge des Kellerwaldes an, nördlich von ihr erhebt sich das Waldecker Bergland. Die an den Stausee angrenzenden Gebirge sind bis an das Ufer weitgehend bewaldet und fallen meist steil zum See ab. Durch das enge, langgestreckte Mittelgebirgstal der Eder ist der Stausee in jedem Füllungszustand schmal gestreckt (Rinntyp) und weist vielfach Steilhänge auf. Aus Gründen des Erosionsschutzes wurden im Jahre 1988 u. a. 142 ha der Stadt Waldeck und des Domaniums als Schutzwald ausgewiesen.

Ein Vorbecken ist bei der Edertalsperre nicht vorhanden. Ihr Einzugsgebiet beträgt rd. 1 443 km<sup>2</sup>. Hauptzufluß und -abfluß bildet die auf dem Ederkopf im Rothaargebirge entspringende Eder (NRW) mit ca. 1 240 km<sup>2</sup>, der Rest entfällt auf die Seefläche und zahlreiche kleinere Zuläufe. Vom Norden her gelangen die Zuflüsse Itter, Aselbach, Werbe, Klingelbach, Reiherbach und Bärenbach in den Stausee. Vom Süden münden Hundsbach, Bärenbach, Banfembach und Mellbach ein.

In den Tälern der Eder und ihrer Zuflüsse herrscht auf den Aue- und Gleyböden – junge Ablagerungen des Holozäns – die Acker- und Gründlandnutzung vor. Auf den Hochflächen mit Ausgangsgesteinen des Devon, Karbon, Perm und des Unteren Buntsandstein mit seinen verschiedenartigen Böden dominiert vor allem südlich des Stausees die Forstwirtschaft (Hainsimsen – Buchenwald sowie vereinzelt Perlgras-Buchenwald und Zahnwurz-Buchenwald) – insgesamt liegt der Waldanteil im Einzugsgebiet bei etwa 50%. In seinem hessischen Bereich leben etwa 80 000 Einwohner und zwar überwiegend in den Städten Frankenberg und Korbach.

Das Abwasser der Kommunen im hessischen Einzugsgebiet der Edertalsperre wird in biologischen Kläranlagen gereinigt, die bereits seit Ende der siebziger Jahre mit 3 Reinigungsstufen zur Phosphatelimination ausgerüstet sind. Bis 1989 wurden im Landkreis Waldeck-Frankenberg mittlerweile 23 Kläranlagen diesbezüglich ausgebaut.

## Ufer

Die bei Dauerstau 10,3 km<sup>2</sup> große Edertalsperre liegt auf der Gemarkung der Stadt Waldeck und der Gemeinden Edertal und Vöhl. Der Stausee ist über klassifizierte Straßen (B 293, B 292, B 291 und B 485) an die Autobahn Kassel–Paderborn (A 44 = E 63) angebunden und dank dieser günstigen Verkehrsbedingungen bequem zu erreichen. Untergeordnete Straßen erschließen die am See oder in unmittelbarer Nähe liegenden Ortschaften.

Die Edertalsperre liegt im Landschaftsschutzgebiet „Ederseegebiet“. Im Westen bei Vöhl-Herzhausen befindet sich das Naturschutzgebiet „Ederseeufer bei Herzhausen“. Weitere Naturschutzgebiete sind westlich Edertal-Bringhausen („Hünseburg“, „Auf dem Arensberg“), westlich der Kernstadt Waldeck („Kleiner Mehlerberg“, „Katzenstein“) und südöstlich von Edertal, Ortsteil Hemfurth-Edersee („Stausee von Affoldern“) ausgewiesen. Eine Unterschutzstellung weiterer Landschaftsteile im Uferbereich des Edersees und östlich des Ausgleichsbeckens bei Affoldern ist vorgesehen. Am Südrand der Talsperre erstreckt sich das 4 930 ha große Wildschutzgebiet „Gatter Edersee“.

Der Talsperrenbereich ostwärts Edertal-Bringhausen liegt in der Zone IV des Heilquellenschutzgebietes 5.35 Bad Wildungen. Bei Vöhl-Harbshausen befindet sich in Ufernähe ein Trinkwasserschutzgebiet von geringer Ausdehnung.

Die unmittelbare Umgebung des Edersees ist aufgrund der steilen, unzugänglichen Berghänge, die ihn umschließen, sehr dünn besiedelt und überwiegend von relativ naturnahen Misch- und Laubwäldern bestockt, die teilweise als „Schutzwald“ ausgewiesen wurden.

Die trockengefallenen wasserfernen Gebiete wurden bis zum Jahre 1982 noch wenig berührt; erst danach wurden weite Teile als Grünland genutzt. Die Lebensgemeinschaften im Staubereich der Edertalsperre erweisen sich als weitgehende intakte, artenmäßig recht vollständig ausgestattete Überflutungsgesellschaften.

Über dem Edersee liegt das Schloß Waldeck, eine der ältesten Ritterburgen (12. Jahrhundert) der Bundesrepublik Deutschland. Das vor kurzem umgebaute Schloß, das auch über eine Kabinenseilbahn zu erreichen ist, beherbergt heute ein Museum, Restaurant und Hotel.

Rund um das 64 km lange Talsperrenufer bestehen 15 Campingplätze. In den idyllischen Seegemeinden kommt es jährlich zu fast 400 000 Übernachtungen.

## Wasserbeschaffenheit

Der Hauptzufluß, die Eder, führte besonders in den sechziger und siebziger Jahren sehr nitrat- und phosphatreiches Wasser, während die organische Belastung vergleichsweise mäßig war. Nach den verstärkt durchgeführten Reinhaltemaßnahmen – mit weitergehender Abwasserreinigung in den hessischen Klärwerken (Phosphatfällung) an der Eder und ihren Zuflüssen – ging der Nährstoffeintrag – insbesondere der Phosphatanteil – dra-

stisch zurück. Hierdurch ergaben sich auch allmählich rückläufige Tendenzen in den einst sehr starken Algenmassenentwicklungen („Wasserblüten“) der Edertalsperre.

Die Eder ist oberhalb des Stausees überwiegend als  $\beta$ -mesosaprob (= Güteklasse II) einzustufen und zeigt von ihrem Zufluß bis zur Staumauer eine deutliche Selbstreinigung. Der Nachstau bzw. das Ausgleichsbecken bei Affoldern – 5 km entfernt vom Absperrbauwerk – wurde wegen seiner ökologischen Bedeutung zum Naturschutzgebiet erklärt. Die Eder unterhalb des Stausees gilt als einer der saubersten Deutschen Mittelgebirgsflüsse und ist reich an Salmoniden.

Die jährliche Entwicklung der Wasserbeschaffenheit läßt sich folgendermaßen beschreiben:

Im ausgehenden Winter ist das Wasser der Edertalsperre an der Stauwurzel nährstoffreich; die Gesamt-P-PO<sub>4</sub>-Konzentration beträgt  $\geq 120 \mu\text{g/l}$ , so daß aufgrund der Nährstoffbelastung Eutrophierungen vorprogrammiert sind. Auf der Fließstrecke zur Staumauer nimmt die Phosphat-Konzentration der Talsperre im Laufe des Jahres stark ab. Analog zur Nährstoffbelastung treten im oberen Staubereich sowie vermehrt in den Buchten hauptsächlich im Frühjahr und Sommer hohe Algenpopulationen auf, die dort im Epilimnion eine starke Sekundärbelastung, einen hohen pH-Wert und eine geringe Sichttiefe von  $\leq 1 \text{ m}$  bewirken. Im unteren Staubereich geht die Algenpopulation deutlich zurück; die Sichttiefe (Transparenz) nimmt entlang der Talsperre bis zur Staumauer auf 3 bis 4 m bzw. im Jahr 1989 erstmals sogar zeitweise auf 6 m zu.

Bereits im Frühjahr baut sich eine vertikale Temperatur-, Sauerstoff- und pH-Schichtung auf, die im Hochsommer ihre stärkste Ausprägung zeigt. Bei lang anhaltenden Schönwetterperioden – wie im Sommer/Herbst 1989 – steigt die Sauerstoff-Konzentration im Epilimnion bis auf 160 % des Sättigungswertes. Demgegenüber sinkt im Hypolimnion die Sauerstoffsättigung stark und beträgt zeitweise nur noch etwa 14 %.

Der pH-Wert im Epilimnion steigt in dieser Phase der Vegetationsperiode infolge biogener Entkalkung auf über 9 – im Trockenjahr 1976 sogar auf 11 – an.

Das Metalimnion befindet sich üblicherweise zwischen 6 und 10 m Wassertiefe. Im Herbst tritt infolge starker Entnahme von hypolimnischem Wasser durch den Grundablaß eine starke Verkleinerung des Wasserkörpers und eine frühzeitige Homothermie mit Herbstzirkulation bei einer Wassertemperatur von ca. 14–17 °C ein.

Die Entwicklungstendenz in der Wasserbeschaffenheit der Edertalsperre ist anhand der langjährigen Untersuchungen der ökologischen Forschungsstation der Universität Gießen in Waldeck-Niederwerbe und der Hessischen Landesanstalt für Umwelt wie folgt charakterisiert (vgl. Abb. 1).

Allgemein ist die Wasserqualität besser geworden. Die Nährstoffbelastung des Ederzuflusses ist deutlich gesun-

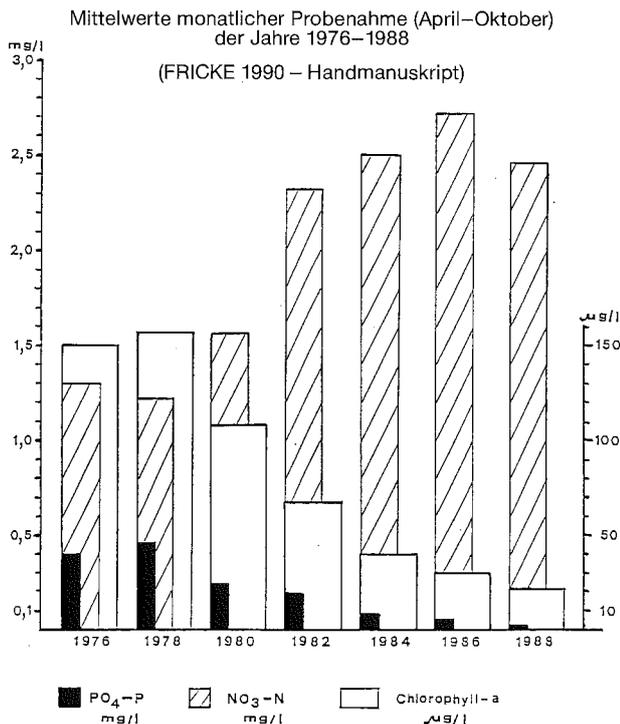
ken. Die starken Algenpopulationen mit einhergehenden nachteiligen Folgeerscheinungen beschränken sich heute auf einen kurzen Abschnitt im oberen Stauseebereich.

Seit Mitte der achtziger Jahre ist ein deutlicher Rückgang der Phosphatkonzentration im Wasser des Stausees zu verzeichnen (vgl. Abb. 1). Wurden in den Jahren 1976 und 1978  $PO_4$ -P-Konzentrationen von annähernd 0,5 mg/l als Jahresmittel an der Staumauer gemessen, so verringerten sie sich bis 1988 auf 0,03 mg/l. Vergleichsuntersuchungen am Hauptzulauf der Edertalsperre bei Herzhausen zeigten die gleiche Tendenz; wurden hier im Winterhalbjahr 1979/80 0,3 mg  $PO_4$ -P/l gemessen, so verringerten sich 1986/87 die Werte auf durchschnittlich 0,1 mg/l.

Dagegen trat bei den Nitrat-Stickstoffkonzentrationen des Edersees im Zeitraum 1976 bis 1988 keine Reduzierung ein (vgl. Abb. 1).

Neben den bereits seit längerem durchgeführten weitergehenden Reinigungsmaßnahmen hat hier die „Phosphat-Höchstmenge-Verordnung für Waschmittel („Waschmittelgesetz“) zur Phosphatminderung beigetragen. Die Auswirkungen des allgemeinen Rückganges der Waschmittelposphate sind im Edersee an der Verringerung des Phytoplanktons zu erkennen – gemessen als Chlorophyll-a (vgl. Abb. 1). Letzteres ging von 150  $\mu$ g/l der Jahre 1976 bis 1978 auf durchschnittlich 20  $\mu$ g/l im Jahr 1988 zurück.

Abb. 1 Konzentration von Phosphat-Phosphor, Nitrat-Stickstoff und Chlorophyll im Wasser der Edertalsperre an der Staumauer



Auffallend ist im vorgenannten Zeitraum der Nitrat-Stickstoffanstieg im Wasser der Edertalsperre und zwar von 1,3 mg  $NO_3$ -N/l im Jahr 1976 auf durchschnittlich 2,9 mg/l in den Jahren 1984 bis 1988.

Die Ursache liegt auch hier in der Reduzierung der Phosphate; mit ihrem Rückgang vermindert sich die Phytoplanktonproduktion. Die geringere Algenbiomasse bindet zwangsläufig weniger Stickstoff.

In den Abb. 2 und 3 sind Tiefenprofile des Wasserkörpers der Edertalsperre an der Staumauer der Jahre 1980 (8. 8. 80) und 1989 (29. 7. 89) dargestellt. Die hohe Planktonproduktion (Chlorophyll-a = 110  $\mu$ g/l) im August 1980 haben eine geringe Sichttiefe von knapp 1 m zur Folge. Dadurch geraten absinkende Planktonalgen schnell in lichtarme Wasserschichten und sterben ab. Unterhalb der Temperatursprungschicht bei etwa 10 m stauen sich die absinkenden Algen in der dichteren Wasserschicht. Es entwickeln sich im Wasser große Mengen von Bakterien, welche die absterbende Algenbiomasse verarbeiten. In dieser Zone der größten Bakterien-dichte steigen die Konzentrationen von Ammonium-, Nitrit- und Nitrat-Stickstoff sowie von  $PO_4$ -P regelmäßig

Abb. 2 Tiefenprofil der Edertalsperre 8. 8. 1980

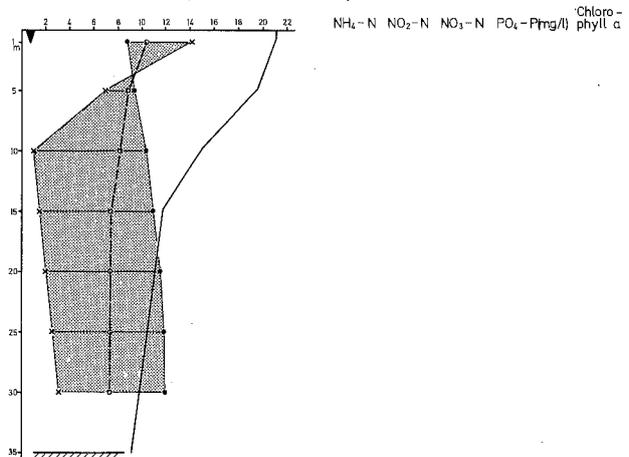
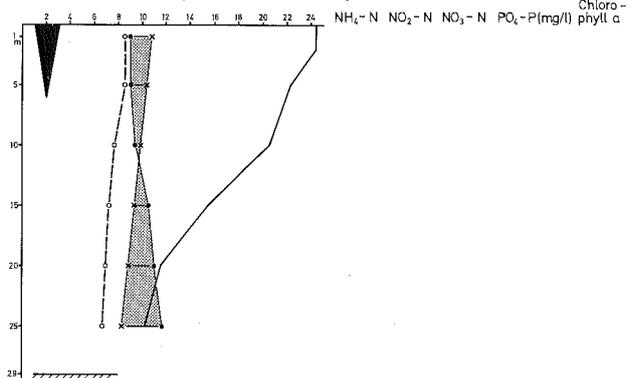


Abb. 3 Tiefenprofil der Edertalsperre 29. 7. 1989



an. Eine weitere Folge ist die enorme Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser – im Jahr 1980 bis auf 1 mg/l.

Dagegen waren die Verhältnisse im Wasserkörper vom Juli 1989 (29. 7. 89) wie folgt: Die Chlorophyll-Konzentration betrug nur noch 23 µg/l; die Sichttiefe stieg erstmals sogar auf 6 m. Die Sauerstoffzehrung blieb gering. Die aus der Abbautätigkeit der Bakterien stammenden Stoffe waren nur in einer schmalen Schicht bis 10 m Wassertiefe erhöht und erniedrigten sich mit der Tiefe.

Zusammenfassend ist bei langjähriger Betrachtung festzuhalten. Die Wasserqualität der Edertalsperre ist allgemein besser geworden. Die Nährstoffbelastungen und hierdurch die Algenmassenentwicklungen gingen zurück bzw. beschränkten sich auf einen kürzeren Abschnitt im oberen Staueebereich. Der Phosphoreintrag in den Edersee ist heute gegenüber dem Trockenjahr 1976 mehr als halbiert; damals konnten die Phosphate vom Phytoplankton oft nicht aufgezehrt werden. Die Planktonmenge hat sich seit 1976 auf 1/5 verringert. Die Transparenz (Sichttiefe) ist im Jahr 1989 erstmals auf 6 m gestiegen. Die pH-Wert-Erhöhung erweist sich als nicht mehr so stark wie 1976 ( $\text{pH} \leq 11$ ); im Jahr 1989 erreichte er an der Staumauer kurzfristig (Ende Mai) 8,8; lediglich in den Badebuchten stieg er in der langen Trockenperiode (Spätsommer/Herbst 1989) zeitweise auf über 9.

#### Flora und Fauna

Im Frühjahr, z. B. im März 1989, als die Edertalsperre mit 181,3 Mio. m<sup>3</sup> weitgehend gefüllt, einen annähernd homogenen Wasserkörper von 5 °C enthielt und der Sauerstoffgehalt des Oberflächen- und des Tiefenwassers fast die Sättigungskonzentration erreichte, bestand das Phytoplankton bei pH-Werten im neutralen Bereich überwiegend aus Diatomeen der Gattungen *Navicula*, *Stephanodiscus*, *Asterionella*, *Fragilaria* und *Nitzschia*, wobei die Individuendichte relativ niedrig blieb.

In den Sommermonaten (August 1989), als der Stauseeinhalt aufgrund verstärkter Wasserabgabe auf 72,2 Mio. m<sup>3</sup> absank, war eine starke Algenentwicklung – vor allem in der Banfe-Bucht – feststellbar, die dort eine mäßige Sekundärverschmutzung und eine stark verminderte Transparenz von weit unter 1 m bewirkte. Die Algenpopulation und die organische Belastung nahmen jedoch bis zur Waldecker Bucht deutlich ab; hiermit einhergehend stieg die Sichttiefe auf 4 m – an der Staumauer sogar erstmals auf 6 m – an. Der Sommeraspekt der Biozönose wurde in der Banfe-Bucht hauptsächlich durch Algen der Gattungen *Scenedesmus* und *Cryptomonas* bestimmt. Die Algenpopulation, die in der Stauwurzel mit ca. 10 000 Zellen/ml sehr hoch sein kann, geht bis zur Staumauer auf 600 Zellen/ml stark zurück. Mit dem Rückgang der Grünalgen im unteren Staueebereich treten dort die Kieselalgen wiederum häufiger in Erscheinung; insbesondere war unter den Planktern *Fragilaria capucina* dominant. Außerdem waren im gesamten Stauareal folgende Diatomeen-Arten stark vertreten: *Navicula minima*, *N. lanceolata*, *N. gregaria*, *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia inconspicua*, *N. fonticola*.

Unter den Aufwuchsformen prägten vor allem *Cocconeis pediculus*, *C. placentula* und *Amphora pediculus* im Stauwurzelbereich die Biozönose.

Im Herbst (Oktober 1989), nachdem der Stauinhalt auf 32 Mio. m<sup>3</sup> absank und die Phase der Herbstzirkulation einsetzte, ging die Kieselalgenentwicklung allgemein stark zurück. Den Herbstaspekt prägten in erster Linie die Gattungen *Navicula*, *Fragilaria* und *Nitzschia* sowie *Stephanodiscus hantzschii*. Die einst sehr starken Blaualgenentwicklungen, „Wasserblüten“ der Gattungen *Microcystis* und *Anabaena* sind seit etwa Mitte der achtziger Jahre rapide zurückgegangen. Gewisse Verbreitung findet *Microcystis flos-aquae* im Edersee, hauptsächlich im Herbst im Bereich Scheid.

Das Zooplankton der Edertalsperre besteht überwiegend aus Ruderfuß- (Copepoden) und Blattfußkrebsen (Cladoceren wie *Daphnia*), während sich die aquatische Schlammbodenfauna hauptsächlich aus Schlammröhrenwürmer (Tubifiziden) und Zuckmückenlarven (Chironomiden) zusammensetzt. Letztere bevölkern in erster Linie die Seebodenflächen im oberen Talsperrenbereich, während die Tubifiziden massenhaft ausschließlich im Tiefenbereich vorkommen. Daneben finden sich dort noch kleine Erbsmuscheln.

Für die fischereiliche Nutzung werden im Stauee Aale, Hechte, Schuppenkarpfen, Schleien und Regenbogenforellen ausgesetzt. Eine große Population von Weißfischen – vorwiegend bestehend aus Plötzen und Ukeleien – sowie ein ausgeglichener Besatz an Zander ist im Edersee vorhanden.

Der Fischbestand leidet im Sommer unter dem zeitweise relativ hohen pH-Wert des Wassers im Epilimnion und dem in einigen Bereichen der Talsperre im Spätsommer verminderten Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers.

Auch die periodischen starken Schwankungen des Seespiegels von mehr als zwanzig Metern und des Talsperrenvolumens zwischen ca. 200 Mio. und 32 Mio. m<sup>3</sup> wirken sich störend auf die Biozönose aus. Ein Litoral mit Vegetationsgürtel sowie die dazugehörige Litoralfauna vermögen sich unter diesen hydrologischen Verhältnissen nicht auszubilden.

Andererseits bedecken sich die ab dem Hochsommer trocken fallenden Teile (bis zu 80 % der Gesamtstauee-fläche) des Talsperrenbodens teilweise mit einer interessanten Krautflora. Besonders deutlich tritt die Zonierung der Vegetation auf den Flächen nahe dem Edereinlauf auf.

Die Pflanzenwelt setzt sich dort vorwiegend aus Arten zusammen, die für Überschwemmungsflure und Feuchtgebiete charakteristisch sind. Hierbei lassen sich 5 Vegetationszonen bzw. Hauptpflanzengesellschaften abgrenzen:

1. „Weidicht“ (bei 0–1,8 m unter Vollstauniveau) – überwiegend bestehend aus Bruchweidenbüsche (*Salix*-Bastarde).

2. „Hochstaudenreiche Ried“ (bei 1,5 bis 2,5 m unter Vollstaupegel) bestehen hauptsächlich aus den 3 hochwüchsigen Bestandsbildnern Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), Schlanksegge (*Carex gracilis*) und Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*), wobei in Trockenjahren der Gilbweiderich dominiert. Der niedrige Unterwuchs wird hauptsächlich vom Ufermoos (*Leptodictyum riparium*), einem Gänsefuß (*Chenopodium polyspermum*), einer Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*) und einigen Zwergpflanzen gebildet.
3. „Schlankseggenried“ (bei 2,5 bis 6 m unter Vollstau): fast ein Reinbestand von *Carex gracilis*.
4. „Die obere Zwergpflanzenflur mit Seggeninseln“ (6–9 m unter Vollstauniveau) mit den häufigsten Arten dieser typischen Schlammbodenflora: Schlammkaut (*Limosella aquatica*), Sumpfruhrkraut (*Gnaphalium uliginosum*), Ampferknöterich (*Polygonum lapathifolium*), Roter Gänsefuß (*Chenopodium rubrum*) und Zweizahn (*Bidens tripartita*).
5. „Die untere Zwergpflanzenflur“ (ab 9–10 m unter Vollstau) besteht aus schütterten Beständen weniger Arten wie Sumpfruhrkraut (*Gnaphalium uliginosum*), Schlammkaut (*Limosella aquatica*) und Ampferknöterich (*Polygonum lapathifolium*). Während die kahlen Zwischenräume von der Blasenalge (*Botrydium granulatum*) besiedelt werden. Insgesamt sind auf den trockenfallenden Flächen des Ederseebodens ca. 70 Gefäßpflanzen, ein Moos und eine Reihe von Bodenalgen nachgewiesen worden, d. h. die Pflanzenwelt erweist sich als nicht sonderlich artenreich.

Erwähnenswert sind noch die schutzwürdigen Waldformen in der Nähe des Naturschutzgebietes „Auf dem Arensberg“ (am Edersee-Südufer südöstlich der Ortschaft Harbshausen gelegen), wo Rüster-Linden-Blockhaldenwälder und Buchen-Bergahornwälder anzutreffen sind.

Im Gegensatz zur Pflanzenwelt zeichnet sich die Tierwelt der trocken liegenden Staueeböden durch Artenreichtum aus; insgesamt wurden etwa 800 Tierarten mit zeitweise hohen Besiedlungsdichten festgestellt.

In der weitgehend intakten Überflutungsgesellschaft treten Springschwänze (Collembolen), kleine flügellose Urinsekten, Milben und Sumpffliegen am häufigsten und artenreichsten auf. Daneben befinden sich verschiedene seltene Uferkäfer und Spinnenkäfer (Baldachinspinne).

Das Ederseeareal besitzt dank seiner Größe, seiner Abgeschlossenheit in den Wintermonaten, seiner naturnahen, waldreichen und z. T. unzugänglichen Umgebung sowie wegen seines Fischreichtums einen hohen Wert als Lebensraum für durchziehende und überwinternde, wassergebundene Vogelarten. Mit dieser „Trittstein“-Funktion kommen dem Gebiet gemäß der „Europäischen Konvention zum Schutze freilebender Tiere und Pflanzen“ (Bern 1979) eine besondere Bedeutung und ein hoher Schutzwert zu. Dies gilt in besonderem Maße für den länger eisfrei bleibenden, fischreichen Nachstau bzw. das

Ausgleichsbecken bei Affoldern, das vor allem wegen seiner überregionalen Bedeutung für den Wasservogelzug bereits im Jahr 1979 unter Naturschutz gestellt wurde.

Erwähnenswerte Brutvögel des Ederseeareals sind Haubentaucher (sporadisch), Flußläufer, Wasseramsel und Eisvogel. Im Naturschutzgebiet „Auf dem Arensberg“ besteht in einem 175jährigen Buchenbestand die größte Graureiher-Kolonie Hessens – im Randbereich dieses Gebietes wurden Schwarzmilan, Rotmilan, Neuntöter, Wendehals und Raubwürger nachgewiesen. Bemerkenswert ist hier auch das zahlreiche Vorkommen des Feuersalamanders sowie verschiedener Molch-, Kröten- und Froscharten.

#### **Schutz, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Infolge des hohen Alters der Staumauer sind seit den Jahren 1984/1985 umfangreiche Untersuchungen zur Unterhaltung des Bestandes und Sicherung ihrer Funktion durchgeführt worden. Nach Erkenntnissen aus den Meßergebnissen wurde aus Standsicherheitsgründen der Wasserspiegel um 1,5 m unter das ursprüngliche Stauziel gesenkt. Zur Abführung höherer Zuflüsse wurden im Jahre 1988 die 13 m unter dem ursprünglichen Stauziel in der Staumauer vorhandenen Auslässe, die in den sechziger Jahren verschlossen wurden, wieder geöffnet und mit neuen Verschlüssen versehen. Zur Erreichung der ursprünglichen Stauhöhe sollen ab dem Jahr 1991 Ertüchtigungsmaßnahmen vorgenommen werden.

Um den gegenwärtig noch relativ intakten Naturraum an der Edertalsperre zu erhalten, muß der touristische Nutzungsdruck auf Teilbereiche beschränkt und in Maßen gehalten werden. Den Interessen der Freizeit- und Erholungsnutzung stehen die vorrangig wasserwirtschaftlichen Belange – Wasserabgabe in den niederschlagsarmen Sommermonaten – entgegen. Im oberen Staubereich des Edersees ist im Sommer die Freizeitnutzung, insbesondere das Baden, zeitweise durch starke Algenmassenentwicklungen und der damit einhergehenden geringen Transparenz des Wassers beeinträchtigt.

Der Nutzungsdruck in der heutigen Situation ist zwar hoch, z. B. ist der Stausee auch das am stärksten durch Sportfischer besuchte Binnengewässer der Bundesrepublik Deutschland, aber er beschränkt sich vorwiegend auf wenige Hochsommermonate und auf das untere Stauseeareal, das zu dieser Zeit noch im Stillwasser liegt.

Demgegenüber bieten im Herbst die fast menschenleeren Überschwemmungsflächen einen geeigneten Ersatzlebensraum für bedrohte Tier- und Pflanzenarten. Die Erhaltung des gegenwärtig noch relativ intakten Nutzungsraumes an der Edertalsperre ist daher hier die geeignetste Maßnahme für den Naturschutz.

Um die Wasserqualität der Eder und somit auch die der Talsperre zu verbessern, sind noch weitergehende Reinigungsmaßnahmen – insbesondere bei den Einleitern außerhalb des Landes Hessen – erforderlich.

Bereits vor der aktuellen Nordsee-Diskussion, dem 10-Punkte-Programm des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit („Töpfer-Plan“) zum Schutz von Nord- und Ostsee, das u. a. eine rasche und wirksame Begrenzung des Phosphor- und Stickstoffeintrages aus kommunalen und industriellen Abwasseranlagen vorsieht, hatte die hessische Wasserwirtschaftsverwaltung die Bedeutung dieser Frage erkannt, so daß zweckentsprechende Maßnahmen zur Nährstoffreduzierung eingeleitet werden konnten.

Im Rahmen des Programmes „Weitergehende Anforderungen an die Abwasserreinigung in Hessen“ des Jahres 1984 wurde zum Schutz leistungsschwacher Vorfluter eine Nitrifikation und in Einzelfällen eine „zielgerichtete“ Denitrifikation gefordert.

Die verschärften Regelungen der Ersten Abwasserverwaltungsvorschrift sehen künftig vor, daß Kläranlagen mit einer Anschlußgröße von > 5 000 Einwohnergleichwerten (EG) eine Nitrifikation/Denitrifikation und von > 50 000 EG eine Phosphorelimination durchführen müssen.

Außerdem sind weitere Anlagen zur Mischwasserbehandlung zu errichten; die vorhandenen Sammler und Regenentlastungsanlagen müssen überprüft und gegebenenfalls ausgebaut werden. Die Vermeidung bzw. Verminderung der Gewässerbelastung mit gefährlichen Stoffen sowie die Sanierung undichter Abwasserkanäle und Hausanschlüsse sind weitere länderübergreifende Probleme.

Ferner ist eine Verminderung der Sedimentfracht, die sich jährlich auf weite Flächen des 12 km<sup>2</sup> großen Stausees als 1 cm hohe Schlammschicht (= ca. 50 000 m<sup>3</sup> Schlamm/Jahr) ablagert, notwendig. Ohne die Errichtung einer ausreichend dimensionierten Vorsperre, die in regelmäßigen Abständen zu räumen ist, gelingt dies langfristig nur durch vollständiges Unterbinden des Ackerbaues im Überschwemmungsbereich des oberen Edersystems und durch Reduzierung der Kahlschlagwirtschaft in den Wäldern der Region sowie durch weitere Ausweisung von Schutzwaldflächen.

Da der Edersee im Raum Herzhausen aus wasserwirtschaftlichen Gründen jährlich bereits zu Beginn der Hauptferienzeit trockenfällt, wird seit Anfang der siebziger Jahre die Errichtung eines zweiten Staudammes bzw. einer Stauschwelle diskutiert, um so dieses Gebiet für den Fremdenverkehr attraktiver zu machen. Die geplante Maßnahme hat bei ganzjährigem Aufstau der Vorsperre u. a. zur Folge, daß sich Dank des konstanten Wasserspiegels und des durch die Winterüberstauung gegebenen Frostschutzes eine stabile Uferlebensgemeinschaft – ein Röhricht – zu entwickeln vermag. Wegen der periodischen, starken Wasserstandsschwankungen fehlt ein solches bisher völlig im Edersee.

Ein weiträumiger Riedgürtel wird von einer reichhaltigen, für den Menschen nützlichen und nutzbaren Tierwelt bewohnt. Hier liegen sowohl die Brut- und Raststätten vieler Wasservögel als auch bevorzugte Laichgründe für Karpfen, Schleie, Hecht u. a. m. Für diese Fischarten stellt ein solcher Makrophytenbestand und der ihm vorgelagerte Schwimmpflanzengürtel den optimalen Lebensraum dar, wo reichlich Nahrung produziert wird, d. h. durch die wasserwirtschaftliche Maßnahme einer Vorsperre kann sich für den Tourismus und für die Ökologie des Gebietes um Herzhausen noch eine weitere Qualitätsverbesserung ergeben. Die Bereicherung des Lebensraumangebotes geht jedoch auf Kosten großer Teile der ökologisch wertvollsten Überschwemmungszonen, die hierbei verlorengehen.

Nachteilig wirkt sich auch die relativ rasche Verschlammung des Vorbeckens sowie seine später sicherlich notwendige Räumung aus. Die gleichfalls einsetzenden starken Algenmassenentwicklungen (pH-Wert > 9) beeinträchtigen die Nutzung als Badegewässer und vermindern den Freizeitwert.

Bis heute ist – bedingt auch durch die Kostenfrage – noch keine positive Entscheidung zugunsten einer Vorsperre getroffen worden. Unter Abwägung aller Auswirkungen und Folgen einschließlich Kosten erscheint die Beibehaltung der derzeit bestehenden wasserwirtschaftlichen Verhältnisse die wirkungsvollste Maßnahme für den Edersee als Naturraum und damit für den Naturschutz.

# Umbachtalsperre

Topographische Karte: L 5314 Dillenburg  
Gewässersystem: Ulmbach/Lahn/Rhein  
Stauziel: 282 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,0677 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 0,386 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 18,6 m  
Mittlere Tiefe: 5,7 m  
Umgebungsfaktor: 420,9  
Länge des überstauten Tals: 550 m  
Absperrbauwerk: Erddamm  
Kronenlänge: 290 m  
Uferentwicklung: ca. 1,5  
Talsperrentyp: Rinnensee  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz,  
Angel- und Badegewässer, Freizeit und Erholung,  
Naturschutz  
Einzugsgebiet: 28,56 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Wald 25%, Landwirtschaft  
(überwiegend Grünland) 70%.  
Sonstiges 5%  
Einwohner: 3000  
Eigentümer: Ulmbachverband, Wetzlar/Lahn  
Jahr der Inbetriebnahme: 1965

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

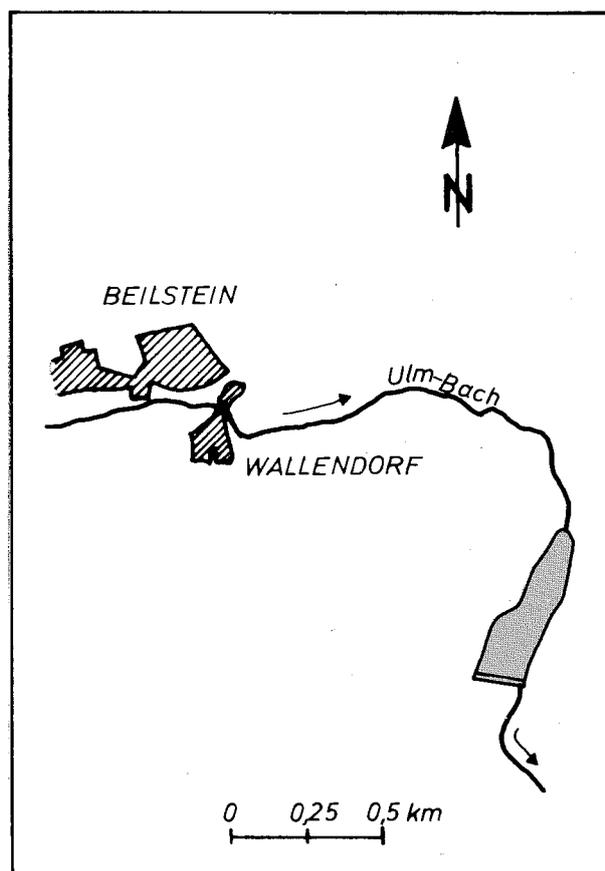
Die Umbachtalsperre liegt im Lahn-Dill-Kreis nordwestlich der Stadt Wetzlar und wurde primär als Hochwasserrückhaltebecken konzipiert. Sie wurde Ende 1965 durch den Ulmbachverband (Wetzlar/Lahn) in Betrieb genommen. Mittlerweile gewinnt das Staugewässer zunehmend an Bedeutung für Freizeit und Erholung der Bewohner im Bereich der mittleren Lahn.

Die Umbachtalsperre dient dem Hochwasserschutz für die mittlere Lahn sowie der Freizeit- und Erholungsnutzung (Campingplatz). Sie ist ein Bade- und Angelgewässer, aber auch ein Refugium für Amphibien.

## Einzugsgebiet

Der Untergrund des Talsperrenbereiches liegt in den Hochflutablagerungen (Lehm, Sand, Kies) des Holozäns. In den Randbereichen und der näheren Umgebung des Staugewässers stehen in Wechselfolge Gesteine der Unter-Karbon- und Ober-Devonzeit an (Tonschiefer, Sandstein, Grauwacke u. a.).

Die Umbachtalsperre liegt nach der „Naturräumlichen Gliederung Hessen“ (1970) im „Westerwald-Osthang (Dillwesterwald)“, eine Untereinheit der Haupteinheiten-Gruppe „Westerwald“. Das Einzugsgebiet der Talsperre beträgt ca. 29 km<sup>2</sup>; Zu- und Abfluß bildet der Ulmbach, der in die Lahn mündet. Der Vorfluter liegt in der „Westerwälder Basalthochfläche“; als Hauptgestein stehen hier



feinsandiger Schluff und feinsandiger Lehm (Löß, Lößlehm) des Pleistozäns an, unterbrochen durch Schollen geringer Ausdehnung des Ober- und Mittel-Oligozäns der Alttertiärzeit (Ton, Sand, Mergel, Kalkstein). Beim Eintritt des Ulmbaches in den Sperrenbereich sind die zuvor erwähnten Gesteine der Talsperrenumgebung anzutreffen, ergänzt durch Eifelgesteine der Mittel-Devonzeit und Basaltgesteine (magmatische Bildungen) des Tertiärs.

Die Böden im Einzugsbereich des Ulmbaches werden forstwirtschaftlich (25%) und ackerbaulich (überwiegend Grünland zu 70%) genutzt.

## Ufer

Die bei Dauerstau (Sommerstau) 6,77 ha große Umbachtalsperre liegt in der Gemarkung der Gemeinde Greifenstein, erreichbar über die Autobahn A 45, die östlich des Sees verläuft. Somit wird eine schnelle Anfahrt aus den Ballungsräumen Gießen/Wetzlar im Osten und Siegen (NRW) im Nordwesten ermöglicht.

Das östliche Ufer der Talsperre bildet gleichzeitig die westliche Grenze des sich anschließenden Landschaftsschutzgebietes „Landschaftsteile im Kreise Wetzlar, II Greifenstein-Klosterwald“.

Bevor der Ulmbach die Stauwurzel erreicht, wird sein Bachlauf auf Basaltgeröll von einem naturnahen Hainmieren-Erlenwald in optimaler Ausbildung begleitet. Angrenzend sind aufgelassene Wiesen und die Flächen der Erholungsnutzung (Campingplatz) am westlichen Seeufer anzutreffen. Ökologisch wertvolle Vegetationsflächen finden sich lediglich im östlichen Uferbereich. Hier ist ein trockener Flechten-Eichenwald vom Typ *Quercus medioeuropaeum cladonietosum* umgeben von *Luzula-Fagetum* mit wenigen von dort übergreifenden Arten entstanden. Diese pflanzensoziologische Besonderheit auf dem karbonischen Gestein soll als Naturschutzgebiet ausgewiesen werden.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Die Wasserqualität der im allgemeinen nur mäßig verunreinigten Ulmbachtalsperre hat sich seit dem Jahr 1982 merklich verbessert. Diese Besserungstendenzen im Trophiezustand gingen einher mit dem durchgeführten Anschluß aller Oberlieger an das Gruppenklärwerk des Abwasserverbandes „Ulmtal-Lahn“, dessen vollbiologisch gereinigtes Abwasser der Lahn zugeführt wird. Durch die vorgenannten Reinhaltemaßnahmen verminderten sich die Belastungen im oberen und mittleren Ulmbach sowie seiner Zuläufe, d. h. die der Talsperre zugeführte organische Belastung sowie auch der Nährstoffeintrag gingen zurück.

So sanken z. B. die Jahresmittelwerte des Gesamtphosphors und der Nitrat-Stickstoffgehalte seit 1982 um mehr als die Hälfte auf weit unter 0,1 bzw. 0,7 mg/l. Beim BSB<sub>5</sub> war eine Abnahme auf  $\leq 3$  mg/l festzustellen.

Aufgrund der morphometrischen und hydrologischen Gegebenheiten reicht allein der Nährstoffeintrag über diffuse Quellen aus, um in der Ulmbachsperrre kurzzeitige starke Algenentwicklungen hervorzurufen. Größere Probleme im Hinblick auf die Nutzung als Badegewässer ergaben sich in der Vergangenheit in Einzelfällen durch die unsachgemäße Düngung bachnaher Flächen (Schadensereignis mit Ermittlungsverfahren), wobei ausschließlich aus bakteriologischen Gründen zeitweise Badeverbot erfolgte.

#### **Flora und Fauna**

Hydrobiologisch wird die Talsperre jährlich vor allem durch starke Algenentwicklung weniger Kieselalgen-Arten

– wie *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Nitzschia acicularis* und *Cymbella cistula* – charakterisiert, während sich die Verbreitung der fädigen Grünalgen – z. B. der Gattungen *Cladophora* und *Spirogyra* u. a. – hauptsächlich auf die Uferzone beschränkt. Unter den Fischnährtieren treten die Cladoceren und Copepoden am stärksten in Erscheinung.

Insgesamt gesehen ist die Ulmbachtalsperre in den letzten Jahren – seit 1982 – als überwiegend mesotroph einzustufen, obwohl sich trotz vermindertem Nährstoffangebot zeitweise stärkere Eutrophierungstendenzen bemerkbar machten.

Die zoologisch bedeutsamen Flächen erstrecken sich fast auf den gesamten See- und Uferbereich. Hier sind bevorzugte Amphibienlaichgebiete für eine Vielzahl von Erdkröten vorhanden; im Bestand jedoch gefährdet durch die Straße Holzhausen-Beilstein.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

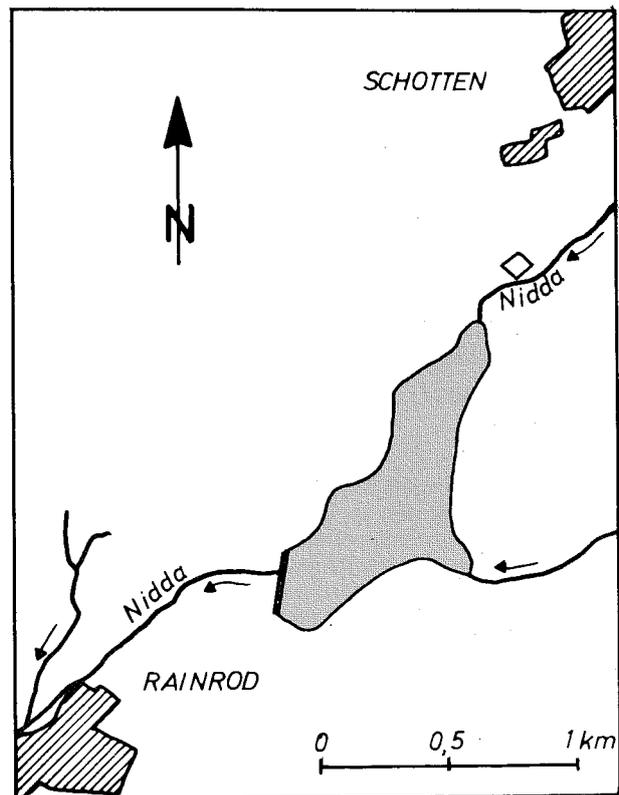
Mit dem vollständigen Anschluß aller anliegenden Ortschaften des Ulmbachtales an das Gruppenklärwerk des Abwasserverbandes „Ulmtal-Lahn“ hat sich die Wasserbeschaffenheit sowohl des gesamten Vorfluters (einschließlich seiner Seitenbäche) als auch die der Talsperre wesentlich verbessert. Gewisse Probleme bezüglich der Nutzung des Dauerstaus als Badegewässer sind aufgrund der Struktur des Einzugsgebietes vorprogrammiert, da ein unsachgemäßer Umgang u. a. mit Jauche und Gülle im bachnahen Bereich auch zukünftig nicht gänzlich auszuschließen ist.

Das Hessische Ministerium für Umwelt und Reaktorsicherheit hat in der 2. Jahreshälfte 1989 eine entsprechende Richtlinie „Anforderungen an die Lagerung von Jauche und Gülle aus wasserwirtschaftlicher Sicht“ herausgegeben.

Zur Sicherung der Lebensgemeinschaft des „Flechten-Eichenwaldes“ mit seinen bedeutsamen boden- und rindenbewohnenden Flechten- und Moosgesellschaften sind weitere technische Eingriffe – wie Wegebau – zu vermeiden, um eine weitere Verschlechterung des Wasserhaushaltes am Ostrand der Sperre auszuschließen. Des Weiteren sollten die vorgenannten Flechten-Eichenwaldstandorte forstbetrieblich aus der Bewirtschaftung herausgenommen werden, um diese pflanzensoziologische Besonderheit nicht zu gefährden.

# Niddatalsperre

Topographische Karte: L 5520 Schotten  
 Gewässersystem: Nidda/Main/Rhein  
 Stauziel: 229,00 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 0,43 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 4,1 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (Stauraum)  
 Maximale Tiefe: 23 m  
 Mittlere Tiefe: 9,4 m  
 Ausbaugrad: 35,5%  
 Umgebungsfaktor: 75,9  
 Länge des überstauten Tals: 1,9 km  
 Absperrbauwerk: Erddamm  
 Kronenlänge: 470 m  
 Uferentwicklung: ca. 1,3  
 Talsperrentyp: Rinnensee  
 Vorsperre: Nidda und Läunsbach, sehr klein mit Rechen ausgestattet  
 Zirkulationstyp: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: Grundablaß  
 Nutzung der Talsperre: Hochwasserrückhaltung, Niedrigwasseranreicherung, Energieerzeugung, Angel- und Segelgewässer, Freizeit und Erholung  
 Einzugsgebiet: 34,6 km<sup>2</sup>  
 Nutzung der Landfläche: Forst 30%, Grünland 68%  
 Einwohner: 5000  
 Eigentümer: Wasserverband Nidda;  
 Sitz: Friedberg  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1970



## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Niddatalsperre, zwischen den Städten Schotten und Nidda im Vogelsberg gelegen, wurde nach einer fast dreijährigen Bauzeit im Oktober 1970 fertiggestellt. Betreiber und Eigentümer dieser Talsperre ist der „Wasserverband Nidda“ mit satzungsgemäßem Sitz in Friedberg.

Folgende Aufgaben sind von der Niddatalsperre, Kernstück des „Wasserwirtschaftlichen Rahmenplans Nidda“ (1960), zu erfüllen:

1. Hochwasserrückhaltung in Verbindung mit bereits fertiggestellten Hochwasserrückhaltebecken – z. B. HRB Ulfa, HRB Lich, HRB Düdelsheim sowie „Grünes Becken“ am Eichelbach geplant.
2. Verminderung von Überschwemmungen und Hochwasserschäden in der Wetterau, eines der ertragreichsten Gebiete in Hessen.
3. Niedrigwasseranreicherung in abflußarmen Perioden.
4. Verbesserung der Wasserqualität der Nidda und der Grundwasserverhältnisse des durch Wasserentnahmen stark strapazierten Vogelsberges sowie Bereitstellung von Beregnungswasser für die Landwirtschaft.
5. Freizeitnutzung innerhalb der strukturschwachen Region (Angeln, Segeln, Surfen, Baden)

6. Energieerzeugung (46 000 KWh pro Jahr) durch eine Turbine, die bei Durchflüssen bis zu 400 l/s etwa 77 KW (105 Ps) leistet.

7. Refugium für vom Aussterben bedrohte Amphibien und Vögel.

Des weiteren trägt die Talsperre – als wasserwirtschaftliche Teilmaßnahme neben mehreren anderen Hochwasserrückhaltebecken – dazu bei, daß die Sicherstellungsbestrebungen des „Auenverbundes in der Wetterau“ zum Erhalt einiger, früher sehr ausgedehnter Feuchtgebiete der Auenlandschaft der Nidda und der dort lebenden Organismen zum Erfolg führten.

Ausgleichsmaßnahmen nach dem heutigen Hessischen Naturschutzgesetz (Eingriffs- und Ausgleichsregelung) wegen des Talsperrenbaus fanden leider nicht statt.

Die ursprüngliche Konzeption der Niddatalsperre als großangelegtes Feriengebiet für Lang- und Kurzzeiturlaub aus dem industriellen Ballungsraum Rhein-Main wurde aufgrund fehlender Investoren nur in Ansätzen realisiert.

Die günstigen Verkehrsanbindungen gewährleisteten zwar zeitweise eine starke Frequentierung dieses Stausees durch Touristen, dennoch blieb der erhoffte Einnahme-Boom für die ansässige Bevölkerung in der strukturschwachen Vogelsberg-Region aus.

Infolge der engen Nutzungsüberlagerungen – Wasserwirtschaft, Erholung, Fischereiwirtschaft – wurde zunächst eine starke Beeinträchtigung der Ökologie befürchtet. Der sich anbahnende Konflikt Freizeitnutzung/ Naturschutz konnte hier jedoch weitestgehend vermieden werden. Nach anfänglichen Schwierigkeiten funktioniert das „Miteinander“ von verschiedenen Interessengruppen, und die Niddatalsperre gewinnt in den letzten Jahren für die Volkserholung zunehmend an Bedeutung.

Um eine optimale Freizeitnutzung der Talsperre zu gewährleisten, wird der Wasserspiegel im Sommerhalbjahr konstant gehalten, d. h. seine Regulierung orientiert sich an den Bedürfnissen; daher erfolgt die Wasserabgabe im Spätherbst.

Die Niddatalsperre wird durch folgende Hauptdaten charakterisiert:

Die Länge des Stausees beträgt 1,9 km und seine größte Breite etwa 800 m. Sein Beckeninhalte von 70 Mio. m<sup>3</sup> verteilt sich auf eine Fläche von 67 ha. Der Staudamm hat eine Länge von 500 m und seine größte Höhe liegt 35 m über der Talsohle. Als Hochwasserentlastung dient ein Überlaufbauwerk mit 2,6 m Durchmesser, dessen Oberkante 3 m unterhalb der Dammkrone liegt. Das Abflußvermögen beträgt hier 50 m<sup>3</sup>/s. Zur vollständigen Entleerung der Talsperre und zur geregelten Abgabe des zufließenden Wassers dient ein Grundablaß mit 2 Rohrleitungen von je 400 mm und 700 mm Durchmesser; an die größere der Rohrleitungen ist eine Turbine zur Gewinnung von „sauberer Energie“ angeschlossen. Der Abfluß kann durch einen Schieber bis auf 3 m<sup>3</sup>/s gedrosselt werden.

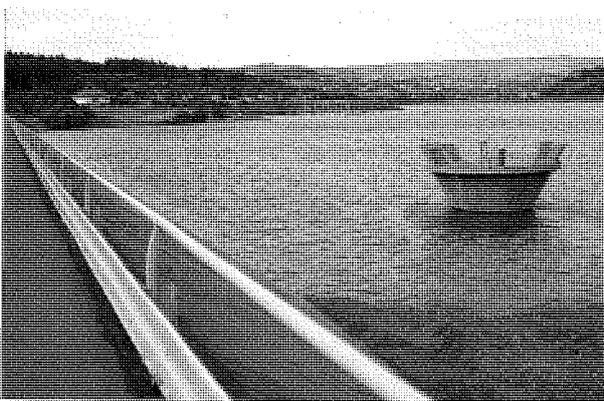


Foto: Wasserverband Nidda

Zur Erfassung des Zuflusses zum Stausee wurden 2 Meßstellen an der Nidda und am Läunsbach installiert. Beide Vorfluter münden jeweils in eine kleine Vorsperre, die mit Rechen ausgerüstet sind, um Geröll und Treibgut von der Wasserfläche fernzuhalten.

#### **Einzugsgebiet**

Die zwischen der Kernstadt Schotten und ihrem Stadtteil Rainrod im Vogelsbergkreis in Betrieb genommene

Speicheranlage liegt überwiegend in den jungen Hochflutablagerungen (Auelehm) des Holozäns, die Randbereiche in geringem Maße in verschiedenen Basaltgesteinen mit unregelmäßigen Tuffeinlagen des Tertiärs.

An der Niddatalsperre, die nach der „Naturräumlichen Gliederung Hessen“ (1970) zur Untereinheit „Westlicher Unterer Vogelsberg“ (= geschlossenes Basaltmassiv vulkanischen Ursprungs) des Osthessischen Berglandes gehört, unterliegen die Böden (Parabraunerde, Braunes Kolluvium und brauner Aueboden) hauptsächlich der Grünlandnutzung und der Forstwirtschaft (Perlgras-Buchenwald). Die ackerbauliche Nutzung spielt südöstlich des Stausees eine untergeordnete Rolle. Die überstaute Beckenfläche der Niddatalsperre besteht aus 18 ha Wald, 36,1 ha Grünland, 9 ha Wege und Gewässer sowie 0,4 ha Acker- und Hofflächen.

Der Hauptzufluß zum Stausee und sein Abfluß bilden die Nidda, die im Hohen Vogelsberg ca. 720 m ü. NN entspringt. Der im Osten der Talsperre zufließende Läunsbach ( $F_{Et} = 6 \text{ km}^2$ ) spielt nur eine untergeordnete Rolle.

Das Einzugsgebiet der Niddatalsperre von 34,6 km<sup>2</sup> wird zu 30 % forstwirtschaftlich (Perlgras-Buchenwald) genutzt. Der Rest verteilt sich hauptsächlich auf die Grünlandnutzung ( $\leq 68 \%$ ), während die Siedlungsflächen der Kernstadt Schotten und der Stadtteile Rüdingshain, Michelbach und Götzen (z. T.) den kleinsten Anteil stellen.

Im Einzugsgebiet des Stausees leben rd. 5 000 Menschen, wobei der zentrale Fremdenverkehrs- und Luftkurort Schotten als Mittelzentrum einen Schwerpunkt mit kleinen und mittelständischen Betrieben in dieser strukturschwachen Region darstellt.

#### **Ufer**

Die bei Sommerstau 45 ha große Talsperre liegt auf der Gemarkung der Stadt Schotten. Klassifizierte Straßen (B 455, B 276 und B 49) gewährleisten eine überregionale Verkehrsanbindung und ermöglichen eine schnelle Anfahrt über die Autobahnen Siegen–Hanau (A 45) und Frankfurt–Kassel (E 5).

Am Westufer der Niddatalsperre befindet sich ein kleines Ferienhausgebiet, ein Dauercampingplatz sowie Parkplätze und ein Bootsanlegesteg für Wasserfahrzeuge ohne motorischen Antrieb. Große Teile dieses Westufers werden als Liegewiese genutzt; auch das Ostufer – obwohl nicht vorgesehen – wird im Sommer von Badenden bevölkert. Ein Wirtschaftsweg erschließt das Seeufer sowie 2 Streusiedlungen im südlichen Bereich des Stausees, dessen Ufer im Hinblick auf die überwiegende Freizeitnutzung zum großen Teil neu bepflanzt wurden.

Die Niddatalsperre und ihr Einzugsgebiet liegen im Naturpark „Hoher Vogelsberg“, Teil des größten zusammenhängenden europäischen Basaltmassives, sowie im Landschaftsschutzgebiet „Vogelsberg-Spessart“, in einer Landschaft mit einer Pflanzenwelt, die sich durch großen Artenreichtum auszeichnet (u. a. mehrere Orchideenarten, das schwertblättrige Waldvögelein und verschiedene Knabenkrautarten).

Der Stausee selbst befindet sich überwiegend in der Zone C eines Heilquellenschutzgebietes, und südlich der Sperre verläuft die Zone III eines geplanten Trinkwasserschutzgebietes.

Das Ufer des Stausees weist wegen zeitweise stark wechselndem Wasserstandes keinen für verlandende Flachzonen typischen Wasserpflanzengürtel auf. Auch die beiden kleinen Vorbecken, obwohl lediglich von sehr geringen Wasserstandsschwankungen betroffen, besitzen nur wenige Uferpflanzenbestände.

Im nördlichen Bereich der Niddatalsperre sowie im Uferareal und den angrenzenden Wiesen ist die Ausweisung eines 15 ha großen Naturschutzgebietes vorgesehen. Dort sowie im Tal des Läunsbaches sind Amphibienlaichgebiete anzutreffen. Außerdem liegt ein kleines Vogelschutzgebiet im Zufluß des Läunsbaches in die Talsperre.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Der Tropezustand der Niddatalsperre wird wesentlich von der Wasserqualität ihrer beiden Zuflüsse – der Nidda und dem Läunsbach – bestimmt, durch die nicht unerhebliche Schmutz- und Nährstoff-Frachten für die Auslösung von Eutrophierungen dem Stausee zugeführt werden.

Seit Ende der siebziger Jahre haben sich durch Abwasserreinhaltemaßnahmen die Güteverhältnisse in der oberen Nidda (einschließlich ihrer Zuläufe) und somit auch im Stausee entscheidend verändert. So sank u. a. die organische Belastung am Stausee-Zulauf Nidda auf BSB<sub>5</sub>-Werte  $\leq 1$  mg/l.

Ähnlich starke Reduzierungen fanden beim Nährstoffeintrag – insbesondere beim Ammonium-Stickstoff – statt. Insgesamt hat sich die Niddatalsperre hierdurch vom hoch eutrophen zum fast mesotrophen Typ entwickelt.

Im Vergleich zum Vorjahr blieben in dem Stausee die Belastung mit sauerstoffzehrenden Stoffen und seine Stickstoffkonzentration annähernd gleich. Die ermittelten BSB<sub>5</sub>-Werte schwankten zwischen  $< 1$  und  $3$  mg/l, während der CSB  $\leq 7$  mg/l betrug. Die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen ergaben Schwankungen von  $1,4$ – $2,8$  mg/l, die Gesamtphosphorkonzentrationen blieben unter  $0,07$  mg/l.

#### **Flora und Fauna**

Das Fließgewässer Nidda stellte vor dem Talsperrenbau unterhalb von Schotten einen typischen naturnahen, nahezu unbegradigten Wiesenbach dar, in dessen Auenlandschaft die Gründlandwirtschaft durch periodisch wiederkehrende Überflutungen eingeschränkt war.

Der Vorfluter wies zur Zeit des Baus der Stauanlage aufgrund fehlender zentraler Abwasserbehandlung noch sehr starke Belastungen auf (Güteklasse III–IV); seine Limnofauna war dementsprechend an Arten verarmt und beschränkte sich auf Organismen mit niedrigem Sauerstoffbedarf.

Mit dem Aufstau der Nidda wurde das Tal zwischen Schotten und Rainrod einschneidend verändert. Die Talsperre stellt eine Unterbrechung des Ökosystems „Fließgewässer“ dar und bewirkt eine Veränderung des ökologischen Gefüges im mittleren Niddalauf. Hinzu kamen die Reinhaltemaßnahmen des Abwasserverbandes „Schotten-Nidda“, d. h. das Abwasser der Oberlieger wurde weit unterhalb der Talsperre einer Gruppenkläranlage (ausgelegt für  $40\,000$  E + EG) zugeführt. Hierdurch verbesserte sich die Wasserbeschaffenheit sowohl in der oberen Nidda als auch im Stausee.

Nach der durchgeführten Abwasserumleitung blieben die einst starken Massenentwicklungen („Wasserblüten“) der Cyanophyceen-Gattungen *Anabaena* und *Aphanizomenon* weitestgehend aus. Unter den Diatomeen traten vor allem die Arten *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus*, *Nitzschia paleacea* und *N. acicularis* am häufigsten in Erscheinung. Demgegenüber gingen die früher massenhaft vorkommenden Gattungen *Navicula* und *Achnanthes* immer mehr zurück.

Unter den Fischnährtieren traten die Cladoceren und Copepoden am stärksten in Erscheinung.

Insgesamt gesehen war in der Niddatalsperre eine rückläufige Planktonproduktion feststellbar; die Individuendichte ging zurück, während sich die Artenzahl stetig erhöhte.

Durch die Stauhaltung bildete sich aus dem Mittelgebirgsbach ein ausgeglichener, anderer Biotop mit charakteristischen Organismen des stehenden Wassers.

Hydrobiologisch hat sich die Niddatalsperre – in Abhängigkeit von Stauhöhe und Jahreszeit – vom eutrophen zum fast mesotrophen Typ entwickelt.

Das am Stauwurzelbereich Niddatalsperre liegende, als Vogelschutzgebiet ( $24$  ha) ausgewiesene Areal, stellt eine relativ ungestörte Zone für Flora und Fauna dar. Hierdurch konnten sich auch ehemals standortfremde, an Feucht- und Wasserflächen gebundene Tier- und Pflanzenarten im begrenztem Umfang einfinden.

Bei der Avifauna ist eine Häufung von Vogelarten offenkundig, die an große Wasserflächen gebunden sind. Des weiteren finden sich dort die Brutstätten seltener Arten wie: Flußregenpfeifer (*Charadrius dubius*), Flußuferläufer (*Tringa hypoleucos*), Sumpfschnepfe bzw. Bekassine (*Gallinago gallinago*), Eisvogel (*Alcedo atthis*) und Kiebitz (*Vanellus vanellus*).

Die Wasserfläche hat mittlerweile eine nicht unerhebliche Funktion und Bedeutung als Rast- und Brutbiotop erlangt. Außerdem sind am Stauwurzelbereich sowie auch an der Mündung des Läunsbaches verschiedene bestandsgefährdete Amphibienarten wie Laubfrosch (*Hyla arborea*), Erdkröte (*Bufo bufo*), Grasfrosch (*Rana temporaria*), Bergmolch (*Triturus alpestris*), Teichmolch (*Triturus vulgaris*) und Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) festgestellt worden, die somit gleichfalls den relativ ungestörten Grad der dortigen, rarer werdenden Feuchtgebiete dokumentieren.

Von herausragender Bedeutung sowohl für den Trophiezustand als auch für die Freizeitnutzung und den hiermit verbundenen wirtschaftlichen Aspekt erweist sich der starke Fischbesatz der Talsperre. Die Höhe der Jahreseinnahmen bis zu DM 35 000,- durch Verkauf von Angelkarten bestätigen die Intensität der Angel- bzw. Freizeitaktivitäten am Niddastausee.

Die in der nachstehenden Tabelle genannten Fischarten spiegeln den Einfluß der Wasserqualität und der Naturnähe des Gewässers wider.

So weist der Vorfluter auch heute noch im Oberlauf bis Schotten speziell an schnellfließende, saubere Bäche angepaßten Arten, wie Bachforelle und Groppe auf. Unterhalb von Schotten lassen die gravierenden Eingriffe in das Fließgewässersystem – wie Begradigung, Talsperrenbau, Gewässerverunreinigung u. a. – nur noch eine Besiedlung durch solche Fischarten zu, die sich durch hohe Anpassungsfähigkeit bezüglich Wasserqualität, Laichsubstrat oder Sauerstoffgehalt auszeichnen.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Durch die Reinhaltemaßnahmen des Abwasserverbandes „Schotten-Nidda“ verbesserte sich die Gewässergüte

der oberen Nidda und damit einhergehend auch der Trophiezustand der Talsperre. Die noch durchzuführenden Maßnahmen, wie der Anschluß von Michelbach an die Verbandskläranlage, bringt eine weitere Verminderung der Belastungen im Zulauf Michelbach und somit auch in der oberen Nidda.

Auch ausgewogene Fischbesatzmaßnahmen, die hier, wegen der zunehmenden Freizeitnutzung notwendig sind, beeinflussen eine positive Entwicklung im Gewässerzustand. Ferner führt eine „ordnungsgemäße Landbewirtschaftung“ (einschließlich Düngung, Fruchtfolgewechsel) besonders auf bachnahen Flächen zu einer weiteren Reduzierung des Nährstoffeintrages in die Gewässer.

Die Schafhaltung in Ufernähe sowie insbesondere die spätherbstliche Beweidung der trockenengefallenen Flächen des Sommerdauerstauraumes wird seit längerem unterbunden.

Um eine Störung der derzeitigen ökologischen Verhältnisse, vor allem in den zoologisch wertvollen Feuchtgebieten im Stauwurzelbereich möglichst auszuschließen, ist eine weitere Siedlungsentwicklung der Kernstadt Schotten in Richtung des Stausees zu vermeiden.

Tabelle: **Fischarten der Nidda** (Quelle: Fischartenkataster/Hessen 1987)

Fischarten		Rote Liste Hessen	Quelle bis Schotten	Tal-sperre bis Nidda	Talsperre Besitz-maßnahme nach mdl. Auskunft	Ergänzende Aussagen aus dem Hessischen Fischkataster
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	C		X	X	Häufig starke Besitz-maßnahmen
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	B				Stark gefährdet
Bachforelle	<i>Salmo trutta forma fario</i>	C	X	X		Nicht gefährdet/Starke Besitzmaßnahme
Bachneunauge	<i>Lanpetri planeri</i>	B				Stark gefährdet
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	B				Gefährdet/Ansprüche an Laichsubstrat fehlen
Barsch	<i>Perca fluviatilis</i>	C			X	Nicht gefährdet/Ubiquitär
Brasse	<i>Abramis brama</i>					Nicht gefährdet/Hohe Anpassung an schlechte Wasserqual., geringe Anpass. an Laichsubstrat
Döbel	<i>Leuciscus cephalus</i>	C		X		Nicht gefährdet
Eltritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	B				Gefährdet
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	C	X	X		Potentiell gefährdet/Ansprüche an gute Wasserqualität
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	C		X		Nicht gefährdet
Güster	<i>Blicca bjorkna</i>					Nicht gefährdet
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	C		X		Nicht gefährdet
Hecht	<i>Esox lucius</i>	C			X	Gefährdet
Moderlieschen	<i>Leucaspius delineatus</i>	B				Gefährdet/Da Stillwasserzonen mit Wasserpflanzen fehlen
Regenbogenforelle	<i>Salmo gairdnerii</i>			X	X	Besatzmaßnahme/Keine natürl. Vermehrung
Rotaue, Plötze	<i>Rutilus rutilus</i>					Nicht gefährdet/Anpassung an schlechte Wasserqual. und an Laichsubstrat
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	B			X	Gefährdet/Pflanzenlaicher
Schlammpeitzger	<i>Misgurnus fossilis</i>	B				Vom Aussterben bedroht
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	C			X	Gefährdet/Wie Rotfeder
Schmerle	<i>Noemacheilus barbatulus</i>	C		X		Nicht gefährdet/Wo Forelle fehlt – Starke Population
Silberkarausche	<i>Carassius auratus</i>					In hiesigem Gewässer fremd
Stichling (dreistachlig)	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	B				Nicht gefährdet/Langsam fließende Gewässer, lehmiger Untergrund, minimale Ufervegetation
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>			X		Nicht gefährdet/Teilw. hohe Populationsdichte
Wild-Karpfen (wahrscheinl. Zuchtform Spiegel- u. Schuppen-Karpfen)	<i>Cyprinus carpio</i>	B (Wildform)			X	Stark gefährdet/Braucht Stillwasserzonen
Zander	<i>Stizostedion lucioperca</i>				X	Nicht gefährdet

Def. der Gefährdungsgrade der Roten Liste/Hessen: A = ausgestorben oder verschollen B = stark gefährdet  
C = örtlich häufig, aber Bestand unsicher

# Kinzigtalsperre

Topographische Karte: L 5722 Schlüchtern  
 Gewässersystem: Kinzig/Main/Rhein  
 Stauziel: 164,5 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 0,699 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 2,57 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 7,50 m  
 Mittlere Tiefe: 3,7 m  
 Ausbaugrad: 11,7 %  
 Umgebungsfaktor: 331,5  
 Länge des überstauten Tals: 1,8 km  
 Absperrbauwerk: Erddamm mit  
 Hochwasserentlastungsanlage  
 Kronenlänge: 550 m  
 Uferentwicklung: 1,79  
 Talsperrentyp: Rinnensee  
 Vorsperre: keine  
 Zirkulationstyp: dimiktisch, holomiktisch  
 Lage des Auslaufs: Grundablaß  
 Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz,  
 Erhöhung des Niedrigwasserabflusses, Jagd und  
 Fischerei, Naturschutz, Energieerzeugung,  
 Freizeitnutzung  
 Einzugsgebiet: 236 km<sup>2</sup>  
 Nutzung der Landfläche: Landwirtschaft 60 %,  
 Wald 31 %, bebaute Fläche 9 %  
 Einwohner: 28 750  
 Eigentümer: Wasserverband Kinzig  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1988

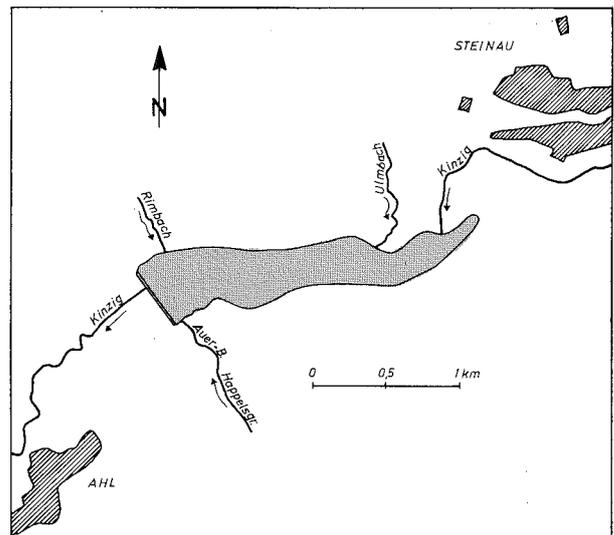
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Zur Abschwächung der Hochwässer im unteren Kinzigtal sah der „Wasserwirtschaftliche Rahmenplan des Wasserverbandes Kinzig“ (1960) im Oberlauf der Kinzig, ein rechtsseitiger Main-Zufluß, insgesamt 9 Hochwasserrückhaltebecken mit Dauerstau vor, davon 2 an der Kinzig, die übrigen 7 an den größeren Zuläufen. Als erste bedeutungsvolle Maßnahme zur Abflußregelung der Kinzig wurde ab 1975 die Talsperre zwischen der Stadt Steinau und dem Stadtteil Ahl von Bad Soden-Salmünster im Main-Kinzig-Kreis errichtet. Nach einer mehr als zwölfjährigen Bauzeit und mehreren (5) Probestauphasen wurde das 72 Millionen-DM-Projekt im Spätherbst 1988 durch den Wasserverband Kinzig in Betrieb genommen.

Die Kinzigtalsperre dient in erster Linie dem Hochwasserschutz, aber auch der Erhöhung des Niedrigwasserabflusses während Trockenperioden, der Energieerzeugung sowie der Erholung für die Bewohner des industriellen Ballungsraums Rhein-Main.

An der Sperrenstelle gelten bei einem Einzugsgebiet von 236 km<sup>2</sup> folgende hydrologische Daten

Mittelwasser	=	2,90 m <sup>3</sup> /s
Niedrigwasser	=	0,33 m <sup>3</sup> /s
Sommerhochwasser (HQ 100)	=	100 m <sup>3</sup> /s
Winterhochwasser (HQ 100)	=	150 m <sup>3</sup> /s
Berechnungshochwasser (HQ 1000)	=	270 m <sup>3</sup> /s



Das Absperrbauwerk besteht aus einem 550 m langen und maximal 14 m hohen Erddamm. Für das hierdurch geschaffene Staubecken gilt folgendes:

maximaler Stau = 169 m ü. NN mit 7,20 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt und 125 ha Seefläche (Länge 3,5 km)

Sommerstau = 164,5 m ü. NN mit 2,57 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt und 70 ha Seefläche (Länge 2,3 km)

Winterstau = 162,5 m ü. NN mit 1,23 Mio. m<sup>3</sup> Inhalt und 60,5 ha Seefläche (Länge 2 km)

Der nutzbare Hochwasserrückhalteraum beträgt im Sommer = 4,63 Mio. m<sup>3</sup> und im Winter = 5,97 Mio. m<sup>3</sup>. Als Regelabgabe gilt im Sommer ≤ 20 m<sup>3</sup>/s und im Winter ≤ 40 m<sup>3</sup>/s, d. h. das Hochwasserrückhaltebecken vermag ein 100jähriges Hochwasser von 150 m<sup>3</sup>/s auf 40 m<sup>3</sup>/s zu dämpfen.

Der Sommerpegel wird ab Mitte Mai gehalten und ab Anfang November um 2 m auf den Winterpegel abgesenkt.

Die Kinzigtalsperre ist nach dem Prinzip der Wannendichtung abgedichtet, bestehend aus einer bituminösen Außenhautdichtung des Dammes, die am Dammfuß in eine 40 m lange Sohlendichtung aus Hypofors-Folie (Bitumenmembrane) und dem daran anschließenden 100 m langen Lehmteppich übergeht.

An der tiefsten Stelle des alten Kinzigtales befindet sich im Erddamm die Hochwasserentlastungsanlage. Diese umfaßt als Bauwerkseinheit neben dem Überfallwehr, den Grundablaß, den Fischpaß sowie das Betriebsgebäude. Das Überfallwehr besitzt 3 Felder mit je 4 m lichter Weite; als Verschlussorgan ist in jedem Feld eine Fischbauchklappe eingebaut. Zur Hochwasserentlastungsanlage gehört auch das Betriebsgebäude mit Wasserkraftanlage bis zu 300 KW und die Steuerkanzle.

In ihr befindet sich die automatische Gewässergütemeßstelle der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, deren Anschluß an das Fernüberwachungssystem für Umweltfaktoren in Hessen (FUH) zwecks Datenübertragung noch vorzunehmen ist.

Die Kinzigtalsperre ist die wirksamste Anlage zur Verbesserung der Abflußverhältnisse im Kinziggebiet. Der Stausee dient laut Planfeststellungsbeschluß vom 24. Februar 1975:

1. dem Hochwasserschutz durch Rückhaltung von Spitzenabflüssen
2. der Anreicherung der Abflüsse der Kinzig in Niedrigwasserperioden
3. der Freizeit- und Erholungsnutzung
4. der Wasserkraftnutzung.

Die Reihenfolge beinhaltet auch eine Prioritätenfestlegung. Neben der Jagd ausübung und der fischereilichen Nutzung wurde zwischenzeitlich auch begrenzter Wassersport zugelassen (Ruderboote sind erlaubt, Surfen und Segeln geplant).

#### **Einzugsgebiet**

Das Einzugsgebiet der Kinzigtalsperre beträgt 236 km<sup>2</sup>. Es wird gebildet durch die Kinzig, die gleichzeitig Zu- und Abfluß ist. Weitere Zuflüsse zum Dauerstau sind Ulmbach, Rimbach, Auerbach/Happelsgraben und der unmittelbar oberhalb einmündende Hellgraben. Nach der „Naturräumlichen Gliederung Hessen“ (1970) liegt die Talsperre im „Nördlichen Spessart“, einer Untereinheit der Haupteinheitengruppe „Hessisch-Fränkisches Bergland“. Im Norden und Osten schließen sich der „Büdingen Wald“ bzw. das „Schlüchtern Becken“ an.

Geologisch liegen Sperrenstelle und Stauraum im Buntsandstein-Gebiet des Kinzigtales. Der tiefere Untergrund der Sperre wird von einer Wechselfolge von Sand- und Tonsteinen des mittleren Buntsandsteins gebildet. Darüber liegen Lehm, Sand und Kiesschottern der jungen Hochflutablagerungen des Holozäns.

Das Einzugsgebiet der Kinzigtalsperre wird zu 60% landwirtschaftlich genutzt und ist zu 31% bewaldet (Hanglagen) sowie zu 9% bebaut. Die überwiegend bäuerliche Bevölkerung (fast 30 000 Einwohner) verteilt sich auf rd. 20 kleinere Ortschaften und 2 Städten, der ehemaligen Kreisstadt Schlüchtern (Kernstadt mit ca. 7 000 Einwohnern) als Mittelzentrum – ca. 7 km aufwärts gelegen – sowie der Stadt Steinau (mit ca. 5 000 Einwohnern und einstige Heimat der Gebrüder Grimm). In beiden vorgenannten Orten überwiegt das Kleingewerbe; doch existieren auch größere Produktionsstätten – z. B. Seifenfabriken und Großmolkerei in Schlüchtern und Waschmittelabriken in Steinau.

#### **Ufer**

Der bei Sommerstau 69,9 ha große Kinzigstausee (Winterstau = 60,5 ha) liegt mitten im Landschaftsschutz-

gebiet „Vogelsberg-Hess. Spessart“ und am von Südwesten nach Nordosten verlaufenden Rand des Naturparks „Hessischer Spessart“. Hier findet sich eine naturnahe Landschaft mit gesundem Klima. Dank seiner günstigen Verkehrsverbindungen ist die Talsperre aus allen Richtungen bequem zu erreichen. Die Bundesbahnhauptstrecke Hanau–Bebra verläuft an ihrem Nordwestufer. Die A 66 und B 40 stellen die Verbindung zum Großraum Frankfurt am Main im Südwesten und zur Stadt Fulda im Nordosten her. Zusätzlich ist eine Autobahn (A 80), die parallel zur Bundesstraße B 40 verlaufen wird, geplant. Untergeordnete Straßen erschließen das Seeufer und den Seerundwanderweg.

Die Kinzigtalsperre liegt in ihrem westlichen Bereich außerdem in einem Ausläufer des Heilquellenschutzgebietes Bad Soden-Salmünster (Zone III).

Von der Wasserführung und vom Gefälle her gehört der Fluß bis zum Stauseebereich zur Äschenregion. Die Kinzig besitzt hier noch ein abwechslungsreiches Profil und weist häufig eine naturnahe Uferbestockung aus Weiden und Erlen auf. Altarme fehlen aufgrund des noch zu starken Gefälles, treten aber im Mittellauf regelmäßig und teilweise noch naturnah erhalten auf.

Die umgebenden Auewiesen sind reich an feuchtigkeitsgebundenen Pflanzenarten – mit heute seltenen Aspekten wie Schlangen-Knöterich (*Polygonum bistorta*), Kuckucks-Lichtnelke (*Lynchnis flos-cuculi*), Wiesenknopf (*Sanguisorba pratensis*), scharfem Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), diverse Ampfer (*Rumex*)-Arten und v. a. Auewälder fehlen im gesamten Kinzigtal.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Durch die verbesserte Reinigungswirkung der Kläranlagen Schlüchtern, Steinau (mit Abwassereinleitung unterhalb der Sperre), Sterbfritz und Ulmbach konnte die Wasserqualität der oberen Kinzig sowie im Ulmbach, dem zweitgrößten Zulauf zum Stausee, in den letzten Jahren beträchtlich verbessert werden. Daher gehört der Gewässerabschnitt oberhalb der Talsperre überwiegend in die Güteklasse II–III und z. T. II. Die Größe und Struktur des Einzugsgebietes sowie die noch fehlende zentrale Abwasserbehandlung für mehr als 25% der dortigen Bewohner lassen von vornherein starke Eutrophierungen im Stauwasser – bei fehlendem Oberbodenabtrag (= Nährstoffquelle) – erwarten. Außerdem verfrachtet die Kinzig bei Starkniederschlägen beträchtliche Mengen an Feinsedimenten aus ihrem vorwiegend ackerbaulich genutzten Hinterland. Der anorganische Schwebstoffgehalt liegt meistens unter 1 g/l, er kann aber bei Hochwasser bis zu 30 g/l betragen.

Hinzu kommt, daß sich durch die notwendig gewordene Entleerung des Hochwasserrückhaltebeckens (im Jahr 1986) zur Verbesserung seines Dichtungssystems bis zur erneuten Einstauung im April 1988 eine nicht unerhebliche Biomasse gebildet hatte. Bereits nach 4 Wochen stieg der pH-Wert des gestauten Kinzigwassers (bei Tiefen von 3–7 m) auf  $\geq 9$ ; gleichzeitig stellte sich Sauer-

stoffübersättigung in der oberflächennahen Wasserschicht ein. Die in den Sommermonaten durchgeführten Tiefenmessungen erbrachten in 3 m Tiefe O<sub>2</sub>-Werte von  $\geq 4$  mg/l, ab etwa 5–6 m sank die Sauerstoffkonzentration auf 2 mg/l ab.

Die in der Kinzig (= Sperrenzulauf) und der Talsperre ermittelten BSB<sub>5</sub>-Gehalte schwankten zwischen 1 und 6 mg/l, während der CSB  $\leq 16$  mg/l betrug und somit eine mäßige Verunreinigung des Kinzigwassers dokumentiert. Die Nitrat-Stickstoffkonzentrationen blieben durchweg unter 4 mg/l (vor 1986 wurden Werte  $\leq 15$  mg/l gemessen). Die PO<sub>4</sub>-P-Werte betragen  $\leq 0,07$  bis 0,45 mg/l und die Gesamt-Phosphorkonzentrationen  $\leq 0,13$  mg/l. Bei den Ammonium-Stickstoffkonzentrationen ergaben sich Werte zwischen  $\leq 0,10$  und 0,30 mg/l, d. h. das vorhandene Nährstoffdargebot an Stickstoff und Phosphor reicht aus, um starke Phytoplanktonproduktionen auszulösen. Demgegenüber erwiesen sich die analysierten Schwermetallkonzentrationen für den Wasserkörper ohne nennenswerte Bedeutung.

Auch die übrigen Zuläufe der Kinzigtalsperre, wie Ulmbach, Auerbach/Happelsgraben und Hellgraben (oft trocken fallend) besitzen 1989 nur eine geringe bis mäßige organische Belastung (CSB  $\leq 5$  mg/l, BSB<sub>5</sub> = 1 mg/l). Die NH<sub>4</sub>-N-Konzentration betrug in den vorstehenden Bächen  $< 0,1$  mg/l, und die NO<sub>3</sub>-N-Werte schwankten zwischen 1,6 und 4,0 mg/l. Die PO<sub>4</sub>-P-Konzentrationen lagen zwischen  $< 0,1$  und 0,40 mg/l.

Im übrigen trug die stärkere Reglementierung der Wasserabgabe, der Wechsel von Oberflächenwasser- und Tiefenwasserabgabe, dazu bei, daß die pH-Werte in der Talsperre nicht über 10 stiegen und die früher häufigen Fischsterben in der oberen Kinzig ausblieben.

#### Flora und Fauna

Mit dem Einstau des Hochwasserrückhaltebeckens im April 1988 veränderte sich einschneidend die Zusammensetzung der Biozönose, und zwar traten als erste die Rotatorien (Rädertierchen) massenhaft auf, während die Diatomeen und die Cyanophyceen langsam zunahmen. Fadenalgen der Gattungen *Cladophora*, *Spirogyra* waren häufiger vertreten, ebenso *Scenedesmus*. Bereits im Mai 1988 zeigten sich die ersten Massenentwicklungen der Blaualgen *Aphanizomenon flos-aquae* und *Microcystis flos-aquae*; gleichzeitig stieg in dieser Phase der pH-Wert auf  $\geq 9$ . Bei den Kieselalgen wurden die Gattungen *Meridion*, *Melosira*, *Synedra*, *Cymbella* und *Diatoma* sowie vor allem die Art *Asterionella formosa* durch zahlreiche *Navicula*-Arten verdrängt, die für kritische Zustände charakteristisch sind.

Dieser Trend wurde 1 Jahr danach – besonders in der Trockenperiode 1989 – noch deutlicher. Die Entwicklung der Blaualgen der Gattungen *Aphanizomenon* und *Microcystis* erreichte im Spätsommer 1989 ihren Höhepunkt. Ähnliches gilt für die Diatomeen, bei denen vor allem folgende Arten dominierten: *Navicula lanceolata*, *N. gregaria*, *N. tripunctata*, *Gomphonema olivaceum*, *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima* u. a.

Beim Zooplankton waren keine Massenentwicklungen zu beobachten. Cladoceren (*Daphnia*, *Bosmina*) und Copepoden (*Cyclops* u. a.) traten sehr zahlreich in Erscheinung; ähnliches galt für die Rotatorien der Gattungen *Keratella*, *Asplanchna* und *Polyartha*. Dagegen war die Bodenfauna im Dauerstau nur sehr spärlich vorhanden; selbst die anspruchslosen Zuckmücken (Chironomiden)-Larven und Tubifiziden (Röhrenwürmer) fanden sich selten.

Demgegenüber gehörte die Kinzig am Sperrenzulauf bis zum Spätsommer 1989 überwiegend in die Güteklasse II; die Biozönose des Flusses wurde durch fast massenhaftes Auftreten von Bachflohkrebsen (*Gammarus pulex*) und Mützenschnecken (*Ancylus fluviatilis*) geprägt. Auch die Köcherfliegen (Trichopteren)-Larven, wie die Gattungen *Hydropsyche*, *Sericostoma*, *Agapetus* und *Stenophylax* fanden sich sehr zahlreich, während Steinfliegen (Plecopteren)-Larven wie z. B. *Baetis spec.*, weit häufiger als die Eintagsfliegen (Ephemeropteren)-Larven auftraten.

Die Eutrophierung wird mit zunehmendem Sedimenteintrag in den kommenden Jahren – ähnlich wie bei anderen hessischen Talsperren – zunehmen. Besonders in den relativ großen Flachzonen (bevorzugtes Laichgebiet) setzen die Algenmassenentwicklungen – selbst bei optimalem Fischbesatz und Ausgeglichenheit der Fischfauna (= „Biotechnologie“) – ein, da diese Bereiche kaum durchströmt werden.

Im übrigen zeigte sich in der Kinzigtalsperre trotz der langen Trockenperiode 1989 eine „günstigere“ Entwicklung – im Vergleich vor 1986.

Als Gründe hierfür sind zu nennen:

1. Der relativ kurze Zeitraum der Einstauung (ab April 1988)
2. Die stärkere Reglementierung der Wasserabgabe – dem Wechsel zwischen Oberflächen- und Tiefenwasserabzug.

Aus vorstehenden Gründen blieben z. B. die pH-Werte unter 9,5 (früher  $\geq 10,5$ ); auch traten in der oberen Kinzig und in der Talsperre keine Fischsterben mehr auf. Die Fischfauna erwies sich in der Vergangenheit trotz intensiver Besatzmaßnahmen als relativ arm.

Auch die Entwicklung einer Schwimmblatt- und Unterwasserflora sowie terrestrischer Ufergesellschaften blieb aufgrund der starken Wasserstandsschwankungen aus.

Dagegen hat sich die Kinzigtalsperre durch ihre günstige Lage in der Vogelfluglinie Fuldatal-Kinzigtal-Maintal sowie durch ihre ausgedehnten Flachwasserzonen in kurzer Zeit zu einem regional bedeutenden Rast- und Überwinterungsareal („Trittstein“) für Wasservögel entwickelt.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Eine weitere Verbesserung der Wasserbeschaffenheit der oberen Kinzig einschließlich ihrer Zuläufe und damit im Trophiezustand der Kinzigtalsperre läßt sich nur dann

erreichen, wenn der noch erforderliche Anschluß des Abwassers von etwa 6 500 Einwohnern (Gesamteinwohnerzahl des Einzugsgebietes  $\leq 28\,750$ ) an zentrale biologische Abwasserbehandlungsanlagen – z. T. mit weitergehenden Reinigungsanforderungen (Nitrifikation/Denitrifikation) – vorgenommen wird. Ferner ist die Reinigungsleistung der im Einzugsgebiet der Talsperre vorhandenen 5 Kläranlagen, deren Gesamtausbau auf 41 500 EGW bemessen ist, zu verbessern. Insbesondere ist die biologische Abwasserbehandlungsanlage der Stadt Schlüch-

tern zu erweitern; u. U. wird auch eine Verlegung der Kläranlage um ca. 600 m mündungswärts, d. h. in Richtung der Talsperre, erforderlich.

Auch danach sind aufgrund der Gegebenheit – z. B. Größe und Struktur des Talsperreneinzugsgebietes – Eutrophierungsprozesse im Stausee nicht auszuschließen, so daß zukünftig, die angestrebten Freizeitnutzungen auch weiterhin zeitweise gewissen Einschränkungen unterliegen werden.

# Marbachtalsperre

Topographische Karte: L 6318 Erbach  
Gewässersystem: Marbach/Mümling/Main/Rhein  
Stauziel: 265,2 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,49 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 3,11 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 14,8 m  
Mittlere Tiefe: 6,4 m  
Umgebungsfaktor: 113,9  
Länge des überstauten Tals: 1,3 km  
Absperrbauwerk: Erddamm  
Kronenlänge: 150 m  
Uferentwicklung: ca. 1,8  
Talsperrentyp: Rinnensee  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch, holomiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß mit maximaler Leistung = 2 m<sup>3</sup>/s; Hochwasserentlastung: Freier Überfall am Entlastungsturm (maximale Leistung = 50 m<sup>3</sup>/s)  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz, Freizeit und Erholung, Bade-, Segel- und Surfgewässer, Fischerei, Naturschutz  
Einzugsgebiet: 56,3 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Forstwirtschaft dominierend im Nahbereich, kaum Grünland und Ackerbau  
Einwohner: 2 500  
Eigentümer: Wasserverband Mümling (Träger)  
Jahr der Inbetriebnahme: 1982 (Probestau 1982 bis 1985)

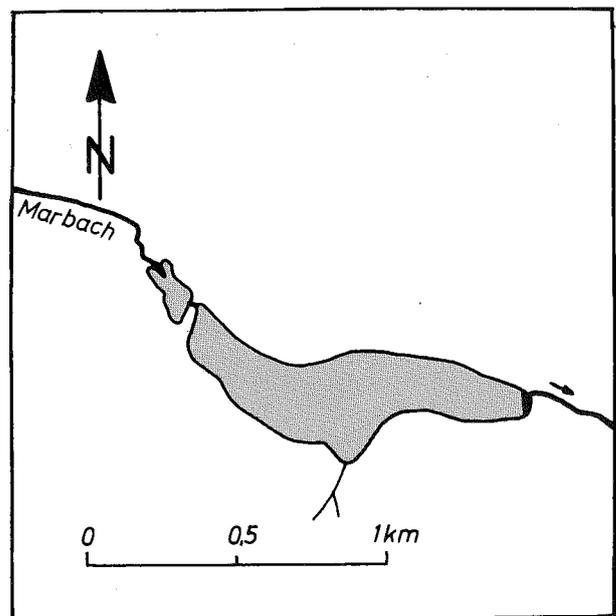
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die im Jahr 1982 nach vierjähriger Bauzeit in Betrieb genommene Talsperre liegt südwestlich der Kreisstadt Erbach des Odenwaldkreises im Marbach-Tal, das zum Abflußsystem der Mümling (= Main-Zufluß) gehört. Der Betreiber dieses ursprünglich als Hochwasserrückhaltebecken konzipierten Dauerstaus ist der Wasserverband Mümling – mit Sitz in Erbach.

Das Hochwasserrückhaltebecken bedeckt eine Dauerstaufläche von 22 ha und verfügt über einen Gesamtstauinhalt von 3,1 Mio. m<sup>3</sup>. Bis Anfang 1988 hatte die Sperre lediglich mehrere kleinere Hochwässer aufzunehmen. Erst im März 1988 kam es zur bisher stärksten Beanspruchung. Hierbei erreichte der Seespiegel die Überlaufkante des Turmes (270,70 m über NN). Insgesamt hat das Hochwasserrückhaltebecken auch jenen Anforderungen genügt, und die Standsicherheit des Dammes blieb gewährleistet.

Die Bedeutung der Talsperre liegt sowohl im Hochwasserschutz als auch in seinem Erholungs- und Freizeitwert zur Verbesserung der Infrastruktur in diesem ländlichen Raum. Des Weiteren bildet das Gewässer ein Refugium für Amphibien.

Der Dauerstau dient dank seines hohen Erholungs- und Freizeitwertes sowie seiner günstigen Verkehrsanbin-



dungen in immer stärkerem Maße der Verbesserung der Infrastruktur im südlichen Odenwaldkreis durch Fremdenverkehr. Auch die weit oberhalb der Talsperre gelegenen zahlreichen und intensiv genutzten Fischteichanlagen werden von Touristen stark frequentiert und erhöhen das Freizeitangebot.

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Talsperre beträgt 56,3 km<sup>2</sup>; es wird gebildet durch den Marbach, der gleichzeitig Zu- und Abfluß ist. Dieser Vorfluter wird durch 2 größere Zuläufe gespeist und zwar vom Streitbach und Mossaubach. Des Weiteren fließt ein kleinerer Bach, der Bach aus dem Meisengrund, unmittelbar in den Dauerstau.



Marbachtalsperre  
Foto: E. Thon

Der Untergrund im Talsperrenbereich und seiner näheren bis weiteren Umgebung weist als Gestein Gips-, Mergel- und Tonstein, Quarzit, Plattensandstein des Oberen (Röt) Buntsandsteins sowie Sand- und Tonstein als Konglomerat des Mittleren und Unteren Buntsandsteins auf.

Hier im Buntsandstein-Odenwald, auch als „Hinterer Odenwald“ bezeichnet, werden die Gesteine des Kristallinen Odenwaldes, die flach nach Osten abdachen, weitflächig von den vorerwähnten Buntsandsteinschichten überdeckt, deren maximale Mächtigkeit etwa 450 m erreicht. Die Kuppen und Oberhänge sind hier im Buntsandstein-Odenwald stark erodiert und weisen vorwiegend flachgründige Böden auf. In den tieferen Lagen sind in der Regel Lockersedimente angelagert, in den Tälern meist in Form sandigkiesiger Flußterrassen. Flächenmäßig am meisten verbreitet sind die nahezu überall anzutreffenden Ablagerungen von pleistozänem Löß. Vielfach verlehmt und umgelagert, erreichen sie mehrere Meter Mächtigkeit. Längs des Laufes des Marbaches werden die Talböden von helozänem Auelehm gebildet. Die Durchlässigkeit wechselt stark; in den leichten Böden der Hochlagen ist sie größer als in den bindigen Böden der Täler.

Nach der „Naturräumlichen Gliederung Hessen“ (1970) liegt die Talsperre im südlichen Zipfel der Mossausenke, einer Teileinheit des „Sandsteinodenwaldes“, die wiederum Bestandteil der Haupteinheitengruppe „Hessisch-Fränkisches Bergland“ ist.

In der Umgebung der Talsperre dominiert die forstwirtschaftliche Nutzung; die Grünlandnutzung spielt im gesamten Marbachtal nur eine untergeordnete Rolle. Auf den ausgedehnten Waldflächen, welche die Talsperre nach allen Himmelsrichtungen umschließen, folgen in größerer Entfernung zum Hochwasserrückhaltebecken Zonen, die intensiv landwirtschaftlich genutzt werden (u. a. Getreide- und Hackfruchtanbau sowie Futterbau). Die landwirtschaftliche Nutzung der fruchtbaren Böden (Löß) in der direkten Umgebung der Talsperre ist nicht durch die geringe Ertragsfähigkeit begrenzt, sondern durch die starken Hangneigungen und ausgedehnten Waldflächen in diesem Gebiet.

In dem sehr dünn besiedelten Einzugsgebiet der Marbachtalsperre leben 2 500 Einwohner; an Betrieben existieren eine Molkerei, ein Holzwerk sowie vor allem eine Privat-Brauerei (mit eigener biologischer Kläranlage), die am oberen Mossaubach in Obermossau ansässig ist. Ferner gewinnt der Fremdenverkehr zunehmende Bedeutung.

#### **Ufer**

Die bei Dauerstau 22 ha große Wasserfläche (Stau max. = 49 ha) liegt überwiegend in der Gemarkung Hüttental der Gemeinde Mossautal.

Der Staudambereich gehört zu den Gemarkungen Hetzbach und Etzean der Stadt Beerfelden.

Die offene Wasserfläche zwischen den Ortschaften Marbach und Hüttental an der B 460 gelegen, ist über ein

gut ausgebautes Straßen- und Eisenbahnnetz für Erholungssuchende erreichbar. Liegewiese, Bade-, Surf- und Segelbootbereich sind über einen Rundwanderweg von 3 km zugänglich. Hier mitten im Naturpark und Landschaftsschutzgebiet „Bergstraße-Odenwald“, einer Gegend bekannt durch die Fülle ihrer frühzeitigen südländisch anmutenden Blütenpracht der Bergstraße und des sagenumwobenen Odenwaldes, liegt die Marbachtalsperre.

Zoologisch wertvolle Flächen sind in Form zweier Amphibienlaichgebiete im gesamten Sperrenareal bzw. Stauwurzelbereich anzutreffen.

Im nordwestlichen Zipfel liegt auch der Vogelschutzbereich, der eine noch zu bauende Insel inmitten der Wasserfläche erhalten soll.

Im Bereich der Talsperre sowie auch im oberen noch frei mäandrierenden, naturnah gestalteten Marbach war die Vegetation durch eine Vielfalt von Kleinstrukturen (Gehölzgruppen, Hecken, bachbegleitende Gehölzsäume, Hochstaudenwiesen und kleinflächige Seggenrieden) charakterisiert. Dieses ehemals wertvollste Biotop des Sandsteinodenwaldes ist auf einer Länge von ca. 3,2 km längs des Marbaches den Liegewiesen und Parkplätzen am Rande der künstlich geschaffenen Wasserfläche gewichen.

#### **Wasserbeschaffenheit**

In der Einstauphase dieses Hochwasserrückhaltebeckens – im Juni 1982 – konnten mäßige organische Belastungen und Nährstoffkonzentrationen nachgewiesen werden – durch die Einmündung des meist  $\beta$ -mesosaprobien Marbachs bedingt. Seinem Oberlauf wurden damals sowohl kommunales, als auch behandeltes gewerbliches Abwasser (Brauerei und Molkerei) zugeführt. In der Talsperre schwankten die CSB-Werte zwischen 8 und 17 mg/l, während der BSB<sub>5</sub> bei 1–6 mg/l lag. Die ermittelten Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphorkonzentrationen von rund 2,4 bzw. 0,2 mg/l reichten aus, um bei einem pH-Wert von < 7,5 dennoch ein beträchtliches Algenwachstum in Gang zu setzen. Massenentwicklungen blieben jedoch zunächst aus.

In den Monaten August und September '82 fand ein leichter Anstieg der organischen Belastung statt, während sich die Ammonium-Stickstoff- sowie die Nitrat-Stickstoff-Konzentration auf rund 0,2 bzw. 0,5 mg/l verminderten. Auch die Gesamt-Phosphor-Konzentration ging auf 0,03 mg/l zurück; gegen Spätherbst konnte in der oberflächennahen Wasserschicht kein Phosphor mehr nachgewiesen werden – bedingt durch die Festlegung in den Mikroorganismen. Dagegen stieg die Nitrat-Stickstoff-Konzentration erneut auf über 2 mg/l an. Der pH-Wert des Gewässers sank Ende Oktober 1982 nach einer längeren Regenperiode auf 6,4 ab – u. a. auch teilweise eine Folge des Einflusses des sogenannten „sauren Regens“ bzw. der zeitweise starken „Säureschübe“ in den Zuläufen des geogen zur Versauerung neigenden Talsperren-Einzugsgebietes (Buntsandstein-Odenwald).

Die Inbetriebnahme der Teichkläranlage Mossautal – mit Anschluß der Molkerei in Hüttental – und der Abwasserumleitung unterhalb der Talsperre entlastete im Jahr 1985 sowohl den unteren Mossaubach, als auch den Marbach einschließlich der Talsperre. Auch die erhöhte Reinigungsleistung der biologischen Abwasserbehandlungsanlage der Brauerei in Mossautal-Obermossau verbesserte die Wasserbeschaffenheit im mittleren Mossaubach. Nachdem diese Reinhaltemaßnahmen durchgeführt sind, weist das Hochwasserrückhaltebecken nur noch pH-Werte überwiegend um den Neutralpunkt auf. Der Nährstoffeintrag sowie die organische Belastung gingen merklich zurück ( $BSB_5 < 2 \text{ mg/l}$ ).

#### Flora und Fauna

In der Einstauphase der Talsperre blieben die anfangs erwarteten Algenmassenentwicklungen zunächst aus, obwohl den Vorflutern im Einzugsgebiet noch unzureichend behandeltes kommunales und gewerbliches Abwasser zugeführt wurde.

Neben den Grünalgen-Gattungen *Cladophora* und *Scenedesmus* sowie der Jochalge *Spirogyra* traten die Kieselalgen-Arten *Synedra ulna*, *S. acus*, *Nitzschia palea*, *Gomphonema parvulum* und *G. constrictum* am häufigsten in Erscheinung; Blaualgenblüten blieben aus.

Die Rotatorien-Gattungen *Keratella*, *Asplanchna* und *Brachiura* waren in der Einstauphase gleichfalls stark verbreitet, gingen jedoch danach immer mehr zurück.

Demgegenüber trat die stickstoffliebende Schwimmblattpflanze (Hydrobiont) *Lemna minor* bereits in der Probestauphase häufiger in Erscheinung. Im Spätherbst 1982 war ihre Massenentwicklung zu beobachten, die als geschlossene Decke fast die gesamte Wasseroberfläche des Staugewässers bedeckte und somit eine Störung des biologischen Gleichgewichtes verdeutlichte. Unter den Grünalgen trat in dieser Zeit neben den Gattungen *Scenedesmus* und *Pediastrum* insbesondere *Hydrodictyon reticulatum*, ein bis  $\frac{1}{2}$  mm langer, vielzelliger Verband in Form eines Hohlnetzes, sehr häufig in den oberflächennahen Wasserschichten auf, während unter den Kieselalgen besonders die Arten *Synedra ulna*, *Gomphonema constrictum*, *Nitzschia palea*, *Navicula cryptocephala* und *Diatoma vulgare* die stärkste Verbreitung erfuhren.

Nachdem die Reinhaltemaßnahmen 1985 durchgeführt sind, besitzt die Marbachtalsperre – bedingt durch die pH-Werte ihres Wassers überwiegend um den Neutralpunkt – nur noch eine vergleichsweise geringe Diversität der Diatomeengesellschaften. In den Monaten Oktober bis Dezember treten vor allem die Arten *Fragilaria capucina* var. *capucina*, *Gomphonema parvulum*, *Eunotia pectinales* und *Nitzschia acidoclinata* sowie auch *Navicula cryptocephala* und *Nitzschia palea* (mit Maximum im Frühjahr) stärker in Erscheinung. Sonstige Algenmassenentwicklungen blieben aus – das Wassernetz (*Hydrodictyon reticulatum*) verschwand. Auch das Zooplankton war relativ arten- und individuenarm. Insgesamt gesehen hat sich die Marbachtalsperre vom eutrophen Typ der Ein-

stauphase zum mesotrophen Trophiegrad entwickelt, was seine weitreichende Freizeit- und Erholungsnutzung gewährleistet.

Genaue Angaben über die Amphibien- und Vogelwelt des geschützten Stauwurzelbereiches liegen zur Zeit noch nicht vor; da dieses Areal jedoch unmittelbar an den Badebereich des Südufers angrenzt, sind gewisse Störungen nicht auszuschließen.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Nach der Durchführung der erforderlichen Reinhaltemaßnahmen bei den Kommunen und den ansässigen Industriebetrieben hat sich die Gewässergüte des Marbaches und seiner Zuläufe Streitbach und Mossaubach überwiegend auch die Güteklasse II erholt. Hierdurch verbesserte sich auch die Wasserbeschaffenheit im Hochwasserrückhaltebecken.

Durch den Bau der Talsperre wurde jedoch das einstige wertvollste Biotop des Sandstein-Odenwaldes auf mehr als 3 km längs des Marbaches durch Parkplätze, Bundesstraße und Liegewiesen verdrängt. Für dieses früher naturnah gestaltete Areal, durch vielfältige Kleinstrukturen der Vegetation charakterisiert, müssen noch ausreichende Ersatzflächen für den Biotop- und Artenschutz geschaffen werden. Außerdem sind die Massen der Besucher bzw. Erholungssuchender künftig weit stärker in die für den Naturhaushalt vernünftige Bahnen zu lenken.

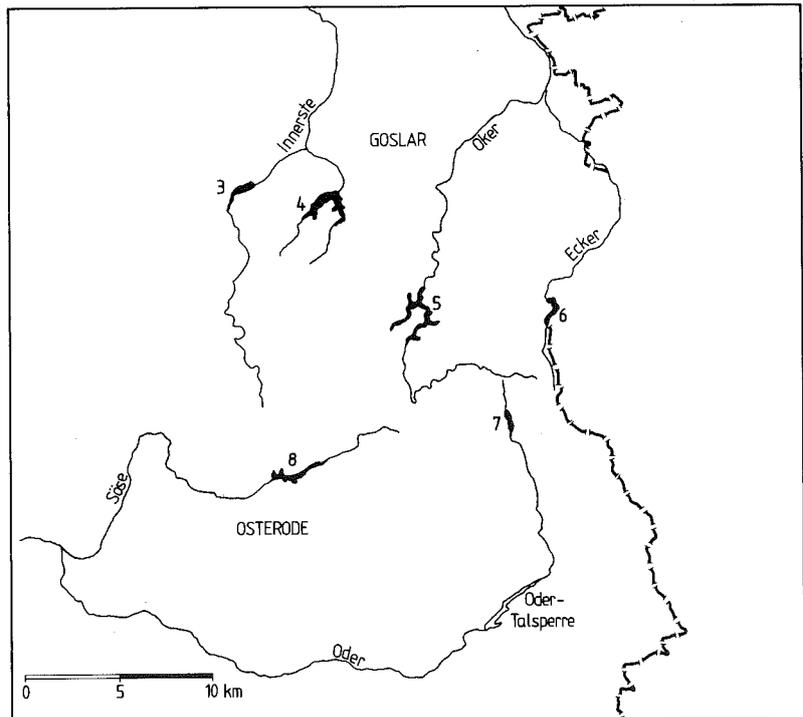
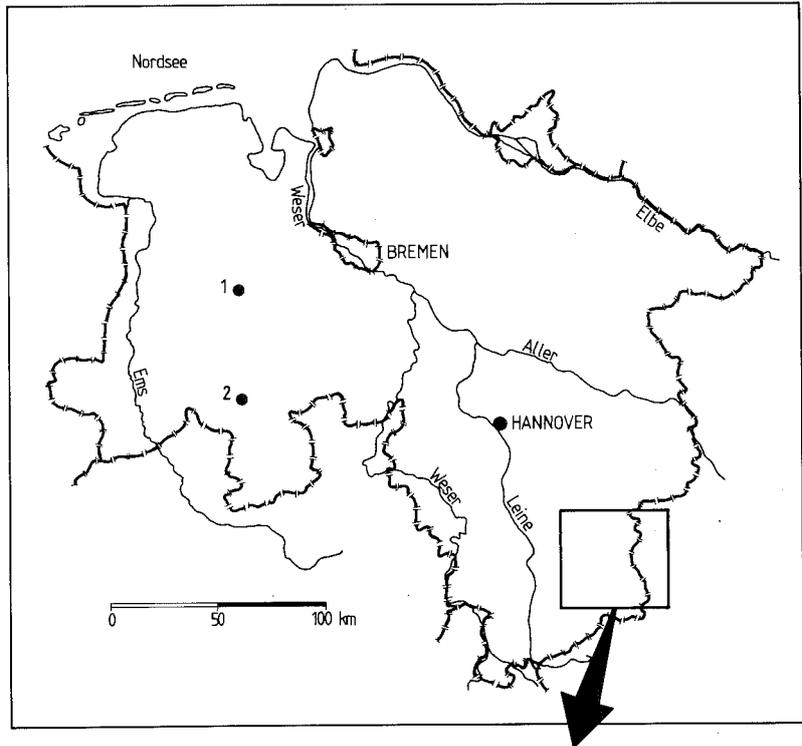


Einbau der Außenhautdichtung mit Asphalt  
Foto: E. Thon

Im Stauwurzelbereich, der nach der Baumaßnahme als Erlensumpfbiotop ausgelegt wurde, wird eine entsprechende Nachbehandlung notwendig, um auch für die Zukunft eine positive Biotop-Weiterentwicklung zu sichern.

Die Überprüfung des Dichtungssystems der Talsperre sowie der Standsicherheit des Damms in der bisher stärksten Beanspruchung, bei der im März 1988 durch extremes Hochwasser der Seespiegel die Überlaufkante des Turmes erreichte (270,70 m über NN), ergaben keine weitergehenden Sicherheitsanforderungen.

# 10.4 Niedersachsen



- 1 Thülsfelder Talsperre
- 2 Hochwasserrückhaltebecken  
Alfhausen-Rieste (Alfsee)
- 3 Innerstetalsperre
- 4 Granetalsperre
- 5 Okertalsperre
- 6 Eckertalsperre
- 7 Oderteich
- 8 Sösetalsperre



günstige Voraussetzungen als Brut-, Rast- und Ruheplatz für Wasservögel aller Art: Der Haubentaucher ist Brutvogel, Graureiher und Kormorane sind ganzjährig anzutreffen, Fischadler und diverse Entenarten sind regelmäßige Durchzugsgäste.

