

Steiner See

Lage: R 34 07 58, H.57 51 15

Topographische Karte: L 4110

Seetyp: Baggersee, Flachsee

Entstehung: Durch den um 1920 begonnenen Kiesabbau entstanden zwei Becken, die anfangs ein schmaler Wall voneinander trennte. Nachdem dieser 1972 durchbrochen wurde, stehen beide Seen miteinander in Verbindung. Sie werden im folgenden mit „Nordbecken“ und „Südbecken“ bezeichnet.

Mischungsverhalten: polymiktisch, holomiktisch

Höhe: 59 m ü. NN

Oberfläche (Nordbecken): 0,085 km²

Oberfläche (Südbecken): 0,073 km²

Volumen (Nordbecken): 0,21 · 10⁶ m³

Volumen (Südbecken): 0,11 · 10⁶ m³

Tiefe max. (Nordbecken): 4,5 m

Tiefe max. (Südbecken): 3,5 m

Tiefe mittl. (Nordbecken): 2,5 m

Tiefe mittl. (Südbecken): 1,5 m

Uferlänge (Nordbecken): 1,3 km

Uferlänge (Südbecken): 1,0 km

Entwicklung (Nordbecken): 1,3

Entwicklung (Südbecken): 1,04

Einzugsgebiet

Der Steiner See liegt im Süden des Münsterländer Kiessandzuges unweit von Münster-Hiltrup.

Das oberirdische Einzugsgebiet ist sehr klein. Der Flachsee wird ausschließlich von Grundwasser und Niederschlag gespeist. Er liegt in einer Trinkwasserschutzzone III und grenzt unmittelbar an die Schutzzone II an.

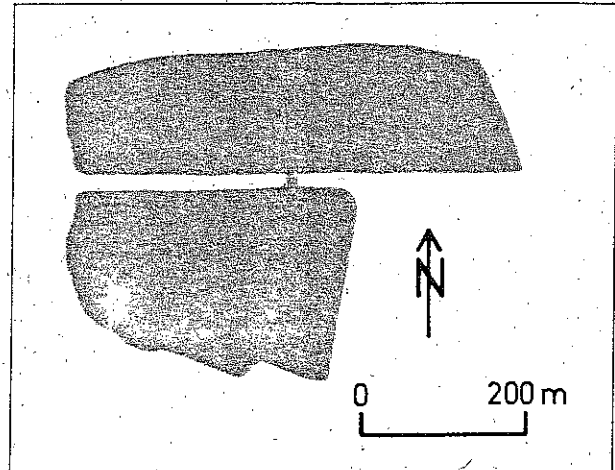
In unmittelbarer Nähe des Gewässers befindet sich ein Hotel mit mehreren Sport- und Parkplätzen, ein Segelhafen und ein Schwimmbad.

Südlich vom Gewässer erstreckt sich ein ausgedehntes Mischwaldgebiet. Ein Wanderweg führt rund um den See und erlaubt fast überall freien Zutritt zu den Ufern.

Ufer

Abgesehen vom Südrand des Südbeckens fallen die Uferböschungen steil zum Wasser ab. Sie sind überwiegend mit Birken und Weiden bepflanzt und enthalten eine schwach ausgeprägte Krautschicht.

Nur am Flachufer des Südbeckens hat sich stellenweise eine Verlandungszone gebildet. Das Röhricht ist sehr schwach entwickelt und besteht aus Breitblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia*) und Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*), zwischen denen Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), Froschlöffel (*Allisma plantago-aquatica*) und Flatterbinse (*Juncus effusus*) wachsen. Wasser-Hahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*) bildet vor dem Süd- und Ostufer des Südbeckens ausgedehnte Bestände; nur stellenweise kommt als weitere Schwimmblattpflanze der Was-



serknöterich (*Polygonum amphibium natans*) vor. Submerse Makrophyten sind durch kleine Bestände von Laichkraut (*Potamogeton berchtholdii*) und Wasserstern (*Callitriche sp.*) vertreten.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Die häufige Zirkulation des Steiner Sees bewirkt dauerhaft eine nahezu gleichmäßige Verteilung der Inhaltsstoffe in den beiden Wasserkörpern. Das Pelagial ist ganzjährig aerob und während der Vegetationsperiode meist sauerstoffübersättigt.

Der pH-Wert liegt stets im leicht alkalischen Bereich, er stieg bisher auch bei starker Algenentwicklung nicht über 7,9 an. Im Südbecken, das 1977 und 1978 limnologisch intensiver untersucht worden ist, betrug der mittlere Gehalt an reaktivem Phosphat-P 25 bzw. 28 µg/l, der Gesamt-P-Gehalt 50 bzw. 75 µg/l. Nach stürmischen Wetterlagen, wenn der Seegrund durch die Wasserbewegung aufgewirbelt wurde, lag die Gesamt-P-Konzentration erheblich höher.