Schließlich haben in den vergangenen 2–3 Jahrzehnten die Erholungs- und Freizeitnutzungen zunehmend an Bedeutung gewonnen, obwohl außer Baden kein Wassersport betrieben werden darf. Die Thülsfelder Talsperre ist „Kristallisationspunkt“ eines Fremdenverkehrsgebietes von überregionaler Bedeutung mit den entsprechenden infrastrukturellen Angeboten: mehrere Campingplätze und Gastronomiebetriebe am Ost- und Nordufer. Die „weiße Industrie“ ist zu einem wichtigen Wirtschaftszweig in der Region der Thülsfelder Talsperre geworden.

Die fischereiliche Nutzung wird von Anglern ausgeübt. Da nur vom Ostufer aus geangelt werden darf, gibt es eine besondere Methode, mit der die stellenweise mehr als 500 m breite Talsperre dennoch in fast der gesamten Breite beangelt werden kann: Haken und Köder werden mit Hilfe elektromotorgetriebener Modellboote ausgebracht, die mit sinnreichen Ausklinkvorrichtungen versehen sind und anschließend an einer Leine (oder im „fortschrittlichen“ Falle funkgesteuert) zurückgeholt werden.

### **Einzugsgebiet**

Die Thülsfelder Talsperre liegt am Nordrand der Sögelner und Cloppenburgener Geest. Das Einzugsgebiet mit Geländehöhen zwischen 55 m und etwa 25 m ü. NN ist nach Nordwesten geneigt. Entsprechend steigen die Höhen der mittleren Jahresniederschläge im Gebiet in Nord-Süd-Richtung von 750 mm auf 800 mm.

Das Gebiet ist geprägt durch Grundmoränen der Saalekaltzeit. Teils lehmige, teils steinige, überwiegend nährstoffarme Sandböden sind vorherrschend. Vor allem in der Soesteneriederung finden sich Niedermoorböden. Der von Südwesten kommende, etwa 4 km oberhalb der Talsperre linksseitig in die Soeste einmündende Molberger Graben entwässert ein Hochmoor. Die Hoch- und Niedermoorböden in diesem Teileinzugsgebiet sind teilweise mit fluviatilen Sanden durchsetzt.

Siedlungsschwerpunkte im Einzugsgebiet sind die Stadt Cloppenburg etwa 15 km oberhalb der Thülsfelder Talsperre und die Gemeinde Emstek im Quellgebiet der Soeste. Deren mechanisch-biologische Kläranlagen sind die wichtigsten belastenden Einleiter mit Abläufen von ca. 8 000 m<sup>3</sup>/d und ca. 1 200 m<sup>3</sup>/d.

Etwa 73 % der Einzugsgebietsfläche werden landwirtschaftlich genutzt. Ein besonderes Problem der gesamten, über das Einzugsgebiet hinausreichenden Region (insbesondere im östlich angrenzenden Landkreis Vechta mit der höchsten Viehbestandsdichte in der gesamten Bundesrepublik) ist die landunabhängige Massentierhaltung mit einer gewaltigen „Gülleproduktion“. Die Verwertung der Gülle auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen – allzuoft leider unsachgemäß (s. Farb-

tafel) – führt nicht nur zu einer Nährstoffbelastung der oberirdischen Gewässer, sondern auch zu einer akuten Gefährdung des Grundwassers (steigende Nitratkonzentrationen). Das ist insbesondere der Fall bei den im Einzugsgebiet der Thülsfelder Talsperre vorherrschenden nährstoffarmen und wenig nährstoffbindigen Sand- und Moorböden.

Die Fließstrecke der Soeste von ihrer Quelle bis zur Einmündung in die Talsperre beträgt nur 26 km.

### **Ufer**

Trotz der unterschiedlichen Wasserstände Sommer/Winter hat sich am Westufer eine z. T. üppige Ufervegetation entwickelt. Sie erreicht allerdings nur dort eine größere Ausdehnung, wo die Wasserfläche sich lagunenartig in das Land hinein erstreckt. Vor allem im Nordwesten finden sich einige kleinflächige Reinbestände von *Phragmites*, an die sich landseitig feuchtes Weidengebüsch anschließt. In den anderen Bereichen des Westufers erstreckt sich ein teilweise unterbrochener Vegetationsgürtel unterschiedlicher Breite. Neben Schilfrohr (*Phragmites*) kommen Wasserschwaden (*Glyceria*), Rohrkolben (*Typha*), Wasserschiefling (*Cicuta virosa*), Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), diverse Binsen- und Seggenarten u. a. vor. In der flachen Nordwestbucht finden sich größere Bestände von Wasserknöterich (*Polygonum amphibium*); ein weiterer Bestand vor dem Westufer ist um 1980 verschwunden. – Das gesamte Westufer gehört zum Naturschutzgebiet und darf nicht betreten werden.

Nord- und Nordostufer werden vom Staudamm gebildet, der mit einer Asphalt- und Betondecke versehen ist. Das übrige Ostufer ist stark anthropogen belastet (mehrere Badestrände), z. T. durch Angler und Spaziergänger zerstört. Am Südtail der Talsperre ist das Ostufer steil; es wird von einem bewaldeten Geestrücken gebildet. Abgesehen von einigen inselartigen Vorkommen von Wasserschwaden ist das Ostufer weitgehend ohne natürliche Litoralvegetation. Stellenweise reichen Weidengebüsche bis an die Wasserlinie.

Nahe der Stauwurzel sowie im Nordteil finden sich einige kleine bebuschte oder baumbestandene Inseln. Letztere sind beliebte Ruheplätze für Graureiher und Kormorane.

### **Wasserbeschaffenheit**

Der Einfluß der Moorflächen im Einzugsgebiet zeigt sich in der gelblichen bis schwach braunen Eigenfarbe des Talsperrenwassers. Allein schon deswegen ist die Sichttiefe gering: Sie erreicht nur ausnahmsweise mehr als 1 m und kann bei Algenmassenentwicklungen auf weniger als 20 cm zurückgehen.

Hydrogenkarbonat- (um 1,3 mval/l) und Calciumkonzentrationen (um 20 mg/l Ca<sup>2+</sup>) im Talsperrenzufluß sind anthropogen beeinflusst (Abwassereinleitungen) und unterliegen daher unregelmäßigen Schwankungen. Gleiches gilt für den pH-Wert (6,2–7,4), der dem Charakter des Einzugsgebietes entsprechend häufig im schwach sauren Bereich liegt.

Die Nährstoffbelastung der Thülsfelder Talsperre ist sehr hoch. Allein die flächenhaften Einträge (ohne Direkteinleitungen) werden für das Einzugsgebiet auf 10–12 kg N/ha · a und 1–1,5 kg P/ha · a geschätzt. Hinzu kommen die Abwassereinleitungen der Kläranlagen Ernstek und Cloppenburg. Sie belasten die Soeste z. Z. noch mit zusammen 135 t N/a mineralischer Stickstoffverbindungen und 35 000 kg P/a Gesamtphosphat (Die KA Cloppenburg wird z. Z. erweitert um eine Phosphateliminierung).

In der freifließenden Soeste werden Nährstoffe in erheblichem Umfange umgesetzt, eliminiert (Denitrifikation) oder (vermutlich anorganisch-chemisch) festgelegt (Phosphat). So ergibt sich für die Jahresreihe 1978–87 eine durchschnittliche jährliche Nährstoffbelastung der Thülsfelder Talsperre von 250 t N/a mineralischer Stickstoffverbindungen (= 150 g N/m<sup>2</sup> · a bezogen auf die sommerliche Wasserfläche von 1,68 km<sup>2</sup>) und 34 000 kg P Gesamtphosphat (= 20 g P/m<sup>2</sup> · a). Allein schon diese Zahlen charakterisieren die Talsperre als polytrophes Gewässer.

Von diesen Nährstofffrachten werden im Mittel pro Jahr etwa 90 t N (= 36% der Belastung) und 19 000 kg P (= 56%) in der Talsperre eliminiert bzw. festgelegt. Diese Festlegung von Phosphat beginnt bereits im Bereich der Stauwurzel durch Sedimentation von partikulär gebundenem P. Daneben spielt wahrscheinlich auch eine anorganische Fällung durch Eisen eine Rolle, die begünstigt wird durch den gegenüber dem Zufluß biogen bedingten pH-Anstieg: Die Gesamteisenkonzentration nimmt von 1,5–4,1 mg/l Fe am Talsperrenzufluß ab auf durchschnittlich unter 1 mg/l Fe im Hauptbecken vor dem Staudamm. Sedimentation, Fällung und biogene Festlegung führen zu einem deutlichen Längsgradienten der Phosphat- und Eisenkonzentrationen im Wasserkörper (und im Sediment; s. u.) der Talsperre (Abb. 3).

Die übermäßige Nährstoffbelastung ermöglicht Algenmassenentwicklungen zu fast allen Jahreszeiten mit entsprechend starken jahres- und tagesperiodischen Schwankungen von pH-Wert (6,5–10,1) und Sauerstoffkonzentration (40–300% der Sättigung). Eine biogene Kalkfällung findet allerdings offenbar nicht statt. Der Planktonverteilung im Talsperrenbecken entsprechend (s. u.) ist häufig von der Stauwurzel bis zum Sperrwerk ein jahreszeitlich unterschiedlicher Qualitätsgradient zu beobachten (Abb. 1).

Die Thülsfelder Talsperre ist ein polymiktischer Flachsee, in dem sich keine den Sommer über andauernde, stabile thermische Schichtung aufbaut. Die stark gegliederte, langgestreckte Oberfläche und die quer zur Hauptwindrichtung ausgerichtete Lage begünstigen jedoch vorübergehende Schichtungsperioden in der warmen Jahreszeit, vor allem im tieferen, nördlichen Teil des Gewässers. Obwohl diese – je nach Witterungsbedingungen – i. a. nur einige Tage bis allenfalls wenige Wochen andauern, treten dabei regelmäßig Sauerstoffmangelsituationen am Gewässergrund auf. Entsprechend

groß sind die Schwankungen der Sauerstoffkonzentrationen (10–140% der Sättigung) im Talsperrenablauf (Grundablaß!).

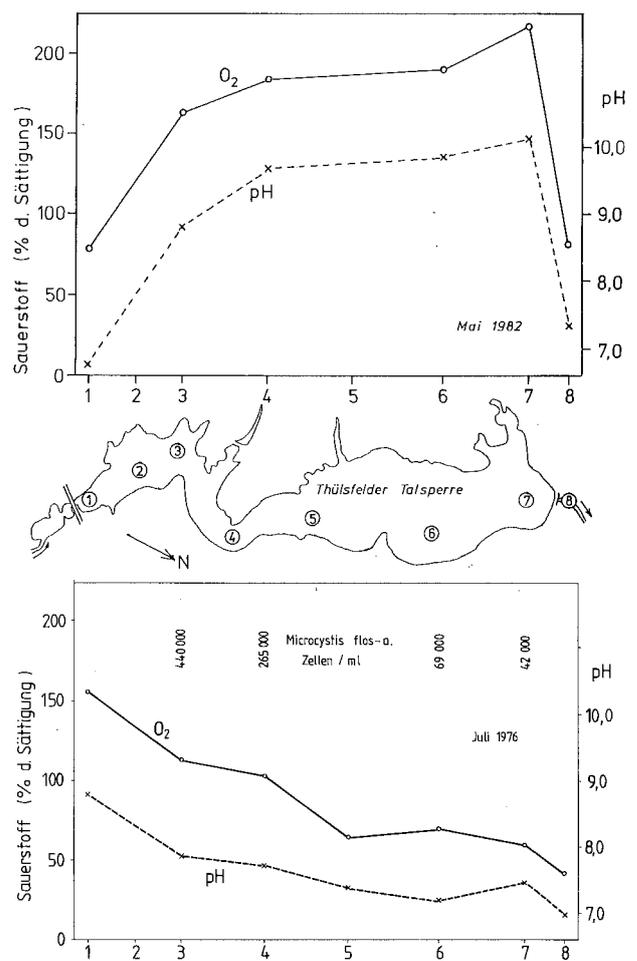


Abbildung 1: Längsgradienten der durch Plankton biogen beeinflussten Parameter Sauerstoff und pH-Wert im Frühjahr (oben: Kieselalgen; Grünalgen) und im Hochsommer (unten: Blaualgen, mit Angabe der Zelldichten). – In der Mitte: Lage der Meßstellen

#### Flora und Fauna

Massenentwicklungen des Phytoplanktons setzen bereits im frühen Frühjahr ein, wobei zunächst Kieselalgen dominieren. Häufigste Art ist *Stephanodiscus hantzschii*, die bereits in der Zeit Mitte März bis Anfang April Dichten von 50 000–100 000 Zellen/ml erreichen kann. Sie wird begleitet von zahlreichen weiteren Arten, u. a. der Gattungen *Asterionella*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Synedra* und *Melosira*. Letztere kommen zeitweilig auch im Sommer häufig vor mit Dichten bis etwa 10 000 Zellen/ml.

Bereits während der Hauptentwicklungszeit der Kieselalgen im frühen Frühjahr erscheinen zahlreiche Grünalgenarten, zunächst in geringer Dichte. Die Chlorophyceen sind die artenreichste Algengruppe im Plankton der Thülsfelder Talsperre, darunter die weit verbreiteten, in eutrophen Seen häufigen Gattungen *Monoraphidium*, *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Tetraedron* mit jeweils mehreren Arten. Der Entwicklungsschwerpunkt liegt im Juli; Massenentwicklungen von Chlorophyceen können aber bereits im Mai auftreten. Dichten von mehr als 100 000 Zellen/ml für einzelne Arten sind nicht ungewöhnlich.

Bereits ab April können Blaualgen im Plankton erscheinen. Zur Massenentwicklung mit den charakteristischen blaugrünen „Farbflecken“ auf der Wasseroberfläche kommt es üblicherweise erst im Hoch- oder Spätsommer (Juli–September), bei länger andauernden Schönwetterperioden allerdings auch schon Ende Mai (z. B. 1989). Häufigste Arten sind *Aphanizomenon flos-aquae* und *Microcystis flos-aquae*, die allerdings offenbar nie nebeneinander zur Massenentwicklung kommen. Zeitweilig häufig vertreten sind daneben Blaualgen der Gattungen *Anabaena* und *Oscillatoria*.

Etwa ab September setzt erneut eine Vermehrung der Kieselalgen ein, die schließlich gegenüber den auch in dieser Zeit noch häufigen Grünalgen dominant werden. Häufigste Art im Herbst ist *Melosira granulata*.

Das Phytoplankton zeigt ein jahreszeitlich wechselndes räumliches Verteilungsmuster im Hauptbecken der Talsperre, das sich in entsprechenden Qualitätsgradienten vom Zufluß bis zum Staudamm bei den biogen beeinflussten Parametern dokumentiert (Abb. 1). Die Massenentwicklung der Kieselalgen im Frühjahr setzt zuerst ein im nördlichen, unteren Teil der Talsperre sowie in strömungsgeschützten Randbereichen und Buchten. Sie erfaßt zusammen mit der zeitlich folgenden Chlorophyceen immer weitere Seeteile. Umgekehrt beginnt die sommerliche Massenentwicklung der Blaualgen oft im oberen Teil der Talsperre vornehmlich in strömungsgeschützten Buchten der Stauwurzel, von wo sie sich auf das gesamte Gewässer ausdehnt (s. Farbtafel).

Die räumlichen Muster der Phytoplanktonverteilung zeigen sich in unterschiedlichen Jahresgängen der Chlorophyllkonzentration im Bereich der Stauwurzel und im Nordteil des Hauptbeckens (Abb. 2). Im unteren Talsperrenbereich wird im dargestellten Beispiel das Frühjahrmaximum (Diatomeen) mit Chlorophyllkonzentrationen von über 250 µg/l Ende April erreicht, am Talsperrenzuluß dagegen erst Ende Mai mit nur etwa 60 µg/l Chlorophyll a. Der Unterschied findet seine Erklärung mit der in dieser Zeit hohen Abschwemmungsrate, die eine vergleichbare Massenentwicklung planktischer Algen im Südteil der Talsperre nicht zuläßt. Die gleiche Ursache einer erhöhten Abschwemmungsrate hat das Chlorophyllminimum im Zuflußbereich im August: Ihm vorausgegangen war am 22. 08. 77 eine kleine Hochwasserwelle.

Das Artenspektrum der zooplanktischen Kleinkrebse gleicht dem anderer eutropher Seen. Bezeichnend ist das häufige und zeitweilig massenhafte (zuweilen dominante) Vorkommen von *Chydorus sphaericus*, einer Art, die üblicherweise im Litoral siedelt oder dem Benthon angehört, in flachen, eutrophen Seen aber regelmäßig auch im Plankton erscheint, insbesondere während sommerlicher Massenentwicklungen von Blaualgen. Ebenso wie in anderen Flachseen, erscheinen auch in der Thülsfelder Talsperre gelegentlich typische Uferbewohner im Plankton, so z. B. die Blattfußkrebse *Alona rectangula* oder *Monospilus dispar*.

Ruderfußkrebse (Copepoden) kommen ganzjährig vor. Das zeitweilig vermehrte Auftreten der räuberischen Arten steht im Zusammenhang mit Massenentwicklungen ihrer Beutetiere, der herbivoren Zooplankter (z. B. *Brachionus calyciflorus* im Frühjahr oder *Bosmina longirostris* und *B. coregoni* im Sommer). Die räuberische Cladocere *Leptodora kindtii* erscheint als typischer Sommerplankter allerdings erst etwa ab Juli.

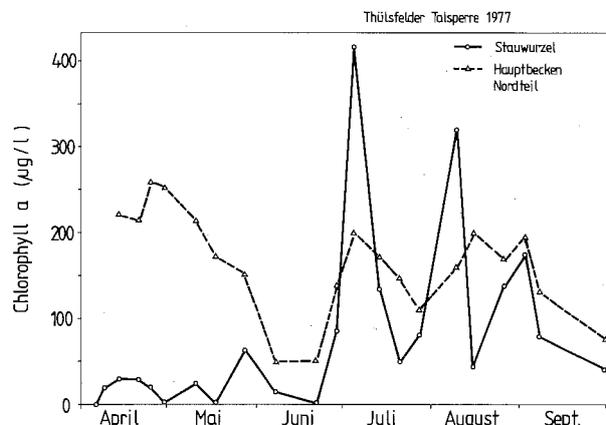


Abbildung 2: Jahresgänge der Chlorophyllkonzentrationen im Bereich der Stauwurzel und im Hauptbecken vor dem Staudamm (nach Daten von LÜSKE, 1978 – Weitere Erläuterungen im Text)

Sehr artenreich vertreten ist die Gruppe der Rädertiere (Rotatoria). Neben zahlreichen, hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche indifferenten Arten, kommen typische Bewohner eutropher Gewässer vor. Das gilt sowohl für die planktischen Rotatorien (z. B. *Brachionus calyciflorus*, *Keratella tecta*) als auch für die sessilen und kriechenden Litoralformen (z. B. *Cephalodella catellina*, *Epiphanes senta*, *Rotaria rotaria*, *R. tardigrada*). Bezeichnend ist das Auftreten von *Rotaria neptunia*, die kriechend auf der Schlammoberfläche lebt, dort zeitweilig Sauerstoffmangelsituationen verträgt und in Fließgewässern als ein Anzeiger der polysaprobien Stufe gilt.

Eine Unterwasservegetation existiert nicht, was wahrscheinlich mit der Wassermengenbewirtschaftung der Talsperre im Zusammenhang steht: Diejenigen Flächen, die

bei den ungünstigen Lichtbedingungen im Wasserkörper im Sommer besiedelt werden könnten (bis etwa 1 m Wassertiefe), fallen im Winter trocken. Untersuchungen über das Zoobenthon liegen nicht vor.

Bemerkenswert erscheint das Vorkommen z. T. sehr großer Welse (*Silurus glanis*), die gelegentlich die Talsperre durch den Grundablaß verlassen. Bei geringen Abflüssen zu dieser Zeit und entsprechend niedrigen Wasserständen in der abfließenden Soeste haben sie jedoch kaum eine Überlebenschance, zumal sie sich beim Durchgang durch den Grundablaß i.a. erheblich verletzen. Der bisher größte so zutage gekommene Wels hatte eine Länge von 1,95 m.

### Sediment

Das Sediment der Thülsfelder Talsperre weist einige Besonderheiten auf: Es ist sehr eisenreich (z. T. über 10% Fe in der Trockensubstanz), sehr phosphatreich (im Mittel 0,7–1,5% P in der TS; s. Abb. 3) und relativ stickstoffarm. Das Verhältnis N : P ist im südlichen Teil des Stausees kleiner als 1, im nördlichen etwa 1 bis 2. Hohe Ammoniumkonzentrationen im Interstitialwasser des Sedimentes (bis über 80 mg/lN) indizieren einen intensiven anaeroben Abbau. Daß das Sediment dennoch (nach Entnahme) nicht „stinkt“, dürfte am hohen Eisengehalt liegen: Bei anaeroben Abbau entstehendes Sulfid (Schwefelwasserstoff) wird quantitativ, bis unter die Geruchsschwelle als extrem schwerlösliches Eisensulfid festgelegt.

Hinsichtlich der Eisen- und der Phosphatgehalte weisen die Sedimente im Längsprofil der Talsperre einen ausgeprägten Qualitätsgradienten auf, der annähernd parallel verläuft zu den mittleren Konzentrationen von Fe bzw. P im Wasserkörper. Im Zuflüßbereich sedimentieren die mit der Soeste eingetragenen Trübstoffe. Zusätzlich wird gelöstes Eisen (im Zufluß im Mittel fast 0,7 mg/l Fe) teilweise ausgefällt infolge der in der Talsperre biogen erhöhten pH-Werte. Ob und in welchem Ausmaß dabei Phosphat mitgefällt wird (wie die weitgehende Parallelität der Längsprofile von Fe und P in Abb. 3 vermuten läßt), läßt sich anhand der vorliegenden Daten nicht feststellen. Jedenfalls besteht keine Korrelation zwischen Eisen- und Phosphatgehalten im Sediment. Zwischen Fe und P besteht allerdings insofern ein Zusammenhang, als das Eisen vermutlich verantwortlich ist für die Phosphatanreicherung im Sediment. Das beim anaeroben Abbau im Schlamm freigesetzte Phosphat wird im Gegensatz zu anderen Mineralisationsprodukten (Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen) offenbar selektiv stärker im Sediment zurückgehalten, vermutlich eben durch das Eisen. Denn die Talsperre ist ein polymiktischer Flachsee, dessen Wasserkörper (und damit auch die Sedimentoberfläche) fast ständig mit Sauerstoff versorgt ist. Selten auftretende Schichtungen mit Sauerstoffschwund in Sedimentnähe dürften im flacheren, oberen Teil der Talsperre (wie für andere Flachseen mit vergleichbar geringer Tiefe nachgewiesen) allenfalls einige Stunden andauern. Evtl. aus dem Sediment austretendes Eisen und Phosphat werden daher zumeist im Bereich der Sedimentoberfläche weitgehend wieder ausgefällt.

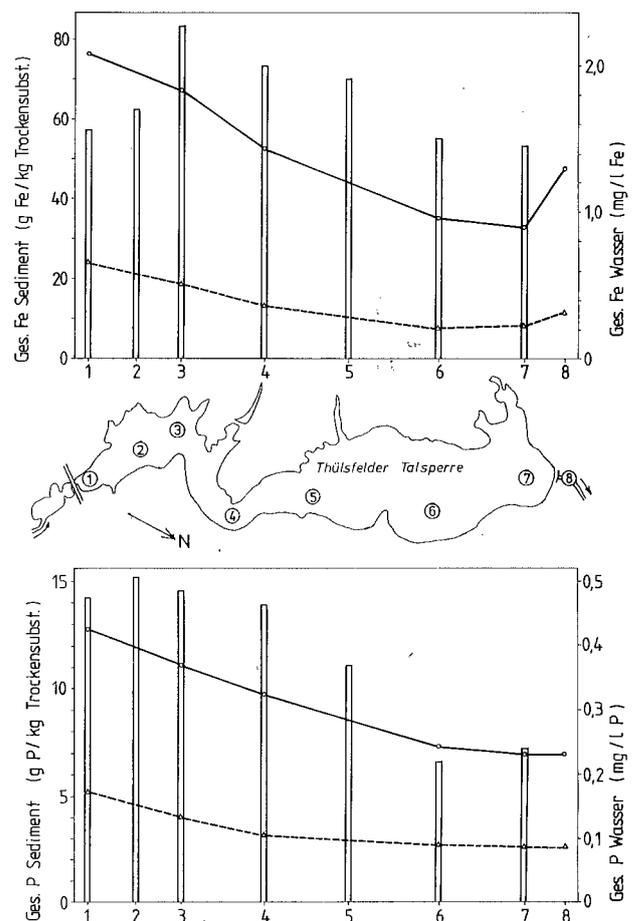


Abbildung 3: Längsgradienten von Eisen (oben) und Phosphat (unten) im Sediment (Säulen, linke Skala) und im Wasser (Kurven, rechte Skala, Mittelwerte in den Sommermonaten). Durchgezogene Kurven: Ges.-Fe bzw. Ges.-P einschl. Trübstoffe und Plankton; gestrichelte Kurven: gelöster Anteil (nach Filtration).

Die Situation ist im unteren Teil der Talsperre bei Wassertiefen bis fast 4,5 m anders. Hier treten nachgewiesenermaßen im Sommer unregelmäßig Schichtungsperioden auf, die mehrere Tage, möglicherweise sogar bis zu einigen Wochen andauern können, so daß mit einer zeitweiligen Rücklösung von Eisen und Phosphat unter anaeroben Bedingungen gerechnet werden kann. So erklärt sich der Anstieg der mittleren Eisenkonzentrationen im Ablauf (Grundablaß; Meßstelle 8 in Abb. 3) gegenüber dem oberflächlichen Beckenwasser (Stelle 7), der allerdings keine Parallele findet beim Phosphat. Dieser zeitweilig wirksame Rücklösungsmechanismus könnte auch die vergleichsweise geringen Fe- und P-Gehalte der Sedimente in diesem Bereich (Abb. 3: Meßstellen 6 und 7) erklären.

### **Schutz- und Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Die heute wohl wichtigste Nutzung der Thülsfelder Talsperre (Erholung und Fremdenverkehr) ist in besonderem Maße betroffen von den Eutrophierungserscheinungen mit den Massenentwicklungen von Blaualgen, die sowohl ästhetisch abstoßend wirken, als auch das Baden zu einem zweifelhaften „Genuß“ werden lassen können. Hinzu kommen zeitweilig auftretende hygienische Probleme, die in der jüngeren Vergangenheit auch schon zu einem vorübergehenden Badeverbot geführt haben. An dieser hygienisch kritischen Situation hat auch die zeitweilig durchgeführte Chlorung des Ablaufes der Kläranlage Cloppenburg nicht viel geändert.

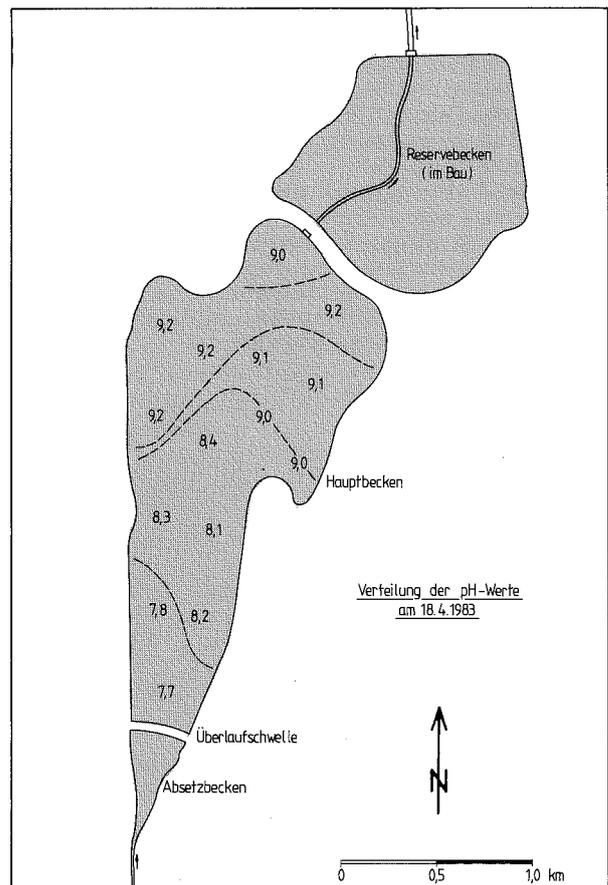
Diese Kläranlage ist der größte punktuelle Einleiter im Einzugsgebiet der Thülsfelder Talsperre. Sie wird derzeit erweitert um eine weitergehende Reinigungsstufe zur Phosphateliminierung. Hinsichtlich der Eutrophierungserscheinungen in der Talsperre darf man jedoch keine Wunder erwarten: Allein die flächenhaften Einträge von Nährstoffen in das Gewässersystem sind so hoch, daß die Thülsfelder Talsperre auch in Zukunft ein polytropher See bleiben wird.

#### Literatur

LÜSKE, L. (1978): Limnologische Untersuchungen an der Thülsfelder Talsperre. – Staatsexamensarbeit, Botan. Inst. d. Univers. Münster, 202 S.

# Alfsee

Topographische Karte: L 3512 Bramsche  
Gewässersystem: Hase/Ems  
Stauziel: 42,25 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 2,1 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 15,8 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 2,0 m  
Mittlere Tiefe: 1,5 m  
Ausbaugrad: keine Angabe (s. Text)  
Umgebungsfaktor: keine Angabe (s. Text)  
Länge des überstauten Tales: 2,7 km  
Absperrbauwerk: Der gesamte Alfsee wird von einem Erddamm eingefaßt  
Kronenlänge: keine Angabe (s. Text)  
Uferentwicklung: ca. 1,4  
Talsperrentyp: Flachsee  
Vorsperre: ca. 10 ha großes Absetzbecken; Dauerstau mit fester Überlaufschwelle auf NN + 39,00 m  
Zirkulationstyp: polymiktisch  
Lage des Auslaufs: oberflächlich, regulierbares Wehr  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserrückhaltung (Hauptnutzung), Niedrigwasseraufhöhung, Segelsport, Freizeitfischerei; Baden ist nicht zugelassen  
Einzugsgebiet: keine Angaben (s. Text)  
Eigentümer und Betreiber: Land Niedersachsen, vertreten durch das Staatliche Amt für Wasser und Abfall Cloppenburg; Nutzungsvertrag zwischen dem Land und der Alfsee GmbH über Durchführung des Sportbootbetriebes, den Bau und Betrieb von Steganlagen, Bootshäusern, Restaurationsbetrieben  
Jahr der Inbetriebnahme: 1982



## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der in den Jahren 1971–82 erbaute Alfsee liegt etwa 2–3 km westlich des natürlichen Haselaufes. Der Zufluß wird gesteuert über ein Verteilerbauwerk, das an der Verzweigung der Hase in Hohe Hase und Tiefe Hase etwa 4,4 km oberhalb des Sees liegt. Dem Alfsee wird nur ein Teil des Hasewassers über einen künstlichen Zuleiter zugeführt. Um eine Mindestwasserführung in den natürlichen Gewässerläufen Hohe und Tiefe Hase zu garantieren, sollen Abflüsse bis zum Sommermittelwasser über diese am Speicherbecken vorbeigeleitet werden.

Aufgrund dieser Situation können keine Angaben gemacht werden über Einzugsgebietsgröße des Sees, über Umgebungsfaktor und Ausbaugrad. Die Verweilzeit des Wassers im Alfsee kann im Hochwasserfall auf wenige Tage absinken, bei Niedrigwasserführung dagegen rechnerisch gegen unendlich ansteigen.

Der Alfsee entspricht nicht den herkömmlichen Vorstellungen von einer Talsperre. Wegen der geländemorphologischen Verhältnisse mußte der gesamte See von einem Damm eingefaßt werden (Sohlbreite bis 60 m, Höhe bis 9 m). Der dafür erforderliche Boden stammt überwiegend aus dem heutigen Seebecken.

Dem Alfsee nachgeschaltet ist ein (noch im Bau befindliches) Reservebecken von etwa 130 ha Größe und einem Stauinhalt von 8,1 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Dieses soll aber nur im Hochwasserfall eingestaut werden, wenn das Hauptbecken gefüllt ist, so daß auf der Fläche eine eingeschränkte landwirtschaftliche Grünlandnutzung möglich sein wird.

Hauptnutzung des Alfsees ist die Hochwasserrückhaltung. Da bei Mittelwasserführung das meiste Wasser über den natürlichen Haseverlauf am Speicherbecken vorbeigeleitet wird, ergeben sich sehr stark schwankende Zuflußmengen. Vor allem im Frühjahr können wiederholt Situationen auftreten, bei denen innerhalb weniger Tage nahezu das gesamte Plankton abgeschwemmt wird.

Aufgrund der hohen Abwasser- und Nährstoffbelastungen und deren Auswirkungen ergeben sich Störungen und Einschränkungen für die Freizeitnutzungen. Wegen möglicher hygienischer Gefahren ist Baden nicht zugelassen. Unterwasserpflanzen stören Boots- und Angelbetrieb. Massenentwicklungen von Blaualgen werden als Anzeichen einer „schlechten Wasserqualität“ empfunden und können beim Absterben

zu Geruchsbelästigungen führen. Wenn unter geeigneten Witterungsbedingungen im Sommer die Chironomiden massenhaft schwärmen, beschweren sich Spaziergänger, Feriengäste und Anwohner der näheren Umgebung über „die Mückenplage“.

### Einzugsgebiet

Die Hase entspringt in der Kreideformation des Teutoburger Waldes. Sie ist daher relativ kalkreich. Nach Verlassen des Mittelgebirges im Bereich Osnabrück durchfließt die Hase eine Diluvialniederung mit abnehmendem Gefälle. Im Einzugsgebiet überwiegen Sandböden mit Weide- und Grünlandbewirtschaftung.

Das Einzugsgebiet der Hase ist am Verteilerbauwerk oberhalb des Alfsees 659 km<sup>2</sup> groß. Die Wasserführung beträgt 6,6 m<sup>3</sup>/s im Jahresmittel, im Sommerhalbjahr durchschnittlich 4,4 m<sup>3</sup>/s. Im Einzugsgebiet leben rd. 250 000 Einwohner. Siedlungsschwerpunkte sind der Ballungsraum Osnabrück, etwa 25 km oberhalb des Alfsees, die Stadt Georgsmarienhütte (etwa 8 km südlich von Osnabrück) sowie Bramsche, nur 7 km oberhalb des Alfsees.

Wasserqualität der Hase und damit Zustand des Alfsees werden entscheidend geprägt durch die Einleitungen aus kommunalen und gewerblichen Kläranlagen des Gebietes: Oberhalb des Alfsees nimmt die Hase die mechanisch-biologisch geklärten Abwässer von mehr als 500 000 Einwohnern bzw. Einwohnergleichwerten auf, im Mittel etwa 1,1–1,4 m<sup>3</sup>/s. D. h. bei sommerlicher Mittelwasserführung der Hase besteht der Zulauf zum Alfsee rechnerisch zu etwa 25–30% aus geklärtem Abwasser.

Diese hohe Abwasserbelastung dokumentiert sich in starken, abflußabhängigen Schwankungen der Salzkonzentration, kontinuierlich meßbar als entsprechende

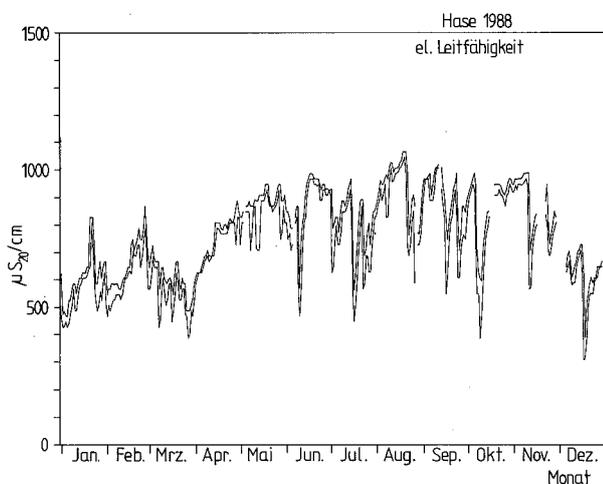


Abbildung 1: Elektrische Leitfähigkeit im Jahresverlauf nach kontinuierlichen Messungen an der Hase oberhalb des Alfsees. Die beiden Ganglinien bezeichnen die Tagesmaxima und -minima.

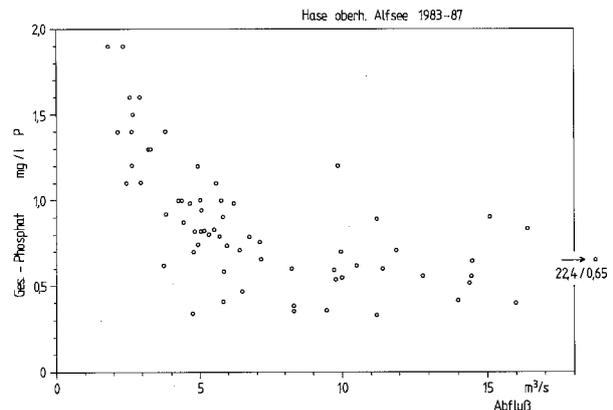


Abbildung 2: Phosphatkonzentrationen in der Hase (oberhalb Alfsee) in Abhängigkeit vom Abfluß

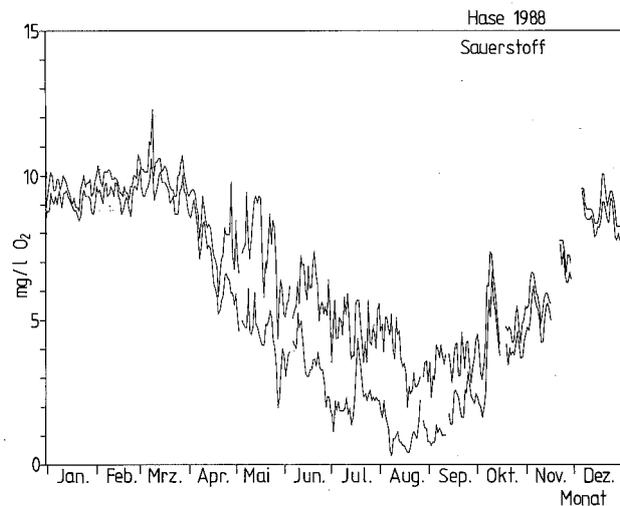


Abbildung 3: Sauerstoff in der Hase oberhalb des Alfsees im Jahresverlauf (kontinuierliche Messungen). Die beiden Ganglinien bezeichnen die Tagesmaxima und -minima, ihr Abstand voneinander den täglichen Schwankungsbereich

Schwankungen der elektrischen Leitfähigkeit von 300–1 100 µS<sub>20</sub>/cm (Abb. 1): Hochwasserereignisse bilden sich ab als Minima in der Ganglinie der Leitfähigkeit. Eine entsprechende Abflußabhängigkeit zeigt sich auch bei den Phosphatkonzentrationen: Bereits bei Abflüssen unterhalb von etwa 5 m<sup>3</sup>/s (am Verteilerbauwerk) steigen die Konzentrationen einer Verdünnungsfunktion folgend an bis auf 2 mg/l Gesamt-P (Abb. 2).

Die hohe Abwasserbelastung zeigt sich schließlich im Jahresgang der Sauerstoffkonzentrationen in der Hase (Abb. 3). Im Sommer kommt es regelmäßig zum Zusammenbruch des Sauerstoffhaushaltes. Neben der organischen Restbelastung spielt dabei die starke Zehrung

durch Nitrifikation (= bakterielle Oxidation von Ammonium) bei sommerlichen Wassertemperaturen eine wesentliche Rolle.

Während die Schwankungen der Salzkonzentrationen in der Hase und deren Primärbelastung des Sauerstoffhaushaltes für den Alfsee ohne wesentliche Bedeutung sind, wird dessen Zustand entscheidend bestimmt durch die hohen Belastungen mit Pflanzennährstoffen (Phosphat, Ammonium, Nitrat).

#### **Ufer**

Der Dammfuß ist mit Steinschüttungen und mit Rasenlochsteinen gegen Wellenschlag, Eisgang und Wühltätigkeit des Bisam geschützt. Eine emerse Ufervegetation existiert nur stellenweise am Westufer, wo versucht wurde, Schilf und Binsen durch Bepflanzung anzusiedeln. Die wasserseitigen Dammböschungen werden gehölzfrei gehalten (Mähen, Beweiden). Die luftseitigen Böschungen sowie einige Dammverbreiterungen wurden teilweise mit Bäumen und Buschgruppen bepflanzt, um den Eindruck des Gesamtbauwerkes als Fremdkörper in der flachen Landschaft zu mildern.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Hase sehr kalkreich ist mit durchschnittlich 92 mg/l  $\text{Ca}^{++}$  (62–110 mg/l). Zeitlich korrespondierende Untersuchungen an Zulauf und Ablauf zeigen eine Abnahme der Calciumkonzentrationen um rd. 10 mg/l  $\text{Ca}^{++}$  im Jahresmittel, was vor allem auf eine biogene Kalkfällung im See zurückgeführt werden kann. Minimalkonzentrationen im See (bis unter 60 mg/l  $\text{Ca}^{++}$ ) bzw. maximale Differenzen zwischen Zu- und Ablauf (bis zu 33 mg/l  $\text{Ca}^{++}$ ) sind allerdings abflußbedingt; sie treten daher unabhängig von Jahreszeit und Planktonentwicklung während bzw. nach der Einspeicherung von Hochwassern auf.

Die Hydrogenkarbonatkonzentrationen liegen mit meistens 3–4 mmol/l in der Hase ebenfalls recht hoch. Bedingt durch die  $\text{CO}_2$ -Assimilation der Pflanzen können sie im See im Sommer zeitweilig auf 1,2–1,5 mmol/l absinken.

Aufgrund der bereits erwähnten Abflußabhängigkeit treten in der Hase die geringsten Phosphatkonzentrationen in den wasserreicheren Wintermonaten (etwa November–März) auf im Bereich von 0,3–0,9 mg/l Ges.-P. Etwa 50% davon sind an abfiltrierbare Partikel gebunden. Im Mittel etwas darunter liegen die Konzentrationen in dieser Zeit im See. Etwa 25% der zugeführten Phosphatmenge werden im See zurückgehalten und zwar offenbar überwiegend durch reine Sedimentation von partikulär gebundenem Phosphat: Die Konzentrationen von gelöstem Ges.-Phosphat sind im Winter im Zulauf und im Ablauf annähernd gleich mit 0,28–0,30 mg/l P im Mittel.

Mit sinkenden Abflüssen im Frühjahr steigen in der Hase die Phosphatkonzentrationen und erreichen im Spätsommer Spitzenwerte von über 2 mg/l Ges.-P. Etwa 90% des Gesamt-Phosphates liegen in dieser Zeit (etwa April bis Oktober) in gelöster Form vor.

Etwa ab März beginnen die Konzentrationen im See deutlich von denen des Zuflusses abzuweichen. Sie können im Ablauf während des Sommers bis auf 0,1–0,2 mg/l Ges.-P zurückgehen. Sie unterliegen jedoch in Abhängigkeit vom aktuellen Abflußgeschehen sehr großen Schwankungen (0,1–0,9 mg/l Ges.-P im Ablauf). Bemerkenswert ist, daß im Frühjahr und Sommer auch die Konzentrationen von gelöstem ortho-Phosphat im See kaum jemals den Wert von 0,1 mg/l P unterschreiten: Das Phosphatangebot ist offenbar ständig höher als der Bedarf der im Alfsee lebenden Pflanzengesellschaften. In der Zeit April bis Oktober liegt die biogene Festlegungsrate in der Größenordnung von 50% der zugeführten Phosphatmenge.

Im Gegensatz zum Phosphat zeigt sich bei den anorganischen Stickstoffverbindungen kein abflußabhängiger Jahresgang der Konzentrationen. Dieser wird vielmehr überlagert durch starke, zu allen Jahreszeiten auftretende kurzfristige Konzentrationsschwankungen (5–13 mg/l N) sowie durch die vor allem im Sommer intensiv ablaufenden gewässerinternen Umsetzungen (Nitrifikation, Denitrifikation).

Die Ammoniumkonzentrationen im Zufluß schwanken sehr stark und kurzfristig zwischen etwa 1 und 7 mg/l N. Die Abnahme der Werte im Sommer auf einen Bereich von (selten) unter 1 bis etwa 4 mg/l N lassen sich auf die Nitrifikation in der Hase zurückführen, wodurch deren Sauerstoffhaushalt stark belastet wird (s. o.). Im Sommer liegen die Ammoniumwerte im Alfsee weit unter denen des Zuflusses. Sie können bereits im Mai Konzentrationen von 0,1 mg/l N unterschreiten. Aber auch im Winter können die Werte im See deutlich abnehmen (unter 1 mg/l N), was auf eine beachtliche Aktivität des Phytoplanktons auch während der kalten Jahreszeit hindeutet. Konzentrationsspitzen im See während der Vegetationsperiode (bis zu 3 mg/l N) können nach Hochwasserereignissen oder nach dem Zusammenbruch von Algenmassenentwicklungen auftreten.

Im Gegensatz zum Ammonium liegen beim Nitrat ganzjährig die Konzentrationen im See und im Ablauf zumeist im gleichen Bereich wie im Zulauf (etwa 3–9 mg/l N): Nitrat wird im See offenbar nur dann in wesentlicher Menge umgesetzt, wenn Ammonium aufgezehrt ist. Nur dann sinken die Nitratkonzentrationen bis etwa 0,5 mg/l N ab. Das Angebot an mineralischen Stickstoffverbindungen im See ist also offenbar zu jeder Zeit höher als der Bedarf der Pflanzen.

Daß im See kaum Nitrat umgesetzt wird, läßt darauf schließen, daß dort bisher kaum reduzierte autochthone Sedimente lagern bzw. daß diese auch im Sommer ausreichend mit Sauerstoff versorgt sind (reiche Unterwasservegetation seit 1984). Eine Nitratzehrung durch Denitrifikation findet nicht statt. Das war in den ersten beiden Jahren nach Einstau anders: Sowohl 1982 als auch 1983 ging die Nitratkonzentration im Sommer auf deutlich unter 0,5 mg/l N zurück.

Das überreichliche Nährstoffangebot ermöglicht schon frühzeitig im Jahr einsetzende Massenentwicklungen planktischer Algen und später auch einer üppigen submersen Makrophytenvegetation (seit 1984; s. u.), die aufgrund hoher Produktionsleistungen die Wasserqualität nachhaltig beeinflussen.

Während der pH-Wert in der zufließenden Hase ganzjährig um 7,5 schwankt, kann er im See bereits im Februar auf 8,0 ansteigen und im März pH 9,0 überschreiten. Das Jahresmaximum (pH bis 9,7) wird i. a. in der Zeit April/Mai erreicht. Es folgt ein Einbruch im Juni/Juli sowie anschließend ein zweites Maximum im August (bis pH 9,4). Dieser Jahresgang wird überlagert durch kurzfristige Einbrüche bei Hochwasser.

In entsprechender Weise treten im Alfsee zeitweilig sehr hohe Sauerstoffkonzentrationen auf, die im Frühjahr (fast) regelmäßig 200 % des Sättigungswertes überschreiten (bisheriges absolutes Maximum: 290% im Juli 1986). Vor allem beim Zusammenbruch von Algenmassenentwicklungen können die Sauerstoffkonzentrationen im See rasch absinken auf 50 % des Sättigungswertes und darunter.

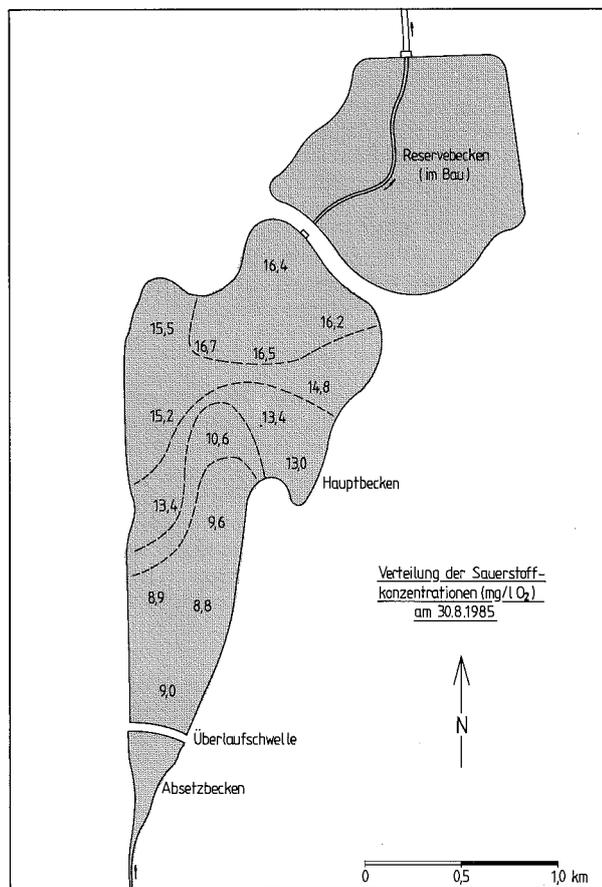


Abbildung 4: Verteilung der Sauerstoffkonzentrationen (mg/l O<sub>2</sub>) im Alfsee am 30. 08. 1985

pH-Wert und Sauerstoffkonzentration als Indikatoren hoher pflanzlicher Produktionsleistungen zeigen häufig eine charakteristische Verteilung im Seebecken, die im Frühjahr der Planktonverteilung, im Sommer der Verteilung von Unterwasservegetation und Phytoplankton entspricht (Abb. 4). Im Gegensatz zu anderen, langgestreckten Talsperren mit negativem Längsgradienten steigen jedoch die Werte im Alfsee von der Stauwurzel zum Ablauf hin an.

Die über das Maß der Ausnutzungskapazität der pflanzlichen Organismen im See hinausgehenden Nährstoffbelastungen sowie die sekundär sich daraus ergebenden biogenen Qualitätsveränderungen des Wassers charakterisieren den Alfsee als polytrophes Gewässer.

#### Flora und Fauna

Der Alfsee hat seit seinem Ersteinstau im Jahre 1982 eine faszinierende, z. T. überraschende Entwicklung durchgemacht, die noch keineswegs abgeschlossen ist.

Bereits im ausgehenden Winter (etwa ab Februar) setzt eine Massenentwicklung von Kieselalgen ein, die dominiert wird von *Cyclotella*. Schon im März werden Chlorophyll-a-Konzentrationen von bis zu über 300 µg/l erreicht. Ungünstige Witterungsverhältnisse mit stark verringertem Lichtangebot (Bewölkung, Nebel) können zum Zusammenbruch führen. Aus den inaktiven und absterbenden Algenzellen gelangen dann gelöste organische Substanzen ins Wasser, die teilweise polare Eigenschaften



Schaumbildung auf dem Ablauf des Alfsees (Niedersachsen) als Eutrophierungsfolge (13. 03. 1985). Vorausgegangen waren sonnige Tage, die im See eine Massenentwicklung planktischer Diatomeen ermöglichten. Durch Verringerung des Lichtangebotes (Bewölkung, Nebel) und Temperaturrückgang kam es zum Zusammenbruch dieser Massenentwicklung. Die dabei aus den Algen freiwerdenden Zellinhaltsstoffe mit polaren Eigenschaften lösen derartige Schaumbildungen aus. Foto: POLTZ

ten haben und daher eine Schaumbildung begünstigen. Der Ablauf des Alfsees ist dann kilometerweit mit Schaumbergen bedeckt (s. Farbtafel).

Die Kieselalgenentwicklung wird etwa im Mai abgelöst von Grünalgen (vor allem *Scenedesmus quadricauda*). In dieser Zeit treten auch die ersten Blaualgen auf (*Anabaena*, *Oscillatoria*). Etwa ab Juni/Juli folgt ein Klarwasserstadium (besonders ausgeprägt in den Jahren 1983–1985), das bis in den Oktober andauern kann: Die Sichttiefen steigen von 60–100 cm im Frühjahr auf über 150 cm bzw. bis zum Gewässergrund. Parallel dazu kommt es im Juli/August zur Massenentwicklung von *Aphanizomenon flos-aquae* (1984 und 1985 fast in Reinkultur), die aber die Sichttiefe nicht wesentlich beeinflusst, da sie fast ausschließlich in auffällig großen Flocken (bis 1 cm Durchmesser) auftritt. Begleitend können weitere Blaualgen vorkommen (*Aphanocapsa*, *Microcystis*) sowie begeißelte Arten. Letztere (*Cryptomonas*, *Chlamydomonas*) dominieren im Herbst. Das relativ lange andauernde Klarwasserstadium deutet bereits an, daß das herbivore Zooplankton sehr reichhaltig entwickelt ist. Vor allem die großen, sehr effektiven Filtrierer (*Daphnia cucullata*, *D. hyalina*, *D. longispina*) sind etwa ab Mai zeitweilig so häufig, daß ihre Schwärme schon bei der Sichttiefenmessung über der weißen Secchi-Scheibe aufpassen. Im Sommer und Herbst erscheinen, z. T. häufig, räuberische Zooplankter (*Leptodora kindtii*, verschiedene Cyclopiden).

Die Häufigkeit filtrierender Zooplankter erklärt die sommerliche Massenentwicklung von *Aphanizomenon flos-aquae* (die als N-fixierende Blaualge bei dem ständigen Überangebot an mineralischen Stickstoffverbindungen eigentlich gar nicht zu erwarten ist): Sie kann allein schon wegen der Größe ihrer Trichombündel von Filtrierern nicht gefressen werden. Sie gerät damit in Konkurrenzvorteil gegenüber den kleineren, abfiltrierbaren Planktonalgen.

Die Filtrierer schaffen die optischen Voraussetzungen für die Entwicklung einer Unterwasserflora, die 1984 inselartig, 1985 fast flächendeckend auftrat. 1986 gab es erstmals Probleme für Sportsegler mit bis zur Wasseroberfläche hochwachsenden Makrophyten. Auffällig war, daß 1985 neben verschiedenen makrophytischen Algen höhere Wasserpflanzen erst in nur geringer Artenzahl vorkamen bzw. sonst häufige und weit verbreitete Arten noch fehlten (z. B. Characeen, *Myriophyllum*, *Potamogeton*).

Gleiches gilt für die benthische Fauna, die 1985 untersucht wurde: So wurden z. B. von der Vielzahl der aquatischen Mollusken nur eine Muschel- (*Sphaerium lacustre*) und zwei Schneckenarten (*Gyraulus albus*, *Lymnea stagnalis*) angetroffen. Manche Benthaltbewohner erreichten aber in den submersen Wasserpflanzenbeständen beträchtliche Siedlungsdichten (z. B. Chironomiden mit 2 500–9 000 Larven/m<sup>2</sup>).

Die Ursache für diese unerwartete Entwicklung des Alfsees mit langandauernden Klarwasserstadien und der

üppigen Unterwasserflora dürfte in einem unausgewogenen Fischbestand liegen. In den ersten Jahren nach Einstau gab es mehrere große Fischsterben, deren Ursache nicht geklärt ist, aber wahrscheinlich nicht in einer schlechten Wasserqualität (Sauerstoffmangel) zu suchen ist. Denn es waren davon jeweils nur eine oder wenige Arten betroffen: Im frühen Frühjahr 1984 z. B. fast nur Brassen (*Abramis brama*), daneben wenige Rotaugen (*Leuciscus rutilus*) und Rotfedern (*Scardinius erythrophthalmus*), dagegen Barsch (*Perca fluviatilis*), Hecht (*Esox lucius*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Schleie (*Tinca tinca*) und Aal (*Anguilla anguilla*) kaum oder gar nicht. In den letzten Jahren galt der Alfsee bei Anglern als sehr gutes Barschgewässer. Es kann daher angenommen werden, daß der Bestand kleiner, zooplankton-fressender Fische jahrelang so gering war, daß sich die filtrierenden Zooplankter ungestört entwickeln konnten (vgl. Abschn. 8.4.3.2).

Nutznießende „Endverbraucher“ der Unterwasserpflanzen und der Bodenfauna sind offenbar überwiegend durchziehende und überwinterte Wasservögel. Sie sind zu entsprechender Jahreszeit regelmäßig zu Tausenden auf dem Alfsee anzutreffen, darunter viele Arten, die sich von der Unterwasservegetation oder der dazugehörigen Benthalfauna ernähren.

Daß der Alfsee in den wenigen Jahren seit seiner Entstehung sich trotz eines noch unvollständigen Artenbestandes zu einem vielfältig strukturierten Ökosystem entwickelt hat, zeigt eine Bestandsaufnahme der Rotatorienfauna, bei der insgesamt 136 Arten und Formen gefunden wurden (darunter zwei Erstnachweise für den nordwestdeutschen Raum). KOSTE (1987) stellt zu diesen seinen Untersuchungsergebnissen fest: „Der heute noch junge Alfsee war im Jahre 1986 bereits der Lebensraum für eine überraschende Anzahl Rädertier-Species.“

#### Sediment

Im Südtteil des Sees, im Bereich der Überlaufschwelle am Einlauf, lagert ein allochthones, toniges Sediment. Es ist von submersen Pflanzen nicht besiedelt, wohl aber von diversen benthischen Tieren (Stand 1985). Untersuchungen über autochthone Sedimente im sonstigen Seebecken liegen nicht vor. Sie dürften wegen des geringen Alters des Sees (Ersteinstau 1982) nach den Erfahrungen von anderen (natürlichen) Flachseen bisher allenfalls die Mächtigkeit von einigen Millimetern erreicht haben.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Für die Hauptnutzung Hochwasserschutz sind Fragen der Wasserqualität ohne Bedeutung. Der nur die Nebenwirkungen beeinträchtigende polytrophe Zustand des Alfsees wird sich unter den derzeitigen Bedingungen nicht ändern lassen. Im Zusammenhang mit den zeitweiligen Hochwassereinspeicherungen erfährt der Alfsee selbst bei Minimierung der sommerlichen Zuflußmengen auf einen Ausgleich der Verdunstungsverluste eine so hohe Nährstoffbefrachtung, die weit über den kritischen Grenzwerten liegt.

Im Rahmen des Nordseeschutzprogrammes plant die Landesregierung mittel- bis langfristig alle größeren Kläranlagen (über 30 000 EGW) in Niedersachsen mit einer Phosphatfällung auszustatten. Danach wird zu prüfen sein, wie die Nährstoffbelastung des Alfsees durch eine geeignete Mengenbewirtschaftung minimiert werden kann.

Wie oben gezeigt wurde, hat sich der Alfsee in den wenigen Jahren zu einem relativ vielgestaltigen Ökosystem entwickelt. Dieser heutige Zustand wird sich allein schon deshalb noch ändern, weil der Artenbestand noch unvollständig ist. Eine Schlüsselrolle dürfte dabei dem Fischbestand zukommen. Es ist zu befürchten, daß bei dessen unkontrollierter Entwicklung die Dezimierung der herbivoren Zooplankter zu langanhaltenden Massentwicklungen planktischer Algen führt. Die submersen Pflanzen werden dann wegen Lichtmangels verschwinden und mit ihnen die davon abhängige Fauna: Eine Verarmung des gesamten Ökosystems ist die Folge.

#### Literatur

ELGER, D., J. POLTZ & U. NOACK (1987): Limnologische Untersuchungen am Hochwasserrückhaltebecken Alfhausen/Rieste. Die Situation des Alfsees in den Jahren 1984 und 1985. Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 13, 159–183.

KOSTE, W., J. POLTZ (1987): Über die Rädertiere (Rotatoria, Phylum Aschelminthes) des Alfsees, eines Hochwasser-Rückhaltebeckens der Hase, NW-Deutschland, FRG. Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 13, 185–220.

NEUMANN, H. (1976): Gewässerkundliche Daten über die Hase und ihr Einzugsgebiet. Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 4, 9–26.

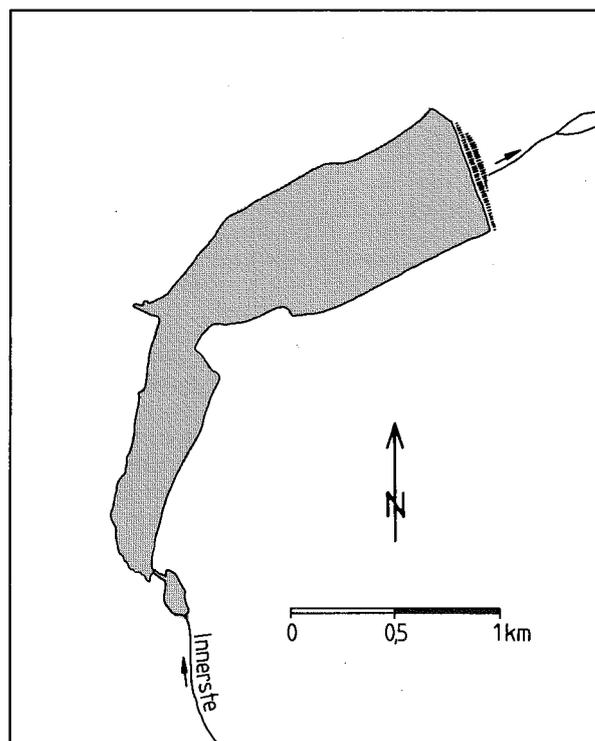
NEUMANN, H. (1976): Hydrochemische Untersuchungen an der oberen und mittleren Hase (1966–1969). Osnabrücker Naturwiss. Mitt. 4, 27–84.

# Innerstetalsperre

Topographische Karte: L 4126, Goslar  
Gewässersystem: Innerste/Leine/Aller/Weser  
Stauziel: 261 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 1,40 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 21,41 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 30 m  
Mittlere Tiefe: 15,3 m  
Ausbaugrad: 33%  
Umgebungsfaktor: 69  
Länge des überstauten Tals: 3 km  
Absperrbauwerk: Erdamm, Asphaltbeton-  
Außendichtung  
Kronenlänge: 750 m  
Uferentwicklung: ca. 1,7  
Talsperrentyp: Rinnensee, Trogtal  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz,  
Niedrigwasseraufhöhung, Trinkwasserversorgung,  
Energieerzeugung  
Einzugsgebiet: 97 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: 65% Forsten, 30% Sied-  
lung u. Landwirtschaft (5% Wasser: Stauteiche)  
Einwohner: 22 000  
Eigentümer und Betreiber: Harzwasserwerke des  
Landes Niedersachsen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1966

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der 1963 bis 1966 erbaute Damm des Innerstetalsees steht etwa 2 km harzeinwärts von der Harzrandstadt Langelsheim entfernt. Der 750 m lange Erdamm ist der längste im Harz. Mit seiner Höhe von 32 m über Gelände ist er von den neuen Talsperren das Bauwerk mit der geringsten Höhe. Aufgrund des ungünstigen Verhältnisses von Stauraum (20 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) zu mittlerer Jahreswasserfracht (60 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) ist die Sperre bei einer Mehrfachnutzung nicht in der Lage, einen befriedigenden Hochwasserschutz zu gewährleisten. Es kommt häufig zu Überläufen mit zeitweise erheblichen Abflüssen bis zu 40 m<sup>3</sup>/s. Zur Kernschüttung des Dammes wurde der örtlich anstehende Hangschotter verwendet. Die wasserseitige Asphaltbeton-Außendichtung wurde auf einer Schotterdränschicht aufgebaut. Die Hochwasserableitung bis zu etwas mehr als 125 m<sup>3</sup>/s geschieht über einen auf dem wasserseitigen Fuß des Dammes stehenden Einlauffurm mit Entlastungstollen unter dem Damm hindurch in das luftseitige Tosbecken. Zur Betriebswasserentnahme dient der Grundablaß. Eine Pumpstation am luftseitigen Dammfuß hebt Überschußwasser über eine 4,5 km lange Druckleitung in die Granetalsperre. Durch diese Überleitung wurde im Jahr 1980 das Granebeileitungssystem um die Innerstetalsperre erweitert.



Die Innerstetalsperre ist eine typische Mehrzweckanlage der Wasserwirtschaft. Ihre Aufgaben sind Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Trinkwasserversorgung und Energieerzeugung. Das Betriebswasser wird regulär über den Betriebsablaß dem Wasserkraftwerk einer ehemaligen Papierfabrik zugeleitet und leistet eine mittlere Jahresarbeit von 2,3 Gigawattstunden bei einer Ausbauleistung des Kraftwerkes von 650 KW. Zur Niedrigwasseraufhöhung stehen jährlich im Mittel 48 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> zur Verfügung. Für die Trinkwasserversorgung können im Jahr 12 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> in die Granetalsperre übergeleitet werden. Da dem Stausee nicht unmittelbar Wasser für die Trinkwasserversorgung entnommen wird, ist das Gewässer für den Erholungs- und Freizeitbetrieb geöffnet. Freigegeben sind Baden und, durch einzelvertragliche Regelungen begrenzt, das Bootfahren ohne jeglichen Motorbetrieb, das Segeln und Surfen. Die sportfischereiliche Nutzung ist an den Landessportfischerverband verpachtet. Am Südufer befindet sich ein kleiner Campingplatz mit festen Stellplätzen für Wohnwagen, ein Sportheim, die Steganlagen der Segelclubs der Wassersportgemeinschaft Innerste und ein Ausflugslokal mit Ruder- und Tretbootverleih. Über die neu angelegten Forststraßen und eine Fußgängerbrücke über den Innerstebach ist eine vollkommene Umwandlung der Talsperre möglich.

## Einzugsgebiet

Wasserbau und Wasserwirtschaft im Harz, deren geschichtliche Entwicklung, verbunden mit dem Bergbau,

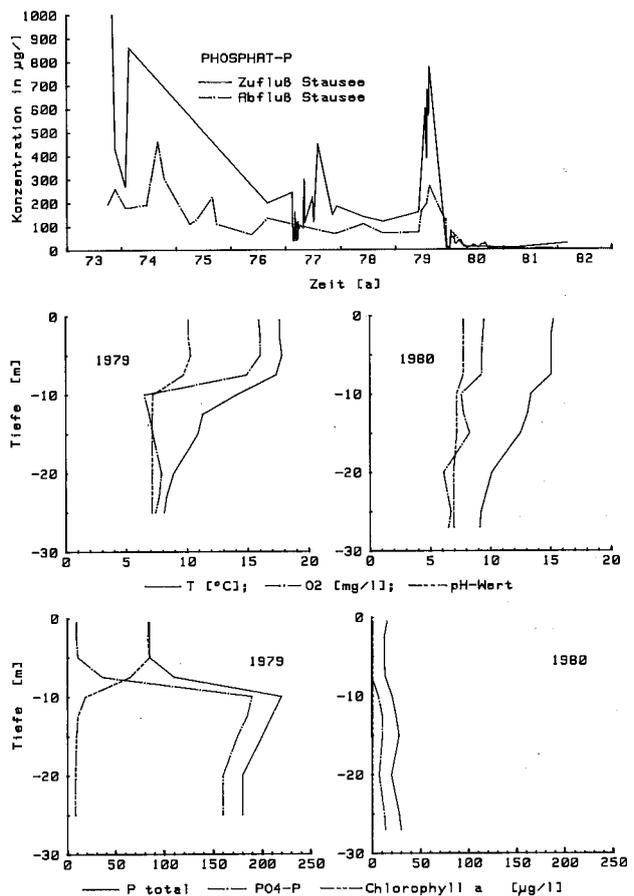
bereits im Mittelalter begann, haben im Einzugsgebiet der Innerstetsperre besonders deutliche Spuren hinterlassen. Hierzu gehören Wasserlösestellen, Überleitungsgräben und Stauteiche, von denen heute noch etwa 55 mit insgesamt 7 Millionen Kubikmeter Stauinhalt erhalten sind. Bergbau und Hüttenbetriebe haben weite Teile des Innerstetales in eine Geröll- und Schlackenhalde Landschaft verwandelt. Obwohl der Oberharzer Bergbau etwa um die Jahrhundertwende zu Ende ging, ist eine relativ dichte Besiedlung des Gebietes erhalten geblieben. Im Abflußgebiet liegen die Bergstadt Clausthal-Zellerfeld und die Bergorte Buntenbock, Bockswiese, Wildemann und Lautenthal mit zusammen ungefähr 22 000 Einwohnern. Das Einzugsgebiet der Talsperre ist heute das am dichtesten besiedelte und am stärksten vom Menschen überformte Abflußgebiet des gesamten Westharzes. Die Abflüsse aus diesen Siedlungsgebieten hatten vor der Fertigstellung der Abwasserleitung im Jahr 1979 einen erheblichen Einfluß auf die Gewässer und die Wassergüte im Innerstebach und im Stausee.

#### Ufer

Der Stausee ist ein typischer Rinnensee mit sehr gering gegliederter Uferlinie. Aufgrund des regelmäßig stark schwankenden Wasserspiegels haben sich an den Ufern je nach Hangneigung kahle Schotter- oder Geröllbänke ausgebildet. Eine typische Ufervegetation konnte sich hier nicht entwickeln. In gering ausgedehnten sumpfigen Bereichen der Stauwurzel haben sich Vegetationsgesellschaften bestehend aus Gräsern und Seggen angesiedelt, die unregelmäßige Überflutungen tolerieren. Oberhalb der Staulinie stehen auf Hängen mit geringer Neigung Weiden- und Himbeergebüsche. Insbesondere das sonnige Nordufer wird während der Sommermonate intensiv durch Badegäste genutzt.

#### Wasserbeschaffenheit

In seinem Schichtungs- und Zirkulationszyklus entspricht der Stausee, mit je einer Vollzirkulation im Frühjahr und Herbst sowie Stagnationsperioden im Sommer und im Winter unter Eis dem Typus mitteleuropäischer Seen. Bei einer maximalen Tiefe von 30 m beträgt die mittlere Tiefe 15,3 m. Das Epilimnion erreicht im Sommer eine Schichtdicke von etwa 5 bis 8 m. Die dominierenden geologischen Formationen des Einzugsgebietes sind unterkarbonische Grauwacken. Nur im nördlichen Randbereich stehen Kulmkieselschiefer und devonische Tonschiefer an. Aus diesem Gebiet führt der Hauptzufluß, der Innerstebach, dem Stausee relativ elektrolyt- und nährstoffarmes, mäßig gepuffertes Wasser zu. Die elektrolytische Leitfähigkeit liegt bei 0,19 mS/cm, Calcium- und Magnesiumgehalte von 20 mg/l und 5 mg/l sind typisch. Der pH-Wert schwankt im Epilimnion zwischen 7,0 und 8,0, im Hypolimnion zwischen 6,8 und 7,2. Der Gehalt an Gesamtphosphor beträgt im Mittel 0,010 mg/l, im Maximum 0,020 mg/l, während Konzentrationen an Phosphat-P im Mittel mit  $\leq 0,002$  mg/l festgestellt werden. Sichttiefen von 2 bis 8 m und Chlorophyll-a-Gehalte von 0,006 mg/l (max. 0,020 mg/l) weisen auf eine mäßige Phytoplanktonentwicklung hin. Am Ende der Sommer-



stagnationsperiode kann die hypolimnische Sauerstoffzehrung etwa 30 % erreichen. Die beschriebenen Merkmale sind heute typisch für den mesotrophen Status des Stausees. Dieser Trophiestatus des Stausees wurde erreicht durch eine umfassende Sanierungsmaßnahme, die durchgeführt wurde, um das Talsperrenwasser zur Trinkwasserversorgung nutzen zu können. Seit Ende des Jahres 1979 werden die Abwässer aller Siedlungsgebiete des Einzugsgebietes über insgesamt 42 km lange Sammelleitungen einer im Harzvorland gelegenen, neu erbauten Großkläranlage zugeführt. Vor der Sanierung war der Innerstebach hochbelastet mit unzureichend geklärten Abwässern, der Stausee war hypertrophiert. Mittlere Phosphat-Phosphor-Konzentrationen von 0,25 mg/l (0,4 mg/l P-gesamt) im Talsperrenzufluß führten im See während der Sommermonate regelmäßig zu Phytoplankton-Massenentwicklungen.

Zumeist waren es coccale Grünalgen oder Flagellaten, die mit Zellzahlen von bis zu 224 000 Zellen pro Milliliter das gesamte Epilimnion grün färbten. Das übernormale Algenwachstum hatte natürlich erhebliche Auswirkungen auf den Chemismus des Stauseewassers. Jahr für Jahr wiederholten sich die stärksten Abweichungen vom Normalzustand jeweils zur Zeit der sommerlichen

Stagnationsperiode. Es kam während solcher Entwicklungsphasen regelmäßig zu Fischsterben. Die hohe Photosyntheseaktivität verschob den pH-Wert im Epilimnion auf über 10. Dieser hohe pH-Bereich ist für viele Fische, insbesondere Salmoniden, tödlich. Gleichzeitig sank der Sauerstoffgehalt im Hypolimnion auf Werte von 6 bis 1 mg/l ab. Die Graphiken in Abbildung 1 zeigen die Ganglinie der Phosphorkonzentrationen vor und nach der Sanierungsmaßnahme sowie die Schichtungsbilder einiger Parameter, die die typischen Zustände „Vorher“ und „Nachher“ beschreiben. Nur eine einzige physikalische Randbedingung, die mit rund 120 Tagen geringe mittlere Verweilzeit des Wassers in der Talsperre, sowie die Tatsache, daß der Talsperrenablauf nicht aus dem Epilimnion, wie in natürlichen Seen, sondern aus dem Hypolimnion gespeist wird, bewahrten den See alljährlich vor dem endgültigen „Umkippen“. Mit dem ständig abgezogenen Tiefenwasser wurden erhebliche Mengen reduzierender Substanzen aus der Abbauzone entfernt und die sauerstoffreichen Oberflächenschichten schon während des Sommers in die Tiefe gezogen. Die meist schon Anfang September beginnende Vollzirkulation beendete dann abrupt die kritische Phase des Gewässers. Obwohl der See hypertroph war, blieb ihm und den Anwohnern die letzte Phase dieses Status immer erspart. Die Reduzierung der Gesamtphosphorkonzentrationen im Talsperrenzufluß von im Mittel 0,4 mg/l auf mittlere Werte von 0,025 mg/l, verursacht durch die Ableitung sämtlicher Abwässer aus dem Einzugsgebiet, haben den Übergang des Stausees vom hypereutrophen zum mesotrophen Gewässer bewirkt. Seither sind Algenmassenentwicklungen und dadurch ausgelöste Fischsterben nicht wieder aufgetreten.

Heute kann das Wasser aus der Innerstetalsperre in den Granestausee übergeleitet werden, ohne daß eine Veränderung der Oligotrophie dieses Gewässers zu befürchten ist.

#### Flora und Fauna

Der Prozeß der Oligotrophierung des Stausees ist deutlich an den Veränderungen der Phytoplanktonbesiedlung zu erkennen. Vor der Sanierung bestimmten coccale Grünalgen und Flagellaten mit Massenentwicklungen von *Scenedesmus quadricauda* (224 000 Zellen/ml), *Tetrastrum* (205 000 Zellen/ml), *Dictyosphaerium* (45 000 Zellen/ml), Cryptomonaden (55 000 Zellen/ml) das Bild des sommerlichen Planktons.

Heute sind die Phytoplanktongesellschaften sehr artenreich, die Individuendichte erreicht im Mittel 2–5 000 Zellen/ml, im Maximum 15–20 000 Zellen/ml. Die dominierenden Winterformen sind *Asterionella formosa*, *Fragilaria*, *Hyaloraphidium* neben Cryptomonaden und Chlamydomonaden. Im Frühjahr, Sommer und Herbst treten *Tabellaria fenestrata* (var. *asterionelloides*), *Nitzschia holSATICA* (10 000 Zellen/ml), *Sphaerocystis Schroeteri*, *Kirchneriella obesa*, *Planctosphaeria (gelatinosa)* und Gymnodinien häufiger auf, – daneben auch *Melosira varians*, *Staurastrum*, *Mallomonas caudata*, *Synura uvella*, *Dinobryon*, *Crucigenia*. Im Spätsommer sind

häufig starke Zooplanktonentwicklungen mit *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Polyarthra trigla*, *Asplanchna*, *Conochilus unicornis* und *Daphnia longispina* zu beobachten. Die Süßwassermeduse *Craspedacusta sowerbyi* trat vor der Sanierung regelmäßig im Sommerplankton auf, nach 1980 wurde sie nur noch vereinzelt gefunden. Die Fischpopulationen sind nicht näher untersucht worden. Es ist anzunehmen, daß der Flußbarsch als Art dominiert. Sportfischer fangen häufig Bachforellen und Hecht. Besatzmaßnahmen werden vom Landessportfischerverband durchgeführt, an den das Gewässer zur Nutzung verpachtet ist.

#### Sediment

Ein Sediment im eigentlichen Sinn kann sich seit dem Ersteinbau der Talsperre im Jahr 1966 noch nicht ausgebildet haben. Die Schlammablagerungen, die bei einer Entleerung der Talsperre 1976 sichtbar wurden, waren offensichtlich überwiegend durch Aufschlammung und Umlagerung der Hangböden des überstauten Tales entstanden.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Für die geplante Erweiterung der Trinkwasserversorgung aus der Granetalsperre sollte Überschußwasser aus dem Abflußgebiet der Innerste in den Granestausee übergeleitet werden. Das Einzugsgebiet der Granetalsperre war bereits saniert, der Stausee befand sich auf seiner Entwicklung vom mesotrophen zum oligotrophen Zustand. Es war von Anfang an klar, daß eine Überleitung von Innerstewater aus einem nicht sanierten Einzugsgebiet die Granetalsperre binnen kurzer Frist stark eutrophieren und damit die angeschlossene Trinkwasseraufbereitung erheblich komplizieren und verteuern würde. Die hygienischen Zustände im Innerstebach und in der Talsperre waren vor der Sanierung durch die Einleitung unvollkommen gereinigter Abwässer so schlecht, daß ein Badeverbot ausgesprochen werden mußte. Die Ableitung der Abwässer aus dem Einzugsgebiet war also auch im Hinblick auf die unmittelbare Nutzung des Gewässers durch die Öffentlichkeit notwendig. Mit dem Bau der Abwassersammelleitung und dem Neubau der Großkläranlage außerhalb des Talsperreneinzugsgebietes wurde in konsequenter Fortführung der vorangegangenen Gewässerschutzpolitik im Harz das Optimum für die Sache angestrebt und auch erreicht. Die Auswirkung der Maßnahme auf die Gewässer- und die Wasserqualität im Innerstetal ist weiter oben beschrieben worden. Weitergehende Gewässerschutzmaßnahmen sind zur Zeit weder notwendig noch geplant.

#### Literatur

- GROTH, P. (1984): Sanierung des Einzugsgebietes der Innerstetalsperre durch den Bau einer Abwasserringleitung. – Wasser und Boden 36, 228–236.
- HAASE, H. (1964): Die Innerstetalsperre – Plan und Aufgabe. – Neues Archiv für Niedersachsen, 13, (1).
- SCHMIDT, M. (1965): Die Innerste-Talsperre. – Wasser und Boden 17, 154–160.

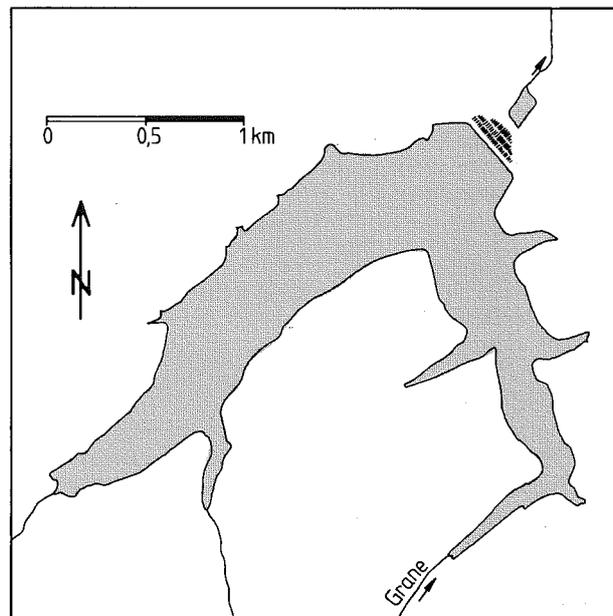
# Granetalsperre

Topographische Karte: L 4128, Goslar  
Gewässersystem: Grane/Innerste/Leine/Aller/Weser  
Stauziel: 311 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 2,20 km<sup>2</sup>  
Stauraum: 46,40 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 60 m  
Mittlere Tiefe: 21,1 m  
Ausbaugrad: 84% (mit Beileitungen)  
Umgebungsfaktor: 10 (mit Beileitungen: 93)  
Länge des überstauten Tals: 2 Becken zu je 2,5 km  
Absperrbauwerk: Erddamm, Asphaltbeton-  
Außendichtung  
Kronenlänge: 600 m  
Uferentwicklung: ca. 2,4  
Talsperrentyp: V-Form und U-Form  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung,  
Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung,  
Energieerzeugung  
Einzugsgebiet: 22 km<sup>2</sup> (mit Beileitungen: 205 km<sup>2</sup>)  
Nutzung der Landfläche: 95,6% Forsten  
3,2% Wiesen und Weiden  
1,2% Siedlungsgebiet  
Einwohner: 2 127; Hahnenklee  
Eigentümer und Betreiber: Harzwasserwerke des  
Landes Niedersachsen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1969

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der Staudamm steht etwa 4 km westlich von Goslar und verschließt das Granetal unmittelbar am Rande des Harzes. Er wurde als Erddamm ausgeführt und nach dreijähriger Bauzeit im Jahr 1969 fertiggestellt. Wie beim Innerste-Damm wurde zur Wasserseite eine Asphaltbeton-Außendichtung aufgetragen. Das Wasser wird über einen Grundablaß entnommen und über Pumpleitungen dem Wasserwerk, das auf dem Nordwesthang etwa in Höhe der Dammkrone erbaut wurde, zugeleitet.

Die Granetalsperre mit dem dazugehörigen Wasserwerk wurde geplant und gebaut, um als Zentrum für die zukünftige Sicherung und für den Ausbau der Trinkwasserversorgung aus dem Harz zu dienen. Die schon vorhandenen, älteren Westharztalsperren waren konzeptionell optimiert für ihre Hauptaufgaben im Bereich der Abflußregulierung. Die Entnahme von Trinkwasser kann nur aus dem aus Hochwässern stammenden, jährlich anfallenden Überschußwasser erfolgen. Eine mehrjährige Trockenperiode kann hier durchaus zu Wassermangel führen und damit Schwierigkeiten für die Trinkwasserversorgung verursachen. Aus diesen Gründen wurde der Stauraum der Granetalsperre überdimensioniert, – der Ausbaugrad bezogen auf das natürliche Einzugsgebiet beträgt 309% –, und damit der für die Sicherung der



Trinkwasserversorgung notwendige Vorratsspeicher geschaffen. Für die Überleitung des Wassers aus den anderen Abflußgebieten des Harzes wurden Stollen aufgeföhrt und Pumpleitungen verlegt. In den Jahren 1968 bis 1970 entstand der rund 7,5 km lange Oker-Grane-Stollen. Im Jahr 1980 wurde der 4,8 km lange Radau-Stollen fertiggestellt, über den Hochwässer aus der Radau in die Große Romke, von dort in die Oker und weiter durch den Oker-Grane-Stollen in die Granetalsperre geführt werden können. Ebenfalls im Jahr 1980 wurde eine Pumpstation, die Innerstewasser über eine Druckleitung von 4,5 km Länge in die Granetalsperre hebt, in Betrieb genommen. Dieses Konzept des Beileitungssystems, insbesondere die gleichmäßige Zufuhr von Überleitungswasser, bewirkt eine sehr ausgeglichene Ganglinie des Stauspiegels. Die Schwankungen betragen nur wenige Meter im Jahr und sind viel geringer als bei anderen Talsperren vergleichbarer Größe. Der Granestausee erhält dadurch fast den Charakter eines natürlichen Sees. Im Jahresmittel können über die Beileitungen bis zu 40 Mio.m<sup>3</sup> zugeführt werden. Insgesamt stehen bisher etwa 46 Mio.m<sup>3</sup> pro Jahr für die Trinkwasserversorgung zur Verfügung. Nach der Aufbereitung im Wasserwerk wird das Trinkwasser über zwei große Fernleitungen abgegeben, die im Westen an die seit 1934 bestehende Söse-Fernleitung und im Osten an die 1943 in Betrieb genommene Ecker-Fernleitung anschließen. Mit der Fertigstellung dieses Verbundsystems im Jahr 1973 ist die Granetalsperre zum Schwerpunkt der Fernwasserversorgung aus dem Harz geworden.

Die Aufgaben „Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung und Energieerzeugung“ treten bei der Granetalsperre gegenüber der Aufgabe „Trinkwasserversorgung“ in den Hintergrund. Seit im Jahre 1972 mit der Inbetrieb-

nahme der Wasseraufbereitungsanlage Granetalsperre sowie mit der Anknüpfung an die seit 1934 bestehende Sösefernleitung nach Bremen und die seit 1943 bestehende Eckerfernleitung nach Braunschweig und Wolfsburg durch die neuen Fernleitungen Grane-West und Grane-Ost das Fernleitungssystem der Harzwasserwerke zu einem Verbundnetz zusammengeschaltet wurde, ist die Granetalsperre zu einem Schwerpunkt der Trinkwasserversorgung aus dem Westharz geworden. Aus dem Wasserwerk Grane können jährlich  $46 \times 10^6 \text{ m}^3$  Trinkwasser abgegeben werden. Im Vergleich dazu sind die Jahresleistungen der Wasserwerke Söse und Ecker mit rd. 17 und  $14 \times 10^6 \text{ m}^3$  gering.

Alle öffentlichen Nutzungen des Stausees, wie Baden und Bootfahren sind nicht erlaubt. Die Uferstreifen dürfen nur von Sportfischern betreten werden, die neben ihrer gültigen Angelerlaubnis auch ein amtsärztliches Gesundheitszeugnis vorlegen müssen. Diese auf den ersten Blick oft als übermäßig streng empfundene Auflage dient vor allem dem Zweck, allen Personen, die bis an das Ufer des Stausees kommen, die Notwendigkeit des Gewässerschutzes und den absoluten Vorrang des Trinkwasserschutzes vor allen anderen Nutzungsansprüchen klar ins Bewußtsein zu rücken. Diese Argumentation wird heute in der Öffentlichkeit zunehmend besser verstanden und auch akzeptiert.

#### **Einzugsgebiet**

Die Besonderheiten des Einzugsgebietes wurden schon im Zusammenhang mit dem Beileitungssystem genannt. Durch Wasserüberleitungen aus anderen Abflußgebieten wächst das natürliche Einzugsgebiet von  $22 \text{ km}^2$  auf  $205 \text{ km}^2$  um fast den Faktor 10 an, und der Ausbaugrad schrumpft entsprechend von 309% auf 84% zusammen. Parallel dazu sinkt die mittlere Erneuerungszeit von 36 Monate auf 10 Monate, der Umgebungsfaktor wächst von 10 auf 93. Natürlich beruhen diese Angaben alle nur auf theoretischen Annahmen. Die wirklichen Zahlen liegen, je nach tatsächlich erfolgter Überleitung, irgendwo zwischen den genannten Extremwerten. Die räumliche Struktur und die Nutzung des Einzugsgebietes, 95,6% der Fläche sind Forsten, 3,2% Wiesen und Weiden und nur 1,2% werden von Siedlungsflächen eingenommen, ist ideal für eine Trinkwassertalsperre, da mögliche Beeinträchtigungen der Wasserqualität sehr gering sind. Dieser ohnehin schon günstige Grundzustand wurde weiter optimiert durch den Bau einer Abwasserleitung, die sämtliche Abwässer des einzigen Siedlungsbereiches, dem Ort Hahnenklee, aus dem Einzugsgebiet der Talsperre ableitet. Die Auswirkung dieser Sanierungsmaßnahme, die 1973 erfolgte, wird weiter unten beschrieben.

#### **Ufer**

An den windexponierten Uferabschnitten haben sich in der Brandungszone Schotter- und Geröllbänke ausgebildet. Eine typische Ufervegetation hat sich bisher nicht angesiedelt. In vielen Bereichen reicht der Wald bis an die Uferlinie. Bei der nur im geringen Umfang durchgeführten forstlichen Gestaltung wurde nicht die Maxime „Bevor-

zugung der Nadelbäume im ufernahen Bereich“ verfolgt, sondern Wert auf standortgerechte Bestockung gelegt. Deswegen sieht man in der Uferzone sowohl Fichtenabteilungen unterschiedlicher Altersstufen wie auch Laubmischwald mit Anteilen von Erle, Esche, Birke, Weide und Eberesche, wobei die drei letztgenannten zumeist als natürliche Erstbesiedler eingetroffen sind. Insgesamt ist die Uferlinie nur wenig gegliedert. Der See besteht aus zwei Hauptbecken von je etwa 2,5 km Länge, den überstauten Tälern der Hauptzuflüsse Grane und Varley. Es sind nur fünf Buchten vorhanden, die tiefer als 100 m einschneiden.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Der Schichtungs- und Zirkulationszyklus des Stausees entspricht vollkommen dem dimiktischen Typus tiefer mitteleuropäischer Seen entsprechender Höhenlage. Die große mittlere Tiefe von 21 m (max. 60 m) verstärkt erheblich den „See“-Charakter. Das Epilimnion erreicht im Sommer eine Schichtdicke von 6 bis 9 m. Das Einzugsgebiet des Stausees liegt fast vollständig in der geologischen Formation des Wissenbacher Schiefers. Nur im südlichen Randbereich stehen oberdevonische Tonschiefer, unterkarbonische Kulmkieselschiefer und Kulmgrauwacken an. Besonders der hohe Anteil an Calcit und fein verteilten Pyriten beeinflusst den Chemiesmus der Talsperrenzuflüsse, deren Wasser zwar weich und nährstoffarm, aber im Vergleich zu allen übrigen Harzwässern relativ gut gepuffert sind. Die elektrische Leitfähigkeit liegt bei  $0,15 \text{ mS/cm}$ , Calcium- und Magnesiumgehalte von  $16 \text{ mg/l}$  und  $5 \text{ mg/l}$  sind im Mittel anzutreffen. Im Epilimnion des Stausees schwankt der pH-Wert zwischen 7,2 und 7,8, im Hypolimnion zwischen 6,6 und 7,2. Der Gesamtphosphorgehalt liegt im Mittel bei  $0,005 \text{ mg/l}$ , im Maximum bei  $0,010 \text{ mg/l}$ . Freies, gelöstes Phosphat ist normalerweise analytisch nicht nachweisbar. Sichttiefen zwischen 3 und 12 m sowie Chlorophyll-a-Gehalte von  $0,004 \text{ mg/l}$  (max.  $0,01 \text{ mg/l}$ ) weisen auf eine geringe Phytoplanktonproduktion hin. Die hypolimnische Sauerstoffzehrung übersteigt nicht 20%. Die Entwicklung zu dem hier skizzierten oligotrophen Zustand des Gewässers wurde eingeleitet durch die schon erwähnte Sanierungsmaßnahme, den Bau der Abwasserringleitung im Jahr 1973. Die Zeitreihen der in Abbildung 1 dargestellten Parameter zeigen klar den zeitlichen Ablauf der Oligotrophierung. Die Abnahme der Phosphorkonzentrationen führt zur Begrenzung des Algenwachstums. Algenarten, die hohe Nährstoffkonzentrationen zum Wachstum benötigen, verschwinden und solche, die auch mit wenig auskommen, besiedeln den frei gewordenen Lebensraum. Dieser Vorgang ist deutlich sichtbar am Verschwinden der Grünalge *Scenedesmus quadricauda* bis zum Jahr 1975 und aus der Zunahme von Chrysophyceen im Plankton seit 1976. Parallel zu dieser qualitativen Verschiebung verläuft die quantitative Verringerung des biologischen Grundumsatzes im Gewässer. Die Ganglinie des Sauerstoffgehaltes im hypolimnischen Wasser ist ein ausgezeichneter Anzeiger für diesen Vorgang. Die Zehrung des hypolimnischen Sauerstoffvorrates um

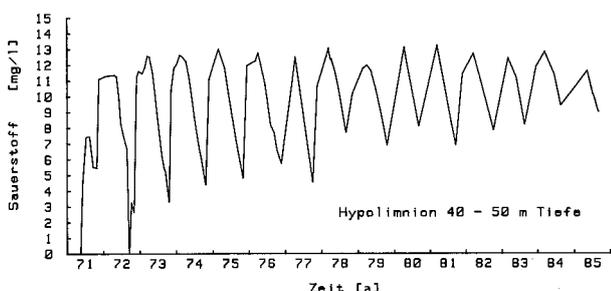
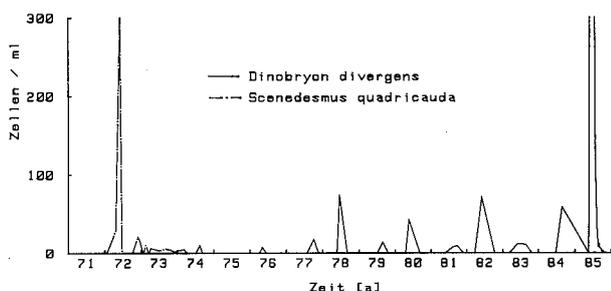
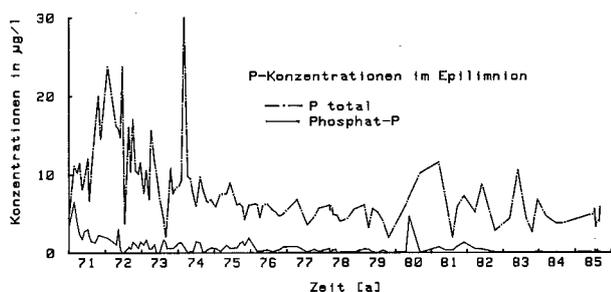


Abbildung 1: Granestausee. Oligotrophierung durch Sanierung des Einzugsgebietes. Erläuterungen im Text.

70–100 % bis zum Jahr 1973, von 70–30 % in den Jahren 1973 bis 1978 und von kleiner als 30 % seit 1979 zeichnet die Entwicklungsstufen eutroph – mesotroph – oligotroph nach.

### Flora und Fauna

Seit dem Einstau des Stausees im Jahr 1969 sind qualitative und quantitative Veränderungen in der Zusammensetzung der Phytoplanktongesellschaften beobachtet worden, die klar die Entwicklung des Gewässers vom eutrophen zum oligotrophen Zustand erkennen lassen. Insgesamt sind 54 Phytoplanktonarten gefunden worden, davon gehören 15 Spezies der heute 43 Arten zählenden Phytozoenose nicht mehr an.

Ein ganz besonders deutlicher Artenschwund ist für die Chlorophyceen zu verzeichnen. Der Bestand von anfangs 12 Arten ist auf 5 reduziert. *Oocystis*, *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Hyaloraphidium*, *Tetrastrum* und *Coelastrum* sind verschwunden, seit 1978 ist *Sphaerocystis schroeteri* als regelmäßiger Bestandsbildner hinzugekommen. Centrale Diatomeen sind zwischen 1973 und 1978 bestandsbildend, wobei 1975 bis 1978 *Melosira granulata* dominant ist. Seit 1979 tritt *M. varians* in geringer Zelldichte auf. Die pennaten Diatomeen *Asterionella formosa* und *Tabellaria fenestrata* treten während des gesamten Zeitraumes regelmäßig als dominierende Formen in Erscheinung. Die Chrysophyceen zeigen ab 1976 einen kontinuierlichen Anstieg der mittleren Zellzahlen. Diese Gruppe wird von *Dinobryon divergens* und *Uroglenopsis americana* bestimmt, deren Zellzahlen bis 1985 gleichmäßig ansteigen. *Dinobryon sertularia* dagegen verschwindet völlig vor 1975, Dinophyceen treten in geringer Zellzahl, aber regelmäßig auf. Vor 1984 war *Peridinium willei* der dominante Vertreter dieser Gruppe, danach wird *Ceratium hirundinella* (robustum-Typus) häufiger beobachtet.

Die Individuendichte erreicht im Jahresmittel Zahlen von  $\leq 1\,000$  Zellen/ml, im Maximum bis 5 000 Zellen/ml. Als dominierende Phytoplankter erscheinen im Winter und Frühjahr Cryptomonaden, *Rhodomonas lens* und *Cryptomonas ovata*, pennate Diatomeen, besonders *Asterionella formosa* mit 3–5 000 Zellen/ml, im späten Frühjahr und Sommer zuerst die Chrysophyceen, besonders Dinobryon, danach die Dinoflagellaten mit *Peridinium willei* und *Ceratium hirundinella*, *Sphaerocystis* als Hauptvertreter der Chlorophyceen mit bis 2 500 Zellen/ml und im Hochsommer verschiedene Chlamydomonaden in geringer Individuendichte.

Im Herbst ist das Epilimnion extrem nährstoffarm mit entsprechend sehr geringer Phytoplanktonentwicklung. Das Zooplankton ist nicht quantitativ erfaßt worden. Im Netzplankton werden folgende Formen häufig gefunden: *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops*, *Eudiaptomus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra trigla*, *Gastropus stylifer*, *Filinia longiseta*.

Die Fischpopulation ist nicht untersucht worden. Nach Aussagen von Sportfischern sind Bachforelle und Äsche die Leitformen.

### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Zum Schutz der Trinkwassergewinnung aus dem Stausee wurde das gesamte Abflußgebiet auf dem Verordnungswege als Trinkwasserschutzgebiet ausgewiesen. In die Schutzzone III der Verordnung sind die Abflußgebiete der Radau, Gose und Oker, die über das Beileitungssystem an die Granetalsperre angeschlossen sind, mit einbezogen.

Seit 1973 werden die Abwässer des Bergortes Hahnenklee durch eine Abwasserleitung um den Stausee herum in die Kläranlage Goslar-West abgeleitet. Diese Sanierungsmaßnahme hat eine Oligotrophierung des Stausees bewirkt. Dieser Vorgang ist weiter oben eingehender beschrieben worden.

#### Literatur

GÜTHER, S. (1986): Untersuchungen von Primärproduktion, Chlorophyll-Fluorescenz und chemischen Parametern an der Granetalsperre – ein Vergleich zum limnologischen Verhalten seit dem Anstau 1970. – Diplomarbeit, Inst. f. Biophysik, Univ. Hannover.

SCHMIDT, M. (1968): Trinkwassererschließung im Westharz über die Granetalsperre. – *Wasserwirtschaft* 58, (7), S. 198–203.

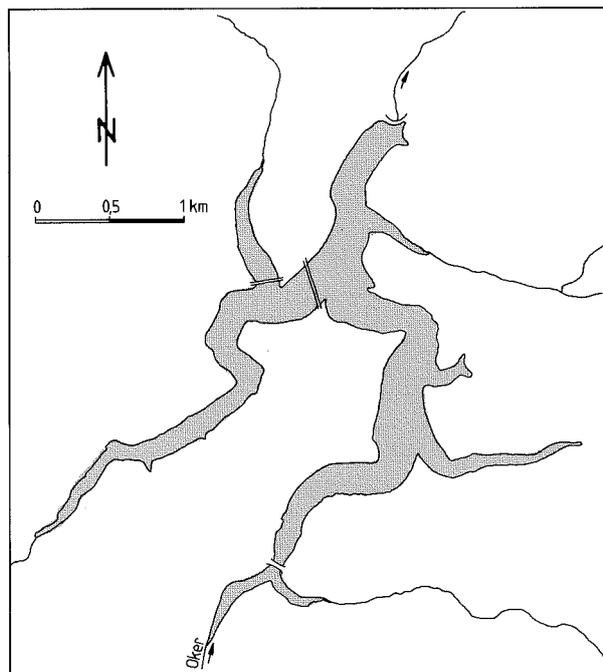
SCHMIDT, M. & D. MAECKELBURG (1973): Die Fernwasserversorgung Grane. – *Wasser und Boden* 25, (8), 239–243.

# Okertalsperre

Topographische Karte: L 4128, Goslar  
Gewässersystem: Oker/Aller/Weser  
Stauziel: 416,6 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 2,30 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 48,30 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 60 m  
Mittlere Tiefe: 21 m  
Ausbaugrad: 63 %  
Umgebungsfaktor: 37  
Länge des überstauten Tals: Hauptbecken: 3,5 km  
Nebenbecken: 2,5 km  
Absperrbauwerk: Bogengewichtsmauer, Beton  
Kronenlänge: 260 m  
Uferentwicklung: ca. 4,4  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Form  
Vorsperre: 1 Vorsperre  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Turbinenauslauf, 10 m ü. Grund  
Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz,  
Niedrigwasseraufhöhung, Trinkwasserversorgung,  
Energieerzeugung  
Einzugsgebiet: 85 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: 93,1 % Forsten  
4,6 % Wiesen und Weiden  
2,3 % Siedlungsflächen  
Einwohner: 3303  
Eigentümer und Betreiber: Harzwasserwerke des  
Landes Niedersachsen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1956

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Okertalsperre wurde in den Jahren 1952 bis 1956 erbaut. Sie ist die größte der Westharztalsperren. Mit einem Stauraum von 47,4 Mio. m<sup>3</sup> übertrifft sie die Granetalsperre um etwa 1 Mio. m<sup>3</sup>. Das Absperrbauwerk, eine Bogengewichtsmauer, mißt von der Gründungssohle bis zur Krone 75 m Höhe. Hochwässer bis zu 120 m<sup>3</sup>/s können durch eine Heberanlage über eine Sprungschanze dem luftseitigen Tosbecken zugeführt werden. Die Betriebswasserentnahme für das etwa 1 km talabwärts gelegene Spitzenkraftwerk Romkerhalle ist unabhängig von der Sperrmauer am rechten Hang des Staubeckens angeordnet. Die Zuleitung aus der Talsperre erfolgt über einen 1,1 km langen Druckstollen von 2 m Durchmesser, der kurz vor dem Kraftwerk in eine Druckleitung übergeht. Ein Ausgleichsbecken liegt 2 km unterhalb des Kraftwerkes und faßt ca. 200 000 m<sup>3</sup> für den Tagesausgleich des Unterlaufes. Um den stark schwankenden Wasserspiegel an der Sperrwurzel unterhalb des Bergortes Altenau auszugleichen, wurde eine Vorsperre errichtet. Hierbei handelt es sich um eine gerade Gewichtsmauer mit 117 m Kronenlänge und 24 m größter Höhe über der Gründungssohle. Das Wasser fließt über zwei freie Überfälle in das Hauptbecken. Bei Vollstau staut die Hauptsperrmauer über die Vorsperre zurück. Der



Okere-Grane-Stollen beginnt gegenüber dem Kraftwerk Romkerhalle. Der Hochwasserüberschuß aus dem Okereinzugsgebiet kann somit nach Abarbeiten der Energie über die Turbinen der Granetalsperre zugeführt werden.

Obwohl die Okertalsperre die größte Talsperre des Westharzes ist, reicht ihr Stauraum nicht aus, um den sehr stark schwankenden Zufluß auszugleichen und die drei Aufgaben Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung und Trinkwasserversorgung gleichzeitig voll zu erfüllen.

Der ursprünglichen Planung der Harzwasserwerke, aus der Okertalsperre direkt Trinkwasser zu entnehmen und in einem Wasserwerk hinter dem Kraftwerk Romkerhalle aufzubereiten, widersprach in den 50er Jahren die Wasserwirtschaftsverwaltung mit dem Einwand, die so entnommenen Wassermengen würden zu einer erheblichen Einschränkung der Niedrigwasseraufhöhung im Unterlauf der Oker führen. Wegen der besonders starken Abwasserbelastung der Oker durch die Industrie am Nordharzrand hielt man dies für unzulässig. Die Bedenken bestanden jedoch nicht gegen eine Trinkwasserentnahme aus einem zusätzlichen, noch zu schaffenden Stauraum für Okerwasser. Die Anlage weiterer Talsperren oberhalb der Okertalsperre oder die Erhöhung der Okertalsperre selbst schiedenen wegen der unverhältnismäßig hohen Kosten aus. Die Harzwasserwerke entwickelten daraufhin das Konzept für den zukünftigen Ausbau der Trinkwasserversorgung aus dem Harz mit dem Schwerpunkt an der Granetalsperre. Durch Überdimensionierung der Granetalsperre mit einem Ausbaugrad von 309 Prozent wurde hier der zusätzlich benötigte Stauraum für

rund 30 Mio. m<sup>3</sup> Okerwasser geschaffen. Zur Überleitung des Okerwassers wurde in den Jahren 1968 bis 1970 der Oker-Grane-Stollen in einer Länge von 7,4 km „aufgefahren“. Etwa 6,2 km dieser Strecke wurden von einem „Stählernen Maulwurf“, einer Stollenvortriebsmaschine, gebohrt. Der Stollen schafft die Möglichkeit, die im Durchschnitt jährlich verfügbaren 20 Mio. m<sup>3</sup> Okerwasser überzuleiten und zusätzlich noch etwa 3 Mio. m<sup>3</sup> aus dem Gosebäch aufzunehmen, der in ca. 30 m Tiefe unterfahren wird. Die Wasserüberleitung schwankt allerdings von Jahr zu Jahr sehr stark. In sehr nassen Jahren kann sie auf über 35 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> ansteigen, in trockenen Jahren geht sie auf wenige Millionen Kubikmeter zurück. Weiterhin wird seit 1980 überschüssiges Radauwasser, das über den 4,8 km langen Radau-Stollen und die Große Romke der Oker zufließt, dem Oker-Grane-Stollen zugeleitet. Die ursprünglichen Pläne, eine Radautalsperre zu bauen, wurden wegen Unwirtschaftlichkeit aufgegeben.

Außer der Hochwasserabführung über die Heberleitungen wird der gesamte Talsperrenabfluß dem Kraftwerk Romkerhalle zugeführt. Die Ausbauleistung des Kraftwerkes beträgt 4,14 Megawatt bei einem mittleren Jahresarbeitsvermögen von 10,2 Gigawattstunden. Trotz dieser nicht unerheblichen Leistung bleibt die Energiegewinnung bei allen Harztalsperren nur Nebenaufgabe. Sie würde niemals ausreichen, um den Bau und den Betrieb der Talsperren zu finanzieren.

Der Okerstausee ist zur Nutzung durch den Freizeit- und Erholungsbetrieb weitgehend freigegeben. Erlaubt sind Baden und Surfen, Bootfahren ohne Motor. Zugelassen ist außerdem ein Ausflugsboot der Okerseeschiffahrt GmbH mit Elektroantrieb. Da dem Stausee nicht direkt Trinkwasser entnommen wird, aber auch aufgrund der Ergebnisse langjähriger Qualitätsüberwachung des in die Granetalsperre übergeleiteten Wassers, ergeben sich heute keine Einwände gegen diese Nutzung. Die Rechte zur Sportfischerei sind verpachtet an den Landesportfischerverband, der in Absprache mit den Harzwasserwerken auch Fischbesatzmaßnahmen durchführt.

### **Einzugsgebiet**

Im heutigen Staubereich lagen die alten Siedlungen Unter- und Mittelschulenberg. Für etwa 300 ehemalige Talbewohner wurde auf dem Osthang des kleinen Wiesenberges die neue Ortschaft „Schulenberg“ gegründet.

Das Einzugsgebiet ist mit 1 300 mm pro Jahr niederschlagsreich und bietet aufgrund der Nutzung der Flächenanteile von 93,1 % Forsten, 4,6 % Wiesen und Weiden und nur 2,3 % Siedlungsareal günstige Voraussetzungen für die Qualität des abfließenden Wassers. Die Hauptquelle für Qualitätsbeeinträchtigungen, die Abwässer der Orte Altenau und Schulenberg, werden seit 1972 durch eine Abwasserringleitung um den Stausee herum in die außerhalb des Harzes gelegene Kläranlage im Ortsteil Oker der Stadt Goslar abgeleitet. Wegen der reizvollen, Wald und Wasser bietenden Mittelgebirgslandschaft, wird das Gebiet um den Okerstausee durch den Fremdenverkehr stark genutzt.

### **Ufer**

Die überstaute Kerbtallandschaft hat einen Stausee mit vielen Buchten und einer stark gegliederten Uferlinie entstehen lassen. Stark schwankende Wasserstände haben zur Ausbildung von Schotterbänken und Geröllhalden geführt. Eine seentypische Litoralvegetation ist nicht vorhanden. Der schmale Vegetationsstreifen zwischen den Straßen und Wegen, die den Stausee umlaufen und dem Ufersaum bestehen aus Resten von Fichtenanpflanzungen und durch natürliche Neubesiedlungen entstandene schütterere Gehölze und Gebüsche.

### **Wasserbeschaffenheit**

Im Schichtungstyp, mit Frühjahrs- und Herbstvollzirkulation sowie Sommer- und Winterstagnationsperioden, entspricht der Stausee dem Typus dimiktischer mitteleuropäischer Seen. Das Epilimnion hat im Sommer eine Schichtdicke von etwa 6 bis 9 m.

Grauwacken, Ton- und Kieselstiefer stellen neben dem quarzitären Kahlebergsandstein im Nordwesten und dem Acker-Bruchberg-Quarzit im südöstlichen Randbereich die dominierenden Gesteinsformationen des Abflußgebietes. Die Bäche führen daher elektrolyt-, kalk- und nährstoffarme, schwach gepufferte Wässer in den Stausee. Bevor die Abwässer über die Ringleitung abgeführt wurden, war die Nährstoffzufuhr hoch genug, um den See in einem meso- bis eutrophen Zustand zu halten. Die Phosphat-Phosphor-Gehalte im Epilimnion lagen bei 0,01 bis 0,02 mg/l. Nach dem Ausschalten der Nährstoffquelle sanken die P-Konzentrationen auf Werte unter 0,01 mg/l bis nicht nachweisbar. Dies führte zur Oligotrophierung des Stausees. Bei einer mittleren elektrischen Leitfähigkeit von 0,095 mS/cm enthält das Seewasser etwa 6 mg/l Calcium und 2,5 mg/l Magnesium. Der pH-Wert schwankt im Epilimnion zwischen 6,7 und 7,4, im Hypolimnion zwischen 6,5 und 6,8. Chlorophyll-a-Gehalte von 0,001–0,002 mg/l (max. 0,010 mg/l) sowie Sichttiefen von 3 bis 9 m weisen auf eine geringe Phytoplanktonentwicklung hin. Am Ende der Sommerstagnationsperiode erreicht die hypolimnische Sauerstoffzehrung maximal etwa 15 Prozent.

### **Flora und Fauna**

Das Phytoplankton ist artenreich, aber individuenarm mit im Maximum bis zu 6 000 Zellen/ml, im Mittel etwa 1 000 Zellen/ml. Im Winter und Frühjahr dominieren *Asterionella formosa* neben *Tabellaria fenestrata* und anderen pennaten Diatomeen und Cryptomonaden. Im späten Frühjahr und im Sommer sind Peridineen, Chrysophyceen mit *Mallomonas akrokomos*, *Synura uvella*, *Uroglenopsis americana* und *Dinobryon* sowie Chlamydomonaden und coccale Grünalgen wie *Sphaerocystis Schroeteri* häufiger vertreten.

Das Zooplankton ist nicht quantitativ erfaßt worden. Im Netzplankton sind häufig vertreten: *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Bosmina longirostris*, *Eudiaptomus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Filinia longiseta*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra trigla*, *Asplanchna priodonta*.

Detaillierte Informationen über die Fischpopulationen sind nicht vorhanden; Leitformen sind Salmoniden.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Wegen der bestehenden Überleitung ist das gesamte Einzugsgebiet der Okertalsperre in das Trinkwasserschutzgebiet der Granetalsperre als Zone III einbezogen worden. Als wichtigste Maßnahme zur Verbesserung und zum Schutz der Wasserqualität in Oker- und Granetalsperre ist der Bau der Abwassersammelleitung und damit

die Ausschaltung aller punktförmig erfaßbaren Verschmutzungsquellen zu werten. Nach Fertigstellung der Leitung im Jahr 1972 ist der vorher meso- bis eutrophe Stausee in den oligotrophen Zustand übergegangen.

#### Literatur

ANDERSCH, F. (1957): Die Okertalsperre. – Wasser und Boden 9, (1), 2–18.

SCHMIDT, M. (1967): Die Talsperren im Westharz und ihre Aufgaben. – Wasser und Boden 19, (10), 315–316.

# Eckertalsperre

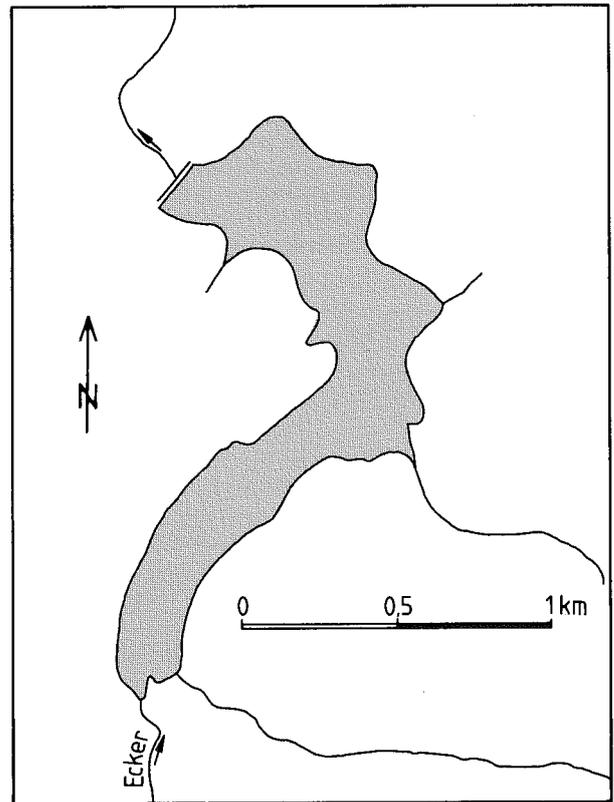
Topographische Karte: L 4128, Goslar  
Gewässersystem: Ecker/Oker/Aller/Weser  
Stauziel: 558 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,68 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 13,3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 55 m  
Mittlere Tiefe: 20 m  
Ausbaugrad: 81 %  
Umgebungsfaktor: 28  
Länge des überstauten Tals: 2 km  
Absperrbauwerk: Gewichtsmauer, Beton  
Kronenlänge: 235 m  
Uferentwicklung: ca. 1,9  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Form  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß und 2 Rohwasser-  
einläufe 14 m und 29 m über Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung,  
Hochwasserschutz, Energieerzeugung  
Einzugsgebiet: 19 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: 95% Forsten,  
4,5% Moore  
Einwohner: ca. 20 (Grenzunterkünfte)  
Eigentümer und Betreiber: Harzwasserwerke des  
Landes Niedersachsen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1942

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Eckertalsperre ist mit ihrem Speicherraum von 13,3 Millionen Kubikmetern die kleinste der neueren Westharztalsperren. Die 57 m hohe Gewichtsmauer aus Beton wurde in den Jahren 1939 bis 1942 erbaut. Sie steht weitab der Autostraßen zu Füßen des Brocken, direkt an der deutsch-deutschen Grenze. Bei ihrem Bau wurde zum ersten Mal in Deutschland Rüttelgrobbleton verwendet.

Da die Eckertalsperre nur etwa die Hälfte des Harzeinzugsgebietes des Eckerbaches erfaßt, ist der natürliche Abfluß unterhalb der Talsperre bis zum Harzrand so groß, daß auf eine ständige zusätzliche Niedrigwasseraufhöhung verzichtet werden kann. Diese Randbedingung führt dazu, daß trotz geringen Stauraumes und hoher Zuflüsse, die mittlere Verweilzeit des Wassers im Stausee knapp ein Jahr beträgt. Für den seltenen Fall, daß bei einer gut gefüllten Talsperre ein Hochwasser zufließt, kann dieses in der Mitte der Mauer über eine Hochwasserentlastungsanlage abgeführt werden.

Nach der Sösetalsperre wurde die Eckertalsperre zur zweiten Basis für ein Trinkwasserfernversorgungssystem. Seit Fertigstellung der Wasseraufbereitungsanlage und der rund 84 km langen Fernwasserleitung im Jahr 1943 werden jährlich bis zu 14 Millionen Kubikmeter Trink- und Brauchwasser bis in den Raum Braunschweig und Wolfsburg geliefert. Die Schwierigkeiten des Volkswagen-



werkes mit der örtlichen Wasserqualität gaben den eigentlichen Anstoß zur Entstehung dieser Fernversorgung.

Neben dem Hochwasserschutz überwiegt an der Eckertalsperre ganz eindeutig die Trinkwasserversorgung als Hauptaufgabe. Dies geht schon daraus hervor, daß von der mittleren Jahresabflußsumme von  $15,6 \times 10^6$  m<sup>3</sup> rund  $14 \times 10^6$  m<sup>3</sup> für die Trinkwasserversorgung entnommen werden.

Vor 1973 war die Eckertalsperre die einzige Basis für die Fernwasserversorgung des Raumes Bad Harzburg, Goslar, Braunschweig und Wolfsburg. Heute, seit dem Anschluß an die Fernwasserleitung Grane Ost, ist sie ein Teil des Verbundsystems, das mit der Basis an der Graneltsperre viele Möglichkeiten einer zukünftigen Entwicklung der Trinkwasserversorgung in das Harzvorland offenhält.

Die Wasserentnahme kann über den Grundablaß oder einen Entnahmeschacht mit zwei Entnahmeöffnungen in 14 m und 29 m über dem Grundablaß erfolgen. Vor die Wasseraufbereitungsanlage ist ein Kraftwerk geschaltet, in dem der Staudruck aus der Talsperre abgearbeitet wird. Mit einer Ausbauleistung der Turbinen von 270 KW wird eine mittlere Jahresarbeit von 1,1 Gigawattstunden erzielt. Die Trinkwasserentnahme und auch die Grenzlage

verbieten eine öffentliche Nutzung der Eckertalsperre durch den Erholungs- und Freizeitbetrieb. Die Sportfischerei ist, jedenfalls für die Angler, in einem dystrophen Gewässer kaum interessant. Am Westufer des Sees führt ein Wander- und Holzabfuhrweg entlang, der viel begangen wird.

### Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet steigt vom Stauspiegel in 558 m über dem Meeresspiegel bis auf 1 140 m zum Brocken. Es grenzt direkt an das Einzugsgebiet des Oderteiches und ähnelt diesem im Typus sehr stark. Die Höhenlage bedingt hohe Jahresniederschläge. Im Mittel sind es 1 370 mm, die dem Stausee zufließen, wobei in Trockenjahren nur 800 mm, in nassen Jahren aber bis zu 1 720 mm fallen können. Der Stausee erhält nicht nur Wasser aus seinem natürlichen Abflußgebiet über den Eckerbach; aus dem westlich etwa parallel verlaufenden Fulelohnsbach wird Wasser über eine Rohrleitung eingespeist.

Die geologischen Formationen des Einzugsgebietes bestehen aus kalkfreien, kristallinen Gesteinen, dem Brockengranit und dem Eckergneis. Genau wie beim angrenzenden Abflußgebiet des Oderteiches befinden sich im Quellgebiet der Bäche große Moorflächen sowie weitflächig staunasse, anmoorige Böden, die mit Fichtenforsten bestockt sind. Fichtenmonokulturen, mit etwa 95% Flächenanteil, und die typischen Vegetationsformen der Moore auf den Hochflächen zwischen Brocken und Torfhaus, mit einem Flächenanteil von ca. 4,5%, stellen die dominierenden Pflanzengesellschaften im Eckereinzugsgebiet.

### Ufer

Das wenig gebuchtete, ungegliederte Seebecken ist gebogen und ca. 2 km lang. Wegen des stark schwankenden Stauspiegels hat sich eine seetypische Ufervegetation nicht ausgebildet. Schotter- und Geröllbänke prägen die Uferlinie. Bis auf die durch Kahlschlag künstlich freigehaltenen östlichen Uferstreifen reichen Fichtenbestände bis auf wenige Meter an die Staulinie heran. Die freiliegenden Uferstreifen werden von standorttypischer Pioniervegetation, in staunassen Bereichen von Seggen und Binsen besiedelt.

### Wasserbeschaffenheit

Die Summe der oben geschilderten Randbedingungen des Einzugsgebietes prägt den extremen Chemismus des Wassers, das über den Eckerbach als Hauptsammler dem Stausee zufließt. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenstellung typischer Daten.

Die sehr geringen Elektrolytkonzentrationen, der hohe Gehalt an Huminstoffen, der dadurch bedingte niedrige pH-Wert und die relativ hohen Schwermetallkonzentrationen charakterisieren den Stausee als typisch dystrophes Gewässer. An Gesamtphosphor wurden im Mittel 0,005 mg/l (max. 0,010 mg/l) gefunden, Phosphat-Phosphor ist normalerweise analytisch nicht nachweisbar, das heißt, kleiner als 0,001 mg/l. Daraus ergibt sich

Wasserchemische Daten des Eckerstausees; Mittel-, Minimum- und Maximum-Werte aus 1988.

Parameter	Einheit	Mittel	Minimum	Maximum
Trübung	FTU	1,20	0,82	1,75
SAK, 254 nm /m		10,2	8,9	11,0
SAK, 436 nm /m		0,34	0,28	0,42
el. Leitf. 20 °C	µS/cm	58	53	61
pH-Wert		4,6	4,4	4,9
Sauerstoff	mg/l	10,7	8,8	12,2
DOC	mg/l	2,8	2,7	3,2
TIC	mg/l	0,5	0,1	1,4
Chlorid	mg/l	3,0	2,9	3,4
Sulfat	mg/l	15,1	14,1	16,9
Nitrat	mg/l	4,5	4,1	5,1
Magnesium	mg/l	0,9	0,8	1,0
Calcium	mg/l	3,1	2,7	3,4
Aluminium	mg/l	0,65	0,40	0,84
Chrom	mg/l	0,0001	nn	0,0001
Mangan	mg/l	0,20	0,18	0,22
Eisen	mg/l	0,25	0,18	0,33
Nickel	mg/l	0,002	nn	0,004
Kupfer	mg/l	0,004	0,003	0,005
Zink	mg/l	0,07	0,06	0,08
Arsen	mg/l	0,0002	nn	0,0004
Selen	mg/l	nn	nn	nn
Cadmium	mg/l	0,002	0,001	0,002
Blei	mg/l	0,004	0,003	0,005

nn = nicht nachweisbar

eine geringe Phytoplanktonentwicklung, wie aus mittleren Chlorophyll-a-Werten von 0,005 mg/l (max. 0,010 mg/l) zu ersehen ist. Die hypolimnische Sauerstoffzehrung erreicht etwa 40%. Die sauerstoffzehrenden Substanzen entstammen zum größten Teil nicht der seeinternen Produktion, sie werden über den Zufluß als gelöste oder partikuläre organische Substanzen aus dem Einzugsgebiet in den Stausee hineingetragen.

Nicht allein das saure Milieu, auch der Phosphor-Mangel begrenzen die Bioproduktion im Gewässer, der See ist oligotroph.

In seinem Schichtungs- und Zirkulationstypus, Vollzirkulation des Wasserkörpers im Frühjahr und Herbst, Stagnationsperioden im Sommer und Winter, entspricht der Stausee den mitteleuropäischen Seen. Die Schichtdicke des Epilimnions erreicht im Sommer 6 bis 10 m Mächtigkeit. Aufgrund der Höhenlage von 558 m ü. NN kann die Eisbedeckung bis in den Mai andauern. Die starke Horizontüberhöhung ist Ursache für eine sehr spät einsetzende Herbstvollzirkulation, die häufig erst im November erfolgt.

### Flora und Fauna

Im Phytoplankton fehlen Kieselalgen fast vollständig. Nur gelegentlich treten *Asterionella formosa* und Tabellarien in zerbrechlicher, hyaliner Wuchsform auf.

Während des ganzen Jahres sind Cryptomonaden, Peridineen (*Gymnodinium*, *Glenodinium*) und nicht bestimmte andere, farblose Flagellaten anzutreffen. Während des Sommers werden regelmäßig Ciliaten, die Zoochlorellen enthalten, z. B. *Paramecium bursaria*, sowie *Ceratium hirundinella* gefunden. Nicht näher bestimmte Nanoplanktonformen können Individuendichten von 40 000 Zellen/ml erreichen. Im Zooplankton sind *Keratella (serrulata)*, *Brachionus*, *Rotaria*, *Polyarthra vulgaris*, *Bosmina coregoni*, *Diaptomus* und *Alona* anzutreffen. Das hier kurz skizzierte Bild der Planktonbesiedlung ist typisch für das dystrophe Gewässer. Viele der genannten Formen und Gruppen tolerieren extreme Lebensbedingungen, insbesondere das saure Milieu in der Eckertalsperre.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

An der Eckertalsperre ist wegen der Grenzsituation eine Schutzgebietsfestsetzung bisher nicht möglich gewesen. Da das Gebiet praktisch unbesiedelt ist und

aufgrund der oben beschriebenen Merkmale des Einzugsgebietes keine Qualitätsbeeinträchtigungen des Wassers aufgetreten sind, gab es bisher keine Probleme für die Trinkwasserversorgung aus dem Stausee. Mit dem Verfahren der Flockungsfiltration in offenen Schnellfilteranlagen, das heute als Stand der Technik angesehen wird, läßt sich das saure Eckerwasser (pH 4,2–5,2) mit der gleichen Sicherheit in der Prozeßführung und damit ohne Risiko für die angestrebte Trinkwasserqualität, wie jedes andere Oberflächenwasser mit neutralem pH-Wert, zu Trinkwasser aufbereiten.

#### Literatur

WIEDERHOLD, W. (1947): Die Fernwasserversorgung aus der Eckertalsperre. *Gwf* 88, (6), 161–166.

SCHMIDT, M. (1967): Die Talsperren im Westharz und ihre Aufgaben. *Wasser und Boden* 19, (10), 194–197.

# Oderteich

Topographische Karte: L 4328 Bad Lauterberg  
im Harz

Gewässersystem: Oder/Rhume/Leine/Aller/Weser

Stauziel: 723,3 m

Speicheroberfläche: 0,27 km<sup>2</sup>

Gesamtstauraum: 1,69 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

Maximale Tiefe: ca. 17 m

Mittlere Tiefe: 6,3 m

Ausbaugrad: 15%

Umgebungsfaktor: ca. 50

Länge des überstauten Tals: 1,6 km

Absperrbauwerk: 6 m mächtiger Dichtungskern aus  
gestampftem Granitgrus mit beidseitiger Zyklopen-  
mauerwerksverkleidung; Höhe 18 m

Kronenlänge: 135 m

Uferentwicklung: ca. 2,1

Talsperrentyp: Rinnensee

Vorsperre: keine

Zirkulationstyp: dimiktisch (s. Text)

Lage des Auslaufs: Grundablaß („Striegel“, s. Abb. 1)

Nutzung der Talsperre: ursprünglich Bereitstellung  
von Betriebswasser für den Bergbau (s. Text)

Einzugsgebiet Größe: 10,8 km<sup>2</sup> + 3,5 km<sup>2</sup>

(teilweise erschlossen über Beileitungen)

Nutzung der Landfläche: fast vollständig bewaldet;  
Naturschutzgebiet

Eigentümer/Betreiber: Land Niedersachsen/  
Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen

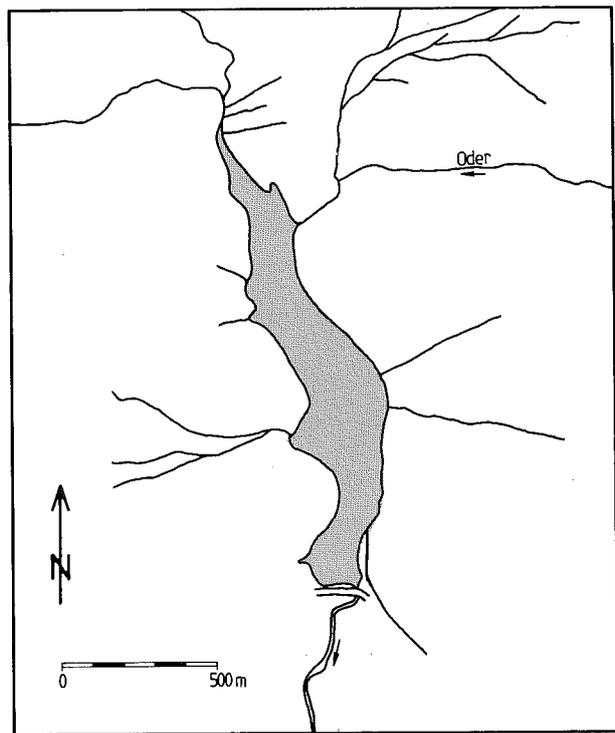
Jahr der Inbetriebnahme: 1721

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der Oderteich wurde bereits 1714–1721 erbaut. Er gilt somit als eine der ältesten Talsperren und war bis zum Ende des 19. Jahrhunderts auch die größte in Deutschland. Ihr ursprünglicher Zweck war die Bereitstellung von Antriebswasser für den Bergbau, das vor allem für den Betrieb der Pumpen zum Trockenhalten der Gruben benötigt wurde. Mit Erlöschen des Bergbaues in St. Andreasberg im Jahre 1910 entfiel diese ursprüngliche Nutzung.

Aus der ursprünglichen Nutzung erklären sich einige hydrologische Besonderheiten. Über das sich aus den natürlichen Gefälleverhältnissen ergebende Einzugsgebiet von 10,8 km<sup>2</sup> Größe hinaus wird zusätzlich eine etwa 3,5 km<sup>2</sup> große Fläche erschlossen. Dabei handelt es sich um höher gelegene Hangflächen, die von der Sperre aus gesehen talabwärts liegen. Von ihnen wird das abfließende Wasser teilweise in Hanggräben gefaßt und dem Oderteich zugeleitet.

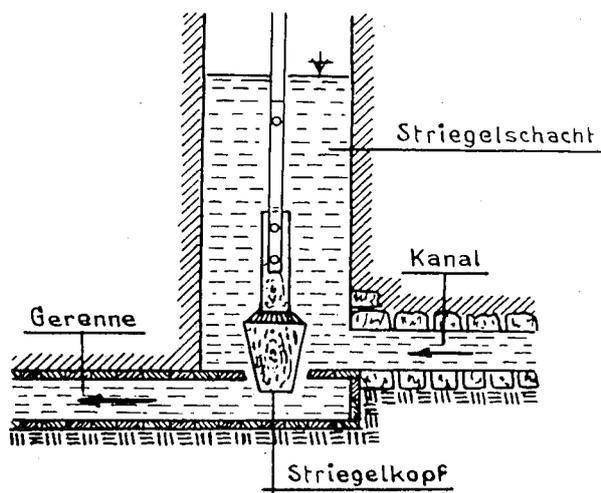
Um Betriebswasser mit möglichst großem Nutzgefälle zu gewinnen, wurde als künstlicher Ableiter aus dem Oderteich der an der westlichen Talseite annähernd hangparallele Rehberger Graben gebaut, der das Wasser über fast 8 km (davon rd. 750 m unterirdisch) nach St. Andreasberg führt. Über diesen Graben fließen im



Mittel 270 l/s ab; das sind immerhin 70–75% des gesamten mittleren Talsperrenabflusses. Mit dem aus dem Oderteich über das alte Grabensystem abgeleiteten Wasser (sowie mit weiteren Zuleitungen) werden heute noch in St. Andreasberg Wasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von rd. 1 300 KW betrieben in insgesamt 6 Kraftstufen mit Nutzgefälle zwischen 23 m und 200 m.

Die Nutzungsmöglichkeiten für eine Hochwasserrückhaltung sind wegen der Volumen- und Wassermengenverhältnisse sehr begrenzt. Der zur Verfügung stehende Rückhalteraum beträgt insgesamt nur rd. 400 000 m<sup>3</sup> bei einem MQ (Jahresmittelwert) von 0,37 m<sup>3</sup>/s. Der höchste bisher gemessene Abfluß betrug 44 m<sup>3</sup>/s (13. 01. 1948).

Die wohl größte Bedeutung hat der Oderteich als eines der Zeugnisse der alten Wasserwirtschaft des Bergbaues im Oberharz, deren älteste heute noch erhaltenen Anlagen aus dem 16. Jahrhundert stammen. Es ist wohl für jeden Besucher des Oberharzes eine beeindruckende Feststellung, daß im Harz das Wasser nicht (nur) bergab fließt, sondern vielfach (nahezu) hangparallel in kilometerlangen Gräben und Stollen. Dabei handelt es sich um ausgeklügelte Grabensysteme, die gelegentlich auch Wasserscheiden umgehen und Täler überqueren und die dazu dienen, Energie für den Bergbau bereitzustellen. So wird der Oderteich mit seinen zuführenden Hanggräben und den abfließenden Rehberger Graben als Kulturdenkmal erhalten und betrieben.



Schematische Darstellung des Grundablasses („Striegel“) am Oderteich (nach HAASE, 1985): Im Staudamm ist ein „Striegelschacht“ eingebaut, der über einen aus Granitsteinen gesetzten Kanal mit dem Talsperrenwasser Verbindung hat. Der Ablauf erfolgt über zwei aus Eichenholz bestehende „Geranne“. Den Verschluss bilden zwei keilförmige, ebenfalls aus Eichenholz gefertigte „Striegelköpfe“, die über ein Holzgestänge von oben bedient werden. Der Bedienmechanismus ist im „Striegelhaus“ auf der Dammkrone untergebracht.

#### Einzugsgebiet

Den geologischen Untergrund bildet kalkarmes Urgestein (Granit).

Das bis auf fast 930 m Höhe ansteigende Einzugsgebiet gehört zum Oberharz, einem der niederschlagsreichsten Gebiete Deutschlands (im Mittel etwa 1500 mm/a). Infolgedessen ist fast die Hälfte der Fläche von Mooren bedeckt, davon allerdings nur etwa 10% wald- und baumfrei. Auch die übrige Fläche ist fast vollständig bewaldet (Nadelwald).

Das gesamte Einzugsgebiet (einschließlich Oderteich) gehört zum Naturschutzgebiet „Oberharz“. Es ist mit Ausnahme der kleinen Siedlung Oderbrück unbewohnt.

#### Ufer

Der Oderteich wird von Fichtenwald umgeben, der vielfach bis an die Wasserlinie heranreicht. Vor allem im Nordteil der Talsperre finden sich im Uferbereich Hochmoorgesellschaften. Das Ufer wird teilweise durch mächtige Granitblöcke gebildet (so z. B. am Ostufer), teilweise durch feinere Verwitterungsprodukte („Granitgrus“).

Über die Ufervegetation liegt nur eine Untersuchung aus dem Jahre 1963 vor (RUNGE 1964). Danach wachsen die vorkommenden Pflanzengesellschaften überwiegend oder gar ausschließlich auf einer unterschiedlich starken Schicht von Torf und humosem Schlamm, die sich vor

allem an den flacheren Uferpartien im Nordteil des Oderteiches und im Mündungsbereich kleinerer Zuflüsse findet. Dort ist die Zonierung am deutlichsten ausgeprägt.

Schwimblattpflanzen (z. B. Laichkräuter) fehlen. Die unterste Zone bilden Moosbestände, die bis zu einer Tiefe von mehr als 1 m unter Stauspiegel vorkommen, bestehend aus verschiedenen *Sphagnum*-Arten oder *Drepanocladus fluitans*. Darüber, ebenfalls noch unterhalb des Stauspiegels kommen Bestände von verschiedenen Gräsern und Binsen hinzu: Flutender Schwaden (*Glyceria fluitans*), Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Fadenförmige Binse (*Juncus filiformis*), Rasenbinse (*Juncus bulbosus*), lokal auch Wasserstern (*Callitriche hamulata*).

An wenigen Stellen schließt sich oberhalb, etwa in Höhe des Stauspiegels, ein Schnabeleggenried an mit *Carex inflata*, begleitet von verschiedenen Moosarten.

Die Pflanzengesellschaften des Oderteiches gleichen denen der norddeutschen dystrophen Heidegewässer und Hochmoorseen, sie sind allerdings, vor allem wegen der Wasserstandsschwankungen, weniger gut ausgebildet.

#### Wasserbeschaffenheit

Nach Beckenmorphologie und klimatischen Randbedingungen des Oberharzes wäre ein dimiktisches Verhalten mit Zirkulationsphasen im Frühjahr und Herbst bzw. Schichtungsperioden im Sommer und Winter (bei Eisbedeckung) zu erwarten. Tatsächlich ist der Oderteich im Sommer geschichtet. Diese Schichtung wird sich wegen der Höhenlage vermutlich erst im Mai ausbilden.

Der Abfluß erfolgt über einen Grundablaß (außer im Hochwasserfalle). Bei den im Verhältnis zum Talsperrenvolumen hohen Durchflußmengen – mittlere Erneuerungszeit nur 50 Tage – sollte man erwarten, daß das Hypolimnion sehr bald abgezogen ist und die Schichtung sich auflöst. Die Zuflüsse sind aber bis in den Juni hinein sehr kalt mit Temperaturen im Bereich von 4–6 °C. Man kann daher annehmen (leider gibt es offenbar keine Untersuchungen dazu), daß sie sich im Hypolimnion einschichten. Der Durchflußweg des Wassers wäre dann Zufluß – Hypolimnion (das ständig erneuert wird) – Ablauf, so daß – im Gegensatz zu geschichteten Seen mit Oberflächenabfluß – das Epilimnion zum „konservativen“, im See zurückgehaltenen Teil des Wasserkörpers wird.

Das Schichtungsbild ändert sich, wenn die Wasserführung der Zuflüsse im Sommer während trockener Perioden stark abnimmt. Die Zuflüsse können sich dann im Juli/August bis auf etwa 10–15 °C aufwärmen, so daß sie sich nicht mehr im Hypolimnion einschichten. Die Ablaufmenge wird relativ konstant gehalten (Energiegewinnung; s. o.), so daß im Sommer zeitweilig mehr Wasser abläuft, als dem Oderteich zufließt. Der Wasserstand sinkt stark ab. Das kalte Tiefenwasser wird abgezogen, so daß sich die Schichtung frühzeitig wieder

auflösen kann: So hatte der Ablauf am 13. 07. 89 eine Temperatur von 17,1 °C (bei Temperaturen von 10–14 °C in den Zuflüssen).

Bereits die braune Wasserfarbe charakterisiert den Oderteich als dystrophes Gewässer. Die Sichttiefe ist mit kaum mehr als 1m entsprechend gering.

Die Geologie des Einzugsgebietes prägt den Charakter des Wassers: Es ist extrem elektrolytarm mit Leitfähigkeitswerten, die zwischen 50 und 110  $\mu\text{S}_{20}/\text{cm}$  schwanken. Die Calciumkonzentrationen liegen bei etwa 2 mg/l, die Summe aller anorganischer Ionen bei etwa 0,4–0,5 mval/l. Das Wasser des Oderteiches ist natürlicherweise sauer. Messungen in den letzten Jahren ergaben im Bereich von pH 4 liegende Werte. Der Schwankungsbereich dürfte etwa pH 3,6–4,8 betragen. (Vereinzelt mitgeteilte Werte von pH 3,5 oder noch darunter erscheinen unwahrscheinlich, da sie im Widerspruch zu den angegebenen Werten der elektrischen Leitfähigkeit stehen.)

Infolge des sauren Charakters des Wassers sind die Konzentrationen gelöster Spurenmetalle erhöht, z. B. Eisen bis 240  $\mu\text{g}/\text{l}$  Fe, Mangan mit 160  $\mu\text{g}/\text{l}$  Mn, Aluminium mit 560–720  $\mu\text{g}/\text{l}$  Al.

Der Oderteich gilt als versauert. Über das Ausmaß der Versauerung besteht keine einheitliche Auffassung. Die Annahme, daß der pH-Wert früher bei 5–6 gelegen haben soll, stützt sich auf die Tatsache, daß bis etwa zur Jahrhundertwende am Oderteich Fischerei betrieben wurde. Die Annahme erscheint jedoch nur berechtigt, wenn der Fischbestand sich aus autochthoner Reproduktion rekrutierte (was nur bei pH > 4,5–5,0 möglich ist) und nicht aus künstlichem Besatz.

Der Geologie des Einzugsgebietes entsprechen die sehr geringen Phosphatkonzentrationen. Die wenigen vorliegenden Bestimmungen ergaben für ortho-Phosphat Werte im Bereich von 1  $\mu\text{g}/\text{l}$  P. Demgegenüber sind die Nitratkonzentrationen relativ hoch; sie können bis über 1 mg/l N ansteigen. Nur vereinzelt durchgeführte Analysen von Ammonium ergaben Konzentrationen im Bereich von 0,05–0,2 mg/l N.

#### Flora und Fauna

Über das Phytoplankton ist fast nichts bekannt. Es ist anzunehmen, daß es dem der Eckertalsperre (vergleichbare geologische und geographische Randbedingungen, gleichartige Wasserqualität) gleicht. Wie dort, dominieren auch im Oderteich, zumindestens zeitweilig, nanoplanktische Formen (Zelldurchmesser um 3  $\mu\text{m}$ ), die eine Dichte von 20 000 Zellen/ml erreichen können (April 1989).

Das Zooplankton ist artenarm. WILLERS (1988) nennt nur 8 Arten (45 untersuchte Proben aus der Zeit Mai 1987 bis Mai 1988). Vier zusätzliche Arten wurden im April 1989 gefunden. Offenbar ganzjährig dominiert der Blattfußkrebis *Eubosmina longispina*, ein typischer (säuretoleranter) Bewohner oligotropher Heide- und Moorgewässer.

Ebenfalls Charakterarten saurer, kalkarmer Gewässer sind die Blattfußkrebse *Alona guttata* und *Acantholeberis curvirostris* sowie das Rädertier *Keratella serrulata*. Daneben kommen – wenn auch nur in geringer Zahl – einige Arten vor, die keine besonderen Ansprüche an die Wasserqualität ihres Lebensraumes stellen und daher in Gewässern aller Art anzutreffen sind, wie z. B. der Blattfußkrebis *Chydorus sphaericus* oder die Ruderfußkrebse *Acanthocyclops robustus*, *Eucyclops serrulatus* oder *Eudiaptomus gracilis*. Bemerkenswert erscheint der Fund von *Kellicottia bostoniensis* (April 1989), ein aus Nordamerika stammendes Rädertier, über dessen Verbreitung in Mitteleuropa offenbar bisher sehr wenig bekannt ist, das aber bereits in mehreren (meist schwach bis mäßig eutrophen) Seen in Niedersachsen gefunden wurde.

Ebenfalls artenarm ist das Benthon. WILLERS (1988) fand vier Kleinkrebsarten (darunter den auch im Plankton angetroffenen *Acanthocyclops*), Larven von 9 Insektenarten (ausschließlich Chironomiden) sowie zwei Oligochaeten.

Über die sonstige aquatische Fauna ist nur bekannt, daß Fische nicht (mehr) vorkommen.

#### Sediment

Die maximale Mächtigkeit an der tiefsten Stelle nahe der Staumauer beträgt etwa 1 m. Das Sediment ist hier zusammengesetzt aus teils humusreichem, teils tonig-siltigem Material. Eingelagerte Sand- und Gruslagen sowie organische Lagen, die überwiegend aus Fichtennadeln und feinen Ästen bestehen, zeigen, daß das Sediment vor allem allochthoner Herkunft ist. Gleiches gilt für die Mündungsbereiche der Zuflüsse, wo der Anteil an größerem Material im Sediment höher ist, sowie für die gesamte Tiefenrinne des Oderteiches, in der streckenweise Sand- und Kieslagen auftreten. In den flacheren Uferbereichen findet sich stellenweise ein humusreicher Schlamm mit Torf- und Gräserresten.

Insgesamt ist der Anteil des autochthon gebildeten Materials am Sediment des Oderteiches als gering bis sehr gering einzuschätzen. Es ist daher weniger ein Dokument der autochthonen Stoffwechselprozesse, sondern vielmehr ein Abbild der hydrologischen, geographischen und geologischen Randbedingungen des Oderteiches.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Der am nördlichen Rand der Mittelgebirge gelegene Harz mit seinen hohen Niederschlägen ist im besonderem Maße der Belastung durch Luftschadstoffe ausgesetzt. Für den aufgrund der Geologie und der Vegetationsbedeckung seines Einzugsgebietes elektrolytarmen, schwach gepufferten und ohnehin schon sauren Oderteich sind dabei die Säurebildner (Schwefel- und Stickstoffoxide) von besonderer Bedeutung. Hinzu kommen wahrscheinlich Belastungen durch Schwermetalle (Zink, Blei), die über den atmosphärischen Ferntransport von Stäuben eingetragen werden. Sie werden nicht im Sedi-

ment des Oderteiches deponiert, sondern aufgrund des geringen pH-Wertes in gelöster Form abtransportiert. Gegen diese anthropogenen Belastungen gibt es keine Möglichkeit von Schutzmaßnahmen im Einzugsgebiet des Oderteiches oder an der Talsperre selbst.

#### Literatur

HAASE, H. & W. LAMPE: Kunstbauten alter Wasserwirtschaft im Oberharz Hanggräben, Teiche, Stollen in Landschaft und Geschichte 160 S.; 5. Aufl. 1985, Clausthal-Zellerfeld.

JENSEN, U. (1987): Die Moore des Hochharzes Naturschutz Landschaftspf. Nieders. 15, 1–93.

MATSCHULLAT, J., H. HEINRICHS, J. SCHNEIDER & M. STURM (1987): Schwermetallgehalte in Seesedimenten des Westharzes (BRD) Chem. Erde 47, 181–194.

RUNGE, F. (1964): Die Pflanzengesellschaften des Oderteiches im Oberharz Beitr. z. Naturkunde Niedersachsens 17, (4), 81–86.

WILLERS, J. (1988): Plankton- und Benthon-Zoozönosen einer versauerten (Oderteich) und einer versauerungsgefährdeten Talsperre (Sösestausee) im Harz – 96 S.; Diplomarbeit Universität Göttingen.

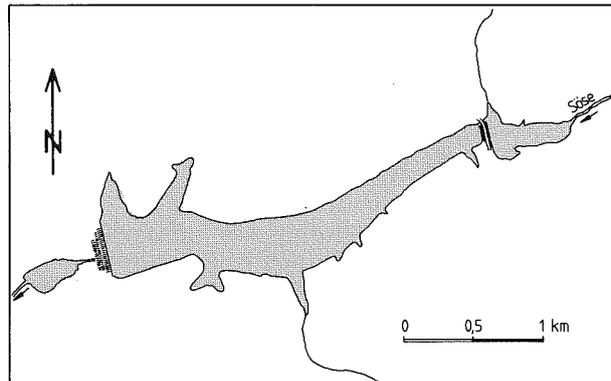
# Sösetalsperre

Topographische Karte: L 4326, L 4328, Osterode  
Gewässersystem: Söse/Rhume/Leine/Aller/Weser  
Stauziel: 326 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 1,20 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 26,30 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 49 m  
Mittlere Tiefe: 22 m  
Ausbaugrad: 65%  
Umgebungsfaktor: 42  
Länge des überstauten Tals: 2,8 km  
Absperrbauwerk: Erddamm mit Betonkern  
Kronenlänge: 485 m  
Uferentwicklung: ca. 3  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Form  
Vorsperre: 1 Vorsperre  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß mit 2 Entnahmetürmen 6 m und 9 m über Grund  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Energieerzeugung  
Einzugsgebiet: 50 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: 96% Forsten  
3,2% Wiesen und Weiden  
0,8% Siedlung  
Einwohner: 422  
Eigentümer und Betreiber: Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1931

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Sösetalsperre entstand als erstes Bauwerk der modernen Wasserwirtschaft im Harz in den Jahren 1928 bis 1931. Zusammen mit einer Trinkwasseraufbereitungsanlage und der etwa 200km langen Wasserleitung bis nach Bremen, die 1934 fertiggestellt wurde, entstand hier das erste Fernwasserversorgungssystem auf der Basis einer Harztalsperre. Dies war der erste Schritt zum Aufbau eines überregionalen Verbundsystems zur Versorgung niedersächsischer Wassermangelgebiete mit Trinkwasser aus dem Harz. Die Trinkwasserversorgung als Aufgabe der Wasserwirtschaft wurde damals schon deutlich neben die anderen Hauptaufgaben, Hochwasserschutz und Energieerzeugung, in den Vordergrund gerückt.

Die Geschichte der Wasserwirtschaft und des Bergbaus im Harz zeigt eine sehr interessante Entwicklung der Technik, die in enger Kopplung an die Notwendigkeiten und Anforderungen des Bergbaus in dieser Region entstanden ist. Die Hauptaufgabe der frühen Wasserwirtschaft war ganz klar die Bereitstellung von Antriebswasser, das für den Betrieb sämtlicher im Bergbau eingesetzter Maschinen benötigt wurde. Eine leistungsfähige Wasserwirtschaft war für die Weiterentwicklung des Bergbaus lebensnotwendig. Der Niedergang des Harzer Bergbaus um das Jahr 1349 war nicht nur eine Folge der Pest und des Holz Mangels, sondern auch bedingt durch



Probleme, die bei zunehmender Tiefe der Gruben und Schächte durch einsickerndes Wasser immer größer wurden. Mit der Wiederaufnahme des Bergbaus entstand etwa ab 1525 ausschließlich für ihn und die angeschlossenen Verhüttungsbetriebe ein weitverzweigtes System aus Teichen, kleinen Talsperren und Wasserüberleitungsgräben, von dem bis heute ein Großteil der Gräben und über 70 Teiche erhalten geblieben sind. Das leistungsfähige Speichersystem war in der Lage, auch in Trockenzeiten genügend Wasser bereitzustellen, um die Pumpen anzutreiben, mit denen das ständig eindringende Grundwasser gefördert und abgeleitet werden konnte. Bei Wassernot drohte die Gefahr des „Absaufens“ der Gruben und damit der Stillstand des Bergbaus, eine Situation, die für einen Wirtschaftsraum, der nur vom Bergbau lebte, jeweils schwere Folgen hatte.

Als am Anfang dieses Jahrhunderts der Oberharzer Bergbau zum Erliegen kam, verlor die Oberharzer Wasserwirtschaft ihre frühere Bedeutung. Neue Aufgaben im Harz und Harzvorland rückten in den Vordergrund. Jahrzehntlang wurde über Möglichkeiten und Notwendigkeiten vor allem der Energieerzeugung, des Hochwasserschutzes und der Niedrigwasseraufhöhung diskutiert, bis man zu der endgültigen Erkenntnis kam, daß aufgrund der geringen verfügbaren Wassermengen und der zu geringen Fallhöhen eine Wasserkraftenerzeugung für sich allein im Harz nicht wirtschaftlich sein würde. Als vordringliche Aufgaben wurden der Hochwasserschutz und die Trinkwasserversorgung festgeschrieben. Unter dem Eindruck katastrophaler Naturereignisse, einem außergewöhnlich starken Hochwasser um die Jahreswende 1925/26 mit verheerenden Überschwemmungen im Harzvorland und einer Typhusepidemie im Leinetal, die 300 Todesopfer forderte, entschloß sich der Hannoversche Provinziallandtag zum Handeln. Es kam zur Gründung der „Harzwasserwerke“. Die neue Gesellschaft erhielt zur Lösung der wasserwirtschaftlichen Probleme im Harz und Harzvorland die Aufgabe, Anlagen für den Hochwasserschutz und die Trinkwasserversorgung zu bauen und zu betreiben.

Im Jahr 1928 wurde mit dem Bau der Sösetalsperre begonnen. Bis 1969 wurden 5 weitere Talsperren im West-

harz gebaut, von denen zwei, die Ecker- und die Granetalsperre, ebenso wie die Sösetalsperre, direkt als Trinkwasserreservoir genutzt werden. Zwei weitere, die Oker- und die Innerstetalsperre, sind durch Stollen und Pumpleitungen an die Granetalsperre angeschlossen. Durch diesen Verbund können Hochwässer in die Granetalsperre übergeleitet und zur Trinkwasserversorgung genutzt werden.

Die Sösetalsperre erfüllt die wasserwirtschaftlichen Aufgaben Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung und Energieerzeugung. Für die Trinkwasserversorgung werden jährlich etwa  $17 \times 10^9$  m<sup>3</sup> Wasser dem Stausee entnommen und nach Passage der Aufbereitungsanlagen in die Fernleitungen Söse Süd und Söse Nord eingespeist. Die Südleitung führt seit 1980 Trinkwasser nach Göttingen, die Nordleitung stellt seit 1934 die Verbindung zu den Städten Osterode, Hildesheim, Hannover, Bremen und einer großen Zahl dazwischen angeschlossener kleiner Abnehmer sicher. Wegen der Trinkwasserentnahme ist die öffentliche Nutzung des Stausees durch den Freizeit- und Erholungsbetrieb verboten. Der Ufersaum darf nur zur Ausübung der Sportfischerei betreten werden; der See ist zur fischereilichen Nutzung verpachtet an den Landessportfischerverband.

Das Gebiet der Sösetalsperre ist ein beliebtes Ausflugsziel. Viele Forstwege im Bereich um den Stausee herum, die für den öffentlichen Fahrverkehr gesperrt sind, bieten die Möglichkeit, ungestört zu wandern.

Die Nutzung des Wassers zur Energieerzeugung über zwei Turbinen (Jahresarbeit 3,1 Gigawattstunden bei einer Ausbauleistung von 1,52 Megawatt) machte den Bau eines Ausgleichsbeckens direkt unterhalb der Hauptsperre notwendig. Aus dem Becken wird das Triebwasser, das während der Tagesspitzenzeit über die Turbinen abgearbeitet wird, gleichmäßig an den Unterlauf des Sösebaches abgegeben.

#### **Einzugsgebiet**

Die Hauptachse des Sösetals verläuft in Nordost-Südwest-Richtung. Im Südosten wird es begrenzt durch den Acker-Bruchberg-Zug, der von 600 m auf 850 m Höhe ansteigt. Auf der Nordwestseite steigen die Hänge bis zur Clausthaler Hochfläche auf etwa 600–650 m ü. NN an. Bei einem mittleren Jahresniederschlag von 1 310 mm erhält der Stausee aus dem 49 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiet eine mittlere Jahresabflußsumme von  $39 \times 10^6$  m<sup>3</sup>.

Die geringe Intensität der Flächennutzung des Einzugsgebietes mit 96 % Forsten, 3,2 % Wiesen und Weiden und nur 0,8 % Siedlungsflächen erfüllt optimal die Vorbedingung für eine möglichst geringe anthropogene Beeinträchtigung der Qualität des abfließenden Wassers. Die einzige Ortschaft oberhalb des Stausees, Riefensbeek-Kamschlacken, zählt 422 Einwohner. Eine Sammelleitung nimmt sämtliche Abwässer des Siedlungsbereiches auf, führt sie um den Stausee herum und aus dem Harz heraus bis in die Kanalisation der Stadt Osterode.

#### **Ufer**

Das in einer Länge von etwa 3 km überflutete Kerbtal hat einen Rinnensee mit nur vier Buchten von mehr als 100 m Tiefe und ansonsten geringer Uferentwicklung entstehen lassen. Der Waldstreifen zwischen den höhenparallel zum Ufer verlaufenden Straßen und Forstwegen reicht überall bis an die Uferlinie. Am Südostufer ist die Fichte, entlang des Nordwestufers ist Laubmischwald mit Erle, Buche, Birke, Esche, Eberesche, Pappel und Weide bestandsbildend. Im Uferbereich der Hauptsperre hat es aufgrund des stark schwankenden Stauspiegels keine Entwicklung einer seentypischen Ufervegetation geben können. Schotter- und Geröllbänke prägen, außer zu Zeiten des Vollstaus, das normale Bild der Uferlinie. Dies ist ohne Frage typisch für alle großen Harztalsperren. Die Ufer der Vorsperre haben sich wegen des gleich bleibenden Stauspiegels anders entwickeln können. Hier gibt es im flachen Litoral der Stauwurzel einen etwa 20 m tiefen Röhrichtgürtel.

#### **Wasserbeschaffenheit**

Im Schichtungs- und Zirkulationsverhalten seines Wasserkörpers entspricht der Stausee dem Typ mittlereuropäischer Seen: Vollzirkulation im Frühjahr und im Herbst, Stagnationsperioden im Sommer und im Winter. Während der Sommerstagnation erreicht das Epilimnion eine Schichtdicke von 7 bis 10 m.

Die Niederschlagswässer treten auf ihrem Weg durch das Einzugsgebiet, beim Durchsickern der Böden, der Verwitterungsschuttmassen und der Klüfte, mit den Gesteinen Quarzit, Kieseliefer, Tonschiefer, Diabas und Grauwacke in engen Kontakt. Durch Verwitterungsreaktionen wird hierbei der Chemismus des Wassers typisch geprägt. Die Bäche liefern daher kalkarme, schwach gepufferte und nährstoffarme Wässer in den Stausee. Das elektrolytarme Wasser hat eine elektrische Leitfähigkeit von ca. 0,1 mS/cm. Die Calcium- und Magnesiumgehalte liegen bei 6 mg/l und 3 mg/l. Der pH-Wert schwankt zwischen 6,3 und 7,0 im Hypolimnion und 6,8 bis 7,2 im Epilimnion. Der Gehalt an Gesamtphosphor ist im Mittel mit 0,005 mg/l (max. 0,010 mg/l) sehr gering. Freies, pflanzenverfügbares Phosphat ist überwiegend chemisch nicht nachweisbar. Wegen dieser sehr geringen Nährstoffversorgung gibt es nur eine schwache Phytoplanktonentwicklung. Es werden Chlorophyll-a-Gehalte von durchschnittlich 0,001 bis 0,002 mg/l (max. 0,005–0,008 mg/l) gemessen. Die Sichttiefen liegen zwischen 5 und 15 m. Am Ende der Sommerstagnation ist die hypolimnische Sauerstoffkonzentration meistens größer als 90 %. Der Stausee ist oligotroph, Phosphat ist der wachstumsbegrenzende Faktor.

#### **Flora und Fauna**

Das Phytoplankton ist artenreich, aber individuenarm. Im Winter dominieren Diatomeen, meistens vertreten durch *Asterionella formosa*, Cryptomonaden wie *Rhodomonas lens* und *Cryptomonas ovata*. Im Frühjahr und Frühsommer treten verschiedene Peridineenarten, auch *Ceratium hirundinella*, und Chrysophyceen, insbesondere

Dinobryonarten, auf. Während des Spätsommers findet man Formen wie *Sphaerocystis Schroeteri*, *Eudorina elegans* und *Uroglenopsis americana* neben den schon genannten Arten. Die quantitativen Zahlen liegen im Mittel bei kleiner gleich 1 000 Zellen im Milliliter.

Die häufigsten Zooplankter, die im Netzplankton erfaßt wurden, sind *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Diaptomus*, *Cyclops*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra trigla* und *Conochilus unicornis*. Der Stausee ist ein typisches Salmonidengewässer. In den 50er Jahren wurde durch unsinnige Besatzmaßnahmen Zander in den See gebracht, was nach Aussagen von Sportfischern einen erheblichen Einbruch der Salmonidenpopulation zur Folge hatte. Einzelheiten über die heute vorhandenen Fischpopulationen sind nicht bekannt.

#### **Sediment**

Die seit Bestehen der Sösetalsperre natürlich ablaufende Sedimentation hat zur Ablagerung einer Sedimentschicht von 10 bis 50 cm Schichtdicke am Gewässerboden geführt. Die Hauptbestandteile sind bis zu 90 % Mineralien, die als Hochwassertrübungen eingetragen wurden, bis zu 10 % organische Substanz, bestehend aus Resten von eingeschwemmten und im Stausee selbst gewachsenen Tieren und Pflanzen und bis zu 5 % aus im Seewasser ausgefällten Eisen-, Mangan- und Aluminium-Oxidhydraten. Als Nebenbestandteile von weniger als 1 % sind Metalle wie Zink, Blei, Kupfer, Chrom, Nickel, Cobalt und Cadmium in schwerlöslichen Verbindungen oder adsorptiv an Tonminerale und Schwermetallhydroxide gebunden, enthalten.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Das gesamte Einzugsgebiet der Sösetalsperre wurde auf dem Verordnungswege als Trinkwasserschutzgebiet ausgewiesen. Seit Inbetriebnahme der Trinkwasseraufbereitung aus der Sösetalsperre im Jahr 1934 wurden die Abwässer der Ortschaft Riefensbeek-Kamschlacken nach Reinigung in einer mechanisch-biologisch arbeitenden Kleinkläranlage in die Vorsperre eingeleitet. Die Vorsperre wurde als nährstoffeliminierende Vorstufe zur Haupt-

sperre genutzt. Nachdem 35 Jahre lang dieses Verfahren relativ geringe Schwierigkeiten bereitete, kam es im Frühjahr 1969 nach einem hochsommerlichen Warmlufteinbruch auf die zugefrorene Vorsperre zu einer Massenentwicklung von Algen (*Synura uvella*). Die Algen sammelten sich in einer dünnen Wasserlamelle dicht unter dem Eis und wurden aus der Vorsperre in die Hauptsperre ausgeschwemmt. Durch die starken mechanischen Einwirkungen beim Überfall aus der Vor- in die Hauptsperre wurde ein Großteil der Algenzellen zerstört und Zellinhaltsstoffe freigesetzt, die dem Wasser einen unangenehmen „Saure-Gurken“-Geschmack verliehen. Diese unerwartete Geschmackskomponente konnte im Wasserwerk durch die Aufbereitung nicht beseitigt werden und führte zu verständlichem Widerspruch der Trinkwasserkunden.

Dieses doch recht isoliert dastehende Ereignis führte bei den Harzwasserwerken zu der Entscheidung, in allen Einzugsgebieten der Trinkwassertalsperren im Harz wirkungsvolle Sanierungsmaßnahmen vorzunehmen. In der Folge wurden in allen gefährdeten Abflußgebieten Abwassersammelleitungen gebaut, die sämtliche Abwässer aus den Talsperrenbereichen heraus bis ins Harzvorland ableiten. Die Sanierung des Söseeinzugsgebietes erfolgte 1970. Seither wird der Kläranlagenablauf des Ortes Riefensbeek-Kamschlacken über eine 7,1 km lange Leitung um den Stausee herum bis in die Kanalisation der Stadt Osterode geführt. Als Folge dieser Maßnahme sind bis heute stärkere Algenentwicklungen in der Vor- und Hauptsperre nicht mehr aufgetreten. Der Sösestausee ist oligotroph, eine Eutrophierung ist durch die wirkungsvolle Sanierungsmaßnahme verhindert worden.

#### **Literatur**

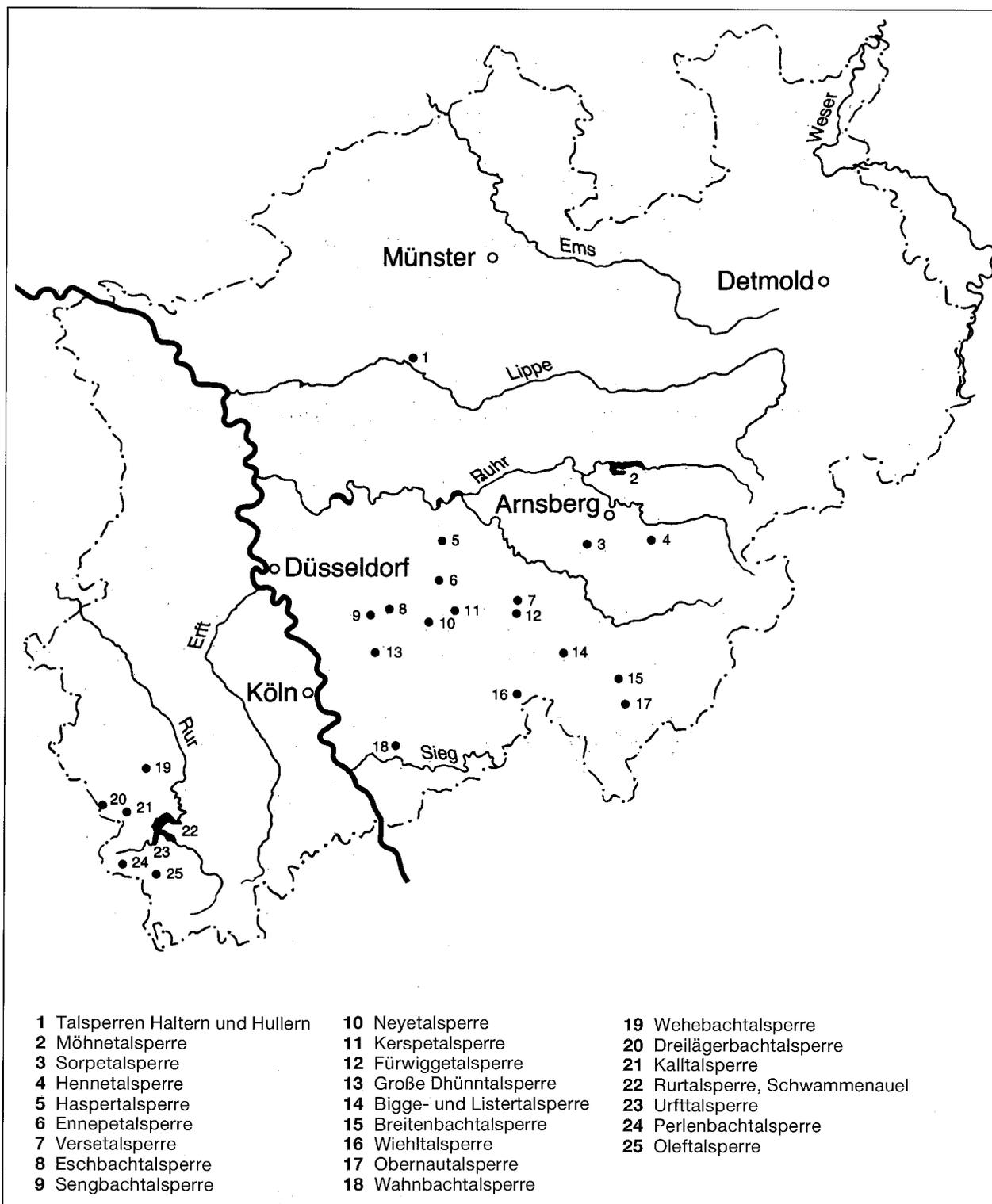
KENNERKNECHT, F. (1931): Die Sösetalsperre im Harz. – VDI-Zeitschrift, 75, (5), 135–137.

SCHMIDT, M. (1967): Die Talsperren im Westharz und ihre Aufgaben. – Wasser und Boden 19, (10), 194–197.

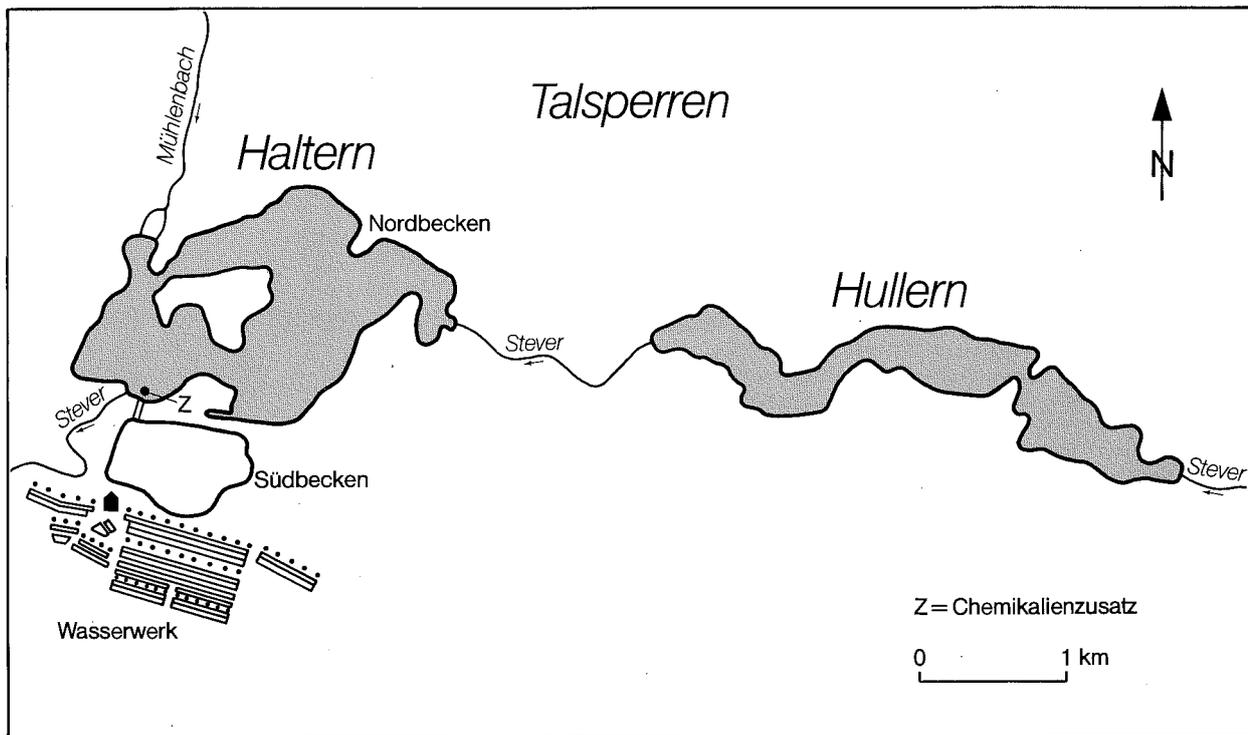
SCHMIDT, M. (1987): Die Oberharzer Bergbauteiche. – In: Historische Talsperren. – Verlag Konrad Wittwer GmbH, Stuttgart

SCHMIDT, M. (1989): Die Wasserwirtschaft des Oberharzer Bergbaues. – Schriftenreihe der Frontius-Gesellschaft e. V. (13).

## 10.5 Nordrhein-Westfalen



# Haltern, Hullern



Topographische Karte: L 4308 Haltern  
 Gewässersystem: Mühlenbach/Steuer/Lippe/Rhein  
 Stauziel: Hullern 40,40 m ü. NN  
 Haltern-Nordbecken 39,40 m ü. NN  
 Haltern-Südbecken 39,40 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: Hullern 1,5 km<sup>2</sup>  
 Haltern-Nordbecken 2,5 km<sup>2</sup>, -Südbecken 0,6 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: Hullern 11,0 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Haltern-Nordbecken 16,5 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Haltern-Südbecken 4,0 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe (= mittlere): Hullern 8 m  
 Haltern-Nordbecken 7 m, -Südbecken 7 m  
 Ausbaugrad: Hullern 6,25 %  
 Haltern-Nordbecken 6,70 %, -Südbecken 5,10 %  
 Umgebungsfaktor: Hullern 400  
 Haltern-Nordbecken 350, -Südbecken 1 463  
 Länge des überstauten Tals: Hullern 4,3 km  
 Haltern-Nordbecken 3,0 km, -Südbecken 1,1 km  
 Absperrbauwerk: Dämme mit Wehr  
 Kronenlänge: Hullern 180 m  
 Haltern-Nordbecken 100 m  
 Uferentwicklung: Hullern ca. 2,3  
 Haltern-Nordbecken ca. 2,4, -Südbecken ca. 1,1  
 Talsperrentyp: Flachsee  
 Vorsperre: keine  
 Zirkulationstyp: Hullern  
 nur tageweise geschichtet

Haltern-Nordbecken  
 nur tageweise geschichtet  
 Haltern-Südbecken  
 ständig durchmischet  
 Lage der Ausläufe: Hullern über Walzenwehr in  
 Zwischensteuer; Haltern-Nordbecken a) über Walzen-  
 wehr in Untersteuer, b) über Düker ins Südbecken;  
 Haltern-Südbecken über 3 Entnahmebauwerke in die  
 Wassergewinnungsanlage des Wasserwerkes  
 Nutzung der Talsperren: Hullern Rohwasserspeicher  
 Haltern-Nordbecken Rohwasserspeicher,  
 Freizeit (Segeln, Surfen, Baden, Angelsport);  
 Haltern-Südbecken Rohwasserspeicher,  
 Reaktionsbecken für Flockungsmittel und Aktivkohle  
 Einzugsgebiet: Steuer 600 km<sup>2</sup>,  
 Mühlenbach 278 km<sup>2</sup>  
 Nutzung der Landfläche: Wald 204 km<sup>2</sup>,  
 Grünland 263 km<sup>2</sup>, Ackerland 282 km<sup>2</sup>,  
 bebaut 29 km<sup>2</sup>  
 Einwohner: 120 000  
 Eigentümer: GELSENWASSER AG  
 Jahr der Inbetriebnahme: Hullern 1985, Haltern 1930

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Das Wasserwerk Haltern der GELSENWASSER AG  
 wurde 1908 in Betrieb genommen. Heute versorgt es über  
 eine Million Menschen, Gewerbe und Industrie in

20 Städten der Emscherzone und im Münsterland. Die jährliche Förderung liegt bei ca. 110 Mio m<sup>3</sup>.

Die bis zu 200 m mächtigen Schichten der Halterner Sande aus der Kreidezeit bieten geologisch und hydrogeologisch hervorragende Voraussetzungen für die Trinkwassergewinnung.

Anfänglich basierte die Trinkwasserförderung ausschließlich auf dem natürlich vorhandenen Grundwasser. Als der steigende Wasserbedarf des nördlichen Ruhrgebietes nicht mehr gedeckt werden konnte, wurde 1914 die „künstliche“ Grundwasseranreicherung in Haltern eingeführt. Dieses Verfahren hatte sich seit der Jahrhundertwende im Ruhrtal bewährt. Seitdem wird Oberflächenwasser über großflächige offene Langsandsandfilter in den Untergrund versickert. Das infiltrierte Wasser vermischt sich mit dem natürlich vorhandenen Grundwasser und wird gemeinsam mit diesem nach ca. 8 bis 12 Wochen Verweilzeit zutage gefördert. Um jahreszeitlich bedingte Abflussschwankungen des Oberflächenwassers auszugleichen, insbesondere um sommerliche Niedrigwasserperioden überbrücken zu können, wurden die Talsperren Haltern (1930) und Hullern (1985) als Rohwasserspeicher errichtet. Sie sind durch Ausbaggern des sandigen Untergrundes bis auf 7 m Tiefe im Stevertal entstanden.

Der Lippe-Nebenfluß Stever durchfließt zunächst die Talsperre Hullern und gelangt danach in das Nordbecken der Talsperre Haltern. Ins Nordbecken mündet auch der Halterner Mühlenbach. Etwa 240 Mio m<sup>3</sup> Wasser gelangen jährlich über diese Zuflüsse in die Talsperren. Zwei Drittel davon fließen über die Unterstever ungenutzt in die Lippe. Die für die Trinkwassergewinnung benötigten 80 Mio m<sup>3</sup> werden vom Nordbecken über Düker dem Südbecken der Talsperre Haltern zugeleitet. An dieser Stelle werden in das Rohwasser seit 1976 zur Verringerung der Phosphate Aluminiumsalze, zur Adsorption von Pflanzenschutzmitteln seit 1989 Aktivkohlepulver dosiert. Das Südbecken dient daher gleichzeitig als Rohwasserspeicher und Reaktionsbecken. Das Nordbecken bietet vielen Bewohnern der nahegelegenen Ballungsgebiete attraktive Freizeitgestaltung (Angeln, Baden, Segeln, Surfen). Die Talsperre Hullern ist der stillen Erholung, dem Wandern, vorbehalten [2]. Die Insel im Nordbecken ist als Brutstätte für Graureiher und andere Wasservögel von Bedeutung.

### Einzugsgebiet

Das 878 km<sup>2</sup> große Talsperreneinzugsgebiet (Bild 1) setzt sich zusammen aus dem Gebiet der Stever und dem etwa halb so großen, westlich gelegenen des Mühlenbaches. Sie unterscheiden sich aufgrund ihrer hydrogeologischen und geographischen Verhältnisse. Der Untergrund im Stevergebiet ist kalkig/mergelig, im Mühlenbachgebiet überwiegen Sandböden mit teilweise moorigem Charakter. Infolge der geringeren Speicherkapazität des Untergrundes und des größeren Anteils hängiger Flächen im Einzugsgebiet ist die Stever stärkeren Abflussschwankungen unterworfen als der

Mühlenbach, der ein vorwiegend ebenes Gelände mit hohen Grundwasserständen entwässert.

Das Talsperreneinzugsgebiet wird zu 73 % landwirtschaftlich genutzt (Grünfütteranbau, Massentierhaltung). Daraus und aus den zum überwiegenden Teil nur biologisch gereinigten Abwässern der 120 000 Einwohner ergeben sich für die Wasserbeschaffenheit große Probleme.

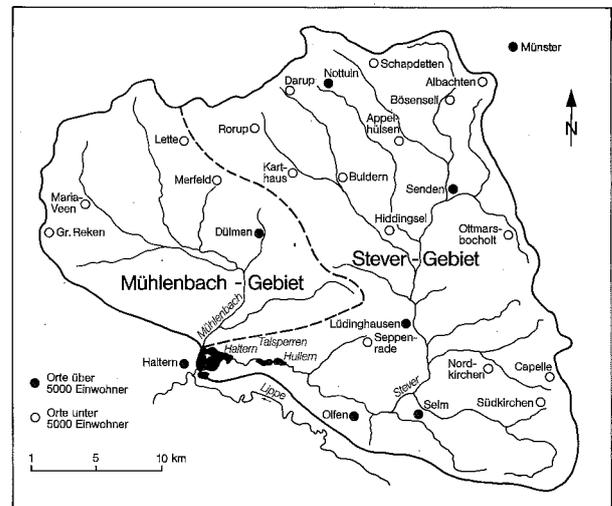


Abbildung 1: Einzugsgebiet der Talsperren Hullern und Haltern der GELSENWASSER AG

### Ufer

Die Ufer der Talsperren Hullern und Haltern fallen unterhalb der Wasserlinie steil ab. Sie werden von Birken (*Betula spec.*), Erlen (*Alnus spec.*), Eschen (*Fraxinus spec.*), Holunder (*Sambucus spec.*), Pappeln (*Populus spec.*) und Weiden (*Salix spec.*) gesäumt. Größere Brombeer- (*Rubus spec.*), Lupinen- (*Lupinus spec.*) und Ginsterbestände (*Sarothamnus scoparius*) sind vorhanden. Die große Inselbucht des Nordbeckens und kleinflächige Zonen an seinem westlichen Ufer sind mit Schilf (*Phragmites australis*) bewachsen.

Bei der Planung der Talsperre Hullern wurde von Beginn an auf die Einbindung der Seefläche in die Landschaft großer Wert gelegt. Dieses Vorhaben wurde dadurch begünstigt, daß der Rand der Talauflage auf weiten Strecken bereits bewaldet war. Auf der Böschung wurden parallel zum Ufer mehrere Reihen Erlen gepflanzt, die heimische Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und die gebietsfremde Grau-Erle (*A. incana*). Da die Ufer bis dicht an die Wasserlinie mit Gehölzen bewachsen sind, konnte sich kein geschlossener Röhricht- oder Staudenbestand ausbilden. In unregelmäßigem Abstand an Flachufern oder in Gehölzlücken sind abwechslungsreich aufgebaute Bestände vorhanden. Je nach der Lage zum Wasserspiegel läßt sich der Bewuchs untergliedern in Röhricht-, Sumpfstauden- und höher angesiedelte Uferstauden-

bestände. Das Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) siedelt an der Staulinie und bildet z. T. geschlossene Bestände, in die nur vereinzelt einige Sumpfstauden (*Stachys palustris*, *Lysimachia vulgaris*) eindringen. Ein weiteres Uferrohr wird vom Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*) aufgebaut. Im unmittelbaren Uferbereich siedeln von der Staulinie über die Böschung ansteigend ausdauernde Stauden: Echte Engelwurz (*Angelica archangelica*), Zottiges Weidenröschen (*Epilobium hirsutum*), Gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), Ufer-Wolfstrapp (*Lycopus euro-paeus*), Gemeiner Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), Gemeiner Blutweiderich (*Lythrum salicaria*), Wasser-Minze (*Mentha aquatica*), Sumpf-Vergißmeinnicht (*Myosotis palustris*), Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*), Geflügelte Braunwurz (*Scrophularia umbrosa*), Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Sumpf-Ziest (*Stachys palustris*) und Echter Baldrian (*Valeriana officinalis*). An ein- und zweijährigen Wildkräutern finden sich: Zweizahn-Arten (*Bidens frondosa*, *B. tripartita*), Gift-Hahnenfuß (*Ranunculus sceleratus*), Blauer Wasser-Ehrenpreis (*Veronica angallis-aquatica*) und Kleiner Wegerich (*Plantago intermedia*). An Ackerwildkräutern kommen regelmäßig vor: Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis*), Acker-Senf (*Sinapsis arvensis*), Acker-Vergißmeinnicht (*Myosotis arvensis*), Feld-Stiefmütterchen (*Viola arvensis*), Hirtentäschel (*Capsella bursapastoris*), Windhalm (*Aperca spica-venti*) und Winden-Knöterich (*Polygonum convolvulus*). KRAUSE [1] hat bei seiner Aufsammlung 1986 104 Pflanzenarten notiert.

Bei der Befestigung der Uferböschung wurden fast ausschließlich natürliche und lebende Baustoffe verwendet. In den Uferbereichen bildeten sich Feuchtbiootope. Vor allem durch die Schaffung mehrerer Flachwasserstellen und die Einbeziehung von zwei ehemaligen Fischteichen in die Uferzone entstanden für Fauna und Flora gute Entwicklungsmöglichkeiten [2].

#### Wasserbeschaffenheit

Das Steverwasser ist härter und enthält weniger Huminstoffe als das des Mühlenbachs. Über die Zuflüsse gelangen ständig hohe Konzentrationen an Pflanzennährstoffen (Tabelle 1) in die Talsperren, die daher hoch eutroph sind.

Massenentfaltungen von Planktonalgen sind während der gesamten Vegetationsperiode zu beobachten, Chlorophyll-Konzentrationen von 100 mg/m<sup>3</sup> sind keine Seltenheit. Die Vermehrung der Diatomeen wird zeitweise durch

Silikatmangel behindert. Besonders im Nordbecken gibt es im Sommer bei anhaltenden Schönwetterlagen von Cyanobakterien verursachte Wasserblüten. Während der Sommermonate sind die Talsperren Hullern und Haltern-Nordbecken über Tage oder auch Wochen geschichtet. Vorübergehend ist dann über Grund kein Sauerstoff mehr vorhanden. Die Sichttiefe in diesen beiden Reservoiren beträgt selten mehr als 1,5 m. Dies resultiert aus den über die Zuläufe eingetragenen Trübstoffen und wird während der Vegetationsperiode durch die Planktonalgen verstärkt. Durch die später beschriebenen Aufbereitungsmaßnahmen wird die Sichttiefe im Südbecken auf 4 bis 5 m verbessert. Das Südbecken ist nicht geschichtet und überall, auch über Grund, mit Sauerstoff gesättigt.

Die graphische Darstellung (Bild 2) der geometrisch gemittelten Nitratwerte an den Probestellen Stever (vor Einlauf in die Talsperre Hullern), Mühlenbach (vor Einlauf in die Talsperre Haltern-Nordbecken) und Trinkwasser (Ausgang Wasserwerk nach Vermischung mit dem nitratarmen, natürlichen Grundwasser und dem der beiden Grundwassergalerien Hohe Mark und Haard, zusammen etwa 30 % der geförderten Wassermenge) zeigt die Tendenz der letzten 20 Jahre [3]. Die Nitrat-Konzentrationen unterliegen gleichförmig wiederkehrenden jahreszeitlichen Schwankungen. Im Oberflächenwasser werden die höchsten Konzentrationen meist zwischen November und März, die niedrigsten zwischen Mai und September gemessen. Hohe Konzentrationen während der Vegetationsperiode korrelieren meist mit hohen Abflüssen, d. h. durch heftige Niederschläge werden Nitrate ausgeschwemmt. In den Herbst- und Wintermonaten gelangen mit steigendem Grundwasserspiegel vor allem die aus Düngesalzen stammenden Nitrate, die im Jahresverlauf in tiefere Bodenschichten gelangt sind, ins Oberflächenwasser. Auch im Trinkwasser wechseln Maxima und Minima in Abhängigkeit von der Jahreszeit. Die Zeitverschiebungen (hohe Werte erst im Frühjahr) ergeben sich aus der Verweilzeit des versickerten Oberflächenwassers im Untergrund. Eine Denitrifikation findet nicht statt, eine Wachstumsbegrenzung des Planktons ist ausgeschlossen.

Phosphor wird in den Talsperren teilweise verbraucht und zurückgehalten, jedoch nie so weit, daß er zum wachstumsbegrenzenden Faktor wird (Tabelle 2).

Über die Zuläufe gelangen Pflanzenbehandlungsmittel in die Talsperren [3]. Die Messungen der Atrazin-Konzentrationen im Oberflächen- und Trinkwasser seit Ende 1986

Tabelle 1: Pflanzennährstoff-Konzentrationen in den Talsperren-Zuläufen 1988

Probestelle	P gesamt mg/l			NO <sub>3</sub> mg/l			SiO <sub>2</sub> mg/l		
	Min.	Max.	geom. Mittel	Min.	Max.	geom. Mittel	Min.	Max.	geom. Mittel
Stever	0,16	1,16	0,40	6,2	74,6	26,3	6,2	10,4	8,0
Mühlenbach	0,12	0,64	0,22	10,8	38,7	18,5	7,5	13,1	10,8

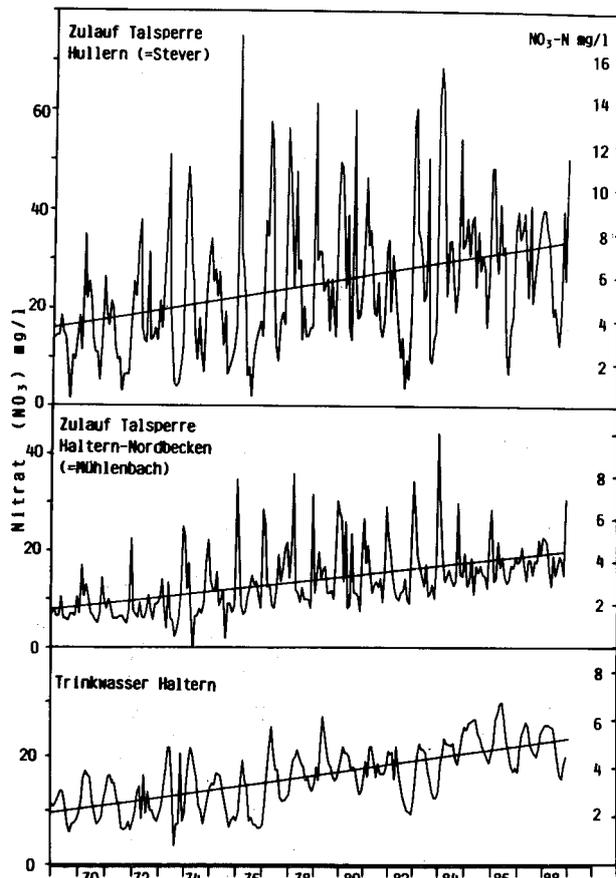


Abbildung 2: Nitrat-Konzentration in den Einläufen der Talsperren und im Trinkwasser (geometrische Monatsmittel)

(Bild 3) zeigen, daß diese Substanz trotz des Aufenthaltes in den Talsperren, der Versickerung durch die mächtigen Sandschichten und der Verweilzeit im Untergrund ohne weitere Aufbereitung nicht bis unter den ab 1. 10. 1989 für Trinkwasser geltenden Grenzwert von 0,1 µg/l sinkt. Die Konzentrationsschwankungen in den Zuflüssen und den Talsperren ergeben sich aus den Niederschlägen und dem Einsatzzeitpunkt der Mittel. Atrazin steht stellvertretend auch für andere Pflanzenschutzmittel; außer Triazine werden auch Phenylharnstoffe nachgewiesen.

### Flora und Fauna

In den zahlreichen Flußstauen der Stever oberhalb der Talsperren entwickeln sich massenhaft Algen. Sich daraus ergebende starke Sauerstoffschwankungen führen in den Sommermonaten gelegentlich zu Fischsterben. Besonders artenreich ist die Gattung *Chlamydomonas*. Die höchsten Biomassen werden von den zentrischen Diatomeen gebildet, mit den Hauptformen *Stephanodiscus parvus* und *St. hantzschii*. Im Sommer bildet eine Anzahl coccaler Grünalgen dominante Bestände.

Durch die huminstoffbedingte Eigenfärbung des Mühlenbachwassers ist die Algenentwicklung in diesem Gewässer lichtlimitiert. Unter den in die Talsperre ein-

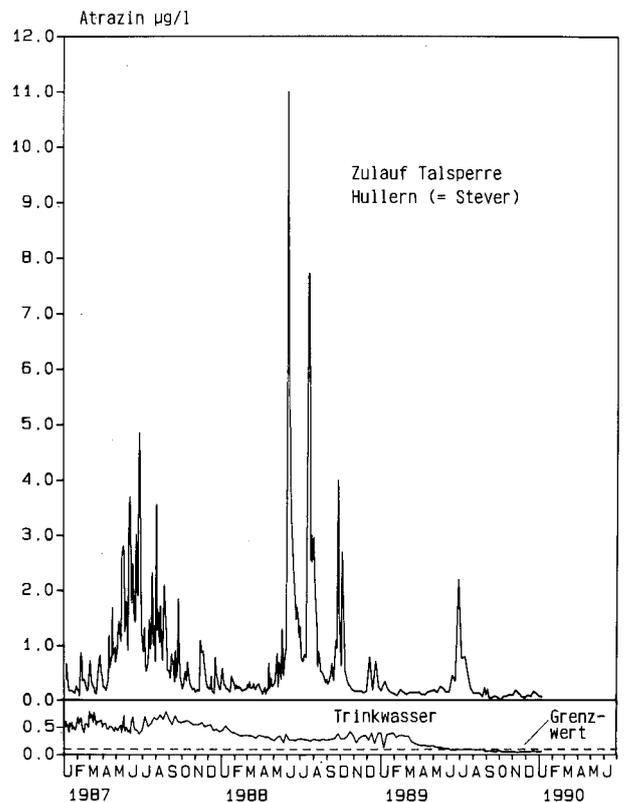


Abbildung 3: Atrazin-Konzentration am Einlauf in die Talsperre Hullern und im Trinkwasser Haltern (Grenzwert für Trinkwasser gilt ab 1. 10. 89)

Tabelle 2: Geometrische Jahresmittelwerte Phosphat (P gesamt) mg/l

Probestelle	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Stever vor Hullern	0,65	0,49	0,49	0,49	0,38	0,40
Ablauf Hullern	0,18	0,22	0,17	0,19	0,16	0,14
Ablauf Nordbecken	0,16	0,17	0,14	0,15	0,15	0,13
Ablauf Südbecken	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03

geschwemmten Arten befindet sich ein hoher Anteil typischer Benthos-Organismen. Häufig handelt es sich dabei um Kieselalgenarten, die sich in der Talsperre nicht vermehren. Im Mühlenbach kommen außerdem einige große *Closterium*- und *Euglena*-Arten vor. Recht häufig sind *Tetraedron minimum*, *Chroomonas nordstedtii* und einige *Monoraphidium*-Arten. In geringer Zahl sind meistens Arten des Talsperrenplanktons einschließlich der Cyanobakterien vorhanden.

Im Plankton der Talsperren wurden insgesamt 285 Algenarten nachgewiesen [4]. Die vom Artenspektrum wichtigste Gruppe sind die coccalen Grünalgen. Den höchsten Biomasseanteil innerhalb dieser Ordnung hat *Coelastrum* mit den Vertretern *Coelastrum microporum* und *C. astroideum*. Die Arten der Gattungen *Oocystis* und *Pediastrum* haben ebenfalls einen relativ hohen Biomasseanteil. Die größte Artenvielfalt weisen die Gattungen *Scenedesmus* und *Monoraphidium* auf. Häufig vertreten sind *Crucigenia apiculata* und *Tetrastrum stauroniaeforme*. Geringere Abundanzen erreichen Arten der Gattungen *Coenochloris*, *Coenocystis*, *Didymocystis*, *Eutetramorus*, *Lagerheimia*, *Micractinium*, *Nephrochlamys* und *Tetraedron*.

Die Cyanobakterien sind mit ca. 20 Arten vertreten, von denen *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae* und *Oscillatoria agardhii* hohe Bestandszahlen erreichen. *Aphanizomenon flos-aquae* ist eine der 4 Algenarten mit der höchsten Biomasse. Sie ist im Plankton des Nord- und Südbeckens fast ganzjährig vorhanden. Während sommerlicher Schönwetterperioden teilen sich die Filamente verstärkt und bleiben als makroskopisch sichtbare, nadelförmige Gebilde verbunden. Bei sehr starker Vermehrung kommt es zur Blau-algenblüte im Nordbecken.

Neben den Chlorophyten sind die Diatomeen sehr artenreich. Während des Frühjahrs entwickeln sich vermehrt *Asterionella formosa*, *Diatoma elongatum*, *Nitzschia acicularis*, *Stephanodiscus hantzschii* und *Synedra acus*. Eine typische Herbstform des Nordbeckens ist *Actinocyclus normanii* var. *subsalsus*. Wegen ihrer Größe hat sie einen relativ hohen Anteil an der gebildeten Biomasse. Im Sommer haben zentrische Formen der Gattungen *Cyclotella* und *Stephanodiscus* eine wichtige Stellung in der Lebensgemeinschaft. Es überwiegen *St. astraea* und *St. hantzschii*. *Stephanodiscus parvus* kann zeitweise hohe Abundanzen erreichen. 1985 waren in der Talsperre Hullern maximal 240 000/ml vorhanden.

Unter den Cryptomonaden sind *Cryptomonas ovata* und *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanctica* am erfolgreichsten. Diese beweglichen Formen reichern sich bei schönem Wetter in der Nähe der Wasseroberfläche an. Vor allem *Rhodomonas* kann sehr hohe Zelldichten (bis 300 000/ml) erreichen.

Metazoen sind überwiegend von Mai bis Oktober vertreten. Den größten Anteil an der Biomasse haben die Crustaceen. Hohe Individuendichten unter den Rotatorien erreichen *Keratella cochlearis* und *K. quadrata*, sowie

*Polyarthra vulgaris*, *Pompholyx sulcata*, *Asplanchna priodonta* und *Synchaeta* spec. *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata* und *D. longispina* sind die häufigsten Cladoceren. Unter den Copepoden überwiegen *Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops robustus* und *Eudiaptomus gracilis*.

Die Talsperren werden fischereilich bewirtschaftet. Die Summe der Fänge aus Netz- und Angelfischerei beläuft sich auf 3 000 bis 4 000 kg pro Jahr. Davon sind 15% Zander (*Lucioperca lucioperca*), 9% Barsch (*Perca fluviatilis*), 7% Hecht (*Esox lucius*), 6% Aal (*Anguilla anguilla*) und 4% Karpfen (*Cyprinus carpio*). Die restlichen 60% sind überwiegend Brassen (*Abramis spec.*), Rotaugen (*Rutilus spec.*) und Rotfedern (*Scardinius spec.*).

Auf den Talsperren leben viele Graugänse. Reiher und Tafelenten sind heimisch geworden. Zu beobachten sind außerdem Haubentaucher, Regenpfeifer und Eisvögel. Fischadler machen regelmäßig im Frühjahr und Herbst Station. Ganzjährig sind Kormorane anzutreffen. Auf der Nordbecken-Insel brüten zahlreiche Graureiher.



Kormoran an der Talsperre Hullern  
Foto: Archiv GELSENWASSER AG



Graureiher an der Talsperre Haltern  
Foto: Archiv GELSENWASSER AG

### Sediment

In der Talsperre Hullern und im Nordbecken der Talsperre Haltern abgelagerte Sedimente werden in größeren Intervallen mittels eines Schneidkopfsaugbaggers entfernt. Dies ist einerseits notwendig, um nachteilige Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit, die aus Rücklöseprozessen resultieren könnten, zu vermeiden, andererseits soll der Stauraum erhalten bleiben (siehe Kapitel 8.3.3.1).

### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Die im Juli 1988 erlassene Wasserschutzgebietsverordnung für die Talsperren weist nur den engeren Talsperrenbereich als Schutzzone aus. Ein Bewirtschaftungsplan für die Zuläufe und die Talsperren befindet sich noch im Bearbeitungsstadium. Als Hauptnutzungsarten sind neben der Trinkwassergewinnung, die Abwasserableitung und die Freizeitnutzung genannt.

Im Februar 1989 wurde durch eine Allgemeinverfügung der Landwirtschaftskammer Westfalen/Lippe, Münster, die Anwendung der Pflanzenbehandlungsmittel Atrazin und Simazin im gesamten Einzugsgebiet der Talsperren verboten. Die Allgemeinverfügung basiert auf § 3

Abs. 3 Nr. 1 der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung vom 27. 7. 1988 und § 1 der Verordnung zur Durchführung des Pflanzenschutzgesetzes vom 4. 10. 1988.

Um die sich aus der Eutrophierung der Talsperren ergebenden nachteiligen Auswirkungen auf die Wassergewinnung zu verringern, wird seit August 1976 dem Rohwasser beim Durchfluß durch die Düker zwischen Nord- und Südbecken ein Flockungsmittel zugegeben [5, 6]. Meist handelt es sich dabei um Aluminiumsalze in einer Menge von 0,125 bis 0,175 mol/m<sup>3</sup> Al.

Die sich bildenden Flocken sedimentieren auf den ersten 100 m Fließweg im Südbecken. An den drei Rohwasserentnahmestellen fließt flockenfreies Wasser in die Versickerungsbecken, deren Laufzeiten sich durch diese Maßnahme verdreifacht haben. Der im Südbecken abgelagerte Flockungsschlamm wurde 1987 erstmals mittels eines Saugbaggers entfernt.

Durch die Flockung wird die Wasserbeschaffenheit deutlich verbessert [5, 6]. Trübstoffe und Planktonalgen sinken mit den entstehenden Flocken zu Boden. Die organischen Wasserinhaltsstoffe werden zu etwa 30 % elimi-

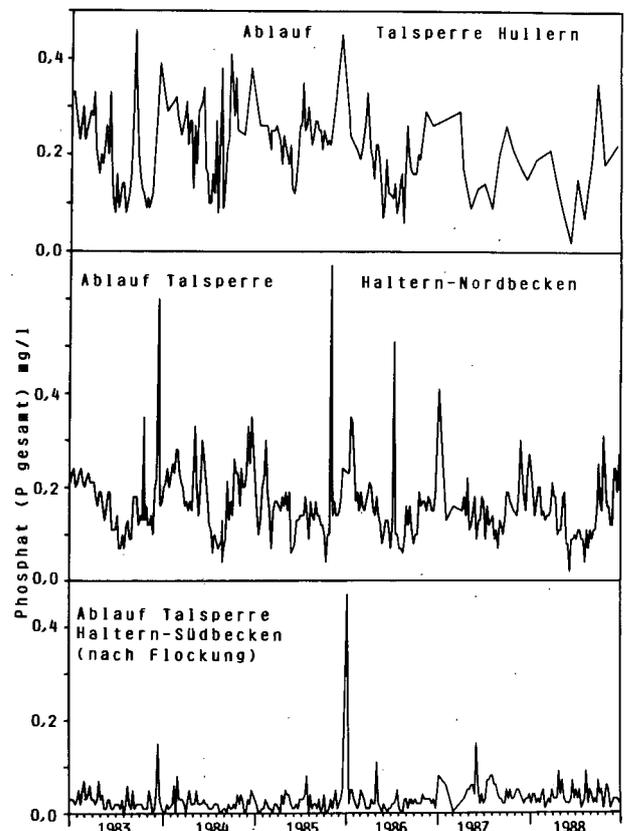


Abbildung 4: Phosphat-Konzentration an den Abläufen der Talsperren

niert. Auch über Grund ist immer ausreichend Sauerstoff vorhanden. Die P-Reduktion ist im Bild 4 für den Zeitraum 1983 bis 1988 dargestellt. Unabhängig von der Zulaufkonzentration (= Ablauf Talsperre Haltern-Nordbecken) sinkt der P-Gehalt durch die Flockung auf Jahresdurchschnittswerte von 0,01 mg/l bis 0,04 mg/l. Diese Verringerung wirkt sich auf die Planktonalgenentwicklung im Südbecken aus; Massenentfaltungen werden verhindert. Die an den Abläufen der drei Talsperrenbecken von 1983 bis 1988 gemessenen Chlorophyllgehalte (Bild 5) belegen

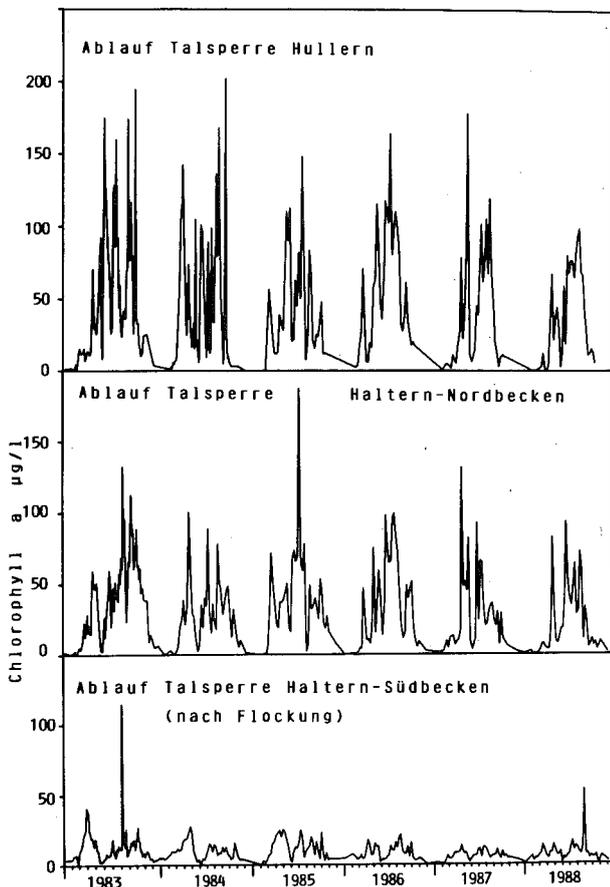


Abbildung 5: Chlorophyll-Konzentration an den Abläufen der Talsperren

dies sehr deutlich. Während in der Talsperre Hullern und im Nordbecken der Talsperre Haltern in den Sommermonaten über mehrere Wochen hohe Algendichten anzu-treffen sind, bleibt die Planktonalgenentwicklung im Süd-becken meist deutlich unter 10 µg/l.

Als vorübergehende Restaurationsmaßnahme zur Eliminierung von Pflanzenbehandlungsmitteln (bis Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet greifen) ist Ende Januar 1989 mit der Dosierung von Aktivkohlepulver in den Einlauf (und die drei Abläufe) des Südbeckens der Talsperre Haltern begonnen worden. Von ca. 30 getesteten Sorten erwiesen sich 2 als besonders geeignet, die Pflanzenbehandlungsmittel selektiv zu binden. Die Dosiermenge liegt zwischen 10 und 20 g/m<sup>3</sup>. Wie das Flockungsmittel verbleibt auch das Aktivkohlepulver für eine gewisse Zeit im Südbecken. Ein über ein Jahr durchgeführter Großversuch hat gezeigt, daß das Aktivkohlepulver, das in den Zulauf zu den Versickerungsbecken dosiert wird, sich auf der obersten Sandschicht absetzt und nicht tiefer eindringt. Die Versickerungsleistung und -laufzeit der Langsandsfilter werden durch diese Maßnahmen nicht verschlechtert. Die Konzentrationen der Pflanzenbehandlungsmittel im Oberflächenwasser vor der Versickerung sanken durch Adsorption unter die Nachweisgrenze. Seit August 1989 sind im Trinkwasser die Gehalte aller analytisch erfaßbaren Pflanzenbehandlungsmittel (z. Z. 80) unter 0,1 µg/l gesunken.

#### Literatur

KRAUSE, A. (1987): Notizen zur Entwicklung der Pflanzendecke am Stausee Hullern nach Beobachtungen im Juli 1986 – Bundesanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, unveröffentlicht.

SCHMIDT, W.-D. & H. ZANDER (1986): Die Talsperre Hullern der GELSENWASSER AG – Einklang von Technik und Landschaftsgestaltung. *gwf-wasser/abwasser* 127, 10, 503–509.

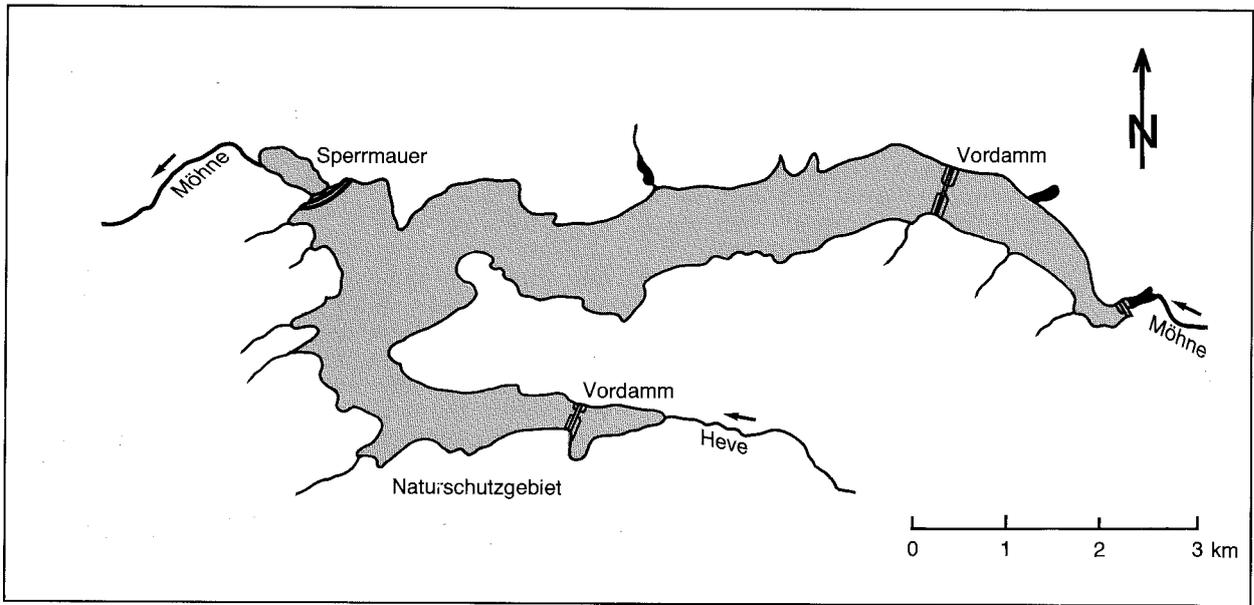
SCHERER, P. & B. PÄTSCH (1988): Auswirkungen von Landwirtschaft und Industrie auf die zentrale Trinkwasserversorgung in Deutschland. In: *Produktionsfaktor Umwelt: Wasser*, hrsg. von der Verbindungsstelle Landwirtschaft-Industrie e. V., VDI Verlag GmbH, 103–118.

WESTPHAL, B. (1988): Die Populationsdynamik des Phytoplanktons der Talsperre Haltern. – *Fachliche Mitteilungen der GELSENWASSER AG*.

PÄTSCH, B. & K. KÖTTER (1980): Verminderung der Algenentwicklung in der Talsperre Haltern durch Phosphat-Fällung. – *gwf-wasser/abwasser* 121, H 10, 496–498.

PÄTSCH, B. (1986): Die Wasserqualität der Talsperren Hullern und Haltern und deren Verbesserung durch Flockung. *Forum-Städtehygiene* 37, S. 158–162.

# Möhnesee



Topographische Karte: L 4514  
 Gewässersystem: Möhne/Ruhr/Rhein  
 Stauziel: 213,74  
 Speicheroberfläche: 10,67 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 140,8 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 33,7 m  
 Mittlere Tiefe: 13,2 m  
 Ausbaugrad: 66%  
 Umgebungsfaktor: 40,5  
 Länge des überstauten Tals: 10,3 km  
 Absperrbauwerk: Bruchsteinmauer  
 Kronenlänge: 650 m  
 Uferentwicklung: 12,90  
 Talsperrentyp: breites U-Tal  
 Vorsperren: 2 Möhne- und Hevevorbecken  
 Zirkulationstyp: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: 2 Gruppen von je 2 Grundablässen, Betriebsauslaß 12,5 m über Grund  
 Nutzung der Talsperren: Niedrigwasseraufhöhung, Hochwasserschutz, Energieerzeugung, Freizeit und Erholung  
 Einzugsgebiet: 432,0 km<sup>2</sup>  
 Nutzung der Landfläche: Acker 25%, Wiesen und Weiden 16%, Wald 56%, bebaute Fläche 3%  
 Einwohner: 57 900 (Stand 1988)  
 Eigentümer: Ruhrtalsperrenverein (RTV)  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1913

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Möhnetalsperre, am Nordrand des Sauerlandes zwischen Arnsberg und Soest gelegen, ist die zweitgrößte und eine der wasserwirtschaftlich bedeutendsten Talsperren im Einzugsgebiet der Ruhr (Abb. 1). Sie dient,

zusammen mit 13 anderen Talsperren im Ruhreinzugsgebiet, in erster Linie zur Niedrigwasseraufhöhung der Ruhr, aus der die für die Wasserversorgung von etwa 5 Millionen Menschen und der ansässigen Industrie benötigten Mengen entnommen werden.

Die Möhnetalsperre wurde 1913, nach nur fünfjähriger Bauzeit, vom Ruhrtalsperrenverein in Betrieb genommen. Hinter der ca. 40m hohen Staumauer aus Bruchsteinen, die durch einen Bombenangriff im Mai 1943 zerstört (Abb. 2) und nach dem Krieg wieder aufgebaut wurde, können 134,5 Mio. m<sup>3</sup> Wasser gestaut werden. Damit besitzt die Möhnetalsperre über 25% Anteil am Gesamtstauraum aller Talsperren im Einzugsgebiet der Ruhr.



Abbildung 1: Luftaufnahme der Möhnetalsperre  
 Foto: Archiv RUHRVERBAND  
 Freigegeben durch Reg. Präs. Düsseldorf Nr. 08 S 50



Abbildung 2: Möhnekatastrophe 1943  
Foto: Archiv RUHRVERBAND

Mit ihrer wassermengenwirtschaftlichen Bedeutung für die Steuerung der Wasserführung der Ruhr verbindet sich auch ihre Bedeutung für die Wassergütwirtschaft, da durch den Zuschuß bei Niedrigwasser die Wasserqualität gleichzeitig verbessert wird. Daneben erfüllt die Möhnetalsperre weitere Funktionen, u. a. als Speicherraum für den Hochwasserschutz. Die mittlere jährliche Zuflußsumme beträgt im langjährigen Mittel 204,5 Mio. m<sup>3</sup>. Das aus der Talsperre abgegebene Wasser wird zur Energieerzeugung genutzt. Im unterhalb der Staumauer gelegenen Hauptkraftwerk werden jährlich im Mittel 12,9 Mio. kWh erzeugt. Die Möhnetalsperre wird fischereilich von der Freizeit- und Berufsfischerei genutzt.

Die Möhnetalsperre ist ein sehr beliebtes Wochenend- und Kurzurlaubsziel. Die Wasserfläche bietet vielfältige Sportmöglichkeiten: Angeln, Baden, Tauchen, Rudern und Paddeln, Segeln und Surfen sind erlaubt. Es werden ca. 890 Jahresscheine für Segelboote und 2 500 Jahresscheine für Surfer vom RTV vergeben. Auch die Erholungsnutzungen mit einer mehr indirekten Beziehung zum Wasser, wie Camping, Wandern, Freizeitsport u. ä., sind durch die landschaftlich reizvolle Lage der Möhnetalsperre am Rande des Naturparks „Arnsberger Wald“ besonders attraktiv.

### Einzugsgebiet

#### Topographie

Das Einzugsgebiet der Möhne, einem der Hauptzuflüsse der Ruhr, wird im Norden und Osten vom Einzugsgebiet der Lippe, im Süden und Westen von dem der Ruhr umschlossen. Im Süden bilden die Höhenzüge des Arnsberger Waldes die Wasserscheide zur Ruhr. Im Norden wird die Wasserscheide durch den Haarstranghöhenweg (300 m ü. NN), eine alte römische Heerstraße, gekennzeichnet. Die höchste Erhebung im Einzugsgebiet ist mit 669 m ü. NN der Borberg im Briloner Wald. Das Gelände fällt dann sanft nach NW ab. Am Zusammenfluß von Möhne und Heve liegt in einem relativ breiten U-Tal die Möhnetalsperre, die einzige Talsperre rechts der Ruhr.

### Geologie

Das Sauerland ist Teil des Rheinischen Schiefergebirges, das im jüngeren Abschnitt des Erdaltertums in Mitteleuropa entstand. Nördlich der Möhne besteht der Untergrund aus gefalteten Schiefertönen, Grauwacken und Konglomeraten des flözleeren Oberkarbons. Auf den Höhenzügen liegen diskordant flachliegende Kreideschichten, Kalke und Mergel auf, die mit durchschnittlich 5° nach Norden einfallen. Oberflächlich ist das Gebiet stark mit Löß- und Verwitterungslehm bedeckt. Die Auflagerungsfläche der Kreide ist fast wasserundurchlässig; die Kreideschichten selbst führen kein Wasser, sondern lassen alles Wasser bis auf ihre Unterflächen versickern, so daß hier ein Wasserhorizont vorliegt. Wo dieser von den Tälern günstig angeschnitten wird, treten Quellen auf, die oft sehr wasserreich sind.

Auch südlich der Möhne findet man Schiefertone des Oberkarbons, in denen Grauwacken eingelagert sind. Die Schichten sind gefaltet und oberflächlich mehr oder weniger stark mit diluvialen Löß- und Verwitterungslehm bedeckt, so daß nur an wenigen Stellen das anstehende Gebirge zutage tritt. Die oberen Bodenschichten sind für Wasser stark aufnahmefähig. Insgesamt ist das Einzugsgebiet durch eine nur mäßig bewegte Landoberfläche von großer Einförmigkeit gekennzeichnet.

### Klima

Die westdeutschen Mittelgebirgstalsperren werden im wesentlichen durch das maritime, in geringerem Maße aber auch durch das kontinentale Großklima beeinflusst. Das Meer ist von der Möhnetalsperre ca. 500 km entfernt, was sich sowohl auf die Niederschläge als auch auf die Wind- und Temperaturverhältnisse auswirkt. 60 % der vorherrschenden Winde kommen aus westlichen Richtungen und sind meist feucht. Die Niederschläge stammen größtenteils aus waagrecht herangeführten Luftmassen (Advektion). Nur über Mulden und Tallandschaften wird durch Erwärmung und Abkühlung bzw. auf- und absteigende Luftmassen Niederschlag hervorgerufen, der den Wasserschatz der Landschaft auch nur umsetzt, aber nicht vermehrt.

Die Hochebene hat ein kühlfeuchtes Höhenklima mit einer sommerlichen (Mai–Juli) Mitteltemperatur von 12,5–14 °C. Lediglich in den tiefergelegenen Talräumen der Möhne ist er milder. Das Jahresmittel der Niederschläge an der Möhnetalsperre beträgt 1 036 mm (Station Völlinghausen Jahresreihe 1979–88). Das Sauerland gehört mit einer mittleren täglichen Sonnenscheindauer von ca. 4 Std. zu den sonnenscheinärmsten Gebieten Deutschlands.

### Hydrographie

Für die Wassermengenwirtschaft ist die Tatsache von großer Bedeutung, daß in den niederschlagärmsten Monaten aufgrund der Retention in den Waldgebieten des Sauerlandes doch noch ausreichende Abflüsse auftreten und so Mangelzeiten überbrückt werden. Im Winterhalbjahr liegen die niedrigsten Abflußspenden im März, im Sommerhalbjahr von Juni bis Oktober; höchste Abflußspenden werden meist im Januar registriert.

### Bodennutzung

Das Landschaftsbild rund um die Möhnetalsperre ist ländlich geprägt. Große Teile des Einzugsgebietes, besonders im Norden und Südosten, sind mit fruchtbarem Lößlehm bedeckt. Daher ist der Anteil ackerbaulicher Nutzung mit 25 % der Landfläche im Vergleich zu anderen Talsperren relativ hoch.

Nördlich der Möhne werden die Flächen vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. Auf den Äckern zwischen dem Nordufer der Talsperre und den Haar-Höhen wird in erster Linie Getreide, vorwiegend Wintergerste und Hafer, sowie zunehmend Raps angebaut. Südlich der Möhne überwiegt die forstwirtschaftliche Nutzung.

### Besiedlung

Im 432 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiet leben ca. 58 000 Menschen. Die größten Städte mit > 20 000 Einwohnern sind Warstein und Brilon, somit überwiegt ländliche Streubesiedlung. Die mittlere Besiedlungsdichte liegt mit 134 E/km<sup>2</sup> zwar weit unter dem NRW-Landesdurchschnitt, ist aber für das Einzugsgebiet einer Talsperre vergleichsweise hoch. Hinzu kommen die zahlreichen Wochenendurlauber und Feriengäste, deren Besucherstrom saisonal stark schwankt. Die Gemeinden um den Möhensee sind vom Fremdenverkehr geprägt, es überwiegt der Dienstleistungsbereich. Im weiteren Einzugsgebiet befinden sich Industrieanlagen aus der Elektroindustrie, der Metall- und Holzverarbeitung und der Lebensmittelindustrie. Insgesamt spielt die Industrie im Einzugsgebiet der Möhnetalsperre nur eine untergeordnete Rolle.

Obwohl die ländliche Besiedlungsstruktur die Abwasserbeseitigung erschwert, ist ein Anschlußgrad von ca. 90 % erreicht. Der Ruhrverband betreibt 7 Kläranlagen in der Ausbaugröße zwischen ca. 2 500–850 00 E + EG, die behandeltes Abwasser in die Möhne oberhalb der Talsperre und deren Nebengewässer oder direkt in die Möhnetalsperre einleiten. Des Weiteren wird Abwasser aus kleineren kommunalen Kläranlagen und einigen Industriekläranlagen sowie aus Mehrkammergruben vieler Kleineinleiter in die Vorfluter eingeleitet. Nicht unbedeutend sind auch die Abwässer aus der Viehhaltung, die nicht immer sachgemäß auf die Felder ausgebracht werden.