Der Steiner See ist eutroph. Unter den Pflanzennährstoffen kommt auch in diesem Falle dem Phosphor die Rolle des produktionslimitierenden Minimumstoffs zu. Die Phosphorbelastung erfolgt hauptsächlich durch das weiträumig von der Landwirtschaft beeinflusste Grundwasser, über Depositionen und die Entenfütterung. Sie liegt in der Größenordnung von 170 mg/Ges.-P/m² · a und übertrifft die mit Hilfe von Modellrechnungen ermittelte, für Eutrophierung kritische Flächenbelastung von 56 mg/P/m² · a um das dreifache.

Zeitweise, besonders nach Schichtwetterlagen, wenn der See durch aufgewirbelte Sedimentpartikeln getrübt ist, begrenzt auch Licht die Algenentwicklung. Die Sichttiefe, die 1977 im Mittel bei 1,6 m lag, ging bei solchen Situationen bis auf 75 cm zurück. Im windgeschützteren Nordbecken schwankte sie im gleichen Jahr zwischen 1,1 und 1,9 m. Der Chlorophyll a-Gehalt betrug

1977, im Südbecken im Mittel 12 µg/l (Maximum: 15 µg/l), während im windgeschützteren und schwebstoffärmeren Nordbecken durchschnittlich 40 µg/l (maximal 61 µg/l) gemessen wurden.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die hydrochemischen Untersuchungsergebnisse des Südbeckens.

		arithm. Mittel	Minimum	Maximum
Sauerstoff	(mg/l)	11,6		9,1 – 13,6
Sauerstoff-sättigung	(%)	106	88	– 126
NH ₄ -N	(µg/l)	188	70	– 341
NO ₂ -N	(µg/l)	3	1	– 9
NO ₃ -N	(µg/l)	108	23	– 904
reaktives PO ₄ -P	(µg/l)	25	3	– 78
Gesamt-P	(µg/l)	75	13	– 313
SiO ₂ , gelöst	(mg/l)	0,8	0,3	– 1,9
SO ₄	(mg/l)	125	96	– 211
Cl	(mg/l)	36	32	– 41
pH		7,6	7,4	– 7,8
elektrische Leitfähigkeit	(µS ₂₀ /cm)	437	422	– 546
Ca	(mg/l)	70	60,5	– 76

Steiner See, Südbecken 1978: Physikalische und chemische Meßwerte (12 Messungen 1978).

Flora und Fauna

Das Plankton des Steiner Sees ist artenreich. Im Phytoplankton dominieren Grünalgen der Gattungen *Crucigenia*, *Scenedesmus*, *Selenastrum* und *Tetrastrum*, die alle als typische Bewohner eutropher Seen anzusprechen sind, ferner Chrysophyceen (*Chrysococcus*, *Kephyrion*) und verschiedene, centrische Diatomeen (*Cyclotella comta*, *C. kützingiana*, *Stephanodiscus hantzschii*). Letztere riefen im Oktober 1978 eine Wasserblüte hervor, waren aber auch in anderen Monaten häufig.

Auch das Zooplankton zeichnet sich durch relativ große Artenvielfalt aus. Die artenreichste Gruppe bilden die Rädertiere, unter denen 19 planktische Formen festgestellt wurden. Die Cladoceren präsentierten sich mit 8 Arten, die Copepoden waren nur mit 3 Arten vertreten.

1978 traten im Südbecken aspektbildend auf: die Rädertiere *Conochilus unicornis*, Arten der Gattung *Keratella* und *Polyarthra dolichoptera-vulgaris*-Gruppe sowie

die Kleinkrebse *Daphnia cucullata*, *Eudiaptomus gracilis* und *Thermocyclops oithonoides*. Im Benthon überwiegen Oligochaeten (*Dero*, Tubificiden); in Ufernähe kommen die Kleinkrebse *Ceriodaphnia pulchella* und *Diaphanosoma brachyurum*, Larven der Kleinlibelle *Ischura elegans* sowie Dipterenlarven aus den Familien Ceratopogonidae und Chironomidae häufig vor.

Sediment

Das Sediment besteht überwiegend aus autochthonem Schluff, stellenweise treten schlammgefüllte Vertiefungen auf, die reich an Pflanzenresten sind. In den Untersuchungsjahren 1977/78 konnte keine Faulschlammbildung festgestellt werden, da die häufige Wasserzirkulation den Seegrund bisher ausreichend mit Sauerstoff versorgte.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Der Steiner See ist ein beliebtes Ausflugsziel. Auf dem Gewässer werden folgende Freizeitaktivitäten ausgeübt: Segeln, Surfen, Eislaufen und – trotz Verbots – auch Baden.

Der Steiner See wird auch intensiv als Angelgewässer genutzt. 1977 wurden 30 000 Aale, ein Jahr später 5 000 Regenbogenforellen eingesetzt. Vom Besatz von 200 Graskarpfen im Jahr 1970 wurde kein Fisch wiedergefangen.

Außerdem werden auf beiden Seeteilen Enten gehalten, die von den Spaziergängern regelmäßig gefüttert werden.