Zum Schutz eines unterhalb der Möhnemündung gelegenen Ruhrwasserwerkes wurde 1972/73 der Möhne-Nordrandsammler in Betrieb genommen, in dem an der Möhnetalsperre anfallendes Abwasser zur Kläranlage Völlinghausen geleitet wird. Durch die Einleitung dieser gereinigten Abwässer, in den Einlaufbereich der Möhnetalsperre, wird deren Selbstreinigungsvermögen zusätzlich in Anspruch genommen.

### Ufer

Die Ufer der Möhnetalsperre sind zum Teil recht flach, steinig, teilweise mit Feinerde überzogen. Sie sind daher für eine Talsperre relativ vegetationsreich. Während der Zeiten niedriger Sommerwasserstände bilden einjährige Pflanzen der Zwergbinsen- und Zweizahngesellschaften

streckenweise ausgedehnte Ufersäume. Auf dem im Vergleich zu anderen Sauerlandtalsperren relativ kalkhaltigen und basenreichen Sediment kommt häufig Schlammkraut (*Limosella aquatica*) vor. An der ehemaligen Wasserlinie entwickeln sich Donauknöterich-Uferfluren (*Polygono brittingeri-Chenopodietum rubri*), die am Möhensee durch Zwergformen des Roten Gänsefußes (*Chenopodium rubrum*) charakterisiert sind (DIEKJOBST, 1981). An den Ufern stehen Weiden- und Erlengebüsche. Der Bittersüße Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Zweizahn (*Bidens*) und Ufer-Hirschsprung (*Corrigiola litoralis*) kommen auf den trockengefallenen Uferhängen vor. Typisch für die steinigten Uferböschungen ist das Vorkommen des Wasserknöterichs (*Polygonum amphibium*). Am Nordufer wachsen an den flacheren Hängen auch Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*) und Gemeiner Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*). Am Südufer, östlich der Delecker Brücke, bildet die Scharfe Segge (*Carex acuta*) dichte Bestände bis etwa 50 m Entfernung vom Ufer.

Die beiden Vorbecken haben seeähnliche Ufervegetation. Die abgelagerten Sedimente bieten Entwicklungsmöglichkeiten für Wasser- und Sumpfpflanzen (vgl. Farbtabelle). So hat sich am Hevevorbecken ein artenreicher Makrophytengürtel in der Uferzone ausgebildet: Schilfrohr (*Phragmites*), Rohrkolben (*Typha*), Igelkolben (*Sparganium*) und Schwertlilien (*Iris*) gehören dazu. Am Südufer des Hevearms bilden dichte Bestände von Teich-Binsen (*Schoenoplectus*) die Ufervegetation. Als botanische Rarität ist das Vorkommen von Straußfarn (*Matteuccia struthiopteris*) im Einlaufbereich des Hevevorbeckens zu nennen.

### Wasserbeschaffenheit

Die Wasserbeschaffenheit der Möhnetalsperre und ihrer Zuflüsse wird seit Anfang der siebziger Jahre vom Ruhrtalsperrenverein intensiv untersucht, um Ausmaß, Ursache und Wirkungen der organischen und trophischen Belastung festzustellen. Eine Ionenbilanz der Möhnetalsperre zeigt die Abb. 3.

Die Möhnetalsperre weist von April bis Oktober eine ausgeprägte Sommerstagnation auf. Die Temperatursprungschicht sinkt im Laufe des Sommers von ca. 7–10 m bis auf ca. 15–20 m ab. Das hypolimnische Wasservolumen verkleinert sich im Laufe des Sommers außerdem durch den Tiefenwasserabzug (Abb. 4). Dies hat Konsequenzen für den Stoffhaushalt insofern, als selbst bei gleichbleibenden Freisetzungsraten ein Konzentrationsanstieg freigesetzter Stoffe erfolgt, da ein immer geringer werdendes hypolimnisches Wasservolumen zur Verfügung steht. Im Herbst setzt die Zirkulation des Wasserkörpers ein, wobei entsprechend dem Verhältnis von epilimnischem zu hypolimnischem Wasservolumen zu Beginn der Zirkulation Temperaturen zwischen 7 und 15 °C erreicht werden.

Der Stoffhaushalt der Möhnetalsperre zeigt die typischen Symptome eines eutrophen Gewässers. Dies wird deutlich, wenn man das Tiefenprofil zur Zeit der Sommerstagnation betrachtet (Abb. 5). Unterhalb der

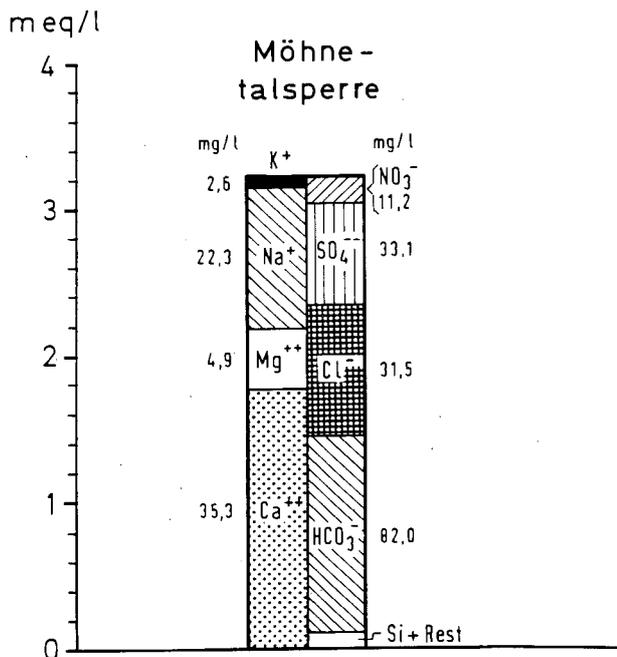


Abbildung 3: Ionenbilanz

### Rückgang des Sauerstoffgehaltes im Tiefenwasser der Möhnetalsperre durch Verringerung des hypolimnet. Wasservolumens

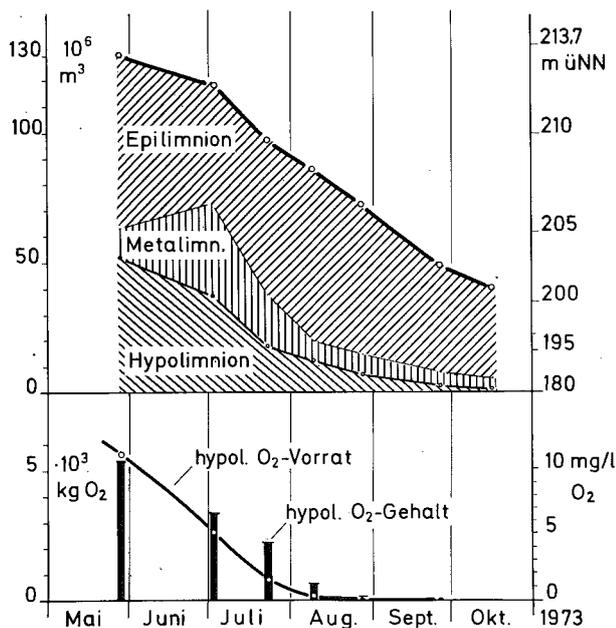


Abbildung 4: Rückgang des Sauerstoffgehaltes durch Tiefenwasserentzug

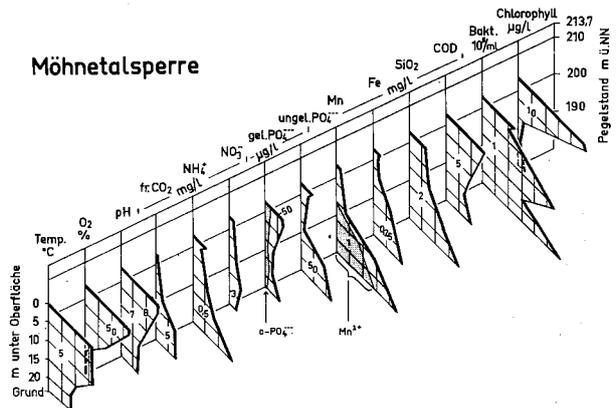


Abbildung 5: Tiefenprofil Wasserbeschaffenheit z. Z. der Sommerstagnation

Sprungschicht ist das Wasser mehrere Wochen lang praktisch sauerstofffrei. Abgesehen von der Beeinträchtigung der fischereilichen Nutzung bewirkt der Sauerstoffmangel am Gewässergrund Remobilisierungerscheinungen aus dem anaeroben Sediment, wie die Spitzenwerte für Eisen und Mangan zeigen.

Sauerstoffzehrend wirken zum einen die in die Möhnetalsperre eingetragenen organischen Substanzen und die neu gebildete Biomasse, zum anderen aber auch das Sediment. Die relative Sauerstoffverbrauchsrate im Hypolimnion der Möhnetalsperre beträgt durchschnittlich ca. 0,7 g/m<sup>2</sup> · d O<sub>2</sub>. Verglichen mit den anderen Sauerlandtalsperren ist dies nicht übermäßig hoch. Aufgrund der relativ ungünstigen Beckenform (flaches Tal) wirkt sich hier jedoch die O<sub>2</sub>-Zehrung des Sedimentes viel stärker aus, da einem großen trophogenen Volumen von rund 100 Mio. m<sup>3</sup> nur ein etwa fünfmal kleineres tropholytisches Volumen gegenübersteht.

Wie das Tiefenprofil zeigt, wird in den oberflächennahen Wasserschichten die freie Kohlensäure während der Sommerstagnation bei der photosynthetischen Aktivität der Planktonalgen verbraucht, wodurch der pH-Wert auf über 8 ansteigt. Der Ammoniumgehalt, aus dem Eiweißabbau stammend, nimmt zur Tiefe hin zu. Auch die erhöhte Kohlensäurekonzentration sowie die hohe Bakterien-dichte über dem Grund geben Hinweise auf die in den sedimentnahen Wasserschichten verstärkt ablaufenden Abbauvorgänge. Das zweite Maximum der Bakterien-zahlen in der Sprungschicht spiegelt den auch hier verstärkt stattfindenden Abbau wieder. Chlorophyll findet sich nur in den oberen Wasserschichten bis etwa 15 m Tiefe. Das bedeutet, daß in den Sommermonaten nur wenige Algen die Talsperre über den Grundablaß verlassen.

Die Eutrophierung der Möhnetalsperre wird im wesentlichen durch die hohe Phosphatbelastung bestimmt. Die „Jahresoberflächenbelastung“ nach VOLLENWEIDER in g/(m<sup>2</sup> · a) (errechnet aus der Summe

der Jahrestonnage an Gesamtphosphor aller Zuflüsse dividiert durch die Jahreswasserfracht bezogen auf die Talsperrenoberfläche) lag 1988 bei ca. 2,8 g/(m<sup>2</sup> · a) P. Talsperren mit einer P-Oberflächenbelastung über 1 g/(m<sup>2</sup> · a) P sind als eutroph zu kennzeichnen.

Der Vergleich von P-Zulaufkonzentration und P-Stauraumkonzentration macht deutlich, daß rund 70–80 % der zugeführten Phosphate im Stauraum der Möhnetalsperre zurückgehalten werden. Hierbei spielt vor allem die Sedimentation adsorptiv gebundener, ausgefallter und/oder inkorporierter Phosphorverbindungen eine bedeutende Rolle. Die durchschnittliche Phosphorkonzentration im Gesamtstauraum (incl. Vorbecken) der Möhnetalsperre betrug 1988 30 µg/l Ges.P (volumengewogenes Mittel). Die Retention des der Talsperre zugeführten Stickstoffs ist mit etwa 15–20 % wesentlich geringer. Im volumengewogenen Mittel betrug 1988 die Stickstoffkonzentration im Gesamtstauraum 3,3 mg/l Ges.N.

Die Merkmale eines eutrophen Gewässers zeigt die Möhnetalsperre auch hinsichtlich organischer Belastung und Algenwachstum. Der Gesamtstauraum wies im volumengewogenen Mittel der Jahre 1984–1988 die Konzentrationen von 8 mg/l CSB und 1,2 mg/l BSB<sub>5</sub> auf; die durchschnittliche Chlorophyllkonzentration in der trophogenen Schicht (incl. Vorbecken) betrug etwa 7–10 µg/l. An der tiefsten Stelle der Talsperre betrug der maximale Chlorophyllgehalt in der trophogenen Zone (0–10 m Wassertiefe) 1986/87 15 µg/l. Dies führte dort zum Auftreten von Sauerstoffübersättigungen bis zu 128%. In den Vorbecken der Möhnetalsperre ist die Algenentwicklung erwartungsgemäß am stärksten. So wurden im Möhnevorbecken 1984 und 1986 maximale Chlorophyllkonzentrationen über 150 µg/l gemessen. Während solcher Massentwicklungen stieg der pH-Wert schon mehrfach auf über pH 9 und die Sauerstoffsättigung bis auf maximal 211 %.

Im Wasser der Möhnetalsperre (Auslauf) wurden im November 1988 Triazinherbizide nachgewiesen. Es waren dies maximal 0,08 µg/l Atrazin, 0,06 µg/l Simazin und je 0,05 µg/l Desisopropylatrazin und Desethylatrazin.

## Flora und Fauna

### Plankton

#### Phytoplankton

Die Phytoplanktonentwicklung ist in den verschiedenen Teilen der Talsperre unterschiedlich, wobei die höchsten Chlorophyllkonzentrationen im Möhnevorbecken und auch im oberen Bereich an der Körbecker Brücke, die geringsten Konzentrationen im unteren Bereich und im Hevearm des Hauptbeckens gemessen werden. Auch das Artenspektrum weist einige charakteristische Unterschiede auf. In den schwächereutrophen Bereichen, z. B. Hevevorbecken und Hevearm, fehlen z. B. Blaualgen (Cyanobakterien) fast völlig, während diese im hocheutrophen Möhnevorbecken und im oberen Talsperrenbereich zu Massentwicklungen kommen.

Das Frühjahrsmaximum wird im allgemeinen durch Kieselalgen dominiert, im Sommer treten Grünalgen verstärkt auf, bis sich die Blaualgen im Spätsommer massenhaft vermehren. Im Herbst erreichen dann noch einmal Kieselalgen und Grünalgen gemeinsam höhere Bestandsdichten. In den Wintermonaten ist die Phytoplanktonproduktion stark eingeschränkt.

Folgende Algengruppen werden zeitweise dominant oder erreichen höhere Bestandsdichten:

*Aphanizomenon flos-aquae* tritt vor allem im Möhnevorbecken und im oberen Talsperrenbereich auf. Besonders in den Jahren 1978 – 1982 war sie an den Wasserblüten beteiligt. *Anabaena flos-aquae* zeigt eine ähnliche Tendenz. *Microcystis aeruginosa* entwickelte im Spätsommer 1982 und 1989 eine extrem starke Wasserblüte.

Die Kieselalgen *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira italica* und *M. granulata* var. *angustissima* erscheinen während der Vegetationsperiode (April – Oktober) im mittleren und unteren Sperrbereich in Zellzahlen bis 5 000/ml. Im oberen Sperrbereich und im Möhnevorbecken überwiegen in den Frühjahrs- und Frühsommermonaten kleine centrische Diatomeen vom *Stephanodiscus-Cyclotella*-Typ, die zeitweise über 100 000 Zellen/ml erreichen, während z. B. *Asterionella* nicht über 2 000 Zellen/ml hinauskommt. *Diatoma elongatum* erreicht nur im Hevevorbecken größere Bestandsdichten.

Die Grünalgen *Sphaerocystis Schroeteri*, *Coelastrum microporum*, *Pediastrum boryanum* und *P. duplex* treten vor allem im Sommer nach dem Kieselalgenmaximum und vor den Blaualgen-Wasserblüten in der gesamten Talsperre verstärkt auf. Im Möhnevorbecken und z. T. auch im oberen Talsperrenbereich kommen *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Oocystis*, *Monoraphidium*, *Koliella*, *Kirchneriella* und *Crucigenia* hinzu.

*Cryptomonas*- und *Rhodomonas*-Arten sind ganzjährig in allen Teilen der Möhnetalsperre zu finden. Von den Chrysophyceen kommt *Dinobryon bavaricum* im Hevevorbecken in höheren Bestandsdichten vor. *Kephyrion ovale* tritt in allen Sperrteilen ganzjährig auf. Dinophyceen spielen in der Möhnetalsperre keine Rolle.

### Zooplankton

*Daphnia longispina* und *Bosmina longirostris* sind die dominierenden Cladoceren-Arten. *Daphnia longispina* erreicht in den Sommermonaten meist Individuenzahlen von 5–20/l; im Juli 1988 wurden maximal 48 Ind./l gezählt. *Bosmina longirostris* erreicht meist im Juni Bestandsdichten von über 100 Ind./l, wobei z. B. 1984 maximal 147 Ind./l im Bereich der Körbecker Brücke beobachtet wurden. Von geringer Bedeutung ist *Diaphanosoma brachyurum*, eine Art, die regelmäßig, aber meist nicht in Zahlen über 15 Ind./l vorkommt.

Unter den Copepoden sind *Eudiaptomus gracilis* und verschiedene Cyclops-Arten in Individuenzahlen von etwa 20–40/l zu finden. Es kommen auch häufig planktische

Wimperntiere (*Ciliata*, *Peritricha*), z. B. *Carchesium pectinatum* und *Epistylis rotans*, vor. Von den Rotatorien sind folgende Arten zu nennen: *Conochilus unicornis* (maximal 325 Ind./l im September 1988 an der Körbecker Brücke), *Kellicottia longispina* (um 50 Ind./l), *Keratella quadrata*, *Filinia longiseta* und *Synchaeta pectinata*.

## Benthon

### Phytobenthon

Im Wasser der Möhnetalsperre sind in den flachen Buchten am Südufer verschiedene Laichkräuter (*Potamogeton pusillus*, *P. crispus*, *P. natans*) zu finden. Zunehmend breitet sich hier auch die Wasserpest (*Elodea nuttallii*) aus. Das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) verträgt auch länger anhaltenden Überstau von 30–50 cm. Der Wasserschwaden (*Glyceria fluitans*) ist vor allem auf Weichböden zu finden. Teichschachtelhalm (*Equisetum limosum*) wächst häufig in den Seitenbecken (z. B. an der Simecker Bucht).

Benthische Mikrophyten sind nur bis ca. 1 m unter der Oberfläche zu finden, da sie mit den Planktonalgen um das Licht konkurrieren müssen. An den Bojenseilen und an Bootsstegen kann jedoch die Grünalge *Cladophora glomerata* dichte Zotten bilden.

### Zoobenthon

Der auffallendste Vertreter der Benthofauna ist der Camberkrebs (*Orconectes limosus*), der sich unter oder zwischen den Steinen der Uferböschung aufhält. Er wurde 1890 aus den USA versuchsweise in Fischteiche der Neumark eingesetzt und hat sich danach, da er gegen die Krebspest immun ist, rasch über die norddeutschen Gewässer auch in einigen Sauerlandtalsperren verbreitet. Am Nordufer wurden vor einigen Jahren vier Edelkrebse von Anglern gefangen.

Von der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* haben sich dichte Bestände an den Brückenpfeilern der Delecker und Körbecker Brücke sowie an Steinen 10 m unterhalb der Vollstaulinie gehalten. Die Teichmuschel *Anodonta cygnea* kommt sehr häufig im Möhnevorbecken, im oberen Bereich des Hauptbeckens und im Hevearm vor.

Unter Steinen und an Wasserpflanzen im Uferbereich finden sich Teichnapfschnecken (*Acroloxus*), Rollegel (*Herpobdella*) und Schneckenegel (*Glossiphonia*). Vor allem in den Seitenbecken werden zahlreiche Schlamm-schnecken, Libellenlarven, Wasserkäfer, Wasserwanzen, Köcherfliegenlarven und Eintagsfliegenlarven beobachtet.

Im Hevevorbecken und im Hevearm wurde der einem starken Roßhaar ähnelnde Wurm „Wasserkalb“ (*Gordius aquaticus*) in Ufernähe schwimmend beobachtet.

### Fische

Die Möhnetalsperre ist mit einem jährlichen Bruttofangtrag über 60 000 kg/a sehr produktiv. Sie wird als einzige Talsperre in Nordrhein-Westfalen fischereilich nicht ausschließlich von den Anglern genutzt, sondern

zusätzlich von einem Berufsfischer bewirtschaftet. Dieser kontrolliert insbesondere den Bestand der Kleinen Maräne (*Coregonus albula*), die als Zooplanktonfresser nicht an die Angel geht und nur mit Netzen professionell gefangen werden kann.

Die Maränen, 1959 aus Holsteinischen Seen als vorgestreckte Brut eingesetzt, haben in der Möhnetalsperre in den Folgejahren sich natürlich fortpflanzende und durch Besatz mit Brut gestützte Bestände aufgebaut. Dieser Maränenbestand ist durch die Folgen der Eutrophierung gefährdet. Das Echogramm vom Sommer 1975 (Abb. 6) zeigt die Verteilung der Fische vor (links) und nach (rechts) dem Sauerstoffrückgang im Tiefenwasser. Ende August halten sich die Maränen dicht zusammengedrängt in ca. 17 m Wassertiefe unterhalb der Schicht der Weißfische auf. Obwohl sie hier mit Sauerstoffkonzentrationen von ca. 1 mg/l auskommen müssen, meiden sie höhere Wasserschichten, die zwar sauerstoffreicher, aber für die kälteliebenden Fische zu warm sind. Der Lebensraum der übrigen Fische wird nach oben durch das alkalische Wasser, bei dem das empfindliche Kiemengewebe verätzt würde, und nach unten durch den Sauerstoffmangel des Hypolimnions begrenzt. In einer solchen durch dichtgedrängte Fischansammlungen auf engstem Raum verursachten Streß-Situation ist das Krankheitsrisiko durch bakterielle Infektionen und Parasitenbefall stark erhöht. Einer gezielten „Hegebefischung“ kommt auch in diesem Zusammenhang große Bedeutung zu.

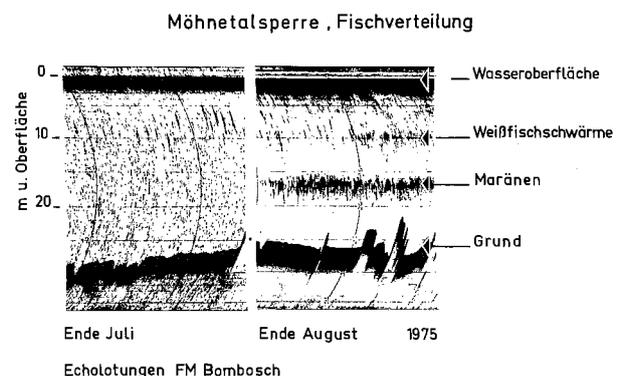


Abbildung 6: Echogramm der Fischverteilung

Die Fangquote bei Zander hält sich bei Freizeitfishern und Berufsfischer mit etwa 2 t die Waage, während bei Hecht, Aal und Karpfen von den Freizeitfishern etwa 2 bis 3 mal mehr geangelt wird. Ein deutliches Übergewicht auf seiten der Angler besteht auch beim Barsch und den Weißfischen (Brasse und Plötze). Hier werden jährlich etwa 30 t Weißfische und ca. 7 t Barsche geangelt.

### Wasservögel

Die Möhnetalsperre ist als Mauser-, Durchzugs- und Winterquartier für Wasservögel von großer Bedeutung. Sie weist die höchsten Artenzahlen und Individuendichten unter den sauerländischen Talsperren auf. über 7 000

Wasservogel insgesamt mit einer Individuendichte von 70 je 10 ha besiedeln durchschnittlich die Talsperre im Winter.

Die Möhnetalsperre kommt aus mehreren Gründen den Ansprüchen der Wasservogelwelt entgegen. Sie liegt am Hauptzugweg vieler nord- und nordosteuropäischer Wasservogel während des Herbstzuges. Für die in SW-Richtung ziehenden Vögel stellen die Mittelgebirge die erste Barriere dar, weshalb der Zug an ihrem Nordrand nach Westen abgelenkt wird und so auf die Möhnetalsperre trifft. Weitere Ursachen für die Attraktivität der Möhnetalsperre sind ihre Größe, ihr Nährstoff- und Fischreichtum sowie die Beschaffenheit ihrer Ufer, die den Wasservögeln ein ausreichendes Nahrungsangebot bieten. Günstige Nahrungsquellen in der Nähe der Talsperre stellen die Getreidefelder (Wintersaaten) der Haar und der Soester Boerde sowie die Eichenbestände („Eichelmast“) im nördlichen Arnsberger Wald dar. Die drei großen Naturschutzgebiete stellen notwendige Ruhezonen dar und bieten genügend Ausweichmöglichkeiten, so daß die Vögel auch während der Sommermonate weitgehend ungestört sind.

Die Möhnetalsperre ist Objekt langjähriger ornithologischer Untersuchungen. Regelmäßige Bestandserhebungen werden seit 1958 durchgeführt. Sie belegen, daß das Artenspektrum in den Wintermonaten weitgehend konstant geblieben ist, die Bestandsstärken dagegen über die Jahre hinweg großen Schwankungen unterliegen. Die Höhe der Bestände in den einzelnen Jahren hängt u. a. vom wechselnden Nahrungsangebot ab. So wird das zeitweilige Massenvorkommen der Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) als Ursache für besonders große Bestände einiger Tauchentenarten (z. B. der Reiherenten) in der Vergangenheit angesehen (STICHMANN). Aufgrund stark schwankender Wasserstände während der letzten Jahre, die ein Absterben der Wandermuschelbänke bei Niedrigwasser zur Folge hatten, ist die Wandermuschel vorübergehend in ihrem Bestand dezimiert worden.

#### Säugetiere

Im Arnsberger Wald existiert ein ca. 1 000–1 500 Stück starker Bestand von Sikawild (*Sika nippon*), einer ostasiatischen Hirschart. Die Population stammt ursprünglich aus einem Rotwildgehege. Durch Zerstörung der Gatterzäune infolge Schneebruchs im Jahr 1936 und nach Öffnung der Gatter im Jahr 1945 konnten die Tiere in die Nachbarreviere vordringen und besiedeln heute ein mehrere 1 000 ha großes Gebiet. Da das Sikawild u. a. auch Rohrkolben frißt, kann es Schäden an der Ufervegetation verursachen.

#### Sediment

Die Sedimente der Möhnetalsperre sind phosphorreich. Dies gilt in besonderem Maße für das Wameler Vorbecken, wo jährlich etwa 40 bis 50 % der über die Möhne zugeführten Phosphatfrachten zurückgehalten werden. Das Sediment weist hier einen P-Gehalt von 4–5 g/kg TS auf. Der P-Gehalt des Sedimentes aus dem Hauptbecken

liegt mit ca. 1 g/kg TS wesentlich niedriger, worin sich der Längsgradient dokumentiert.

Auch mit Schwermetallen ist das Sediment des Möhnevorbeckens stärker belastet als das Sediment des Hauptbeckens. Das Sediment des Vorbeckens weist einen Zinkgehalt von 450–900 mg/kg TS, einen Cadmiumgehalt von 4–14 mg/kg TS und einen Bleigehalt von 120–200 mg/kg TS auf. Im Sediment des Hauptbeckens beträgt der Zinkgehalt 330–680 mg/kg TS, der Cadmiumgehalt 2–7 mg/kg TS und der Bleigehalt 60–120 mg/kg TS.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Die Möhnetalsperre liegt im Landschaftsschutzgebiet Kreis Soest/Arnsberger Wald. Durch die Ausweisung von drei großen Naturschutzgebieten (NSG) an der Möhnetalsperre wird das geregelte Nebeneinander von Erholungsnutzungen und Schutzbestrebungen ermöglicht. Es sind dies seit über 20 Jahren das NSG Hevearm (Hevebecken) und das NSG Kleine Schmalenau-Hevesee (Hevevorbecken). 1985 wurde auch die Möhneau-Völlinghausen (zwischen Kanzelbrücke und Völlinghauser Brücke) zum Naturschutzgebiet erklärt. Insbesondere diese geschützten Wasserflächen mit ihren Ufern stellen wertvolle Ersatzbiotope dar.

Zum Schutz der Fische wurden an der Möhnetalsperre drei Laichschonbezirke festgelegt, in denen nach § 44 LFischG vom 1. 1. – 31. 7. jeden Jahres nicht geangelt werden darf und Bootsverkehr untersagt ist.

Zur Sanierung der Möhnetalsperre wurden verschiedene Maßnahmen ergriffen. Durch den Bau eines westlichen Sammlers, in dem das Abwasser aus den Ortschaften Körbecke und Delecke zur unterhalb der Möhnetalsperre gelegenen Kläranlage Günne geleitet wird, können zwei direkt in die Talsperre einleitende Kläranlagen aufgegeben werden. Für die Behandlung des Niederschlagswassers, das z. T. noch über Misch- und Regenkanalisation ungeklärt in die Gewässer gelangt, werden vom Ruhrverband weitere Anlagen geplant bzw. gebaut. Da die P-Elimination in den Zuflüssen aus Kostengründen ausscheidet, wird die simultane P-Fällung mit Eisensalzen auf den Kläranlagen, die mittel- oder unmittelbar in die Möhnetalsperre einleiten, seit vielen Jahren erfolgreich durchgeführt.

Infolge der Sanierungsmaßnahmen gingen die Gesamtposphor-Konzentrationen im Stauraum der Möhnetalsperre während der letzten zehn Jahre deutlich zurück. In den 70er Jahren wurden Konzentrationen zwischen 50 und 70 µg/l Ges.P im Jahresmittel gemessen, seit Mitte der achtziger Jahre übersteigen die Konzentrationen 30 µg/l nicht. Der Sanierungserfolg macht sich positiv durch Rückgang des Algenwachstums bemerkbar, was besonders im hocheutrophen Möhnevorbecken deutlich wird (Abb. 7). Hier gingen die Gesamt-P-Konzentrationen von ca. 200–300 µg/l in den Jahren 1972 bis 1977 auf unter 100 µg/l seit 1984 zurück. Der Chlorophyllgehalt – als Maß für die Phytoplanktonbiomasse – zeigt witterungsbedingt zwar größere

Phosphor-, Stickstoff- und Chlorophyll-Konzentration im Wameler-Vorbecken

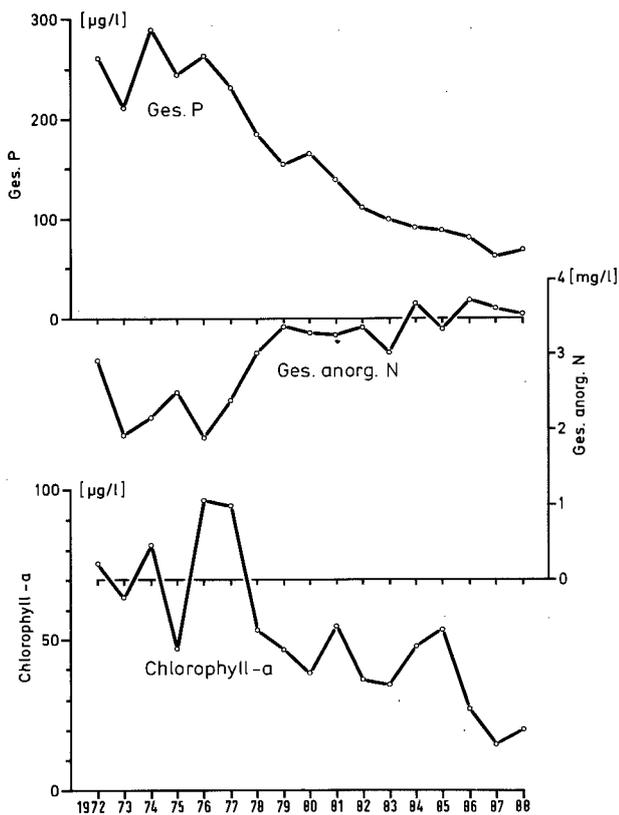


Abbildung 7: P-, N- und Chlorophyll-Konzentration im Wameler (Möhne-)Vorbecken 1972–1988

Schwankungen, läßt aber sehr deutlich einen Abwärtstrend erkennen: Während bis 1978 die Chlorophyllkonzentrationen im Jahresmittel mehrfach zwischen 70 bis 100 µg/l lagen, wurden danach 50 µg/l Chlorophyll nur in einzelnen Jahren knapp überschritten. In den Jahren 1986 bis 1988 lagen die Jahresdurchschnittskonzentrationen sogar unter 30 µg/l Chlorophyll.

Die Stickstoffbelastung der Möhnetalsperre nimmt dagegen in den letzten Jahren zu. Sie beträgt im Stauraum inzwischen 3 mg/l anorganisch N (Jahresmittel 1988). Durch Beobachtungen und Untersuchungen an den Gewässern im Einzugsgebiet der Möhnetalsperre wird versucht, die sogenannten „diffusen Belastungsquellen“ aus der Landwirtschaft aufzuspüren und auf deren Beseitigung hinzuwirken.

#### Literatur

DVGW DEUTSCHER VEREIN VON GAS- UND WASSERFACHMÄNNERN (1974): Biozidgehalt in 19 deutschen Talsperren, DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 5.

DIEKJOBST, H. (1981): *Atriplex hastata*- und *Bidens radiata*-Gesellschaft im therophytischen Vegetationskomplex am Möhne-see, *Natur und Heimat*, 41, (1), 3–12, Münster.

NUSCH, E. A. (1975): Comparative investigations on extent, causes and effects of eutrophication in Western German reservoirs, *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19, 1871–1879.

NUSCH, E. A. (1984): Wasserbeschaffenheit von Talsperren, dargestellt am Beispiel der Sauerland-Talsperren unter Berücksichtigung räumlicher (topographischer und stratigraphischer) und zeitlicher Änderungen, *Deutscher Rat für Landespflege* (Hrsg.), 43, 266–271.

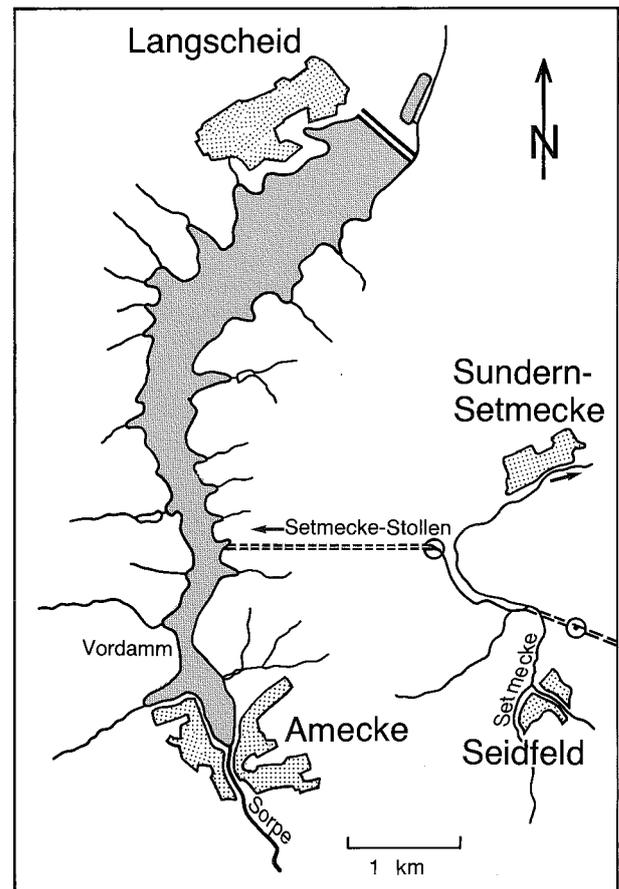
RP ARNSBERG (1987): Bewirtschaftungsplan „Möhne“, Vorlage gemäß § 21 Abs.2 LWG zur Benennung der Hauptnutzungsarten, Stand 13. 7. 1987.

STICHMANN, W. (1984): Die Belange der Vogelwelt an Talsperren, *Deutscher Rat für Landespflege* (Hrsg.), 43, 254–257.

STICHMANN, W. (1985): Seit 27 Jahren Wasservogelforschung an der Möhnetalsperre, *Uni-Report*, 2, 12–15, Dortmund.

# Sorpetalsperre

Topographische Karte: L 4712  
Gewässersystem: Sorpe/Röhr/Ruhr/Rhein  
Stauziel: 282,6 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 3,38 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum 70,8 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 57 m  
Mittlere Tiefe: 21 m  
Ausbaugrad: 154 %  
Umgebungsfaktor: 29,4  
Länge der überstauten Talsohle: 6,2 km  
Absperrbauwerk: Erddamm  
Kronenlänge: 700 m  
Uferentwicklung: ca. 10,1  
Talsperrentyp: tiefes U-Tal  
Vorsperre: 1, Sorpevorbecken  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: 2 betonierte Stollen,  
Betriebsauslaß 12,70 m über Grund  
Nutzung der Talsperren: Niedrigwasseranreicherung,  
Trinkwassergewinnung, Energieerzeugung, Freizeit  
und Erholung  
Einzugsgebiet: 99,5 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Acker 10,3%,  
Wiesen und Weiden 20,6%,  
Forst 66,7%,  
bebaute Fläche 2,3 %  
Einwohner: 5 900 (Stand 1988)  
Eigentümer: Ruhrtalsperrenverein (RTV)  
Jahr der Inbetriebnahme: 1935



## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

In den Jahren 1926 bis 1935 hat der Ruhrtalsperrenverein (RTV) die südwestlich von Arnsberg gelegene Sorpetalsperre gebaut (Farbbild). Mit einem Fassungsvermögen von zunächst rund 68 Mio m<sup>3</sup> wurde sie als extremer Überjahresspeicher (Ausbaugrad rund 230%) ausgelegt und erhielt die Aufgabe, die bis zu diesem Zeitpunkt im Ruhrgebiet als Jahresspeicher erstellten Talsperren bei der Sicherung der Wasserversorgung, insbesondere in sogenannten Doppeltrockenjahren, zu ergänzen.

Der Sorpedamm wurde während des 2. Weltkrieges durch Luftangriffe erheblich beschädigt, was anhaltende Undichtigkeiten zur Folge hatte. Die endgültigen Instandsetzungsarbeiten konnten erst im Jahre 1958 beginnen, als durch den Neubau der Hennetalsperre Ersatz für den Sorpetalsperrenraum zur Verfügung stand. Zur Steigerung der jährlichen Leistungsfähigkeit der Sorpetalsperre wurde gleichzeitig ein Beileitungssystem erstellt. Über Stollen, künstliche Gerinne und Rohrleitungen aus benachbarten Einzugsgebieten wird Wasser zusätzlich in die Talsperre geleitet (Abb. 1). Seit Sommer 1961 steht die Sorpetalsperre wasserwirtschaftlich wieder voll zur Ver-

fügung. Neben der Niedrigwasseranreicherung der Ruhr dient die Sorpetalsperre auch der Trinkwasserversorgung und der Energiegewinnung.

Die Sorpetalsperre ist ein Freizeit- und Erholungsschwerpunkt. Das Westufer und das gesamte Vorbecken um Amecke dient vorwiegend der aktiven Erholung. In Ufernähe gibt es zahlreiche Campingplätze und mehrere Wochenend- bzw. Ferienhausgebiete. Zur Ausübung sportlicher Aktivitäten – Baden, Segeln, Surfen, Rudern, Tauchen – stehen die entsprechenden Anlagen zur Verfügung. Das Ostufer der Sorpetalsperre ist in erster Linie der extensiven, stillen Erholung vorbehalten.

An der Sorpetalsperre wurden 1987 über 400 Jahresscheine für Segler und über 1 000 Jahresscheine für Surfer ausgegeben. Die gesamte Wasserfläche ist für den Wassersport freigegeben.

Über 600 Angler erhielten vom RTV 1987 Jahresfischereierlaubnisscheine, die sie zur Ausübung ihres Hobbies an der Sorpetalsperre berechtigen.

### Übersichtsplan

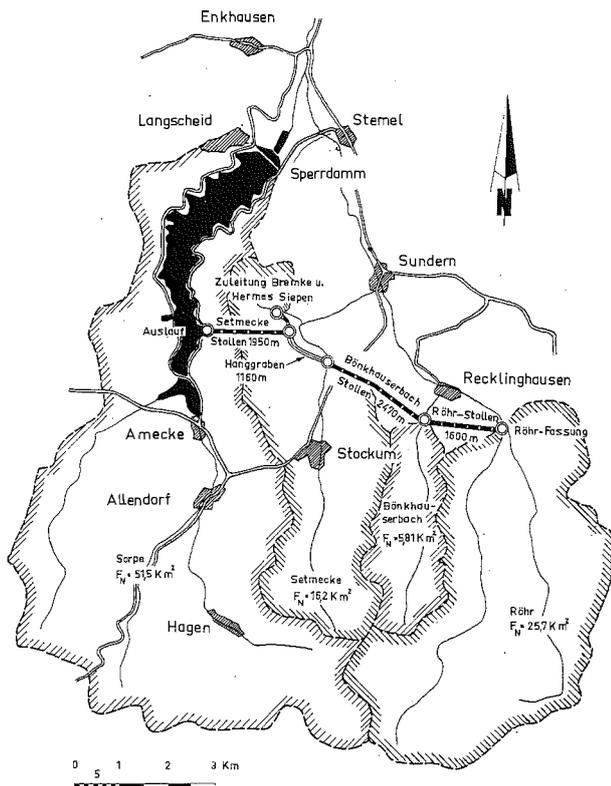


Abbildung 1: Übersichtsplan Einzugsgebiet mit Bei-  
leitungen

### Einzugsgebiet

#### Topographie

Die Sorpe ist ein ca. 18 km langer Nebenfluß der Röhre, die bei Arnsberg-Hüsten (Ruhr-km 140,21) in die Ruhr mündet. In einem tief eingeschnittenen Tal liegt die Sorpetalsperre zwischen den Ortschaften Amecke und Langscheid.

Das knapp 100 km große Einzugsgebiet ist eine Mittelgebirgslandschaft, die von der tertiären Rumpfflächen- und der quartären Talbildung geformt ist. Der höchste Punkt wird mit dem Schomberg (648 m ü. NN) bei Wildewiese erreicht, wo die Sorpe entspringt. Das Gelände folgt der allgemeinen Abdachung des sauerländischen Mittelgebirges, hier vom Lennegebirge im Süden zum Ruhrtal im Norden.

Die Sorpetalsperre wird umgeben von einem fast völlig bewaldeten Höhengebiet (300–400 m ü. NN), den „Sunderner Wäldern“, das von den mäßig eingeböschten Sohlentälern der Sorpe und der Röhre in sanft gerundete Rücken zerschnitten wird. Im Süden des Einzugsgebietes

erstreckt sich anschließend an die Hellefelder Senken die Wildewiese-Homert. Das ist ein walddreicher Hochrücken, dessen breite Nordabdachung von zahlreichen Quellbächen der Sorpe und der Röhre in eine Folge von Bergspornen und engen Talkerben zerschnitten wird.

### Geologie

Das Einzugsgebiet der Sorpetalsperre liegt im nördlichen rechtsrheinischen Schiefergebirge. Aufgrund starker Verfaltungen treten hier sehr verschiedenartig ausgebildete und unterschiedlich alte paläozoische Gesteinsschichten an der Oberfläche auf. Das paläozoische Felsgestein wird vielfach von quartären, vereinzelt auch von tertiären Verwitterungs- und Schuttbildungen verhüllt.

Die Sorpetalsperre liegt in der Lüdenscheider Mulde, wo mit über 2000 m Mächtigkeit die flözleeren oberkarbonischen Arnsberger Schichten auftreten. Sie enthalten sandige, graue bis schwarze Ton- und Schluffsteine, Sandsteine, quarzitische Sandsteine, Grauwacken und Feinkonglomerate, wobei besonders starke Faltungen auftreten. Der Untergrund der Sorpetalsperre setzt sich aus einer von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost streichenden Wechselfolge von Grauwackenpartien und stark- bis schwachsandigen Schiefertonzonen zusammen.

Südlich der Talsperre gehen die Arnsberger Schichten in ein Faltengebiet aus oberdevonischen bis unterkarbonischen Schichten über. Die Sorpe entspringt in einem Gebiet unterdevonischer Tonsteine.

### Klima und Hydrographie

Das Einzugsgebiet gehört zum Klimabereich der niederschlagsreichen Mittelgebirge. Der mittlere jährliche Niederschlag beträgt ca. 965 mm/a. Neben den Monaten Juli/August ist im Januar ein Maximum in der Niederschlagskurve zu verzeichnen, d. h., daß die Winter relativ schneereich sind. Es herrschen verhältnismäßig ausgeglichene Temperaturen mit mäßiger Jahresschwankung, die Durchschnittstemperatur des Jahres liegt bei 7–8 °C. Das Klima der Hochlagen unterscheidet sich deutlich von dem der tieferen Lagen, im Ortsklima können erhebliche Abweichungen von den Durchschnittswerten des Großklimas auftreten.

Das Einzugsgebiet ist von einem dichten Gewässernetz durchzogen, das hauptsächlich nach Norden orientiert ist. Am Südrand des Einzugsgebietes liegt die Lenne-Ruhr-Wasserscheide. Der Aufstau der Sorpetalsperre wurde durch den wasserundurchlässigen Untergrund der Talböden begünstigt. Die Ergiebigkeit der aus dem anliegenden Schiefer- und Grauwackengebiet stammenden Quellen und Bäche ist aber verhältnismäßig gering und die Verdunstung wegen der Bewaldung beträchtlich.

### Bodennutzung und Besiedlung

Das Einzugsgebiet der Sorpetalsperre wird zu  $\frac{2}{3}$  forstwirtschaftlich und zu knapp  $\frac{1}{3}$  landwirtschaftlich genutzt. 25 % der Waldfläche sind Laubwald und 75 % Nadelwald.

Die Acker- und Grünlandnutzung erstreckt sich auf die morphologisch und klimatisch begünstigten Bereiche mit möglichst tiefgründigen Böden. Die Grünlandflächen nehmen einen Anteil von 67 % der landwirtschaftlichen Fläche ein. Bei der Ackerlandnutzung dominiert der Getreideanbau (vorwiegend Roggen und Hafer), anspruchsvollere Kulturen (Weizen, Zuckerrüben) fehlen wegen der widrigen Standortverhältnisse. In 18 Ortschaften leben 5 900 Einwohner, von denen 86 % an die öffentliche Kanalisation angeschlossen sind. Die Besiedlungsdichte beträgt ca. 59 E/km.

### Ufer

Da die Ufer der Sorpetalsperre größtenteils sehr steil sind, kann sich infolge schwankender Wasserstände kaum eine ausgeprägte Litoralvegetation entwickeln. Lediglich oberhalb der Normalstaulinie stehen Erlen, verschiedene Weidenarten, während auf den zeitweise trockenfallenden Hängen vereinzelt Bestände von Wasser-Knöterich (*Polygonum amphibium*) zu finden sind (z. B. in Buchten am Ostufer). Außerdem breiten sich, ausgehend von der Setmecke-Bucht, Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*) aus.

An aquatischen Makrophyten ist in einer flacheren Bucht (Hermkesiepen) ein Bestand von Wasser-Hahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*) zu finden.

### Wasserbeschaffenheit

Die Ionenbilanz der Sorpetalsperre zeigt die Abb. 2.

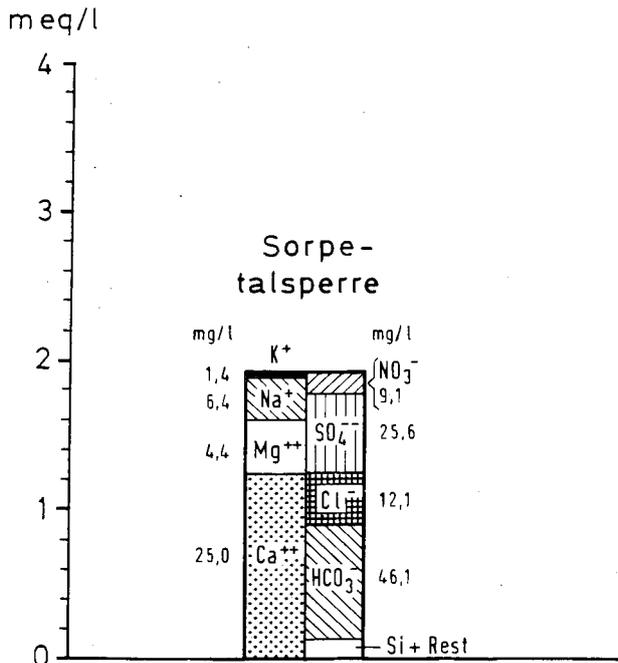


Abbildung 2: Ionenbilanz

Die Sorpetalsperre ist insgesamt als eutroph, das Amecker Vorbecken als hocheutroph zu kennzeichnen. Dort hat nicht nur der Phytoplanktongehalt, sondern auch das Wachstum von Fadenalgen in den letzten Jahren stark zugenommen (Abb. 3).

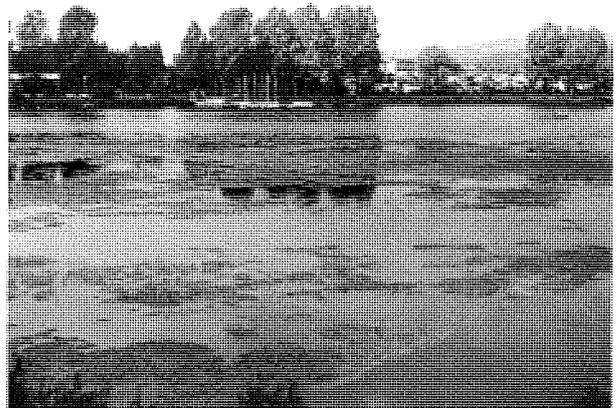


Abbildung 3: Fadenalgen im Sorpevorbecken  
Foto: Archiv RUHRVERBAND

Im Hauptbecken der Sorpetalsperre machen sich die Folgen der Eutrophierung aufgrund der günstigen Form der Talsperre (tiefes U-Tal) weniger gravierend bemerkbar als im Vorbecken. Einer nur bis in 10–15 m Tiefe reichenden Produktionszone steht eine großvolumige Abbauzone gegenüber, die sich bis zum Grund in etwa 50 m Tiefe erstreckt. So wirkt sich die Beckenmorphologie (Verhältnis von Volumen zu Fläche) der Sorpetalsperre positiv auf deren Sauerstoffhaushalt aus.

Das Tiefenprofil (Abb. 4) läßt ein deutliches Sauerstoffminimum (< 5 mg/l) im Bereich der Temperatursprungschicht erkennen, während über Grund etwa 7 mg/l O<sub>2</sub>,

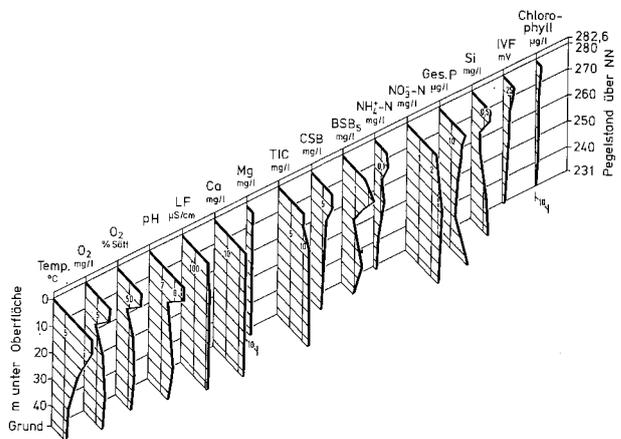


Abbildung 4: Tiefenprofil der Wasserbeschaffenheit z. Z. der Sommerstagnation 1987

entsprechend etwa 60% Sättigung, vorliegen. Der pH-Wert ist in der trophogenen Zone (0 bis ca. 7 m Wassertiefe) auf über 8,5 erhöht. Demnach ist eine stärkere Algenentwicklung, bei der Kohlensäure assimiliert wurde, vorausgegangen. Auch die in 0 bis 5 m Tiefe verminderte Konzentration an anorganischem Kohlenstoff (TIC) deuten auf die Assimilationstätigkeit von Planktonalgen hin.

Eng korreliert mit dem Trophiegrad, d. h. der produzierten Algenbiomasse, die unter Sauerstoffverbrauch abgebaut werden muß, ist die flächenbezogene hypolimnische Sauerstoffverbrauchsrate. Obwohl die Sauerstoffverbrauchsrate der Sorpetalsperre mit ca.  $0,9 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \text{ O}_2$  im Vergleich zu den anderen RTV-Talsperren relativ hoch ist, werden die Sauerstoffkonzentrationen im Hypolimnion in der Regel nicht kritisch. Der große hypolimnische Sauerstoffvorrat reicht zum Abbau der in der trophogenen Schicht gebildeten Biomasse nahezu aus.

Abb. 5 zeigt jedoch, daß bereits im Metalimnion intensive Abbauprozesse stattfinden, die zu einem Absinken der Sauerstoffkonzentrationen führten. Im Laufe des August 1985 ging die  $\text{O}_2$ -Konzentration zwischen 10 und 15 m Wassertiefe sogar bis auf Null zurück. Das Metalimnion blieb bis zum Ende der Stagnationsperiode sauerstofffrei. Obwohl sich in den grundnahen Wasserschichten, in denen der weitere Abbau der sedimentierenden planktischen Biomasse vorstatten geht, bereits Sauerstoffminima andeuteten, blieben doch in großen Teilen des Hypolimnions Sauerstoffkonzentrationen über  $5 \text{ mg/l}$  erhalten. Gegen Ende der Stagnationsperiode zeigten die grundnahen Wasserschichten Sauerstoffmangelerscheinungen, die bis zur Anaerobie des Sediments gingen.

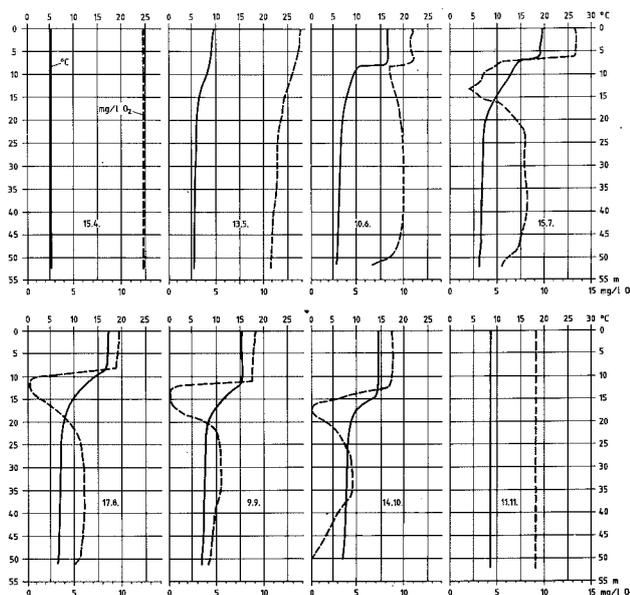


Abbildung 5: Temperatur und Sauerstoffgehalt in verschiedenen Tiefen der Sorpetalsperre 1985

1985 wurden während der Stagnationsperiode täglich  $2,3 \text{ t}$  Sauerstoff im Hypolimnion verbraucht. Dies ist für die weitere Entwicklung der Sorpetalsperre als kritisch anzusehen, da bei Anaerobie des Sediments Rücklösungserscheinungen auftreten, wobei zuvor festgelegte Nährstoffe – zum Beispiel die bei der reduktiven Lösung des Eisens remobilisierten Phosphate – zu einer „internen Düngung“ der Talsperre führen. Dadurch würde der Eutrophierungsprozeß rasant beschleunigt werden. Im Spätsommer 1985 wurden in den grundnahen Wasserschichten deutlich erhöhte Mangankonzentrationen gemessen, was auf beginnende Remobilisierungserscheinungen hindeutet (Abb. 6).

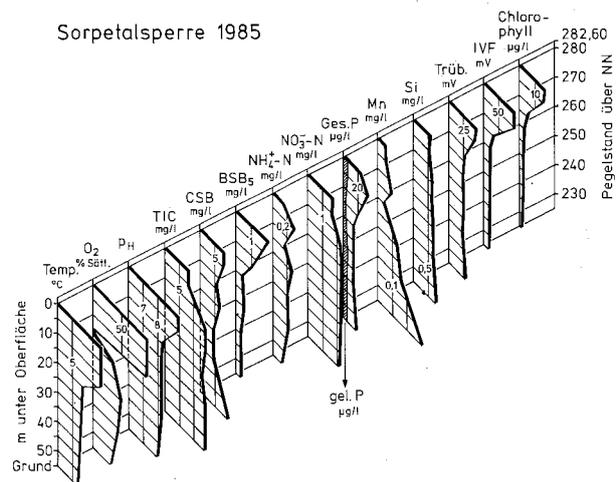


Abbildung 6: Tiefenprofil der Wasserbeschaffenheit in verschiedenen Tiefen z. Z. der Sommerstagnation 1985

Als Maß für die Phosphatbelastung kann die „Jahresoberflächenbelastung“ nach VOLLENWEIDER herangezogen werden. Sie beträgt bei der Sorpetalsperre ca.  $2 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \text{ P}$ . Die Konzentration an Gesamtphosphat im Gesamtstauraum beträgt ca.  $24 \text{ µg/l P}$  (volumengewogenes Mittel 1986/87).

Der maximale Chlorophyllgehalt über der tiefsten Stelle der Talsperre betrug in den Jahren 1986/87  $25 \text{ µg/l}$ , der durchschnittliche Chlorophyllgehalt schwankte dort zwischen  $10\text{--}20 \text{ µg/l}$ . Extrem hohe Chlorophyllkonzentrationen kommen im Ameerker Vorbecken vor. So wurden dort z. B. am 12. 8. 1985  $377 \text{ µg/l}$  Chlorophyll,  $29 \text{ mg/l}$  CSB und  $16 \text{ mg/l}$  BSB<sub>5</sub> festgestellt. Die Sekundärverschmutzung durch die Algenentwicklung spiegelt sich in der Tatsache wider, daß im Jahre 1985 mehr organische Substanz ( $299,7 \text{ t}$  CSB) das Vorbecken verließ, als über die Zuflüsse hineinkam ( $177,6 \text{ t}$ ).

Die Sekundärverunreinigung der Sorpetalsperre durch Algenbiomasse führte in den letzten Sommern wiederholt zu Problemen mit biogener Schaumbildung im Uferbereich. Dieser Schaum wird durch höhermolekulare

Eiweißabbauprodukte hervorgerufen, die bei Zersetzung der Algen entstehen und sich im unmittelbaren Uferbereich lokal anhäufen.

Die Sorpetalsperre ist als „Selbstreinigungsreaktor“ insgesamt sehr leistungsfähig, wie die guten Retentionsleistungen zeigen. Vergleicht man die Konzentrationen der Nährstoffe in den Zuläufen zur Talsperre mit den entsprechenden Konzentrationen im Stauraum, errechnet sich eine prozentuale Verminderung für Phosphor von 80 % und für Stickstoff von über 40%. Hier wirken sich wiederum die lange Aufenthaltszeit und die Beckenmorphologie günstig aus (Abb. 7).

Im Wasser der Sorpetalsperre (Auslauf) wurden 1988 Triazinherbizide nachgewiesen. Es waren dies je 0,05 µg/l Atrazin und Desethylatrazin.

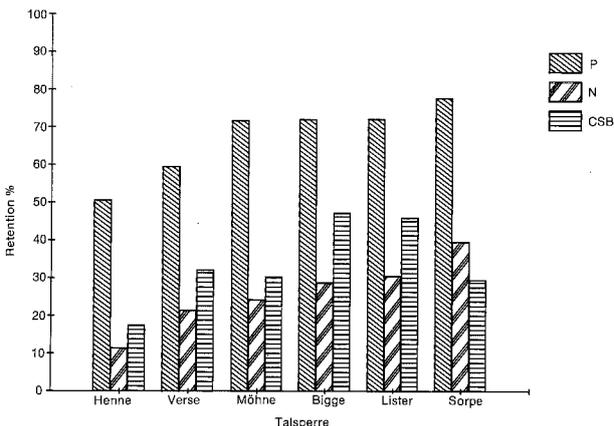


Abbildung 7: Verminderung von P, N und CSB in den RTV-Talsperren 1983–1987

## Flora und Fauna

### Phytoplankton

Im Phytoplankton der Sorpetalsperre spielen seit 1982 Blaualgen eine große Rolle. Folgende Arten treten verstärkt auf:

- Aphanizomenon flos-aquae*  
(über 1 Mill. Zellen/ml, August 1980)
- Microcystis* (1985 und 1988)
- Pseudanabaena (Oscillatoria redeckeii)*  
(bis 45 000 Zellen/ml)

Von den Kieselalgen erscheint *Melosira italica* meist ganzjährig. Diese Art erreichte mit 11 000 Zellen/ml im März 1987 einen Maximalwert. *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* sowie die radiären Diatomeen kommen in Bestandsdichten bis zu 3 500 Zellen/ml vor. *Achnanthes minutissima* gehört seit 1986 regelmäßig zum Kieselalgenplankton und wurde im November 1988 mit 5 000 Zellen/ml gezählt.

Zum Grünalgenplankton gehören ganzjährig die Gattungen *Cryptomonas* und *Rhodomonas*, wobei

die *Cryptomonas*-Arten meist Bestandsdichten bis 100 Zellen/ml aufweisen, während *Rhodomonas minuta* diese Zelldichte regelmäßig übersteigt. Im Juni 1983 wurde für *Cryptomonas ovata* der Maximalwert von 450 Zellen/ml verzeichnet, im August 1982 war *Rhodomonas minuta* mit dem Maximalwert von 4 500 Zellen/ml vertreten. Auch die Gattungen *Monoraphidium* und *Chlamydomonas* treten regelmäßig auf und erreichen beachtliche Zelldichten (*Monoraphidium spec. max.* 30 000 Zellen/ml, Mai 1983; *Chlamydomonas spec. max.* 3 700 Zellen/ml, Oktober 1986). *Chlorella spec.*, *Coelastrum microporum*, *Kirchneriella lunaris*, *Oocystis spec.*, *Sphaerocystis Schroeteri* und *Lagerheimia genevensis* kommen verstärkt im Sommer vor. Die verschiedenen *Scenedesmus*-Arten können im Sommer 45 000 Zellen/ml erreichen.

Von den Chrysophyceen (Goldalgen) tritt nur die Art *Kephyrion ovale* mit wenigen Zellen im Frühjahr auf. Als Vertreter der Dinophyceen treten in der Sorpetalsperre vereinzelt *Gymnodinium*-Arten auf. Die Art *Ceratium hirundinella* ist seit 1982 fast völlig aus dem Artenspektrum verschwunden.

Im Vorbecken der Sorpetalsperre dominieren die Blaualgen. Seit 1985 werden steigende Zellzahlen für *Pseudanabaena* verzeichnet. Während einer Massenentwicklung im August 1987 kamen bis zu 7 Mill. Zellen/ml vor. In den Vorjahren hatte auch *Aphanizomenon flos-aquae* gleiche Bestandsdichten erreicht. Die Zusammensetzung der Algenpopulation entspricht ansonsten der des Hauptbeckens.

### Zooplankton

Zum Crustaceen-Plankton der Sorpetalsperre gehören Phyllopoden (Blattfußkrebse) der Arten *Daphnia longispina* und *Diaphanosoma brachyurum*. Sie können im Hochsommer Dichten von 20 Ind./l erreichen. Die Gruppe der Copepoden (Ruderfußkrebse) ist mit verschiedenen *Cyclops*- und *Eudiaptomus*-Arten und Nauplien vertreten.

Es kommen planktische Wimperntiere der Ordnung Peritricha vor. Teilweise findet man auch epizoische Arten auf Copepoden festsitzend. Unter den Rotatorien (Rädertieren) weist die Art *Conochilus unicornis* die höchsten Bestandsdichten auf (max. 55 Ind./l). Daneben finden sich die Arten *Kellicottia longispina*, *Polyarthra spec.* und, als räuberische Art, *Asplanchna priodonta*.

### Benthon

In der Sorpetalsperre lebt eine starke Population des Amerikanischen Krebses (*Orconectes limosus*). Der aus Nordamerika stammende Krebs ist gegenüber dem einheimischen Edelkrebs (*Astacus astacus*) schnellwüchsiger, fruchtbarer, stellt geringere Ansprüche an die Wasserqualität und ist außerdem gegen die Krebspest immun.

Es kommen außerdem die Teichmuschel (*Anodonta cygnea*), vor allem im Vorbecken und im oberen Talsperrenbereich, Köcherfliegenlarven (*Anabolia spec.*) und Eintagsfliegenlarven (*Caenis spec.*) vor.

## Fischbestand

Die Sorpetalsperre gehört aufgrund ihrer großen Wassertiefe und mäßigen Primärproduktion zu den fischereilich besonders ertragreichen RTV-Talsperren. Sie weist Bruttoerträge um 100 kg/(ha · a) auf. Abb. 8 zeigt eine 10-Jahres-Auswertung der Fangmeldungen der Freizeitfischer. Es dominieren die Weißfische (Brasse und Plötze), daneben kommen Barsche, Karpfen und Aale vor. Unter den Raubfischen überwiegt der Hecht gegenüber dem Zander, die Salmoniden fallen nicht ins Gewicht. Auffallend ist der starke Rückgang der Fangergebnisse in den Jahren nach 1983 von ca. 65 auf weniger als 20 Jahrestonnen, was möglicherweise ein Hinweis auf die gesunkene Produktivität der Sorpetalsperre als Folge der verminderten Phosphatgehalte sein könnte. Eine andere plausible Erklärung wäre der Verlust der vorwiegend in flachen Uferbereichen stehenden Brut durch Absinken des Stauspiegels.

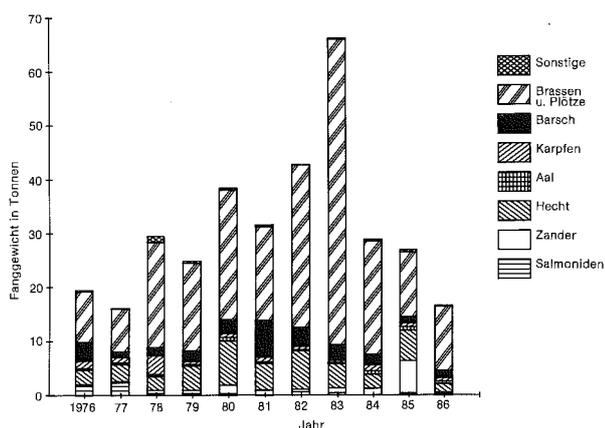


Abbildung 8: Fangergebnisse der Freizeitfischer

In der Sorpetalsperre wurden Blaufelchen (*Coregonus lavaretus*) eingebürgert. Da sie Zooplanktonfresser sind, ist ihre uneingeschränkte Vermehrung ökologisch nicht wünschenswert. Sie können aber von Freizeitfishern nur mit der sogenannten Paternosterangel gefangen werden, worauf sich bisher wenige eingestellt haben. Ein verstärkter Besatz von Zander als „Kleinfischfresser“ erscheint sinnvoll.

Ein Einbürgerungsversuch mit dem europäischen Seesaibling (*Salvelinus alpinus salvelinus*), den TACK im Jahre 1961 mit Brut und Setzlingen aus dem Mondsee begann, verlief erfolgreich (BRENNER 1986). Dieser sich selbst erhaltende Bestand in der Sorpetalsperre gilt als besonders wertvoll, da es sich hierbei um einen der letzten reinrassigen Stämme dieser Art handelt.

## Wasservögel

Hinsichtlich ihrer Bedeutung für Wasservögel nimmt die Sorpetalsperre eine Mittelstellung zwischen der Möhnetalsperre und den innersauerländischen Talsperren ein. Bestandsaufnahmen an der Sorpetalsperre haben

gezeigt, daß regelmäßig sieben Arten angetroffen werden können. Die Individuendichte beträgt durchschnittlich 11 je 10 ha. Der Anteil der Stockente beläuft sich auf 71 % (STICHMANN 1984).

## Sediment

Die Sedimente der Sorpetalsperre sind nährstoffreich (P : 2 100 mg/kg TS; N : 4 531 mg/kg TS), weisen aber auch Schwermetallgehalte auf. Es wurden maximal Zinkgehalte bis 700 mg/kg TS, Kupfergehalte bis 530 mg/kg TS, Blei-gehalte bis 210 mg/kg TS, Nickelgehalte bis 82 mg/kg TS und Cadmiumgehalte bis 5,6 mg/kg TS gemessen.

## Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Im Rahmen des im Verfahren befindlichen Landschaftsplanes der Stadt Sundern ist beabsichtigt, die Sorpetalsperre und große Teile ihres Einzugsgebietes unter Landschaftsschutz zu stellen. Aus Artenschutzgründen sind Teile des Sorpevorbeckens (Einlaufbereiche von Sorpe und Hespe) als beruhigte Bereiche ausgewiesen worden, die nicht betreten werden sollen.

An der Sorpetalsperre werden seit 1986/87 verschiedene ingenieurbio- logische Versuchsmodelle im Rahmen von Uferschutzmaßnahmen mit Pflanzen angelegt und erprobt (Abb. 9). Ziel ist es, naturnahen, auf Dauer stand- sichereren Uferschutz zu finden als Ersatz oder Ergänzung der bisher geübten Praxis in Form von Steinschüttung und Pflasterung.



Abbildung 9: Uferschutzmaßnahme: Krainer-Wand  
Foto: Archiv RUHRVERBAND

Am Auslauf der Setmecke erfolgte unterhalb eines schmalen Steinpflasterstreifens eine Bepflanzung mit Erlen und verschiedenen Weidenarten sowie Einsaat von Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) und Weißem Straußgras (*Agrostis stolonifera*). Zusätzlich wurden im Bereich kurz unterhalb der Vollstaulinie Weidenstecklinge gesetzt. An der Westseite im oberen Talsperrenbereich wurden zusätzlich Faschinen aus Birke, Salweide und

Erle zur Sicherung gegen Bodenabtrag eingebracht. Im Bereich eines steilen Abschnittes am Westufer der Sorpetalsperre wurde eine Krainer-Wand aus Fichtenrundhölzern mit Fußsicherung durch Faschinen installiert. In die Zwischenräume der Krainer-Wand wurden Ruten von *Salix americana*, einer gutwurzelnden Weidenart, eingelegt und mit Bodenmaterial aus dem Stauraum verfüllt.

Die Untersuchungen der Sorpetalsperre ermöglichen u. a. Berechnungen über die Herkunft der Belastung. Dabei können die Anteile der einzelnen Zuflüsse und des Niederschlages sowie der Kläranlage Amecke bestimmt werden. Der Hauptzufluß Sorpe, der rd. 34 % des jährlichen Gesamtzuflusses in die Talsperre bringt, transportiert auch die höchste Stickstoff- und CSB-Fracht, jedoch nur die zweithöchste Phosphorfracht.

Es zeigte sich in der Vergangenheit, daß der Anteil der Kläranlage Amecke an der Phosphorfracht überproportional hoch war. Im Sommer treten durch den Erholungs- und Ferienbetrieb in der Ortschaft Spitzenbelastungen auf. Um diesem Problem Rechnung zu tragen und das Sorpevorbecken vor weiterer Eutrophierung zu schützen,

wurde der Umbau der Kläranlage eingeleitet, auf der dann auch eine Phosphatfällung durchgeführt wird.

Durch Untersuchungen an den Zuflüssen Sorpe, Setmecke und Hespe wird versucht, sogenannte „diffuse Eutrophierungsquellen“, insbesondere aus der Landwirtschaft, aufzuspüren und auf deren Beseitigung hinzuwirken. Es eignen sich insbesondere hydrobiologische Untersuchungen (Bestandsaufnahme der Benthalfauna), da diese die Gewässerbeschaffenheit integrierend abbilden.

#### Literatur

BRENNER, T. (1986): Fischbesatzmaßnahmen mit nicht unmittelbar einheimischen Fischarten in nordrhein-westfälischen Talsperren, *Fischw.* 9, 61–64.

STICHMANN, W. (1984): Die Belange der Vogelwelt an Talsperren, *Deutscher Rat für Länderpflege* (Hrsg.), 43, 254–257.

WESTF. AMT FÜR LANDESPFLEGE – AUSSENSTELLE ARNSBERG – (1986, 1989): Ökologischer Beitrag zum Landschaftsplan Sundern Hochsauerlandkreis Teil I.

# Hennetalsperre

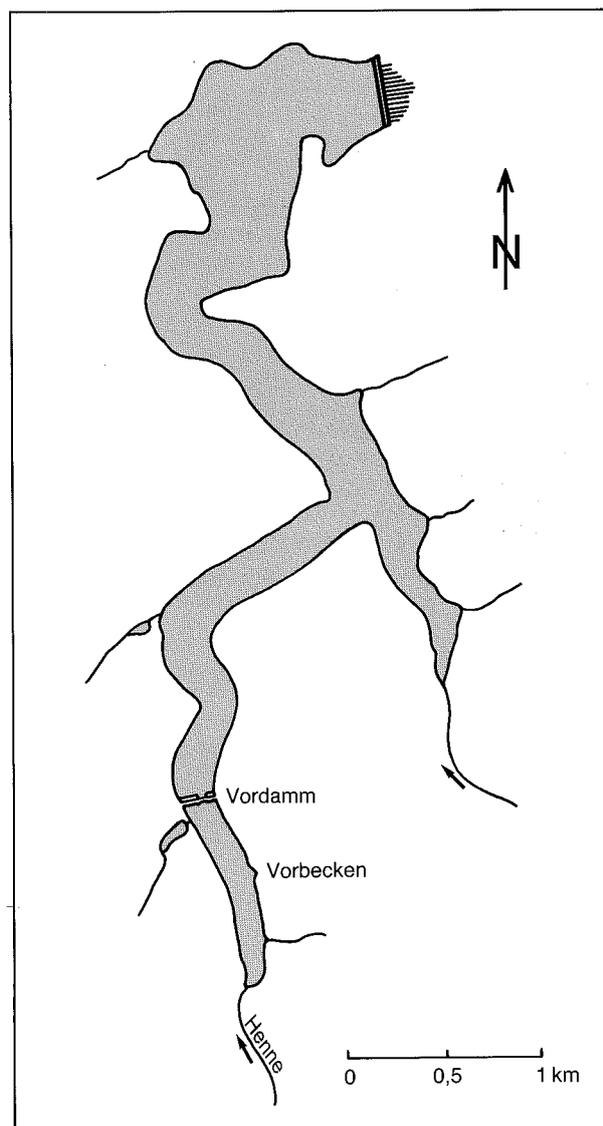
Topographische Karte: L 4714  
Gewässersystem: Henne/Ruhr/Rhein  
Stauziel: 323,30 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 2,13 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 39,30 × 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 51,8  
Mittlere Tiefe: 18,4  
Ausbaugrad: 70%  
Umgebungsfaktor: 46  
Länge des überstauten Tals: 6,7 km  
Absperrbauwerk: Felsschüttdamm  
Kronenlänge: 376 m  
Uferentwicklung: ca. 12  
Talsperrentyp: U-Tal  
Vorsperre: 1, Henne Vorbecken  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: 2 Grundablaßstollen,  
Betriebsauslaß 4,80 m über Grund  
Nutzung der Talsperre: Niedrigwasseraufhöhung,  
Hochwasserschutz, Energieerzeugung, Freizeit  
und Erholung  
Einzugsgebiet: 97,9 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Acker 23,5%,  
Wiesen und Weiden 23,5%, Forst 49,0%,  
bebaute Fläche 4,1%  
Einwohner: 3 458 (Stand 1988)  
Eigentümer: Ruhrtalsperrenverein (RTV)  
Jahr der Inbetriebnahme: 1955

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Zur Sicherung des Wasserbedarfs für das Ruhrgebiet begann der Ruhrtalsperrenverein (RTV) 1952 am Unterlauf der Henne, eines linken Nebenflusses der oberen Ruhr, mit dem Neubau der Hennetalsperre (Farbbild).

Sie wurde als Ersatz für eine 1901/05 errichtete frühere Talsperre, die mit einer 38 m hohen Bruchsteinmauer 11 Mio m<sup>3</sup> Wasser aufstaute, gebaut. Die „Alte Hennetalsperre“ war durch Auswaschung von Kalksteineinschlüssen im Untergrund im Laufe der Jahrzehnte so stark unterläufig geworden, daß die Sperre 1949 stillgelegt werden mußte. Als Sperrbauwerk erhielt die neue Hennetalsperre einen Steinschüttdamm mit einer damals neuartigen Oberflächendichtung aus Asphaltbeton und einer zusätzlichen Innendichtung. Als technisch besonders anspruchsvoll gestaltete sich die Abdichtung des tiefen Taluntergrundes, wobei eine Betonscheibe von maximal 30 m Höhe und Zementeinpressungen bis in über 100 m Tiefe notwendig waren. Mit Rücksicht auf die kritische Situation der Ruhrwasserwirtschaft während der Bauzeit wurden die Arbeiten mit größter Eile ausgeführt, so daß nach nur vier Jahren Bauzeit bereits im November 1955 mit dem Aufstau begonnen werden konnte.

Die Hennetalsperre ist wasserwirtschaftlich von großer Bedeutung, da sie bereits im oberen Bereich der Ruhr ab Meschede Zuschußwasser abgeben kann. Sie



ist die erste Talsperre im Einzugsgebiet der Ruhr, die nicht nur durch das Wasser aus dem „normalen“ Einzugsgebiet gespeist wird, sondern durch Überleitungen aus benachbarten Tälern zusätzlich Wasser erhält.

Die Hennetalsperre ist auch für den Erholungsverkehr von großer Bedeutung. Die vielfältigen Freizeitaktivitäten (z. B. Baden, Wassersport, Camping) werden durch eine nichtprofitorientierte Freizeit-GmbH koordiniert. An die Angler werden vom RTV jährlich ca. 450 Jahresscheine ausgegeben.

## Einzugsgebiet

### Topographie

Die Hennetalsperre liegt südlich von Meschede im östlichen Hochsauerland in den Ausläufern des Rheinischen Schiefergebirges. Die höchste Erhebung im Einzugsgebiet mit 816 m ü. NN liegt im Bödefelder Land im Bereich des Waldgebietes Hunau. Nördlich von Westernbödefeld wird ein Teil der Brabecke über einen Stollen in das Gebiet der östlichen Henne und von dort aus über einen weiteren Stollen südlich von Remblinghausen in den Horbach eingeleitet (Abb. 1).

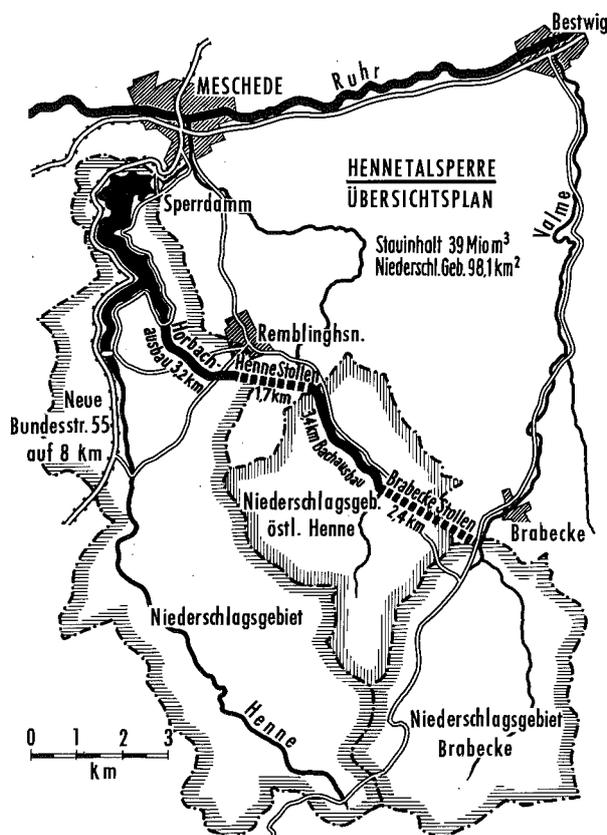


Abbildung 1: Übersichtsplan Einzugsgebiet mit Beileitungen

### Geologie

Das Hennetal liegt in den Ausläufern des Rheinischen Schiefergebirges. Der Damm steht auf den Flinzschichten des Mitteldevons. Darin eingeschlossen sind Tuff, Keratophyr- und Kalkbänke, die zum Teil ausgewaschen werden können. Etwa 100 m unter der Talsohle steht Wallener Schiefer als wassertragende Schicht an. Ende der Karbonzeit kam dieses Gebiet unter Druck und wurde aufgefaltet. In der rechten Talhälfte ist eine starke Überkipfung, die „Hennemulde“, auf der linken Seite eine starke Überschiebung, der „Hennesattel“. Besonders in

den überkippten Schichten wurde eine starke Verwitterung und dementsprechende Wasserdurchlässigkeit vorgefunden.

### Bodennutzung und Besiedlung

Knapp die Hälfte des Einzugsgebietes der Hennetalsperre ist bewaldet, wobei Nadelholz leicht überwiegt. Eine nicht unerhebliche Rolle spielen hierbei auch Weihnachtsbaumkulturen. Der im Vergleich zu den anderen RTV-Talsperren große Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche teilt sich auf in Grünland, wie Weiden und Mähwiesen für Silagefutter, und Ackerflächen, auf denen vorwiegend Wintergerste, Hafer und Winterweizen – in geringerem Maße auch Raps und Mais – angebaut werden. Im Hochsauerlandkreis kommen durchschnittlich 1,2 Großvieheinheiten auf einen Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche.

In 37 Ortschaften, von denen über 20 weniger als 50 Einwohner aufweisen, leben etwa 3 500 Einwohner. Das entspricht einer Einwohnerdichte von 35 E/km<sup>2</sup>. Derzeit sind 63 % der Bevölkerung im Einzugsgebiet der Hennetalsperre an die öffentliche Kanalisation angeschlossen.

### Ufer

Die zum Teil sehr steilen Hänge der Talsperre weisen nach dem Trockenfallen viel Kies und Schotter und nur noch geringe feinsandige oder humose Bodenanteile auf. Es entwickelt sich nach wenigen Wochen eine ruderaler Pioniergesellschaft aus bodendeckendem Floh-Knöterich (*Polygonum persicaria*), Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*), Geruchloser Kamille (*Matricaria inodora*) und Spießblättriger Melde (*Atriplex hastata*). Auch Mauer-Erdrauch (*Fumaria muralis*) und Sonnenwendige Wolfsmilch (*Euphorbia helioscopia*) sowie das Deutsche Filzkraut (*Filago germanica*) sind oft zu finden. Der Verwachsenblättrige Zweizahn (*Bidens connata*), aus Nordamerika eingeschleppt und mittlerweile recht häufig, ist einer der ersten Besiedler der noch feuchten Standorte nach Trockenfallen der Talsperrenhänge. Auch Ackergauchheil (*Anagallis arvensis*), Minze (*Mentha cf. verticillata*) und Sumpf-Schafgarbe (*Achillea ptarmica*) sind typisch für solche wechsellässigen, kalkarmen Standorte.

### Wasserbeschaffenheit

Abb. 2 zeigt die Ionenbilanz der Hennetalsperre. Im Vergleich zu den anderen Sauerlandtalsperren weist die Hennetalsperre mit fast 16 mg/l NO<sub>3</sub> bzw. etwa 4 mg/l NO<sub>3</sub>-N die höchsten Stickstoffkonzentrationen auf. Dieses kann mit dem höchsten Anteil landwirtschaftlicher Nutzflächen in Zusammenhang gebracht werden (Abb. 3).

Die Hennetalsperre ist mit deutlichen Anzeichen zunehmender Produktivität als eutroph zu kennzeichnen. In sogenannten „normalen“ Jahren, wie z. B. 1978, reichte das hypolimnische Wasservolumen der fast 50 m tiefen Talsperre aus, den Sauerstoffbedarf zum Abbau der produzierten Biomasse zu decken. Ein metalimnisches Sauerstoffminimum, wie es in den vergangenen Jahren

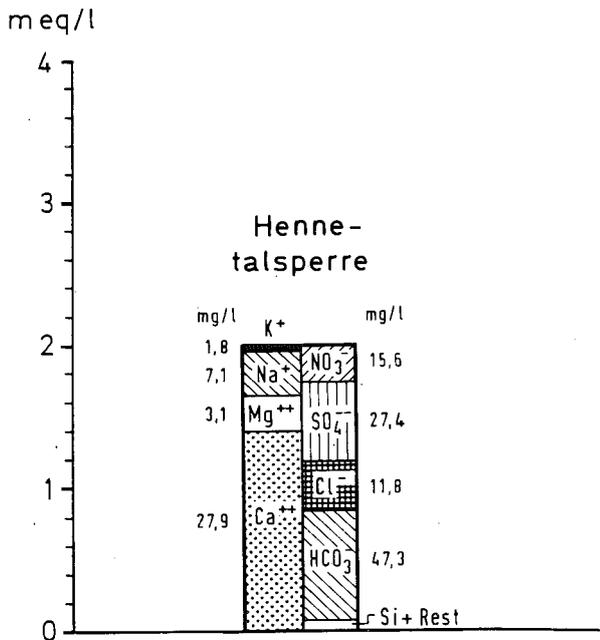


Abbildung 2: Ionenbilanz

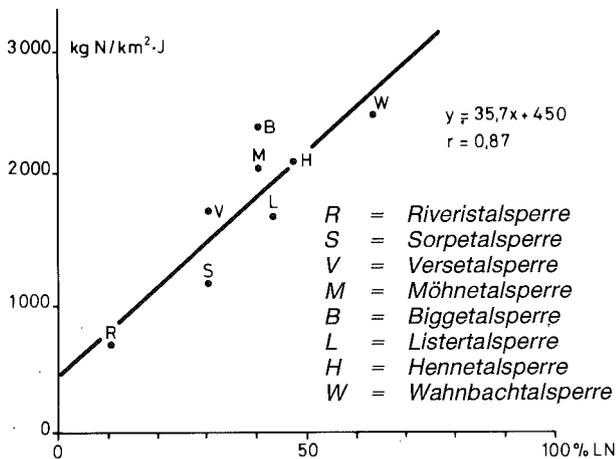


Abbildung 3: Stickstoffauftrag in Abhängigkeit von der landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet.

immer ausgeprägter auftrat, weist jedoch auf die erhöhte Abbauintensität in dieser Schicht und den gestiegenen Trophiegrad hin (Abb. 4a).

Auch der pH-Wert-Anstieg, hervorgerufen durch photosynthetischen CO<sub>2</sub>-Entzug, ist ein Zeichen verstärkter Algenproduktion. Im Sommer 1989 wurden nach einer Wasserblüte der Burgunderblutalge (*Oscillatoria rubescens*) pH-Werte über 10 an der Oberfläche gemessen. In dieser Zeit, als die Talsperre aufgrund des trockenen Sommers nur noch etwa 50% ihres Volumens

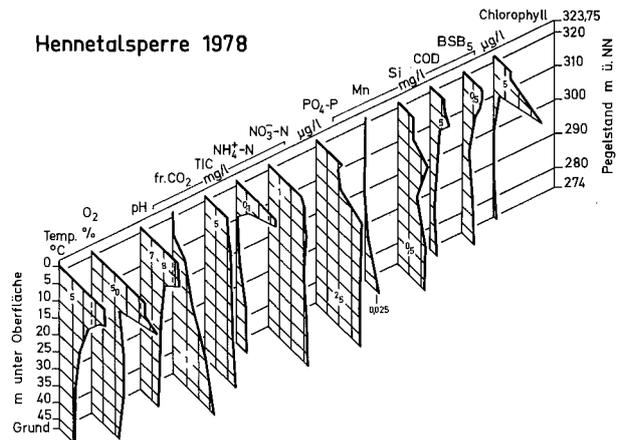


Abbildung 4a: Tiefenprofil Wasserbeschaffenheit z. Z. der Sommerstagnation 1978

aufwies, war der Sauerstoffgehalt im Metalimnion auf Konzentrationen unter 0,5 mg/l abgesunken. Auch im Hypolimnion ging der Sauerstoffvorrat mit Zehrungsraten von etwa 1 t/d bzw. 1 g/m<sup>2</sup> · d bis auf Werte unter 1 mg/l zurück (Abb. 4b). Es mußten kurzfristig Restaurierungsmaßnahmen eingeleitet werden, um ein größeres Fischersterben zu vermeiden.

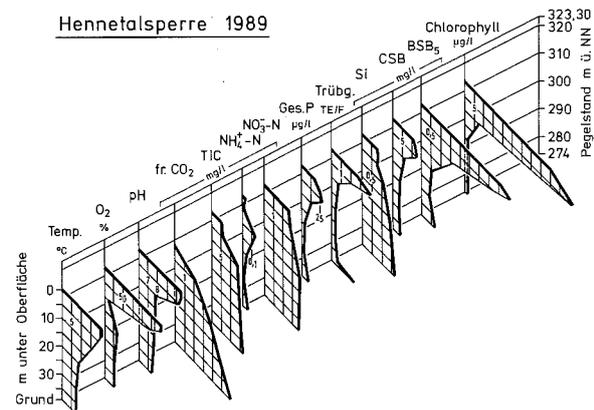


Abbildung 4b: Tiefenprofil Wasserbeschaffenheit z. Z. der Sommerstagnation 1989

Die Phosphatbelastung der Hennetalsperre liegt bei 2,5 g/m<sup>2</sup> · a P. Davon werden etwa 50% im Stauraum zurückgehalten. Die Konzentration an Gesamt-Phosphat im Stauraum beträgt etwa 30 µg/l P. Die Gesamtstickstoffkonzentration übersteigt 4 mg/l und ist damit die höchste aller RTV-Talsperren. Der durchschnittliche epilimnische Chlorophyllgehalt liegt in der Vegetationsperiode meist um 10 µg/l. Zeitweilig treten aber, z. B. beim Aufrahmen von Blaualgen, auch erheblich höhere Konzentrationen (30–60 µg/l) auf. Im Vorbecken wurden Chlorophyllgehalte bis über 100 µg/l gemessen (z. B. im

Oktober 1986); pH-Wert-Anstiege bis über pH 10 sind dann keine Seltenheit.

Im Wasser der Hennetalsperre wurden 1988 0,06 µg/l des Atrazinabbauprodukts Desethylatrazin nachgewiesen.

## Flora und Fauna

### Phytoplankton

Seit Ende der 70er Jahre spielen Cyanobakterien (Blaualgen) eine zunehmend dominierende Rolle. Im November 1978 fiel z. B. eine starke Massenentwicklung von *Aphanizomenon flos-aquae* auf. 1984 und 1985 waren im Spätsommer zahlreiche *Microcystis*-Kolonien an der Wasseroberfläche sichtbar.

1986 und 1987 kam *Oscillatoria rubescens*, die berüchtigte „Burgunderblutalge“ zu stark erhöhten Konzentrationen (30 000–40 000 Zellen/ml). Auch *Anabaena spiroides* war zeitweise sehr häufig. Der Sommer 1989 war durch eine ungewöhnlich starke Wasserblüte von *Oscillatoria rubescens*, die in verschiedenen Buchten vom Wind angetrieben die Steine im Uferbereich mit einer dicken roten Schicht überzog, gekennzeichnet. Bei ihrem Absterben kam es zu bisher in diesem Ausmaß nicht gekanntem Sauerstoffengpässen im Meta- und Hypolimnion.

Kieselalgen, wie z. B. *Stephanodiscus* und *Asterionella*, spielen meist nur im Frühjahr eine Rolle. Lediglich *Fragilaria crotonensis* erreichte im September 1986 Konzentrationen über 5 000 Zellen/ml. Grünalgen, meist begeißelte Arten wie *Cryptomonas*, *Chlamydomonas* und *Rhodomonas* treten meist in den Monaten Juni und Juli (z. B. 1987 und 1988 um 3 000 Zellen/ml) verstärkt in Erscheinung.

Im Vorbecken dominieren meist Grünalgen der Gattungen *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Coelastrum*, *Actinastrum* (im September 1989 maximal 235 000 Zellen/ml). Zeitweise kommen auch Blaualgen wie *Aphanizomenon* und *Oscillatoria* zu Massenentwicklungen (z. B. im August 1982 und 1987).

### Zooplankton

Das Zooplankton wird im wesentlichen durch die Rotatorien-Gattungen *Keratella* und *Polyarthra*, *Conochilus* und *Asplanchna*, sowie die Kleinkrebse der Gattungen *Diaphanosoma*, *Cyclops* und *Eudiaptomus* geprägt. Die Daphnienarten *D. cucullata* und *D. longispina* sind, da offenbar bastardiert, kaum auseinanderzuhalten. Sie treten ebenso wie *Bosmina longirostris* nur zeitweise in geringen Individuenzahlen (kaum über 10/l) auf. Insgesamt wird das Zooplankton, besonders die größeren Arten, durch den Maränenbestand kontrolliert.

### Benthon

Das Zoobenthon ist im Hauptbecken wegen des schwankenden Wasserstandes arten- und individuenarm. Lediglich im Vorbecken finden sich unter den Steinen im Uferbereich einige Egel (*Herpobdella octoculata*), Mützen-

schnecken (*Ancylus fluviatilis*), Köcherfliegenlarven (*Anabolia spec.*), Strudelwürmer (*Dugesia gonocephala*) und Süßwasserpolypen (*Hydra oligactis*).

### Fischbestand

Die Hennetalsperre gehört mit Hektarerträgen von 57 kg/ha (Durchschnitt der Jahre 1976–86, brutto) zu den produktiveren Fischereigewässern. Jährlich werden etwa 11,6 t Fisch geangelt, wobei Brassen und Plötze (Rotaugen) mit 6 t den größten Anteil haben. Daneben spielen Hecht und Aal, Barsch und Zander eine Rolle in der Fangstatistik der Freizeitangler (Abb. 5). Nahezu unkontrolliert konnte sich ein Bestand der Kleinen Maräne (*Coregonus albula*) vermehren, der im Sommer 1989 beinahe einem größeren Fischsterben infolge Sauerstoffmangels zum Opfer gefallen wäre, wenn nicht rechtzeitig eine Sauerstoffanreicherung eingeleitet worden wäre. Abb. 6 zeigt ein Echogramm des Fischbestandes der Hennetalsperre, auf dem die dichte Ansammlung der Maränen im oberen Hypolimnion deutlich zu sehen ist. Das nahezu sauerstofffreie Metalimnion und die grundnahe Wasserschicht werden gemieden. Im Epilimnion können sich nur die an höhere Wassertemperaturen angepassten Arten (z. B. Weißfische) halten, während die kälteren Maränen diese sauerstoffreicheren, aber

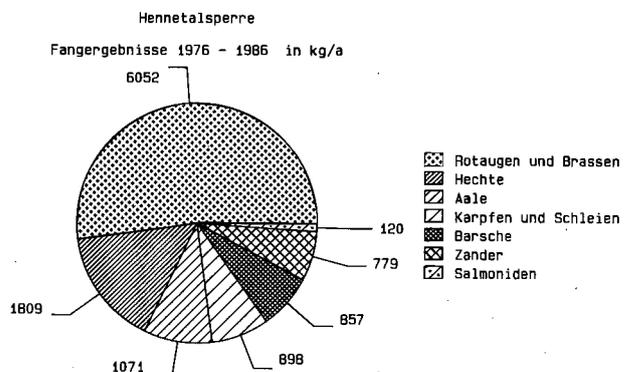


Abbildung 5: Fangergebnisse der Freizeitfischer

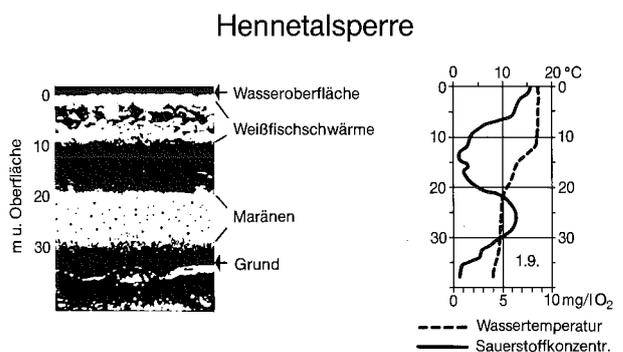


Abbildung 6: Echogramm der Fischverteilung Sommer 1989

zu warmen Schichten meiden und lieber bei Sauerstoffgehalten unter 2 mg/l im kühleren Tiefenwasser (< 9 °C) bleiben.

Ende August bis Anfang September 1989 wurden etwa 2 t Maränen mit Stellnetzen abgefischt, um den Bestand auch auf ein für die Förderung des Zooplanktongrazings sinnvolles Maß zu reduzieren. In den folgenden Jahren soll dieser Bestand weiter reduziert werden. Dieses gilt auch für das auf Empfehlung der Landesanstalt für Fischerei, Albaum, in den Jahren 1982 bis 1986 als Brut aus dem Laacher See eingesetzte Blaufelchen (*Coregonus lavaretus*).

#### Wasservögel

Nach Angaben von STICHMANN (1984) beträgt die durchschnittliche Anzahl an Wasservögeln etwa 16 je 10 ha. Regelmäßig werden Stockenten, Bleibhühner, Zwergtaucher, Haubentaucher angetroffen. Im Vorbeckbereich leben zahlreiche Reiherenten. Bei Erlfinghausen brütet eine Graureiherkolonie. Unter den Brücken der Henne und im Überleitungstunnel leben zahlreiche Wasseramseln, die sich von den ausgeschlüpften Zuckmücken ernähren.

Auffallend ist der Rote Milan (*Milvus milvus*), der sich auch von Fischen ernährt.

#### Sediment

Die bei Sedimentuntersuchungen im Laufe der letzten 15 Jahre gemessenen Schwermetallkonzentrationen lagen im Bereich größter Wassertiefe zwischen

- < 210	und 350	mg/kg TS Zink
- < 27	und 130	mg/kg TS Blei
- < 32	und 68	mg/kg TS Nickel
- < 10	und 57	mg/kg TS Chrom
- < 21	und 47	mg/kg TS Kupfer
- < 1,1	und 2,8	mg/kg TS Cadmium
- < 0,02	und 0,28	mg/kg TS Quecksilber.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Im Jahre 1980 wurden einige größere Gebäude, z. B. das Henneseehotel, Segelclubhäuser und Badeplätze in der Berghäuser Bucht, die früher über Kleinkläranlagen in die Talsperre entwässert haben, an die öffentliche Kanalisation angeschlossen. Die Abwässer werden an der Talsperre vorbei zur Kläranlage Meschede geleitet.

Es ist vorgesehen, die Beileitungen, die seinerzeit als ausbetonierte oder gepflasterte Gerinne angelegt worden waren, durch ingenieurbioologische Maßnahmen in einen naturnäheren Zustand zu versetzen. Eine biologische Bestandsaufnahme der Benthaltbiozönose und der begleit-



Abbildung 7: Luftaufnahme der Hennetalsperre  
Foto: Archiv RUHRVERBAND  
Freigegeben durch Reg. Präs. Düsseldorf Nr. 08 S 54

tenden Ufervegetation wurde 1989 begonnen, um das „ökologische Defizit“ vor Beginn der Umgestaltungsmaßnahmen zu dokumentieren.

Als technische Sanierungsmaßnahme wurde im Herbst 1982 eine neue Mastixschicht auf die schadhaft gewordene Asphaltbetondecke des Hauptdammes aufgebracht.

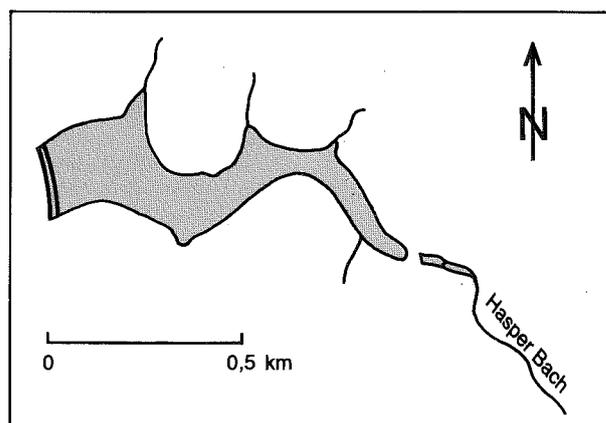
Im Spätsommer 1989 wurde eine ad-hoc-Restaurierungsmaßnahme im Stauraum der Talsperre erforderlich, um ein größeres Fischsterben durch Sauerstoffmangel im Tiefenwasser der auf 50 % ihres Volumens entleerten Talsperre abzuwenden. Innerhalb von 1 ½ Tagen konnte eine mobile Sauerstoff-Begasungsanlage mit einem 7 000 m<sup>3</sup>-Tank und Kaltverdampfer am Ufer installiert werden. Drei perforierte Schläuche (je 160 m) wurden am Talsperregrund ausgelegt. Die nach einer Wasserblüte aufgetretenen Sauerstoffzehrungsraten von 1 t/d konnten nicht nur kompensiert, sondern auch innerhalb von drei Tagen eine Zunahme der Sauerstoffkonzentration von < 2 mg/l auf über 4 mg/l in 30 m Wassertiefe erreicht werden. Innerhalb weniger Tage hatte sich die sauerstoffreichere Zone von der Belüftungsstelle aus nahezu 1 000 m horizontal ausgebreitet. Auch aus weiter entfernten Bereichen des Stauraumes hatten sich die gefährdeten Fische hier eingefunden und konnten so den temporären Sauerstoffengpaß bis auf einige Dutzend überstehen.

#### Literatur

STICHMANN, W. (1984): Die Belange der Vogelwelt an Talsperren, Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.), 43, 254–257.

# Haspertalsperre

Topographische Karte: TK 50 L 4308  
 Gewässersystem: Hasperbach/Ennepe/  
 Volme/Ruhr/Rhein  
 Stauziel: 286,3 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 0,19 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 2,05 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 28 m  
 Mittlere Tiefe: 11 m  
 Ausbaugrad: 39%  
 Umgebungsfaktor: 42  
 Länge des überstauten Tals: 1 km  
 Absperrbauwerk: Gewichtsstaumauer  
 Kronenlänge: 260 m  
 Uferentwicklung: ca 1,7  
 Talsperrentyp: V-Tal  
 Vorsperre: Vorhanden, aber sehr klein in Beziehung  
 zum Talsperreninhalt.  
 Zirkulationstyp: holomiktisch  
 Lage des Abflufs: gewöhnlich 5 m über Grund  
 Nutzung der Talsperre: Reine Trinkwassertalsperre  
 ohne Hochwasserstauaufgaben.  
 Einzugsgebiet: 8 km<sup>2</sup>  
 Einwohner: ca. 200  
 Nutzung der Landfläche: Ackerfläche 5%,  
 Grünland 33%, Forst 60%, befestigte Flächen 2%  
 Nutzer: Stadtwerke Hagen AG  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1904



## Wasserbeschaffenheit

Im Juni und November 1981 wurden chemische und physikalische Tiefenmessungen sowie Planktonuntersuchungen durchgeführt. Die limnologischen Untersuchungen fanden vor der Stauzielabsenkung statt und verdeutlichen, wie in Abbildung 1 zu sehen, den holomiktischen Zirkulationstyp der Talsperre. Während zum damaligen Zeitpunkt noch eine oligotrophe Einstufung erfolgen konnte, zeichnet sich nunmehr eine Verschlechterung zum mesotrophen Zustand hin ab.

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Haspertalsperre wurde vom 1. 8. 1901 – 1. 9. 1904 gebaut zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung von der damals noch selbständigen Stadt Haspe für deren Einwohner.

Nach der kommunalen Neuordnung 1929 betreiben derzeit die Stadtwerke Hagen AG Talsperre und Vorbecken mit angeschlossener vollautomatischer Trinkwasseraufbereitungsanlage für etwa 1/3 der Hagener Einwohner zur Trinkwasserversorgung.

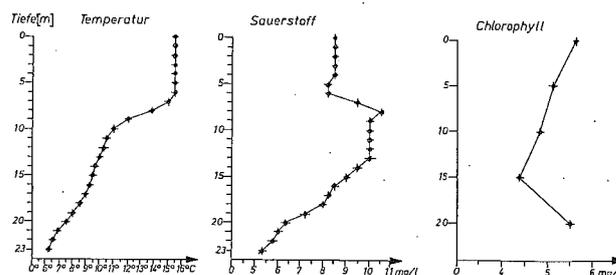
Der Zufluß der Talsperre erfolgt über den Hasperbach und Schöpplenberger Bach.

Es werden ca. 70 000 Einwohner Hagens mit Trinkwasser aus der Haspertalsperre versorgt.

## Einzugsgebiet

Im Einzugsgebiet der Haspertalsperre stehen ausschließlich Gesteine der Eifelstufe des Mitteldevons an. Hierbei handelt es sich vorwiegend um die Hobracker Schichten, die sich aus sandig-schluffigem, z. T. kalkigem, geschiefertem Tonstein und aus grünem und rotem Sand- und Schluffstein zusammensetzen. Sämtliche Festgesteine werden von einer bis 1,5 m mächtigen quartären Deckschicht aus Hanglehm und -schutt überlagert. In den Talbereichen sind die quartären Bildungen deutlich mächtiger.

Stagnation 22.06.1981



Vollzirkulation 16.11.1981

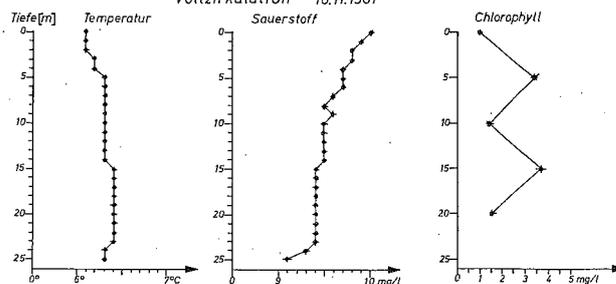


Abbildung 1: Temperatur, Sauerstoff- und Chlorophyllkonzentration während der Stagnation und der Vollzirkulation der Haspertalsperre 1981

Die Routineuntersuchungen des Rohwassers weisen ein sehr weiches Wasser ( $KH = 0,8^\circ \text{dH}$ ), ein Durchschnitts-pH-Wert von 6,9 (1988) sowie einen Gesamtaluminium-Gehalt von 0,06 mg/l auf. Der Nitratgehalt betrug im Jahre 1988 durchschnittlich 20,6 mg/l.

#### **Flora und Fauna**

Hierzu sind nur zwei Ergebnisse von Planktonuntersuchungen aus dem Jahre 1981 (Juni und November) bekannt. In beiden Fällen war die Algendichte relativ gering. Bei keiner Art wurden mehr als 1 000 Zellen/ml

festgestellt. Im Juni dominierten die Kieselalge *Synedra* mit ca. 150 Zellen pro ml und die Goldalge *Dinobryon* mit ca. 250 Zellen/ml. In weitaus geringerer Dichte kamen noch einige Kiesel- und Grünalgen vor. Im November dominierten die Cryptophyceen, von denen *Chroomonas* mit maximal 900 Zellen/ml die häufigste Art war. Außerdem kamen Arten von Kiesel-, Gold- und Grünalgen vor, deren Dichte jeweil unter 100 Zellen/ml blieb.

#### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Seit 1974 ist zur Sicherung der Trinkwasserqualität eine Wasserschutzgebietsverordnung erlassen.

# Ennepetalsperre

Topographische Karte: L 4710 Hagen 1 : 50 000

Gewässersystem: Ennepe/Volme/Ruhr

Stauziel: 305,20 m ü. NN

(vor 1983: 307,30 m) ü. NN

Speicheroberfläche: 1,03 km<sup>2</sup>

Gesamtstauraum: 13,03 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

Maximale Tiefe: 33,0 m

Mittlere Tiefe: 12,7 m

Ausbaugrad: 28% (nach Sanierung 33%)

Umgebungsfaktor: 47

Länge des überstauten Tals: 3,58 km

Kronenlänge: 320 m

Uferentwicklung: ca. 3,3

Talsperrentyp: V-Tal

Vorsperren: 7

Zirkulationstyp: dimiktisch, holomiktisch

Lage des Abflusses: Grundablaß

Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung, Betriebswasserentnahme, Aufhöhung der Ruhr bei Niedrigwasser, Energieerzeugung

Einzugsgebiet: 48 km<sup>2</sup>

Nutzung der Landfläche: Acker und Grünland:

ca. 38%, Forst: ca. 53%, Befestigte Flächen: ca. 9%

Einwohnerzahl: 12 000 (1974)

Betreiber: Ennepe-Wasserverband, Gevelsberg

Jahr der Inbetriebnahme: 1905

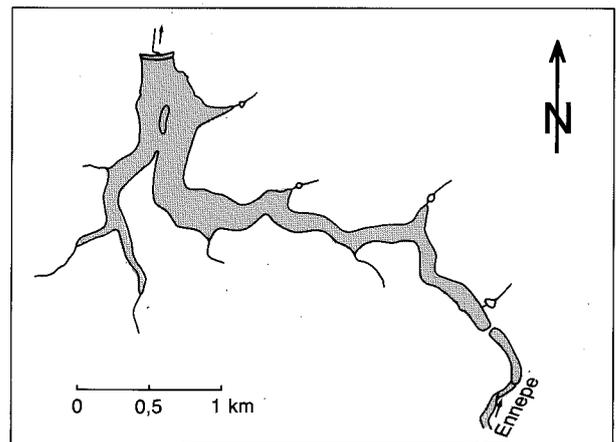
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Ennepetalsperre wird vom Ennepe-Wasserverband betrieben und dient der Trinkwasserversorgung im Ennepe-Ruhr-Kreis. Die namensgebende Ennepe entwässert knapp 60% der Fläche des Einzugsgebietes und liefert bis zu 70% des zufließenden Wassers. Von sechs weiteren Bächen ist der Borbach der wichtigste, der ca. 11% des zufließenden Wassers liefert.

Schon im 18. und 19. Jahrhundert war Ennepetal, benannt nach einem kleinen Flößchen in der alten preußischen Grafschaft Mark, ein Hauptbereich der westfälischen Eisen- und Stahlindustrie. Voraussetzung für die industrielle Entwicklung war die Nutzung der Wasserkraft der Ennepe und ihrer vielen Nebenbäche zum Antrieb der Schmiedehämmer. Die zunehmende Ansiedlung von Hammerwerkbetrieben brachte es mit sich, daß die Betriebe an der unteren Ennepe im Sommer nicht mehr mit ausreichenden Wassermengen versorgt wurden. So schlossen sich im Jahre 1901 52 mittlere und kleinste Unternehmer zur Ennepetalsperren-Genossenschaft zusammen, um die damals zweitgrößte Talsperre im Rheinland zu bauen. Die Bauzeit erstreckte sich von Januar 1902 bis zur Einweihung am 27. Mai 1905.

Die den sieben Hauptzuflüssen vorgeschalteten Vorstaubecken haben die Aufgabe, große Verunreinigungen und vom Wasser mitgeführte Trübstoffe zurückzuhalten.

Im Laufe der Jahrzehnte verlagerte sich die Bedeutung des Ennepetalsperrenwassers von der Energie-



gewinnung auf die Trinkwasserversorgung. Von 1915 bis 1965 stieg die Trinkwasserentnahme von 2,6 Mio. m<sup>3</sup> auf 8,4 Mio. m<sup>3</sup>. Die derzeitige jährliche Trinkwasserförderung liegt bei ca. 10 Mio m<sup>3</sup>.

Eine dritte Aufgabe der Ennepetalsperre besteht in der Regulierung des Ruhrwasserpegels während einer Trockenperiode. Das kann jedoch mit der Forderung, die Trinkwasserversorgung für den Ennepe-Ruhr-Kreis zu sichern, kollidieren.

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Ennepetalsperre ist Teil des Rheinischen Schiefergebirges und dem Übergangsbereich des Bergischen Landes zum Sauerland zuzuordnen. Das anstehende Gestein wird aus klastischen Sedimenten des Unter- und Mitteldevon aufgebaut: Tonschiefer mit eingelagerten Gesteinsbruchstücken ungleichkörnigen Sandsteinen (Grauwacken) der Remscheider, Hohenhöfer und Horbräcker Schichten. Die Talsperre sitzt dem Kern des Remscheid-Altenaer Großsattels auf, zu dem die Gesteinsfolge nach ihrer Ablagerung und Verfestigung im Zuge der Faltung des Rheinischen Schiefergebirges verformt worden ist. Die verwitterungsresistenten Grauwacken bilden die Höhenrücken, während die Fließgewässer sich in die weicheren Tonschiefer eingeschnitten haben.

Während sich die Ennepe selbst tief eingeschnitten hat, hat das Quellgebiet der übrigen Bachläufe eher hügelig-sanften Charakter. Der maximale Reliefunterschied im Einzugsgebiet beträgt rund 140m, die höchste Anhöhe liegt bei 440 m ü. NN.

Die relativ nährstoffarmen lehmig-sandigen Verwitterungsböden des Tonschiefers und der Grauwackensandsteine sowie des lokal anstehenden Lößlehms reagieren neutral bis sauer, sind arm an Mineralien, relativ feucht und langsam erwärmbar. Sie bieten im Gegensatz zu den angrenzenden basischen Böden des Massenkalkes im Hagener Raum nur einer artenarmen, anspruchslosen Flora Lebensraum. Folglich betreiben die Landwirte über-

wiegend Viehzucht, d. h. die Weideflächen dominieren gegenüber dem Ackerbau.

Die Talauen der Ennepe und ihrer vielen Nebenflüsse werden überwiegend landwirtschaftlich bewirtschaftet. Viele kleine Ansiedlungen und Gehöfte verteilen sich gleichmäßig über die Fläche des Einzugsgebietes.

Rund um die Ennepetalsperre wurde ein bewaldeter Schutzstreifen von etwa 100 m Breite angelegt. Der Wald wird durch den Ennepe-Wasserverband nach forstwirtschaftlichen Grundsätzen unter Beachtung der Wasserschutzgebietsverordnung (Schutzzone I) bewirtschaftet. Von dieser Fläche sind etwa  $\frac{2}{3}$  Nadelwald und  $\frac{1}{3}$  Laubwald. Dabei ist der Laubwald noch mehr oder weniger naturnah, während der Nadelwald – vor allem die Fichten-Monokulturen – davon stark abweicht.

Nur im Naturschutzgebiet „Wilde Ennepe“ (Quellbereich des Flusses) konnte die natürliche Tier- und Pflanzenwelt ihr ursprüngliches Aussehen und ihre Artzusammensetzung noch weitgehend erhalten. Eine intensive Bodenbearbeitung (Düngung, Schädlingsbekämpfung und Saatgutreinigung) führt ansonsten nicht nur zum Aussterben vieler Pflanzen- und Tierarten, sondern auch zur Beeinträchtigung der Qualität des Talsperrenwassers (s. u.).

#### Wasserbeschaffenheit

Die Ennepetalsperre erfährt zweimal pro Jahr eine Vollumwälzung des Wasserkörpers. In der Sommerstagnation ist der See deutlich dichte-abhängig geschichtet. Das sauerstoffreiche, warme Epilimnion reicht bis in 5–7 m Wassertiefe (vgl. Abb. 1). Im Hypolimnion entstehen im Sommer reduzierende Bedingungen, sie führen zur Remobilisierung von Eisen, Mangan, Phosphat u. a. Stoffe aus dem Sediment. Dieser Prozeß erreicht i. d. R. seinen Höhepunkt im September. Die anschließende herbstliche Zirkulation des Wasserkörpers führt durch Sauerstoff-Zufuhr wieder zur Fällung von Metall-Hydroxiden, Phosphaten u. a. Verbindungen.

Das Talsperrenwasser reagiert neutral bis schwach alkalisch, ist entsprechend der Geochemie des Einzugsgebietes (kaum lösliche Minerale in Gesteinen und Böden) nur schwach mineralisiert und in Bezug auf seine Gesamthärte als sehr weich zu bezeichnen, die Ionenbilanz wird aus Tabelle 1 ersichtlich.

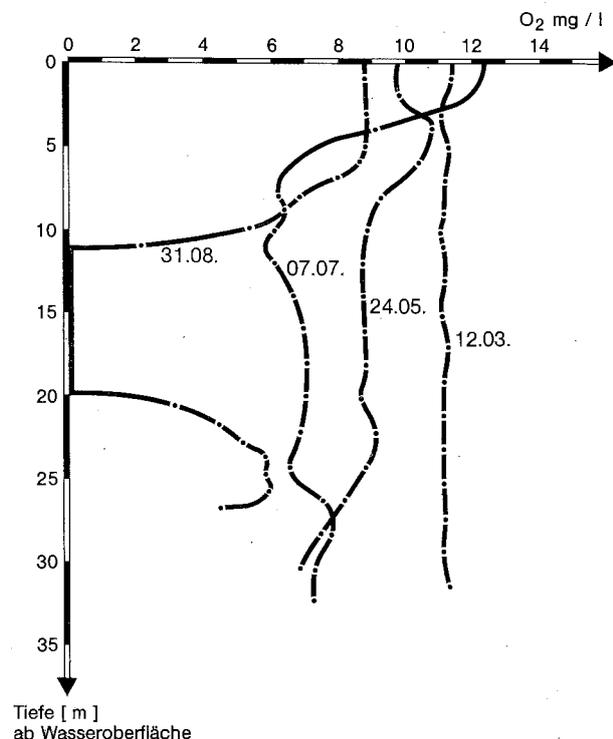


Abbildung 1: Sauerstoff-Profile und jahreszeitliche Entwicklung im Jahr 1982

Tabelle 1: Durchschnittliche Ionenbilanz 1984–1988

Einzel-Parameter	mmol/l	meq/l	% der Kationen- bzw. der Anionen-Summe
pH		7,3	
elektr. Leitfähigkeit		197,5 $\mu$ S/cm	
Gesamthärte		3,7° dH	
Karbonathärte		1,3° dH	
Na <sup>+</sup>	0,34	0,34	19,8
K <sup>+</sup>	0,07	0,07	4,0
Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup>	0,17	0,34	19,3
Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup>	0,49	0,98	56,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,23	0,46	27,5
Cl <sup>-</sup>	0,43	0,43	26,0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,33	0,33	20,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,43	0,43	26,0

Anthropogene Beeinträchtigungen der Wasserqualität haben sich im Laufe der 60er Jahre in Form von steigendem Eintrag an Phosphor- und Stickstoff-Verbindungen sowie organischen Stoffen entwickelt. Verantwortlich hierfür sind kommunale Abwässer und der Einsatz von Düngemitteln, hierbei sind sehr problematisch die aufgebrauchten Güllemengen aus der Tierhaltung.

Während durch wesentliche Verbesserungen an der Kläranlage Halver (Phosphat-Eliminierung) im Jahre 1976 der P-Eintrag drastisch, wenn auch noch nicht ausreichend, gesenkt wurde (Abb. 2), so ist doch beim Nitrat eine nach wie vor steigende Tendenz festzuhalten, vgl. Abb. 3.

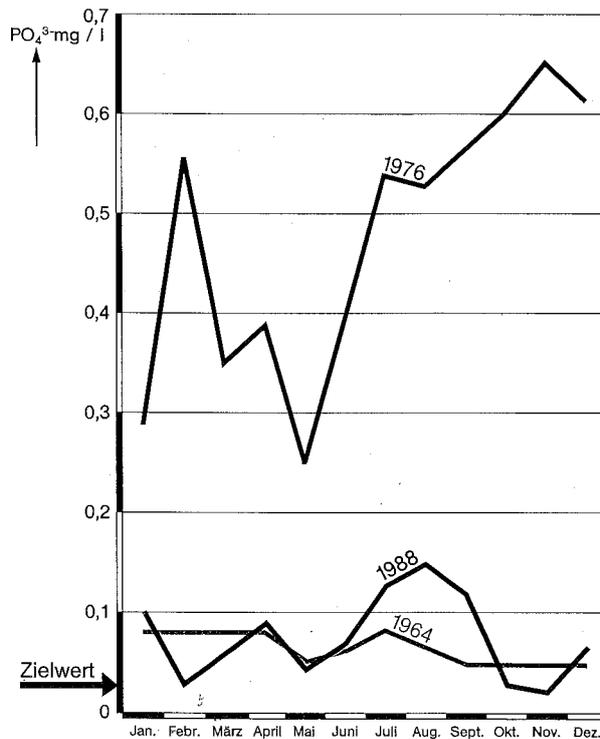


Abbildung 2: Jahresganglinien des Phosphatgehaltes im Rohwasser

Trotz verringerter Phosphor-Zufuhr sind massenhafte Algenentwicklung und starke Sauerstoff-Zehrung im Sommer (Eutrophierung) unverändert zu beobachten. Das im Spätsommer 1988 erstmalig festgestellte massenhafte Auftreten von Blaualgen zeigt eine jahreszeitlich kritische Entwicklung der Wasserqualität an. Berechnungen anhand des Vollenweider-Modells zeigen ebenfalls, daß trotz Verbesserungen gegenüber früheren Jahren bis zur Überwindung des eutrophen Zustandes auch die Phosphor-Zufuhr weiter verringert werden muß (Abb. 4).

Die – abgesehen von der Blaualgen-Blüte 1988 – bisher üblichen Massenentwicklungen der Kieselalgen-

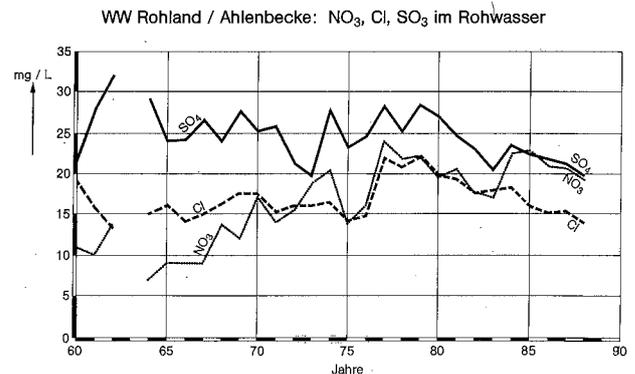


Abbildung 3: Entwicklung der jahresdurchschnittlichen Rohwasserkonzentrationen an Nitrat, Chlorid und Sulfat

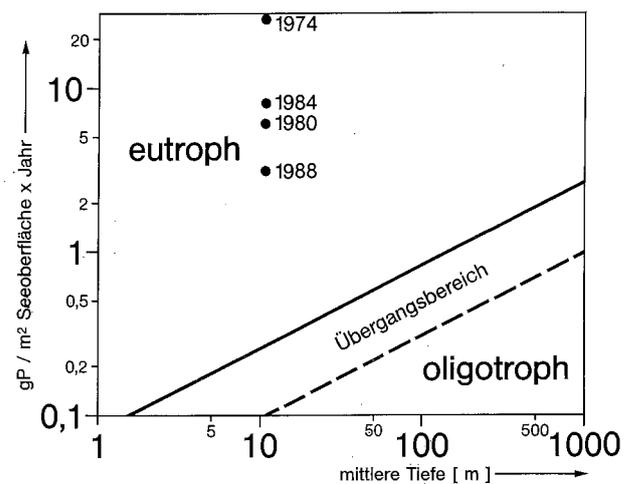


Abbildung 4: Grad der Eutrophie der Ennepetalsperre zu verschiedenen Jahren: Phosphatbelastung und Seetiefe. Abb. umgezeichnet nach Vollenweider 1968

gattungen *Melosira* und *Asterionella* charakterisieren die Talsperre als eutrophes Gewässer.

Die Ennepe selbst wird bis zum Talsperren-Vorbecken laut Gewässergütekarte des Landes NRW mit der Gewässergütekategorie III bzw. II-III bewertet.

Seit 1987 werden das Wasser der Ennepe und der Talsperre sowie das geförderte Trinkwasser auf Wirkstoffe der Pflanzenbehandlungsmittel untersucht. Gefunden werden fast ausschließlich Atrazin, Desethylatrazin und Simazin. Die TVO-Grenzwerte, die ab Oktober 1989 gelten, werden i.d.R. deutlich unterschritten. Allerdings lag eine Analyse des in die Sperre eintretenden Flußwassers vom Juni 1988 bei den Einzel- wie Summenwerten über den Grenzwerten. Eine Überwachung des Gewässersystems der Talsperre bzgl. Pestiziden muß weiterhin durchgeführt werden.

### Flora und Fauna

Aufgrund der starken Wasserstandsschwankungen gibt es keine Wasserpflanzen.

Von den Planktonalgen sind die Kieselalgen am bedeutensten, insbesondere Vertreter der Gattungen *Cyclotella*, *Melosira*, *Fragillaria* und *Asterionella*. Recht häufig sind auch die Flagellaten *Rhodomonas* und *Cryptomonas*. Andere Algengruppen, wie zum Beispiel Grünalgen, Blaualgen und Goldalgen treten seltener auf.

Die wichtigsten Fischarten sind Hecht, Zander, Barsch, Aal, Forelle, Karpfen, Schleie und Rotaugen. Die häufigsten Vertreter der Vogelwelt sind Graureiher, Enten, Bleibhühner und Haubentaucher.

### Sediment

Beim Sediment der Talsperre handelt es sich um einen reduzierten, dunkel-graubraunen Schlamm (Wassergehalte > 80%) von 0,2 bis 0,7 m Mächtigkeit. Der Anteil an organischer Substanz ist hoch und beträgt 10–20%. Das Material reagiert auf Säuren mit der Freisetzung von H<sub>2</sub>S und CO<sub>2</sub>, auf Basen mit der Bildung von NH<sub>3</sub>.

Die Phosphat-Belastung des Sediments ist mit durchschnittlich 10 000 mg/kg sehr hoch (Vorbecken rd. 5 000 mg/kg). Die anthropogene Belastung des Schlammes wird auch an relativ hohen Konzentrationen von Schwermetallen und polyzyklischen Kohlenwasserstoffen deutlich (z. B. Cd: 2–7 mg/kg; Summe PAK: rd. 5 mg/kg).

In welchem Ausmaß der See als Sedimentationsfalle für Phosphor wirkt, belegen folgende Zahlen aus Berechnungen der Zulauf- und Ablauf-Frachten:

Zwischen 1972–1976 wurden 61,3t P (= 71,3% des P-Eintrags) im See zurückgehalten, von 1984–1988 immerhin noch 10,9 t P (= 55,6% des P-Eintrags)! Der Rückgang der Werte geht vor allem auf die Verringerung des Eintrags (Kläranlagen-Ausbau September 1976) zurück.

### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Entsprechend der gesetzlichen Vorgaben ist 1974 für die Ennepetalsperre eine Wasserschutzgebietsverordnung erlassen worden, die 1984 erneuert wurde. Zur Schutzzone I gehören die Talsperre plus ein rd. 100 m breiter bewaldeter Uferstreifen. Die Schutzzone II enthält den Großteil des Einzugsgebietes. Zur Schutzzone III gehört das Stadtzentrum Halver im Südosten des Einzugsgebietes.

Im Jahre 1969 installierte der Wassernutzer, das „Allgemeine Versorgungsunternehmen“ (AVU) eine erste hypolimnische Belüftung in der Talsperre. Zusätzlich wurde zum gleichen Zeitpunkt eine Belüftung zur Vollumwälzung für die Monate September/Oktober eingebaut. 1976 wurde die erste hypolimnische Belüftung durch ein Limno-Gerät neuerer Bauart ersetzt und im Jahr 1981 durch eine zweite Anlage erweitert.

Alle 14 wesentlichen Zuflüsse der Talsperre werden regelmäßig durch das Labor u. a. auf Phosphor- und Stickstoffverbindungen untersucht. Dazu gehört das Begehen der Bachläufe, um Verunreinigungen durch Müllablagerungen, Gülle und unsachgemäße Düngung zu unterbinden.

Um den Nährstoffeintrag ins Talsperrenwasser aus landwirtschaftlichen Quellen zu senken und einer möglicherweise negativen Entwicklung der Pestizid-Problematik entgegenzuwirken, wird bereits die Diskussion mit den Landwirten des Einzugsgebietes und der zuständigen Kammer geführt. Eine aus Vertretern der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft bestehende Arbeitsgruppe soll sich künftig gemeinsam den Problemen widmen.

Ebenso wichtig zeigt sich ein Einwirken in Richtung Verbesserung der Stadt-Entwässerung Halver. Immer noch stammt ein Großteil der P-Frachten aus abwasserbelasteten Bächen dieses Bereiches.

Dem Problem der Remobilisierung von Schadstoffen aus dem Sediment der Talsperre widmen sich derzeit der Ennepe-Wasserverband und die AVU gemeinsam. Es ist geplant, Konzentrationsprofile des Sedimentes aufzunehmen und eine aktuelle Bilanz des P-Haushaltes der Talsperre aufzustellen. Eine Entschlammung der Vorbecken wird in der nächsten Zeit durchgeführt.

### Literatur

ALLGEMEINES VERSORGUNGSUNTERNEHMEN (AVU) 1987: Wasserversorgungskonzept der AVU. – Gevelsberg.

ENNEPE-WASSERVERBAND (1980): 75 Jahre Ennepetalsperre (Festschrift). – Gevelsberg.

ROUVE, G. (1982): Ennepetalsperre – Untersuchung der Sperrmauer auf ihren baulichen Zustand und auf ihre statische Stand-sicherheit. – Unveröff. Gutachten, Aachen.

SALVETER, G. (1988): Untersuchung von Sedimentproben aus der Ennepetalsperre und deren Vorbecken. – Unveröff. Gutachten, Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen.

# Versetalsperre

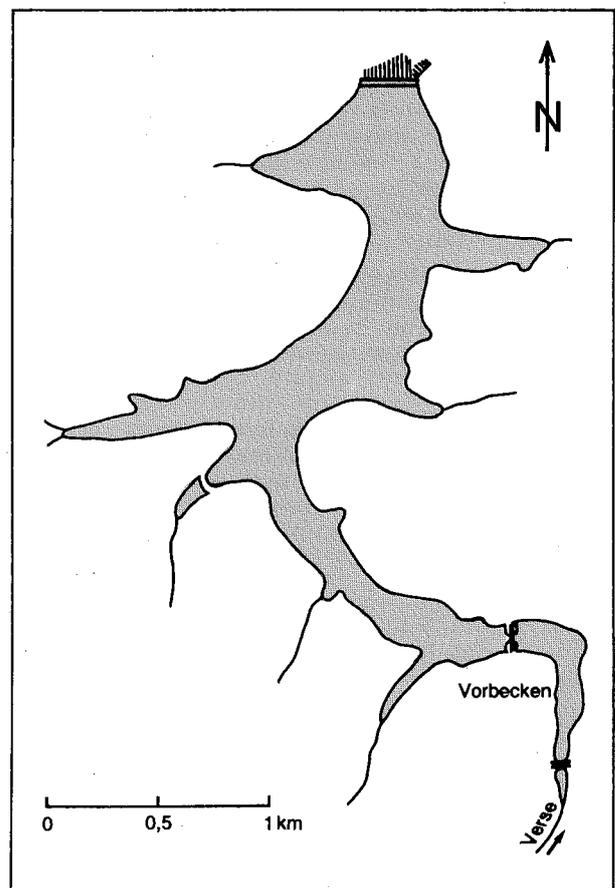
Topographische Karte: L 4912  
Gewässersystem: Verse/Lenne/Ruhr/Rhein  
Stauziel: 390 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 1,83 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 33,60 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 51,2 m  
Mittlere Tiefe: 17,9 m  
Ausbaugrad: 148%  
Umgebungsfaktor: 13,1  
Länge des überstauten Tals: 4,4 km  
Absperrbauwerk: Erddamm  
Kronenlänge: 320 m  
Uferentwicklung: ca. 12  
Talsperrentyp: U-Tal  
Vorsperre: 1, Versevorbecken  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: 2 Grundablaßstollen,  
Betriebsauslaß 7,20 m über Grund  
Nutzung der Talsperre: Niedrigwasseraufhöhung,  
Trinkwassergewinnung, Energiegewinnung  
Einzugsgebiet: 24,10 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Acker 4,3%,  
Wiesen und Weiden 27,8%,  
Forst 66,7%,  
bebaute Fläche 1,2%  
Einwohner: 179 (Stand 1988)  
Eigentümer: Ruhrtalsperrenverein (RTV)  
Jahr der Inbetriebnahme: 1952

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die im Lüdenscheider Raum gelegene Versetalsperre wurde in den Jahren 1932 – 1951 vom Ruhrtalsperrenverein (RTV) gebaut (Foto). Der Bau einer weiteren, größeren Talsperre unterhalb der Fürwiggetalsperre war zur wasserwirtschaftlichen Sanierung des hochindustrialisierten Versetals und zur Sicherung des ständig steigenden Wasserbedarfs notwendig. Nach Unterbrechungen der Bauarbeiten während der Weltwirtschaftskrise Anfang der 30er



Versetalsperre Foto: Archiv RUHRVERBAND  
Freigegeben durch Reg. Präs. Düsseldorf Nr. 08 P 80



Jahre und bei Kriegsende (1944 – 1948) konnte im Jahr 1951 mit dem Aufstau begonnen werden. Heute dient die Versetalsperre der Abflußerhöhung der Ruhr, der Trinkwasserversorgung der Städte Lüdenscheid, Werdohl und Plettenberg sowie der Stromerzeugung.

Die unmittelbar der Trinkwasserversorgung dienende Versetalsperre ist nicht für den Gemeingebrauch zugelassen. Die Ufer sind über weite Strecken schlecht zugänglich. Direkte Erholungsnutzungen der Wasserfläche wie Baden und Bootfahren sind nicht erlaubt, gastronomische Betriebe und Erholungseinrichtungen in Ufernähe fehlen. Für die Einwohner der Stadt Lüdenscheid ist die nahegelegene Versetalsperre (Fahrzeit 10–15 Minuten) ein gern besuchtes Ausflugsziel. Durch die Abfahrt der BAB Dortmund – Frankfurt in unmittelbarer Nähe ist sie aber auch für Erholungssuchende aus dem Ruhrgebiet gut erreichbar. Beliebt ist die Talsperre und ihre Umgebung bei Spaziergängern und Wanderern. Der 23 km lange Rundwanderweg um die Hokühler Bucht ist durchgehend asphaltiert und zieht daher auch Fahrrad- und Rollschuhfahrer an.

Von der Forstverwaltung des RTV werden jährlich rd. 150 Jahres-Fischereierlaubnisverträge ausgegeben.

## **Einzugsgebiet**

### **Topographie**

Die Versetalsperre liegt 7 km südöstlich von Lüdenscheid im Südsauerländer Bergland. Sie erstreckt sich in einer Höhenlage zwischen 300–480 m ü. NN in Süd-Nord-Richtung. Die Verse mündet nach weiteren 16 km Fließstrecke bei Werdohl in die Lenne. Im südlichen Teil des Einzugsgebietes liegt das Ebbegebirge, wo auf dem Höhepunkt im äußersten Südwesten auch der höchste Punkt mit ca. 620 m ü. NN erreicht wird.

### **Geologie**

Das Einzugsgebiet der Versetalsperre liegt geologisch gesehen im Gebiet des Ebbesattels, dessen Untergrund sich zu 90 – 95 % aus unterdevonischen Gesteinen, den sogenannten sandig-schiefrigen Verseschichten, aufbaut. In den Bereichen beiderseits des Stauraumes stehen hauptsächlich die Gesteine der grauackenföhrnden Zone – dickschiefrige z. T. sandige Schiefer mit Einlagerungen von Sandsteinen – an. Im südlichen Teil des Einzugsgebietes findet man die Schichten des Ebbesandsteines. Im nördlichen Teil treten Schichten des Mitteldevons auf: die Mühlenbergsandsteine in den Bereichen des Berghahns und bei Aechtenscheid sowie nördlich von Aechtenscheid die sogenannten Ohlenschiefer mit einigen Kalksteinbänken.

### **Klima und Hydrologie**

Das Klima in der Umgebung der Versetalsperre zeichnet sich durch kurze, kühle Sommer und lange, relativ milde und niederschlagsreiche Winter aus. Durchschnittlich fallen im Jahr ca. 1100 mm Niederschlag, die mittlere Jahrestemperatur beträgt 7,5 °C.

Die Versetalsperre wird in der Hauptsache von der Verse bzw. der Fürwiggetalsperre gespeist.

### **Bodennutzung und Besiedlung**

Die Versetalsperre ist überwiegend von Wald umgeben; dieser nimmt im gesamten Einzugsgebiet einen Anteil von 67 % ein. Nur 4 % der Fläche werden ackerbauartig genutzt, womit sich die Versetalsperre als Talsperre mit günstiger Nutzungsstruktur im Einzugsgebiet ausweist. Auf 24,10 km<sup>2</sup> leben in kleinen Siedlungen und einzelnen Anwesen 179 Einwohner.

Verschiedene naturnahe Waldkomplexe in der Nähe der Versetalsperre sind von besonderem landschaftlichen Wert. So findet man z. B. südlich von Buschhausen und südöstlich des Hauses Herval („Herveler Bruch“) alte, z. T. 100jährige Rotbuchenwaldbestände. Am Hang des Berghahns (469 m ü. NN) zwischen Spielwigge und Schwien-dahl westlich der Talsperre steht auf einem ca. 6,5 ha großen Areal ein wertvoller Buchenhoch- und Erlen-Birken-Quellwald.

### **Ufer**

Die Ufer der Versetalsperre sind überwiegend steil und steinig. Streckenweise reichen z. T. über 50 Jahre alte Fichtenbestände, die aus Gründen der Standsicherheit

inzwischen stark durchforstet worden sind, bis an die Uferpartie der Versetalsperre heran. Im Zuge des Talsperrenbaus waren die steilen Uferstreifen mit Buntmischungen aus Ahorn, Japanlärche, Robinie, Kirsche, Esche, Roteiche, Roterle und Schwarzpappel aufgeforstet worden. An den flachen Uferpartien sollten Anpflanzungen von Weißdorn und Heckenrose das Betreten unmöglich machen.

Auf dem Wege der natürlichen Sukzession und infolge landschaftspflegerischer Maßnahmen hat sich das Spektrum der Baum- und Straucharten im Laufe der Jahrzehnte etwas verändert. Das Vorkommen von Robinie, Schwarzpappel, Weißdorn und Heckenrose nimmt ab, während Vogelbeere, Salweide, Holunder, Brombeere und Birke hinzugekommen sind und sich so dichte, mehrschichtige Bestände mit hohem Strauchanteil entwickelt haben. Diese machen das Ufer auf weiten Strecken unzugänglich.

„Der Uferstrand ist bis auf die Stellen, die mit Steinschüttungen versehen sind, zum größten Teil mit Rohrglanzgras bewachsen, das sich ebenfalls ohne menschliches Tun eingestellt hat“ (STEUER, U. 1984).

Am Ostufer des Hauptbeckens nordwestlich von Aechtenscheid hat sich in einer ehemaligen Kalksteinkuhle ein junger, naturnaher Schluchtwald entwickelt. Auf den Flanken stehen Esche, Vogelkirsche und Bergahorn sowie Hasel, Weißdorn und der Rote Hartriegel in der Strauchschicht. Am Rande der Schlucht steht ein ca. 80jähriger Hainsimsen-Buchenwald.

Am Ostufer des Vorstaubeckens haben sich an der Einmündung zweier Zuflüsse zwei kleine Feuchtbereiche ausgebildet. Am südlichen der Zuflüsse, dem Dürhöltener Siepen, befindet sich ein Kleingewässer mit einem Rohrglanzgras-Röhricht.

### **Wasserbeschaffenheit**

Die Ionenbilanz der Talsperre zeigt die Abb. 1. Der Gehalt an Härtebildnern (Calcium und Magnesium) ist niedrig.

Die Versetalsperre ist als mesotroph einzustufen; die Stoffwechselform ist gering. Wie das Tiefenprofil zeigt, bleibt auch während der Sommerstagnation fast 100 % Sauerstoffsättigung erhalten (Abb. 2). Der Salzgehalt (erkennbar an der elektrischen Leitfähigkeit LF), der Kohlenstoffgehalt (TIC), der chemische und biochemische Sauerstoffbedarf (CSB und BSB) sowie der Nährstoffgehalt (NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, Gesamt-P) sind niedrig und ohne besondere Auffälligkeiten im Kurvenverlauf der Konzentrationsprofile. Der geringe Chlorophyllgehalt und die geringe in vivo-Fluoreszenz (IVF) des Phytoplanktons sind Zeichen der geringen Primärproduktion.

Aufgrund ihrer geringen Primärproduktion weist die Versetalsperre auch niedrige Sauerstoffverbrauchsraten unter 0,4 g/(m<sup>2</sup> · d) im Hypolimnion auf. Den Zusammenhang zwischen dem langjährigen Mittel der relativen O<sub>2</sub>-Verbrauchsraten und dem mittleren Chlorophyllgehalt der

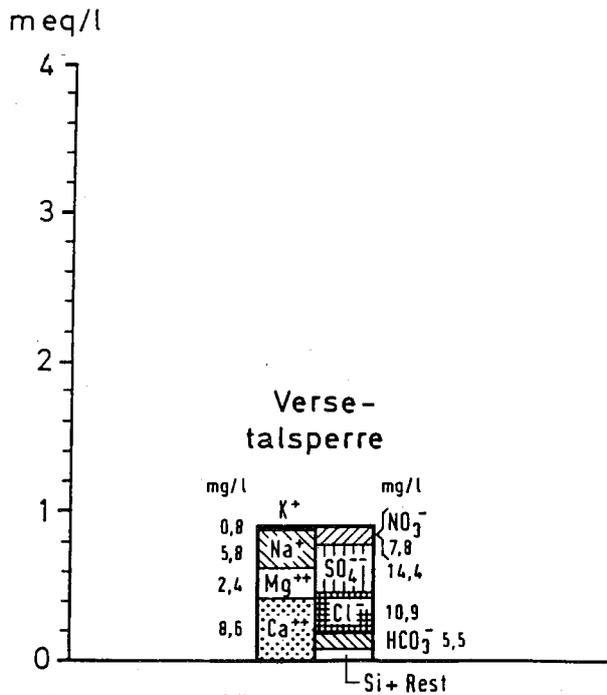


Abbildung 1: Ionenbilanz

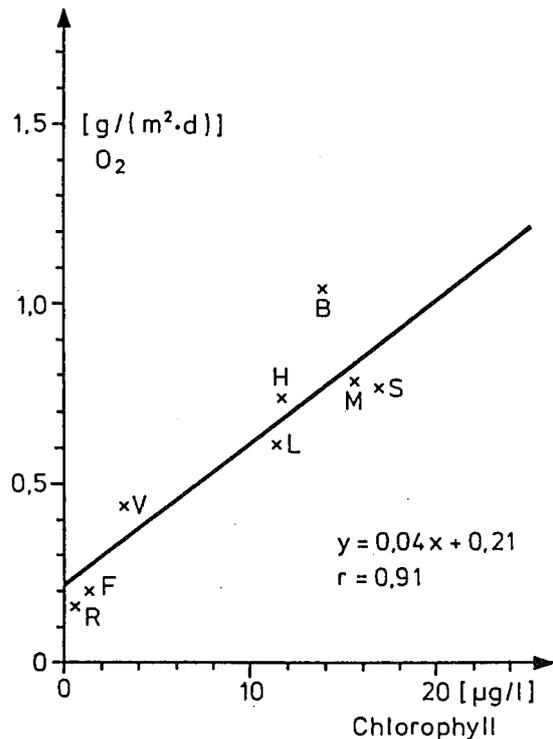


Abbildung 3: Beziehung zwischen Sauerstoff-Verbrauchsrate und Chlorophyllgehalt

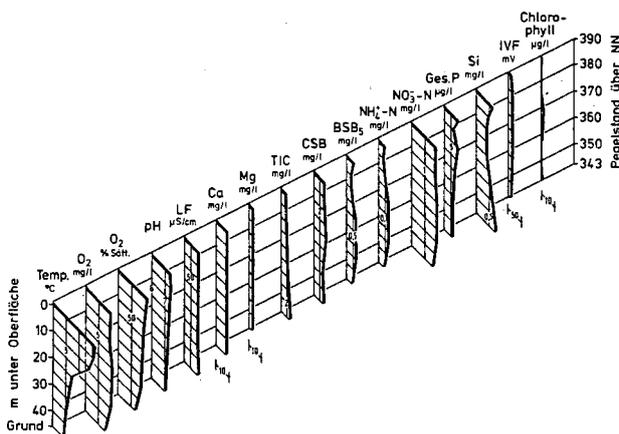


Abbildung 2: Tiefenprofil Wasserbeschaffenheit z. Z. der Sommerstagnation

trophogenen Zone während der Vegetationsperiode zeigt die Abb. 3. Die Versetalsperre liegt zusammen mit Fürwige- und Riveristalsperre im unteren Bereich.

Die Phosphorbelastung der Versetalsperre („Jahresoberflächenbelastung“ nach VOLLENWEIDER) beträgt ca. 0,4 g/(m<sup>2</sup> · a). Die Phosphorkonzentration im Gesamtstauraum liegt bei etwa 9 µg/l Ges.-P (volumengewogenes Mittel). Auch die für den Gesamtstauraum errechneten Mittelwerte (volumengewogen) der Stickstoffkonzentra-

tion, der organischen Verschmutzung und des Algenwachstums liegen niedrig. Es wurden 1988 durchschnittlich 2,1 mg/l Ges.N, 4 mg/l CSB, 0,8 mg/l BSB<sub>5</sub> und 2 µg/l Chlorophyll gemessen. Der maximale Chlorophyllgehalt überschreitet selten 5 µg/l.

Im Wasser der Versetalsperre (Auslauf) wurden im Juli 1988 0,05 µg/l des Atrazinabbauprodukts Desethylatrazin nachgewiesen.

Bei einer Untersuchung des Rohwassers im Wasserversorgungsbetrieb Treckinghausen auf verschiedene organische Halogenverbindungen im Jahr 1987 betrug die Konzentration der Summe der Trihalogenmethane < 0,1 µg/l, die Konzentration der Summe der organischen Chlorverbindungen < 5,0 µg/l.

## Flora und Fauna

### Plankton

#### Phytoplankton

Regelmäßig vertreten sind im Phytoplankton der Versetalsperre Chrysophyceen (Goldalgen) der Art *Dinobryon* div. spec., die meist Zellzahlen von 10–100 Zellen/ml aufweist. Auch die Chrysophyceen *Kephyrion ovale* kommt vor; im April 1987 erreichte sie Bestandsdichten bis 1 200 Zellen/ml.

Von den Diatomeen (Kieselalgen) treten die Arten *Synedra ulna*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa* sowie sehr vereinzelt *Melosira spec.* auf. Größere Bestandsdichten werden nur in einzelnen Jahren erreicht: *Synedra ulna* bis 2 700 Zellen/ml im Mai 1985, *Fragilaria crotonensis* bis 1 600 Zellen/ml im Juli 1984. Auch die radiären Diatomeen vom *Stephanodiscus-Cyclotella*-Typ gehören – meist mit Zellzahlen unter 100 Zellen/ml – zum Phytoplankton der Versetalsperre. Im Juni 1980 traten sie verstärkt in maximalen Konzentrationen von 3 100 Zellen/ml auf.

Die Dinophyceen sind mit *Gymnodinium*-Arten (Panzerflagellaten), die meist Dichten um 20 Zellen/ml erreichen, vertreten.

Die Flagellaten *Rhodomonas minuta* und *Cryptomonas ovata* überschreiten nur selten Bestandsdichten von 100 Zellen/ml. Interessant sind höhere Bestände von *Rhodomonas minuta* im Januar 1980, als bis zu 1 000 Zellen/ml gezählt wurden.

Im Januar 1980 erreichte auch der Hüllenflagellat *Chlamydomonas spec.* relativ hohe Zellzahlen um 300 Zellen/ml, wobei Vorkommen von 10–100 Zellen/ml die Regel sind. Als weitere Grünalgenarten treten *Monoraphidium*, *Chlorella*, *Koliella* und *Sphaerocystis* auf. *Scenedesmus*-Arten findet man im Wasser der Versetalsperre nur sehr vereinzelt.

Im Versevorbecken entspricht das Artenspektrum weitgehend dem im Hauptbecken.

### Zooplankton

Zum Crustaceenplankton der Versetalsperre gehören Cladoceren (Blattfußkrebse) der Art *Daphnia longispina* und Copepoden der Gattungen *Cyclops* und *Eudiaptomus* sowie deren *Nauplius*-Larven. Die Bestandsdichten sind sehr gering; sie liegen immer unter 10 Ind./l.

Von den Rotatorien (Rädertiere) gehören *Conochilus unicornis* und *Kellicottia longispina* in den Monaten April bis Oktober regelmäßig zum Zooplankton der Versetalsperre. *Kellicottia longispina* erreichte im Mai 1983 ausnahmsweise Bestände von 175 Ind./l, von *Conochilus unicornis* wurden im selben Monat 46 Ind./l gezählt. Im gesamten Jahr 1983 wurden in der Versetalsperre außerordentlich viele Rotatorien verzeichnet.

Auch die Arten *Asplanchna priodonta* und *Polyarthra spec.* sind mit wenigen Exemplaren fast immer vertreten. Selten kommt aber mehr als 1 Ind./l vor.

Ciliaten spielen als Zooplankter in der Versetalsperre keine Rolle.

### Fischbestand

Als mesotrophe und dadurch nahrungsarme Talsperre ist die Versetalsperre fischereilich wenig ertragreich (Abb. 4). Bei den Fängen der Freizeitfischer machen Weißfische (Brassen und Plötze), Barsche und Karpfen zusammen einen Anteil von 50% aus. Der Salmonidenanteil

liegt bei 10%; mit jeweils 10–15% Anteil sind Aal und Hecht am Gesamtfang beteiligt. Zander, der planktontrübes Wasser bevorzugt, kommt in der Versetalsperre nicht vor.

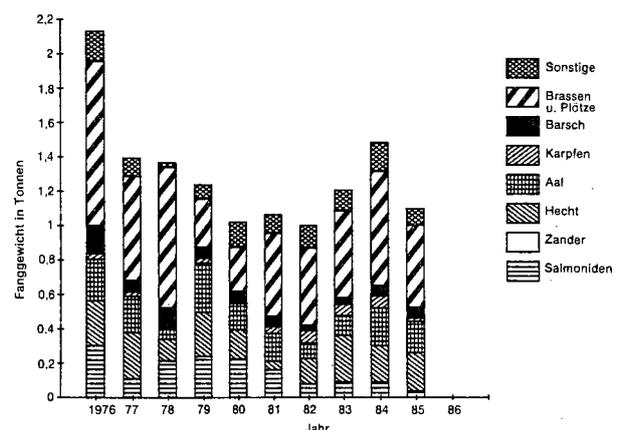


Abbildung 4: Fangergebnisse der Freizeitfischer

### Wasservögel

Die Versetalsperre ist als Quartier für Wasservögel nahezu unbedeutend, was u. a. auf die Nahrungsarmut des Gewässers zurückzuführen ist. Bei Zählungen in den Jahren 1958–1965 wurden drei Arten regelmäßig angetroffen. Neben der Stockente, die als Brutvogel und Überwinterer einen Anteil von 97% ausmachte, waren Graureiher und Zwergtaucher als Wintergäste zu beobachten. Durchzügler ließen sich an der Versetalsperre nur zur kurzen Rast nieder. Die Individuendichte betrug durchschnittlich 8 je 10 ha (Pfennig 1964, Stichmann 1984). Seit dem Bau der wesentlich größeren Biggetalsperre wird die Versetalsperre viel seltener als in den 60er Jahren von Wasservögeln angefliegen (Pfennig, mdl. Mitteilung).

### Sediment

Das Sediment der Versetalsperre weist einen Phosphorgehalt von 1 300 mg/kg TS auf. Die maximalen Schwermetallkonzentrationen betragen geogen bedingt 610 mg/kg TS Zink, 200 mg/kg TS Blei, 63 mg/kg TS Nickel, 51 mg/kg TS Kupfer sowie 8,8 mg/kg TS Cadmium.

### Schutz, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Als Trinkwassertalsperre muß die Versetalsperre gegen Verschmutzung besonders geschützt werden. Es läuft z. Z. das Verfahren zur Festsetzung eines gemeinsamen Wasserschutzgebietes für Verse- und Fürwiggetalsperre.

In der Nähe der Versetalsperre gibt es einige Biotope, die unter das Landschaftsgesetz fallen. Neben gefährdeten Waldgesellschaften sind dies insbesondere wertvolle Quellgebiete und naturnahe, teilweise stark mäandrierende Bachläufe mit begleitenden Feuchtwiesen und Feuchtgrünlandbrachen. So mäandriert z. B. der Haveler Bach, der oberhalb der Talsperre in die Verse mündet,

zwischen Neuemühle und Parkplatz Mühlenhaardt durch ein Sohlental. Ein Schwarzerlensaum an den Ufern und ausgedehnte Feuchtgrünlandbrachen im Talraum charakterisieren das Bachtal, in der die Pflanzengesellschaft des gefährdeten Eisenhutblättrigen Hahnenfußes (*Ranunculus aconitifolius*) vorkommt. Auch das Quellgebiet des Herveler Baches südlich des ehemaligen Gehöfts „Sonnenhohl“ ist mit seinen Erlenquellwäldern und artenreichen Feuchtwiesen als wertvoller Landschaftsbestandteil einzustufen. Schutzziel ist hier u. a. die Erhaltung eines Fieberklee-Vorkommens (*Menyanthes trifoliata*). Diese Pflanze aus der Familie der Enziangewächse (Gentianaceae) steht auf der „Roten Liste“ gefährdeter Arten. In einem weiteren Quellbereich des Herveler Baches südlich der Ortschaft Hervel findet man eine orchideenreiche Naßbrache. In der Krautschicht der benachbarten Erlenbestände kommt u. a. der geschützte Märzenbecher (*Leucojum vernum*) aus der Familie der Narzissengewächse (Amaryllidaceae) vor.

Die beschriebenen Biotope sind als Lebensraum gefährdeter Tierarten von Bedeutung.

Zum Schutze der Fische in der Versetalsperre wurde die Hokühnbucht bis an die Straßenbrücke sowie das Vorbecken zum Laichschonbezirk erklärt.

#### Literatur

LÖLF, Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (1988): Ökologischer Fachbeitrag zum Landschaftsplan Herscheid, Märkischer Kreis.

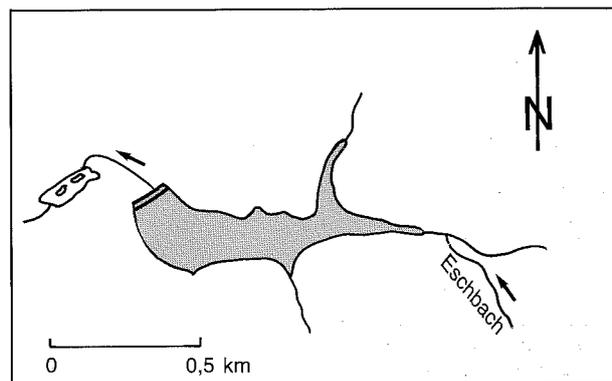
PFENNIG, H. G. (1964): Ornithologische Beobachtungen an der Versetalsperre. – Der Sauerländische Naturbeobachter, 6, 35–44.

STEUER, U. (1984): Beispiel Versetalsperre, Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.), 43, 310–312.

STICHMANN, W. (1984): Die Belange der Vogelwelt an Talsperren, Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.), 43, 254–257.

# Eschbachtalsperre

Topographische Karte: L 4908 Solingen  
Gewässersystem: Eschbach/Wupper/Rhein  
Stauziel: 242,5 m  
Speicheroberfläche: 0,13 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 1,07 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 17,00 m  
Mittlere Tiefe: 7,95 m  
Ausbaugrad: 12 %  
Umgebungsfaktor: 33,6 (mit Beileitungen 124)  
Länge des überstauten Tals: 0,8 km  
Absperrbauwerk: Gewichtsstaumauer aus Bruchsteinen  
Kronenlänge: 160 m  
Talsperrentyp: Rinnensee in einem vorhandenen V-Tal  
Uferentwicklung: ca. 1,9  
Vorsperren: nicht vorhanden  
Zirkulationstyp: holomiktisch, vermutlich polymiktisch  
Lage des Abflusses: im Bereich der Gründungssohle  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung  
Einzugsgebiet: 4,5 km<sup>2</sup> (mit Beileitungen 16,2)  
Nutzung der Landfläche: Forst: 46,10 %  
Acker, Grünland: 31,59 %  
Siedlungsfläche: 15,79 %  
Wege und Straßen: 6,52 %  
Einwohner: ca. 500  
Betreiber: Stadtwerke Remscheid GmbH  
Jahr der Inbetriebnahme: 1891



Das Gebiet wird geologisch von verschiedenfarbigen Tonschiefern und sandigem Gestein bestimmt, das die unteren devonischen Schichten kennzeichnet, auf denen die sogenannten Remscheider Schichten den größten Teil des Gebietes einnehmen. Die Böden des Berg- und Hügellandes, deren Ausgangsgestein Grauwacken, Sandsteine, Tonschiefer und Schiefertone sind, entwickeln meist nur eine spärliche Bodenvegetation mit überwiegend anspruchslosen grasartigen Pflanzen wie Heinsimse (*Luzula albida*), Drahschmiele (*Aira flexuosa*), Pillensegge (*Carex pilulifera*) und einige Moosarten. Der Wald bestand ursprünglich überwiegend aus Buchenhölzern, wird aber in der neueren Zeit auch mit anderen Laub- und Nadelhölzern aufgeforstet.

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Eschbach-Talsperre wurde als erste Trinkwassertalsperre Deutschlands zur Versorgung von Remscheid (in den damaligen Grenzen ca. 42 000 Einwohner) angelegt und deckt heute im Verbund mit der Neyetalsperre – 6,0 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> Inhalt – und der Panzertalsperre – 0,3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> Inhalt – knapp die Hälfte des Wasserbedarfs der Stadt Remscheid mit 124 000 Einwohnern.

## Einzugsgebiet

Als erstes großes Hindernis für die mit Feuchtigkeit angereicherten, von Westen einströmenden, maritimen Luftmassen empfängt die Stadt Remscheid mit ihren nach Osten und Südosten allmählich ansteigenden Höhen Niederschläge von 900–1 400 mm im Jahr. Das Einzugsgebiet besteht überwiegend aus forst- und landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die direkte Wohnbebauung liegt, bis auf ca. 500 Einwohner in der Schutzzone II, außerhalb des Einzugsgebietes.

## Ufer

Das Ufer wird im Norden und Süden durch mit Mischwald bewachsene Talhänge geprägt. Außerhalb einer Drahteneinfriedung um das Staubecken ist ein Uferweg angelegt.

An der östlichen Stauwurzel befindet sich im Bereich des Hauptzuflusses ein mit Erlen und Pappeln bewachsenes, ca. 1 000 m langes, sumpfähnliches Feuchtgebiet.

Außer an der östlichen Stauwurzel, die auf ca. 500 m<sup>2</sup> mit Schilfgräsern und einigen Wasserpflanzen bewachsen ist, ist ein Bewuchs der Ufer durch den ständigen Wasserwechsel nur bedingt möglich.

## Wasserbeschaffenheit

Die chemische Wasserbeschaffenheit geht aus folgender Tabelle hervor:

Parameter		1985		1986		1987	
		Jahresmittel	Sommerwert	Jahresmittel	Sommerwert	Jahresmittel	Sommerwert
pH-Wert		7,3	7,3	7,3	7,3	7,2	7,3
Leitfähigkeit	µS/cm	166	190	150	141	152	170
Gesamthärte	° dH	3,6	3,8	3,4	3,4	3,1	3,2
Carbonathärte	° dH	0,79	0,98	0,86	0,98	0,79	1,12
Calcium	mg/l	14,8	15,1	12,9	11,5	11,8	11,5
Eisen	mg/l	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,032
Mangan	mg/l	0,039	0,01	0,014	0,019	0,032	0,011
Nitrat	mg/l	18,5	24,5	21,0	17,1	18,8	19,0
Sauerstoff	mg/l	10,4	9,4	8,8	5,1	9,6	10,9
freie Kohlensäure	mg/l	0,70	0,44	1,32	0,22	2,7	2,6

### Schutz-, Sanierungs und Restaurierungsmaßnahmen

Nur durch eine konsequente Überwachung des Wassereinzugsgebietes und der Schutzzonen kann der immer stärker ansteigenden Belastung der Zuflüsse auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen begegnet werden.

In den letzten 15 Jahren wurden zwei landwirtschaftliche Betriebe aus dem Einzugsgebiet aus- bzw. umgesiedelt und ca. 56 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche in Forstgebiet umgewandelt. Weitere 14 ha Acker- und Grünland sind für eine Umwandlung in forstwirtschaftlich genutzte Flächen vorgesehen. In Gebieten mit starker Wohnbebauung werden die Betreiber von Fäkaliengruben veranlaßt, ihre Abwassersysteme an die öffentlichen Entsorgungsleitungen anzuschließen.

Aufgrund des hohen Anteiles an landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet ist ein Anstieg der Nitratbelastung in den Zuflüssen zu beobachten.

Obwohl die Grenzwerte gemäß der Trinkwasserverordnung – 50 mg/l – noch nicht erreicht sind, müssen jetzt schon Maßnahmen getroffen werden, um einen weiteren Anstieg zu verhindern.

Eine wesentliche Hilfe bietet hier die Gülleverordnung, die ein Aufbringen der Gülle außerhalb der Fruchtzeit verbietet und jahreszeitlich regelt. Die Nutzer von landwirtschaftlichen Flächen müssen an ihre Verantwortung bei der zusätzlichen Kunstdüngeraufbringung erinnert werden.

# Sengbachtalsperre

Topographische Karte: L 4808 Solingen  
Gewässersystem: Sengbach/Wupper/Rhein  
Stauziel: 148 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,20 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 2,80 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 36,1 m  
Mittlere Tiefe: 14,0 m  
Ausbaugrad: 31,5%  
Umgebungsfaktor: 49  
Länge des überstauten Tals: 1,75 km  
Absperrbauwerk: Gewichtssteinmauer  
Kronenlänge: 178 m  
Uferentwicklung: ca. 1,6  
Talsperrentyp: Rinnensee mit V-Form  
Vorsperren: 1  
Zirkulationstyp: polymiktisch  
Lage des Auslaufs: Entnahmestollen 34,7 m vor dem Absperrbauwerk  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung  
Einzugsgebiet: 11,8 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Acker 10,2%  
Grünland 29,1%  
Forst 44,4%  
Siedlungsfläche 10,4%  
Verkehrsfläche 3,2%  
Sonstige 2,7%  
Einwohner: ca. 4000  
Eigentümer/Betreiber: Stadtwerke Solingen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1903

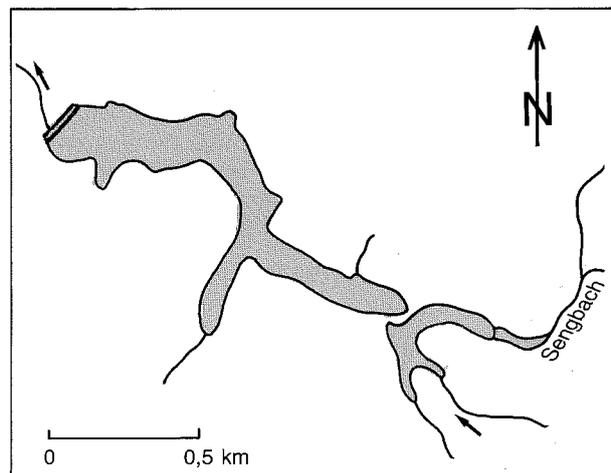
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Sengbachtalsperre, eine der ältesten Talsperren Deutschlands, wurde von 1900 bis 1903 durch die Stadtgemeinde Solingen erbaut, um die Bevölkerung mit Trinkwasser in ausreichender Menge versorgen zu können. Sie wird auch heute noch mit dem gleichen Ziel von den Stadtwerken Solingen betrieben. Die wichtigsten Zuflüsse sind der namensgebende Sengbach, der Ellinghauser Bach und der Bruchermühlenbach.

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Sengbachtalsperre liegt im nördlichen Teil des Bergischen Landes auf der Südflanke des großen in sich spezialgefalteten Remscheid-Altenaer Sattels, der sich von Leichlingen bis über Arnsberg hinaus verfolgen läßt. Die im Devon entstandenen Remscheider Schichten stehen im Gebiet der Sengbachtalsperre meist mit Sandstein, Schluffstein und seltener mit Tonstein an. Von wasserwirtschaftlicher Bedeutung ist die Kalk- bzw. Karbonatarmut des Gesteins, die sich auf das in diesem Gebiet gebildete Grund- und Oberflächenwasser überträgt und eine geringe Pufferkapazität bewirkt.

Landschaftlich kann das Einzugsgebiet als ein von V-Tälern zugeschnittenes Bergland beschrieben werden,



das von 111 m ü. NN auf Höhe der Talsohle bis 291 m ü. NN im Gebiet von Wermelskirchen ansteigt.

## Ufer

Ständig wechselnde Wasserstände in der Hauptsperre prägen auch bei dieser Talsperre die Ufer. Die feinen Bodenpartikel der naturbedingt steilen Ufer werden abgespült, so daß die felsigen Ufer kahl sind. Auf den regelmäßig trockenfallenden Hängen kann sich ein ausgeprägter Ufersaum, wie wir ihn von natürlichen Seen kennen, nicht ausbilden.

In der Vorsperre, die Wasserstandsschwankungen liegen hier im Mittel bei ca. 0,3 m, hat sich ein pflanzenreiches Litoral entwickelt, das naturgemäß auch vielen Tierarten Lebensraum bietet.



Sengbachtalsperre

Foto: STADTWERKE SOLINGEN

Freigegeben durch Reg. Präs. Düsseldorf Nr. 30 J 81

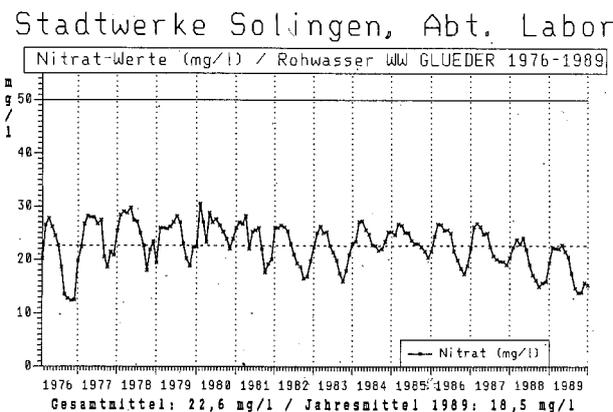
Der anschließende Uferbereich der Wasserschutzzone I ist vollständig bewaldet, wovon auf die Fichte 90–95% entfallen.

### Wasserbeschaffenheit

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers werden von vielfältigen Lösungs- und Umsetzungsprozessen in der Luft, der Vegetation, im Boden- und Grundgestein beeinflusst. Besonders großen Einfluß haben die geologischen Verhältnisse und die Nutzung des Einzugsgebietes.

Entsprechend den anstehenden, kalkarmen Gesteinen können nur geringe Mengen der Härtebildner Calcium und Magnesium herausgelöst werden. Die Gesamthärte des als sehr weich einzustufenden Wassers liegt dem entsprechend im Mittel bei ca. 4 °dH, der Anteil der Karbonathärte, die für die Pufferkapazität des Wassers maßgeblich ist, bei ca. 1 °dH. Die pH-Werte liegen in der Regel im neutralen Bereich oder darüber. Das Wasser der Talsperre erweist sich aufgrund einer hinreichenden Karbonathärte noch als pufferungsfähig.

Direkte nutzungsabhängige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit sind in der Sengbachtalsperre ebenfalls zu beobachten. Stickstoff, in der chemischen Form des Nitrats ( $\text{NO}_3^-$ ), ist dabei mengenmäßig besonders wichtig. Abbildung 1 zeigt die jahreszeitliche Rhythmik der Nitratkonzentrationen in der Sengbachtalsperre. Der Mittelwert liegt mit ca. 23 mg/l erheblich unter dem Grenzwert der TVO (50 mg/l), jedoch um ein mehr-



faches höher als in landwirtschaftlich ungenutzten Einzugsgebieten. Die Minimalwerte für Nitrat sind regelmäßig im Herbst festzustellen.

### Flora und Fauna

Die folgenden Ausführungen beziehen sich im wesentlichen auf die 1977 von H. MIEGEL durchgeführten Planktonuntersuchungen. Danach waren die Chrysophyceen mit 3 Arten vertreten, wobei *Dinobryon divergens* massenhaft auftrat. Von den photoautotrophen Dinoflagellaten kam *Ceratium hirundinella* ganzjährig in der Talsperre vor. Von 22 Diatomeenarten traten 6 Arten massenhaft auf. *Asterionella formosa* besaß die größte Dichte. Die Grünalgen waren sehr artenreich vertreten, ihre Gesamtpopulation war jedoch vergleichsweise gering.

Innerhalb des Zooplanktons werden die Rotatorien in besonders großer Arten- und Individuendichte vorgefunden. *Kellicottia longispina* und *Polyarthra remata* traten massenhaft auf. Mit 8 Arten war das Crustaceenplankton äußerst schwach vertreten. Die Artenliste enthält 5 Phyllopoden- und 3 Cyclopodenarten. Bei den Blattfußkrebse konnte *Bosmina longirostris* am häufigsten nachgewiesen werden.

Als Endkonsumenten der stehenden Gewässer werden heute folgende Fischarten angetroffen: Bachforelle, Regenbogenforelle, Schleie, Karpfen, Döbel, Rotaugen. Oberhalb der Wasseroberflächen prägen Stockenten das avifaunistische Bild. Aber auch Graureiher, Wasserramsel und Eisvogel werden hier regelmäßig angetroffen.

### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

1974 wurde eine Wasserschutzzone ausgewiesen. Um die Qualität des Rohwassers zu sichern, kaufen die Stadtwerke Solingen seit rd. 25 Jahren vor allem landwirtschaftlich genutzte Grundstücke – z. T. auch Waldparzellen – auf. Die Acker- und Grünlandflächen wurden aufgeforstet. So ist heute die unmittelbare Umgebung der wichtigsten Zuflüsse nahezu frei von landwirtschaftlicher Nutzung.

Eine Gefahr stellt die vielbefahrene Autobahn A 1 dar, die zwischen Burscheid und Wermelskirchen auf einer Länge von rd. 6 km durch die Wasserschutzzone I führt. Beim sechsspurigen Ausbau konnte erreicht werden, daß die von der Fahrbahn abfließenden verschmutzten Wässer gesammelt und durch ein Pumpwerk aus dem Einzugsgebiet gefördert werden.

### Literatur

MIEGEL, H. (1977): Die Sengbachtalsperre bei Solingen. – gwf-wasser/abwasser. 6, 264–271.

# Neyetalsperre

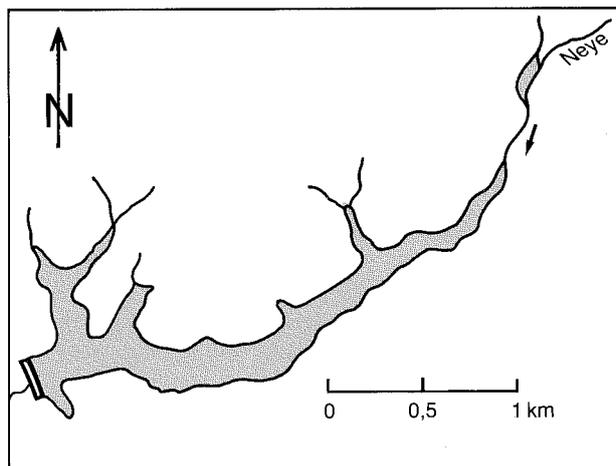
Topographische Karte: L 4910 Gummersbach  
Gewässersystem: Neye/Wupper/Rhein  
Stauziel: 303 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,68 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 6,00 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 23 m  
Mittlere Tiefe: 9 m  
Ausbaugrad: 67%  
Umgebungsfaktor: 17  
Länge des überstauten Tals: 3 km  
Absperrbauwerk: Gewichtsstaumauer aus Bruchsteinen  
Kronenlänge: 260 m  
Uferentwicklung: ca. 3,1  
Talsperrentyp: Rinnensee in einem vorhandenen V-Tal  
Vorsperren: nicht vorhanden  
Zirkulationstyp: holomiktisch, vermutlich monomiktisch  
Lage des Auslaufs: vorwiegend im Bereich der Gründungssohle  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung  
Einzugsgebiet: Fläche: 11,9 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Forst 48,09%,  
Acker, Grünland 49,69%  
Siedlungsfläche: 1,44%  
Wege und Straßen: 0,51%  
Einwohner: ca. 500  
Betreiber: Stadtwerke Remscheid GmbH  
Jahr der Inbetriebnahme: 1908

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die erhebliche Zunahme der Industrie und der Einwohnerzuwachs und der daraus resultierende höhere Wasserbedarf im Versorgungsgebiet der Stadt Remscheid um die Jahrhundertwende und nicht zuletzt der Umstand, daß die Jahre 1901 und 1904 Trockenjahre waren, veranlaßten die damaligen Betreiber der Wasserversorgung der Stadt Remscheid, im Neyetal bei Wipperfürth – ca. 15 km vom Verbraucher entfernt – eine 2. Trinkwassertalsperre zu errichten, nachdem die im Jahre 1891 als erste Trinkwassertalsperre Deutschland erbaute Eschbachtalsperre den Wasserbedarf nicht mehr decken konnte.

Das Wasser wird mit freiem Gefälle – Höhenunterschied 59,88 m – durch eine Transportleitung DN 800 i. d. R. in die Eschbachtalsperre, seltener direkt in das Wasserwerk Remscheid, geleitet. Drei Höhenrücken auf dieser Strecke werden durch Rohrstellen von je 900 m, 1 900 m und 3 200 m Länge unterfahren.

Die Neyetalsperre mit einem Inhalt von 6,0 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> deckt heute den Wasserbedarf der Stadt Remscheid (ca. 124 000 Einwohner) im Jahresmittel der Jahre 1985, 1986 und 1987 zu ca. 40 % ab.



## Einzugsgebiet

Der größte Teil des Bergischen Landes, der klimatologisch zu dem Nordatlantischen Bezirk gehört, nimmt unter den deutschen Mittelgebirgen eine Sonderstellung ein. Sie ergibt sich aus seiner Lage zu den vorherrschenden, regenbringenden Winden und seinem vertikalen Aufbau. Die Temperaturen, Niederschläge und die Luftfeuchtigkeit kennzeichnen eine ozeanische Klimatönung.

Die Abnahme der Lufttemperatur mit zunehmender Höhe (0,6 °C je 100 m) und die Zunahme von Bewölkung und Niederschlägen lassen das hiesige Klima im starken Gegensatz zu dem sonnenwarmen, trockenen Klima des Rheinischen Bezirkes erscheinen. Die reichlichen Niederschläge erreichen im Jahresdurchschnitt 1 300 mm.

Das Neyegebiet wird geologisch von 2 Unterabteilungen der devonischen Formation bestimmt. Das untere und das mittlere Devon. Häufige Wechsel von verschiedenfarbigen Tonschiefern und sandigem Gestein kennzeichnen die unterdevonischen Schichten, von denen die sog. Remscheider Schichten den größten Teil des Gebietes beherrschen.

Rund um die Neyetalsperre erstreckt sich das größte geschlossene Laubwaldgebiet des nördlichen Oberbergischen Kreises, welches durch die Sperre in zwei Bereiche geteilt wird.

Nur im östlichen Teil des Einzugsgebietes werden noch größere Flächen landwirtschaftlich genutzt. Eine direkte Wohnbebauung durch kleinere Hofschaften liegt in den geplanten und beim zuständigen Regierungspräsidenten beantragten Schutzzonen II und III. Das Gebiet um die Neyetalsperre hat für die umliegenden Gemeinden und Städte einen hohen Freizeitwert, nicht zuletzt dadurch, daß sich noch zwei Talsperren – die Bever-Talsperre und die Schevelinger-Talsperre – in unmittelbarer Nähe befinden, die durch Stollen und Rohrleitungen miteinander verbunden sind und den sog. Beverblock bilden.

## Ufer

Um die gesamte Wasserfläche der Talsperre ist ein für den öffentlichen Kfz-Verkehr gesperrter Ufer-Rundweg angelegt, der auf der westlichen Seite über die Sperrmauer führt.

Das Nordufer ist ein mit Laubwald bewachsener flächenhafter Bereich, das nur im Nordosten mit Fichten aufgeforstet wurde und durch viele kleine Quellsiefen zerteilt wird, die sich in mehreren Schlenkertälchen vereinigen.

Das Südufer wird durch einen langgestreckten, bewachsenen Hangstreifen gebildet, durch regelmäßig auftretende kurze Siefen geteilt, die geradewegs zur Sperre fließen.

Die östliche Stauwurzel ist ein sumpfähnliches Feuchtgebiet und mit Erlen- und Hainbuchen-Auenwald bewachsen, was den faunistischen Wert eines Biotopes erhöht.

Die Ufer im Staubereich sind durch den ständigen Wasserwechsel vegetationslos, und es wird ein Bewuchs, da es sich um eine Trinkwassertalsperre handelt, nicht gewünscht.

## Wasserbeschaffenheit

Die chemische Wasserbeschaffenheit geht aus folgender Tabelle hervor:

Parameter	1985		1986		1987	
	Jahresmittel	Sommerwert	Jahresmittel	Sommerwert	Jahresmittel	Sommerwert
pH-Wert	7,3	7,3	7,2	7,4	7,17	6,9
Leitfähigkeit	156	182	154	144	133	142
Gesamthärte	3,5	3,8	3,2	3,3	3,3	3,0
Karbonathärte	1,03	1,12	0,89	0,98	0,93	0,98
Calcium	15,1	16,5	12,4	10,7	12,7	12,3
Eisen	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Mangan	0,02	0,014	0,01	0,012	0,014	0,015
Nitrat	17,3	14,9	17,6	16,7	19,5	20,5
Sauerstoff	6,7	1,6	7,2	2,8	7,5	8,1
Kohlensäure	2,85	4,8	3,5	6,6	3,58	4,8

## Schutz, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Um der immer stärker ansteigenden Belastung der Zuflüsse begegnen zu können, ist eine konsequente Überwachung des Einzugsgebietes und der darin landwirtschaftlich genutzten Flächen nötig.

In den letzten 15 Jahren wurden drei landwirtschaftliche Betriebe stillgelegt bzw. ausgesiedelt und die

dadurch frei gewordenen Flächen – ca. 69 ha – mit Laub- und Nadelhölzern aufgeforstet. Weitere Umwandlungen von ca. 25 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche in Forstbestand sind geplant.

Eine vor der Stauwurzel befindliche Fischerei-Zuchtanstalt wurde im Jahre 1987 stillgelegt und die Betriebsgebäude entfernt, ohne die Teiche zu zerstören.

Um die bestehenden Teiche weiterhin sinnvoll zu nutzen und die für die Überwachung des der Talsperre zufließenden Wassers äußerst wichtige Indikatorfunktion voll zu erhalten, wird die Landesanstalt für Fischerei in Albaum im Rahmen eines Artenschutzprogramms zur Erhaltung gefährdeter Kleinfischarten die Teiche weiter extensiv bewirtschaften.

In der geplanten Trinkwasserschutzzone I ist auch heute schon jeglicher Kfz-Verkehr – außer Forstfahrzeugen – untersagt.

Eine ansteigende Nitratbelastung, vermutlich durch die Überdüngung der landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet, ist auch in der Neye-Talsperre zu beobachten.

Obwohl die Grenzwerte gemäß der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l noch nicht erreicht werden, müssen die Betreiber dieser Flächen angehalten werden, die Gülleverordnung, die u. a. das Aufbringen von Gülle

außerhalb der Vegetationszeit verbietet, einzuhalten. Bei der zusätzlichen Kunstdüngeraufbringung müssen die Nutzer der landwirtschaftlichen Flächen an ihre Verantwortung erinnert werden.

Gerade in diesen ländlichen Gebieten treten immer wieder Probleme mit unkontrolliert abgeführten Abwässern auf, denen durch die Genehmigung der beantragten Schutzzonen begegnet werden könnte.

# Kerspetalsperre

Topographische Karte: L 4910 Gummersbach  
Gewässersystem: Kerspe/Wupper/Rhein  
Stauziel: 228 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 1,56 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 15,50 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 28 m  
Mittlere Tiefe: 10 m  
Ausbaugrad: 70%  
Umgebungsfaktor: 18  
Länge des überstauten Tals: 3,9 km  
Absperrbauwerk: Schwerkraftmauer  
Kronenlänge: 365 m  
Uferentwicklung: ca. 3,4  
Talsperrentyp: Rinnentyp  
Vorsperren: an allen Zuflüssen, insgesamt 8  
Zirkulationstyp: holomiktisch, dimiktisch  
Lage des Auslaufs: vorwiegend 11 m über Grund  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung  
Einzugsgebiet: 28 km<sup>2</sup>  
Einwohner: ca. 7 000  
Nutzung der Landfläche: Wald 50%, Grünland 35%,  
Ackerland 12%, befestigte Fläche 3%  
Nutzer: Wuppertaler Stadtwerke AG  
Jahr der Inbetriebnahme: 1912

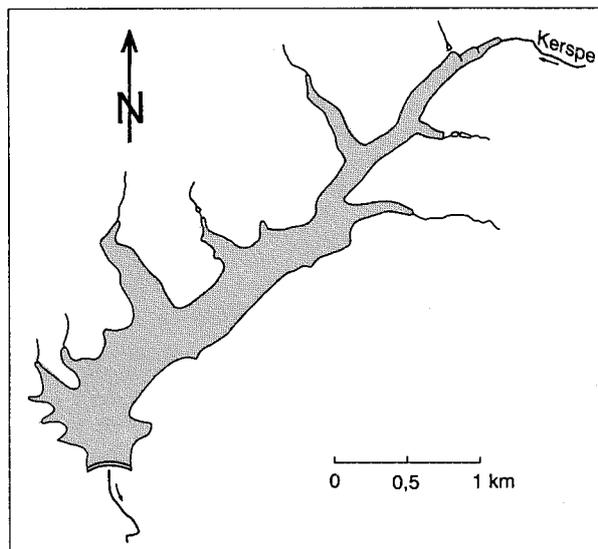
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Kerspetalsperre wurde in den Jahren 1908 bis 1912 erbaut. Die Staumauer zählt zum Typ der Schwerkraftmauern. Sie wurde aus bearbeiteten Bruchsteinen aus dem unteren Kerspetal errichtet.

Die Kerspetalsperre dient ausschließlich der Trinkwassergewinnung. Aus ihr entnehmen die Wuppertaler Stadtwerke AG mehr als die Hälfte ihres gesamten Trinkwasserbedarfes. Die Städte Wipperfürth und Remscheid sind daran ebenfalls angeschlossen.

Der Kerspebach wird in der Talsperre aufgestaut und bildet ihren Hauptzulauf mit rund 60% der insgesamt zufließenden Wassermenge. Er verläuft in einem Tal mit verhältnismäßig flachem Talboden und nimmt aus Kerbtälern zufließende Seitenbäche auf. Vor der Mündung in die Talsperre wird er 2,5 m breit. In die Talsperre münden von Norden her 4 Bäche, von Osten her 2 weitere. Die Bäche zeigen im allgemeinen ein starkes Gefälle. Im Unterlauf werden sie höchstens etwa 1 m breit.

Zahlreiche seltene und geschützte Tiere haben sich im Schutz des nicht öffentlich zugänglichen Uferstreifens angesiedelt. Die ungestörte Entwicklung wird durch die Abschirmung nach außen sowie die naturnahe Bewirtschaftung durch den Talsperrenbetreiber gefördert. Der Wasserschutzwald rings um die Talsperre wird überwiegend als langlebiger Mischwald mit natürlichem Jungwuchs ohne Kahlschläge und ohne chemische Pflanzenschutzmittel betrieben.



## Einzugsgebiet

Die Kerspetalsperre liegt am westlichen Rand des Ebbegebirges in dem durch die Städte Wipperfürth, Kierspe und Halver gebildetem Dreieck. Der Kerspebach ist ein von Nordosten kommender Zulauf zur Wipper (Oberlauf der Wupper). Die Längsachse der Talsperre verläuft von Nordost nach Südwest. Die Luftseite der Staumauer zeigt genau nach Süden. Die Sohle der Talsperre liegt auf 300 m ü. NN. Die Höhenzüge des Niederschlagsgebietes reichen bis 408 m ü. NN. Das Einzugsgebiet der Talsperre umfaßt eine Fläche von 27,5 km<sup>2</sup>.

Die jährlichen Niederschläge betragen in Mittel 1260 mm und liegen etwa doppelt so hoch wie in der nur 40 km entfernten Rheinebene. Aus westlicher Richtung ankommende Winde werden am Anstieg des Ebbegebirges zum Abregnen veranlaßt.

Die mittlere jährliche Lufttemperatur liegt bei 8 °C. Im Januar beträgt die mittlere Temperatur – 1 °C bis 0 °C, im Juli 15° bis 16 °C.

Das Einzugsgebiet der Talsperre befindet sich im rheinischen Schiefergebirge und ist Teil des Ebbesattels. Der Kern des Sattels besteht aus ordovizischen und silurischen Gesteinen, die Flanken aus devonischen Schichten. Die Sattelachse verläuft von Nordost nach Südwest und taucht bei Wipperfürth unter mitteldevonischen Schichten ab.

Die Böden der Hanglagen bestehen überwiegend aus Braunerden, zu den Talbereichen herrschen dagegen Gleyböden vor.

Die Flächen rund um die Talsperre sind heute mit Wald bestockt. Vor Errichtung der Talsperre waren nur die stärker hängigen Flächen bewaldet. Der Wasserschutzforst wird vom Talsperrenbetreiber selbst bewirtschaftet.

Hauptbaumarten sind Fichte, Buche und Eiche. In der Talaue herrscht die Erle vor. In Mischung treten außerdem Lärche, Douglasie, Küstentanne, Hainbuche, Esche und Kirsche auf.

In weiterer Entfernung von der Talsperre sind die Hangbereiche meist als Grünland anzutreffen, das teils als Wiese, teils zur Grünfuttersilage bewirtschaftet wird. In der Regel sind die Flächen ganzjährig durch eine Vegetationsdecke gegen Erosion geschützt. In jüngster Zeit ist jedoch zu beobachten, daß der Bestand an Weidevieh zurückgeht und statt dessen Grünland umgebrochen wird zum Anbau von Futtergetreide und Mais.

Die ackerbaulichen Standorte liegen ursprünglich überwiegend an den Oberhängen und in Hochlagen. Neuerdings werden Hänge auch bis unmittelbar an den Bach unter den Pflug genommen.

**Wasserbeschaffenheit**

Das Wasser der Kerspetalsperre ist aufgrund der geochemischen Verhältnisse des Einzugsgebietes sehr weich. Die Leitfähigkeit entspricht dem geringen Salzgehalt und beträgt nur ca. 135 µS/cm. Die Ionenbilanz ist in Abb. 1 dargestellt.

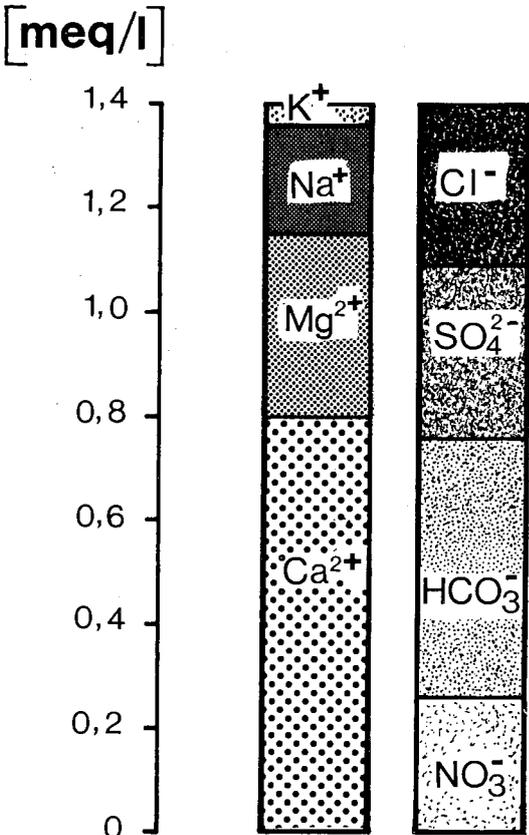


Abbildung 1: Ionenbilanz des Wassers der Kerspetalsperre

Als Kation dominiert Ca<sup>2+</sup> bei sehr geringen K<sup>+</sup>-Konzentrationen. Bei den Anionen ist der relativ hohe Nitrat-Gehalt aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung des Einzugsgebietes zu beachten. Eine Temperaturschichtung des Talsperrenwassers liegt in der Regel von April bis September vor. Ein typisches Sommerprofil ist in Abb. 2 dargestellt. Im Winter herrscht Vollzirkulation. Die Ausbildung einer Eisdecke ist selten und wurde in den letzten Jahren nicht beobachtet.

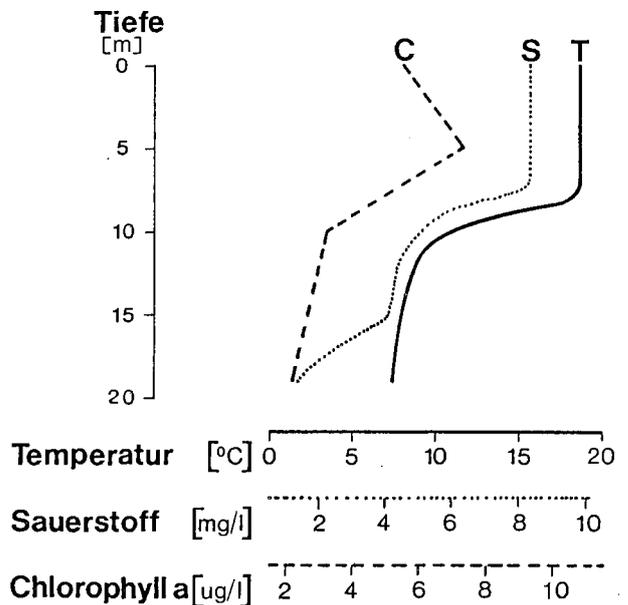


Abbildung 2: Tiefenprofil der Kerspetalsperre (19. 7. 89)

Die Sauerstoffkonzentrationen in der Talsperre sind generell als ausreichend zu bezeichnen. Lediglich vor der Herbstzirkulation ist zeitweilig am Grund und unmittelbar darüber ein Sauerstoffmangel festzustellen, der dann zur Freisetzung von Mangan und Phosphat aus dem Sediment führt. Die Sichttiefe liegt im Durchschnitt bei gut 4 m. Der Chlorophyll-a-Gehalt ist wie die Sichttiefe starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Unter Berücksichtigung der tiefenabhängigen Verteilung beträgt der durchschnittliche Chlorophyll-a-Gehalt knapp 5 µg/l.

Zur Entnahme des Talsperrenwassers stehen derzeit drei Möglichkeiten zur Verfügung. Für die Trinkwasseraufbereitung wird zumeist das etwa 11 m über Grund liegende mittlere Entnahmeniveau genutzt.

**Flora und Fauna**

Das Phytoplankton der Kerspetalsperre wird seit Anfang der 70er Jahre untersucht. An dieser Stelle werden überwiegend die Ergebnisse des Jahres 1989 dargestellt, da ab 1989 auch das Zooplankton in die monatlichen Profiluntersuchungen einbezogen wurde. Die Probenahme erfolgt jeweils an einer definierten Stelle ca. 100 m vor der Sperrmauer.

## Phytoplankton

Im Phytoplankton der Kerspetalsperre dominieren die Kieselalge *Asterionella formosa* und die Chrysophyceen der Gattung *Dinobryon*. Den Gipfel der Massenentwicklung zeigte *Asterionella* mit über 4 000 Zellen/ml im Frühjahr 1989. Im Sommer sank dieser Wert auf weniger als 300 Zellen/ml und stieg im Herbst wieder auf über 1 000 Zellen/ml an.

In das Minimum der Entwicklung von *Asterionella* fiel im Sommer ein Entwicklungsmaximum von *Dinobryon* mit ca. 1 200 Org./ml.

Als Vertreter der Cyanophyceen trat *Oscillatoria rubescens* 1988 ganzjährig, zum Teil in Massen, auf. Von Januar 1989 (280 Fäden/ml) bis April 1989 (5 Fäden/ml) nahm die Zahl von *Oscillatoria rubescens* stetig ab und wird seither nicht wieder beobachtet.

Die radiären Diatomeen sind ganzjährig mit *Melosira varians* und *Melosira spec.* sowie *Stephanodiscus* und *Cyclotella* vertreten. Die beiden letztgenannten erreichten im September ihren Höchstwert mit 1 700 Zellen/ml. *Melosira* überschritt nicht den Wert von 40 Strängen/ml.

An pennaten Diatomeen treten weiterhin auf: *Fragilaria crotonensis*, *Diatoma elongatum*, *Synedra acus*, *Synedra spec.* und *Rhizosolenia longisetata*.

Die häufigste Grünalge der Kerspetalsperre ist *Tetraedron minimum* mit max. 500 Zellen/ml im Frühjahr. Weitere Chlorophyceen, die in weitaus geringerer Zahl vorkommen, sind die Gattung *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Crucigenia*, *Pediastrum*, *Coelastrum* und *Oocystis*.

Das ganze Jahr über sind zwei Gattungen der Cryptomonaden anzutreffen: *Rhodomonas* und *Cryptomonas*. Ihre Gesamtzellzahl schwankt zwischen 100 und 500 Org./ml, wobei *Rhodomonas* die dominierende Gattung ist.

## Zooplankton

Die Dinoflagellaten, die hier als Zooplankton behandelt werden und die vagilen Ciliaten dominieren das ganze Jahr über die Rotatorien und Kleinkrebse.

Im Sommer kam es zur Massenentwicklung von *Ceratium hirundinella* sowie *Peridinium tabulatum* u. a. Peridineen, die ihren Gipfel im September mit etwa 6 400 Org./l erreichte. Auch die Gattung *Gymnodinium* war regelmäßig vertreten.

Die Ciliatenfauna nahm seit dem Frühjahr stetig zu. Die größte Dichte der vagilen Ciliaten wurde im Oktober mit 7 600 Ind./l gemessen.

An planktischen Rotatorien werden folgende Arten bzw. Gattungen beobachtet: *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra spec.* und *Kellikottia longispina*. Die Gesamtzahl der Rotatorien liegt in der Regel unter 100 Ind./l. *Kellikottia* bevorzugt offenbare Tiefen ab 10 m, während *Polyarthra spec.* sich in hoher Zahl auch in Oberflächennähe aufhält.

Die Kleinkrebsfauna der Kerspetalsperre zeigt vorwiegend Copepoden mit den Gattungen *Diaptomus* und *Cyclops*. Die Phyllopoden sind sporadisch vertreten mit *Bosmina longirostris* und Daphniden. Die höchste Zahl an Nauplien wird im Sommer registriert und übertrifft stets die Zahl der adulten Kleinkrebse.

## Fische

In den Vorbecken und der Hauptsperre stehen Hecht, Barsch, Bachforelle sowie verschiedene Weißfischarten.

## Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Alle Zuläufe werden vor dem Eintritt in die Talsperre in Vorbecken aufgefangen. Dort können sich mitgeführte Feststoffe absetzen. Ein Teil der gelösten Nährstoffe wird durch Plankton und Wasserpflanzen aufgenommen. Stoßbelastungen kleineren Umfangs werden abgefangen.

Das Wasser wird über Tauchrohre geleitet, die als Sperre gegen Ölunfälle und aufschwimmende Algenteppe wirken. Mit Hilfe von Hanggräben wird das Wasser versickert und über eine Bodenpassage dem Hauptbecken zugeführt. Ihre Leistungsfähigkeit ist auf den Trockenwetterzufluß begrenzt.

Zum Schutz des Wassers vor Verunreinigungen und nachteiligen Einwirkungen hat der Regierungspräsident Arnsberg im Jahre 1976 eine Wasserschutzgebietsverordnung erlassen. Das Einzugsgebiet der Talsperre ist in drei Zonen mit insgesamt fünf Abschnitten aufgeteilt, in denen abgestuft bestimmte gewässerschädliche Tätigkeiten untersagt sind.

Das Staugewässer und die Uferzone (Zone I) dürfen nur zur ordnungsgemäßen Bewirtschaftung des Trinkwasservorrates genutzt werden.

In der engeren Schutzzone (Zone II) mit offenen Wasserläufen ist z. B. die Errichtung von Neubauten, die Einleitung von Abwasser, das Waschen von Fahrzeugen oder Motorsport verboten.

In der weiteren Schutzzone (Zone III) liegt ein Teil des bebauten Stadtgebietes von Kierspe. Das Abwasser wird durch einen unterirdischen Stollen aus dem Talsperreneinzugsgebiet herausgeführt. Jedoch ist die ungeschützte Lagerung von wassergefährdenden Stoffen oder das Waschen von Fahrzeugen verboten.

## Forsteinrichtungswerk 1988

Grundsätze der Waldbewirtschaftung für den Wasserschutzforst der WSW

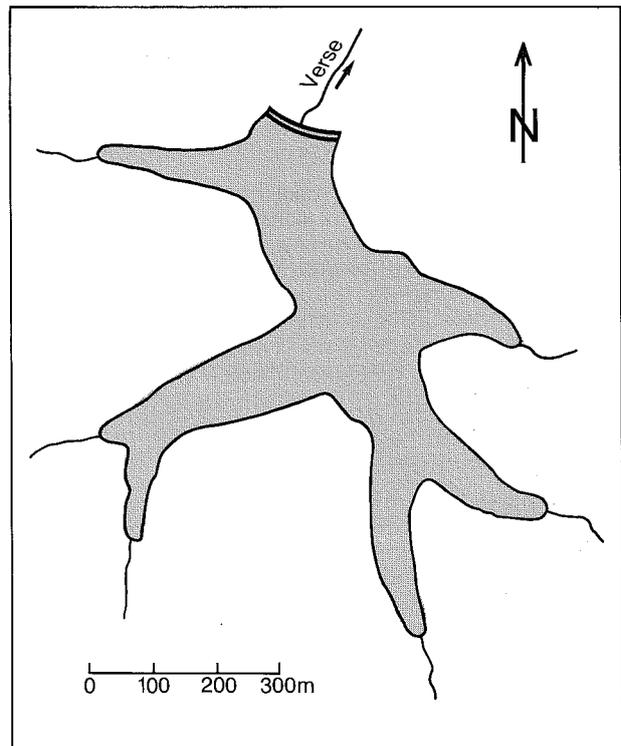
1. Der Wald der Wuppertaler Stadtwerke AG hat als vorrangige Aufgabe die Funktion eines Wasserschutzwaldes zu erfüllen. Er wird nach den Grundsätzen einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft geführt, in dem die Nachhaltigkeit der Holznutzung und die Ertragskraft des Waldes gesichert werden. Die Schutzfunktion bestimmt das Wirtschaftsziel.
2. Der Waldaufbau hat eine betriebssichere, langlebige Dauerbestockung zum Ziel. Um das zu erreichen,

werden ursprünglich vorkommende und standortgemäße Baumarten angebaut. Langfristig wird eine Erhöhung des Laubholzanteils und eine Reduzierung des Fichtenanteils hauptsächlich im Forst Herbringhamen angestrebt.

3. Eine sorgfältige Bestandspflege sichert eine Erhöhung der Stabilität. Die Forstbestände erfahren stetige und weitgehend schonende Eingriffe. Gerade die Bedrohung durch Waldschäden erfordert eine bestmögliche Entfaltung und Stärkung der gesunden Bäume.
4. Kahlschläge werden vermieden, indem der erforderliche Einschlag auf kleinere Flächen begrenzt wird. Das dient u. a. auch zur Schonung der Bodendecke und vermeidet einen Abtrag der Humusdecke.
5. Ein stufiger Aufbau der Waldbestände löst nach und nach den einheitlichen Bestand gleichaltriger Bäume ab. Dadurch ist ein ständiger Bewuchs der Flächen möglich.
6. Die Naturverjüngung, d. h. die natürliche Aussaat der Bäume wird bestmöglich gefördert, sofern dies aufgrund der Immissionsbelastung möglich ist.
7. Der biologische Forstschutz, ständige Unterhaltung von Nistkästen und die Förderung der Waldameisen ermöglicht einen Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel. Auch Borkenkäfer werden auf rein natürliche Art bekämpft.
8. Der Wildbestand ist so zu halten, daß ein standortgemäßer Waldbau nicht erschwert wird und eine besondere Sicherung der Forstkulturen nicht erforderlich wird. Die eigenjagdliche Bewirtschaftung ist daher beizubehalten.
9. Die Erholungsfunktion des Waldes außerhalb der Zone I wird durch ein gut unterhaltenes Wegenetz rund um die Talsperre für die stille Erholung durch Spaziergänger und Wanderer erfüllt.
10. Die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege werden berücksichtigt, indem beispielsweise gefährdete Arten Schutz finden. Ökologisch wertvolle Feuchtbiotope wie Vorteiche und Gräben mit ihren Flachwasserzonen werden erhalten und gepflegt. Weiterhin sind erhaltenswerte Einzelbäume aus der regulären Holznutzung herausgenommen.

# Fürwiggetalsperre

Topographische Karte: L 4912  
Gewässersystem: Verse/Lenne/Ruhr/Rhein  
Stauziel: 438,95 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,18 km<sup>2</sup>  
Stauraum: 1,67 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 24,0 m  
Mittlere Tiefe: 9,5 m  
Ausbaugrad: 38,8%  
Umgebungsfaktor: 25  
Länge des überstauten Tals: 0,9 km  
Absperrbauwerk: Gewichtsmauer  
Kronenlänge: 166 m  
Uferentwicklung: ca. 6,8  
Talsperrentyp: U-Tal  
Vorsperre: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Betriebsauslaß am Grund  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung, Niedrigwasseranreicherung  
Einzugsgebiet: 4,52 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Acker 9,4%, Wiesen und Weiden 9,4%, Forst 80,8%, bebaute Fläche 0,5%  
Einwohner: 63 (Stand 1988)  
Eigentümer: Ruhrtalsperrenverein (RTV)  
Jahr der Inbetriebnahme: 1904



## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Als eine der ersten Talsperren des Ruhrgebietes wurde in den Jahren 1902 bis 1904 im Nordhang des Ebbegebirges eine Talsperre gebaut, die zunächst den Namen „Versetalsperre“ erhielt. Diese Talsperre sollte die Triebwerke des mit Industrie dicht besiedelten Tales der Verse, einem linken Nebenfluß der Lenne, in Trockenzeiten mit Triebwasser versorgen, die Wasserversorgung der Stadt Lüdenscheid sicherstellen und letztlich auch das Niedrigwasser der Ruhr erhöhen.

Im Hinblick auf den Bau der neuen Versetalsperre zwischen Lüdenscheid-Treckinghausen und Neue Mühle wurde die alte Versetalsperre in „Fürwiggetalsperre“ umbenannt. Fünf Zuflüsse, darunter die 0,8 Fluß-km oberhalb entspringende Verse, verleihen der Fürwiggetalsperre ihre charakteristische Form (Farbbild).

Als kleinste der RTV-Talsperren dient die Fürwiggetalsperre heute der Trinkwasserversorgung der Stadt Meinerzhagen und der Gemeinde Herscheid. Das Wasserwerk der Stadt Meinerzhagen wurde 1962 direkt unterhalb der Staumauer errichtet.

Die Fürwiggetalsperre ist als Trinkwassertalsperre nicht für den Gemeingebrauch zugelassen. Direkte Erholungsnutzungen wie Baden und Bootfahren sind nicht erlaubt, für die Uferflächen bestehen Nutzungsbeschränkungen. Äußerst reizvoll ist die waldreiche Umgebung der Fürwiggetalsperre für die extensive Erholung (Spaziergehen, Wandern). Der 4,1 km lange

Uferwandweg bietet sich für joggende und radfahrende Erholungssuchende an.

## Einzugsgebiet

### Topographie

Die Fürwiggetalsperre liegt im Südsauerländer Bergland zwischen Meinerzhagen und Herscheid. Im Süden des Einzugsgebietes liegt die steil abfallende Nordflanke des Hohen Ebbes, auf dessen Kamm (Höhweg) mit 604 m ü. NN die höchste Stelle im Einzugsgebiet erreicht wird.

Der wallartige Rücken des Hohen Ebbes bildet die Wasserscheide zwischen Verse und Lister. Im Westen grenzt das Einzugsgebiet der Volme an.

### Geologie

Die Fürwiggetalsperre liegt geologisch gesehen im Gebiet des Ebbesattels, dessen Untergrund sich überwiegend aus unterdevonischen Gesteinen aufbaut, vor allem dickschiefrige z. T. sandige Schiefer mit Einlagerungen von Sandsteinen. Im Süden bilden die Schichten des Ebbesandsteins – harte, reine Sandsteine mit vereinzelt Schiefereinlagerungen – den Hauptkamm des Ebbegebirges.

Die Täler und Talursprungsmulden weisen jüngere Talsedimente aus dem Verwitterungsmaterial der devonischen Gesteine und des auflagernden Lößlehms auf. Die Bergrücken, Kuppen und Hänge führen devoni-

schen Schiefer, Sandstein, Grauwackesandstein, Ton- und Mergelschiefer sowie Ton- und Schluffstein.

### Klima und Hydrographie

Die Fürwiggetalsperre liegt in einem Gebiet mit hohen Jahresniederschlägen (> 1300 mm/Jahr) und niedrigen Temperaturen (Mai/Juli: Durchschnittstemperatur 13 °C).

Der Landschaftsraum wird vom hohen Wasserdar- gebot geprägt. Schnellfließende Bäche mit ganzjähriger Wasserführung stellen den vorherrschenden Gewässer- typ dar. Aus Sickerquellen (Helokrenen) läuft das Wasser z. T. zunächst ohne Ausbildung eines Bachlaufes in schmalen Rinnen hangabwärts. Der Grundwasserspiegel in den Tälern liegt hoch bis sehr hoch. Die Fürwiggetal- sperre wird von fünf kleineren Zuflüssen gespeist.

Die Gewässer im Einzugsgebiet der Fürwiggetalsperre sind von Versauerung bedroht, was auf folgende Ursache bzw. Voraussetzungen zurückzuführen ist:

- geringes Pufferungsvermögen des Bodens (kalkarmer Pseudogley)
- hoher Nadelwaldanteil
- Moore im Quellbereich der Bäche
- säurehaltige Niederschläge
- geringes Regulationsvermögen aufgrund von geringem Nährstoffangebot

### Bodennutzung und Besiedlung

Das Einzugsgebiet der Fürwiggetalsperre weist mit 81 % einen sehr hohen Waldanteil auf. Von besonderem Interesse ist das Vorkommen gefährdeter Waldgesell- schaften. Landschaftstypisch sind die selten gewordenen Schwarzerlenwälder, die z. B. am Forsthaus „Beckerhof“, südöstlich von Buschhöh und nördlich von Schürfelde vorkommen. Auch ein moosreicher Bruchwald aus Moor- birken und Erlen südlich der Fürwiggetalsperre ist als ökologisch besonders wertvoll einzustufen. Die landwirt- schaftlich genutzte Fläche umfaßt 88 ha. Ein Ferienhaus- gebiet und wenige Ansiedlungen machen die Bebauung aus; die Besiedlungsdichte beträgt 13 Einwohner/km<sup>2</sup>. Nordöstlich von Hülseberg am Nordwestende der Fürwiggetalsperre hat sich im Bereich des Hülsebachein- laufs eine hochstauden- und binsenreiche Pflanzengesell- schaft mit größeren Vorkommen von Orchideen und des Eisenhutblättrigen Hahnenfußes (*Ranunculus aconiti- folius*) eingestellt.

### Wasserbeschaffenheit

Die Ionenbilanz der Fürwiggetalsperre zeigt die Abb. 1. Der Gehalt an Härtebildnern (Calcium und Magnesium) ist extrem niedrig und entspricht im Mittel 1–2° dH.

Aufgrund geringer Nährstoffzufuhr aus dem Einzugs- gebiet weist die Fürwiggetalsperre eine niedrige Primär- produktion auf; sie ist als oligotroph einzustufen. Die geringe Primärproduktion drückt sich in geringen Schwankungen der Sauerstoffkonzentration und mittelbar in niedrigen Sauerstoffverbrauchsdaten unter 0,4 g/(m<sup>2</sup> · d) im Hypolimnion aus. Als Grenze zwischen oligotrophen und eutrophen Gewässern wird etwa 0,3 bis 0,5 g/(m<sup>2</sup> · d) angegeben (HUTCHINSON 1957).

m eq/l

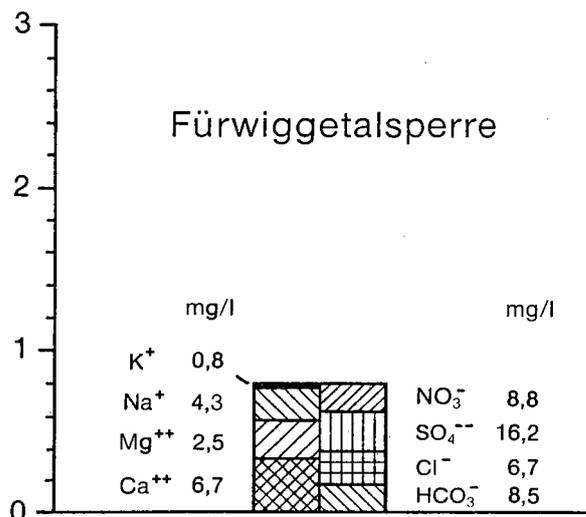


Abbildung 1: Ionenbilanz

Abb. 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der Sauerstoff- konzentration im Hypolimnion (volumengewogener Mittel- wert) und über Grund der Fürwiggetalsperre im Jahr 1983. Es war nur ein geringer Rückgang der Sauerstoff- konzentration im Tiefenwasser von 13,5 auf 9,5 mg/l zu verzeichnen. Der minimale relative Sauerstoffgehalt im Hypolimnion der Fürwiggetalsperre überschreitet in der Regel 50 % Sättigung. Eine Ausnahme trat im Herbst 1986 ein, als infolge von Fallaubzersetzung die Sauer- stoffsättigung über dem Grund auf 9 % absank.

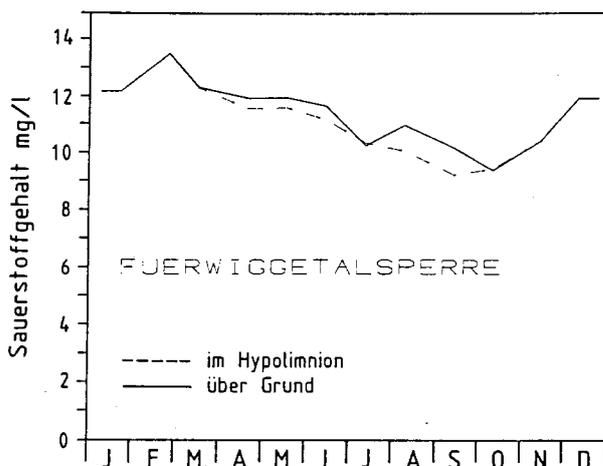


Abbildung 2: Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser

Beim Tiefenprofil (Abb. 3) ist nur noch am leichten Rückgang der Sauerstoffkonzentration in der grundnahen Wassersicht erkennbar, daß der Talsperrenwasser- körper noch nicht wieder voll durchmischt ist. Die

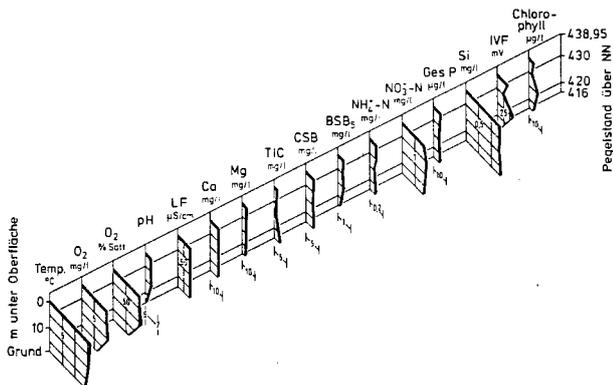


Abbildung 3: Tiefenprofil Wasserbeschaffenheit z. Z. der Sommerstagnation

Fürwiggetalsperre war im August 1987 stark abgesenkt, so daß das Hypolimnion nahezu verschwunden war. Im Wasser der Fürwiggetalsperre sind der Salzgehalt (erkennbar an der elektrischen Leitfähigkeit LF), der Kohlenstoffgehalt (TIC), der chemische und biochemische Sauerstoffbedarf (CSB und BSB) sowie der Nährstoffgehalt ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Gesamt-P) extrem niedrig und ohne besondere Auffälligkeiten im Kurvenverlauf der Konzentrationsprofile. Die geringe Primärproduktion und die geringe Stoffwechseldynamik sind neben der Gleichmäßigkeit der Konzentrationsprofile auch an dem geringen Chlorophyllgehalt und der geringen in vivo-Fluoreszenz (IVF) des Phytoplanktons zu erkennen.

Auch die für den Gesamtstauraum errechneten Mittelwerte (volumengewogen) der Nährstoffkonzentrationen, der organischen Verschmutzung und des Algenwachstums dokumentieren den geringen Trophiegrad der Fürwiggetalsperre. Es wurden 1988 durchschnittlich  $5 \mu\text{g/l}$  Ges. P,  $2,3 \text{ mg/l}$  Ges. N,  $3 \text{ mg/l}$  CSB,  $0,7 \text{ mg/l}$  BSB<sub>5</sub> und  $1 \mu\text{g/l}$  Chlorophyll gemessen.

Auffallend ist, daß das Talsperrenwasser während der Vegetationsperiode, in der aufgrund des photosynthetischen  $\text{CO}_2$ -Entzugs am ehesten ein höherer pH-Wert erwartet werden kann, leicht sauer (pH 6 bis 6,5) ist. Die Fürwiggetalsperre ist aufgrund ihres extrem geringen Pufferungsvermögens und eingeschränkter Regulationsmöglichkeiten durch geringes Nährstoffangebot gegenüber Versauerungsschüben anfällig. Schon in den 50er und 60er Jahren galt die Fürwiggetalsperre als „saurer Gewässer“. Durch Sedimentuntersuchungen konnte die zunehmende Versauerung signifikant nachgewiesen werden. Vor Einsetzen der Frühjahrsalgenentwicklung und besonders zur Zeit der Schneeschmelze wurden (zeitlich und örtlich begrenzt) pH-Werte unter 5 gemessen. Unter diesen Bedingungen geht u. a. das Element Aluminium in Lösung.

Die Problematik der Versauerung steht somit in engem Zusammenhang mit der Frage der Aluminium-Toxizität, denn bei Erschöpfung der Pufferkapazität der Böden

kann die verstärkte Mobilisierung des Aluminiums zu negativen ökotoxikologischen Effekten führen. Im Biotest mit dem Blattfußkrebs („Wasserfloh“) *Daphnia magna* wurden bereits akut toxische Al-Konzentrationen im Wasser der Fürwiggetalsperre festgestellt. PH-Wert und Al-Konzentrationen im Auslauf der Fürwiggetalsperre im Frühjahr 1988 zeigt die Abb. 4.

Das Wasser der Fürwiggetalsperre weist einen hohen Eisen- und Mangangehalt auf.

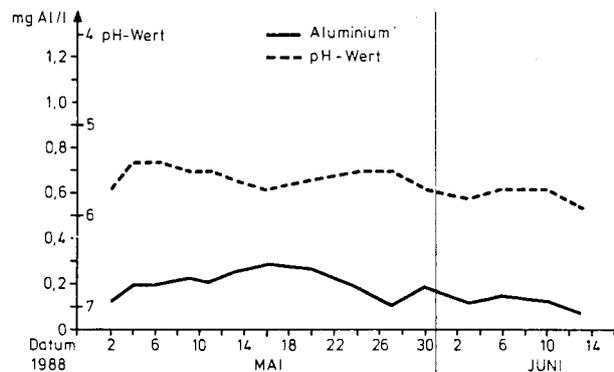


Abbildung 4: pH-Wert und Al-Konzentrationen im Auslauf der Talsperre

## Flora und Fauna

### Phytoplankton

Die höchsten Zellzahlen erreichen in der Fürwiggetalsperre Dinoflagellaten (Panzerflagellaten) der Art *Gymnodinium lacustre*. Im August/September können sie sich bis auf  $1600 \text{ Zellen/ml}$  (August 1987) vermehren.

Mit Zelldichten von maximal  $500 \text{ Zellen/ml}$  ist *Dinobryon div. spec.* die zweithäufigste Alge in der Fürwiggetalsperre. Als weitere Chrysophyceen (Goldalge) kommt *Kephyrion ovale* vor. Ganz vereinzelt treten centrische Kieselalgen sowie die Arten *Achnanthes minutissima*, *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira italica* und *Nitzschia spec.* auf. Vereinzelt können Vertreter der Gattungen *Cryptomonas*, *Rhodomonas*, *Monoraphidium*, *Chlamydomonas*, *Chlorella* und *Scenedesmus* festgestellt werden, ebenso verschiedene *Oscillatoria*-Arten.

Bei den Diatomeen der Fürwiggetalsperre hat im Verlauf der Jahrzehnte eine Veränderung der Artenzusammensetzung stattgefunden. Dies ergaben vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (STEINBERG u. a.) durchgeführte Versauerungsuntersuchungen über subfossile Diatomeen. Die dabei angewandte paläolimnologische Methode basiert auf der Möglichkeit, aus den chronologischen Ablagerungen in Seesedimenten Rückschlüsse auf die Vergangenheit des Gewässers zu ziehen. Dafür wurde ein ca.  $30 \text{ cm}$  langer Sedimentkern von der tiefsten Stelle der Fürwiggetalsperre auf Ablagerungen von Diatomeenschalen hin untersucht und die Diatomeenpopulation in verschiedenen Schichten

bestimmt. Dabei zeigte sich, daß an der Sedimentoberfläche nicht dieselben Arten dominierten wie in einer Sedimenttiefe von 10–11 cm. Während in größerer Sedimenttiefe u. a. alkaliphile *Fragilaria*-Arten am häufigsten waren, wurden diese in den jüngeren Sedimenten durch acidophile Arten (*Melosira* spec. aus der *distans*-Gruppe) ersetzt.

Für die Sedimenttiefe von 10–11 cm ergibt sich aus der quantitativen und qualitativen Artenzusammensetzung über das Diatomeen-pH-Indikationssystem ein pH-Wert von 6,1 im Freiwasser der Talsperre. Aus den Befunden der Sedimentoberfläche ergibt sich ein langfristiger pH-Wert des Freiwassers von 5,6. Die Versauerung der Fürwiggetalsperre ist signifikant.

#### Zooplankton

Ständige Vertreter des Crustaceenplanktons sind Cladoceren (Blattfließkrebse) der Art *Daphnia longispina*, die Bestandsdichten bis zu 15 Ind./l erreicht. Daneben treten *Bosmina longirostris* (max. 33 Ind./l) und *Eubosmina* spec. (max. 21 Ind./l) auf.

Von den Copepoden (Ruderfußkrebse) kommen die Gattungen *Cyclops* und *Eudiaptomus* vor.

Bei den Rotatorien (Rädertieren) sind die Arten *Kellicottia longispina* (max. 26 Ind./l) und *Keratella quadrata* (max. 10 Ind./l) zu finden. *Conochilus* spec., der in früheren Jahren auch zum Zooplankton der Fürwiggetalsperre gehörte, ist seit 1985 nicht mehr aufgetreten.

#### Benthon

Interessante Benthonbefunde liegen von den Zuflüssen zur Fürwiggetalsperre vor. Sehr zahlreich sind dort Steinfliegenlarven (Plecoptera) der Gattungen *Protonemura*, *Nemoura* und *Leuctra* sowie Köcherfliegenlarven (Trichoptera) der Gattung *Plectrocnemia*.

Auffallend ist bei zwei Bächen (Verse und Schürfelder Becke), die als stark versauert gelten, das Fehlen von Mützenschnecken (*Ancylus fluviatilis*), Bachflohkrebsen (Gammariden), verschiedenen Trichopteren-Arten (z. B. *Silo* spec., *Limnophilus* spec., *Stenophylax* spec. und *Sericostoma* spec.) und Ephemeropteren-Arten (z. B. *Baetis rhodani*). Der oligosaprobionte Strudelwurm *Dugesia gonocephala*, der als ein sehr guter Indikator für Bäche der Güteklasse I (unbelastet/sehr gering belastet) gilt, kommt auch in diesen Bächen bei pH-Werten unter 5 mit mittlerer Häufigkeit vor.

#### Fischbestand

Die oligotrophe und dadurch nahrungsarme Fürwiggetalsperre ist fischereilich wenig ertragreich. Als einzige der RTV-Talsperren kann sie als reines Salmonidengewässer gelten. Es werden jährlich zwischen 20 und 120 kg Forellen gefangen. Das Nährstoffangebot ist so gering, daß die Salmoniden teilweise sogenannte „Hungerformen“ mit Messerrücken und übergroßen Köpfen ausbilden.

In einem Zufluß zur Fürwiggetalsperre wurden Bachsaiblinge (*Salvelinus fontinalis*) beobachtet. Diese in Deutschland Ende letzten Jahrhunderts aus Nordamerika eingeführte Art ist im Vergleich zur einheimischen Bachforelle gegenüber Gewässerversauerung weniger empfindlich.

Der Fischbestand in der Fürwiggetalsperre und ihren Zuflüssen ist aufgrund chronischer toxischer Effekte (Aluminium) infolge des relativ sauren Wassers und durch Mangel an Fischnährtieren gefährdet.

#### Sediment

Das Sediment hat eine Mächtigkeit von ca. 15 cm. Seine oberste Schicht wird von zersetztem Laub gebildet, darunter befindet sich eine weiche Schlammschicht. An vielen Stellen gedeiht ein Wassermoos.

Im Sediment der Fürwiggetalsperre wurde ein Nährstoffgehalt von 5 500 mg/kg TS Gesamt-N und 1 600 mg/kg TS Gesamt-P festgestellt.

Die Schwermetallkonzentrationen sind im Vergleich zu den anderen RTV-Talsperren nicht unerheblich. Es wurden u. a. 760 mg/kg TS Zink, 310 mg/kg TS Blei und 8,0 mg/kg Cadmium gemessen. Der Aluminiumgehalt im Sediment betrug 38 000 mg/kg TS, der Mangangehalt 2 900 mg/kg TS.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Als Trinkwassertalsperre muß die Fürwiggetalsperre gegen Verschmutzung besonders geschützt werden. Es läuft z. Z. das Verfahren zur Festsetzung eines gemeinsamen Wasserschutzgebietes für Verse- und Fürwiggetalsperre.

Im Einzugsgebiet der Fürwiggetalsperre gibt es eine Reihe von schützenswerten Biotopen. Neben gefährdeten Waldgesellschaften sind dies insbesondere naturnahe, teilweise stark mäandrierende Bachläufe mit begleitenden Feuchtwiesen und Feuchtgrünlandbrachen. Im Tal der Verse findet man u. a. Pflanzenarten wie die Steife Segge (*Carex elata*), das Sumpf-Veilchen (*Viola palustris*) und den Eisenhutblättrigen Hahnenfuß (*Ranunculus aconitifolius*). Im Tal der Schürfelder Becke haben sich an kleinen Tümpeln seltene Groß- und Kleinseggenrieder mit zahlreichen Binsen- und Seggenarten (u. a. *Carex echinata* und *C. panicea*) sowie Sumpf-Straußgras (*Agrostis canina*) und Torfmoos (*Sphagnum* spec.) angesiedelt. Diese Wiesentäler sind wertvolle Lebensräume für Amphibien, Reptilien, Wasserinsekten, Mollusken und Schmetterlinge.

Schutzwürdig sind auch etwa 300 Jahre alte „Kopfbuchen“ östlich der Fürwiggetalsperre, die ein Relikt einer historischen Waldnutzungsform darstellen. Die Bäume wurden ehemals in etwa 2 m Höhe gestutzt, um Holz für die Kohlenmeiler zu gewinnen.

Im Hinblick auf das Ausmaß und die Wirkung der Versauerungserscheinungen wurde ein Sonderprogramm zur Untersuchung der verschiedenen Talsperrenzuflüsse

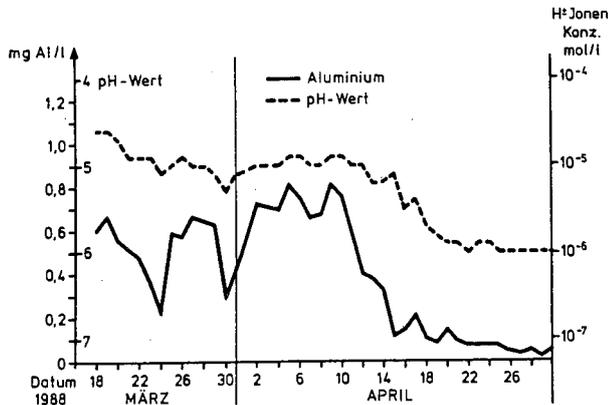


Abbildung 5: pH-Wert und Al-Konzentrationen in einem Zulauf zur Talsperre

initiiert. Es wurde festgestellt, daß das Pufferungsvermögen der Böden im Einzugsgebiet von zwei Quell-

bächen weitgehend erschöpft ist. Sie wiesen 1988 extreme pH-Werte und Aluminiumkonzentrationen (Abb. 5) sowie ein Artendefizit der Benthobiozönose auf. Zur Unterstützung der Pufferkapazität wurde im Einzugsgebiet der Fürwiggetalsperre als Gegenmaßnahme 1989 eine Kompensationskalkung durchgeführt.

#### Literatur

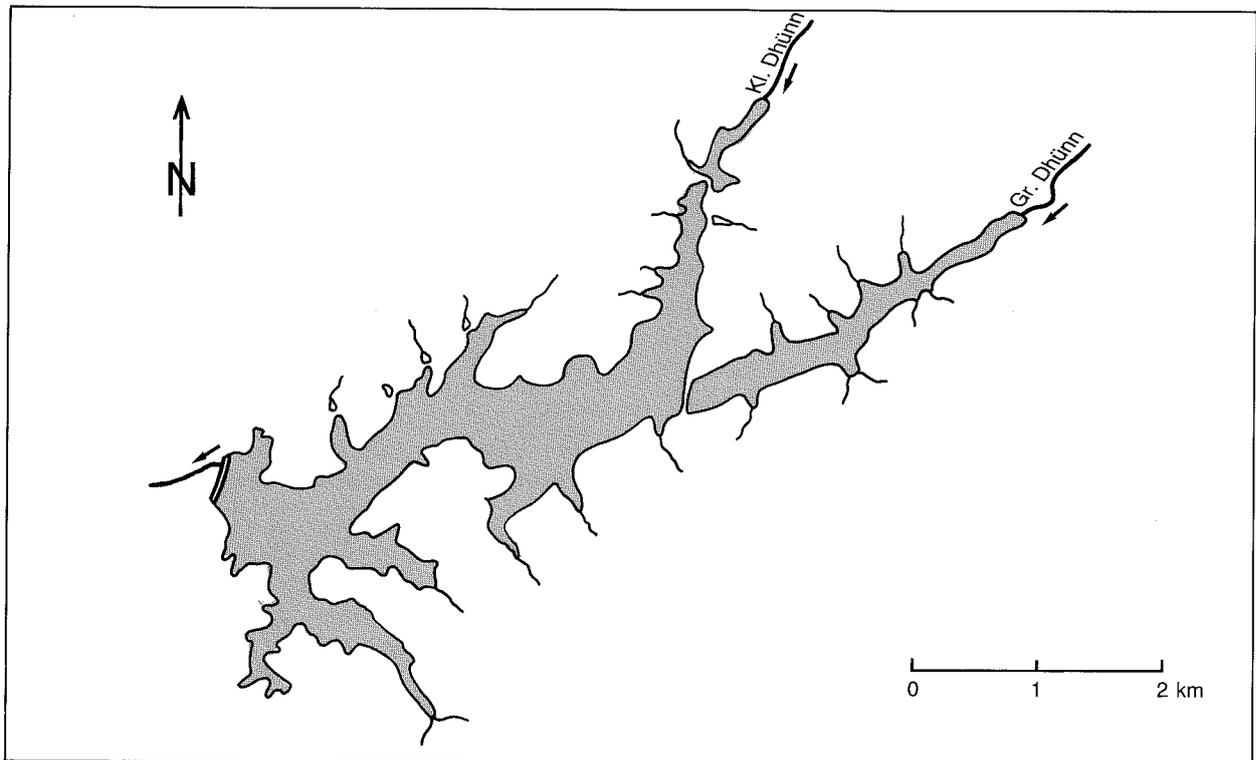
HUTCHINSON, G. E. (1957): A treatise on limnology. – Vol. 1, 642 ff, John Wileys Sons. New York.

LÖLF LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG NW (1988): Ökologischer Fachbeitrag zum Landschaftsplan Meinerzhagen.

STEINBERG, C. et al. (1984): Gewässerversauerung in der Bundesrepublik Deutschland im Lichte paläolimnologischer Studien. – *Naturwissenschaften* 71, 631 ff.

STEINBERG, C.: Schreiben an den Ruhrverband vom 23. 09. 1986.

# Große Dhünntalsperre



Topographische Karte: Solingen L 4908,  
Gummersbach L 4910  
Gewässersystem: Dhünn/Wupper/Rhein  
Stauziel: 176,5 m  
Speicheroberfläche: 4,40 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 81,00 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 50 m  
Mittlere Tiefe: 19 m  
Ausbaugrad: 143%  
Umgebungsfaktor: 20,2  
Länge des überstauten Tals: ca. 7 km  
Uferentwicklung: ca. 5,6  
Kronenlänge: 400 m  
Talsperrentyp: Rinnensee (U-Tal)  
Vorsperren: 17  
Zirkulationstyp: meist monomiktisch holomiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung,  
Niedrigwasseraufhöhung, Hochwasserschutz  
Einzugsgebiet: 60 km<sup>2</sup>  
Einwohner: ca. 2 000  
Nutzung der Landfläche: Acker – unbedeutend  
Grünland : ca. 60%, Forst : ca. 40%  
befestigte Flächen – unbedeutend  
Nutzer und Betreiber: Wupperverband  
Jahr der Inbetriebnahme: 1984

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Große Dhünn-Talsperre ist ein Sperrsystem, welches aus 15 kleineren Vorbecken mit Stauinhalten zwischen 0,003 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> und 0,100 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, sowie zwei Vorsperren mit 0,48 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> und 7,45 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> besteht. Die Vorsperre Große Dhünn wurde bereits 1962 fertiggestellt und diente seitdem der Trinkwasserversorgung. Nach Fertigstellung der Großen Dhünn-Talsperre im Jahre 1984 und erfolgreichem Ersteinstau fungiert die Vorsperre Große Dhünn heute nur noch als Vorbecken, welches die beiden Hauptzuläufe Große Dhünn und Hochwasserüberleitungen aus der Körtener Sülz aufnimmt. Seit dem Jahr 1986 unterliegt der Wasserspiegel der Vorsperre Große Dhünn keinen Schwankungen mehr. Mit der Vorsperre Kleine Dhünn zusammen werden 68% des Einzugsgebietes der Großen Dhünn-Talsperre im Zulauf dieser beiden Vorsperren erfaßt. Im Bereich der Vorsperre Kleine Dhünn und weiterer 11 Vorbecken, sog. Ökobecken, werden ökologische Ausgleichsmaßnahmen, wie das Anlegen von Vogelinseln und die Unterlassung wasserwirtschaftlicher Nutzungen durchgeführt. Diese Biotope liegen in der Wasserschutzzone I und sind somit selbst für Spaziergänger nicht erreichbar. Die Rohwasserentnahme erfolgt an der Großen Dhünn-Talsperre über einen Entnahmeturm, welcher eine gezielte Entnahme aus verschiedenen Tiefen erlaubt. Versorgt werden mit diesem Wasser die Städte Wuppertal, Remscheid, Solingen und Leverkusen.

### Einzugsgebiet

Die hydrologische Situation des zwischen + 200 m NN bis + 300 m NN liegenden Einzugsgebiets wird bestimmt durch die geringe Porendurchlässigkeit der Gesteine, so daß ein intensiver Oberflächenabfluß entsteht. Bodenbildendes Grundgestein im Einzugsgebiet ist Grauwacke mit Tonschieferlagen. Aus diesem Ausgangssubstrat haben sich Lehme entwickelt. Die Bodenentwicklung zeigt eine typische Braunerzendynamik mit geringem Basenreichtum. Im Einzugsgebiet der Sperre befinden sich mehrere kleine Ortschaften. Entsprechend besteht die Landschaft aus stark parzellierten Waldflächen, welche in enger Gemengelage mit Wiesen, Weiden und Äckern liegen. Es dominiert Milchviehwirtschaft.

### Ufer

Entsprechend der kurzen Einstauzeit der Hauptsperre und den schwankenden Wasserständen sind im Bereich des Hauptstaus keine Besiedlungen durch Wasserpflanzen anzutreffen oder zu erwarten. Gleiches gilt derzeit noch für die beiden Vorsperren Große und Kleine Dhünn sowie eine Reihe weiterer Vorbecken. Da jedoch in diesen Vorsperren und Vorbecken in den nächsten Jahren keine nennenswerten Schwankungen des Wasserspiegels mehr erfolgen, steht zu erwarten, daß hier eine Besiedlung durch Wasserpflanzen stattfinden wird. Dies ist an einigen Ökobecken bereits zu beobachten. Damit ist auch die Besiedlung durch eine entsprechende Tierwelt zu erwarten. Der Bereich der unmittelbaren Uferzone ist für Wanderer nicht erreichbar. Lediglich im Bereich der Vorsperre Große Dhünn bestehen Zutrittsmöglichkeiten für Angler.

### Wasserbeschaffenheit

Der Hauptstau der Großen Dhünn-Talsperre und die Zuläufe werden seit Beginn des Einstaus in 11/85 durch den Betreiber der Talsperre überwacht.

Der Wasserkörper der Großen Dhünn-Talsperre gehört zum weichen, elektrolytarmen Klarwasserseen-Typus (Tab. 1). Seit Beginn des Einstaus zeigt der Wasserkörper deutliche Oligotrophierungstendenzen, die z. T. auf die Zunahme der mittleren Tiefe und auf die Beseitigung der Einleitung der gereinigten Abwässer aus dem Klärwerk Dhünn zurückgeführt werden können. So stellt sich die

Große Dhünn-Talsperre 1986 nach erstmaligem Erreichen des Vollstaus als geschichteter mesotropher Tiefsee dar (Abb. 1). Der Sauerstoffgehalt im Tiefenwasser des Hauptstaus ging bis auf 50 % d. S. gegen Ende der Stagnation zurück. Es fanden auch keine nennenswerten Anreicherungen von Mangan, Eisen oder Ammonium im Tiefenwasser des Hauptstaus statt, welche eine Nutzung zum Zweck der Trinkwasserentnahme hätten beeinträchtigen können.

Nennenswerte Konzentrationen an Schwermetallen oder organischen Einzelverbindungen wurden bisher nicht registriert.

Die Sichttiefe im Bereich des Entnahmeturms schwankte im Jahre 1986 zwischen 2,0 m minimal und

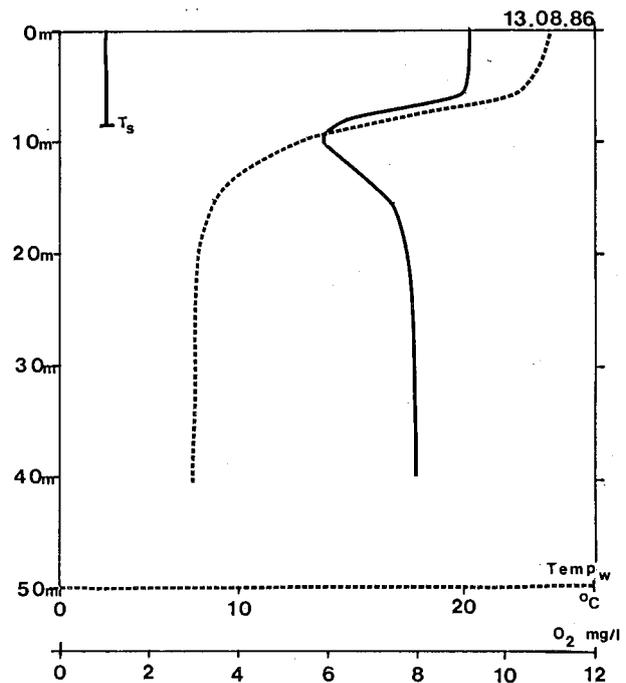


Abbildung 1: Sauerstoff, Temperatur und Sichttiefe während der Sommerstagnation

Tabelle 1:

Analysenergebnisse einiger Parameter im Epilimnion der „Großen Dhünntalsperre“

	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol/l	GH mmol/l	Lf µs/cm	NH <sub>4</sub> N mg/l	NO <sub>3</sub> N mg/l	P <sub>tot</sub> mg/m <sup>3</sup>	Algen-Vol mm <sup>3</sup> /l	T <sub>s</sub> m
Frühjahrs-Zirkulation (03/87)	7,3	0,3	0,7	170	0,025	2,7	25	7,0	2,3
Sommer-Stagnation (08/87)	7,8	–	–	170	0,04	2,7	20	0,3	7,5

8,0 m maximal mit einem Mittelwert von 4,5 m. Entsprechend der mäßigen Produktivität im Wasserkörper kommt es im Epilimnion nur zu geringfügigen Sauerstoffübersättigungen – max. 120% – und pH-Werterhöhungen. Die Phytoplanktonwachstumskurve verlief im Jahre 86 zweigipflig mit einem durchschnittlichen Niveau von 1 mm<sup>3</sup> Algenbiomasse/l und 8,0 mm<sup>3</sup> Algenbiomasse/l als Maximum (Abb. 2).

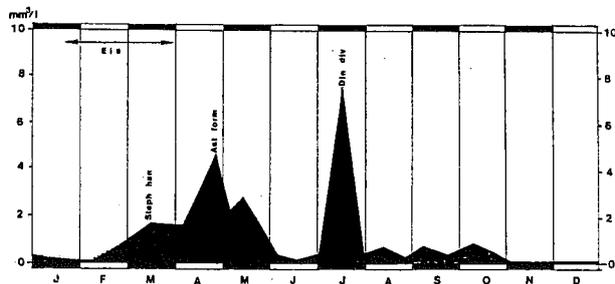


Abbildung 2: Phytoplanktonbiomasse 1986 in der Großen Dhünntalsperre

#### Flora und Fauna

Das Phytoplankton zeigte 1986 eine für mesotrophe Seen typische Aspektfolge. Während der Vollzirkulation im Frühjahr dominierten Kieselalgen, beginnend mit *Stephanodiscus hantzschii* var. *minutus* und folgend *Asterionella formosa*. Im Sommer entwickelten sich *Ceratium hirundinella*, *Peridinium willei*, *Volvox aureus*, *Gonatozygon monotaenium* und *Dinobryon divergens*. Nur letztere Alge brachte es kurzfristig zu einer Massentwicklung. Aufgrund der bisher anhaltenden Oligotrophierungstendenzen zeichnen sich beim Phytoplankton

gewisse Änderungen ab. So traten im Mai 1988 verstärkt fädige Algen, wie *Melosira italica* und *Oscillatoria rubescens* auf, die bei höheren Biomassen zu verfahrenstechnischen Problemen im Wasserwerk führen können. Stets im Phytoplankton anzutreffen sind *Cryptomonas ovata* und *Rhodomonas minuta*.

Das Zooplankton rekrutiert sich aus Rädertierchen der Gattungen *Asplanchna*, *Brachionus*, *Kellicottia* und *Conochilus*. Bei den Kleinkrebsen finden sich Vertreter der Gattungen *Cyclops*, *Diaptomus* und *Daphnia*.

Untersuchungen zum Fischbestand erfolgen im Jahr 1988. Größere Ansammlungen von Schwimmvögeln, auch Haubentaucher und Reiher haben sich bisher etablieren können.

#### Sediment

In der jungen Talsperre haben sich bisher keine nennenswerten Ablagerungen gebildet.

#### Schutz, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Die ehemals in die Kleine Dhünn eingeleiteten Abwässer des Klärwerks Dhünn werden seit April 87 in den Eifgenbach übergepumpt und belasten somit nicht mehr das Sperrsystem. Die Einzugsgebiete der Talsperre sind darüber hinaus durch eine Wasserschutzgebietsverordnung gesichert. An den unmittelbaren Hanglagen zum Wasserkörper befinden sich Schutzwälder, vornehmlich Nadelwald.

Vor dem Einstau der großen Dhünn-Talsperre wurden Grasnarbe und Mutterboden aus dem gesamten Bereich des Beckens entfernt, so daß der felsig-lehmige Untergrund zu Tage trat. Damit erfolgte eine wichtige Maßnahme des vorbeugenden Gewässerschutzes. Ablagerungen haben sich bisher nicht bilden können.

# Bigge- und Listertalsperre

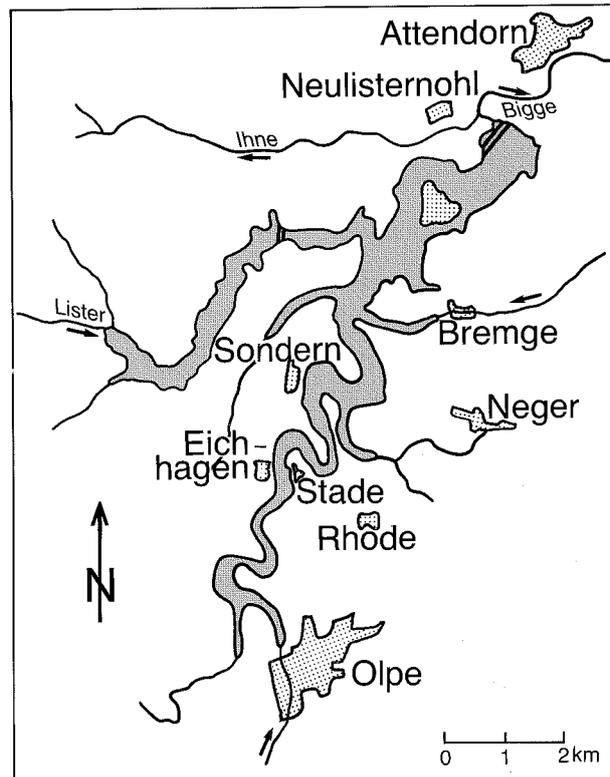
Topographische Karte: L 4912  
 Gewässersystem: Bigge/Lenne/Ruhr/Rhein  
 Stauziel: 307,5 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 8,95 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 177,7 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 49,5 m  
 Mittlere Tiefe: 20,3 m  
 Ausbaugrad: 76%  
 Umgebungsfaktor: 33  
 Länge des überstauten Tals: 15,5 km  
 Absperrbauwerk: Steinschüttdamm  
 Kronenlänge: 640 m  
 Uferentwicklung: ca. 34  
 Talsperrentyp: mehrfach gewundenes U-Tal  
 Vorsperren: Listertalsperre, Olper Vorbecken,  
 Dumicke Vorbecken, Bremge Vorbecken,  
 Kessenhammer Vorbecken  
 Zirkulationstyp: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: Betriebsauslaß 5,30 m  
 über Grund  
 Nutzung der Talsperre: Niedrigwasseraufhöhung,  
 Hochwasserschutz, Energieerzeugung, Freizeit und  
 Erholung, Trinkwassergewinnung (Listertalsperre)  
 Einzugsgebiet: 287,4 km<sup>2</sup>  
 Nutzung der Landfläche: Forst 51 %, Wiesen und  
 Weiden 26 %, Acker 15,5 %, bebaute Fläche 7,5 %  
 Einwohner: 52 393 (Stand 1988)  
 Eigentümer: Ruhrtalsperrenverein (RTV)  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1965

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Im südwestlichen Sauerland zwischen Olpe und Attendorn liegt die Biggetalsperre, die mit einem Stauraum von 171,7 Mio. m<sup>3</sup> die größte der Ruhrtalsperren ist (Abb. 1).



Biggetalsperre  
 Foto: Archiv RUHRVERBAND  
 Freigegeben durch Reg. Präs. Düsseldorf Nr. 08 P 32



Als Zuschußwassertalsperre ist ihre Hauptaufgabe die Vorratshaltung von Anreicherungswasser für die Lenne bzw. die untere Ruhr. In Zeiten geringen natürlichen Abflusses in der Ruhr kann die Biggetalsperre bis zu 44,5% des Gesamtzuschusses aller Ruhrtalsperren leisten. Diese Abflußerhöhung bewirkt auch Verbesserungen in gütemäßiger Hinsicht für die Lenne und folglich für die untere Ruhr.

Als jüngste der Ruhrtalsperren wurde die schon vor dem 2. Weltkrieg projektierte Biggetalsperre in den Jahren 1957–1965 vom Ruhrtalsperrenverein gebaut. Dabei wurde die 1912 fertiggestellte Listertalsperre als eines von insgesamt fünf Vorstaubecken in das System der Biggetalsperre einbezogen, indem die 40 m hohe Listersperrmauer von der Luftseite zu  $\frac{2}{3}$  eingestaut wurde. Die Wasserspiegeldifferenz beträgt unter Vollstau beider Sperren ca. 12 m. Bei der Errichtung der vier Vordämme wurde zur Erprobung neuer Bauweisen jeweils ein anderes Konstruktionsprinzip angewendet. Für den Bau der Biggetalsperre mußten rd. 68,4 km Straßen und Wege sowie 9,5 km Eisenbahnstrecke verlegt bzw. zusätzlich gebaut werden, was zehn Brückenbauwerke erforderte.

Neben der Niedrigwasseranreicherung ist die zweite Aufgabe der Biggetalsperre der Hochwasserschutz. Ein Hochwasserschutzraum von 32 Mio. m<sup>3</sup> sorgt dafür, daß die Hochwasserspitze im stark hochwassergefährdeten

Lennetal erheblich gedämpft wird. Die Wasserabgabe aus der Biggetalsperre erfolgt über das unterhalb des Sperrdammes gelegene Biggekraftwerk. Bigge- und Listerkraftwerk zusammen erzeugen jährlich 24 Mio. kWh Strom. Aus der Listertalsperre entnimmt das Kreiswasserwerk Olpe unmittelbar Wasser zur Trinkwasserversorgung von Olpe und Attendorn. Das jährliche Kontingent beträgt z. Z. 4 Mio. m<sup>3</sup>/a.

Die Biggetalsperre ist mit ihrer ausgedehnten Wasserfläche und der wegen der zahlreichen Buchten beträchtlichen Uferlänge ein attraktives Ziel für Erholungssuchende. Die meist ausgeübten Aktivitäten sind Segeln, Surfen, Baden, Rudern, Paddeln und Angeln. Die Uferwege laden zum Wandern und Spaziergehen ein.

Die Biggesees GmbH, der als Gesellschafter der Kreis Olpe, der Landschaftsverband Westfalen-Lippe und der Ruhrtalesperrenverein angehören, entwickelte für die Schaffung und Anordnung der Erholungsanlagen eine Gesamtkonzeption, in welchem die Ansprüche des Natur- und Landschaftsschutzes sowie die wirtschaftlichen Aspekte dieses Standortes erfolgreich berücksichtigt wurden. Die Schwerpunkträume der Erholung sind das Gebiet Sondern/Sonderner Kopf und die Waldenburger Bucht. An der Listertalsperre ist der Ausbau von Erholungsanlagen in den 60er Jahren weniger geordnet verlaufen. Nur etwa  $\frac{2}{3}$  der Wasserfläche stehen wegen der Trinkwasserentnahme für den Gemeindegebrauch zur Verfügung.

### **Einzugsgebiet**

#### **Topographie**

Das Einzugsgebiet der Bigge bildet den am weitesten nach Süden vorspringenden Bereich des Einzugsgebietes der Ruhr. Die Bigge entspringt bei Römershagen nördlich von Freudenberg und mündet zwischen Lennestadt und Plettenberg bei Fluß-km 73,46 in die Lenne. Zur Errichtung der Talsperre wurde das langgestreckte, mehrfach gewundene Tal zwischen Fluß-km 27,35 und 11,31 eingestaut.

Die Talsperre liegt in einer Mittelgebirgslandschaft mit bewegtem Relief von ausgedehnten Bergrücken, flachen Hochriedeln zwischen den zahlreichen Bächen, einzelnen Kuppen und Sohlentälern bzw. eingestauten Wasserflächen. Das Talsystem ist dicht und verzweigt. Die Lister und die mittlere Bigge haben mit ihren Nebenflüssen die ehemalige Rumpffläche wellig bis sanft bergig zerschnitten und haben sich im Staugebiet um mehr als 100 m eingetieft. Die höchste Erhebung des morphologisch stark gegliederten Gebietes liegt 616 m ü. NN am Südhang der Nordhelle im nördlichen Einzugsgebiet der Listertalsperre.

#### **Geologie**

Das Staubeckengebiet wird im Süden vom zentralen Bauelement des Ostteils des Rheinischen Schiefergebirges, dem Siegener Hauptsattel, begrenzt, an den sich im Nordosten der Ostsauerländer Hauptsattel anschließt.

Seine Nordgrenze wird vom Ebbe-Sattel gebildet, der über die Attendorn-Elsper-Doppelmulde mit dem Siegerländer Hauptsattel verbunden ist. Zwischen den Teilmulden der Attendorn-Elsper-Doppelmulde ist der Dünscheder Sattel eingeschaltet. Entsprechend der Ausrichtung des variskischen Gebirges, das während der Karbonzeit zur Auffaltung mächtiger Schichtpakete führte, zeigen diese tektonischen Strukturen bei einem nordöstlichen Eintauchen ihrer Achsen generell einen von Südwesten nach Nordosten gerichteten Verlauf.

Im engeren Bereich der Biggetalsperre wurden bei diesen Gebirgsbildungen im wesentlichen ober- und untermitteldevonische Tonschiefer, sandig-tonige Mischgesteine (sog. Grauwackenschiefer) und Sandsteine sowie im nördlichen Bereich auch Kalksteine aufgefaltet. Die gewaltigen Schubkräfte im Zuge der Gebirgsbildung führten neben einer intensiven Verformung der ursprünglich horizontal gelagerten, mächtigen Schichtenfolge in große Faltelemente auch zu einer reichen Vielfalt an kleinen bis feinsten Spezialstrukturen. Insbesondere in den sandärmeren Tonschieferpartien ist diese Erscheinung sehr stark ausgeprägt. Aufgrund der mechanischen Beanspruchung kam es zu tiefgreifender Auflockerung des gesamten Gesteinsverbandes und nachfolgend zu Verwitterungs- und Auflösungserscheinungen. Diese komplizierten Untergrundverhältnisse machten umfangreiche geologische Untersuchungen für den Talsperrenbau notwendig.

### **Klima und Hydrographie**

Die Leistungsfähigkeit der Biggetalsperre basiert auf den günstigen Niederschlags- und Abflußverhältnissen des Einzugsgebietes. Der mittlere jährliche Niederschlag beträgt 1 125–1 150 mm/a. Die hohen Niederschlagsmengen in Verbindung mit den wasserundurchlässigen Schiefergesteinen machen den Raum zu einem großen Wasserüberschußgebiet. Das Gebiet ist reich an Quellen und Bächen. Die mittlere jährliche Zuflußsumme zur Talsperre beträgt 225 Mio. m<sup>3</sup>.

### **Besiedlung und Bodennutzung**

Das Einzugsgebiet, von dem etwa ein Viertel auf die Listertalsperre entfällt, ist zur Hälfte bewaldet. Es handelt sich dabei zu  $\frac{3}{4}$  um Misch- und Laubwald, zu  $\frac{1}{4}$  um Nadelwald. Auf den Höhen überwiegt die Rotbuche, auf den unteren Hängen kommen auch klimatisch anspruchsvollere Baumarten, wie Bergahorn und Esche, dazu. Teile des heutigen Waldes gehen zurück auf die sog. „Hauberge“, anspruchslose Niederwaldbestände von Stiel- und Traubeneichen sowie Birken, die in 25jährigem Umtrieb zur Brennholz- und Holzkohlegewinnung dienen.

Die landwirtschaftliche Bodennutzung beschränkt sich auf die klimatisch begünstigten Böden auf den flach auslaufenden Berghängen sowie auf die alten Terrassenflächen und Flußtäler. Aber auch auf diesen Standorten fehlen die Voraussetzungen für anspruchsvolle Kulturarten. Der Ackerbau tritt anteilmäßig daher zugunsten des standortgerechten Grünlandes zurück.

Insgesamt leben im Einzugsgebiet der Talsperre über 50000 Einwohner, wobei das der Listertalsperre dünner besiedelt ist als das übrige Einzugsgebiet. Von den 165 Ortschaften haben die Hälfte weniger als 50 Einwohner. Aus dieser Besiedlungsstruktur ergeben sich Probleme für die Abwasserbeseitigung, denn vollständige Kanalisierung mit Anschluß an Zentralkläranlagen ist nur in beschränktem Umfang möglich. Der Anschlußgrad beträgt z. Z. 82 %. In die Talsperre werden die gereinigten Abwässer der Kläranlage Olpe sowie sechs weiterer Kläranlagen eingeleitet.

#### Ufer

Der Wald reicht bis an die z. T. steilen Talsperrenränder heran. Die im Zuge des Talsperrenbaus ausgeführten Neuanpflanzungen in Ufernähe sind weitgehend in Anlehnung an die natürlichen Waldbestände erfolgt. Im Saum von Erlen, Weiden, Espen, Eschen und Ebereschen haben sich oberhalb der Wasserlinie an vielen Stellen der Talsperre dichte Bestände von Riesenknöterich *Polygonum cuspidatum* (*Reynoutria cuspidata*), einem aus Ostasien stammenden meterhohen Strauch, angesiedelt, der den einheimischen Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*) teilweise verdrängt hat. An den im Sommer trockengefallenen Hängen werden vereinzelt, aber regelmäßig Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), Roß- und Wasserminze (*Mentha longifolia* und *M. aquatica*), Sumpf-Helmkraut (*Scutellaria galericulata*) angetroffen.

Die sumpfigen Bereiche der Nebenarme mit wechselndem Wasserstand sind von Rohrglanzröhrchen eingenommen. Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*), Straußgras (*Agrostis stolonifera*) und Knick-Fuchsschwanz (*Alopecurus geniculatus*), die sowohl zeitweilige Überflutung als auch Trockenheit ertragen können, sind am häufigsten. Daneben treten auch Teich-Schachtelhalm (*Equisetum fluvatile*), Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) und Ästiger Igelkolben (*Sparganium erectum*) auf. Die vorgelagerten Schlammflächen sind u. a. bedeckt von Borsten-Moorbinse (*Isolepis setacea*), Pfennigkraut (*Lysimachia nummularia*), Vogel-Knöterich (*Polygonum aviculare*), Zwiebel-Binse (*Juncus bulbosus*), Sumpf-Ruhrkraut (*Gnaphalium uliginosum*). In Bereichen mit nährstoffreichen Feinsedimenten sind auch kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Riesenampfer (*Rumex hydrolapathum*), Sumpf-Vergißmeinnicht (*Myosotis palustris*) und Wasserpfeffer (*Polygonum hydropiper*) zu finden. An der Listertalsperre gibt es ein beständiges Vorkommen von der seltenen Sumpfbirse *Eleocharis ovata* (DIEKJOBST,1981).

#### Wasserbeschaffenheit

Die Biggetalsperre ist insgesamt als ein eutrophes Gewässer einzustufen, wobei einzelne Bereiche des Talsperrensystems, z. B. das Olper Vorbecken und der obere Bereich des Hauptbeckens, hocheutroph sind. Eine Ionenbilanz des Talsperrensystems zeigt die Abb. 2.

Das Tiefenprofil der Biggetalsperre während der Sommerstagnation (Abb. 3) zeigt wesentliche Symptome

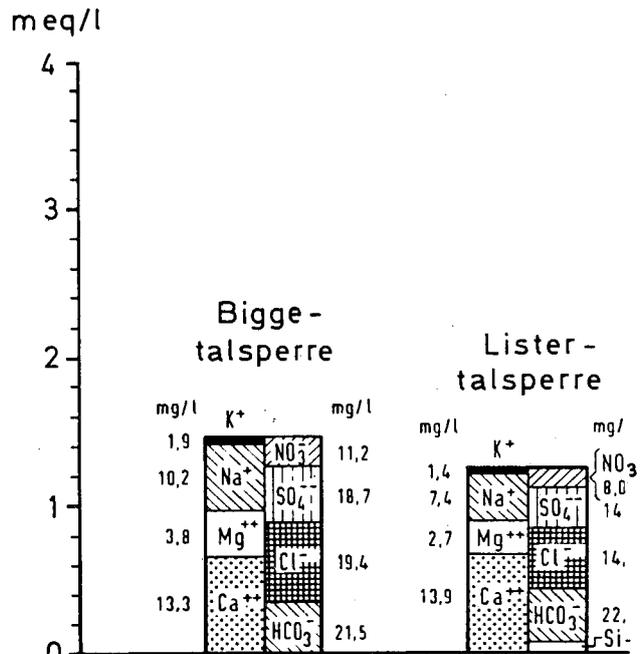


Abbildung 2: Ionenbilanz

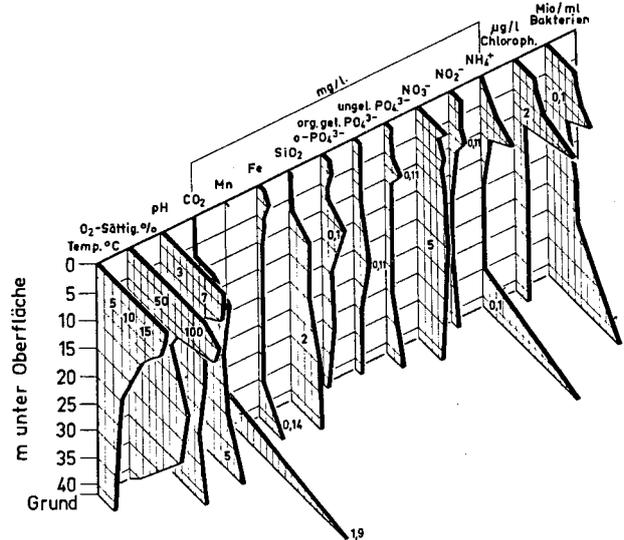


Abbildung 3: Tiefenprofil Wasserbeschaffenheit z. Z. der Sommerstagnation

der Eutrophierung. Im Epilimnion treten Sauerstoffübersättigungen > 140 % auf. Typisch für schwach eutrophe Gewässer ist das metalimnische O<sub>2</sub>-Minimum. Das Hypolimnion ist nur über dem Grund sauerstofffrei. Zu diesen Zeiten werden aus dem Sediment Eisen und Mangan remobilisiert. Auch CO<sub>2</sub> und NH<sub>4</sub>, als Abbauprodukte der Bioproduktion, sind ebenfalls in den sedimentnahen

Wasserschichten angereichert. Die Maxima von  $\text{NH}_4$  und Bakterien sowie das  $\text{O}_2$ -Minimum im Metalimnion deuten auf hohe Abbauprodukte auch in dieser Schicht hin. pH-Werte über 9 bei völligem  $\text{CO}_2$ -Schwund zeigen die Alkalisierung aufgrund der photosynthetischen Aktivität der Planktonalgen, die sich im wesentlichen nur in den obersten 10 m aufhalten.

Die flächenbezogene Sauerstoffverbrauchsrate im Hypolimnion, die ein Maß für den Trophiegrad eines stehenden Gewässers darstellt, ist mit  $1,28 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \text{ O}_2$  (1986/87) im Biggetalsperrensystem höher als bei den anderen RTV-Talsperren.

Der Zusammenhang zwischen Nährstoffbelastung und Intensität der Algenproduktion in der Biggetalsperre wird im Rahmen limnologischer Untersuchungen vom Ruhr-Talsperrenverein seit 1971 untersucht (kontinuierliche Probenahme an den Hauptzuflüssen, wöchentliche Entnahme an den übrigen Zuflüssen). Messungen und Berechnungen an den Zuflüssen und im Stauraum erlauben Aussagen über die Herkunft und das Ausmaß der Belastungen (Abb. 4 und 5).

Anteil der einzelnen Zuflüsse zum Biggetalsperrensystem an der Jahresfracht des Gesamtphosphors in t 1988

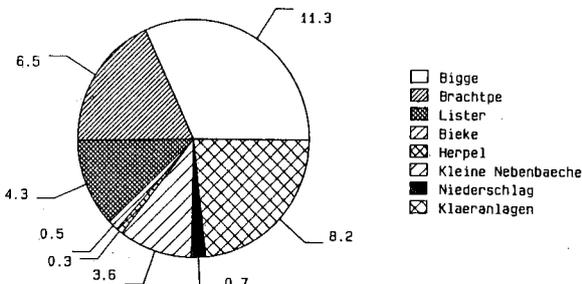


Abbildung 4: Phosphorbelastung der Biggetalsperre

Anteil der einzelnen Zuflüsse zum Biggetalsperrensystem an der Jahresfracht des Gesamtstickstoffs in t 1988

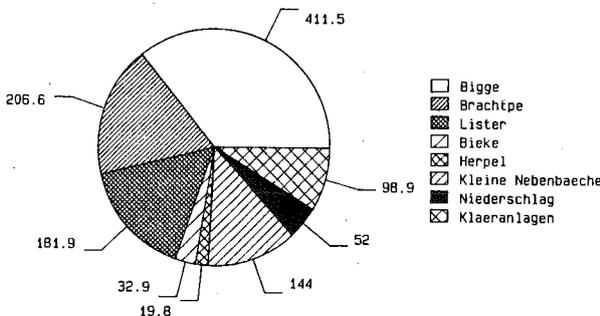


Abbildung 5: Stickstoffbelastung der Biggetalsperre

Abb. 6 zeigt die Wasserbeschaffenheit der Brachtpe im Jahresverlauf. Die Brachtpe, einer der Hauptzuflüsse der Biggetalsperre, führt dem Stauraum ca. 17% der

Jahreswasserfracht und 16–20% der Phosphor- und Stickstoffbelastung zu. Während die Phosphorkonzentrationen aufgrund des Verdünnungseffektes meist umgekehrt proportional zum Abfluß sind, ist dies bei den Stickstoffkonzentrationen nicht der Fall. Die bemerkenswerte Konstanz der Stickstoffkonzentrationen auch bei hohen Abflüssen ist darauf zurückzuführen, daß bei Regenereignissen Abschwemmungen und Auswaschungen von Bodenflächen erfolgen und damit den Verdünnungseffekt weitgehend kompensieren. Auffallend ist der Anstieg der CSB-Konzentrationen und -frachten Anfang November, der möglicherweise mit dem Eintrag von organischer Substanz aus dem Fallaubabbau zusammenhängt.

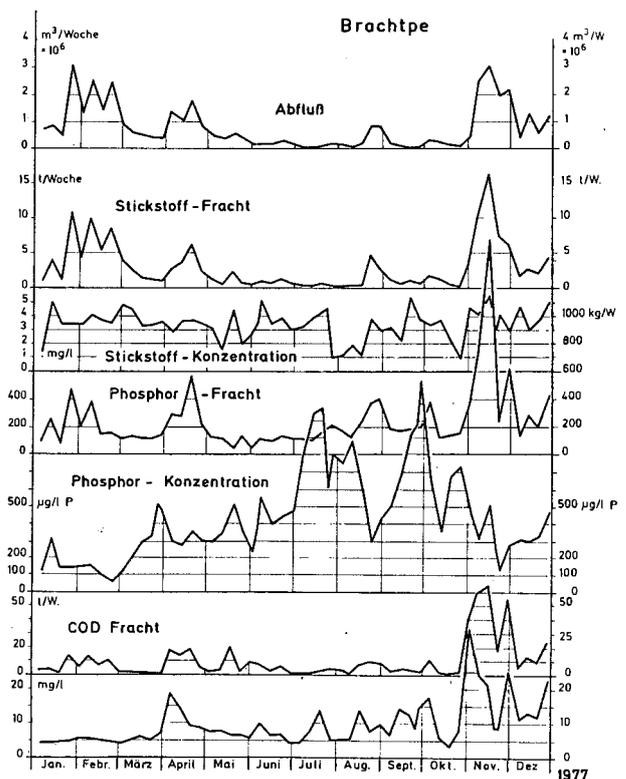


Abbildung 6: Abfluß und Belastung der Brachtpe im Jahresverlauf

Die P-Oberflächenbelastung („Jahresoberflächenbelastung“ nach VOLLENWEIDER) der Biggetalsperre ist mit ca.  $4,5 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  die höchste aller RTV-Talsperren. Im Stauraum werden durchschnittlich ca.  $0,03 \text{ mg}/\text{l}$  Gesamtphosphor, ca.  $3 \text{ mg}/\text{l}$  Gesamtstickstoff (anorganisch) und – als Maß für die Phytoplanktonbiomasse – ca.  $36 \text{ µg}/\text{l}$  Chlorophyll-a gemessen (volumengewogene Jahresmittelwerte 1988). Das Selbstreinigungsvermögen der Biggetalsperre bewirkt die Verminderung der Phosphor- und Chlorophyllgehalte von der Stauwurzel zum Dammbereich hin. An der P-Retention von über 70% im gesamten

Talsperrensystem sind die Vorbecken besonders stark beteiligt (vgl. Abb. 14 im allgemeinen Teil).

Das Belastungsniveau der Listertalsperre ist gegenüber dem Olper Vorbecken und dem Biggehauptbecken deutlich geringer. Die „Jahresoberflächenbelastung“ betrug 1987/88  $3,3 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  P. Die Phosphatkonzentration im Stauraum der Listertalsperre ist mit  $15\text{--}20 \text{ }\mu\text{g}/\text{l}$  durchschnittlich etwa halb so hoch wie im übrigen Stauraum. Während der Vegetationsperiode (März – Oktober) beträgt der durchschnittliche Chlorophyllgehalt in der durchmischten Schicht der Listertalsperre ca.  $8\text{--}10 \text{ }\mu\text{g}/\text{l}$ . Aufgrund ihrer geringeren Primärproduktion liegt die relative Sauerstoffverbrauchsrate der Listertalsperre mit ca.  $0,8 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \text{ O}_2$  deutlich unter der des Biggehauptbeckens. Gegen Ende der Stagnationsperiode sinkt aber auch über dem Grund der Listertalsperre die Sauerstoffsättigung fast in jedem Jahr auf 3%. Im Oktober 1985 war das Wasser über dem Grund sauerstofffrei.

Wie die im Rahmen eines DVGW-Untersuchungsprogramms Anfang der 70er Jahren erarbeiteten Ergebnisse gezeigt haben, lagen die Biozidkonzentrationen zum damaligen Zeitpunkt weit unterhalb kritischer Grenzwerte. Schwermetalle kamen, abgesehen von Eisen- und Manganverbindungen nur als Spurenelemente im  $\mu\text{g}/\text{l}$ -Bereich vor. Dies wird durch Ergebnisse aus jüngster Zeit bestätigt (Tabelle 1). Bei Untersuchungen auf Triazinherbizide in den Jahren 1987/88 wurden in einer Probe vom 21. 7. 1988  $0,05 \text{ }\mu\text{g}/\text{l}$  des Atrazinabbauprodukts Desethylatrazin im Wasser der Biggetalsperre nachgewiesen.

Tabelle 1: Spurenelemente im Talsperrenwasser

Spurenelement ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )	Bigge Hauptbecken 1989	Vorsperre Lister 1989
Al	10 – 30	10 – 20
Cr	0,02 – 0,03	0,01 – 0,03
Ni	1,2 – 3,2	1,0 – 3,0
Co	< 0,1 – 0,1	< 0,1 – 0,1
Cu	2 – 14	1 – 12
Zn	7 – 12	5 – 12
As	0,2 – 0,3	$\leq 0,2$ – 0,2
Cd	< 0,1	< 0,1
Pb	0,1 – 5,2	0,1 – 4,7

## Flora und Fauna

### Phytoplankton

Die Trophie nimmt vom Olper Vorbecken zum Damm hin ab. Entsprechend unterschiedlich sind auch die Phytoplanktonkonzentrationen und das Artenspektrum. Während im Hauptbecken, vor allem im unteren Bereich, eindeutig die Kieselalgen dominieren (*Melosira italica* und *M. granulata* var. *angustissima* mit über 20 000 Zellen/ml, *Asterionella formosa* über 15 000 Zellen/ml), überwiegen

im Olper Vorbecken die Grünalgen (verschiedene *Scenedesmus*-Arten erreichen zusammen über 100 000 Zellen/ml). Auch *Pandorina morum* kann hier zu Massentwicklungen kommen, z. B. im Mai 1985 mit über 200 000 Zellen/ml und einem Chlorophyllgehalt von  $514 \text{ }\mu\text{g}/\text{l}$ .

Im Juli 1982 fiel im Olper Vorbecken *Coelastrum microporum* mit 180 000 Zellen/ml auf. Als weitere Gattungen sind erwähnenswert: *Chlorella*, *Actinastrum*, *Pediastrum*, *Monoraphidium*, *Chlamydomonas*.

Im Hauptbecken liegen die Chlorophyllgehalte in der trophogenen Schicht meist unter  $30 \text{ }\mu\text{g}/\text{l}$ . Hier kommen neben den erwähnten dominanten *Melosira*-Arten noch weitere Kieselalgen der Gattungen *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Fragilaria* und *Diatoma* vor. Sie erreichen ihr Maximum meist im Frühjahr (April/Mai). Auch *Kephyrion ovale* sowie *Gymnodinium uberrimum* und *G. lacustre* erreichen nur im Frühjahr erhöhte Bestandsdichten.

Die begeißelten Algen (Phytoflagellaten) *Cryptomonas*, *Rhodomonas* und *Chlamydomonas* können in den Frühsommermonaten Konzentrationen über 1 000 Zellen/ml erreichen. Es folgen im Sommer meist *Crucigenia*, *Oocystis* und *Sphaerocystis*. Im Winter ist die Phytoplanktonproduktion stark vermindert.

In der Listertalsperre liegen die Chlorophyllgehalte vor der Mauer meist um  $10 \text{ }\mu\text{g}/\text{l}$ , im oberen Bereich meist um  $10\text{--}30 \text{ }\mu\text{g}/\text{l}$ , seltener bis  $70 \text{ }\mu\text{g}/\text{l}$ . Hier ist die Sukzession ähnlich wie im Biggehauptbecken mit *Kephyrion* (z. B. März 1984: 1 400 Zellen/ml) und *Gymnodinium* (z. B. März 1982: 600 Zellen/ml) im Frühjahr, *Melosira*, *Asterionella*, *Fragilaria* und *Diatoma* im Frühsommer. *Microcystis* trat im Hochsommer 1985 mit Wasserblüten in Erscheinung. Ganzjährig, mit Schwerpunkt im Sommer, vervollständigenden *Cryptomonas*, *Rhodomonas*, *Chlamydomonas*, *Crucigenia*, *Oocystis*, *Sphaerocystis* und andere Grünalgen das Bild.

Erwähnenswert ist eine Massentwicklung von *Ceratium hirundinella* in der Herpelbucht im oberen Bereich der Listertalsperre. Während normalerweise diese Art kaum über 100 Zellen/ml erreicht, war im Oktober 1972 eine auffällige Rotfärbung durch *Ceratium*-Cysten zu beobachten. Offenbar wurde diese Art durch Zucker und andere Inhaltsstoffe aus Spülwässern eines Getränkeabfüllbetriebes, die in dieser Zeit unkontrolliert in den Herpelbach eingeleitet worden waren, stark gefördert.

In den kleineren Vorbecken der Seitenbäche Bieke, Bremge und Dumicke (Kessenhammer Vorbecken) treten zeitweise, z. B. im September 1983, verstärkt Cyanobakterien (*Microcystis*, *Aphanizomenon*) auf. Seit 1985 wird auch *Pseudanabaena* beobachtet. Dominierend sind jedoch meist Kieselalgen, wobei neben den radiären Formen auch *Nitzschia*-Arten (*N. acicularis* und *N. palea*) und *Synedra acus* meist im Frühjahr und Sommer verstärkt auftreten.

### Zooplankton

In der Biggetalsperre wird meist in den Sommermonaten ein arten- und individuenreiches Zooplankton aus Rädertieren (Rotatorien), Kleinkrebsen (Phyllopoden, Copepoden) und Glockentieren (peritrichen Ciliaten) beobachtet. Bei den Rotatorien sind es vor allem *Keratella*- (*K. quadrata*, *K. cochlearis*) und *Conochilus*-Arten (*C. unicornis* und *C. natans*), die in Individuenzahlen von mehr als 10/l auftreten. *Kellicottia longispina*, *Filinia longisetata*, *Asplanchna priodonta* und verschiedene *Synchaeta*-Arten vervollständigen das Bild. Unter den Crustaceen (Kleinkrebsen) sind *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina* und *Diaphanosoma brachyurum* vertreten. Auch *Bosmina*-Arten sowie verschiedene Cyclopiden werden zeitweise häufig. Die peritrichen Ciliaten *Epistylis rotans* und *Carchesium pectinatum* kommen ebenfalls im Plankton der Biggetalsperre vor.

In der Listertalsperre treten im wesentlichen die gleichen Rädertierarten wie in der Biggetalsperre auf. Auch das Crustaceenplankton ähnelt in seiner qualitativen und quantitativen Zusammensetzung dem des Biggehauptbeckens. Besonders auffällig ist jedoch das



Abbildung 7: *Leptodora kindtii* in der Listertalsperre  
Foto: Archiv RUHRVERBAND

Vorkommen von *Leptodora kindtii*, einem bis 10 mm langen räuberischen Kleinkrebs (Abb. 7).

### Benthon

Das Phytobenthon, an untergetauchten Oberflächen angewachsene Algen, spielt in der Bigge- und Listertalsperre keine bedeutende Rolle. Das Zoobenthon kommt nur in den stärker eutrophen Teilen der Talsperre und hier vor allem in den flacheren Bereichen der Vorbecken zu nennenswerter Entwicklung. Unter den Steinen und Schottern der Hänge unterhalb der Wasserlinie finden sich vereinzelt die Flußnapfschnecke *Ancylus fluviatilis* und der Flohkrebs *Gammarus pulex* sowie die Eintagsfliegenlarven *Siphonurus lacustris* und *Cloeon dipterum*.

Im oberen Bereich der Listertalsperre bei Hunswinkel kommen auch Eintagsfliegenlarven der Art *Cloeon simile* und Köcherfliegenlarven der Gattung *Anabolia* vor. Zahlreiche Käferarten (z. B. Gelbrandkäfer, Taumelkäfer und Furchenschwimmer) sowie Teichläufer (*Hydrometra*) und Libellen (*Pyrrhosoma* und *Coenagrion*) wurden hier beobachtet. Auf bzw. im Sediment sind Schlamm- und Borstenwürmer zu finden.

Im Hauptbecken der Biggetalsperre ist unter den Strudelwürmern *Dugesia lugubris* häufiger, während im hocheutrophen Olper Vorbecken *Polycelis nigra* überwiegt. Im Olper Vorbecken sind unter den meist mit Moostierchen (Bryozoen) der Art *Plumatella repens* bewachsenen Steinen häufig Rollegel und Wasserasseln zu finden. Die Eintagsfliegenlarven der Art *Eurycaenis harrisella*, die hier gefunden wurde, gilt als selten.

### Fischbestand

Die Biggetalsperre gehört zu den produktiven Talsperren. In den Jahren 1976–1986 betrug der Fangertag durchschnittlich etwa 30 t/a (Abb. 8). 50 % des Fanggewichtes entfallen auf Weißfische (Brassen und Plötze). Außerdem werden Barsche, Hechte, Karpfen, Aale, Zander und Salmoniden geangelt. Die letzteren spielen jedoch mengenmäßig keine bedeutende Rolle. Besonders

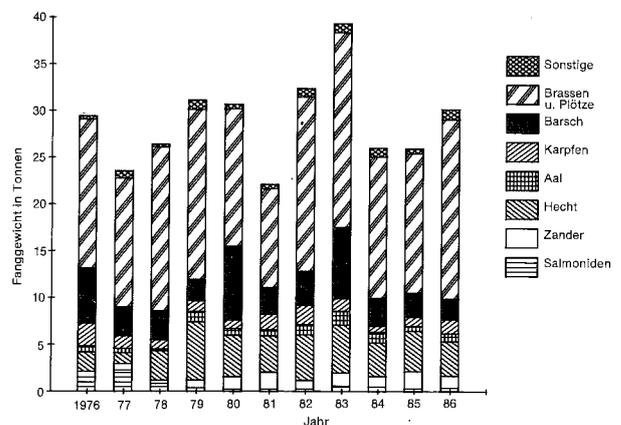


Abbildung 8: Fangergebnisse (Hauptbecken) der Freizeitfischer

ertragreich ist das Olper Vorbecken, wo der Brutto-Fangertrag fast 100 kg/ha/a beträgt. Somit bestätigt sich der Zusammenhang zwischen fischereilicher Produktivität und dem Trophiegrad. Die Listertalsperre und das Biggehauptbecken liefern knapp 50 kg/ha/a.

In der Biggetalsperre kommen größere vermehrungsfähige Bestände der Kleinen Maräne (*Coregonus albula*) vor. Als Artenschutzmaßnahme wurden Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), eine vom Aussterben bedrohte Kleinfischart, ins Bremge Vorbecken eingesetzt. Die in den vergangenen Jahren von der Landesanstalt für Fischerei durchgeführten Besatzmaßnahmen zur Einbürgerung der Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*), einer schnellwüchsigen Standortform der Forelle, waren in der Biggetalsperre erfolgreich. So wurde z. B. am 1. 7. 1989 der Fang einer 5,5 kg schweren und 78 cm langen Seeforelle gemeldet.

#### Wasservögel

Die Lage der Talsperre abseits des Zugweges, das Fehlen einer echten Ufervegetation und die Störung durch Besucher der Talsperre, durch Wassersportler und Angler schaffen offenbar keine günstigen Bedingungen für die Annahme als Aufenthalts-, Nahrungs- und Brutgebiet durch wassergebundene Vogelarten.

Die Biggetalsperre ist jedenfalls – wie auch die anderen innersauerländischen Talsperren – als Quartier für Wasservögel wenig bedeutsam. Nur zwei Arten, Stockenten und Zwergtaucher, können regelmäßig ange-

troffen werden. Die Individuendichte beträgt an der Listertalsperre durchschnittlich 15 je 10 ha. Der Anteil der Stockenten beläuft sich auf 97 % (STICHMANN 1984). Auf der Gilberginsel lebt eine Reiherkolonie.

#### Sediment

Die Sedimente der Biggetalsperre sind nährstoffreich und weisen z. T. erhöhte Schwermetallkonzentrationen auf. Dies ergibt sich aus der Funktion der Talsperre als Selbstreinigungsreaktor, indem die Phosphorverbindungen ebenso wie die Schwermetalle an Trübstoffe adsorbiert oder im Plankton inkorporiert aus dem freien Wasser eliminiert und im Sediment festgelegt werden. Sedimentproben aus dem oberen Bereich des Olper Vorbeckens wurden zuletzt im September 1987 und Januar 1988 entnommen und untersucht. Sedimentproben, die 1986 im Biggehauptbecken genommen wurden, weisen für die Elemente Cadmium, Chrom, Nickel, Eisen, Mangan und Aluminium Konzentrationen auf, die sich in der Größenordnung nicht von denen im Vorbeckenssediment unterscheiden. Mit Kupfer und Blei waren die Sedimentproben aus dem Hauptbecken deutlich schwächer belastet als das Sediment des Olper Vorbeckens (Tabelle 2).

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Der für den neuen Teil des Talsperrensystems vorgesehene Landschaftsraum einschließlich der Randgebiete bis hinaus zu den angrenzenden Höhen wurde schon vor Beginn der Bauarbeiten unter Landschaftsschutz gestellt.

Tabelle 2: Untersuchungsergebnisse von Sedimentproben aus der Biggetalsperre

	Bigge Hauptbecken 1986	Olper Vorbecken 1987/88	
		Min.	Max.
Wassergehalt %		39,9	50,9
Trockensubstanz %		49,1	60,1
Glührückstand % (bez. auf TS)		90,5	94,5
Glühverlust % (bez. auf TS)		5,5	9,5
pH-Wert		6,8	6,9
Gesamt-N mg/kg TS		1 500	2 900
Gesamt-P mg/kg TS		1 100	2 100
Cadmium (Cd) mg/kg TS	1,3	1,2	3,0
Kupfer (Cu) mg/kg TS	38	170	380
Chrom (Cr) mg/kg TS	32	40	270
Nickel (Ni) mg/kg TS	40	45	190
Zink (Zn) mg/kg TS	300	300	630
Blei (Pb) mg/kg TS	60	130	220
Quecksilber (Hg) mg/kg TS	0,16	< 0,2	< 0,2
Eisen (Fe) mg/kg TS	25 000	27 000	31 000
Mangan (Mn) mg/kg TS	1 400	1 100	2 100
Aluminium (Al) mg/kg TS	17 000	11 000	16 000

Diese vorbeugende Maßnahme erhielt der Öffentlichkeit den Zugang zum Wasser. Weil es gelang, die Talsperrenränder von unkontrollierter privater Bebauung freizuhalten, konnte man Ufer und Randflächen naturnah und landschaftsgerecht ausbilden und erhalten.

Das Einzugsgebiet der Biggetalsperre liegt im Bereich des Naturparks „Ebbegebirge“. Die ca. 34 ha große Gilberginsel im Hauptbecken mit einem entsprechenden Uferstreifen ist – insbesondere zum Schutz der Vogelwelt – als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Laichschonbezirke wurden am Lister-, Olper- und Bremge-Vorbecken eingerichtet.

Im Landschaftsplan Nr. 1 „Biggetalsperre-Listertalsperre“ des Kreises Olpe sind 24 Objekte als Naturdenkmäler gekennzeichnet. Neben schutzwürdigen Einzelbäumen und zwei Waldstücken gehört auch seit 1972 die Wacholderheide „Auf'm langen Heid“ bei Blecke dazu. Sie ist ein Restbestand eines früher hier weiter verbreiteten Biototyps.

An der Biggetalsperre wurden in den letzten Jahren beachtliche Sanierungserfolge erzielt. Dies kann deutlich an der Entwicklung der Phosphat-Jahresfrachten der Biggetalsperre abgelesen werden. Abb. 9 gibt einen Überblick über die P-Zulaufkraft (als Jahrestonnage) im Verlauf der Jahresreihe 1977–1987, aufgeschlüsselt nach einzelnen Zuflüssen, Niederschlägen und Kläranlagenabläufen. Es zeigt sich, daß die Jahresfrachten bis 1980 anstiegen, dann aber im Zusammenwirken von verbesserten Reinigungsleistungen auf den Kläranlagen und gesetzlichen Regelungen (Höchstmengenverordnung für Waschmittelphosphate) die P-Belastung von maximal ca. 105 t/a im Jahre 1980 auf ca. 40 t/a gesenkt werden konnte. Der abnehmende Trend hat sich auch 1988 mit ca. 35 t/a P fortgesetzt.

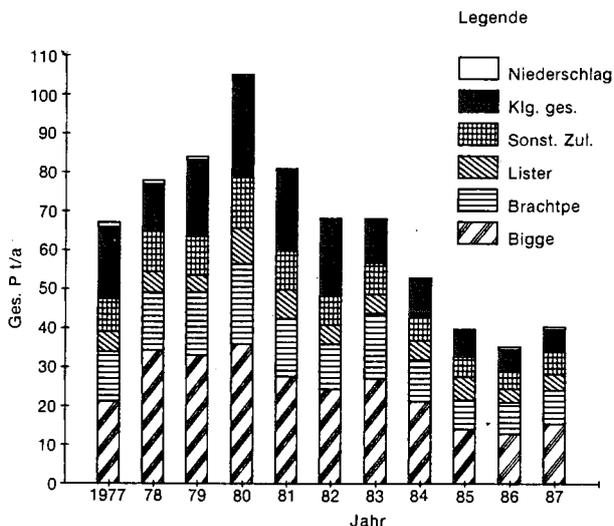


Abbildung 9: P-Zulaufkraft 1977–1987

Auch für die Belastung der Biggetalsperre mit zugeführter oxidierbarer organischer Substanz kann – nach einem Anstieg in den 70er Jahren – ein deutlicher Rückgang in den 80er Jahren festgestellt werden. Für die Jahrestonnage an Stickstoffverbindungen ist dagegen noch kein Abwärtstrend zu erkennen. Sie schwankt seit 1980 zwischen 1 000 und 1 300 t/a Gesamtstickstoff.

Die festgestellte Verminderung der Phosphatkonzentrationen der Zuflüsse spiegelt sich auch in der von 0,07 mg/l im Jahr 1977 auf 0,022 mg/l zurückgegangenen Phosphatkonzentration im Stauraum der Talsperre wieder (Abb. 10). Es handelt sich hier um volumengewogene Jahresmittelwerte, die aus der Gesamttonnage an Phosphorverbindungen verschiedener Kompartimente schichtweise ermittelt wurden („sliced compartments“-Modell). Auch bei der Listertalsperre ist ein leichter, aber deutlich erkennbarer Abwärtstrend der Phosphatkonzentrationen zu verzeichnen.

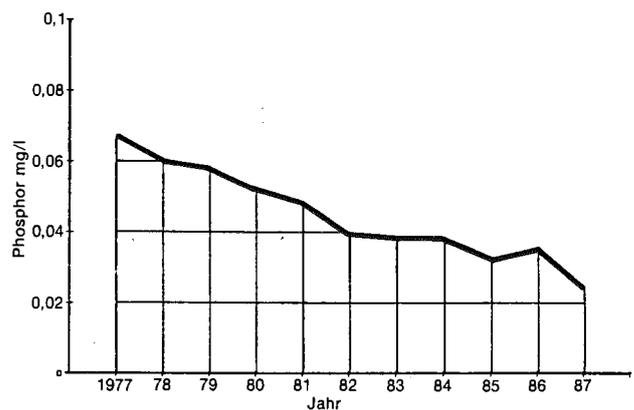


Abbildung 10: Phosphatkonzentrationen im Stauraum der Biggetalsperre

Besonders deutlich wird dieser Rückgang beim Olper Vorbecken (Abb. 11), in das die Bigge mündet und die Kläranlage Olpe entwässert. Hier gingen die Gesamt-P-Konzentrationen von ca. 400–500 µg/l in den Jahren 1972 bis 1976 zunächst auf etwa die Hälfte (als die P-Fällung der Kläranlage Olpe in Betrieb gegangen war) und dann im Laufe der folgenden zehn Jahre auf unter 100 µg/l zurück. Beim anorganischen Stickstoff ist ein umgekehrter Trend und ein Anstieg auf über 3 mg/l in den vergangenen drei Jahren festzustellen. Erfreulicherweise hat der Rückgang der P-Konzentrationen auch einen deutlichen Rückgang des Algenwachstums erbracht, wie aus dem Verlauf der Chlorophyll-Konzentrationskurve ersichtlich ist. Algenmassenentwicklungen mit über 100 µg/l Chlorophyll, wie sie in den 70er Jahren keine Seltenheit waren, sind in den 80er Jahren kaum noch aufgetreten. Die Jahresdurchschnittskonzentrationen lagen nur noch bei höchstens 50 µg/l Chlorophyll.

Zu umfassenden Sanierungskonzepten gehört auch die Sedimenträumung, da die zurückgehaltenen

Phosphate und Metalle nur so endgültig und sicher aus dem aquatischen System entfernt werden. Nach Verminderung der Nährstoffzufuhr zur Talsperre würde es andernfalls unter Umständen Jahre und Jahrzehnte dauern, bis sich ein neues Gleichgewicht zwischen Sediment und Freiwasserzone auf niedrigerem Nährstoff-

Niveau eingestellt hätte und der Sanierungserfolg erreicht würde. Das Olper Vorbecken wurde im Frühjahr 1988 im oberen Staubereich entschlammt, da hier bei Sedimenthöhen von bis zu 150 cm die Wassertiefe bis auf ca. 30 cm zurückgegangen war. Es wurden 7 000 m<sup>3</sup> Sediment ausgeräumt. Bei der letzten Entschlammung im Jahr 1982 waren 4 500 m<sup>3</sup> Sediment entfernt worden. Wegen des Gehaltes an potentiell toxischen Schwermetallen (Tabelle 2) war eine landwirtschaftliche Nutzung trotz des Nährstoffreichtums ausgeschlossen.

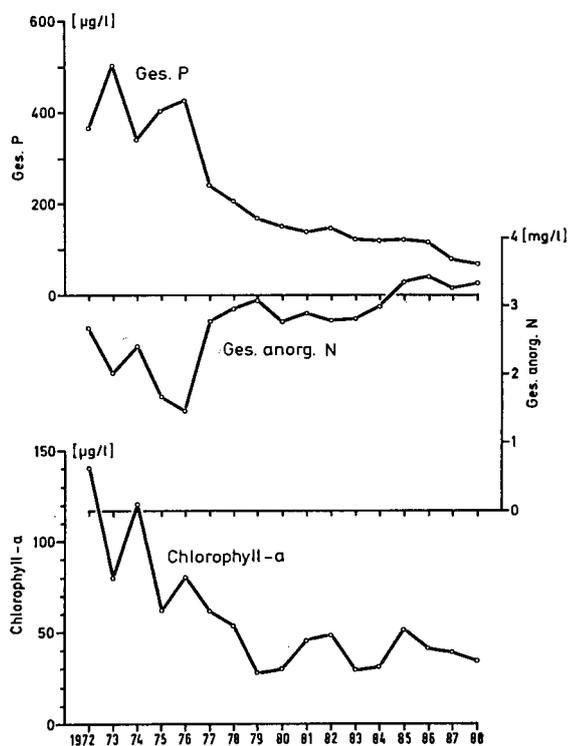


Abbildung 11: Phosphor-, Stickstoff- und Chlorophyll-Konzentration im Olper Vorbecken

#### Literatur

DVGW DEUTSCHER VEREIN VON GAS- UND WASSERFACHMÄNNERN (1974): Biozidgehalt in 19 deutschen Talsperren, DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 5.

DIEKJOBST, H. (1981): Atriplex hastata- und Bidens radiata-Gesellschaft im therophytischen Vegetationskomplex am Möhnesee, Natur und Heimat, 41 (1), 3–12, Münster.

LÖLF LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG NW (1982): Ökologischer Beitrag zum Landschaftsplan Bigge-/Listertalsperre, Kreis Olpe, Teil II, Recklinghausen.

NUSCH, E. A. (1972): Limnologische Untersuchung der Biggetalsperre, 1971 (mit Listertalsperre, Vorbecken und Zuflüssen), Bericht des Chemischen und Biologischen Laboratoriums, Ruhrverband und Ruhrtalsperrenverein, Essen.

RTV RUHRTALSPERRENVEREIN (1965): Die Biggetalsperre, Einweihung und Einstau 1965, Essen.

STICHMANN, W. (1984): Die Belange der Vogelwelt an Talsperren, Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.), 43, 254–257.

THÖNE, M. (1984): Beispiel Biggetalsperre, Deutscher Rat für Landespflege (Hrsg.), 43, 305–307.

WESTFÄLISCHES AMT FÜR LANDESPFLEGE – AUSSENSTELLE ARNSBERG (1981): Ökologischer Beitrag zum Landschaftsplan Bigge-/Listertalsperre, Kreis Olpe Teil I.

WESTFÄLISCHES AMT FÜR LANDESPFLEGE – AUSSENSTELLE ARNSBERG (1982 geändert 1984): Landschaftsplan Nr. 1 Biggetalsperre – Listertalsperre, Teil I und II, im Auftrag des Kreises Olpe.

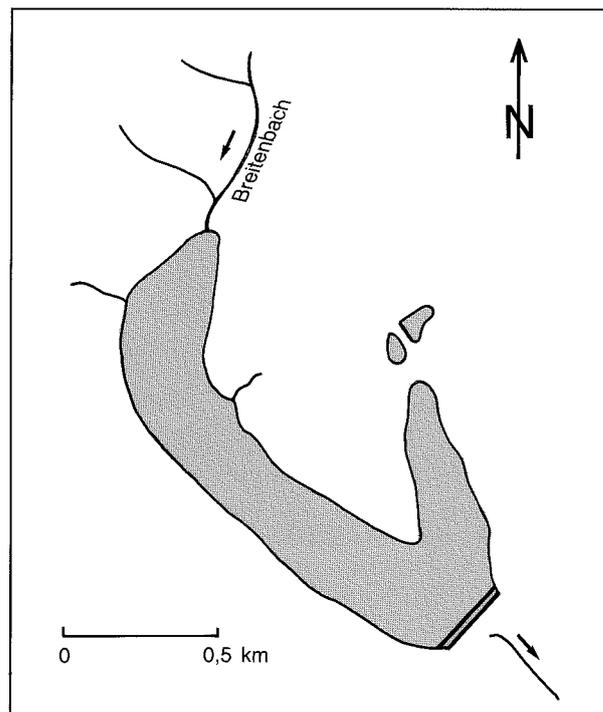
# Breitenbachtalsperre

Topographische Karte: L 5114  
Gewässersystem: Breitenbach/Ferndorfbach/  
Sieg/Rhein  
Stauziel: 370,0 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,58 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 8,09 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 35 m  
Mittlere Tiefe: 14 m  
Ausbaugrad: 80%  
Umgebungsfaktor: 7,1 (mit Beileitungen 20)  
Länge des überstauten Tals: 2 km  
Absperrbauwerk: Steindamm mit Lehmkerndichtung  
(1. Bauabschnitt)  
Steindamm mit Asphaltbeton-Innendichtung.  
(2. Bauabschnitt)  
Kronenlänge: 370 m  
Uferentwicklung: ca. 1,7  
Talsperrentyp: Muldental  
Vorbecken: keine  
Zirkulationstyp: holomiktisch, dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Entnahmeturm mit Entnahme-  
möglichkeit zwischen NN + 365,10 m bis  
NN + 342,0 m  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung  
Einzugsgebiet: 4,1 km<sup>2</sup> Hauptsperre + 7,5 km<sup>2</sup>  
Beileitungen  
Nutzung der Landfläche: überwiegend Wald  
Einwohner: keine  
Nutzer: Wasserverband Siegerland  
Jahr der Inbetriebnahme: 1. Ausbaustufe 1956  
2. Ausbaustufe 1980

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Für die Trinkwasserversorgung im Gebiet des Wasser-  
verbandes Siegerland wurde die Breitenbachtalsperre mit  
einem Stauinhalt von 2,6 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> errichtet und 1956 in  
Betrieb genommen. Bereits 1976 mußte der Stauinhalt zur  
nachhaltigen Sicherung der Versorgung auf 7,8 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
vergrößert werden. Hierfür wurde der im 1. Bauabschnitt  
29 m hohe Steindamm mit Lehmkerndichtung 1976 bis  
1980 um 12,5 m aufgestockt. Im Zuge dieser Baumaß-  
nahme erhielt die Talsperre auch einen Entnahmeturm.  
Die vorhandene Lehmkerndichtung wurde im 2. BA durch  
eine Asphaltbeton-Innendichtung fortgesetzt. Hierdurch  
ergaben sich besondere Probleme bei Entwurf und Bau-  
ausführung. Sämtliche Bauarbeiten wurden ohne  
Betriebsunterbrechung und ohne nennenswerte Absen-  
kung des Stauspiegels durchgeführt. Zur Talsperre gehört  
eine Trinkwasseraufbereitungsanlage mit zweistufiger  
Kontaktfiltration in geschlossenen Schnellfiltern. Bei  
zwanzigstündigem Betrieb beträgt die Leistung der  
Anlage 26 000 m<sup>3</sup>/d.

In der Talsperre ist eine hypolimnische Belüftung  
installiert worden, die in der Regel von Mai bis November  
in Betrieb ist. Dadurch bleibt die thermische Schichtung  
im Sommer erhalten.



## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Talsperre ist frei von jeglicher  
Besiedlung. Die Flächen sind überwiegend mit Wald  
bedeckt. Landwirtschaftliche Nutzung findet nicht statt.  
Zu den wichtigsten zufließenden Bächen zählen der  
namengebende Breitenbach, der Langenfelderbach, der  
Preisterbach und der Hadembach.

## Wasserbeschaffenheit

Die wasserchemischen Verhältnisse sind mit der Ober-  
nautalsperre vergleichbar. Die fehlende landwirtschaft-  
liche Nutzung führt auch hier zu einer geringen Nährstoff-  
belastung von im Mittel 0,82 mg/l NO<sub>3</sub>-N und 11 µg/l P<sub>tot</sub>.  
Das Wasser ist sehr weich (2,3 +/- 0,2 °dH) und arm an  
gelösten Stoffen (Leitfähigkeit: 90 +/- 5 µS/cm). Die  
sommerlichen Maxima der Chlorophyll a-Werte liegen im  
Epilimnion bei 10, im Metalimnion bei 5 und Hypolimnion  
bei 3 µg/l.

## Flora und Fauna

Das Plankton besteht überwiegend aus Kieselalgen.  
Weitergehende biologische Daten liegen nicht vor.

## Sediment

Entsprechend der Struktur des Einzugsgebietes und  
der geringen Bioproduktion im Gewässer sind nur  
unbedeutende Sedimentablagerungen vorhanden.

## Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Für die Talsperre ist ein Wasserschutzgebiet ausge-  
wiesen. Darüber hinausgehende Sanierungsmaßnahmen  
sind zur Zeit nicht erforderlich.

# Wiehltalsperre

Topographische Karte: L 5110 Waldbröl  
 L 5112 Freudenberg  
 Gewässersystem: Wiehl/Agger/Sieg/Rhein  
 Stauziel: 292,5 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 2,20 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 32,70 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 51 m  
 Mittlere Tiefe: 15 m  
 Ausbaugrad: 105%  
 Umgebungsfaktor: 18,4  
 Länge des überstauten Tals: 3,8 km  
 Absperrbauwerk: Steinschüttdamm  
 Kronenlänge: 360 m  
 Uferentwicklung: ca. 2,1  
 Talsperrentyp: U-Tal  
 Vorsperren: 3  
 Zirkulationstyp: holomiktisch, dimiktisch  
 Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung,  
 Hochwasserschutz  
 Einzugsgebiet: 46,4 km<sup>2</sup>  
 Nutzung der Landfläche: 41% Wald, 45% Wiesen  
 und Weiden, 14% befestigte Flächen  
 Einwohner: 4 800  
 Betreiber: Aggerverband  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1973

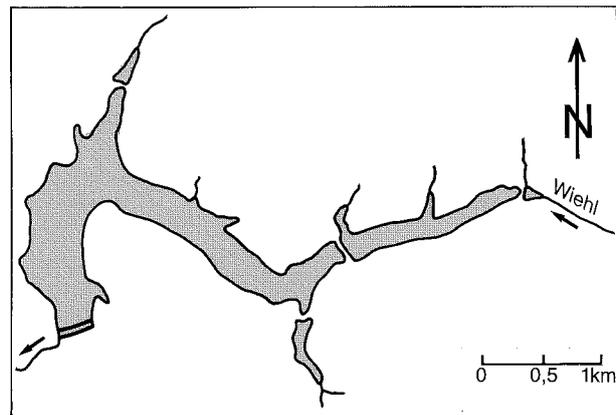
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Talsperre wurde im Zeitraum von 1967–1973 gebaut. Bauherr, Eigentümer und Betreiber der Talsperre ist der Aggerverband. Die Bedeutung der Talsperre ist hauptsächlich in der Trinkwasserversorgung für etwa 220 000 Menschen zu sehen. Weitere Nutzungen sind der Hochwasserschutz für das etwa 30 km lange Wiehltal, die Niedrigwasseraufhöhung der Wiehl und die Energieerzeugung. Hauptzufluß ist die Wiehl. Die Talsperre verfügt über drei Vorbecken.

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet grenzt im Norden an das der Steinagger und im Süden an das von Bröl und Wisser. Im Osten bildet die Wasserscheide zur Bigge die Grenze zum Gewässersystem der Ruhr. Der Untergrund des Einzugsgebietes besteht vornehmlich aus Gesteinen des Unterdevon, diese werden lediglich im Nordwesten von Schichten aus dem Mitteldevon überlagert.

Aus bodenkundlicher Sicht gehört der Waldbestand fast ausschließlich dem bodensauren Typ an. Das Einzugsgebiet befindet sich in der Verzahnungstufe der subatlantisch beeinflussten Buchen-Eichen-Birkenwälder mit den schwach bodensauren Gebirgsbuchenwäldern. Der heutige Vegetationszustand weicht jedoch erheblich von diesem Bild ab. Die ehemalige Eichenschälwälder sind aus wirtschaftlichen Gründen vielfach in Fichtenforste umgewandelt worden. In dem 100 m breiten Uferstreifen der Wiehltalsperre wurde ein Wasserschutzforst angelegt. Laubhölzer, überwiegend Eiche und Buche, sind bevor-



zugt worden, nicht zuletzt aus wasserwirtschaftlichen Gründen. Da das Einzugsgebiet der Wiehltalsperre stark zersiedelt ist, mußte ein aufwendiges Kanalisationsnetz angelegt werden, um das Abwasser entlang der Talsperre aus dem Einzugsgebiet abzuleiten.

## Ufer

Die für einen natürlichen See typische Litoralvegetation kann sich auch an der Wiehltalsperre mit ihren erheblichen Wasserstandsschwankungen nicht ausbilden. Lediglich die Vorbecken mit ihren weitgehend konstanten Wasserspiegeln weisen eine natürliche Uferbesiedlung auf. Die periodisch trockenfallenden Uferbereiche stellen für die Pflanzen Extremstandorte dar. Dennoch siedeln sich, falls die Hänge vor dem Herbst trockenfallen und nicht zu sehr durch Erosion beeinträchtigt sind, zahlreiche Arten der Flußknöterich-, Zwergbinsen- und Kahlschlaggesellschaft an. Umfangreichere pflanzensoziologische Erhebungen wurden 1988 von GALUNDER an acht Talsperren dieses Raumes durchgeführt.

## Wasserbeschaffenheit

Das der Talsperre zufließende Wasser liegt im schwach sauren bis schwach alkalischen pH-Wert-Bereich. Die Leitfähigkeit zeigt keine überhöhten Werte in den einzelnen Zuläufen der Talsperre (Tabelle 1). Das in

Tabelle 1: Wasserbeschaffenheit der Wiehltalsperre 1989

pH-Wert	min.	6,2
	max.	7,7
Leitfähigkeit	min.	127 µS/cm
	max.	137 µS/cm
P-gesamt	min.	< 0,003 mg/l
	max.	0,039 mg/l
NO <sub>3</sub> N	min.	2,2 mg/l
	max.	8,8 mg/l
Chlorophyll a	min.	< 1 µg/l
	max.	16 µg/l
O <sub>2</sub> -Sättigung	min.	17 % (± 2,1 mg/l) über Grund
	max.	112 % (± 13,8 mg/l) in 13 m Tiefe

Abb. 1 dargestellte Tiefenprofil (aus ZUMBROICH 1985) zeigt die Verhältnisse zur Zeit der Sommerstagnation 1984. Aus der Diplomarbeit von ZUMBROICH wurde auch Abb. 2 entnommen, die den Jahresgang der O<sub>2</sub>-Sättigung darstellt. Die Wiehltalsperre ist als mesotroph einzuordnen.

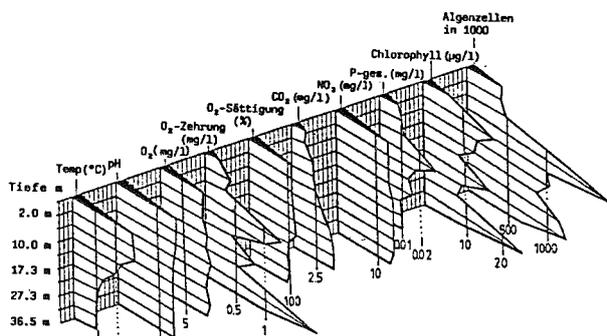


Abbildung 1: Tiefenschnitt Wiehltalsperre (26. 06. 1984)

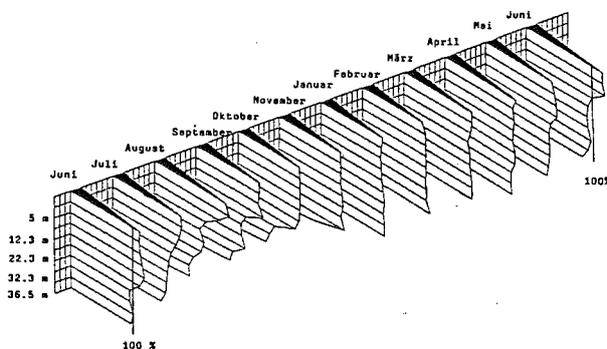


Abbildung 2: Sauerstoff-Sättigung im Jahresgang (1984/85)

### Flora und Fauna

Entsprechend dem mesotrophen Zustand der Talsperre wird das Plankton der Wiehltalsperre hauptsächlich von verschiedenen Diatomeen gebildet; Chlorophyceen kommen nur untergeordnet und in geringer Populationsdichte vor.

Es treten vor allem zentrale Diatomeen der Gattung *Melosira* in höherer Populationsdichte auf. Im Frühjahr und Herbst kommen kaltstenotherme Kieselalgen, wie *Asterionella formosa* und *Diatoma elongatum*, verstärkt vor. Neben einigen anderen Kieselalgenarten erscheinen je nach jahreszeitlicher Entwicklung Goldalgen und verschiedene Grünalgen in geringer Individuendichte. Algenmassenentwicklungen sind äußerst selten und werden dann meist durch Diatomeen hervorgerufen, die sich bevorzugt im Frühjahr und Herbst entwickeln.

Das Zooplankton wird maßgeblich durch verschiedene Rotatorien bestimmt:

Als wichtigste seien hier *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra spec.* und *Kellicottia longispina* genannt; ebenfalls ständig vertreten sind *Cladocera* und *Copepoden*. Über die Artenzusammensetzung der Sedimentbewohner (Tubificen und Chironomiden) ist fast nichts bekannt.

Die Fischfauna setzt sich durch entsprechende Besatzmaßnahmen aus Bach- und Regenbogenforellen, Saiblingen, Zandern und Aalen zusammen. Wegen der bodengründenden Tätigkeit der Karpfen wurden diese nur in den Vorbecken ausgesetzt.

Die Wiehltalsperre und der sie umgebende Wasserschutzwald begünstigen die Entwicklung einer vielfältigen Fauna und Flora. Ornithologische Bestandsaufnahmen über einige Jahre weisen die Wiehltalsperre als Lebensraum vieler Vogelarten aus. Ihr Brutgebiet finden hier z. B. Baumfalken, Spechte (darunter Schwarz- und Kleinspecht), Eisvögel, Kreuzschnäbel, Flußregenpfeifer, Flußuferläufer, Haubentaucher, Kiebitze, Neuntöter, Raubwürger, Milane und verschiedene Entenarten. Über viele Jahre wird die Wiehltalsperre von zahlreichen Wintergästen besucht und bietet Zugvögeln Rastmöglichkeit auf ihren langen Wanderwegen.

Besonders erwähnenswert sind die Beobachtungen von Fischadlern, Gänsesägern, Kormoranen, Kranichen, Bekassinen, Stern- und Zwergtauchern sowie Berg- und Pfeifenten während der Zugzeit (mündliche Mitteilung JAKOBS 1989).

### Sediment

Aufgrund der besonderen Verhältnisse an der Wiehltalsperre ist zu erwarten, daß die Sedimentablagerungen an den Hängen sehr gering sind und zur Talsperrenmitte hin stärker werden. Es ist anzunehmen, daß die Sedimentablagerungen in der Hauptsperre relativ gering sind, das liegt einerseits an der kurzen Betriebszeit (seit 1976) und zum anderen daran, daß kaum Erosionsabspülungen in die Talsperre gelangen, weil der dichte Waldbestand an der Talsperre und die Vorsperren dies verhindern.

### Schutz-, Sanierungs- und Restaurationsmaßnahmen

Die im Einzugsgebiet der Talsperre anfallenden Abwässer werden über ein Kanalsystem an der Talperre vorbeigeführt und einem Klärwerk unterhalb zugeleitet. Durch diese Maßnahme werden die Pflanzennährstoffe, die eine schnelle Eutrophierung des Talsperrenwassers bewirken würden, ferngehalten. Die drei genannten Vorbecken (Hohl, Meiswinkel und Finkenrath) sorgen für eine Vorreinigung. Das Wasser gelangt über Tauchwände in die Hauptsperre.

Die Wiehl als Hauptzufluß zur Talsperre wird zusätzlich über eine Rechenanlage geleitet.

Aufgrund einer rechtskräftigen Wasserschutzonenverordnung wurde an der Wiehltalsperre zur Sicherung einer guten Beschaffenheit des Talsperrenwassers und damit der Trinkwasserversorgung ein 100 m breiter Uferschutzstreifen angelegt, in dem Düngungs- und Schädlings-

bekämpfungsmaßnahmen verboten sind und der nicht betreten werden darf (Schutzzone I). In der zweiten Zone (Schutzzone II) besteht generelles Bauverbot, sowie eine Beschränkung in der Anwendung von organischen Düngern und Pestiziden. Ein gut ausgebautes Wegenetz ermöglicht Besuchern, sich an der Wiehltalsperre zu erholen, ohne die Wasserschutzfunktion zu beeinträchtigen.

Aufgrund der guten Wasserqualität und den nur selten auftretenden Algenmassenentwicklungen, stehen z. Z. Sanierungsmaßnahmen nicht zur Diskussion.

Einer der wichtigsten vorsorglichen Maßnahmen zum Schutz der Talsperre und damit unseres Trinkwassers ist die Pflege und Erhaltung des Waldes, durch den viele schädigende Einflüsse, vor allem Erosionsvorgänge mit erhöhtem Schad- und Nährstoffeintrag von der Talsperre ferngehalten werden.

#### Literatur

AGGERVERBAND (1974): Wasserwirtschaft in einer Mittelgebirgslandschaft. – Gummersbach.

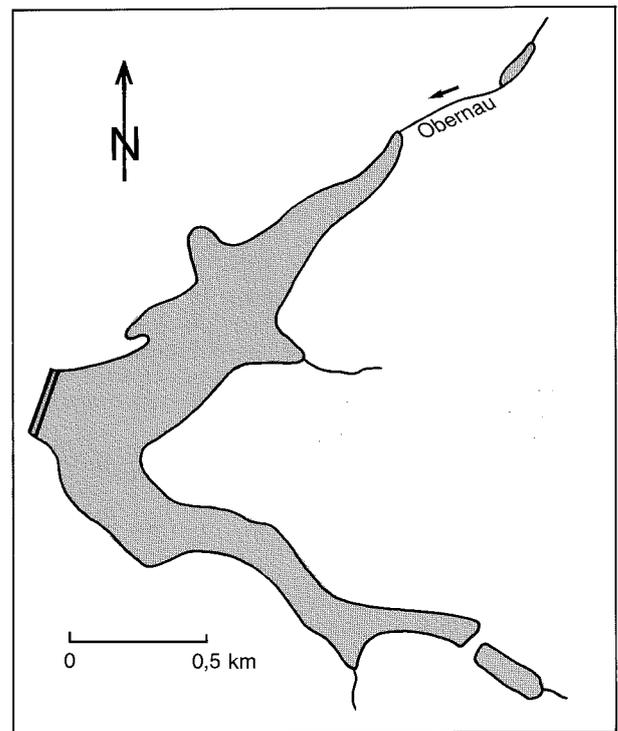
GALUNDER, R. (1988): Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen der Talsperren des Oberbergischen Kreises unter Berücksichtigung ihrer Standortverhältnisse. – *Decheniana* 141, 58–85.

JACOBS, R. (1989): Mündliche Mitteilung.

ZUMBROICH, Th. (1985): Die Wiehltalsperre und ihr Wassereinzugsgebiet – Untersuchungen zum Jahresgang des Nährstoffgehaltes und der Planktonentwicklung – Dipl. Geographie Univ. Bonn (unveröff.)

# Obernautalsperre

Topographische Karte: L 5114  
Gewässersystem: Obernaubach/Sieg/Rhein  
Stauziel: 369,7 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,86 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 14,9 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 43 m  
Mittlere Tiefe: 17 m  
Ausbaugrad: 80%  
Umgebungsfaktor: 13 (mit Beileitungen 25)  
Länge des überstauten Tals: 2 km  
Absperrbauwerk: Steinschüttdamm mit Asphaltbeton-Außendichtung  
Kronenlänge: 300 m  
Uferentwicklung: ca. 2,2  
Talsperrentyp: Muldental  
Vorsperren: je eine Vorsperre im Nauholz- und im Obernautal  
Zirkulationstyp: monomiktisch  
Lage des Auslaufs: Entnahmeturm mit Entnahmemöglichkeiten zwischen NN + 359,6 m bis NN + 334,6 m  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz  
Einzugsgebiet: 11,3 km<sup>2</sup> Hauptsperre + 10,2 km<sup>2</sup> Beileitungen  
Einwohner: 0  
Nutzung der Landfläche: überwiegend Wald  
Nutzer: Wasserverband Siegerland  
Jahr der Inbetriebnahme: 1972



## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Zur Sicherung der Trinkwasserversorgung im Gebiet des Wasserverbandes Siegerland wurde von 1967 bis 1972 die Obernautalsperre errichtet. Sie hat einen 60 m hohen Steindamm mit Asphalt-Beton-Außendichtung. Der Stauinhalt beträgt 15 Mio m<sup>3</sup>. Zum Einzugsgebiet gehören Beileitungen aus dem oberen Siegtal.

Zur Talsperre gehört – 6 km unterhalb gelegen – eine Trinkwasseraufbereitungsanlage mit zweistufiger Kontaktfiltration in offenen Schnellfiltern. Bei zwanzigstündigem Betrieb leistet sie 45 000 m<sup>3</sup>/d. Zur Trinkwasserentnahme dient ein Entnahmeturm mit 6 Einläufen.

## Einzugsgebiet

Das unbewohnte Einzugsgebiet ist überwiegend bewaldet. Da eine landwirtschaftliche Nutzung ebenfalls nicht stattfindet, sind gute Voraussetzungen für die Trinkwassergewinnung gegeben. Die für die Wasserqualität wichtigen geologischen Verhältnisse (Siegener Schichten) zeichnen sich durch Kalkarmut aus.

Die wichtigsten der Obernautalsperre zufließenden Bäche heißen Obernaubach, Nauholzbach und Sieg.

## Wasserbeschaffenheit

Entsprechend den geologischen Voraussetzungen enthält die Obernautalsperre weiches Wasser (Gesamthärte: 1,8 +/- 0,2 °dH). Die Leitfähigkeit ist mit durchschnittlich 80 +/- 5 µS/cm ebenfalls äußerst niedrig.

Die überwiegend waldbauliche Nutzung bedingt niedrige Nitratwerte im Rohwasser (NO<sub>3</sub>-N im Mittel 0,9 mg/l). Als limitierender Faktor für das Algenwachstum wurden für Phosphat durchschnittlich folgende Werte ermittelt: PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>: 1 µg/l, P-Gesamt: 11 µg/l.

## Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Ein Wasserschutzgebiet ist ausgewiesen. Eine Sanierung ist nicht erforderlich.

Ab 1982 wird auf eine Belüftung (Vollumwälzung) verzichtet.

# Wahnbachtalsperre

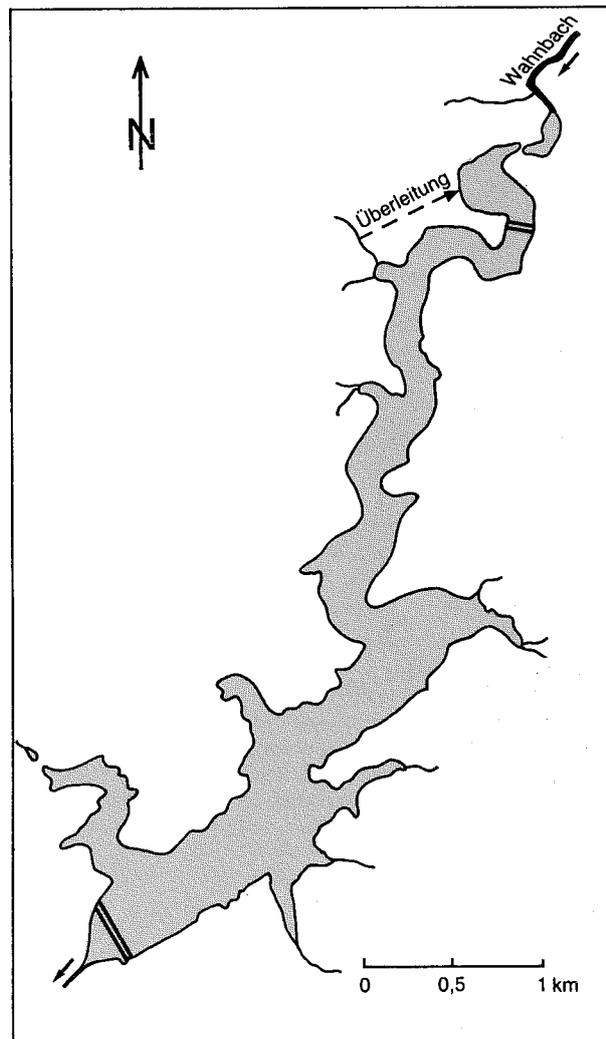
Topographische Karte: L 8105 Köln-Mühlheim  
Gewässersystem: Wahnbach/Sieg/Rhein  
Stauziel: 124 m  
Speicheroberfläche: 1,99 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 40,9 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 46 m  
Mittlere Tiefe: 21 m  
Ausbaugrad: 105 %  
Umgebungsfaktor: 34,7  
Länge des überstauten Tals: 7,5 km  
Absperrbauwerk: Steinschüttdamm mit Außendichtung  
Kronenlänge: 379 m  
Uferentwicklung: ca. 4,6  
Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
Vorsperren: 3 (s. u.)  
Zirkulationstyp: fast in jedem Jahr monomiktisch  
Lage des Auslaufs: vorwiegend am Grundablaß oder 10 m darüber  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Energieerzeugung  
Einzugsgebiet: 69 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Wald 28 %, Acker 51 %, Wiesen und Weiden 12 %, Bebaute Flächen 9 %  
Einwohner: 15 000  
Eigentümer: Wahnbachtalsperrenverband  
Jahr der Inbetriebnahme: 1958

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Talsperre wurde 1954–1958 gebaut zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung des Bonn-Siegburger Raumes und zur Deckung des Betriebswasserbedarfs eines wasserintensiven Industriebetriebes in Siegburg. 1972 fiel diese Aufgabe weg. Seither dient die Talsperre vorwiegend der Trinkwassergewinnung. Weitere Nutzungen sind Hochwasserschutz und Niedrigwasseraufhöhung der Sieg. Bei ausreichendem Wasserstand wird zu den Elektropumpen, die das Talsperrenwasser zur Trinkwasseraufbereitungsanlage pumpen, eine Turbinenpumpe zugeschaltet. Bauherr, Eigentümer und Betreiber der Talsperre ist der Wahnbachtalsperrenverband. Hauptzufluß ist der Wahnbach, der etwa 90 % des Gesamtzuflusses ausmacht. Es existieren außerdem ca. 20 erheblich kleinere, seitliche Zuflüsse. Vorbecken sind am Hauptzufluß (Wahnbach) sowie an zwei seitlichen Zuflüssen (Derenbach und Bleibach) vorhanden. Seit 1977 wird das Wahnbachvorbecken als Rückhaltebecken für die Phosphor-Eliminierungsanlage (PEA) betrieben.

Die Bedeutung der Talsperre liegt in erster Linie in der Trinkwasserversorgung für den Raum Köln-Bonn. Ca. 800 000 Menschen werden aus der Wahnbachtalsperre mit Trinkwasser versorgt.

Wegen der Belastung aus dem Einzugsgebiet mußten frühzeitig wissenschaftliche Forschungen und technische



Entwicklungen in Angriff genommen werden, um die Talsperre zu sanieren und restaurieren. Daher besitzt die Talsperre eine große Bedeutung als Forschungsobjekt für die angewandte Limnologie. Die Sanierung der Talsperre mittels Phosphateliminierung ist als limnologischer Großversuch zu betrachten. Dasselbe gilt für die hypolimnische Belüftung, die an der Wahnbachtalsperre zuerst entwickelt worden ist.

## Einzugsgebiet

Der Untergrund des Einzugsgebietes besteht aus devonischem Schiefer, der von kalkarmem Löss-Lehm wechselnder Mächtigkeit (bis 5 m) überdeckt wird. In eine allmählich von SW nach NO ansteigende Hochfläche haben sich steilwandige Täler eingeschnitten. Die Talhänge sind zumeist mit Wald bestanden, der sowohl aus Laubgehölzen (Eichen, Buchen, Hainbuchen), als auch aus Nadelbäumen (Kiefern, Fichten) besteht. Die Talau

des Wahnbaches ist mit Wiesen bestanden. Auf den höher gelegenen Gebieten, die weniger stark geneigt sind, werden Weidewirtschaft und Ackerbau betrieben. Angebaut werden verschiedene Getreidearten, vor allem Mais, sowie Kartoffeln und Rüben. Vorherrschende Siedlungsform ist die Streusiedlung. Es existieren mehr als 100 Siedlungen, von denen lediglich 2 mehr als 500 Einwohner haben. Nur die Abwässer der größten im Einzugsgebiet gelegenen Gemeinde werden zentral in einer Kläranlage gereinigt. Die Abwässer der anderen Siedlungen werden versickert.

#### Ufer

Die Ufer sind steil und zumeist steinig bis felsig. Aufgrund des stark schwankenden Wasserstandes kann sich eine ausdauernde Ufervegetation nicht entwickeln. Ein Schutzforststreifen, der größtenteils aus Nadelbäumen besteht, reicht bis an die Hochwasserlinie.

#### Wasserbeschaffenheit

Aufgrund der geochemischen Verhältnisse im Einzugsgebiet ist das der Talsperre zufließende Wasser weich und hat einen geringen Salzgehalt. Die Leitfähigkeit des Talsperrenwassers beträgt nur 22 mS/m. Die Ionenbilanz ist in Abbildung 1 dargestellt. Auffällig ist, daß hieran das Nitrat einen bedeutenden Anteil ausmacht. Dies ist vor allem auf die intensiv betriebene Landwirtschaft im Einzugsgebiet zurückzuführen, die erheblich dazu beitrug, daß die N- und P-Konzentrationen des Wahnbachs im Verlaufe der letzten 20 Jahre stark angestiegen sind. So betrug das Jahresmittel der Nitrat-Konzentration 1968 10 mg/l, 1988 hingegen 20 mg/l. Auch die  $P_{\text{tot}}$ -Konzentration zeigte einen starken Anstieg (1968: 80 µg/l, 1988: 180 µg/l). Die P-Belastung der Talsperre wird allerdings durch die 1977 in Betrieb gegangene Phosphoreliminierungsanlage stark reduziert. Nähere Angaben hierzu finden sich in Kapitel „Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen.“

Ein Problem, dessen Bedeutung in neuerer Zeit zugenommen hat, ist die Belastung der Talsperre mit Pflanzenbehandlungsmitteln, deren Konzentration in den Zuflüssen regelmäßig untersucht wird.

In der Zeit von etwa April bis November ist die Talsperre temperaturgeschichtet. Im Winter herrscht zumeist Vollzirkulation. Eine Eisbedeckung tritt nur selten ein. Bei extremen Hochwässern kommt es zur Ausbildung von Kurzschlußströmungen.

Das Wasser kann aus fünf verschiedenen Entnahmeniveaus entnommen werden. Außerdem existiert eine Hochwasserentlastung, die aufgrund des großen Ausbaugrades allerdings nur selten anspricht. Das Wasser für die Niedrigwasseraufhöhung wird über den Grundablaß abgegeben.

Das Wasser für die Trinkwassergewinnung wird über die verschiedenen Entnahmeöffnungen aus der Tiefe entnommen, in der die jeweils beste Wasserqualität gegeben ist. Dies ist normalerweise der mittlere hypolimnische

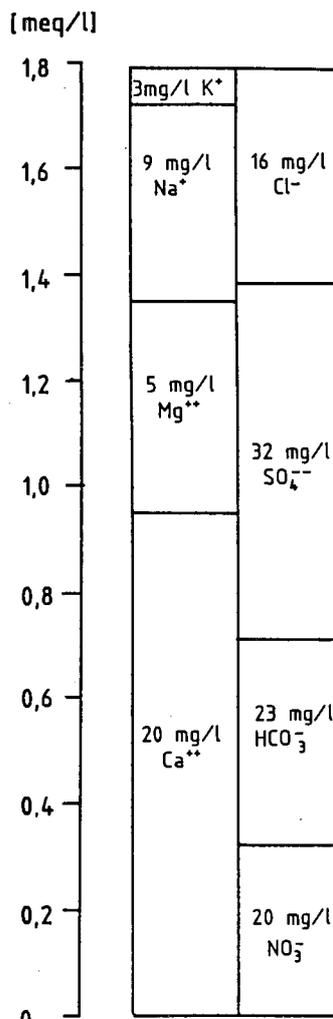


Abbildung 1: Ionenbilanz des Wassers der Wahnbachtalsperre

Bereich, der in etwa der Entnahme 10 m über Grund entspricht. Wenn es die Wasserbeschaffenheit am Sperrgrund zuläßt, wird das Trinkwasser über den Grundablaß entnommen. Anlaß für die Verlegung der Rohwasserentnahme vom Grundablaß auf ein höheres Niveau ist meistens die Freisetzung von Mangan aus dem Sediment. Durch eine hypolimnische Belüftung, die seit Mitte der sechziger Jahre fast in jedem Sommer in Betrieb ist, kann diese Manganfreisetzung stark vermindert, aber nicht völlig ausgeschaltet werden.

Die drei oberen Rohwasserentnahmen werden nur selten benutzt, das heißt nur im Winter, wenn wenig Plankton im Wasser vorhanden ist und erhöhten hochwasserbedingten Trübstoffeinbrüchen ausgewichen werden muß.

## Flora und Fauna

Die wichtigste Phytoplanktongruppe stellen z. Z. die Diatomeen (Kieselalgen) dar, von denen verschiedene *Melosira*-Arten, *Asterionella formosa* und *Synedra acus* die bedeutendsten sind. *Diatoma elongatum* ist seit Inbetriebnahme der Phosphoreliminierungsanlage verschwunden. An zweiter Stelle sind die Chrysophyceen (Goldalgen) zu nennen, von denen insbesondere *Dinobryon sociale* und *Synura uvella* häufig auftreten. *Synura* kommt vorwiegend in den Flachwassergebieten in Nähe der Stauwurzel vor und trat mit besonders großer Häufigkeit in den ersten Jahren nach Inbetriebnahme der PEA auf. Auch die Dinoflagellaten *Peridinium cinctum* und *Ceratium hirundinella* kommen vorwiegend in den Flachwassergebieten vor. Die Cyanophyceen (Blaualgen), die mit *Oscillatoria rubescens* vor Inbetriebnahme der PEA in manchen Jahren absolut dominierten, sind seit Inbetriebnahme der PEA im Herbst 1977 aus dem Phytoplankton fast völlig verschwunden. Auch die Conjugaten (Jochalgen), von denen früher mehrere Arten wie z. B. *Cosmarium depressum* häufig, aber nie dominierend auftraten, findet man heute nicht mehr. Recht häufig sind nach wie vor verschiedene Cryptophyceen, während die Chlorophyceen (Grünalgen) in der Wahnbachtalsperre nie eine große Rolle gespielt haben.

Makrophyten haben aufgrund des stark wechselnden Wasserstandes in der Talsperre naturgemäß schlechte Lebensbedingungen. In den Flachwassergebieten an der Stauwurzel haben sich aufgrund der nach Inbetriebnahme der PEA gestiegenen Klarheit des Wassers kleine Bestände von *Batrachium spec.* und *Potamogeton crispus* angesiedelt. Seit dem Jahre 1988 wurde in unmittelbarer Nähe des Dammes auf der Hangböschung ein größerer Bestand von *Elodea nuttallii* beobachtet.

Das Zooplankton wird geprägt durch verschiedene Rotatorien (Rädertiere), wobei Vertreter der Gattungen *Keratella*, *Kellicottia*, *Gasteropus* und *Lecane* hervorzuheben sind. Sie sind vorwiegend in der warmen Jahreszeit im Epilimnion zu finden, während *Notholca caudata* gegen Ende des Winters ihre maximale Entwicklung erreicht. Diese kaltstenotherme Art trat erst nach Inbetriebnahme der PEA in der Wahnbachtalsperre häufig auf. Das Crustaceen-Plankton, das mit verschiedenen Daphnien, Bosminen und Copepoden vertreten ist, tritt an Bedeutung hinter dem Rotatorien-Plankton zurück. Über die Artenzusammensetzung der Kleinkrebsfauna ist fast nichts bekannt. Das gleiche gilt für die Bewohner des Sediments. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Tubificiden (Schlammröhrenwürmer) und Larven von Chironomiden (Zuckmücken). In den letzten Jahren ist in den schlammreichen Flachwassergebieten *Anodonta* (Teichmuschel) recht häufig geworden.

Die Fischfauna wird durch Besatzmaßnahmen entscheidend in ihrer Zusammensetzung beeinflusst. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Hechte, Zander, Karpfen und Schleien, daneben auch um Aale und Forellen. Es ist besonders darauf hinzuweisen, daß die Talsperre eine sich selbst erhaltende Population von Felchen besitzt, die

Anfang der sechziger Jahre aus dem Laacher See eingebürgert wurden. Ohne durch Besatzmaßnahmen gefördert zu sein, kommen die Arten Rotaugen, Döbel, Güster, Brachsen und Flußbarsch häufig vor.

Wasservögel sind als ständige Bewohner recht selten. Als Brutvögel gibt es lediglich einige Stockenten und Haubentaucher. Das ganze Jahr über werden Graureiher beobachtet. Als Wintergäste sind die Stockenten am bedeutendsten. Die Talsperre wird aber auch in jedem Winter von einigen Gänsesägern, Blebhühnern und Kormoranen besucht.

## Sediment

Das Sediment der Talsperre ist überwiegend allochthoner Herkunft. Es handelt sich vor allem um Tonmineralien, die als Erosionsprodukte von den Ackerflächen im Einzugsgebiet stammen. In den tiefen Teilen der Talsperre ist das Sediment nur wenige Zentimeter stark, während in der Nähe der Stauwurzel Schlammبانke abgelagert sind, die mehrere dm Mächtigkeit erreichen. Diese Schlammبانke sind als interne Nährstoffquelle zu betrachten, was daraus hervorgeht, daß die Sichttiefe aufgrund des hier stärkeren Algenwachstums in den Flachwassergebieten im Sommer viel geringer ist als in der Nähe des Hauptdammes (vergl. Abb. 2), obwohl während dieser Zeit durch den Betrieb der PEA praktisch keine Nährstoffe in den oberen Sperrbereich gelangen.

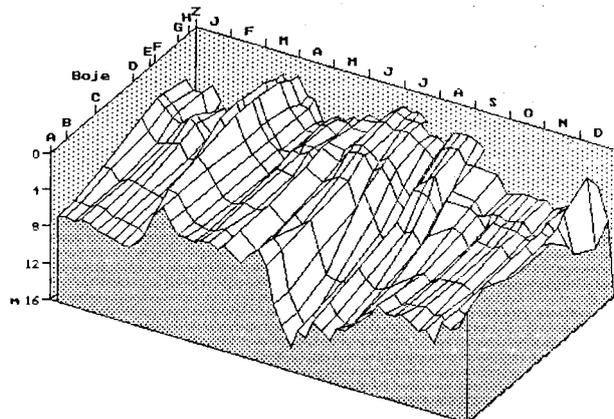


Abbildung 2: Sichttiefen der Wahnbachtalsperre 1988

## Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Für die Wahnbachtalsperre wurden bereits im Jahre 1969 Schutzgebiete ausgewiesen. Diese Ausweisung wird zur Zeit erneuert, da aufgrund der gemachten Erfahrungen die Anforderungen erheblich gestiegen sind. Hierbei muß der Belastung der Talsperre aus dem landwirtschaftlichen Bereich und zwar nicht nur mit Algennährstoffen, sondern auch mit Pflanzenbehandlungsmitteln, besondere Beachtung geschenkt werden.

Die Hänge an der Talsperre sind mit einem Schutzforst bestanden. Dieser bestand ursprünglich aus Misch- und Laubwald. Ein an das Wasser grenzender 100 m breiter

Streifen wurde im Laufe der Zeit in Nadelwald umverwandelt, um die Talsperre vor dem Einfall von Fallaub zu schützen.

Wie bereits oben erwähnt wurde, war eines der wichtigsten Qualitätsprobleme der Talsperre der Sauerstoffmangel im Hypolimnion und die damit im Zusammenhang stehende Freisetzung von Mangan aus dem Sediment. Dieses Problem wurde mit Hilfe einer hypolimnischen Belüftung angegangen, die im Jahre 1966 erstmals in Betrieb genommen wurde. Seither wird die hypolimnische Belüftung in fast jedem Jahr jeweils während der sommerlichen Schichtungsperiode betrieben. Im Herbst wird mit Hilfe freiaufsteigender Luftblasen im Bereich der größten Sperrtiefe die Vollumwälzung vorzeitig ausgelöst. Abbildung 3 zeigt den langfristigen Verlauf der Konzentrationen des Sauerstoffs und des gelösten Mangans an der Wasser-Sediment-Grenzschicht. Man erkennt sehr gut die Gegenläufigkeit der Konzentrationen dieser beiden Stoffe. Auffällig sind besonders die Jahre 1974 und 1987, in denen die Mangankonzentrationen viel höher waren als sonst, weil in diesen Jahren die Belüftung aus experimentellen Gründen außer Betrieb blieb. Im Vergleich mit den übrigen Jahren zeigt sich sehr gut die Wirkung der hypolimnischen Belüftung in der Talsperre.

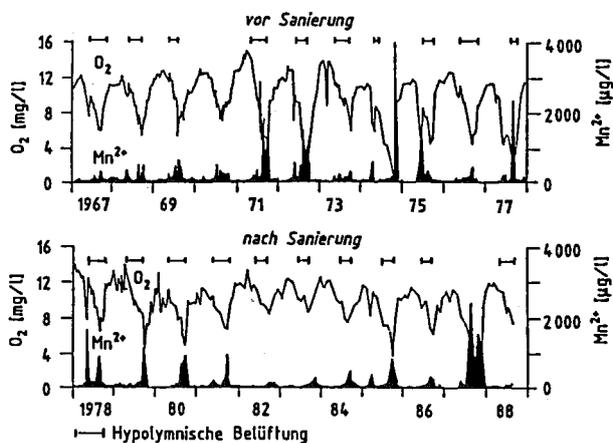


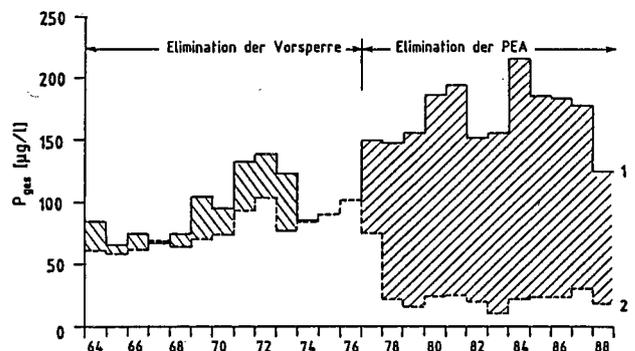
Abbildung 3:  $O_2$  und  $Mn^{2+}$  in der Wahnbachtalsperre unmittelbar über dem Sediment

Der hypolimnische Sauerstoffmangel steht in Zusammenhang mit der in der Talsperre ablaufenden Bioproduktion, die wiederum von der Belastung der Talsperre mit Pflanzennährstoffen abhängt. Die erhöhte Bioproduktion zeigte sich in den sechziger Jahren in immensen Algenblüten, die zu großen Problemen bei der Trinkwasseraufbereitung führten. Als Beispiele seien Kieselalgen der Gattung *Melosira* genannt, die vorzeitige Filterverstopfungen verursachten sowie Blaualgen, z. B. *Oscillatoria rubescens*, die in den Filtern der Aufbereitungsanlage nur unter großen technischen Schwierigkeiten in befriedigendem Ausmaß zurückzuhalten sind. Der Eigentümer der

Talsperre ist immer davon ausgegangen, daß es für die Abhilfe dieser Probleme nicht zweckmäßig erscheint, zusätzliche aufwendige Aufbereitungsanlagen zu installieren, sondern daß es sinnvoller ist, die Ursachen für das starke Algenwachstum zu beseitigen.

Ursache des Algenwachstums ist die hohe Belastung der Talsperre mit Phosphaten und Nitraten, wobei dem Phosphor die Rolle des limitierenden Nährstoffs zukommt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Belastung der Talsperre mit Phosphor weitgehend zu verhindern. Gezielte Untersuchungen ergaben, daß der in die Wahnbachtalsperre gelangende Phosphor zu 60–70 % aus diffusen Quellen und zwar vor allem aus dem landwirtschaftlichen Bereich stammte. Deshalb reicht es nicht, ihn durch eine dritte Reinigungsstufe an der einzigen Kläranlage im Einzugsgebiet zurückhalten zu wollen. Es ergibt sich vielmehr die Notwendigkeit, den Phosphor aus dem Hauptzufluß zu eliminieren, um eine ausreichende Verminderung des Eintrags in die Talsperre zu erreichen.

Nach mehr als 15jähriger Entwicklungsarbeit wurde 1977 am Hauptzufluß die Phosphoreliminierungsanlage (PEA) in Betrieb genommen, mit deren Hilfe es gelungen ist, die Phosphorzufuhr zum Stausee drastisch zu reduzieren. Dies wird mit Abbildung 4 gezeigt. Man erkennt, daß sich die Belastung des Wahnbachs mit Gesamtphosphor von der Mitte der sechziger zur Mitte der achtziger Jahre etwa verdoppelt hat. Mit Hilfe der PEA gelingt es, die P-Konzentration des Hauptzuflusses auf  $5 \mu\text{g/l } P_{\text{tot}}$  zu begrenzen. Da die seitlichen Zuflüsse der Talsperre noch nicht saniert sind und da bei Hochwässern über  $5 \text{ m}^3$  die Kapazität der PEA nicht ausreicht, beträgt die gemittelte Zulaufkonzentration (über alle Zugänge einschließlich Niederschlag) 15 bis  $25 \mu\text{g/l } P_{\text{tot}}$ , während sie ohne den Betrieb der PEA 150 bis  $200 \mu\text{g/l } P_{\text{tot}}$  betragen würde.



- 1 = Wahnbach + Niederschläge + Nebenbäche  
2 = Überlauf der Vorsperre + Ablauf der PEA + Niederschläge + Nebenbäche

Abbildung 4: Jährliche gewichtete Mittel der  $P_{\text{tot}}$ -Konzentration in den Zuläufen der Wahnbachtalsperre im Vergleich zu Grenzkonzentrationen nach Vollenweider

Das in der PEA produzierte Wasser hat nahezu Trinkwasserqualität, kann aber nicht direkt als Trinkwasser genutzt werden, weil das jahreszeitliche Wasserdargebot nicht mit dem Trinkwasserbedarf übereinstimmt. Deshalb ist die Talsperre zum Zwecke der Wasserspeicherung nach wie vor erforderlich.

Anhand der Abbildungen 5 bis 7 wird gezeigt, wie sich die Phosphoreliminierung in der Talsperre ausgewirkt hat. In Bild 5 ist die langfristige Entwicklung der Konzentration des  $P_{tot}$  und des  $o-PO_4-P$  in der Talsperre dargestellt. Man erkennt den starken Abfall der Konzentration des  $P_{tot}$  nach Inbetriebnahme der PEA. Die Konzentration des  $o-PO_4-P$  liegt seit diesem Zeitpunkt fast immer unter der Bestimmbarkeitsgrenze.

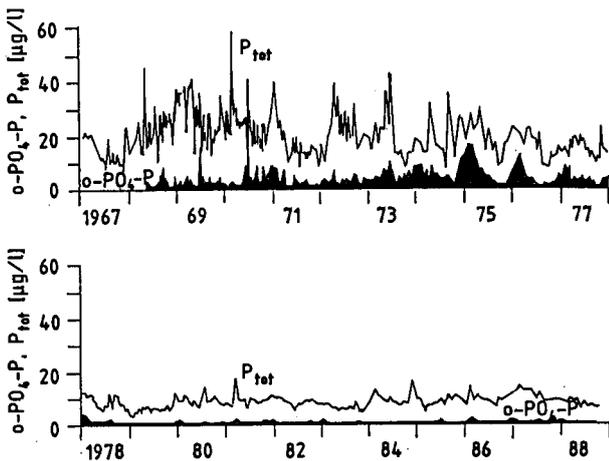


Abbildung 5:  $P_{tot}$ - und  $o-PO_4-P$ -Konzentration in der Wahnbachtalsperre vor Inbetriebnahme der PEA (oberes Diagramm) und danach (unteres Diagramm)

In Abbildung 6 ist die langfristige Entwicklung der Chlorophyll-a-Konzentration dargestellt. Man beachte den unregelmäßigen Verlauf. Maxima können zu allen Jahreszeiten auftreten. Es ist jeweils vermerkt, welche Algenart an der Ausbildung eines Maximums vorwiegend beteiligt war. Nach Inbetriebnahme der PEA treten diese Spitzenwerte viel seltener auf und sind niedriger als zuvor. Eine starke Blüte der Blaualge *Oscillatoria rubescens* ist in der Farbtabelle dargestellt

Daß sich die Bioproduktion in der Talsperre nach Inbetriebnahme der PEA erheblich verringert hat, kann man auch sehr gut anhand der langfristigen Aufzeichnung des pH-Wertes erkennen (s. Abb. 7). Der durch den Hydrogencarbonat-Verbrauch bedingte sommerliche Anstieg des nahe der Wasseroberfläche gemessenen pH-Wertes ist in den Jahren nach Inbetriebnahme der PEA viel geringer als in den Jahren vorher.

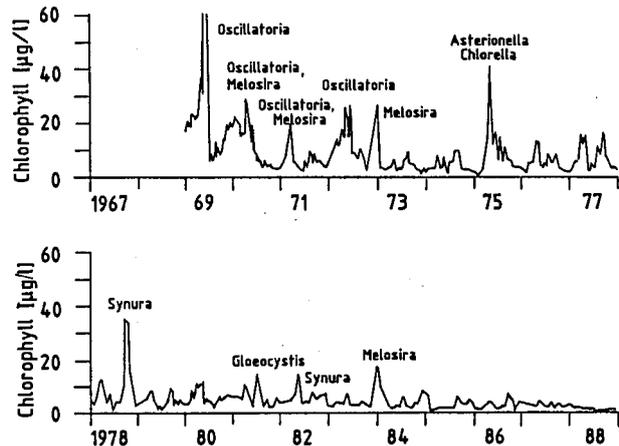


Abbildung 6: Chlorophyll-Konzentration in der Wahnbachtalsperre zwischen Oberfläche und 10 m Tiefe vor Inbetriebnahme der PEA (oberes Diagramm) und danach (unteres Diagramm)

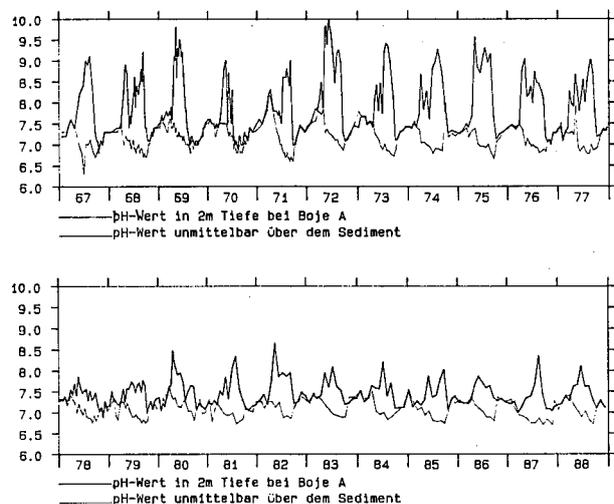


Abbildung 7: pH-Wert vor und nach der Inbetriebnahme der PEA.

#### Literatur

- BERNHARDT, H. (1975): Ten years experience of reservoir aeration. Progress in Water Technol. 7.
- BERNHARDT, H. (1978): Die hypolimnische Belüftung der Wahnbachtalsperre. gwf-wasser/abwasser 119, (4), 177-182.
- BERNHARDT, H., CLASEN, J., HOYER, O. & A. WILHELMS (1978): Oligotrophierung stehender Gewässer durch chemische Nährstoffeliminierung aus den Zuflüssen am Beispiel der Wahnbachtalsperre. DVGW-Schriften: Wasser 18, 3-85.
- BERNHARDT, H., CLASEN, J., HOYER, O. & A. WILHELMS (1985): Oligotrophierung stehender Gewässer durch chemische Nährstoffeliminierung aus den Zuflüssen am Beispiel der Wahnbachtalsperre (Gesamtbericht). Arch. Hydrobiol./Suppl. 70 (4), 481-533.

- BERNHARDT, H., SUCH, W. & A. WILHELMS (1969): Untersuchungen über die Nährstofffrachten aus vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten mit ländlicher Besiedlung. Münchener Beitr. Abwasser-, Fisch-, Flußbiol. 16, 60–118. Verlag R. Oldenbourg, München.
- CLASEN, J. (1969): *Lepthothrix echinata* und die Mangankonzentration in der Wahnbachtalsperre. Städtehygiene 20, 171–174.
- HÖTTER, G. (1979): Die technische Lösung der Konzeption der Phosphor-Eliminierungsanlage an der Wahnbachtalsperre. Z. f. Wasser- u. Abwasser-Forsch. 12, 164–168.
- HOYER, O., BERNHARDT, H., CLASEN, J. & A. WILHELMS (1982): In situ studies on the exchange between sediment and water using caisson in the Wahnbach reservoir. – Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 18, 79–100.
- SCHILDER, S. (1958): Trink- und Betriebswasserversorgung im Bonn Siegburger Raum gwf.-wasser/abwasser 99, (38), 951–957.

# Wehebachtalsperre

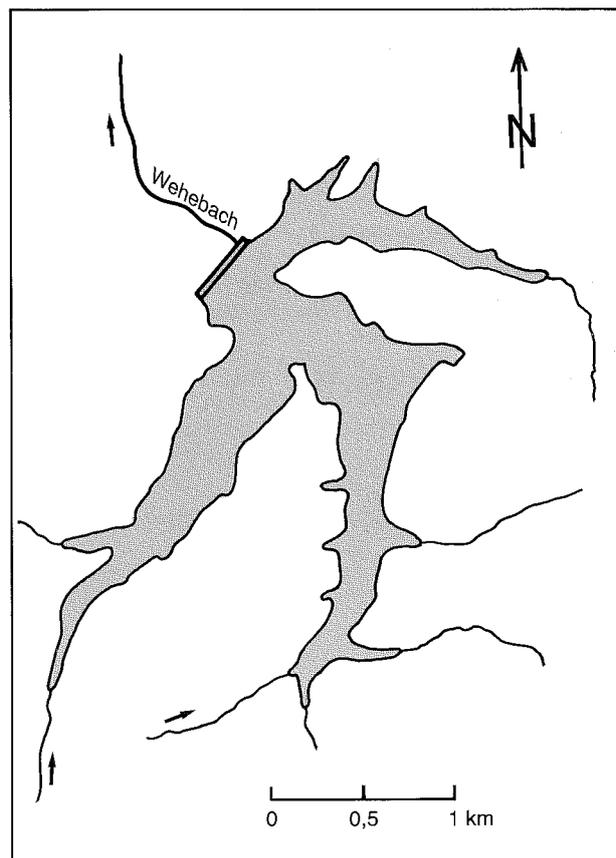
Topographische Karte: L 5302 Aachen,  
L 5304 Zülpich  
Gewässersystem: Wehebach/Inde/Rur/Maas  
Stauziel: 251,8 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 1,62 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 27,10 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 43 m  
Mittlere Tiefe: 17 m  
Ausbaugrad: 120 %  
Umgebungsfaktor: 26,9  
Länge des überstauten Tals: 4 km  
Absperrbauwerk: Felsschüttdamm  
Kronenlänge: 435 m  
Uferentwicklung: ca. 3,9  
Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
Vorsperren: 6 Sickerbecken  
Zirkulationstyp: fast in jedem Jahr dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß, Betriebsauslaß für  
die Wasserversorgung  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz,  
Trinkwassergewinnung, Niedrigwasseraufhöhung  
Einzugsgebiet: 43,5 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Wald 75,9 %,  
Acker 10,0 %, Wiesen und Weiden 10,6 %,  
bebaute Flächen etc. 3,5 %  
Einwohner: ca. 150  
Eigentümer/Betreiber: Talsperrenverband Eifel-Rur,  
Aachen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1983

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der Gedanke im Wehebachtal eine Trinkwassertalsperre zu errichten, ist schon älter als 50 Jahre, denn die Qualität des in diesem überwiegend bewaldeten und fast unbesiedelten Gebiet anfallenden Wassers sowie die zentrale Lage zu den Aachener und Dürener Versorgungsräumen boten günstige Voraussetzungen für das Vorhaben. Als Mitte der 60er Jahre erkennbar wurde, daß vornehmlich die für die Trink- und Brauchwasserversorgung bereitzustellende Wassermenge nicht mehr zu decken sein würde, nahmen die Planungen für eine Wehebachtalsperre konkretere Gestalt an. Ende 1969 übernahm der Talsperrenverband Eifel-Rur offiziell die Trägerschaft für dieses Projekt.

Aufgabe der Wehebachtalsperre sollte vornehmlich die Bereitstellung von Wasser für die Wasserversorgung sein. Darüber hinaus wurde ein weitgehender Hochwasserschutz für das untere Wehebach- und Indetal gefordert sowie für Trockenzeiten eine Aufhöhung der natürlichen Wasserführung.

Um diese Aufgaben zu erfüllen, war bei einem mittleren Jahreszufluß von rd. 21 Millionen m<sup>3</sup>, ein ca. 25 Millionen m<sup>3</sup> großer Stauraum erforderlich, was einem Ausbaugrad von 120 % entspricht. In diesem Speicherraum können jährlich bis zu 15 Millionen m<sup>3</sup> Wasser für



die Wasserversorgung bereitgestellt werden. Durch einen 4,5 Millionen m<sup>3</sup> großen Hochwasserschutzraum werden die Hochwasserspitzen um etwa 90 % gedrosselt, so daß an der Sperrstelle maximal nur noch 5 m<sup>3</sup>/s in den Wehebach abfließen. Zur Niedrigwasseraufhöhung kann in Trockenjahren ein Mindestabfluß von 100 l/s (etwa das Dreifache des früheren Dürreabflusses) garantiert werden.

Die Sperrstelle liegt am Burgberg, etwa 2 km oberhalb des Ortsteiles Schevenhütte der Stadt Stolberg und ist gekennzeichnet durch eine sehr steile rechte Flanke und einen flachen und weitauslaufenden linken Hang. Angesichts dieser Talform, der geologischen und bodenmechanischen Verhältnisse, aber auch aus Gründen einer landschaftlichen Einbindung wurde für die Wehebachtalsperre ein Staudamm gewählt. Der rd. 49 m hohe Staudamm wurde als Felsschüttdamm ausgeführt. Das Felsmaterial wurde im Stauraum etwa 300 m von der Sperrstelle entfernt gewonnen und mit wasserseitiger Asphalt-Außenabdichtung und als Erdbebensicherung mit bituminöser Bremszone im Dammkern versehen. Die luftseitige Dammböschung ist mit bindigem Boden und Humus abgedeckt, um eine landschaftsgerechte Bepflanzung zu ermöglichen.

Die betriebliche Wasserregulierung erfolgt durch die sogenannten Betriebsauslässe. Diese, wie auch deren Bedienungseinrichtungen, befinden sich in einem rd. 50 m hohen Betriebsauslaßturm, der auf der Burgbergseite in der Talsperre liegt. Er enthält zwei Naßschächte mit insgesamt 6 verschließbaren Öffnungen, die die Entnahme von Rohwasser mit jeweils optimaler Qualität garantieren.

An den Betriebsauslässen schließt sich ein begehrter Stollen an, der auf 200 m Länge unter dem Burgberg verläuft und in dem die Wasserversorgungs- und Grundablaßleitungen zum Auslaufbauwerk am luftseitigen Dammfuß geführt werden.

Zum sicheren Betrieb der Talsperre sind an den 4 Hauptzuflüssen Pegelanlagen errichtet worden, deren Meßwerte in das Betriebsgebäude fernübertragen werden. Das gleiche gilt auch für den Staurauminhalt und die Abflüsse.

Besonderes Gewicht wurde bei der Planung und dem Bau der Talsperre auf die landschaftliche Gestaltung und Einbindung gelegt. Dies bezieht sich auch auf das weitere Umland mit den Einrichtungen für die Erholungssuchenden. Neue Wege wurden hergestellt und an das bestehende Wegenetz, das teilweise ausgebaut wurde, angeschlossen.

Mit dem Bau der Wehebachtalsperre ist im April 1977 begonnen worden. Im Oktober 1979 waren die Hauptbauwerke dann soweit fertiggestellt, daß der Stauraum eingestaut werden konnte. Nachdem ab Juli 1980 die Talsperre wegen der durch den Ersteinstau bedingten Verschmutzungen noch einmal entleert worden war, erfolgte anschließend seit Anfang 1981 der Probestau. Am 11. Mai 1983 konnte die Wehebachtalsperre ihrer Bestimmung übergeben werden.

#### Einzugsgebiet

Die Wehebachtalsperre umfaßt ein Einzugsgebiet von 43,5 km<sup>2</sup>. Das Niederschlagsgebiet liegt im Bereich der nordöstlichen Ausläufer des „Hohen Venn“. Die Täler der Wehe und ihrer Zuflüsse sind breit und flach ausgebildet. Die höchste Erhebung im Niederschlagsgebiet beträgt ca. 550 m ü. NN. Die Höhenunterschiede zwischen Talsohlen und Bergkuppen sind mit i. M. 50–70 m relativ gering. Die mittlere Neigung der Hänge beträgt etwa 20°.

Geologisch gehören der Beckenuntergrund und seine nähere Umgebung dem nördöstlichen Teil des Venn-Großsattels an, in dem Schichten des Obersten Revin (Kambrium) sowie des Unteren und Oberen Salm (Salm 1 und 2 = Ordovicium) anstehen. Außerhalb des Stauraumes kommen Schichten des Devons und Karbons im Nordwesten wie auch im Südosten des Gebietes vor.

Der größte Teil des Niederschlagsgebietes (75,9%) ist bewaldet, wobei Fichtenbestände als Monokulturen vorherrschen. Rund 20% des Niederschlagsgebietes werden landwirtschaftlich (größtenteils Weidewirtschaft) genutzt, ca. 3,5% sind besiedelt bzw. werden als öffentliche

Straßen- und Wegeflächen in Anspruch genommen. Die wenigen kleinen besiedelten Flächen befinden sich am südlichen und südöstlichen Rand des Einzugsgebietes.

#### Wasserbeschaffenheit

Nach der Frühjahrszirkulation beginnen sich die oberen Wasserschichten ab etwa Anfang April zu erwärmen und erreichen im Sommer bis zu 22 °C. Die Sprungschicht, die im Frühjahr bei ca. 5 m liegt, sinkt bis zum Herbst ab auf 10 bis 15 m.

Im Untersuchungszeitraum 1980 bis 1984 betragen die Gesamtphosphorkonzentrationen im Mittel 20 µg/l. Die höchsten Chlorophyll-Konzentrationen, gemessen in einer Mischprobe aus den oberen 10 Metern im Mai 1982, erreichten etwa 16 µg/l. Im Mittel lag die Chlorophyll-a-Konzentration in den vier Beobachtungsjahren bei nur 5 µg/l. Dennoch verringert sich kurzfristig – zum Beispiel im Juli und August 1981 – bei Phytoplanktonentwicklungen die Sichttiefe (Abb. 1). Seit Mitte 1982 hat sich die Sichttiefe im Mittel gegenüber 1980 und 1981 noch verbessert, sie liegt bei etwa 6 m gegenüber ca. 4 m vorher. Im Tiefenwasser geht im Spätsommer die Sauerstoffkonzentration zurück, aber nicht unter 40% Sättigung.

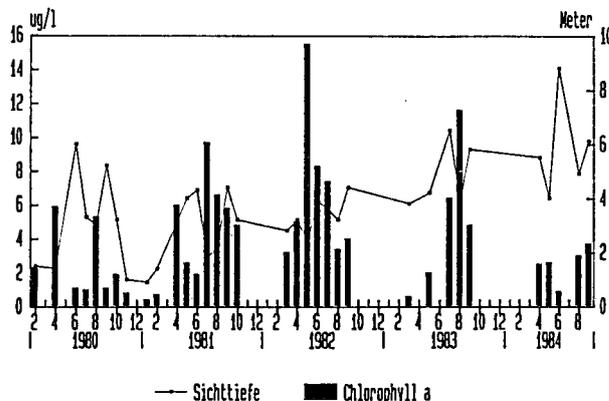


Abbildung 1: Chlorophyll a und Sichttiefe von 1980 bis 1984

Die Wehebachtalsperre ist aufgrund des relativ geringen Nährstoffgehaltes, der nicht starken Phytoplanktonentwicklung mit entsprechend niedrigen Chlorophyll-a-Gehalten, der recht hohen mittleren Sichttiefe und der insgesamt günstigen Sauerstoffverhältnisse im Hypolimnion in den oligo- bis mesotrophen Bereich einzuordnen.

#### Flora und Fauna

Untersuchungen zeigen, daß beim Phytoplankton im Frühjahr die Chrysophyceen mit *Dinobryon* sp. und *Synura uvella* vorherrschen, zum Sommer hin überwiegen die Diatomeen mit *Asterionella*, *Tabellaria*-, *Fragillaria*- und *Synedra*-Arten, im Spätsommer beherrschen Dinoflagellaten mit *Ceratium hirundinella* und *Peridinium*-Arten das Bild.

Hauptbestandteil des Zooplanktons bilden die Rotatorien, Cladoceren und Copepoden. Unter den Rotatorien dominieren die Arten *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* f. *valea*, *Polyarthra dolichoptera p. maiora*, *Filinia longiseta*, bei den Cladoceren herrschen *Daphnia longispina*, bei den Copepoden *Cyclops*-Arten und *Eudiaptomus gracilis* vor.

#### **Schutz- Sanierungs und Restaurierungsmaßnahmen**

Zum Schutz der Wehebachtalsperre als Trinkwasserspeicher sind im oberen Einzugsgebiet der Talsperre sechs Sickerbecken errichtet worden, die dem Wasser Schadstoffe und insbesondere den Pflanzennährstoff Phosphor entziehen sollen.

Aus dem gleichen Grunde wurde auch ein fast 1 km langer Abwasserstollen hergestellt, der die Abwässer der Randsiedlungen aus dem Einzugsgebiet der Wehebachtalsperre herausleitet.

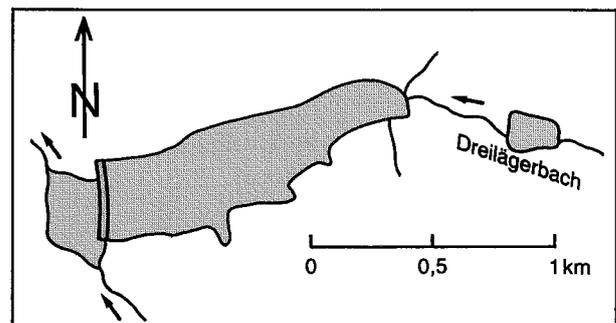
# Dreilägerbachtalsperre

Topographische Karte: L 5302 Aachen  
 Gewässersystem: Dreilägerbach/Rur/Maas  
 Stauziel: 391,5 m ü. NN (nach der Sanierung)  
 Speicheroberfläche: 0,40 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 4,28 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 32 m  
 Mittlere Tiefe: 11 m  
 Ausbaugrad: 50%  
 Umgebungsfaktor: 54  
 Länge des überstauten Tals: 1,5 km  
 Absperrwerk: Gewichtsstaumauer  
 Kronenlänge: 240 m, am südl. Hang Anschluß der Mauer an einen ca. 125 m langen Flügeldamm.  
 Uferentwicklung: ca. 1,6  
 Talsperrentyp: V-Tal  
 Vorsperren: 1 Vorsperre ca. 0,07 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Zirkulationstyp: holomiktisch, dimiktisch  
 Lage des Ablaufs: Entnahmeturm mit oberer Entnahme auf 377 m ü. NN, Entnahme auf 363,0 m ü. NN und Grundablaß auf 357,50 m ü. NN (Maximum über Grundablaß)  
 Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung, Energiegewinnung  
 Einzugsgebiet: 21,5 km<sup>2</sup>  
 Einwohner: ca. 50 (Radarstation)  
 Nutzung der Landfläche: Acker 0%, Grünland 10%, Forst 88%, befestigte Fläche 2%  
 Nutzer: Wasserwerk des Kreises Aachen GmbH  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1912

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Zur Nutzung des Wasserreichtums der Eifel wurde in den Jahren 1909–1911 die Dreilägerbachtalsperre für die Trinkwassergewinnung errichtet. Dazu wurde ein Kerbtal mit einer Länge von 1,5 km überstaut. Das Absperrbauwerk mit einer Breite von 240 m besteht aus einer Schwerkraftstaumauer nach dem Intze-Prinzip. Die Dreilägerbachtalsperre faßt bei Maximalstau 4,3 Mio m<sup>3</sup>.

Sie wurde ursprünglich nur durch den Dreilägerbach mit einem Einzugsgebiet von ca. 11 km<sup>2</sup> gespeist. Mit der Errichtung von zwei Hanggräben in den Jahren 1921 und 1924 wurde das Einzugsgebiet auf ca. 22 km<sup>2</sup> vergrößert. Da mit steigendem Wasserbedarf auch dieses Einzugsgebiet nicht ausreichte, wurde in den Jahren 1924 bis 1926 von Roetgen aus in Höhe der Dreilägerbachtalsperre ein Freispiegelstollen zum Kall- und Keltzerbachtal vorgefahren, um durch zwei Bachfassungen ein benachbartes Niederschlagsgebiet von 29 km<sup>2</sup> zu erschließen. Das Wasser gelangt über den Stollen in freiem Gefälle zur Dreilägerbachtalsperre. Beide Bachfassungen wurden in den Jahren 1934 bis 1935 durch den Bau der Kalltalsperre mit einem Fassungsvermögen von 2,09 Mio m<sup>3</sup> ersetzt. Aus den beiden Einzugsgebieten der Kalltalsperre und der Dreilägerbachtalsperre können in Trockenjahren



12–13 Mio m<sup>3</sup>, in niederschlagsreichen Jahren über 28 Mio m<sup>3</sup> Oberflächenwasser für die Trinkwasserversorgung gewonnen werden. Bereits 1950 war abzusehen, daß in Trockenjahren diese Menge für die Deckung des künftigen Wasserbedarfs im Versorgungsgebiet der Wasserwerke des Kreises Aachen GmbH nicht ausreichen würde. Durch die Mitgliedschaft in verschiedenen Wasserverbänden und die Beteiligung bei Bau und Aufstockung besteht nun die Möglichkeit, auch auf Wassermengen zurückzugreifen, die in der Olefalsperre, der Urftalsperre und im Obersee der Rurtalsperre bereitgehalten werden. Zur Überleitung dieser Mengen in den bereits erschlossenen Raum der Dreilägerbach- und Kalltalsperre wurde in den Jahren 1954 bis 1956 die sogenannte „Rurüberleitung“ gebaut. Die zur Trinkwasserversorgung von etwa 350 000 Einwohnern nötige Wassermenge von über 32 Mio m<sup>3</sup> wird aus diesen fünf Verbundtalsperren gewonnen und entweder über die fließende Welle oder über die Stollenbauwerke letztendlich in die Dreilägerbachtalsperre geleitet. Am Fuße dieser Talsperre befindet sich die Trinkwasseraufbereitungsanlage Roetgen.

## Gewinnung von Talsperrenwasser für die Trinkwasseraufbereitung

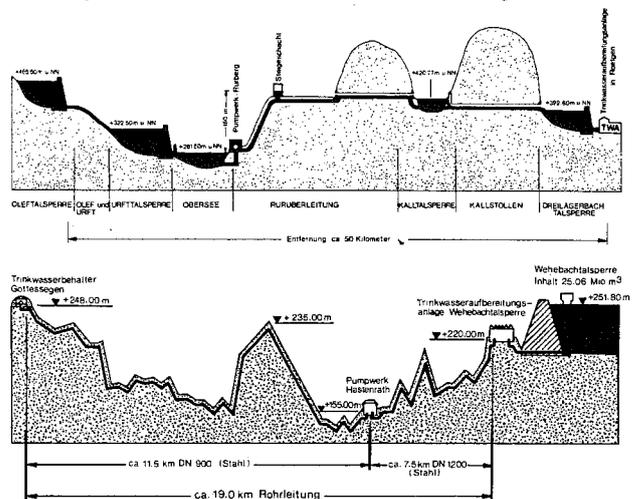


Abbildung 1: Schema der Lage der Verbundtalsperren

### Einzugsgebiet

Der Eifeler Raum gehört zum Flußgebiet der Rur, die auf belgischem Boden am Ostabhang des Hohen Venns entspringt. Das Ausgangsgestein sind Grauwacken, die in der Regel zu Böden des Pseudogleys geführt haben. Daneben tritt in bedeutender Menge auch Hochmoortorf auf. Die geologischen Verhältnisse bieten den hohen Niederschlägen nur wenig Speichermöglichkeit im Untergrund, so daß sie meist spontan oberirdisch zum Abfluß kommen.

Das direkte Einzugsgebiet der Dreilägerbachtalsperre besteht zu 88% aus Forst, zu 10% aus Grünland, etwa 2% sind befestigte Flächen. Die Besiedlung ist mit 50 Einwohnern sehr gering. Dennoch wurde an der Dreilägerbachtalsperre zum Zwecke des Nährstoffrückhalts ein kleines Vorbecken mit einem Inhalt von ca. 70 000 m<sup>3</sup> errichtet. Das Vorbecken hat diese Funktion der Reinhaltung der Talsperre verloren, da noch nie der über diese langen Jahre anfallende Schlamm entfernt wurde und mit Rücklösungsprozessen aus dem Sediment zu rechnen ist. Heute bietet das Vorbecken vielen Wasserpflanzen und -tieren (z. T. seltenere Libellen) einen Lebensraum. Die Aufgabe des Vorbeckens zum Nährstoffrückhalt ist heute auch von untergeordneter Bedeutung, da das Wasser aus den Verbundtalsperren der Dreilägerbachtalsperre erst hinter dem Vorbecken zugeführt wird und der Anteil des Wassers aus dem direkten Einzugsgebiet nach Anbindung der übrigen Talsperren nunmehr 20% der gesamten Zuflußmenge beträgt.

### Ufer

Im Norden wird die Dreilägerbachtalsperre durch ein Steilufer begrenzt, das bis an die Wasseroberfläche mit Buchenmischwald bestanden ist. Im Süden schließt die Talsperre mit einem Flachufer ab, hier wurde zum Schutz ein Nadelwald angelegt. Aufgrund der starken Wasserstandsschwankungen bis zu 8 m innerhalb kurzer Zeit konnte sich keine Ufervegetation ansiedeln.

### Wasserbeschaffenheit

Bis zur Inbetriebnahme des Kallstollen wurde die Dreilägerbachtalsperre nur aus dem Dreilägerbach gespeist. Dieser hat infolge des nahezu reinen Waldeinzugsgebietes einen recht niedrigen pH-Wert (die Minima liegen bei pH 4,5, die Maximalwerte erreichen pH 7,5), so daß im Sinne einer besseren Aufbereitung des Wassers zu Trinkwasser zeitweise eine Kalkung der Talsperre nötig war. Seit der Dreilägerbachtalsperre nährstoffreicher Wasser aus der Kalltalsperre zugeführt wird, sind diese Maßnahmen nicht mehr nötig. Es stellen sich sehr gleichmäßige pH-Werte in der gesamten Tiefe ein (Schwankungsbereich pH 6,5–7,5).

Im allgemeinen ist die Talsperre während der Wintermonate von Eis bedeckt. Von der Höhenlage her könnte die Dreilägerbachtalsperre einen holomiktischen Seentyp ausbilden. Messungen zeigen jedoch, daß im gesamten Jahresverlauf so gut wie keine Temperaturschichtung auftritt: es kommt nie zur Ausbildung einer regelrechten Sprungschicht. Der Grund hierfür ist in der ständigen

Durchmischung des Talsperrenwassers mit oberflächlich zufließendem Kallstollenwasser zu sehen: das Wasser aus der Kalltalsperre wird im Hypolimnion abgezogen, ist also immer im Verhältnis zum Oberflächenwasser der Talsperre recht kalt. Gleichzeitig wird in der Tiefe der Dreilägerbachtalsperre täglich ca. 3% des gesamten Stauinhalts zur Trinkwasseraufbereitung abgezogen.

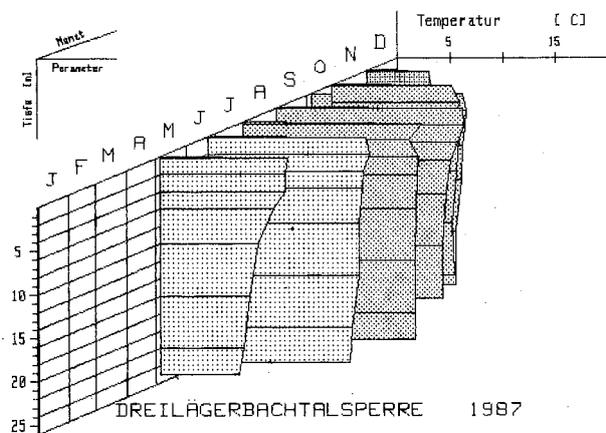


Abbildung 2: Temperaturprofile der Dreilägerbachtalsperre aus dem Jahr 1987

Ein Sauerstoffdefizit tritt nicht auf. Die Beschaffenheit des Wassers ist durch eine geringe Härte (1–2 °dH) und geringe Nährstoffgehalte charakterisiert. Der Nitratgehalt der Dreilägerbachtalsperre liegt im Mittel bei 12 mg/l, der Nitritgehalt schwankt zwischen 40 und 120 µg/l, der Ammoniumgehalt liegt im gleichen Bereich. Die Gesamt-Phosphorkonzentration liegt bis auf wenige Ausnahmen unter 20 µg/l. Die Sichttiefen liegen bei 1–6 m, was jedoch auch häufig auf mineralische Trübung zurückzuführen ist. Der Chlorophyllgehalt steigt selten über 6 µg/l an. Dies ist bei der Phosphorversorgung recht wenig, ist aber wohl durch die rasche Entnahme des Wassers erklärbar, die die Wachstumsgeschwindigkeit der Algen deutlich übersteigt.

### Flora und Fauna

Die Aspektfolge und Dichte des Phytoplanktons weist die Dreilägerbachtalsperre als oligo- bis mesotrophes Gewässer aus. Während der Frühjahrsmonate sind die Chrysophyceen bestandsbildend. Im wesentlichen handelt es sich um *Chrysococcus*, im Frühjahr treten daneben *Dinobryon*, *Kephyrion*, *Mallomonas* und *Erkenia* in wechselnden Anteilen, jedoch meist geringen Dichten auf. Ein weiteres Maximum tritt im Sommer auf. Dabei werden in einzelnen Tiefen bis zu 6 000 Individuen pro ml erreicht. Abgelöst werden die Chrysophyceen durch Bacillariophyceen, hier vor allem durch *Fragilaria crotonensis* und *Asterionella formosa*, manchmal auch *Synedra ulna*. Diese können beachtliche Dichten von bis zu mehreren tausend Individuen pro ml erreichen. Während der Bacillariophyceenblüten treten in geringem

Umfang verschiedene Chlorophyceen auf, wie *Chlorella*, *Koliella*, aber auch *Sphaerocystis* und *Eudorina*, was auf den im Sommer zunehmenden Anteil des nährstoffreichen Kallstollenwassers zurückzuführen ist. Im weiteren Verlauf des Sommers bis in den Herbst hinein treten die Kieselalgen zugunsten von Cryptophyceen zurück, die Dichten von maximal 2 000 Individuen pro ml

(*Rhodomonas*) bzw. 1 000 Individuen pro ml (*Cryptomonas*) erreichen. Neben diesen bestandsbildenden Cryptophyceen sind Chlorophyceen und Bacillariophyceen zu beobachten, diese erreichen jedoch selten Dichten von mehr als 50 bis 100 Individuen pro ml. Bezeichnend ist das völlige Fehlen von Cyanophyceen.

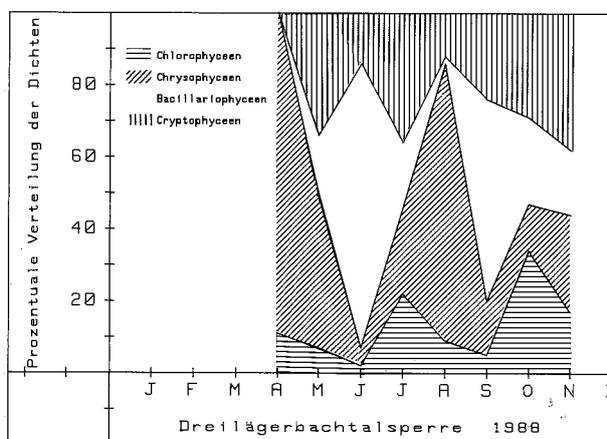


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der einzelnen Algengruppen (Dichten) in Mischproben der euphotischen Zone aus der Dreilägerbachtalsperre während des Jahres 1988

Das Zooplankton ist geprägt von Rotatorien wie *Polyarthra*, *Keratella*, *Kellicottia* und *Synchaeta*, die in Dichten von wenigen Exemplaren bis zu 200–300 Individuen pro Liter vorkommen. Daneben sind Cyclopiden mit ihren Larvenstadien häufig sowie Daphnien und Bosminen. Von den Ciliaten treten *Vorticella* und *Tintinnidium* das ganze Jahr über auf.

Fische gab es vor der Überleitung des Kallstollenwasser im sauren Dreilägerbachwasser nicht. Seit Wasser aus der Kalltalsperre in die Dreilägerbachtalsperre übergeleitet wird, kommen auch immer wieder kleinere Fische mit, die wohl auch zum Wachstum kommen.

1989 wurde erstmals mit einem Gutachten über den Fischbestand in der Dreilägerbachtalsperre begonnen. Auf Echogrammen konnten nur sehr wenige Fischechos festgestellt werden, was auf einen geringen Fischbestand schließen läßt. Auch die Netzbefischungen und anschließende Hochrechnungen ergaben lediglich einen vermuteten Fischbestand von max. 300–800 kg. In den nächsten Monaten soll eine genaue Analyse vorgenommen werden, mit dem Ziel evtl. Besatzmaßnahmen zur Manipulation der Trophielage der Talsperre vorzuschlagen.

# Kalltalsperre

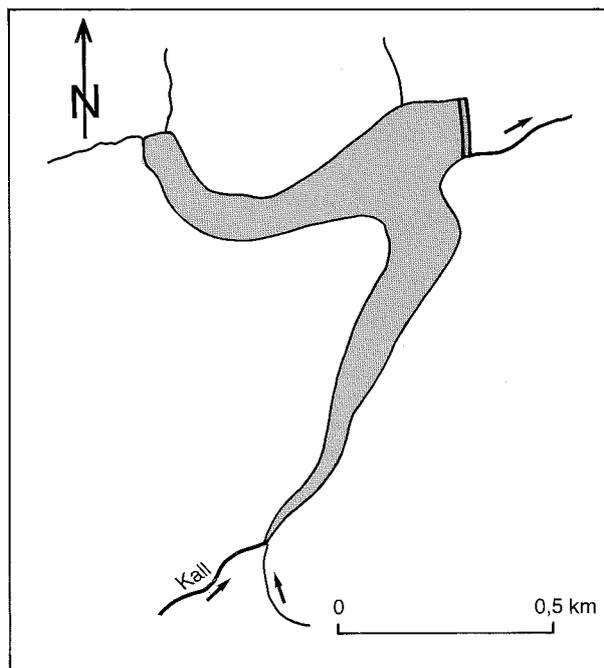
Topographische Karte: L 5302 Aachen  
Gewässersystem: Kallbach/Rur/Maas  
Stauziel: 421 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,18 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 2,10 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 31 m  
Mittlere Tiefe: 12 m  
Ausbaugrad: 11,7 %  
Umgebungsfaktor: 167  
Länge des überstauten Tals: Kalltal ca. 980 m,  
Keltzerbachtal ca. 860 m  
Absperrbauwerk: Dammbauwerk mit Betonkern-  
dichtung  
Kronenlänge: 182 m  
Uferentwicklung: ca. 2,3  
Talsperrentyp: V-Tal  
Vorsperren: nicht vorhanden  
Zirkulationstyp: holomiktisch, dimiktisch  
Lage des Ablaufs: Entnahmeturm am Kallstollen-  
einlauf, Entnahmetiefen + NN: 402,50 m  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung im  
Verbund mit der Dreilägerbachtalsperre. Die Kalltal-  
sperre ist durch den 6,2 km langen Kallstollen mit  
der Dreilägerbachtalsperre verbunden.  
Einzugsgebiet: 29,6 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Grünland + Acker 55 %,  
Forst 25 %, befestigte Flächen 20 %  
Einwohner: 5 300  
Nutzer: Wasserwerk des Kreises Aachen GmbH  
Jahr der Inbetriebnahme: 1926 (Keltzerbachfassung)  
1935 (Kalltalsperre)

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Hauptzuflüsse der Kalltalsperre, Kallbach und Keltzerbach, wurden als Kerbtäler Mitte der zwanziger Jahre zunächst einzeln gefaßt. 1935 wurde die eigentliche Kalltalsperre durch Zusammenfassung beider Becken errichtet und damit ein Wasservorrat von ca. 2 Mio m<sup>3</sup> zur Verfügung gestellt. Ihre Bedeutung erlangt die Kalltalsperre aus dem Verbund mit der Dreilägerbachtalsperre und dem Obersee: die Wasservorräte der Kalltalsperre werden durch den 6,2 km langen Kallstollen in freiem Gefälle zur Dreilägerbachtalsperre geleitet (siehe auch dort) an deren Fuße in einer zentralen Anlage das ankommende Talsperrenwasser zu Trinkwasser für das Kreisgebiet Aachen aufbereitet wird. Zum anderen dient die Kalltalsperre in trockeneren Zeiten als Zwischenspeicher für Wasservorräte, die aus dem Obersee über den Heinrich-Geis-Stollen gepumpt werden können.

## Einzugsgebiet

Geologisch geprägt ist das Einzugsgebiet der Kalltalsperre durch das Vorkommen von Grauwacken, Tonschiefer und Schieferthon. Auf dieser Grundlage entstan-



den Braunerden, z. T. pseudovergleyt, und Hochmoortorf. In diesem Hochmoorgebiet entspringen die Zuflüsse der Kalltalsperre.

Das Einzugsgebiet der Kalltalsperre wird zu 55 % landwirtschaftlich genutzt, es handelt sich nahezu ausschließlich um Grünland in Weidebewirtschaftung. 25 % des Einzugsgebietes bestehen aus Forst, in der Hauptsache Nadelwald, die befestigten Flächen haben einen Anteil von 20 %. Auf einer Fläche von knapp 30 km<sup>2</sup> leben 5 300 Einwohner.

## Ufer

Bei der Kalltalsperre handelt es sich um ein Gewässer mit starken Wasserstandsschwankungen. Da zudem die Ufer sehr steil abfallen und mit Schiefer bedeckt sind, konnte sich keine typische Ufervegetation ausbilden. Der Schutzforst reicht bis nahe an die höchste Wasserstandslinie.

## Wasserbeschaffenheit

Die Kalltalsperre weist eine sommerliche Schichtung auf, die sich ab Mai langsam aufbaut. Es kommt bereits im Juli zu einer sauerstofffreien Zone im Sedimentbereich. Mit der Vollzirkulation im Oktober/November werden die Schichtung und das Sauerstoffdefizit wieder aufgehoben.

Bedingt durch das Sauerstoffdefizit kommt es immer wieder zu Rücklösungsprozessen, insbesondere von Mangan. Es treten Mangangehalte über dem Sediment von 1 000 µg/l auf. Der pH-Gradient erreicht Spitzenwerte um pH 11, die beeinflusst sind durch die hohe Phytoplank-

tonbiomasse. Hier sind 40–50 µg/l Chlorophyll keine Seltenheit. Die Gesamt-P-Gehalte liegen zwischen 30 und 60 µg/l, es kommt nie zu Zehrungserscheinungen. Auffällig sind die sehr hohen Nitrit- und Ammonium-Werte in der Kalltalsperre. Insbesondere im Frühjahr treten Werte auf, die für Nitrit bei 300–400, bei Ammonium bei bis zu 600 µg/l liegen können. Die hohen Ammonium- und Nitritwerte im Frühjahr hängen mit dem Aufbringen von Gülle auf die Weiden zusammen, die dann durch einsetzenden Regen direkt in die Vorfluter abgeschwemmt wird. Aber auch die Abwässer aus der anliegenden Kläranlage, die ca. 16 000 Einwohner entsorgt, erhöhen die Stickstoffgehalte beträchtlich: 15 % der Nitritfracht und 50 % der Ammoniumfracht an der Stauwurzel des Hauptzuflusses entstammen der Kläranlage. Eine Umgehungsleitung von der Kläranlage bis unterhalb der Talsperre wird hier eine Entlastung des Talsperrenwassers bringen. Die Leitung wird noch im Jahre 1990 in Betrieb gehen.

#### Flora und Fauna

Anhand der Phytoplanktondichte weist sich die Kalltalsperre als eutrophes Gewässer aus. Im Vergleich mit dem Phytoplankton der anderen vom biologischen Labor des Wasserwerkes des Kreises Aachen betreuten Talsperren sind Individuen gleicher Art aus der Kalltalsperre meist um ein Drittel größer. Das Phytoplankton der Kalltalsperre zeichnet eine ausgesprochene Artenarmut aus. Treten in den übrigen Talsperren bei z. B. einer Chrysophyceenblüte neben der bestandsbildenden Art noch weitere Chrysophyceen auf, so bleibt es in der Kalltalsperre meist bei der bestandsbildenden Art. Über das ganze Jahr treten Cryptophyceen auf, die in anderen Talsperren erst im Spätsommer zum Tragen kommen.

Im Frühjahr ist das Phytoplankton häufig von *Chryso-coccus* geprägt, diese Alge tritt in Dichten bis zu 10 000 Individuen pro ml auf. *Mallomonas* folgt in Dichten bis zu 1 000 Individuen pro ml. Bereits im frühen Sommer treten Cryptophyceen in beachtlicher Dichte auf, hier hauptsächlich *Rhodomonas* (bis zu 1 000 Individuen pro ml). Im Laufe des Sommers kommt es zu einer ausgeprägten Kieselalgenblüte, zum Beispiel *Fragilaria* in Dichten bis zu 50 000 Individuen pro ml. Je nach Bedingungen können sich auch andere Arten durchsetzen, wie z. B. *Synedra ulna* oder *Cyclotella*. Meist ist die Kieselalgenblüte begleitet von *Rhodomonas* in Dichten bis zu 10 000 Individuen pro ml. Im weiteren Verlauf des Sommers setzen sich dann endgültig die Cryptophyceen durch, hier dann hauptsächlich durch *Cryptomonas* in Dichten bis zu 10 000 Individuen pro ml vertreten.

Das Zooplankton setzt sich aus Ciliaten, Rotatorien, Cladoceren und Cyclopoden zusammen. Die Ciliaten sind durch *Vorticella* und *Tintinnidium* vertreten. Von den Rädertieren kommen in der Hauptsache *Keratella*, *Brachionus*, *Conochilus*, *Adineta* und *Polyarthra* vor. Auch hier sind die Einzelindividuen stets größer als in den übrigen mesotrophen Talsperren, zudem sind die Dichten in der Kalltalsperre bis zu 10 mal höher. Aufgrund der langjährigen Beobachtungen muß die Kalltalsperre als eutrophes Gewässer eingestuft werden.

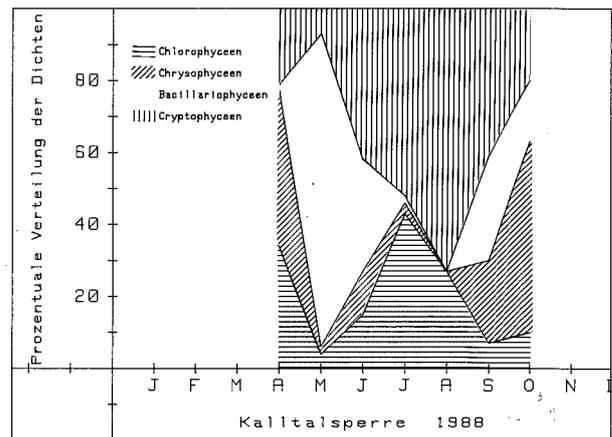


Abbildung 1: Prozentuale Verteilung der einzelnen Algengruppen in der Mischprobe (Dichten) der euphotischen Zone der Kalltalsperre des Jahres 1988

Die Kalltalsperre dient als Angelgewässer, daher wird der Fischbestand alljährlich aufgrund von Empfehlungen der Fischereianstalt in Albaum aufgefrischt. Sinnvoll wäre allerdings hier ein fischereiliches Gutachten zu erstellen mit dem Ziel, den Trophiezustand der Kalltalsperre ohne Berücksichtigung der Anglerinteressen zu manipulieren.

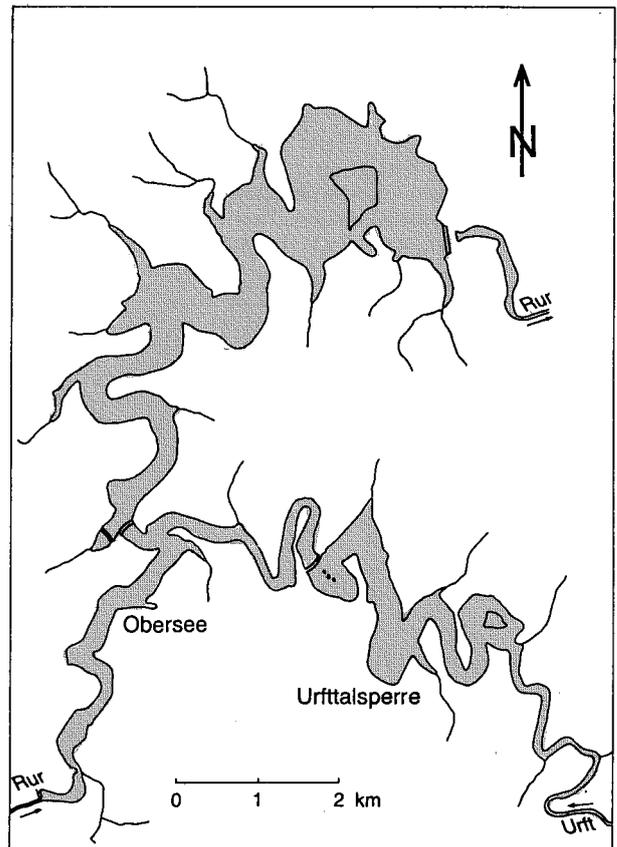
#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Erklärtes Ziel war es, die Kalltalsperre in einen mesotrophen Zustand zu überführen. Hierzu wurden Maßnahmen zur Fernhaltung des Nährstoffes Phosphor aus kommunalem Abwasser von der Talsperre getroffen: Schließung von Kleinkläranlagen und Überleitung des Abwassers in eine Gruppenkläranlage, dort Einbau einer Phosphoreliminierungsanlage. Die Gruppenkläranlage entsorgt die Abwässer von ca. 16 000 Einwohnern aus einem benachbarten Einzugsgebiet. Die Phosphorbelastung im Vorfluter ist nach Errichtung dieser Anlage um 70 % zurückgegangen. Trotz der Tatsache, daß ca. 1 600 Einwohner im Einzugsgebiet noch nicht an die Kanalisation angeschlossen sind, kann man davon ausgehen, daß die nunmehr vorliegende Phosphorbelastung der Talsperre zum größten Teil auf Abschwemmungen des Umlandes zurückzuführen ist. Bei einem Untersuchungsprogramm zur Feststellung der Herkunft der verbleibenden Phosphorlast stellte sich jedoch heraus, daß bereits die Phosphorkonzentration an den quellenahen, von häuslichen Abwässern weitgehend unbeeinflussten Bereichen des Hauptbaches bei im Mittel 40 µg/l liegt. Dies ist bedingt durch Abschwemmungen aus dem Hochmoor im Quellgebiet der Hauptzuflüsse. An der Stauwurzel des Kallbaches betragen die Phosphorkonzentrationen bis zu 260 µg/l. Wichtig für die Nährstoffsituation der Kalltalsperre ist auch der Zeitpunkt der Belastung. Speziell im Frühsommer zu Beginn der Vegetationsperiode kommt es infolge starker Niederschläge und der damit verbundenen erhöhten Abschwemmung zu einer starken Zufuhr von Nährstoffen. Über das Jahr hinweg fließen immer



# Rurtalsperre Schwammenauel

Topographische Karte: L 504 Zülpich,  
 L 5504 Schleiden  
 Gewässersystem: Rur/Maas  
 Stauziel: 281,5 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 7,83 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 203,2 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 63,5 m  
 Mittlere Tiefe: 26 m  
 Ausbaugrad: 105 % (ohne Urft und Olef)  
 Umgebungsfaktor: 36,8 (ohne Urft und Olef)  
 84,5 (einschl. Urft und Olef)  
 Länge des überstauten Tals: 24 km  
 (einschl. Vorbecken)  
 Absperrbauwerk: Erd- und Steinschüttdamm  
 Kronenlänge: 480 m  
 Uferentwicklung: ca. 3,6  
 Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
 Vorsperren: 2 (Obersee, Eiserbach) s. u.  
 Zirkulationstyp: in der Regel dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: Grundablaß mit Abzweig zum  
 Kraftwerk  
 Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz,  
 Niedrigwasseraufhöhung, Trinkwasserversorgung,  
 Energieerzeugung  
 Einzugsgebiet: 288,1 km<sup>2</sup> (ohne Urft und Olef)  
 662,0 km<sup>2</sup> (einschl. Urft und Olef)  
 Nutzung der Landfläche: Wald 45%, Acker 5%,  
 Wiesen und Weiden 45%, bebaute Flächen 5%  
 Einwohner: ca. 30 000  
 Eigentümer/Betreiber: Talsperrenverband Eifel-Rur,  
 Aachen  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1939 Erstausbau  
 1961 Erhöhung



## Vorsperre „Paulushof“, genannt Obersee

Stauziel: 279,7 m (ständiges Stauziel)  
 Speicheroberfläche: 1,54 km<sup>2</sup>  
 Stauraum: 17,95 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 27 m  
 Mittlere Tiefe: 11,5 m  
 Ausbaugrad: 9%  
 Umgebungsfaktor: 187,1 (ohne Urft und Olef)  
 Länge des überstauten Tals: 4,8 km  
 Absperrbauwerk: Erd- und Felsdamm  
 Kronenlänge: 280 m  
 Vorsperrentyp: Rinnensee mit U-Form  
 Zirkulationstyp: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: Grundablaß  
 Nutzung der Vorsperre: Wasserversorgung  
 Einzugsgebiet: 250 km<sup>2</sup> (ohne Urft und Olef)  
 Nutzung der Landfläche: Wald 42,3%, Acker, Wiesen  
 und Weiden 54,4%, bebaute Flächen 3,3%  
 Einwohner im Einzugsgebiet: ca. 25 000

## Vorsperre „Eiserbach“

Stauziel: 279,5 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 0,05 km<sup>2</sup>  
 Stauraum: 0,24 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 17 m  
 Mittlere Tiefe: 4,8 m  
 Umgebungsfaktor: 88,0  
 Länge des überstauten Tals: 0,25 km  
 Absperrbauwerk: Erd- und Felsdamm  
 Kronenlänge: 235 m  
 Vorsperrentyp: Rinnensee  
 Zirkulationstyp: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: Grundablaß  
 Einzugsgebiet: 4,4 km<sup>2</sup>

### Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Bedingt durch hohe Niederschlagsmengen im Oberlauf zeigt die Eifel-Rur das typische Abflußverhalten eines Mittelgebirgsbaches: Die Wasserführung ist unausgeglichen, und das Wasserdargebot ist ungleichmäßig über das Jahr verteilt. In den Niederungsbereichen, die vornehmlich landwirtschaftlich genutzt werden, kam es deshalb früher zu großen Hochwasserkatastrophen. In Trockenjahren nahm dagegen der Abfluß derart stark ab, daß eine geordnete Wassernutzung stark beeinträchtigt war. Auch nahm um die Jahrhundertwende wegen der zunehmenden Industrialisierung und der Bevölkerungszunahme der Trink- und Brauchwasserbedarf stark zu. So entstanden nach und nach seit Beginn dieses Jahrhunderts die Talsperren, die die sog. „Eifeler Seenplatte“ bilden. Mit dem Bau der Rurtalsperre Schwammenauel wurde ein ausreichender Hochwasserschutz, eine Niedrigwasseranreicherung der Rur zur Versorgung der Dürener und Jülicher Industrie mit dem für ihre Betriebe benötigten Wasser, die Entnahme von Trinkwasser sowie die Möglichkeit zur Energiegewinnung erreicht.

Die Rurtalsperre Schwammenauel ist jährlich Erholungsziel vieler in- und ausländischer Besucher. Da das Befahren der Talsperre mit Sportmotorbooten untersagt ist, findet der Wassersportler hier noch Ruhe und Erholung. Überwiegend wird Segelsport betrieben. Vom Staudamm in Schwammenauel bis zum Vordamm Paulushof bei Rurberg befinden sich die Steganlagen von zahlreichen Segelclubs sowie viele Privatstege mit über 2 500 Segelbooten. Dazu kommen noch die anderen Wassersportarten mit Paddel-, Ruder- und Angelbooten, insgesamt dürfen jetzt über 4 000 Boote am Rursee liegen. In den letzten Jahren hat auch die Zahl der Surfbretter stark zugenommen. Im „Rurberger Becken“ konzentriert sich der Wassersport mehr auf die vor der Staumauer Paulushof befindliche Bootsvermietung, die Surfschule und die Endstation der Rursee-Schiffahrt. Fahrgäste können hier aussteigen, um entweder auf dem Obersee weiterzufahren oder das durch den Eiserbachdamm von der Hauptsperre getrennte Strandbad besuchen.

Der Bau der Rurtalsperre Schwammenauel erfolgte in 2 Ausbaustufen, die zeitlich etwa 20 Jahre auseinanderliegen. In der ersten Ausbaustufe (von 1934–1938) wurde der Hauptabsperrdamm 56 m hoch geschüttet, wodurch ein Stauinhalt von ca. 100 Mio. m<sup>3</sup> erzielt wurde. In der zweiten Ausbaustufe (von 1955–1959) wurde dieser um 16 m erhöht und der Stauinhalt dadurch auf 203 Mio. m<sup>3</sup> vergrößert. Nach dem 1. Ausbau besaß die Rurtalsperre Schwammenauel außer dem Hauptdamm bei Heimbach noch den Vordamm „Paulushof“ bei Rurberg, der aus Gründen des Landschaftsschutzes die Stauwurzel der Talsperre auch bei Absenkung des Hauptbeckens angestaut hielt. Nach dem 2. Ausbau besitzt die Talsperre zwei Vordämme: den ebenfalls aufgehöhten Paulushofdamm, dessen Vorbecken nunmehr mit einem Speichervolumen von 17,95 Millionen m<sup>3</sup> der Trinkwasserbereitstellung dient, und den Eiserbachdamm, ebenfalls bei Rurberg, der einen Badesee mit einem Speichervolumen von 0,3 Millionen m<sup>3</sup> aufstaut.

### Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Talsperre umfaßt einschließlich von Urft und Olef eine Fläche von 662 km<sup>2</sup>, ohne diese beiden Einzugsgebiete beträgt es 288,1 km<sup>2</sup>. Davon liegen rund 85 km<sup>2</sup> auf belgischem Staatsgebiet. Die Wirtschaft im Einzugsgebiet wird durch die Forst- und Landwirtschaft, das Kleingewerbe, einige größere Gewerbebetriebe sowie durch den Fremdenverkehr geprägt. Hier leben heute knapp 30 000 Einwohner. Der größte Flächenanteil, etwa 45%, wird forstwirtschaftlich genutzt. Der Anteil der landwirtschaftlichen oder sonstigen Flächen beträgt ca. 50%, wobei große Flächen, insbesondere im belgischen Teil des Einzugsgebietes, aus Moor und Ödland bestehen. Die bebauten Flächen haben einen Anteil von etwa 5%. Hauptzufluß der Talsperre ist die Rur, deren Quellgebiet in Belgien im Hochmoor des Hohen Venn liegt. Vom Quellbereich, der auf einer Höhe von 680 m über NN liegt, fließt die Rur ca. 12 km bis zur Staatsgrenze und von da ca. 25 km in ihrem natürlichen, felsigen Gewässerbett zum Vorbecken „Paulushof“, auch Obersee genannt. Der Höhenunterschied von der Quelle bis zur Einmündung in die Talsperre beträgt ca. 400 m. Im Einzugsgebiet der Talsperre werden die höchsten Jahresniederschläge im Eifelraum gemessen, und die Abflüsse der Rur füllen den größten Teil des Speicherraumes. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt 1 065 mm, der mittlere Jahreszufluß zur Talsperre beläuft sich auf 192 Millionen m<sup>3</sup> (ohne Urft und Olef). Aus der Vielzahl der seitlichen Zuflüsse zur Rur ist der Perlenbach oberhalb der Stadt Monschau von Bedeutung, da aus der Perlenbachtalsperre das Trinkwasser für das Verbandsgebiet des Wasserversorgungszweckverbandes Perlenbach entnommen wird.

Geologisch gesehen gehört das Rurtal zum Unterdevon. Bei der Gebirgsbildung wurde es nach NW stark gefaltet. Die Schichten streichen von SW nach NO (spitzwinklig zur Dammachse) und fallen sehr steil (80°–90°) nach SO ein. Das Grundgebirge besteht aus tonig-schluffig-sandigem Gestein, das relativ stark geschiefert und geklüftet ist. Die Klüfte sind zwar weitgehend mit Ton und Quarz verschlossen, zu einem nicht geringen Teil aber auch offen, so daß eine gewisse Wasserdurchlässigkeit gegeben ist.

### Wasserbeschaffenheit

Trotz der Bedeutung der Rurtalsperre Schwammenauel als größte Talsperre Deutschlands sind aus der Hauptsperre nur spärliche limnologische Daten aus den letzten Jahren vorhanden.

Während der Vollzirkulation, die normalerweise von Ende November bis Ende März andauert, herrscht Homothermie bei ca. 4 °C. Ab April erfolgt eine zunehmende Erwärmung der oberen Wasserschichten bis zu Temperaturen von 23 °C im Sommer. Die Sprungschicht liegt im Frühjahr um 5 m und sinkt im Laufe des Sommers bis auf etwa 15 m Tiefe ab, bis sie sich im Herbst auflöst.

Die pH-Werte im Oberflächenwasser liegen im neutralen Bereich, erreichen aber zu Zeiten erhöhter Bioproduktion

tion Werte bis pH 9. Die Sichttiefen schwanken zwischen 2 und 10 m, die durchschnittliche Sichttiefe beträgt während der Vegetationsperiode zwischen 5 und 6 m.

Die mittleren Werte der Gesamt-Phosphorkonzentrationen liegen zwischen 10 und 20 mg/m<sup>3</sup> und weisen das Hauptbecken der Rurtalsperre Schwammenauel als nur gering belastete Talsperre aus. Die relative Nährstoffarmut spiegelt sich auch in den Sauerstoffverhältnissen wider. Die Sauerstoffsättigung beträgt während der Vollzirkulation in allen Tiefen zwischen 90 und 100%. Zum Ende der Sommerstagnation sind über Grund aber immer noch Sättigungswerte von über 50% vorhanden.

Zur Beurteilung der limnologischen Entwicklung des Vorbeckens „Paulushof“, im folgenden Obersee genannt, stehen Analysedaten aus dem Seebereich ab dem Jahre 1976 zur Verfügung.

In den vergangenen Jahren zeigte der Obersee eine Sauerstoffverteilung, wie sie für eutrophe Gewässer typisch ist. Während als Folge der Bioaktivität in der lichtdurchfluteten Zone Sauerstoffsättigungswerte bis zu 175% auftraten, betrugen sie zum Zeitpunkt der Sommerstagnation am Gewässergrund weniger als 5%, in der Regel war kein Sauerstoff mehr nachweisbar. Auch die mittlere Sichttiefe von 1 bis 2 m lag in dem für eutrophe Gewässer typischen Bereich. Die geringsten Werte wurden in Zeiten erhöhter Bioproduktion im späten Frühjahr und während der Sommerstagnation gemessen.

Die mittleren Gesamtphosphorkonzentrationen betrugen in den vergangenen Jahren etwa 30 bis 50 mg/m<sup>3</sup> und weisen auf einen meso- bis eutrophen Trophiegrad dieses Talsperrenabschnittes hin. Die jährlichen Mittelwerte der Chlorophyll a-Konzentrationen lagen im gleichen Zeitraum zwischen 11 und 22 mg/m<sup>3</sup>, die Einzelwertwerte mit bis zu 120 mg/m<sup>3</sup> um ein Vielfaches höher.

Außerdem trat zu Zeiten erhöhter Bioproduktion eine Verarmung der freien Kohlensäure im Epilimnion bis auf 0 mg/l CO<sub>2</sub> auf, während der pH-Wert bis auf 10 anstieg (biogene Entkalkung).

Zum Ende der Sommerstagnation konnten im Obersee aufgrund des Sauerstoffmangels im Hypolimnion desweiteren erhöhte Mangan- (bis 27 mg/l), Eisen- (bis 1,9 mg/l) und Ammoniumkonzentrationen (bis 2,9 mg/l) am Gewässergrund festgestellt werden, die auf das reduktive Milieu am Seeboden hinweisen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es sich beim Obersee um ein nährstoffreiches Gewässer mit hohen Gesamt-P-Konzentrationen und, als Maß für die Phytoplanktonproduktion, hohen Chlorophyll a-Gehalten handelt. Die geringen Sichttiefen zu Zeiten der erhöhten Bioproduktion bestätigen dies. Der Sauerstoffgehalt weist die für eutrophe Gewässer typische Sauerstoffübersättigung an der Oberfläche und den akuten Sauerstoffmangel am Gewässergrund auf.

## Flora und Fauna

In der Regel herrschen während der Sommermonate in der Hauptsperre Kieselalgen vor (*Melosira*-Arten, *Asterionella* und *Fragillaria*), zum Herbst hin dominieren Dinoflagellaten (*Ceratium hirundinella* und *Peridinium*-Arten).

Die Zusammensetzung des Zooplanktons wird geprägt durch Rotatorien (*Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris*), Cladoceren (*Daphnia longispina*, *Daphnia cucullata* und *Bosmina longirostris*) und Copepoden (*Eudiaptomus gracilis* und verschiedene *Cyclops*-Arten).

Für den Obersee ist eine mehr oder weniger fortgeschrittene Eutrophierung anhand der biologischen Analysen festzustellen. Die Auswertung der Daten von 1980 ergab im Frühjahr eine Dominanz der Chrysophyceen (*Chrysococcus*) und Diatomeen (*Melosira*, *Cyclotella*). Im Frühsommer und Sommer wurde eine Massenentwicklung kleiner grüner Flagellaten festgestellt. Auffallend war im Juli das Massenaufreten der Blaualge *Anabaena*. Abgesehen von Cryptomonaden und anderen Phytoflagellaten, die an allen Untersuchungstagen mehr oder weniger häufig waren, kamen Vertreter anderer Algenordnungen nur in geringer Zahl vor. In den letzten Jahren dominieren unter den Chrysophyceen *Mallomonas caudata*, bei den Diatomeen *Asterionella formosa* und *Synedra*-Arten sowie *Melosira granulata*, alle anderen Phytoplanktonarten spielen für die Gesamtpopulation nur eine untergeordnete Rolle.

Den Hauptbestandteil des Zooplanktons der letzten Jahre im Obersee bilden die Rotatorien, die Cladoceren und die Copepoden, die Ciliaten sind nur ganz vereinzelt vertreten. Unter den Rotatorien dominieren *Keratella cochlearis*, *Asplanchna spec.* sowie *Polyarthra*-Arten. Unter den Cladoceren sind *Daphnia longispina*, *Daphnia cucullata* und *Bosmina longirostris* die häufigsten Arten. Die Copepoden sind vor allem durch *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops leuckartii* sowie *Eudiaptomus gracilis* vertreten.

## Schutz, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Um die Gefahr einer weiteren Eutrophierung, insbesondere des Obersees, einzuschränken, sowie zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung sind Ende 1985 in einem Bewirtschaftungsplan die Maßnahmen der Nutzungsbeschränkungen und die der technischen Veränderungen und Ergänzungen insbesondere an den Abwasserreinigungsanlagen (Neubau bzw. Erweiterung von Kläranlagen mit der Möglichkeit der Nährstoffrückhaltung) mit einem Zeitplan aufgeführt und die Anordnung zur sach- und fristgerechten Durchsetzung erteilt worden.

## Literatur

RAETSCH, W. & N. G., HOFFMANN, (1978): Die Rurtalsperre Schwammenauel bei Heimbach/Eifel. Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen. 24.

STAATLICHES AMT FÜR WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFT (1985): Bewirtschaftungsplan Rurtalsperren; Teilpläne: Obere Rur, Obere Kall, Dreilägerbach; Aachen.

# Urfttalsperre

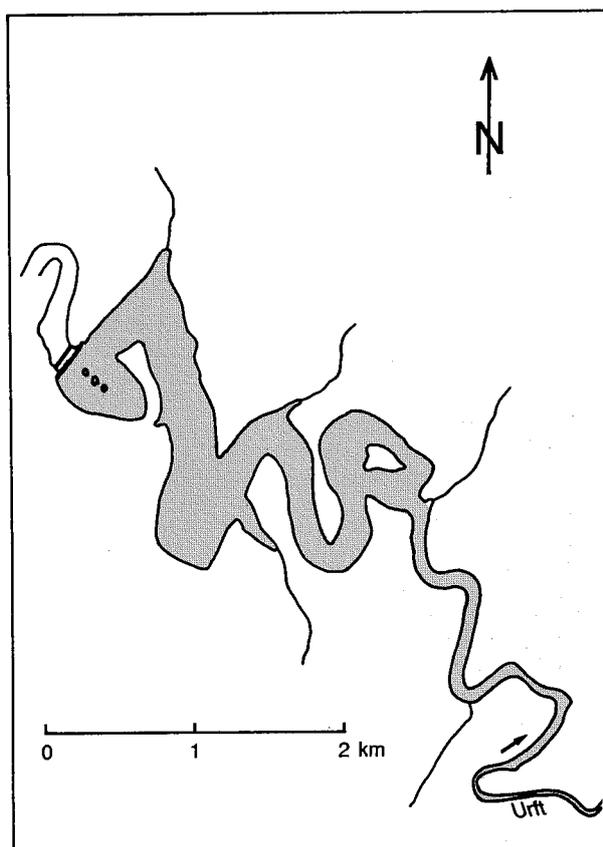
Topographische Karte: L 5304 Zülpich,  
L 5504 Schleiden  
Gewässersystem: Urft/Rur/Maas  
Stauziel: 322,5 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 2,16 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 47,75 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 53,5 m  
Mittlere Tiefe: 22 m  
Ausbaugrad: 27% (ohne Berücksichtigung der  
Olefftalsperre)  
33% (mit Berücksichtigung der Olefftalsperre)  
Umgebungsfaktor: 173,1 (einschließlich Olef)  
151,2 (ohne Olef)  
Länge des überstauten Tals: 12 km  
Absperrbauwerk: Gewichtts-Staumauer in  
Bruchsteinmauerwerk  
Kronenlänge: 226 m  
Uferentwicklung: ca. 4,0  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Form  
Vorsperren: keine  
Zirkulationstyp: fast in jedem Jahr dimiktisch  
Lage des Auslaufs: 3 Grundablaßstollen,  
1 Kraftwerkszuleitungsstollen  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz, Niedrig-  
wasseraufhöhung, Energieerzeugung, (Trinkwasser-  
bereitstellung)  
Einzugsgebiet: 373,9 km<sup>2</sup> (einschließlich Olef)  
326,5 km<sup>2</sup> (ohne Olef)  
Nutzung der Landfläche: Wald 50,5%  
(einschl. Olef), Acker 11,9%, Wiesen und Weiden  
26,0%, bebaute Flächen etc. 11,6%  
Einwohner: ca. 36 000  
Eigentümer/Betreiber: Talsperrenverband Eifel-Rur,  
Aachen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1905

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Zum Hochwasserschutz, zur Aufhöhung der Fließwelle bei Niedrig- und Mittelwasser im Bereich des Mittel- und Unterlaufes der Rur, zur Bereitstellung von Wasser für Trink- und Brauchwassernutzungen und zur Mitbenutzung der dabei gewinnbaren Energie sind in der Nordeifel von der Jahrhundertwende an zahlreiche Talsperren errichtet worden.

Innerhalb dieses zusammenhängenden und im Verbund nach einheitlichem Plan bewirtschafteten Talsperrensystem ist die Urfttalsperre die älteste Eifeltalsperre und dient als Mehrzweckspeicher dem Hochwasserschutz, der Niedrigwasseraufhöhung, der Energiegewinnung und zeitweise der Trinkwasserbereitstellung.

Die Urfttalsperre ist in den Jahren 1900 bis 1905 errichtet worden und war bei ihrer Inbetriebnahme mit ihrem 45,5 Millionen m<sup>3</sup> fassenden Stauraum die größte Talsperre des europäischen Kontinents.



Wegen der Talform und der günstigen Untergrundverhältnisse wurde als Absperrbauwerk für die Urfttalsperre nach den Plänen von Prof. Intze, Aachen, eine ca. 58 m hohe gebogene Gewichtts-Staumauer aus Bruchsteinmauerwerk errichtet. Die Staumauer ist 3 bis 5 m tief in den Felsuntergrund gegründet.

Neben der eigentlichen Staumauer befindet sich auf einem seitlichen Bergrücken des Kermetermassivs die Hochwasserentlastungsanlage, ein Überfallwehr mit auf der Luftseite 33 mächtigen Stufen, sog. Kaskaden.

Von den insgesamt 3 Grundablässen sind zwei im Bereich der Mauer, einer unter dem Felsrücken unterhalb der Hochwasserentlastungsanlage angeordnet. Die Bedienungselemente für die erforderlichen Absperrrichtungen befinden sich in den runden Türmen auf der Wasserseite. Eine spezielle im vergangenen Jahr installierte Entnahmeeinrichtung am mittleren Turm gestattet es, Rohwasser jeweils optimaler Qualität im Bedarfsfall in den Obersee der Rurtalsperre Schwammenauel abzuleiten, von wo es zur Trinkwasserversorgung des Aachener Raumes abgepumpt werden kann.

In der Regel fließt das Wasser aus der Urfttalsperre jedoch über den Betriebsauslaß – einen ca. 2,7 km langen Stollen durch den Bergrücken des Kermeter hin-

durch und über zwei sich anschließende 190 m lange Rohrleitungen – direkt dem Wasserkraftwerk Heimbach zu, von wo es dem Staubecken Heimbach und weiter der Rur zugeleitet wird. Das Kraftwerk verfügte, als es im Jahre 1905 seinen Betrieb aufnahm, über eine Leistung von 12.000 kWh/a, heute sind es jährlich i. M. 25 Mio. kWh.

### Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der Talsperre beträgt ca. 374 km<sup>2</sup> (einschließlich Olef), wovon knapp 20 km<sup>2</sup> auf belgischem Staatsgebiet liegen. Läßt man das Einzugsgebiet der Olef unberücksichtigt, so hat es noch eine Größe von etwa 326 km<sup>2</sup>. Der mittlere Jahreszufluß zur Talsperre beträgt 168 Mio. m<sup>3</sup> (einschließlich Olef) bzw. 136,5 Mio. m<sup>3</sup> (ohne Olef). Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe im Einzugsgebiet liegt bei 850 mm. Der überwiegende Anteil der Flächen im gesamten Einzugsgebiet wird durch die Forstwirtschaft (50,5%) und die Landwirtschaft (37,9%) genutzt, wobei bei der landwirtschaftlichen Nutzung die Grünlandwirtschaft mit 69% gegenüber der ackerbaulichen Nutzung (31%) überwiegt. Mit ca. 36 000 Einwohnern ist die Bevölkerungsdichte gering. Besiedlungsschwerpunkte sind die Stadt Schleiden und die Gemeinden Kall und Hellenthal.

Hauptzufluß zur Talsperre ist die Urft. Sie entspringt westlich Schmidheim in einer Höhe von etwa 570 m ü. NN und fließt zunächst in nordöstlicher Richtung bis Nettersheim, wendet sich hier allmählich nach Nordwesten und erreicht in einem zunächst langgestreckten, unterhalb Gemünd aber tief eingeschnittenen Tal den Staubeereich.

Die Urfttalsperre liegt im Bereich des Südostflügels des Vennsattels. Die hier auftretenden Gesteine gehören zu den Oberen Rurberger Schichten aus dem Unterdevon, das hier aus tonig-schluffig-sandigen Ablagerungen von großer Mächtigkeit besteht. Die Schichten wurden während der variscischen Gebirgsbildung im Karbon gefaltet und geschiefert. Die Schichten streichen generell von SW nach NO d. h. etwa parallel zur Staumauerachse und fallen im Bereich der Staumauer mit 30 bis 50 Grad nach SO zum Speicherraum ein. Im Einzugsgebiet sind in diese Gesteinsschichten des Unterdevons mitteldevonische Kalkmulden (z. B. die Sötenicher Kalkmulde) eingebettet.

### Wasserbeschaffenheit

Für die Beurteilung des Trophiegrades der Urfttalsperre standen Analysendaten aus den vergangenen 6 Jahren zur Verfügung. In dieser Zeit zeigte die Urfttalsperre eine Sauerstoffverteilung, wie sie für eutrophe Gewässer typisch ist. So traten z. B. im August 1986 aufgrund überhöhter Bioaktivität in der trophogenen Zone tagsüber Sauerstoffsättigungswerte von über 230% auf, während ab 9 m Tiefe fast kein Sauerstoff mehr nachweisbar war. Im September war dann aufgrund sauerstoffzehrender Abbauvorgänge selbst im Epilimnion nur noch eine Sauerstoffkonzentration von maximal 5 mg/l (ca. 50% Sättigung) festzustellen.

Die Schichtungsverhältnisse sind infolge des geringen Ausbaugrades der Urfttalsperre (ca. 30%) nicht sehr stabil. Die Sprungschicht liegt von Mai bis Ende September in einer Tiefe zwischen 4 bis maximal 15 m und löst sich üblicherweise im Oktober sehr schnell auf. Die Temperaturen erreichen im Sommer an der Oberfläche Werte von über 23 °C, über Grund werden Werte kaum über 7 °C gemessen. Das Wasser der Urfttalsperre weist eine neutrale bis schwach alkalische Reaktion auf. Die pH-Werte zeigen je nach Intensität der Bioproduktion eine größere Schwankungsbreite, die von 7,0 am Grund, bis zu Werten über pH 10 an der Oberfläche reicht. Die maximale Sichttiefe (Secchi-Scheibe) wurde im Herbst mit 5,5 m erreicht, die geringsten Sichttiefen wurden im Frühjahr mit z. T. weniger als 1 m gemessen.

Mittlere Phosphorkonzentrationen von mehr als 0,1 mg/l zeigen eine erhebliche Belastung der Urfttalsperre mit diesem Nährstoff an. Die Nitrat-Stickstoff-Gehalte zwischen 3 und 4 mg/l sind für die Talsperre nicht der wachstumsbegrenzende Faktor und somit kein Kriterium für die Einstufung dieser Talsperre in einen Trophiegrad.

Die gemessenen Chlorophyll a-Konzentrationen, die Mittelwerte der trophogenen Zone betragen im Durchschnitt 17 mg/m<sup>3</sup> bei Maximalwerten bis über 120 mg/m<sup>3</sup>, lassen eine deutliche Frühjahrs- und teilweise noch stärker ausgeprägte Sommer/Herbst-Algenblüte erkennen. Dazwischen liegt ein sog. „Klarwasserstadium“.

### Flora und Fauna

Hauptbestandteil des Phytoplanktons in der Urfttalsperre stellen die Diatomeen, die Dinoflagellaten und coccale Grünalgen dar. Die Hauptvertreter der Kieselalgen sind verschiedene *Melosira*-, *Stephanodiscus*- und *Synedra*-Arten, *Fragilaria crotonensis* und *Asterionella formosa*. Vorwiegend während der Sommermonate treten die Dinoflagellaten *Ceratium hirundinella* und *Peridinium*-Arten auf. Die Chlorophyceen sind z. T. bestandsbildend mit *Eudorina elegans*, *Sphaerocystis Schroeteri*, *Coelastrum microporum* und verschiedenen *Pediastrum*- sowie *Staurastrum*-Arten vertreten. Alle anderen Formen kommen jeweils nur in wenigen Exemplaren vor.

Einen wesentlichen Bestandteil des Zooplanktons bilden die Rotatorien, wobei die Gattungen *Keratella* (*K. quadrata* und *K. cochlearis*), *Kellicottia*, *Asplanchna* und *Polyarthra* besonders hervorzuheben sind. Das Crustaceen-Plankton ist mit verschiedenen Daphniden, Bosminen und Copepoden vertreten. Die häufigsten Arten dieser Gruppen waren *Daphnia longispina*, begleitet von *Daphnia cucullata* und *Daphnia cristata*. Zum Teil noch höhere Individuenzahlen erreichte *Bosmina longirostris*. Ebenfalls sehr zahlreich waren unter den Copepoden während der gesamten Beobachtungszeit *Eudiaptomus gracilis* und weitere nicht näher bestimmte *Cyclops*-Arten. Ciliaten spielten nur eine untergeordnete Rolle und wurden in allen untersuchten Proben nur vereinzelt gefunden.

### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Die Eutrophierung der Urfttalsperre wird durch den hohen Nährstoffeintrag, der überwiegend aus den Abwassereinleitungen stammt, verursacht.

Aus der Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes ist die durch die Eutrophierung bedingte negative Veränderung der Lebensbedingungen in der Urfttalsperre als ein schwerwiegender Eingriff in die Gewässerbiozönose anzusehen. Schon heute treten aufgrund der übermäßigen Nährstoffbelastung derart kritische Situationen auf, daß ein „Umkippen“ dieser Talsperre akut zu besorgen ist. Aus diesem Grunde wird zur Zeit u. a. für die Urfttalsperre und ihr Einzugsgebiet ein sog. Bewirtschaftungsplan erarbeitet.

Durch die in diesem Plan aufgezeigten Maßnahmen (u. a. Ausstattung der größeren Kläranlagen mit weitergehender Reinigung, z. B. zweistufige Phosphor-Eliminierung) soll sichergestellt werden, daß die Nährstoff-

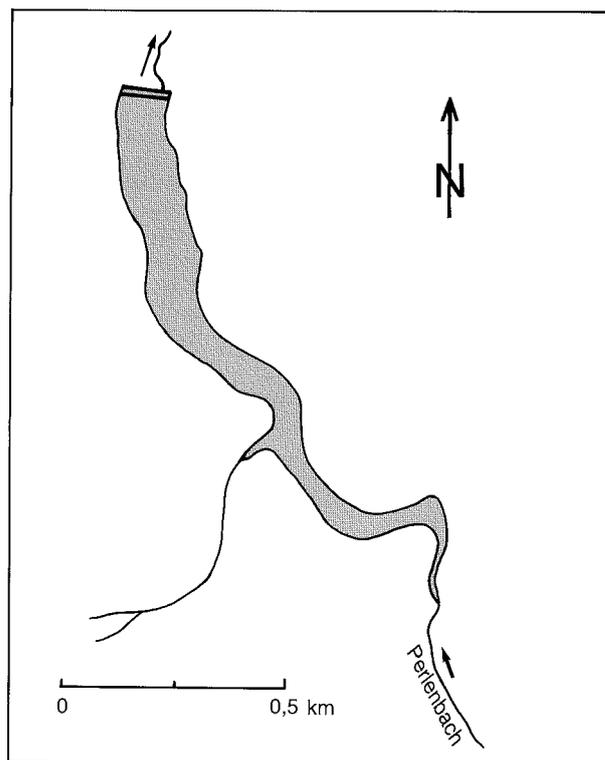
belastung der Urfttalsperre mit einem vertretbaren Sanierungsaufwand erheblich vermindert wird, um die Trophiestufe dieser Talsperre zu verbessern. Gleichzeitig soll dadurch die ökologische Funktion des Gewässers verbessert bzw. wiederhergestellt werden und eine weitere zu erwartende rasante Eutrophierung verhindert werden. Eine Verbesserung der Trophiestufe der Urfttalsperre vermindert auch die Eutrophierungsgefahr für das Fließgewässer Rur und seine Stauhaltungen im Mittel- und Unterlauf und minimiert eine Qualitätsverschlechterung des für die Trinkwassergewinnung genutzten Obersees bei einer zeitweisen Überleitung von Wasser aus der Urfttalsperre in diesen Speicher.

### Literatur

STAATLICHES AMT FÜR WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFT (1989): Bewirtschaftungsplan Rurtalsperren; Teilpläne: Urft, Olaf. Entwurf Aachen.

# Perlenbachtalsperre

Topographische Karte: L 5403 Monschau  
Gewässersystem: Perlenbach/Rur/Maas  
Stauziel: 464,3 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,15 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 0,75 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 16 m  
Mittlere Tiefe: 5 m  
Ausbaugrad: 1,5 %  
Umgebungsfaktor: 430  
Länge des überstauten Tals: 1,5 km  
Absperrbauwerk: Steinschüttdamm  
Kronenlänge: 120 m  
Uferentwicklung: ca. 2,5  
Talsperrentyp: langgestrecktes V-Tal  
Vorsperren: nicht vorhanden  
Zirkulationstyp: holomiktisch  
Lage des Auslaufs: Hochwasserentlastung  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasseraufbereitung  
Einzugsgebiet: 64,5 km<sup>2</sup>  
(35,6% deutsches Staatsgebiet)  
(64,4% belgisches Staatsgebiet)  
Einwohner: 330 (belgisches Gebiet unbekannt)  
Nutzung der Landfläche: Forst 65 %, Grünland 31 %, Acker 2 %, befestigte Fläche 2 %  
Betreiber: Wasserversorgungszweckverband Perlenbach  
Jahr der Inbetriebnahme: 1956



## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Hauptaufgabe der 1954 in Betrieb genommenen Perlenbachtalsperre ist es, Wasser für die Trinkwasseraufbereitung zu speichern. Ca. 50 000 Menschen werden zur Zeit mit Trinkwasser aus der vom Wasserversorgungszweckverband Perlenbach betriebenen Talsperre versorgt. Da es in den Sommermonaten häufig zu einem Mehrbedarf kommt, wird der Neubau einer größeren Vorsperre angestrebt.



Abbildung 1: Perlenbachtalsperre  
Foto: G. FRIEDRICH

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet liegt im deutsch-belgischen Grenzgebiet und ist mit 64 km<sup>2</sup> im Vergleich zur Talsperre selbst recht groß (Ausbaugrad der Talsperre = 1,5 %). Von wasserchemischer Bedeutung sind die kalkarmen Gesteine und die Hochmoore im Einzugsgebiet. Der hohe Waldanteil von 65 % und wenig intensive Landwirtschaft sind gute Vorbedingungen für eine oligotrophe Talsperre.

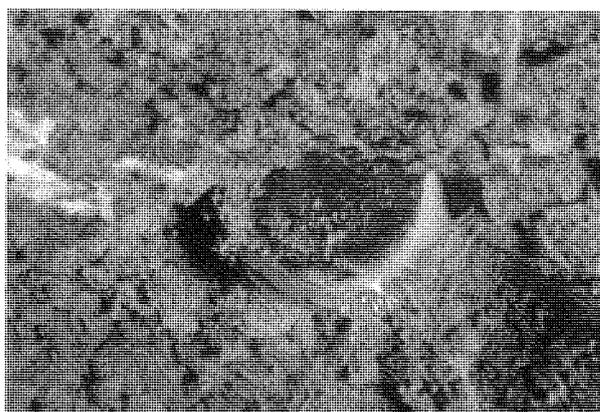


Abbildung 2: Unterwasserfoto der Flußperlmuschel  
(*Margaritifera margaritifera*)  
Foto: J. CLASEN

### **Wasserbeschaffenheit**

Entsprechend den geologischen Verhältnissen im Einzugsgebiet der Perlenbachtalsperre liegt der Hydrogenkarbonat-Gehalt mit ca. 0,12 mmol/l sehr niedrig. Die dadurch bedingte geringe Pufferkapazität ermöglicht pH-Wert-Erniedrigungen. Die pH-Werte liegen demnach auch zwischen 5,5 und 6,8. Als Ursache für den Säureeintrag kommen die im Einzugsgebiet liegenden Hochmoore in Frage. Hinreichende Untersuchungen bezüglich anthropogen bedingter Versauerungserscheinungen wurden bislang nicht gemacht.

Der Nährstoffgehalt ist entsprechend der vorwiegend waldbaulichen Nutzung der Landfläche als niedrig einzustufen. Der Phosphat-Gehalt liegt in der Regel bei  $< 10 \mu\text{g/l}$ , der Nitratgehalt schwankt bei maximal 7,5 mg/l. Die Perlenbachtalsperre wurde als oligotrophes Gewässer eingestuft.

### **Flora und Fauna**

Die Algenproduktion ist wegen der kurzen Aufenthaltszeit und dem beschriebenen Nährstoffmangel sehr gering. Erwähnenswert ist jedoch ein ausgiebiger Schilfbewuchs in den Flachwasserzonen des Stauwurzelbereiches. Eine zoologische Rarität stellt die im zufließenden Perlenbach nachgewiesene Flußperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) dar (vergl. Abb. 2). Sie liebt das klare, kalkarme Wasser der Urgebirge und benötigt Fische zu ihrer Fortpflanzung. Ca. 1 Mio. Larven werden von ihr während eines Entwicklungsganges produziert. Sie sind äußerst klein und entwickeln sich erst nach zufälliger Aufnahme in den Kiemen der Fische. Es wurden wegen der Seltenheit dieser Muschel Maßnahmen zu ihrem Schutz vorgenommen.

### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Die für Trinkwassertalsperren ausgewiesenen Wasserschutzzonen haben sich als hinreichend erwiesen. Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

# Oleftalsperre

Topographische Karte: L 5504 Schleiden  
Gewässersystem: Olef/Urft/Rur/Maas  
Stauziel: 465,5 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 1,05 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 20,3 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 53 m  
Mittlere Tiefe: 19 m  
Ausbaugrad: 61 %  
Umgebungsfaktor: 45  
Länge des überstauten Tals: 5 km  
Absperrbauwerk: Pfeilerzellen-Staumauer  
Kronenlänge: 282 m  
Uferentwicklung: ca. 3,7  
Talsperrentyp: Rinnensee in U-Form  
Vorsperren: keine  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: Grundablaß mit Abzweig zum Kraftwerk  
Nutzung der Talsperre: Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung, Trink- und Brauchwasserversorgung, Energieerzeugung  
Einzugsgebiet: 47,4 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Wald 80%, Acker 5%, Wiesen und Weiden 15%, Bebaute Flächen etc.  
Einwohner: keine  
Eigentümer/Betreiber: Talsperrenverband Eifel-Rur, Aachen  
Jahr der Inbetriebnahme: 1965

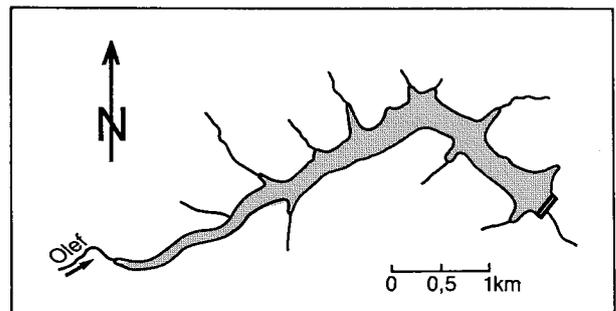
## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Oleftalsperre liegt nahe der belgischen Grenze, ca. 1 km oberhalb Hellenthal im Naturpark Nordeifel. Ursprünglicher Anlaß für den Bau der Talsperre war das Bedürfnis eines ausreichenden Hochwasserschutzes für das Schleidener Tal, insbesondere für die Orte Hellenthal und Schleiden. Dazu kamen dann noch als weitere Nutzungen die Niedrigwasseraufhöhung der Olef, die Bereitstellung von Trink- und Brauchwasser sowie die Energiegewinnung. Bauherr, Eigentümer und Betreiber der Talsperre ist der Talsperrenverband Eifel-Rur.

Geologisch besteht der Untergrund der Sperrstelle aus einer mächtigen Folge von graublauen Tonschiefern mit wechselndem Sandgehalt, in die Bänke von Grauwacken, Sandsteinen und Quarziten eingeschaltet sind. Als Übergänge zwischen diesen Gesteinen und den Tonschiefern treten vielfach Grauwackenschiefer, Sand-schiefer und sandstreifige Schiefer auf. Die gesamte Schichtenfolge gehört dem Oberen Unterdevon an.

Der Untergrund im Sperrbereich zeichnet sich durch eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit aus.

Wegen des Auftretens von Rissen im Bereich der wasserseitigen Stauwand wurde die Höchststauhöhe ab Herbst 1977 auf 465,00 m ü. NN beschränkt, was einem Beckeninhalte von 11 Millionen m<sup>3</sup> entspricht (Normalstau-



höhe beläuft sich auf 465,5 m ü. NN mit einem Beckeninhalte von 19,3 Millionen m<sup>3</sup>). Nach der Sanierung des Absperrbauwerkes wurde die Oleftalsperre ab Frühjahr 1987 wieder uneingeschränkt betrieben.

Die Talsperre selbst und ihr Einzugsgebiet besitzen für die Wochenend- und die Ferienerholung z. T. überregionale Bedeutung, wobei aber die Erholungsbereiche wie Wandern, Natur- und Landschaftserlebnis oder die Freizeittfischerei nur extensiv ausgeübt werden.

## Einzugsgebiet

Die von 1955–1959 gebaute Oleftalsperre umfaßt ein Einzugsgebiet von 47,4 km<sup>2</sup> und besitzt einen Speicher-raum von 19,3 Millionen m<sup>3</sup>. Ein Teil des Einzugsgebietes (19,6 km<sup>2</sup>) liegt in Belgien. Es ist unbesiedelt und überwiegend mit Laub- und Nadelwald bewachsen. Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche liegt unter 20%. Der mittlere Jahreszufluß zur Talsperre beträgt 31,5 Millionen m<sup>3</sup>. Insgesamt fließen 16 Zuflüsse in die Talsperre. Hauptzufluß ist die Olef, die etwa 60% des Gesamtzuflusses ausmacht. Sie entwässert ein reines Waldgebiet. Aus dem nördlichen Einzugsgebiet, das z. T. landwirtschaftlich genutzt wird, kommen 10 kleinere Bäche.

Fünf Bäche entwässern den südlichen Einzugsbereich, der ein reines Waldgebiet darstellt. Bei fast allen Zuflüssen handelt es sich um typische Mittelgebirgsbäche des Rhitralbereiches mit starker Strömung und grobem Sediment. Charakteristische Bewohner solcher Bachregionen sind vor allem strömungsangepaßte Eintagsfliegenlarven, Stein- und Köcherfliegenlarven sowie Strudelwürmer.

## Wasserbeschaffenheit

Die Beurteilung des Gewässerzustandes der Oleftalsperre wurde der Veröffentlichung „Chemische und biologische Untersuchungen an der Oleftalsperre in den Jahren 1974–1976 zur Ermittlung des Zusammenhanges zwischen Trophielage und Nährstoffbelastung“ entnommen. Im Rahmen eines OECD-Programmes wurden zur Erarbeitung (Justierung) eines Prognosemodelles über den Umfang der Jahresnährstoffbelastung stehender Gewässer und dem daraus folgenden Umfang der

ablaufenden Bioproduktion in Abhängigkeit der Gewässermorphologie und der Aufenthaltszeit des Wassers verschiedene Talsperren untersucht. Die Aufnahme der Olefalsperre in dieses Programm erfolgte, weil aufgrund allgemeiner Betrachtungen angenommen werden konnte, daß sie in den oligotrophen bzw. mesotrophen Bereich eingeordnet werden konnte. Diese Annahme basierte auf der Tatsache, daß das Einzugsgebiet der Talsperre weitgehend unbesiedelt und überwiegend mit Laub- und Nadelwald bewachsen ist. Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Flächen liegt unter 20%.

In drei Untersuchungsjahren betragen die Sichttiefen im Durchschnitt 6–7 m. Die minimale Sichttiefe lag bei 3,5 m, verursacht durch eine *Uroglena*-Blüte. Die maximale Sichttiefe ließ sich mit bis zu 9 m während der Vollzirkulation im Herbst bzw. Winter 1974 messen.

Der Zeitraum einer ausgeprägten Sommerstagnation ist wegen der verhältnismäßig kühlen Witterung und der mit 465 m ü. NN doch verhältnismäßig großen Höhenlage der Talsperre relativ kurz. Er umfaßt normalerweise nur die Monate Juni bis Oktober. In der Talsperre ist jedes Jahr eine ausgeprägte Frühjahrs- und Herbstzirkulation festzustellen. Normalerweise friert die Sperre während des Winterzeitraumes im Januar und Februar zu. Häufig tritt eine inverse Schichtung auf, d. h. die obere Wasserschicht kühlt sich auf Temperaturen unter 4 °C ab. Die Oberflächenwassertemperaturen liegen im Sommer bei etwa 20 °C, die Temperatursprungschicht bewegt sich in einem Bereich zwischen 10 und 20 m Tiefe, das Wasser im Hypolimnion erwärmt sich nur bis auf ca. 6 °C.

In der Olefalsperre schwankte die Sauerstoffsättigung im Epilimnion während der ganzen Untersuchungszeit 1974–1976 zwischen 80 und 100%. Übersättigungen bis zu 115% wurden als Folge starker Frühjahrsentwicklungen des Phytoplanktons erreicht. Auffällig ist die alljährlich im August, September und manchmal auch im Oktober auftretende Sauerstoffabnahme am Sperrgrund, die sich z. T. auf das ganze Hypolimnion ausdehnt. Allerdings sanken die Sauerstoffkonzentrationen am Grund niemals unter 3 mg/l ab. Daher kann angenommen werden, daß auch in der Sediment-Wasser-Kontaktzone immer aerobe Verhältnisse herrschen. Die Sauerstoffabnahme am Grund ist jedoch ein Hinweis auf erhöhte Zehrungsprozesse nach Ablauf der Frühjahrs-Planktonproduktion, hervorgerufen durch organische sedimentierte Substanz.

Mit pH-Werten von 6,5 bis 6,7 im Normalfall ist das Talsperrenwasser schwach sauer. Ursache hierfür sind wahrscheinlich gelöste Huminstoffe, die aus sauren Humusböden im Einzugsgebiet an die Talsperrenzuflüsse abgegeben werden. Andererseits steigen während der Produktionsmaxima im Frühjahr die pH-Werte in den oberen Wasserschichten bis über 7 an. Diese höheren pH-Werte treten als Folge „biogener Entkalkung“ in sehr weichen, ungepufferten Wässern, wie wir es auch in der Olefalsperre vorfinden, bereits bei mäßig erhöhten Bioproduktionen auf.

In der Olefalsperre wurden Nitratkonzentrationen von 5 bis 11 mg/l gemessen. Nitrat ist für das Phytoplankton der wesentlichste Stickstofflieferant zum Aufbau zell-eigener Substanz. Entsprechend dem jahreszeitlichen Wechsel der Populationsdichten weist das Nitrat in natürlichen Gewässern einen mehr oder weniger ausgeprägten Jahresgang auf, was sich auch in der Olefalsperre erkennen läßt. 1974 sank der Nitratgehalt von 11 mg/l an der Oberfläche auf 9 mg/l ab. Der verstärkte Abbau des sich am Seegrund anhäufenden Materials ließ die  $\text{NH}_4$ -Konzentration im Hypolimnion geringfügig von 0,1 auf 0,2 mg/l ansteigen. Bis zum Ende des Jahres 1974 hatte sich die  $\text{NO}_3$ -Konzentration wieder auf 10 mg/l eingependelt. 1975 sanken die Werte bis zum Ende der Sommerstagnation allmählich bis auf 5–6 mg/l ab. In allen 3 Jahren wies das Hypolimnion zur Zeit der Sommerstagnation keine zum Epilimnion unterschiedlichen Konzentrationen des Nitrats auf. Diese Daten zeigen generell, daß die Nitrat-Ionen nicht als Minimumfaktor für die autotrophen Planktonorganismen wirken. Sie sind stets in ausreichenden Konzentrationen vorhanden und steuern den Umfang der Planktonproduktion nicht.

Für das Phytoplankton ist neben dem Stickstoff der Phosphor derjenige Nährstoff, der am häufigsten als Begrenzungsfaktor für die Primärproduktion in Frage kommt. Durch Düngeversuche konnte gezeigt werden, daß die  $\text{PO}_4$ -Ionen den Minimumfaktor für die Planktonproduktion in der Talsperre bilden. In der Olefalsperre lagen während des ganzen Untersuchungszeitraumes die ortho-Phosphat-Ionenkonzentrationen zwischen 2 und 3  $\mu\text{g/l}$  P. Ein Absinken der Konzentrationen zur Zeit maximaler Phytoplanktonentwicklungen trat nicht ein, was darauf hinweist, daß der Umfang der Phytoplanktonproduktion nicht so groß war, daß es zu einem völligen  $\text{PO}_4$ -Schwund gekommen wäre. Die Konzentrationen an hydrolysierbaren bzw. organisch gebundenen gelösten P-Verbindungen bewegten sich in einem Bereich zwischen 7 und 8  $\mu\text{g/l}$ , der partikuläre (organisch gebundene) Phosphor erreichte zur Zeit der Frühjahrsalgenentwicklung Gehalte zwischen 10 und 23  $\mu\text{g/l}$  (Juni 1975) und 8  $\mu\text{g/l}$  (August 1976).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß sich die in der Talsperre nur in begrenztem Umfang ablaufenden Bioprozesse vor allem auf den pH-Wert und in gewissem Umfang auch auf den Sauerstoffgehalt auswirken. Hierfür ist vor allem die sehr geringe Pufferung des salzarmen Talsperrenwassers verantwortlich.

Weder die Stickstoff-, noch die Phosphor- und Siliziumverbindungen werden durch die Primärproduktion verbraucht. Der Gehalt an ortho-Phosphat in der Talsperre ist aber so gering, daß der Umfang der Bioproduktion insgesamt hiervon bestimmt wird. Ebenfalls aus den größtenteils großen Sichttiefen läßt sich ableiten, daß die Bioproduktion nicht sehr groß ist.

Analysen des StAWA Aachen aus den Jahren 1987 und 1988 bestätigen die 1974 bis 1976 gemessenen Werte, d. h. nach Wiederaufnahme des regulären

Betriebes ist die Talsperre weiterhin in den oligotrophen bis mesotrophen Trophiebereich einzuordnen.

#### Flora und Fauna

In den drei Untersuchungsjahren enthielt die Oleftalsperre ein ausgesprochen artenarmes Plankton und geringe Biomassewerte. Ein ausgeprägter Jahresrhythmus der Bioproduktion mit Frühjahrs- und Herbstmaxima wurde nicht beobachtet.

Als Vertreter der Chrysophyceen traten *Dinobryon divergens*, *Pseudokephyrion entzii* und *Uroglena americana* in größeren Zellzahlen auf. Als weitere Arten ließen sich noch *Salpingoeca ruttneri*, *Mallomonas acaroides* und *Ochromonas stellaris* nachweisen, diese Arten waren aber nur in unbedeutenden Mengen bzw. selten vorhanden.

Die Kieselalgen, die in anderen Seen bzw. Talsperren häufig einen Großteil des Planktons ausmachen, waren in der Oleftalsperre nur mit wenigen Arten vertreten. Die einzige Diatomee, die in größeren Zahlen vorkam, war *Asterionella formosa*. *Nitzschia holsatica* und andere pennate Formen wie *Tabellaria fenestrata* und *Tabellaria flocculosa* waren nur in geringen Zahlen zu finden.

Hauptvertreter der Ciliaten in der Oleftalsperre waren *Strombolidium gyrans* und *Strombolidium humile*. Andere Ciliaten wurden während der Untersuchungszeit nur vereinzelt gefunden.

Einen wesentlichen Bestandteil des Zooplanktons bildeten die Rotatorien. Im Frühjahr und Sommer dominierten *Collotheca mutabilis* und *Filinia terminalis*. Die Herbst- und Winterpopulation der Rotatorien wurde durch *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella hiemalis* und *Brachionus angularis* gestellt. Alle anderen Arten waren nur vereinzelt vertreten.

Unter den Cladoceren war *Daphnia longispina* die häufigste Art, doch fehlten die Cladoceren in den Wintermonaten der Untersuchungsjahre im Besiedlungsbild des Planktons. Begleitet wurde *Daphnia longispina* vor allem von *Bosmina longirostris*. Als weitere Cladoceren wurden in wenigen Exemplaren noch *Alona rectangula* und *Holopedium gibbeum* gefunden. Die Copepoden waren nur durch *Eudiaptomus gracilis* vertreten.

Betrachtet man die prozentuale Zusammensetzung des Zooplanktons des Jahres 1976, so fällt auf, daß die Rotatorien den höchsten Anteil (bis zu 82%) ausmachen. Ihnen folgen die Ciliaten mit bis zu 64%, die Cladoceren mit bis zu 32% und letztlich die Copepoden mit bis zu 23%. Das Besiedlungsbild ist wie beim Phytoplankton relativ artenarm. Jeweils mit bzw. nach den Maxima der Produzenten (Chrysophyceen, Dinophyceen und Chlorophyceen) erreichten auch die Konsumenten Spitzen in den Individuenzahlen.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

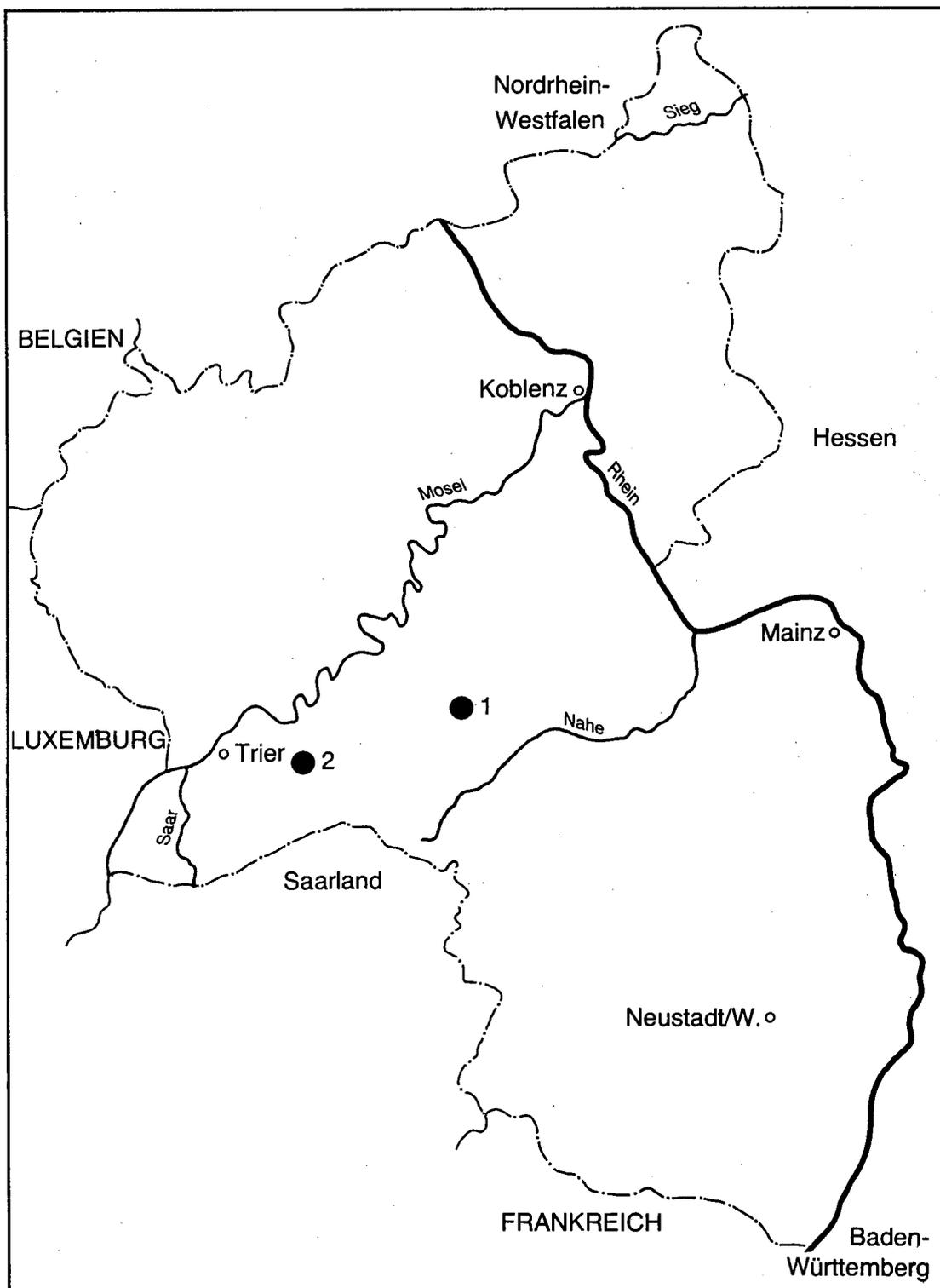
Der Gütezustand der Oleftalsperre gewährleistet, daß ihr Wasser unter Einsatz normaler Aufbereitungsverfahren zu jeder Zeit zu einwandfreiem Trinkwasser aufbereitet werden kann. Zusätzliche Schutz- oder Sanierungsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

#### Literatur

BLUMENTHAL, O. (1957): Der Bau der Oleftalsperre. – Wasser und Boden, 10 (9), 379–386.

BERNHARDT, H., CLASEN, J. & M. BAUER (1978): Chemische und biologische Untersuchungen an der Oleftalsperre in den Jahren 1974–1976 zur Ermittlung des Zusammenhanges zwischen Trophielage und Nährstoffbelastung. – DVGW – Schriftenreihe Wasser 18.

## 10.6 Rheinland-Pfalz



# Steinbachtalsperre

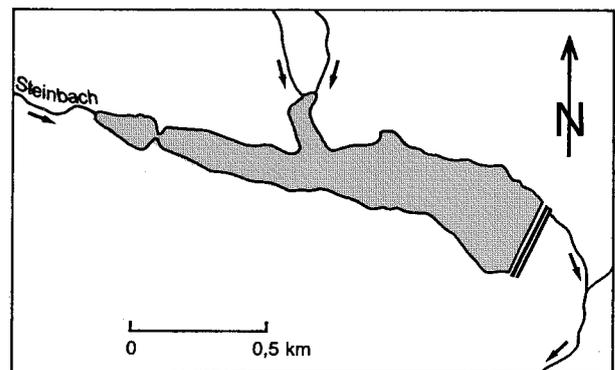
Topographische Karte: L 6308 Idar-Oberstein und L 6108 Bernkastel-Kues  
Gewässersystem: Steinbach/Idarbach/Nahe/Rhein  
Stauziel: 466,0 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,34 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum:  $4,8 \times 10^6$  m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 36,0 m  
Mittlere Tiefe: 14,3 m  
Ausbaugrad: 75 %  
Umgebungsfaktor: 41,9  
Länge des überstauten Tals: 1,6 km  
Absperrbauwerk: Erddamm  
Kronenlänge: 340 m  
Uferentwicklung: ca. 1,9  
Talsperrentyp: Rinnensee in V-Form  
Vorsperre: 1  
Zirkulationstyp: dimiktisch, holomiktisch  
Lage des Abflusses: Grundablaß (12 m<sup>3</sup>/s) 0,5 m über Grund (430,5 m ü. NN)  
untere Rohwasserentnahme (0,5 m<sup>3</sup>/s) 10,5 m über Grund  
obere Rohwasserentnahme (0,5 m<sup>3</sup>/s) 21,0 m über Grund  
Hochwasserentlastung (Überlaufurm, 30 m<sup>3</sup>/s) 36,0 m über Grund  
Nutzung der Talsperre: Trinkwassergewinnung  
Einzugsgebiet: 14,6 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: siehe Beschreibung  
Einwohner: ca. 450 Menschen, ca. 20 Stück Großvieh  
Eigentümer/Betreiber: Stadt Idar-Oberstein/ Stadtwerke  
Jahr der Inbetriebnahme: 1966

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Aufgrund des in den 50er Jahren dieses Jahrhunderts ständig steigenden Wasserbedarfs der Stadt Idar-Oberstein hat der Rat dieser Stadt aus einer Reihe von Möglichkeiten zur Trinkwassergewinnung (z. B. Erschließung neuer Quellen und Tiefbohrungen, Flußwasseraufbereitung aus der Nahe, Bau einer Talsperre) den Bau einer Talsperre im Steinbachtal beschlossen. Am 1. April 1963 war die Grundsteinlegung des Bauvorhabens.

Die Steinbachtalsperre hat eine Vorsperre mit 44 670 m<sup>3</sup> Speichervolumen, die im Sommer eine durchschnittliche Verweilzeit von 6 Tagen (max. 15, min. 2 Tage) aufweist.

Die Steinbachtalsperre dient ausschließlich zur Trinkwasserversorgung. Zukünftig soll aus der Talsperre der Trinkwasserfehlbedarf des gesamten Landkreises gedeckt werden. Dazu muß aber ihr Einzugsgebiet durch Überleitung von weiterem Oberflächenwasser vergrößert werden. Bereits 1977 eingeleitete Maßnahmen sind infolge mehrfach geänderter Bedarfsprognosen, alternativer Lösungen und insbesondere einer gegen das



Projekt gerichteten Bürgerinitiative noch nicht abgeschlossen.

## Einzugsgebiet

Im Bereich der Steinbachtalsperre und im Einzugsgebiet stehen die sogenannten Hunsrücktschiefer an. In der Talauflage ist der relativ frische Schiefer mit 2–3 m Lößlehm überdeckt. Der Schiefer besitzt eine braun-graue Farbe, hervorgerufen durch eisenhaltige Mineralien.

Der westliche Teil des Einzugsgebietes ist im wesentlichen bewaldet. Nördlich der Steinbachtalsperre ist das Einzugsgebiet des kleinen Seitenbaches dagegen kaum bewaldet. Hier dominieren Viehweiden. Größe und Nutzung des als Wasserschutzgebiet ausgewiesenen Einzugsgebietes geht aus der Tabelle hervor.

Unmittelbar oberhalb der Talsperre liegen die Ortschaften Langweiler und Sensweiler. Während der größte Teil von Sensweiler sich außerhalb des Einzugsgebietes der Steinbachtalsperre befindet, liegt die Ortschaft Langweiler am Steinbach mitten im Einzugsgebiet. Zur Abwassersituation siehe Schutzmaßnahmen.

## Wasserbeschaffenheit

Nach BERNHARDT (1979) ist die Steinbachtalsperre als oligotroph einzustufen. Hierfür sprechen: eine Gesamt-Phosphor-Konzentration von 10 µg/l P als Jahresdurchschnitt (P ist Minimumfaktor), sehr hohe Sichttiefen und eine geringe Planktonentwicklung.

Ähnlich wie die Riveristalsperre verkleinert sich im Laufe des Sommers das Hypolimnion durch die Rohwasserentnahme. Dadurch wird das verbleibende Hypolimnion vermehrt mit reduzierend wirkenden Substanzen belastet. Es ist anzunehmen, daß gegen Ende der Sommerstagnation das restliche Hypolimnion sauerstofffrei wird. Die vorliegenden Tiefenprofile (03. 11. 1986 und 09. 09. 1987) enden in 30 m, also 3 m unterhalb der unteren Rohwasserentnahme. Die größte Tiefe der Talsperre beträgt 36 m. In diesen 3 m unterhalb der unteren Rohwasserentnahme war, insbesondere am 03. 11. 1986, ein deutlicher Temperatur- und Sauerstoffabfall und Anstieg von Mangan und Kohlendioxid zu erkennen.

Fläche	Schutzzone							
	I		II		III		Σ	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Wasser	33,8	46,0	–	–	–	–	33,8	2,3
Wald <sup>1)</sup>	39,6	54,0	29,9	77,2	1 094,1	81,2	1 163,6	79,7
Grünland	–	–	8,5	22,1	75,0	5,6	83,5	5,7
Acker	–	–	–	–	118,5	8,8	118,5	8,1
Siedlung	–	–	–	–	54,3	4,0	54,3	3,7
Wege + Straßen	–	–	0,3	0,7	6,0	0,4	6,3	0,5
	73,4	100,0	38,7	100,0	1 347,9	100,0	1 460,0	100,0

<sup>1)</sup> Der Wald besteht aus ca. 40% Laubwald und ca. 60% Nadelwald.

Das Wasser ist mit 0,3 mmol/l Säurekapazität als weich zu bezeichnen. Dementsprechend ist es auch potentiell gegen Versauerung gefährdet.

#### Flora und Fauna

Nach BERNHARDT (1979) ist die Algendichte in dieser Talsperre verschwindend gering. Während des Winterhalbjahres 1977/78 lagen die Zellzahlen/ml fast stets unter 1 oder nur wenig darüber.

Eine allmählich beginnende Entwicklung von Algen trat erst im April 1978 ein. Erstmals kam es damals zum Auftreten von Blaualgen, während die in größerer Tiefe festgestellten  $\mu$ -Flagellaten ohne Bedeutung waren.

Während der Sommermonate ist die Liste der in der Talsperre gefundenen Algenarten angestiegen. Die aufgetretenen Zahlen blieben jedoch mit Ausnahme einiger weniger Arten unter 10 Zellen bzw. Kolonien/ml.

Während des Sommerzeitraumes, zumindest bis zum Juli 1978, stellte die Blaualge *Oscillatoria limnetica* die dominierende Algenart dar. Daneben traten die Flagellaten *Dinobryon cylindricum* und *Peridinium spec.* auf. Letzterer erschien im Juli mit 134 Zellen/ml in einer etwas größeren Konzentration. Auch unter den Grünalgen bildeten sich einige Arten in etwas größeren Mengen aus.

Demgegenüber blieben die Kieselalgen weiterhin unter 1 Zelle bzw. Kolonie/ml. Erst im Oktober und November 1978 traten die Kieselalge *Cyclotella nana* (bis zu 50 Kolonien/ml) und eine nicht bestimmte Xanthophyceen (bis zu 1 900 Zellen/ml) in einer beachtenswerten Kolonie- bzw. Zellzahl auf.

Die aufgetretenen maximalen Zell- bzw. Koloniezahlen sind so niedrig, daß insgesamt gesehen daraus geschlossen werden kann, daß in den Jahren 1977/78 der Umfang der Biomassenproduktion in der Steinbachtalsperre äußerst gering war.

Über das Zoobenthon und -plankton in dieser Talsperre ist nichts bekannt.

Auf Empfehlung der zuständigen Behörde wurden unmittelbar nach dem Anstau Bachsaiblinge (*Salvelinus*

*fontinalis*), Felchen (*Coregonus spec.*) und Aale (*Anguilla anguilla*) eingesetzt. Gleichzeitig wurde damit auch ein begrenztes Freizeitfischen erlaubt (max. 20 Freizeitfischer).

Das sehr geringe Nährstoffangebot des Talsperrenwassers forderte nach wenigen Jahren eine Änderung des Fischbesatzes. Statt der Bachsaiblinge und Felchen werden fangreife Bach- (*Salmo trutta fario*) und Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*) eingesetzt.

Aale wurden nach dem Erstbesatz nicht mehr eingesetzt. Jeweils im Spätherbst bringt ihr natürlicher Wandertrieb betriebliche Probleme für die Rohwasserentnahme.

#### Sediment

In den 22 Betriebsjahren erfolgten mehrere Tiefenmessungen in der Vorsperre, ohne jedoch größere Ablagerungen feststellen zu können. Eine Entleerung im Dezember 1985 hat die Meßergebnisse bestätigt. Man fand nur sehr wenig Sediment in den Totzonen des Wasserkörpers. Diese Feststellung läßt vermuten, daß die oligotrophe Hauptsperre nur unwesentliche Ablagerungen enthält.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Die beiden Ortschaften Langweiler und Sensweiler im Einzugsgebiet wurden vor Inbetriebnahme der Talsperre mit einer Trennkanalisation ausgerüstet. Das anfallende Regenwasser wird in Rückhaltebecken geleitet und fließt dann in den Steinbach. Das gesammelte Abwasser wird aus dem Einzugsgebiet gepumpt.

Rund um die Talsperre wurde ein ca. 100 m breiter Uferstreifen erworben und als Wasserschutzforst – Wasserschutzzone I – angelegt. Um Wildverbiß an der Anpflanzung zu reduzieren und hartnäckige Wassersportler vom Stausee fernzuhalten, begrenzt ein Wildgatter die Uferzone.

#### Literatur

BERNHARDT, H. (1979): unveröffentlichtes Gutachten.

# Riveristalsperre

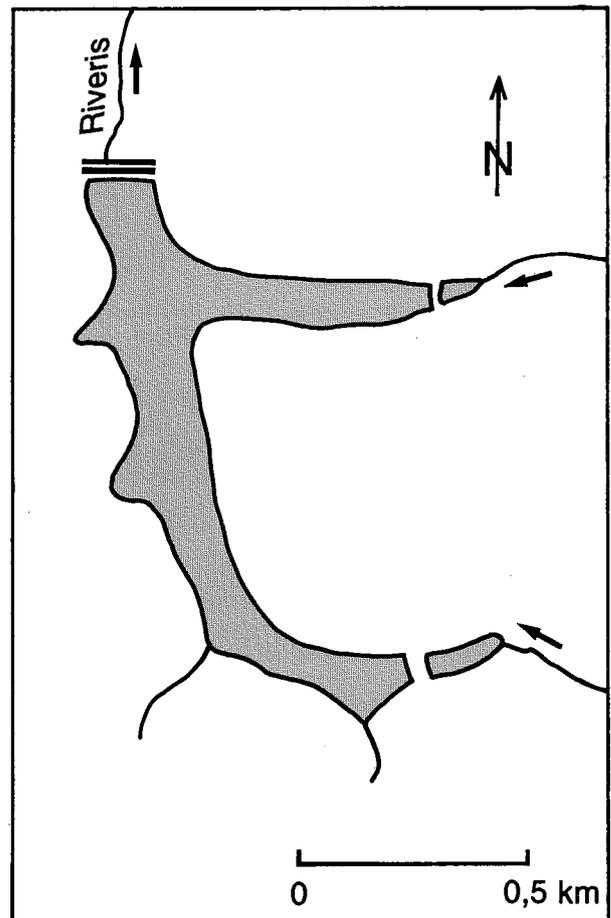
Topographische Karte: L 6306  
Gewässersystem: Riveris/Ruwer/Mosel  
Stauziel: 319,00 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,29 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 4,64 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 41,5 m  
Mittlere Tiefe: 16 m  
Ausbaugrad: 49%  
Umgebungsfaktor: 83  
Länge des überstauten Tals: 2 km  
Absperrbauwerk: Erddamm  
Kronenlänge: 178 m  
Uferentwicklung: ca. 2,9  
Talsperrentyp: V-Tal  
Vorsperren: 2, Riverisbach und Thielenbach  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: 2 Entnahmen 10 und 25 m über Grund  
Nutzung der Talsperre: Trinkwasserversorgung, Wasserkraft  
Einzugsgebiet: 21,8 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Wald 89,8%,  
Brachland 2,1%, Grünland 2,6%, Acker 5,5%  
Einwohner: < 20  
Eigentümer: Stadtwerke Trier  
Jahr der Inbetriebnahme: 1958

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Riveristalsperre liegt im Gebiet des Osburger Hochwaldes etwa 10 km südöstlich von Trier in einer Höhe von 319 m ü. NN am Zusammenfluß von Riveris- und Thielenbach. Sie dient der Trinkwasserversorgung der Stadt Trier. Archäologische Funde einer Wasserleitung belegen, daß bereits die Römer das Trinkwasser aus diesem Gebiet nach Trier geleitet haben (BECK, 1957).



Abbildung 1: Luftaufnahme  
Foto: Landesbildstelle Rheinland-Pfalz  
Freigegeben durch Reg. Präs. Rheinland-Pfalz Nr. 8412-2



## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet hat eine Größe von 21,8 km<sup>2</sup>. Es gehört geologisch zu den Siegener Schichten des Unterdevon, die aus Wechsellagen von kalkarmen Tonschiefern und Droner Quarziten bestehen.

Der größte Teil des Einzugsgebietes (ca. 90%) ist bewaldet, weniger als 10% werden landwirtschaftlich genutzt (5,5% Acker und 2,6% Grünland), 2,1% sind Brachland.

Das Einzugsgebiet im Osburger Hochwald gilt als nahezu ideal für eine Trinkwassertalsperre, da es abgesehen von einigen wenigen Wohnhäusern (meist Wochenendhäusern) fast unbesiedelt ist.

Die Talsperre liegt bis auf die Stauwurzel und das Thielenbach-Seitenttal überwiegend windgeschützt. Sie ist im Winter meist 1–2 Monate zugefroren. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei etwa 9,3 °C, der mittlere jährliche Niederschlag bei 913 mm.

**Ufer**

Die Ufer sind meist recht steil, steinig und vegetationsarm. Oberhalb der Höchststaulinie beginnt der Wald.

In den Vorbecken entwickelt sich meist ein nur schwach ausgebildeter Makrophytengürtel. Zeitweilig kann jedoch die grasartig wachsende, seltene Moorbirse (*Isolepis fluitans*) dichte Bestände bilden.

**Wasserbeschaffenheit**

Trotz des nahezu idealen walddreichen Einzugsgebiets, das alle Voraussetzungen für ein oligotrophes Gewässer zu bieten schien, wurden gegen Ende der Sommerstagnation Sauerstoffdefizite im Hypolimnion weit über 50% festgestellt (SCHNITZLER 1971). Dies gab Anlaß, die Nährstoffbelastung und die resultierenden Konzentrationen an Phosphor- und Stickstoffverbindungen sowie die Bioproduktion in der Talsperre näher zu untersuchen. Dabei erschien die Frage nach dem „wahren Trophiegrad“ im Zusammenhang mit geplanten Sanierungsmaßnahmen an der Wahnbachtalsperre von besonderem Interesse, da sich die Stickstoffbelastung von Riveristalsperre und Wahnbachtalsperre nur um den Faktor 2–3 unterscheiden, die P-Belastung dagegen in der Riveristalsperre um eine Größenordnung geringer war (vgl. Wahnbachtalsperre).

Aus einer Oberflächenbelastung von 0,2–0,5 g P/m<sup>2</sup> × a und 27–45 g N/m<sup>2</sup> × a resultierten Konzentrationen im Stauraum von etwa 3–4 mg/l Nitrat und 2–15 µg/l gelöste Phosphorverbindungen. Die Konzentration an Gesamt-Phosphor lag meist zwischen 5 und 10 µg/l, während der Sommerstagnation stieg jedoch der Anteil ungelöster P-Verbindungen in den grundnahen Wasserschichten auf über 50 µg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (= 17 µg/l P) an. Abb. 2.

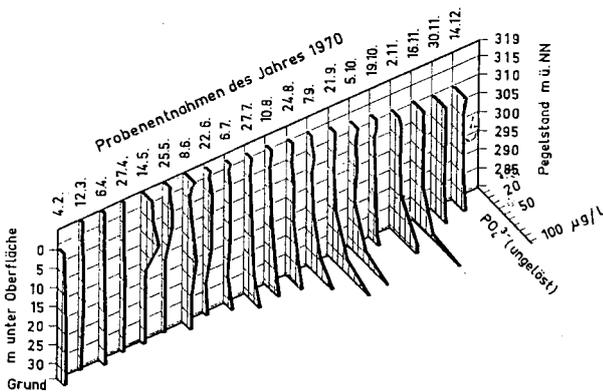


Abbildung 2: Ungelöster Phosphor in verschiedenen Tiefen im Jahresverlauf 1970

Die Anreicherung partikulär gebundener Phosphate im Hypolimnion hat nichts mit abgesunkenen Planktonzellen zu tun, wie ursprünglich vermutet wurde, sondern steht in engem Zusammenhang mit dem Eisenkreislauf, wie die gleichläufigen Kurven für Gesamt-Eisen und ungelöstes P (Abb. 3) zeigen. Auch Mangan geht während

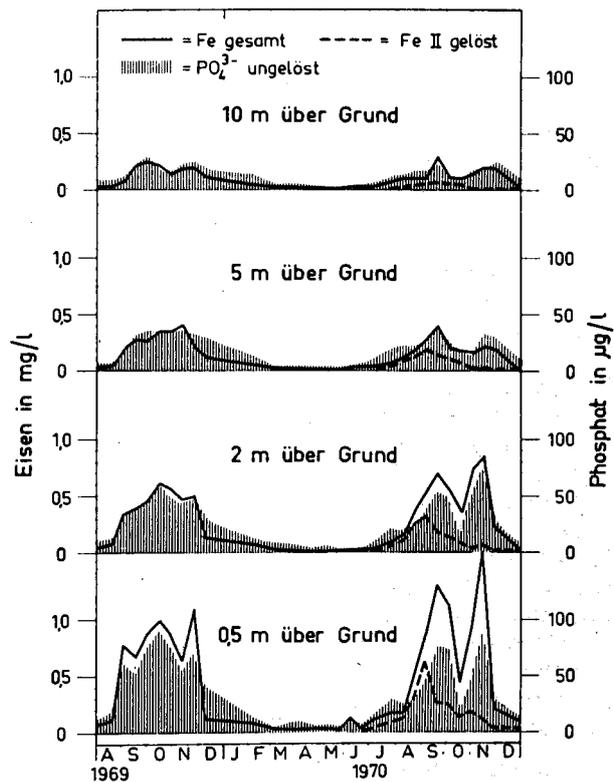


Abbildung 3: Eisen und Phosphat in grundnahen Wasserschichten 1969 und 1970

der Sommerstagnation in Lösung und wird in den grundnahen Wasserschichten in Konzentrationen bis über 3 mg/l angereichert (Abb. 4). Ebenso erscheinen Konzentrationsspitzen von NH<sub>4</sub> und CO<sub>2</sub>, als Zeichen mikrobieller Aktivität, während der Sauerstoffgehalt im Laufe der Sommermonate bis auf nahezu Null absinkt.

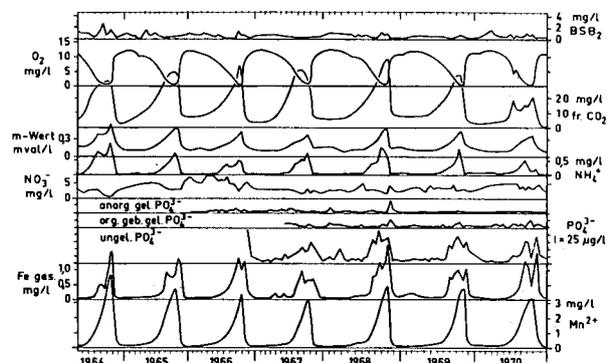


Abbildung 4: Wasserbeschaffenheit über Grund 1964–1970

Das relative hypolimnische O<sub>2</sub>-Defizit betrug 1967 0,24, 1968 0,21, 1969 0,16 und 1970 0,18 g/m<sup>2</sup> × a.

Diese Werte liegen nach HUTCHINSON (1957 und 1967) im Bereich oligotropher Gewässer.

Abb. 5 zeigte die Ionenbilanz. Das Wasser der Riveristalsperre enthält nur wenig Härtebildner (0,7–1,2 ° dH) und eine geringe Bikarbonatkonzentration (m-Wert) und hat dementsprechend nur eine geringe Pufferkapazität. Der pH-Wert liegt ganzjährig im leicht sauren Bereich (pH 6,6–6,9). Er kann im Spätherbst, besonders nach dem Laubfall und den damit einsetzenden Zersetzungsprozessen im Waldboden und im Gewässer gelegentlich bis auf 4,5 zurückgehen. Nur während (geringfügig) verstärkter Phytoplanktonentwicklungen kann der pH-Wert in der trophogenen Zone bis auf 7,3 ansteigen.

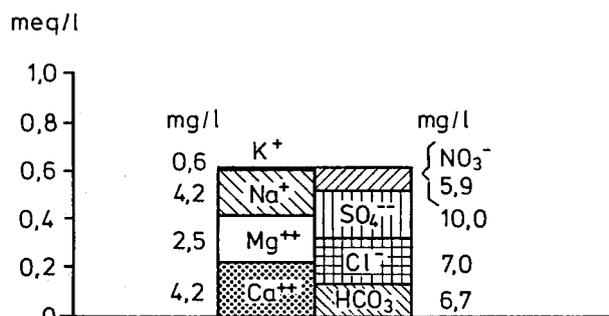


Abbildung 5: Ionenbilanz

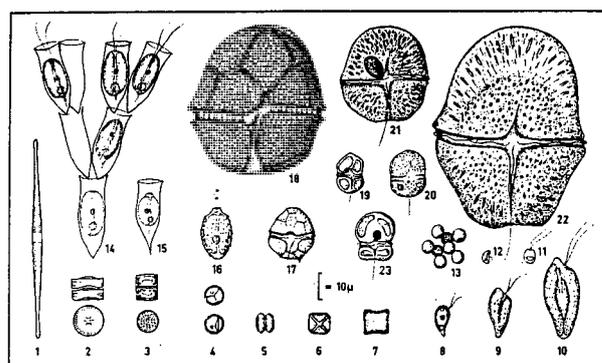
## Flora und Fauna

### Phytoplankton

Die wesentlichen Planktonalgen der Riveristalsperre sind in Abb. 6 dargestellt. Abb. 7 a und 7 b zeigt die Phytoplankton-Biomasse im Verlauf der Jahre 1969 und 1970, differenziert nach Algengruppen. Es fällt auf, daß der Schwerpunkt der Algenentwicklung in die Herbstmonate fällt, wenn Chlorophyceen und Cryptomonaden dominieren. In den Sommermonaten erlangen auch Chrysophyceen und kleine Dinoflagellaten Bedeutung. Abgesehen von einer außergewöhnlich hohen Biomasse im September 1969 durch *Gymnodinium uberrimum* werden kaum mehr als 20–25 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> Biomasse („standing crop“) erreicht.

Der jahreszeitliche Verlauf der Algenentwicklung ist für die Jahre 1969 und 1970 nach Arten getrennt auf Abb. 8 dargestellt. Die biomassemäßig bedeutendste Art *Peridinium inconspicuum* kommt nach HÖLL (1928) in „nährsalzarmen Gewässern“ vor. *Cyclotella stelligera* und *Peridinium inconspicuum* ordnete JÄRNEFELT (1952) den oligotrophen Arten zu.

Die hier vorkommenden Chrysophyceen-Gattungen sind typisch für oligotrophe Gewässer. Vereinzelt kommen auch Grünalgen wie *Chlorella*, *Scenedesmus* und *Crucigenia* sowie *Cryptomonas* vor, die in eutrophen Gewässern dominieren. Sie erreichen jedoch nie entsprechend hohe Konzentrationen.



1. *Synedra acus*
2. *Cyclotella stelligera*
3. *Stephanodiscus spec.*
4. *Chlorella vulgaris*
5. *Scenedesmus costato-granulatus*
6. *Crucigenia tetrapedia*
7. *Tetradron minimum*
8. *Thodomonas minuta var. nannoplanctica*
9. *Cryptomonas erosa var. reflexa*
10. *Cryptomonas erosa*
11. *Scourfieldia magnopyrenoidosa*
12. *Pedinomonas minutissima*
13. *Schizoclamys gelationosa*
14. *Dinobryon sertularia*
15. *Dinobryon sociale var. americanum*
16. *Mallomonas valkanoviana*
17. *Peridinium inconspicuum*
18. *Peridinium willei*
19. *Gymnodinium ordinatum*
20. *Gymnodinium lacustre*
21. *Gymnodinium uberrimum*
22. *Gymnodinium mirabile*
23. *Massartia plana*

Abbildung 6: Bilder von Planktonalgen

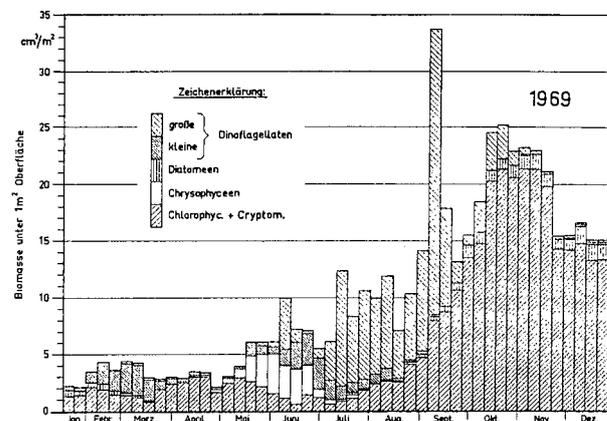


Abbildung 7a: Biomasse unter 1 m<sup>2</sup> 1969

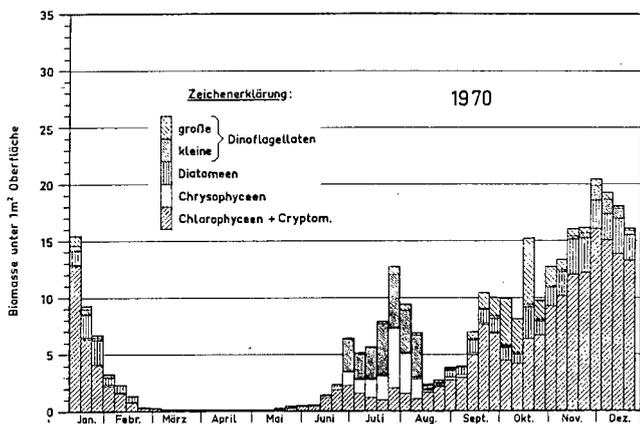


Abbildung 7b: Biomasse unter 1 m<sup>2</sup> 1970

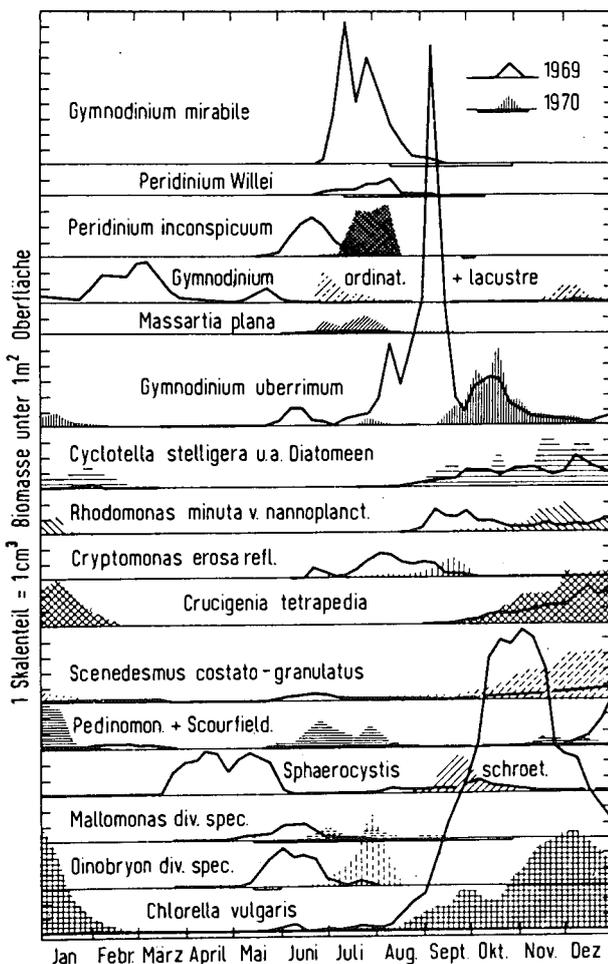


Abbildung 8: Verlauf der Algenentwicklung 1969 und 1970

Die Biomasseverteilung in verschiedenen Tiefen und im Jahresverlauf 1969 findet sich in Abb. 9. Auffallend sind die Spitzenwerte am 15. 09. in den oberflächennahen Wasserschichten, die durch die großen Gymnodinien hervorgerufen werden.

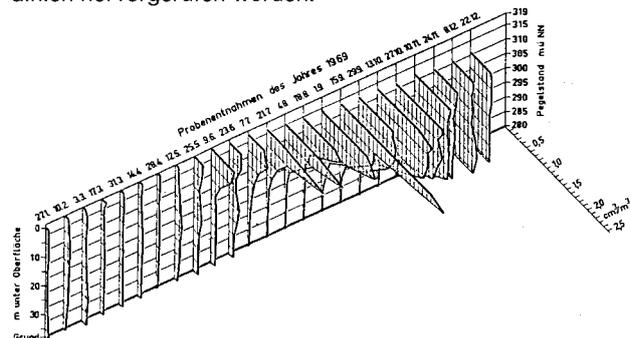


Abbildung 9: Biomasseverteilung in verschiedenen Tiefen 1969

Sie finden keine Entsprechung beim Kurvenverlauf der Chlorophyllgehalte, die auch hier zu dieser Zeit kaum 4 µg/l übersteigen.

Die Mitte September gemessenen „C14-Assimilationsraten“ lagen unter 0,5 µg/l pro (cal × cm<sup>-2</sup>).

Abb. 10 zeigt die auf die Globalstrahlung bezogenen (normierten) Assimilationsraten in verschiedenen Tiefen der Riveristalsperre im Jahresverlauf 1970. Auffallend sind die relativ hohen Werte Ende September bis in 10 m Wassertiefe und die Spitzenwerte von über 2 µg/l Mitte Dezember. Trotz der bereits auf 6 °C abgesunkenen Wassertemperaturen, haben die kleinen Grünalgen und Diatomeen, die in dieser Zeit die höchsten Individuendichten aufwiesen, diese für eine oligotrophe Talsperre beachtliche Produktionsleistung erbracht. Die Jahresleistung betrug 1970 110 g C/m<sup>2</sup> × a. VOLLENWEIDER (1968) gibt als Grenzbereich zwischen Oligotrophie und Mesotrophie 80–140 g C/m<sup>2</sup> × a an. Zum Vergleich: In der Wahnbachtalsperre wurden 1970 gleichzeitig 250 g C/m<sup>2</sup> × a und 1969 sogar 450 g C/m<sup>2</sup> × a gemessen.

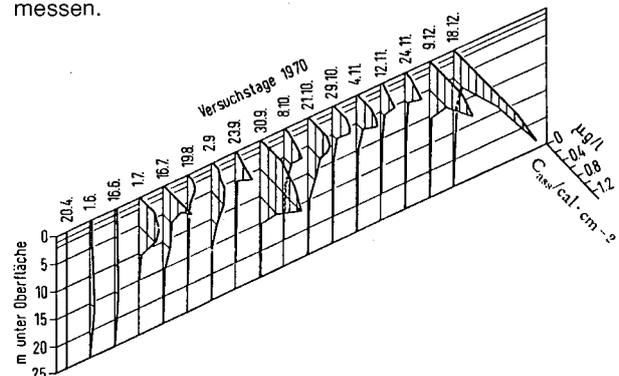


Abbildung 10: Assimilierter <sup>14</sup>C-Kohlenstoff in verschiedenen Tiefen 1970

Auch aus neuerer Zeit liegen Angaben über Artenzusammensetzung und Biomasse der Planktonalgen vor (SCHNITZLER, pers. Mitt.).

Demnach ist die Riveristalsperre nach wie vor als oligotrophes Gewässer zu kennzeichnen, wobei in den achtziger Jahren sogar eine noch weiter abnehmende Tendenz der maximalen Biomassekonzentrationen festgestellt wurde. Während in den späten sechziger Jahren noch Werte über  $5 \text{ cm}^3/\text{m}^3$  gemessen wurden, lagen die entsprechenden Zahlen der siebziger Jahre meist unter 5 – mit Ausnahme des Jahres 1972, als bei extrem niedrigem Wasserstand die große Art *Gymnodinium uberrimum* ein Maximum von 580 Zellen/ml erreichte. Die maximalen Biomassekonzentrationen der Jahre 1980 bis 1989 sind nach den Angaben von SCHNITZLER in Tabelle 1 zusammengestellt. Der Rückgang auf Biomassewerte über  $3 \text{ cm}^3/\text{m}^3$  wird auf den verminderten Nährstoffeintrag aus dem Thielenbach zurückgeführt, dessen Talwiesen aufgestorbt wurden.

Tabelle 1:

Maximale Biomasse-Konzentrationen in der Riveristalsperre (in  $\text{cm}^3/\text{m}^3$ )

1980	4,6	August	1985	0,75	Juli
1981	1,9	Juli	1986	0,25	Juni
1982	1,3	Juni	1987	0,81	August
1983	2,0	November	1988	2,6	Juli
1984	0,5	August	1989	1,7	Juni

An der Artenzusammensetzung hat sich kaum etwas geändert. Die chlorococcale *Elakatothrix gelatinosa* wurde 1971, die Kieselalgen *Tabellaria* und *Asterionella*, die zuvor nur in der Thielenbach-Vorsperre vorkamen, wurden 1972 erstmalig von SCHNITZLER erwähnt. 1973 fiel ein Maximum von *Uroglena volvox* mit 4000 Zellen/ml auf. Nach 1980 traten bisher nicht determinierte fädige Cyanophyceen, *Chroococcus limneticus*, sowie *Chodatella quadriseta* und *Polyedriopsis quadrispina* in Erscheinung, ohne jedoch hohe Konzentrationen zu erreichen.

Der jahreszeitliche Ablauf der Phytoplanktonentwicklung ist ähnlich wie bei früheren Untersuchungen. Ein typisches Frühjahrsplankton fehlt. Erst in den Sommermonaten treten Gymnodinien und Peridineen, Cryptomonaden und centrische Diatomeen stärker in Erscheinung. Im Herbst sind *Scenedesmus bijugatus* und *Crucigenia tetrapedia* typische Vertreter des Phytoplanktons.

### Zooplankton

Eine Artenliste der in der Riveristalsperre vorkommenden Zooplankter findet sich bei SCHNITZLER 1971 (Tab. 2). Fast alle Arten, außer den Räubern *Asplanchna*, *Teutophrys* und *Uroglena pelagica*, ernähren sich von Algen, Detritus oder Bakterien. Aber auch bei *Asplanchna* konnte SCHNITZLER 1971 beobachten, daß diese Art in der Riveristalsperre zeitweise fast ausschließlich Cyclo-

tellen aufnimmt. Viele der planktischen Ciliaten, z. B. *Teutophrys*, *Stokeria*, *Cyclotrichium*, *Strombidium viride*, *Halteria grandinella* var. *chlorelligera*, tragen Zoochlorellen, vermutlich zur symbiotischen Nahrungsbeschaffung im an sich nahrungsarmem Lebensraum (SCHNITZLER 1971).

Tabelle 2:

Artenliste des Zooplanktons

Ciliaten:

*Askenasia volvox* CLAP. u. L.  
*Bursaridium pseudobursaria* FAURE-FREMIET  
*Cyclotrichium* cf. *viride* GAJEWSKAJA  
*Didinium balbianii* BÜTSCHLI  
*Halteria grandinella* var. *chlorelligera* KAHL  
*Stokesia vernalis* WENRICH  
*Strombidium viride* STEIN

*Teutophrys trisulca* CH. u. BEAUCHAMP.  
*Urotricha farcta* CLAP. u. L.  
*Urotricha pelagica* KAHL

Rotatorien:

*Asplanchna priodonta* GOSSE  
*Collotheca mutabilis* BOLTON  
*Conochiloides dossuarius* HUDSON  
*Conochilus unicornis* ROUSSELET  
*Polyarthra trigla* EHRENBERG

Cladoceren:

*Bosmina longirostris* MÜLLER  
*Ceriodaphnia quadrangula* SARS

Copepoden:

*Eudiaptomus gracilis* SARS

### Benthon

Vom Sommer 1969 bis zum Jahresende 1970 untersuchte NUSCH Aufwuchs auf 3–4 Monate lang exponierten Objektträgern (insgesamt 8 Serien).

Als Erstbesiedler stellen sich nach ca. 2–3 Wochen kleine Diatomeen der Art *Achnanthes minutissima* ein, die während der gesamten Versuchsdauer auf kurzen Stielchen oder eng dem Substrat anliegend, die unterste Schicht des Aufwuchses bildeten. Die länger gestielten *Gomphonema*-Arten *G. constrictum*, *G. acuminatum* und *G. gracile* waren ebenfalls recht häufig vertreten. Erwähnenswert ist weiterhin das Vorkommen verschiedener *Eunotia*-Arten, die im Spätherbst und Winter ansehnliche Bestände bildeten.

Verschiedene Diatomeen-Arten, die sonst meist im Plankton vorkommen, wie z. B. *Tabellaria flocculosa*, *Tabellaria fenestrata*, *Synedra acus* und *Synedra ulna* fanden sich nicht selten zwischen den Aufwuchsalgen auf den Objektträgern.

Eine bedeutende Rolle spielten auch die Grünalgen. Im zeitigen Frühjahr trat *Draparnaldia glomerata* in Erscheinung, im Sommer war *Ulothrix tenerrima* nicht selten, im Spätsommer bis in den Herbst hinein dominierten verschiedene *Oedogonium*-Arten und im Winter setzte sich *Stigeoclonium flagelliferum* gegenüber einer schon seit dem Herbst beobachteten *Bulbochaete*-Art stärker durch.

Im Spätherbst und Winter erreichte auch eine *Microthamnion*-Art beachtliche Bestände, während *Spirogyra* und *Mougeotia* nur in wenigen Fäden nachzuweisen waren. Einige Gallertkolonien von *Apiocystis brauniana* vervollständigten den Herbst- und Winteraspekt des Objektträgeraufwuchses in der Riveristalsperre. Bei den heterotrophen Aufwuchsorganismen ist das starke Auftreten von *Vorticella campanula* im Spätherbst 1969 zu erwähnen, als fast 600 Individuen/cm<sup>2</sup> gezählt wurden. *Vorticella convallaria* und *Stentor coeruleus* blieben in ihren Beständen weit dahinter zurück.

Auch vagile Ciliaten fanden sich in relativ großer Menge zwischen den Aufwuchsalgen. So erreichte *Tachysoma pellionella* Anfang Dezember 1969 ein Maximum von fast 300 Individuen/cm<sup>2</sup>. Rotatorien der Gattungen *Monostyla*, *Lecane*, *Cephalodella*, *Colurella* u. a. wurden ebenfalls zwischen den Aufwuchsalgen gefunden.

Gegen Ende der Versuchsserien nach Erreichen des Klimaxstadiums des Objektträgeraufwuchses stellten sich noch Würmer der Gattungen *Stenostomum*, *Mesostoma*, *Chaetogaster* und verschiedene Chironomidenlarven ein, sowie einige Chydoriden, die den Bakterienbelag der Algenfäden abweideten.

#### Fische:

Der Fischbestand ist zwar relativ artenreich, aber aufgrund der oligotrophen Nahrungsbedingungen sehr individuenarm. Bach- und Regenbogenforellen, Karpfen, Schleien, Barsche, Rotaugen und Brachsen teilen sich die spärliche Nahrung.

Auch aus den Zuflüssen eingewanderte Groppen (*Cottus gobio*) wurden in der Talsperre beobachtet.

#### Vögel:

In geringen Individuenzahlen wurden verschiedene Entenarten (meist Stockenten), Bachstelzen und andere in der Umgebung heimische Vögel beobachtet.

#### Sediment:

Im Rahmen des DVGW-Untersuchungsprogramms „Biozidgehalt in 19 deutschen Talsperren“ wurden folgende Schwermetallkonzentrationen (geometr. Mittel bezogen auf Trockengewicht) festgestellt:

Zn	: 400	mg/kg
Pb	: 100	mg/kg
Ni	: 70	mg/kg
Co	: 40	mg/kg
Cn	: 30	mg/kg
Cr	: 20	mg/kg
Cd	: 3	mg/kg
Hg	: 0,1	mg/kg

#### Schutz-, Sanierungsmaßnahmen und Restaurierungsmaßnahmen

Es wurde ein im Einzugsgebiet gelegenes Erholungsheim („Misselbacher Hof“) von den Stadtwerken Trier erworben und stillgelegt. Die Wiesen im Thielenbach wurden aufgeforstet.

#### Literatur

BECK, K. (1957): Authentisches über die Vorgeschichte der Riveristalsperre. – Trierisches Jahrbuch 1957, 120–124.

BERNHARDT, H., J. CLASEN & E. A. NUSCH (1973): Vergleichende Untersuchungen zur Ermittlung der Eutrophierungsvorgänge und ihrer Ursachen an Riveris- und Wahnachtalsperre, Vom Wasser 40, 245–303.

HÖLL, K. (1928): Ökologie der Peridineen. Studien über den Einfluß chemischer und physikalischer Faktoren auf die Verbreitung der Dinoflagellaten im Süßwasser. – Pflanzenforschung 11, 1–105 – (1968): Wasser. – Berlin, 4. Auflage.

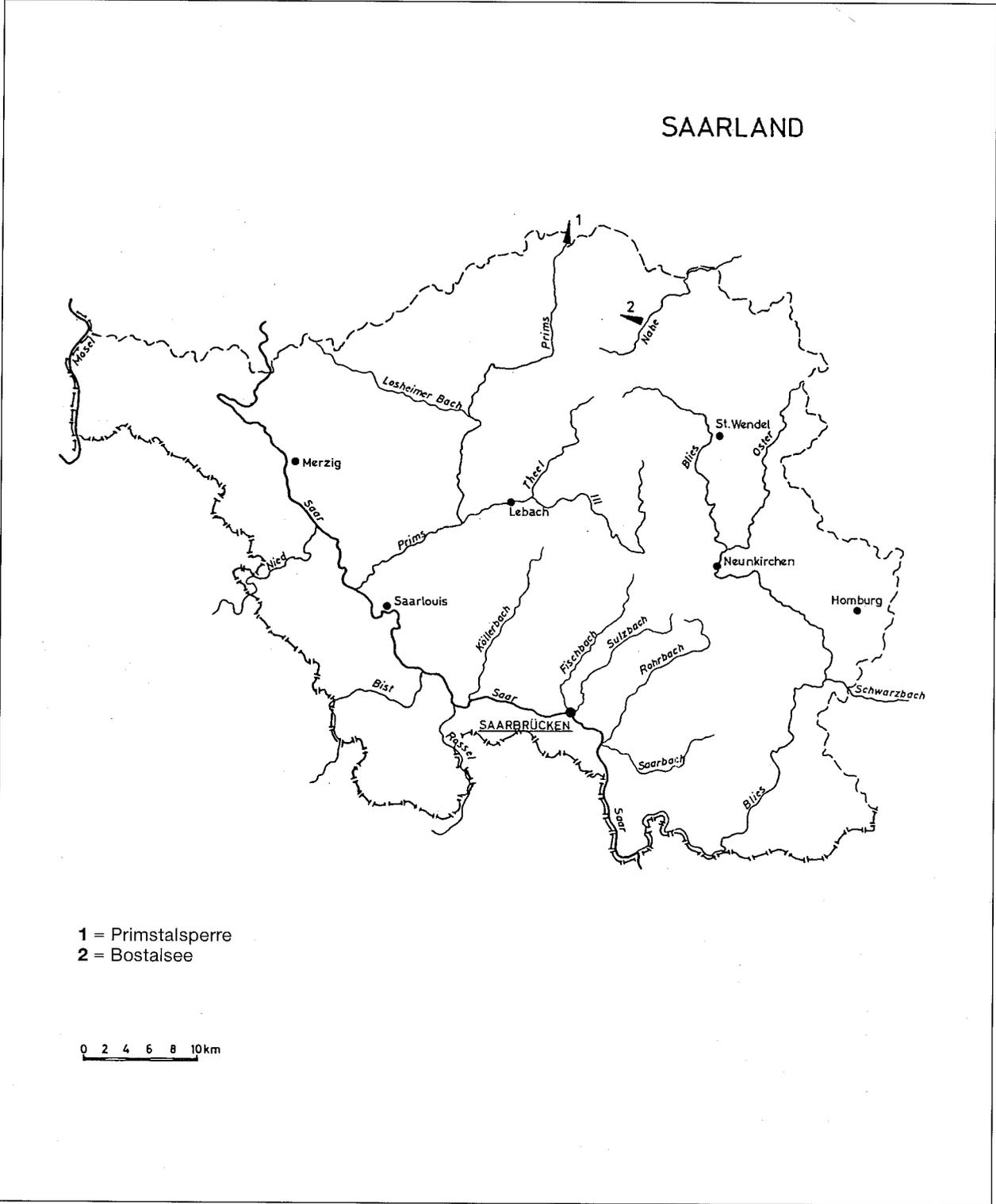
HUTCHINSON, G. E. (1957 und 1967): A treatise on limnology. Vol 1 und 2. – New York, London.

JÄRNEFELT, H. (1952): Plankton als Indikator der Trophiegruppen der Seen. – Suomal.-Tiedeakat. Toim., ser. A. IV Biol. 18, 1–29.

SCHNITZLER, H. (1971): Ökologische Untersuchungen am Plankton der Riveristalsperre. Arch. Hydrobiol. 69, (1), 60–94 – (pers. Mitt.) Bericht an Stadtwerke Trier.

STROM, K. M. (1931): Feforvatn. A physiographic und biological study of a mountain lake. – Arch. Hydrobiol. 22, 491–536.

# 10.7 Saarland

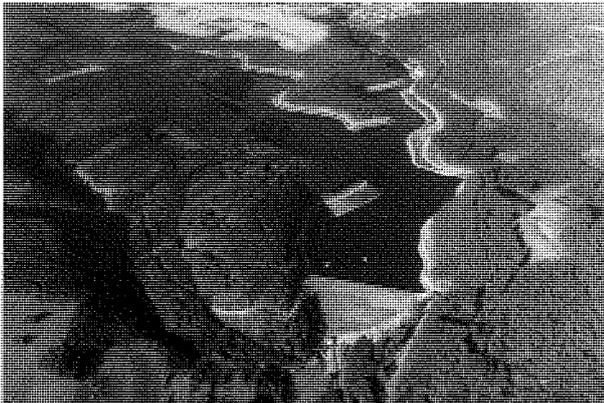


# Primstalsperre – Nonnweiler

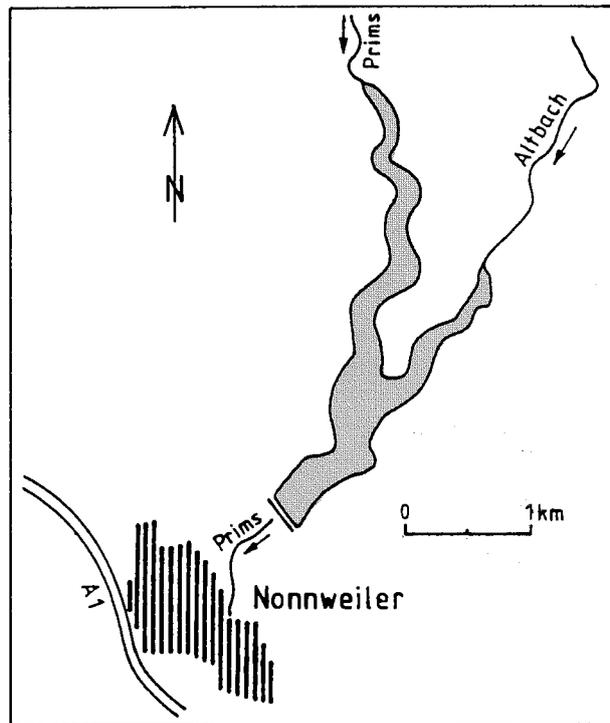
Topographische Karte: L 6306 Pfalzel und L 6308 Idar-Oberstein  
Gewässersystem: Prims/Saar/Mosel/Rhein  
Stauziel: 452,5 m ü. NN  
Speicheroberfläche: 0,99 km<sup>2</sup>  
Gesamtstauraum: 20,65 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
Maximale Tiefe: 59,5 m  
Mittlere Tiefe: 20,6 m  
Ausbaugrad: 79%  
Umgebungsfaktor: 42  
Länge des überstauten Tals: 4,25 km  
Absperrbauwerk: Erddamm mit Asphalt-  
außendichtung  
Kronenlänge: 306 m  
Uferentwicklung: ca. 3,3  
Talsperrentyp: V-Tal  
Vorsperren: 2  
Zirkulationstyp: dimiktisch  
Lage des Auslaufs: vorwiegend über Entnahmeturm  
und Grundablaß  
Nutzung der Talsperre: Brauchwasserversorgung,  
Trinkwassergewinnung (geplant),  
Niedrigwasseraufhöhung  
Einzugsgebiet: 40,8 km<sup>2</sup>  
Nutzung der Landfläche: Wald 78%  
bebaute Flächen: 5%  
Äcker/Wiesen/Weiden: 17%  
Einwohner: 2 900  
Eigentümer/Betreiber: Talsperrenverband Nonnweiler  
Jahr der Inbetriebnahme: 1982

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Die Primstalsperre in Nonnweiler ist der größte Wasserspeicher des Saarlandes. Sie wurde im Jahre 1981 fertiggestellt und befindet sich im Besitz eines Verbandes, der vom Saarland und dem Landkreis St. Wendel gebildet wird.



Primstalsperre



Das jährliche Dargebot von ca. 21,5 Mio. m<sup>3</sup> ist fast zur Hälfte für die Kühlwasserversorgung von drei Kohlekraftwerken vorgesehen. Die dazu benötigten Wassermengen werden über eine ca. 20 km lange Leitung in das benachbarte Einzugsgebiet der Blies befördert. Neben der direkten Abgabe für die Prims wird auf diesem Weg auch für die Blies die Niedrigwasserführung verbessert.

Fast ein Viertel des zur Verfügung stehenden Dargebotes soll für die Trinkwasserversorgung verwendet werden. Zuvor muß jedoch noch eine Aufbereitungsanlage gebaut werden, damit die Anforderungen der Trinkwasserverordnung z. B. beim pH-Wert und bei den Metallen Eisen, Mangan und Aluminium eingehalten werden können (SCHMITT et. al, 1987). Gegen eine Nutzung des Talsperrenwassers bestehen aus bakteriologisch-hygienischer Sicht keine Bedenken.

Eine Nutzung der Talsperre als Freizeitgewässer ist nicht erlaubt und wegen des stark schwankenden Wasserspiegels auch nicht zweckmäßig. Lediglich dem Saarländischen Taucherverband wurde zugestanden, in eng begrenzten Zeiten das Tauchen in größeren Tiefen zu trainieren. Die ruhige Naherholung für den Wanderer besitzt daher umso größere Bedeutung.

Das Sperrbauwerk ist ein Damm mit einer Asphaltaußendichtung und einem luftseitigen Belastungsfilter. Der Untergrund ist bis zu einer Tiefe von 70 m durch einen Injektionsschleier abgedichtet. Die Bewirtschaftung

erfolgt über einen 60 m hohen Turm mit Entnahmeöffnungen in verschiedenen Höhen.

Das Hochwasser wird über einen Fallschacht mit anschließendem Stollen abgeleitet.

### **Einzugsgebiet**

Die Primstalsperre liegt am Südrand des Hunsrücks in der geologischen Formation des Unterdevon mit Tonschiefer und Taunusquarzit. Sie besitzt ein Einzugsgebiet von 40,5 km<sup>2</sup>, das je zur Hälfte auf die beiden Zuflüsse Prims und Altbach entfällt. Die dort registrierten hohen Niederschläge, der hohe Waldanteil von fast 80 % und die geringe Besiedlung mit insgesamt nur 2 900 Einwohnern bieten günstige Voraussetzungen für einen Wasserspeicher mit vielfältigen Aufgaben.

### **Wasserbeschaffenheit**

Die Primstalsperre wird wie ihre beiden Zuflüsse Prims und Altbach seit der Aufstauphase 1981 regelmäßig chemisch, biologisch und bakteriologisch untersucht. Die Untersuchungen schienen auch erforderlich, um rechtzeitig Maßnahmen gegen eine drohende Eutrophierung ergreifen zu können, die in einem limnologischen Gutachten für die Wasserwirtschaftsverwaltung des Saarlandes in der Planungsphase prognostiziert worden war.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen jedoch, daß die Talsperre durch konsequentes Fernhalten von Abwässern derzeit nicht mehr durch Eutrophierung gefährdet ist. Sie hat sich vielmehr zu einem versauerten, extrem nährstoffarmen Gewässer mit sehr geringer Produktivität entwickelt. Die geologischen Verhältnisse des Einzugsgebietes und der starke Säureeintrag aus Luftverunreinigungen (SCHOEN, R. et al., 1984) haben vermutlich erheblich dazu beigetragen.

Ammonium und Nitrit treten nur im Spurenbereich auf, Nitrat liegt unter 10 mg/l. Der Gehalt an Gesamtphosphat erreicht selten Werten um 10 µg/l und liegt zeitweise unter 1 µg/l. Auch der Gehalt an Chlorid und Sulfat ist mit maximal 10–15 mg/l sehr niedrig. Auffällig ist der geringe Karbonatgehalt der Talsperre (< 1° dH) und ihrer Zuläufe. Die pH-Werte der Talsperre liegen zeitweise unter 5, in der Regel zwischen 5 und 6; in den Zuläufen wurden während der Schneeschmelze schon Werte < pH 4 gemessen. Bei einer geringen Leitfähigkeit des Talsperrenwassers um 90 µS/cm (Zuläufe: 60–120 µS/cm) findet man Eisengehalte bis 500 µg/l, Mangangehalte bis 700 µg/l und Aluminiumgehalte bis 500 µg/l. In den Zuläufen wurden häufig Aluminiumkonzentrationen über 1 000 µg/l gemessen bei Spitzenwerten bis 3 000 µg/l.

### **Flora und Fauna**

Während in der Aufstauphase der Talsperre 1981, als die Abwassersanierung im Einzugsgebiet noch nicht vollständig abgeschlossen war, bei den biologischen Unter-

suchungen verschiedene Bakterien und Algen wie z. B. *Scenedesmus* sp., *Tabellaria flocculosa*, *Mallomonas caudata* oder *Dinobryon* sp. gefunden wurden und auch Rotatorien oder Cladoceren in nennenswerter Zahl auftraten, hat sich das Besiedlungsbild seit 1983 gravierend verändert. Heute findet man nur noch selten eine Alge (wenige Exemplare/l) oder einen Wasserfloh. Häufig sind 3 bis 5 µm große Flagellaten mit und ohne Chloroplasten vor allem in der Tiefenzone zu finden, in der sich das zufließende Wasser mit dem Talsperrenwasser mischt. Im Bodenbereich ist die Talsperre vor allem im Bereich der Zuläufe bis in eine Tiefe von mindestens 30 m mit Fadenalgen bewachsen. Durch Taucher wurden auch einige Bachsaiblinge photographiert, die anscheinend im Einzugsgebiet eingesetzt wurden und in die Talsperre eingewandert sind.

Eine fischereiliche Nutzung der Talsperre verbietet sich derzeit wegen der geringen Produktivität und der für Fische ungünstigen chemischen Verhältnisse. In diesem Zusammenhang sei noch darauf hingewiesen, daß die Zuflüsse zur Talsperre infolge der Versauerung nur mit sehr wenigen säuretoleranten Arten des Makrobenthos besiedelt sind (Steinfliegen, Köcherfliegen und Eintagsfliegen in geringer Artenzahl und Individuendichte; Lebermoose; keine Flohkrebse) und sehr wahrscheinlich auch keine dauerhafte Fischbesiedlung aufweisen.

### **Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen**

Auf die ordnungsgemäße Beseitigung bzw. Behandlung aller Abwässer im Einzugsgebiet der Talsperre wurde besonderer Wert gelegt. Soweit sie im Primstal anfallen, werden sie in einer Kläranlage behandelt und anschließend über die Wasserscheide in das benachbarte Einzugsgebiet übergepumpt. Die Abwässer des Altbachtales werden an der Talsperre vorbeigeleitet und einer Kläranlage unterhalb des Stausees zugeführt.

### **Literatur**

LORSON, H. R., KEITEL, H. P. & E. HERMANN (1983): Primstalsperre Nonnweiler – ein neuer Abschnitt in der Wasserwirtschaft des Saarlandes – Wasserwirtschaft, (4), 3–8.

SCHMITT, A., KIRN, R., HERBOLSHEIMER, R., FLEISCHER, M., STEMPKA, R. & R. ANSORG (1987): Brauchbarkeit der Talsperre Nonnweiler für die Trinkwassergewinnung, – Schriftenreihe des Staatlichen Instituts für Hygiene und Infektionskrankheiten, Saarbrücken, (16), 6–16.

SCHMITT, A. (1984): Gewässerversauerung im Saarland, in: UBA-Berichte 1/84, 70–75.

SCHOEN, R., WRIGHT, R. & M. KRIETER (1984): Gewässerversauerung in der Bundesrepublik Deutschland, – Naturwissenschaften 71, 95–97.

# Bostalsee

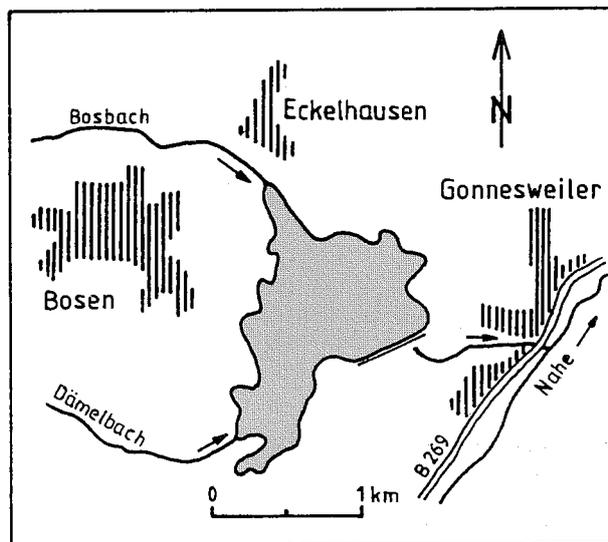
Topographische Karte: L 6508 St. Wendel  
 Gewässersystem: Bosbach/Nahe/Rhein  
 Stauziel: 400 m ü. NN  
 Speicheroberfläche: 1,25 km<sup>2</sup>  
 Gesamtstauraum: 7,8 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>  
 Maximale Tiefe: 17,75 m  
 Mittlere Tiefe: 6,25 m  
 Ausbaugrad: 112 %  
 Umgebungsfaktor: 9,0  
 Länge des überstauten Tals: 1,5 km  
 Absperrbauwerk: Erdamm mit  
 Asphaltaußendichtung  
 Kronenlänge: 530 m  
 Uferentwicklung: ca. 1,6  
 Talsperrentyp: Muldental  
 Vorsperre: keine  
 Zirkulationstyp: dimiktisch  
 Lage des Auslaufs: vorwiegend Überlauf  
 Nutzung der Talsperre: fast nur Freizeit,  
 in geringem Maße Hochwasserschutz  
 Einzugsgebiet 12 km<sup>2</sup>  
 Nutzung der Landfläche: Wald: 33 %  
 Bebaute Flächen: 7 %  
 Acker/Wiesen/Weiden: 60 %  
 Einwohner: 1 425  
 Eigentümer/Betreiber: Landkreis St. Wendel  
 Jahr der Inbetriebnahme: 1975

## Allgemeines, Nutzung und Bedeutung

Der Bostalsee wurde in den Jahren 1973/74 ausschließlich für die Naherholung gebaut, da das Saarland über keine natürlichen Seen verfügt. Darüber hinaus dient er dem Hochwasserschutz für das obere Nahetal. Er ist im Besitz des Landkreises St. Wendel, der mit erheblichen Investitionen im Umfeld des Sees ein beachtliches und vielbesuchtes Freizeitzentrum geschaffen hat. Dieses



Bostalsee



bietet optimale Verhältnisse für Segler und Surfer, hat aber auch ruhige Zonen mit einem Naturschutzgebiet.

Das Sperrbauwerk ist ein Erdamm mit einer Asphaltaußendichtung und liegt auf einem Rhyolithstock vulkanischen Ursprungs, der die devonischen Sedimente des Einzugsgebietes durchstoßen hat.

## Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet des Bostalsees ist mit einer Fläche von 12 km<sup>2</sup> klein im Verhältnis zur Größe des Sees. Etwa ein Drittel dieser Fläche ist bewaldet; der größte Teil wird jedoch landwirtschaftlich genutzt. In den beiden Ortschaften im Einzugsgebiet wohnen 1 425 Menschen. Im Sommer wird ein starker Andrang von Touristen und Naherholungssuchenden verzeichnet.

## Wasserbeschaffenheit

Der Bostalsee ist ein kalkarmer dimiktischer Stausee. Im Jahr 1975/1976 wurde der mit einer mittleren Wassertiefe von 6,3 m relativ flache Bade- und Erholungssee ohne Entfernen des ehemals landwirtschaftlich genutzten Bodens aufgestaut. Im März 1977, kurz nach Erreichen des Vollstaus, brach eine auf dem Seeboden verlegte Abwasserleitung, so daß bis zur Fertigstellung einer provisorischen Ringleitung Ende 1977 das gesamte Abwasser des Einzugsgebietes in den See floß. Erst 1979 gelangten keine Abwässer mehr in den See. Bereits 1978 kam es zu einer Massenentwicklung von Algen, die auch im Jahr 1979 anhielt. Ein Badeverbot war zu befürchten.

Zwecks Einleitung gezielter Sanierungsmaßnahmen wurden 1979 von KALTWASSER & ZAISS umfangreiche chemische und biologische Untersuchungen durchgeführt. Der See hatte während der Frühjahrszirkulation 1979 im Epilimnion eine Konzentration von 33 µg/l Gesamtphosphor, im Oktober des gleichen Jahres wurden über dem Sediment 970 µg/l Gesamtphosphor

gemessen. Die Stickstoffkonzentrationen erreichten während der Frühlingszirkulation im Epilimnion fast 1 mg/l Nitrat-N bei einer geringen Ammonium-N- und Nitrit-N-Konzentration (< 10 µg/l), im September wurden dagegen in 16 m Tiefe 3,1 mg/l Ammonium-N gemessen. Bei Sulfatkonzentrationen im See von 11 bis 23 mg/l wurden im Hypolimnion im September bis 1,9 mg/l Schwefelwasserstoff gemessen. Der See war in Tiefen < 12 m sauerstofffrei.

Aus einer Nährstoffbilanzierung ergab sich, daß bei hoher aktueller Belastung der Nährstoffeintrag in den See höher war als der Austrag. Somit waren ideale Bedingungen gegeben für eine Verstärkung der Algenblüten in den folgenden Jahren.

#### Flora und Fauna

Im Jahr 1979 lösten Blüten verschiedener Grünalgen, Kieselalgen und Blaualgen einander ab. Dominante Arten waren in der Reihenfolge ihres Auftretens *Cryptomonas* sp., *Coelastrum microporum*, *Asterionella formosa*, *Pediastrum duplex*, *Ceratium hirudinella*, *Aphanizomenon gracile* und *Pandorina morum*.

Ein weiteres Problem infolge der Eutrophierung trat zwischen 1980 und 1984 mit der Verkräutung des Sees durch die Wasserpest *Elodea* sp. auf. Die Verkräutung war zeitweise so stark, daß Segelboote beim Einlaufen in den Bootshafen behindert wurden. Nach guten Erfolgen bei der Bekämpfung der Plage mit einem Mähboot wurde dem Problem mit dem Besatz von ca. 5 000 Grasfischen ein Ende bereitet. Dieser offenbar übergroße Besatz führte schließlich auch zur Vernichtung des Bestandes an Schilf, Rohrkolben und anderen Sumpf- und Wasserpflanzen.

Als Sanierungsmaßnahme wurde schon im Jahre 1979 eine Reduzierung der Nährstofffrachten in den Zuläufen sowie die Entnahme von nährstoffreichem Tiefenwasser während der Sommerstagnation vorgeschlagen KALTWASSER & ZAISS (1979). Wegen des geringen Wasserzuflusses während der Sommermonate, der nicht immer ausreicht, um den Wasserspiegel des Sees zu halten, konnte dieser Vorschlag nur z. T. umgesetzt werden.

Die Sanierungsmaßnahmen hatten den gewünschten Erfolg bei der Bekämpfung der Algenblüten. Zwar war der Bostalsee 1984 wie 1979 eutroph (DA SILVA 1985), die Blaualgenblüten verschwanden jedoch, und das Ausmaß der Algenentwicklung von Kiesel- und Grünalgen verringerte sich deutlich, so daß die Nutzung als Freizeit- und Badegewässer danach nicht mehr in Frage gestellt war.

Nach dem gänzlichen Ablassen des Stausees im Sommer 1985 zur Inspektion und für Reparaturmaßnahmen war der See wegen des kleinen Einzugsgebietes erst im Frühjahr 1987 wieder voll eingestaut. Seither ist keine umfassende Untersuchung des Wasserkörpers mehr erfolgt. Stärkere Algenblüten sind jedoch nicht mehr aufgetreten. Bei dieser Aktion wurde auch der ursprüngliche Bestand an Grasfischen um über 90% reduziert.

#### Schutz-, Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen

Die Abwässer des Einzugsgebietes sollten ursprünglich über eine auf dem Seeboden verlegte Abwasserleitung abgeführt werden. Kurz nach Erreichen des Vollstaus ging diese jedoch zu Bruch und konnte auch nicht wieder saniert werden, so daß dann eine neue Leitung um den See herum gelegt werden mußte, die ihn nunmehr von Schadstoffen weitestgehend freihält.

#### Literatur

KALTWASSER, H. & U. ZAISS (1979): Gutachten zum Gütestand des Bostalsees im Jahre 1979. – Universität Saarbrücken, Fachrichtung Mikrobiologie. 127 pp.

DA SILVA, E. M. (1985): Limnological Aspects of the Bostal Reservoir, Saarland, Federal Republic of Germany. – Dissertation, Universität Saarbrücken.

ZAISS, U. (1981a): Kohlenstoffkreislauf im Bostalsee (Nordsaarland). Abhandlungen der Gesellschaft für Ökologie Band IX: 69–77.

ZAISS, U. (1981b): The sediments of the new artificial Lake Bostalsee (Saarland, Germany) with particular reference to microbial activity. – Arch. Hydrobiol. 92, 346–358.

ZAISS, U. (1984): Der Nährstoffhaushalt des Bostalsees (Saarland) unter besonderer Berücksichtigung des Phosphors und Stickstoffes. – Arch. Hydrobiol. 100, 189–205.

# 11. Zusammenfassung und Ausblick

Nachdem 1985 mit der Schrift „Seen in der Bundesrepublik Deutschland“ erstmals die bedeutendsten Seen umfassend dargestellt worden sind, wird hier eine entsprechende Ausarbeitung für die Talsperren vorgelegt.

Auch dieser Bericht wendet sich wiederum in erster Linie an die breite Öffentlichkeit. Aber auch den fachlich Interessierten soll er über Geschichte, Bedeutung, Wesen und Zustand unserer Talsperren informieren. Außerdem wird bei den Einzelbeschreibungen auf Nutzungen, Nutzungskonflikte und ggf. Sanierungsmaßnahmen eingegangen. Die Auswahl der 57 von 200 Talsperren erfolgte in Anlehnung an die Schrift – Talsperren in der Bundesrepublik Deutschland 1988, herausgegeben vom Deutschen Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK). Es wurde darauf geachtet, daß sowohl die regionale Verbreitung als auch die Bedeutung und die Nutzungsarten so ausgewogen wie möglich sind. Nicht alle Talsperren sind gleich intensiv untersucht. Das hängt in erster Linie mit deren Bedeutung und Belastung zusammen. Dieser Tatsache wurde dadurch Rechnung getragen, daß der Umfang der Darstellungen entsprechend variiert.

Alle Talsperren als vom Menschen geschaffene, große Stillgewässer sind Nutzungen unterworfen. Sie sind entsprechend dem Bedarf mit unterschiedlichen Aufgaben und wechselnden Schwerpunkten entstanden. Waren es ursprünglich vor allem die Bedürfnisse des Bergbaues (Harz), der Trinkwasserversorgung (Eifel, Sauerland) und der Abflußregulierung (Eder-, Ruhrtalsperren), so sind in jüngster Zeit viel-

fach Talsperren für komplexe Nutzungen entstanden. Vielfach hat sich auch die Hauptnutzung gewandelt, z. B. von der Hochwasserschutz- zur Trinkwassertalsperre. Daneben wächst der Wunsch der Bevölkerung nach Erholung am Wasser, ganz besonders auch an den Talsperren in von Natur aus seearmen Gebieten. Als bedeutender Eingriff in den Naturhaushalt haben Talsperrenplanungen in jüngster Zeit zu sehr kontroversen Diskussionen geführt, die Notwendigkeit neuer Talsperren wird entsprechend sorgfältig geprüft.

Besondere Probleme entstehen an den Trinkwassertalsperren durch den Eintrag von Nährstoffen und Schadstoffen über die Zuflüsse und über die Luft. Da es sich dabei um weitgehend diffuse, großräumige Umweltbelastungen handelt, ist hier entsprechendes Handeln erforderlich. Dieses gilt insbesondere für die Gefährdung der Talsperren durch die Nährstoffe Phosphor und Stickstoff und für Pestizide, die vor allem über die Landnutzung in die Gewässer gelangen. Auch die aus der Luft eingetragenen Schadstoffe und die Folgen des sauren Regens bereiten den Verantwortlichen Sorge. Um unsere Talsperren noch besser zu schützen, sind auch in Zukunft ganz erhebliche Anstrengungen nötig, die den nationalen Rahmen sprengen und international wirksame Regelungen erfordern. Unabhängig davon sind alle erforderlichen Maßnahmen des Gewässerschutzes an den einzelnen Talsperren durchzuführen. In den Einzelbeschreibungen wird im Detail auf die bisherigen Maßnahmen, Erfolge und künftige Aufgaben eingegangen.

## 12. Definition und Abgrenzung

Mit dem Begriff Talsperre ist die Vorstellung von einem Bauwerk verbunden, das einen Fluß- oder Bachlauf unterbricht und hinter dem sich ein See aufstauen kann. Aber nicht jeder stauende Damm ist auch eine Talsperre im engeren Sinne. Deshalb sei nachfolgend einiges zur Begriffsbestimmung dargestellt.

Der Begriff „Talsperre“ wird in verschiedenen Gesetzestexten, Richtlinien und Normen unterschiedlich definiert. In den Wassergesetzen der einzelnen Bundesländer werden die Höhe des Absperrbauwerkes –  $> 5 \text{ m}$  –, das Stauvolumen –  $> 100\,000 \text{ m}^3$  – sowie die Notwendigkeit von Sicherheitsvorkehrungen als begriffsbestimmende Merkmale genannt. Die mit solchen Absperrbauwerken verbundenen Sicherheitsaspekte und die allgemein anerkannten Regeln der Technik für Talsperren gelten jedoch auch für andere Stauanlagen, z. B. Rückhaltebecken, Speicherbecken und Pumpspeicher. Exemplarisch wird hier die Begriffsbestimmung des Landeswassergesetzes von Nordrhein-Westfalen (LWG NW) im Wortlaut wiedergegeben:

„Talsperren sind Anlagen zum Aufstauen eines Gewässers und zum dauernden Speichern von Wasser oder schlammigen Stoffen, bei denen die Höhe des Absperrbauwerkes von der Sohle des Gewässers unterhalb des Absperrbauwerkes oder vom tiefsten Geländepunkt im Speicher bis zur Krone mehr als fünf Meter beträgt und das Speicherbecken bis zur Krone gefüllt mehr als 100 000 Kubikmeter umfaßt.

Als Talsperren gelten auch andere Stauanlagen einschließlich ihrer Speicherbecken, für die die obere Wasserbehörde feststellt, daß ähnliche Sicherheitsvorkehrungen notwendig sind wie für Talsperren“ (LWG NW 1988 § 105(1)).

In der Norm DIN 19700 Teil 11, Januar 1986 heißt es:

„Talsperren sind Stauanlagen mit Staubecken und Absperrbauwerken, deren Hauptaufgabe die längerfristige Speicherung von Wasser ist, in der Regel mit bewirtschafteter Wasserabgabe. Dabei schließt das Absperrbauwerk den ganzen Talquerschnitt ab.“

Demnach sind mit einem Wehr gestaute Flüsse „Flußstau“ und keine Talsperren im Sinne der DIN-Norm, auch wenn sie die morphologischen LWG NW-Kriterien ( $> 5 \text{ m}$  Höhe,  $> 100\,000 \text{ m}^3$  Volumen) erfüllen.

Im englischen und amerikanischen Sprachgebrauch wird „Talsperre“ meist als „dam“ bezeichnet,

wobei „dam“ nicht nur ein „Damm“, sondern ein Absperrbauwerk allgemein ist, also auch eine „Mauer“ sein kann. Ähnlich wie im Deutschen das Wort „Talsperre“ umfaßt „dam“ nicht nur das Absperrbauwerk, sondern („pars pro toto“) auch das dahinter gelegene Staubecken inklusive Wasserkörper.

Der Terminus „reservoir“ betont dagegen mehr den (hydrologischen) Aspekt des „gespeicherten Wasserkörpers“ und weniger den des (technischen) Absperrbauwerkes.

Dies wird deutlich bei der Definition der Internationalen Commission of Large Dams (ICOLD):

Large dam: „For the purpose of inclusion in the World Register of Dams a large dam is defined as any dam above 15 metres in height (measured from the lowest point of foundation to top of dam) or any dam between 10 and 15 metres in height which meets at least one of the following conditions:

- a) the crest length is not less than 500 metres
- b) the capacity of the reservoir formed by the dam is not less than one million cubic metres
- c) the maximum flood discharge dealt with by the dam is not less than 2 000 cubic metres per second
- d) the dam had specially difficult foundation problems
- e) the dam is of unusual design

In diesem Sinne gilt also eine Talsperre in jedem Fall als „Große Talsperre“, wenn sie mehr als 15 m Maximaltiefe aufweist. Talsperren mit 10 bis 15 m Tiefe können ebenfalls in das ICOLD-Register aufgenommen werden, wenn mindestens eines der unter a bis e genannten Kriterien erfüllt ist. Dabei sind nicht nur morphologische Daten, wie z. B. Kronenlänge ( $> 500 \text{ m}$ ), Stauvolumen ( $> 1\,000\,000 \text{ m}^3$ ), maximaler Abfluß ( $> 2\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ ) maßgebend, sondern auch bautechnische Eigentümlichkeiten berücksichtigt.

Vom limnologischen Standpunkt aus erscheinen einige unterschiedliche Merkmale von Talsperren bzw. Flußstauen so bedeutsam, daß sie zur Charakterisierung und Begriffsbestimmung herangezogen werden können.

NUSCH (1984) hat einige Besonderheiten von Talsperren im Vergleich zu Seen und Flußstauen zusammengestellt (Tab. 7). Abgesehen von der Tatsache, daß es sich bei Talsperren (und Flußstauen) um tech-

nische Bauwerke mit primär wasserwirtschaftlicher Funktion handelt, bedeutet der Tiefenwasserabfluß (in der Regel über Grundablaß oder Turbinen) einen wesentlichen Unterschied zu natürlichen Seen, die „überlaufen“. Dieser Unterschied hat bedeutende Konsequenzen für den Stoffhaushalt. Einer der wesentlichsten Unterschiede ist die bei Flußstauen in der Regel wenig stabile oder fehlende thermische Schichtung des Wasserkörpers.

**Tab. 7: Besonderheiten von Talsperren**  
(aus NUSCH 1984)

**Besonderheiten von Talsperren**  
im Vergleich zu **Seen**

- Bauwerk mit primär wasserwirtschaftlicher Funktion
- verzögerter Abfluß (Speicher)
- überwiegend Tiefenwasserabfluß (Grundablaß)
- stärkere Wasserstandsschwankungen
- stärkerer Wasseraustausch (Ausbaugrad meist < 150%)
- tiefste Stelle vor Absperrbauwerk
- langgestreckte (auch gewundene) Beckenform (Rinntyp)
- meist geringere Windexposition (Tallage)
- stärkere Längskompartimentierung (Vorbecken – Hauptbecken)
- höhere Retentionsleistung („Nährstoffsенke“)
- geringere Ufervegetation (Litoral ohne Makrophytengürtel)

**Besonderheiten von Talsperren**  
im Vergleich zu **Flußstauen**

- verzögerter Abfluß
- längere Aufenthaltszeit
- thermische Schichtung des Wasserkörpers
- geringerer vertikaler Wasseraustausch
- räumliche Trennung von Produktions- und Abbauzone
- überwiegend Tiefenwasserabfluß
- stärkere Wasserstandsschwankungen
- geringere Ufervegetation
- höhere Retentionsleistung
- geringere Quer-Kompartimentierung
- größeres Verhältnis von Volumen zu Fläche
- geringere Bedeutung des Sedimentes

Weitere limnologisch bedeutsame Charakteristika sind: bei flacheren Gewässern erlangt das Sediment

größere Bedeutung für den Stoffhaushalt, die Aufenthaltszeit des Wassers ist meist geringer, und es können laterale Unterschiede in der Durchströmung des Gewässers auftreten. Die Hydraulik eines Flußstaus spiegelt oft noch die Lage des alten Flußbettes wieder.

Zur Unterscheidung von Talsperren und Flußstauen wird auch in der DVWK-Schrift 45 (1985) auf die bei Flußstauhaltungen im Vergleich zu Talsperren geringere Speicherkapazität und die geringeren Wasserspiegelschwankungen als begriffsbestimmende Merkmale abgehoben.

KOPPE et al. (1985) versuchten eine Typisierung stehender oder langsam fließender Gewässer aufgrund ihrer hydraulischen Oberflächenbelastung (Abfluß in m<sup>3</sup>/h dividiert durch Oberfläche in m<sup>2</sup>), der Wassertiefe und Aufenthaltszeit. Als „typische“ Flußstauseen werden danach Gewässer angesehen, deren Tiefe 1 bis 10 m beträgt (noch keine stabile vertikale Schichtung), deren hydraulische Oberflächenbelastung 0,02 bis 0,3 m/h beträgt (weitgehende Sedimentation anorganischer Schwebstoffe) und deren mittlere Aufenthaltszeit 10 bis 150 Stunden ausmacht (Entwicklung von Phyto- und Zooplankton möglich).

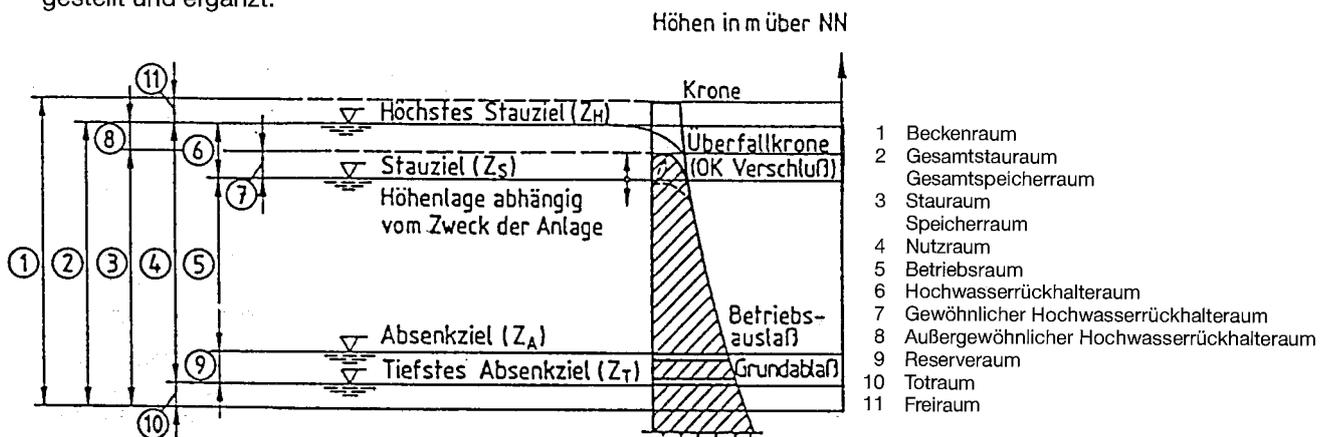
Eine solche Typisierung soll nicht darüber hinwegtäuschen, daß es fließende Übergänge zwischen Talsperren, Flußstauen und mehr oder weniger schnell fließenden Flüssen gibt. Zum Wesen der Definition gehört sinngemäß, auch bei kontinuierlichen Übergängen Grenzen („fines“) zu setzen und aufgrund gemeinsamer charakteristischer Merkmale Typen zu abstrahieren.

Im vorliegenden „Talsperrenbuch“ werden Flußstau nicht behandelt, auch wenn es sich hierbei nach dem Wortlaut der Landeswassergesetze um Talsperren (im weiteren Sinne) handeln kann. Dagegen können Speicherseen („Reservoirs“), die nicht durch Absperrung eines Tales, sondern durch Ausbaggern und/oder Eindämmen entstanden sind, gegebenenfalls aufgenommen werden. Eine vollständige Abhandlung aller in den Talsperrenregistern aufgeführten Gewässer würde den Rahmen des vorliegenden Buches sprengen, so daß hier nur einige relativ gut untersuchte Talsperren unter Berücksichtigung ihrer regionalen, historischen und limnologischen Bedeutung exemplarisch beschrieben werden.

# 13. Erläuterung der Fachbegriffe

Die Erläuterungen der Fachbegriffe sind nach LAWA (1985), DIN 4048, Teil 1 (Wasserbau, Begriffe, Stauanlagen) und DIN 4049, Teil 2 (Hydrologie, Begriffe der Gewässerbeschaffenheit) zusammengestellt und ergänzt.

→ verweist auf das entsprechende Stichwort im Verzeichnis.



Schematische Darstellung der Speicherräume und Ziele bei einer Talsperre (aus DIN 4048, Teil 1, vereinfacht)

<b>Absenkeziel:</b>	im Regelbetrieb nicht zu unterschreitende Wasserspiegelhöhe	einer Wassererneuerungszeit von z. B. ½ Jahr hat einen Ausbaugrad von 50%
<b>Absperrbauwerk:</b>	Bauwerk zur Erzeugung eines Staus	<b>autochthon:</b> Stoffe und Organismen bezeichnend, die am Ort ihres Vorkommens entstanden sind
<b>aerob:</b>	das Vorhandensein von molekularem Sauerstoff bezeichnend	<b>autotroph:</b> die Ernährungsweise derjenigen pflanzlichen Organismen bezeichnend, die ausschließlich aus anorganischen Stoffen Körpersubstanz und Energie durch Photosynthese oder Chemosynthese selbst erzeugen
<b>allochthon:</b>	Stoffe und Organismen bezeichnend, die nicht am Ort ihres Vorkommens entstanden sind	<b>Benthal:</b> Lebensraum im Bereich des Gewässergrundes, bei tiefen Gewässern in → Litoral und → Profundal unterteilt
<b>anaerob:</b>	das Fehlen von molekularem Sauerstoff bezeichnend, z. B. im Faulschlamm	<b>Benthon:</b> (= Benthos) Lebensgemeinschaft des → Benthals
<b>anthropogen:</b>	durch menschliche Aktivitäten verursacht, vom Menschen stammend	<b>Betriebsauslaß:</b> Entnahmeanlage zur betrieblichen Nutzung gespeicherten Wassers, → Entnahmeturm, Grundablaß
<b>Assimilation:</b>	Aufbau von körpereigenen Substanzen aus Nährstoffen	<b>biogen:</b> durch lebende Organismen verursacht oder entstanden
<b>Aufwuchs:</b>	(= Periphyton) an eine feste Unterlage gebundene Mikroorganismen. Hierzu zählen festsitzende (sessile) und auch bewegliche (vagile) Formen, die zwischen den festsitzenden Organismen leben	<b>Biomasse:</b> Gesamtmenge der zu einem Zeitpunkt vorhandenen lebenden Organismen, angegeben als Frisch- oder Trockengewicht
<b>Ausbaugrad:</b>	die Wassererneuerungszeit (Quotient aus Volumen des Stauraumes und der durchschnittlichen Jahreswasserfracht) in Prozent. Eine Talsperre mit	

Biotop:	Lebensraum einer → Biozönose	eutroph:	hoch produktiv, weil nährstoffreich, → Trophiegrad
Biozönose:	Lebensgemeinschaft aller Pflanzen und Tiere in einem → Biotop	Eutrophierung:	Zunahme der → Trophie im Gewässer, die durch steigende Verfügbarkeit und Ausnutzung von Nährstoffen bewirkt wird
Bogenstaumauer:	Staumauer, die im wesentlichen infolge Gewölbewirkung mit Kraffeinleitung in die Talflanken standsicher ist, → Gewichtsstaumauer	Gewichtsstaumauer:	Staumauer, die aufgrund ihres Eigengewichtes standsicher ist, → Bogenstaumauer
Denitrifikation:	Reduktion von oxidierten Stickstoffverbindungen (z. B. Nitrat) durch bestimmte Bakterien zu gasförmigem Stickstoff	Grundablaß:	tiefste Entnahmeanlage zum Entleeren des → Nutzraumes
Destruenten:	„Abbauer, Mineralisierer“; Bakterien und Pilze, die organische Stoffe bis zu anorganischen Verbindungen abbauen	herbivor:	(= phytophag) die Ernährungsweise von Tieren bezeichnend, die sich von lebender Pflanzensubstanz ernähren
Detritus:	„Zerreibsel“; im Wasser vorhandene, tote organische Substanz; im klassischen Sinne nur die partikuläre (neuerdings zusätzlich auch die gelöste) organische Substanz	heterotroph:	die Ernährungsweise von Organismen bezeichnend, die zum Aufbau der Körpersubstanz und zur Deckung des Energiebedarfs auf organische Stoffe angewiesen sind, → autotroph
dimiktisch:	zweimal jährlich zirkulierend, → Zirkulation	Hochwasserentlastungsanlage:	Anlage, die das im Gesamtstauraum nicht speicherbare Wasser schadlos abführt
dystroph:	huminstoffreiche Gewässer (z. B. Moorgewässer, Braunwasserseen) bezeichnend. Der Begriff läßt sich nicht in das Trophiesystem einordnen. Unter natürlichen Bedingungen sind dystrophe Gewässer meistens nährstoffarm und gering produktiv	holomiktisch:	vollständig bis zum Gewässergrund zirkulierend, → Zirkulation
Einzugsgebiet:	Gebiet, aus dem das Wasser einem bestimmten Ort, z. B. einer Talsperre, zufließt. Meist wird das Einzugsgebiet durch oberirdische Wasserscheiden begrenzt. Das Einzugsgebiet umfaßt auch die Wasserfläche	Huminstoffe:	amorphe, komplexe, polymere organische Stoffe, die bei der Zersetzung von pflanzlichen und tierischen Stoffen im Boden und im Sediment gebildet werden und vielen Oberflächengewässern eine charakteristische gelbbraune Farbe verleihen
emers:	über die Wasseroberfläche hinausragend, → Makrophyten	hypertroph:	→ polytroph
Entnahmeturm:	im Beckenraum freistehender Turm, Einlaufbauwerk einer Entnahmeanlage, → Betriebsauslaß, Grundablaß	Hypolimnion:	kalte, spezifisch schwere Tiefenschicht eines thermisch geschichteten Sees, in der Regel nicht oder nur im oberen Bereich durchlichtet
Epilimnion:	obere, i. a. warme und daher spezifisch leichteste Wasserschicht eines thermisch geschichteten Sees, die teilweise oder ganz durchlichtet ist	Konsumenten:	→ heterotrophe Organismen, die andere Organismen oder Teile davon als Nahrung aufnehmen; alle Tiere sind Konsumenten
Erneuerungszeit:	Verhältnis von Seevolumen zur durchfließenden Wasserfracht, angegeben in Tagen, Monaten oder Jahren	Limnologie:	Ökologie der Binnengewässer (auch der Salzwässer im Binnenland)
		Litoral:	durchlichteter Teil des → Benthals
		Luftseite:	dem Staubecken bzw. der Stauhaltung abgekehrte Seite des Absperrbauwerkes, → Wasserseite

<p><b>Makrophyten:</b> Wasserpflanzen, die makroskopisch als Individuen erkennbar sind. Aquatische Makrophyten werden als submers bezeichnet, wenn sie ganz unter der Wasseroberfläche leben. Über die Wasseroberfläche hinausragende Pflanzen werden als emers bezeichnet</p> <p><b>mesotroph:</b> mäßig produktiv, → Trophiegrad</p> <p><b>Metalimnion:</b> auch Temperatursprungschicht genannt; Wasserschicht in einem stehenden Gewässer zwischen → Epilimnion und → Hypolimnion mit großem Temperaturgradienten in vertikaler Richtung</p> <p><b>Mineralisierung:</b> Abbau organischer Stoffe, vorwiegend durch Mikroorganismen (→ Destruenten) zu anorganischen Produkten (anstelle von „Mineralisierung“ wird oft „Remineralisierung“ verwendet)</p> <p><b>Minimumfaktor:</b> der den Stoffwechsel begrenzende Faktor. Das Wachstum von Pflanzen wird z. B. durch das Dargebot an Nährstoffen und Licht begrenzt (Nährstofflimitierung, Lichtlimitierung). Das Vorkommen von Tieren kann durch den Sauerstoffgehalt im Wasser limitiert sein</p> <p><b>Mittlere Tiefe:</b> Quotient aus Volumen und Seeoberfläche</p> <p><b>mixotroph:</b> die Ernährungsweise von Organismen bezeichnend, die sowohl → autotroph als auch → heterotroph leben können</p> <p><b>monomiktisch:</b> einmal jährlich zirkulierend, → Zirkulation</p> <p><b>Nahrungskette:</b> Modellvorstellung über die Beziehung von Organismen verschiedener → trophischer Ebenen, wobei eine → heterotrophe Art zugleich als Konsument und als Nahrungsgrundlage anderer Arten auftritt. Eine einfache Nahrungskette ist z. B. Alge-Wasserfloh-Fisch</p> <p><b>Nahrungsnetz:</b> Modellvorstellung über mehrdimensional verknüpfte → Nahrungsketten</p> <p><b>Nitrifikation:</b> (= Nitrifizierung) Oxidation von Ammonium zu Nitrit und Nitrat durch Bakterien</p>	<p><b>Ökologie:</b> Wissenschaft von der Wechselbeziehung der Organismen untereinander und mit ihrer Umwelt, → Limnologie ist ein Teilgebiet der Ökologie</p> <p><b>Ökosystem:</b> funktionelle Einheit aus → Biozönose und → Biotop, gekennzeichnet durch stoffliche, energetische und informationelle Wechselbeziehungen zwischen den Organismen untereinander und mit ihrer Umwelt</p> <p><b>oligotroph:</b> gering produktiv, weil nährstoffarm, → Trophiegrad</p> <p><b>Pelagial:</b> Lebensraum des Freiwasserbereichs stehender Gewässer</p> <p><b>Periphyton:</b> → Aufwuchs</p> <p><b>Phytoplankton:</b> pflanzliches → Plankton, überwiegend bestehend aus mikroskopisch kleinen Algen</p> <p><b>Plankton:</b> die im → Pelagial schwebenden Pflanzen (Phytoplankton), Tiere (Zooplankton) und Bakterien (Bakterioplankton) mit fehlender oder nur geringer Eigenbewegung</p> <p><b>polymiktisch:</b> während eines Jahres häufig zirkulierend, → Zirkulation</p> <p><b>polytroph:</b> (= hypertroph) sehr hoch produktiv, da übermäßig nährstoffreich, → Trophiegrad</p> <p><b>Primärproduktion:</b> Erzeugung von organischer Substanz durch → autotrophe Organismen. Die weitaus wichtigsten Primärproduzenten sind die grünen Pflanzen, die mit Hilfe des Chlorophylls die Lichtenergie ausnutzen</p> <p><b>Produzenten:</b> → autotrophe Organismen (grüne Pflanzen)</p> <p><b>Profundal:</b> lichtloser Teil des → Benthals</p> <p><b>Respiration:</b> = Atmung</p> <p><b>Rohwasser:</b> noch nicht behandeltes Wasser für die Trinkwassergewinnung</p> <p><b>Saprobie:</b> Intensität des biologischen Abbaus, → Trophie</p> <p><b>Saprobien-system:</b> Klassifikationssystem für Fließgewässer mit Indikatororganismen, → Saprobie</p>
---	---

Sediment:	am Gewässergrund abgelagertes Material, das sowohl → allochthoner als auch → autochthoner Herkunft sein kann	Nahrungsgrundlage in aufsteigender Reihe der → Nahrungskette
Sekundärbelastung:	→ autochthone Gewässerbelastung durch im Gewässer produzierte Biomasse	trophogene Schicht: durchlichteter Oberflächenbereich eines Gewässers, in dem der Aufbau durch → Primärproduktion größer ist als der Abbau
Sekundärproduktion:	Erzeugung von organischer Substanz durch → heterotrophe Organismen, → Primärproduktion	tropholytische Schicht: Tiefenbereich eines Gewässers, in dem wegen Lichtmangels der Abbau größer ist als die → Primärproduktion
sessil:	festsitzend, → Aufwuchs	Uferentwicklung: Verhältnis der Uferlänge eines stehenden Gewässers zum Umfang eines flächengleichen Kreises. Die Größe dieses Wertes (stets $\geq 1$ ) beschreibt die „Verzahnung“ des Gewässers mit der unmittelbar umgebenden Landschaft und gibt damit einen Hinweis auf die Bedeutung der Uferzone für das stehende Gewässer
Sichttiefe:	Maß für die Durchsichtigkeit eines Wasserkörpers. Tiefe, in der eine im Wasser abgesenkte weiße Scheibe (Secchi-Scheibe) gerade noch erkennbar ist	Umgebungsfaktor: Verhältnis der Landfläche des → Einzugsgebietes zur Oberfläche eines stehenden Gewässers. Der Faktor beschreibt summarisch die möglichen → allochthonen Einflüsse auf das Gewässer. Die Größe des Verhältnisses steht in Beziehung zum natürlichen Trophiegrad des Gewässers
Sprungschicht:	→ Metalimnion	
Stagnation:	Zustand stabiler, thermischer Schichtung bei stehenden Gewässern, → Zirkulation	vagil: beweglich, → Aufwuchs
Stauwurzel:	Bereich des Übergangs vom Hauptzufluß zur Talsperre, meist durch geringe Tiefe gekennzeichnet	Vegetationsfärbung: Färbung des Wasser, hervorgerufen durch → Phytoplankton
Stauziel:	die nach der Zweckbestimmung der Stauanlage beim Regelbetrieb zulässige Wasserspiegelhöhe	Vollzirkulation: → Zirkulation
Stickstofffixierung:	Aufnahme und Assimilation von molekularem Stickstoff durch bestimmte Organismen, vor allem Cyanobakterien (Blaualgen), zum Aufbau körpereigener Substanz	Wasserblüte: populäre Bezeichnung für auffällig starke → Vegetationsfärbung bei massenhafter Entwicklung von Planktonalgen, meist mit dem Auftreiben der Algen an die Wasseroberfläche verbunden
submers:	untergetaucht lebend, → Makrophyten	Wassererneuerungszeit: → Erneuerungszeit
Trophie:	Intensität der → Primärproduktion	Wasserseite: dem Staubecken bzw. der Stauhaltung zugekehrte Seite des Absperrbauwerkes, → Luftseite
Trophiegrad:	Zustandsbereich im → Trophiesystem. Unterschieden werden: → oligotroph, → mesotroph, → eutroph und → polytroph	Wehr: Absperrbauwerk, das der Hebung des Wasserstandes und meist auch der Regelung des Abflusses dient
Trophiesystem:	empirische Einteilung der → Trophie entsprechend der Intensität der → Primärproduktion als Folge der Nährstoffversorgung	
trophische Ebene:	Zusammenfassung von Funktionsträgern (→ Produzenten, → Konsumenten, → Destruenten) im → Ökosystem entsprechend ihrer	

Zirkulation: Umwälzung des Wassers eines stehenden Gewässers. Perioden der Zirkulation und der → Stagnation wechseln im Laufe des Jahres ab. Je nach Ausmaß der Umwälzung unterscheidet man Gewässer

- mit vollständiger Umwälzung (Vollzirkulation, holomiktisch) und
- mit partieller Umwälzung (meromiktisch).

Nach der Häufigkeit der jährlichen Umwälzungen unterscheidet man Gewässer mit

- einmaliger Zirkulation (monomiktisch),

- zweimaliger Zirkulation (dimiktisch),

- vielmaliger Zirkulation (polymiktisch) und

- nur im Abstand von Jahren auftretender Zirkulation (oligomiktisch)

Zoobenthon: am Gewässergrund lebende Tiergemeinschaft, dazu gehören vor allem Würmer, Muscheln, Schnecken, Insektenlarven, Kleinkrebse

Zooplankton: tierisches → Plankton; im Süßwasser vor allem Einzeller, Rädertiere und Kleinkrebse