Da der See unmittelbar an eine Trinkwasser-Schutzzone II angrenzt, sind bei Zunahme der Eutrophierung qualitative Beeinträchtigungen der Grundwasserförderung nicht auszuschließen. Für diesen Fall werden Restaurierungsmaßnahmen erwogen.

Literatur:

- BAUER, H.-J. (1979): Der Münsterländer Kiessandzug. Geologie, Hydrologie, Hydrochemie und Wasserwirtschaft. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen 10, 1–136.
- CHRISTMANN, K.-H. (1984): Limnologische Untersuchungen von vier Baggerseen des Münsterländer Kiessandzuges. Wasser und Abfall 39, 1–149.
- (Schriftenreihe des Landesamtes für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen).

Unterbacher See

Lage: R 25 62 42, H 56 73 67

Topographische Karte: L 4906

Entstehung/Seetyp: Baggersee, Flachsee

Mischungsverhalten: holomiktisch; polymiktisch

Höhe: 39,85 m ü NN

Oberfläche: 878 000 m²

Volumen: 3,6 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 11 m, mittl.: 4 m

Der See wird durch Grundwasser und Niederschläge gespeist. Das genaue Einzugsgebiet und die Erneuerungszeit sind nicht exakt zu ermitteln.

Ufer: Länge: 6 km, Entwicklung: ca. 2,0

Einzugsgebiet

Der Unterbacher See liegt in der rechtsrheinischen Niederterrasse, in der der Rhein im ausgehenden Pleistozän Sand und Kies in einer Mächtigkeit bis zu 30 m abgelagert hat. Unter dieser Schicht liegen tertiäre marine Quarzsande. Der See entstand bei Auskiesungsarbeiten in den Jahren 1926 bis 1973 und ist ein reiner Grundwassersee. Der Eiseisbach, der vor der Auskiesung hier entlang floß, wurde in ein neues Bett südlich des Sees verlegt.

1976 gab es eine weitere Auskiesung, die der Beseitigung von Untiefen und der Aufschüttung von zwei Strandbädern diente. Der See besitzt vier kleine, bewaldete Inseln, ist ca. 2 km lang und im Durchschnitt 500 m breit.

Er liegt quer zur Fließrichtung des Grundwassers, dessen Fließgeschwindigkeit mit 1,3 m/d ermittelt worden ist. Der Unterbacher See stellt den Hauptteil eines Naherholungsgebietes mit Waid und Freiflächen dar, das insgesamt 200 ha umfaßt. Die nächstgelegene Siedlung ist der Ort Unterbach, unmittelbar nördlich gelegen.

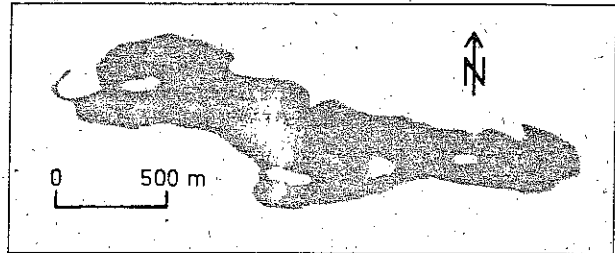
Ufer

Durch den meist steilen Abfall des gesamten Ufers gibt es kaum eine Ausbildung von Schilf- bzw. Röhrichtzonen. Das Gebüsch am Ostufer und auf den Inseln besteht hauptsächlich aus Weiden und Erlen, im Westteil auch Birken, Weiden und Pappeln. Etwa die Hälfte der Uferlinie wird von Strandbädern, Campingplätzen und für den Wassersport belegt, der Rest ist frei zugänglich und wird u. a. für den Angelsport benutzt. Landwirtschaftlich genutzte Flächen gibt es in direkter Nachbarschaft zum See seit einigen Jahren nicht mehr.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Die letzte größere Untersuchung der Wasserqualität des Unterbacher Sees wurde 1982 durch die Chemisch-biologischen Laboratorien der Landeshauptstadt Düsseldorf vorgenommen.

Die maximale Sichttiefe (Secchi-Scheibe) betrug 7,50 m im Oktober. Die geringsten Sichttiefen wurden im April gemessen; die kleinste lag bei 2,50 m. Es konnte eine positive Korrelation zum Chlorophyll-Gehalt errechnet werden.



Der Sauerstoff-Gehalt ist durchweg hoch und liegt in den kälteren Jahreszeiten um den Sättigungspunkt. Im Sommer steigt er deutlich an und erreicht Werte von über 150% Sättigung.

Eindeutige Temperatur-Unterschiede gibt es nur im Sommer zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser. Anhand der Messungen von Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Sauerstoff ließ auch die Beobachtung vergangener Jahre bestätigen, daß der See aufgrund seiner geringen Tiefe während der meisten Zeit des Jahres vollständig durchmischt wird, und daß sich während der Sommermonate unterhalb 5 m Tiefe eine Sprungschicht ausgebildet, die bis auf den Gewässergrund hinunterreicht.

Im Winter bildet sich relativ leicht eine Eisdecke, die aber nur selten begehbar ist.

Der pH-Wert liegt im Bereich von 7,4 bis 8,5, die höchsten Werte werden im Sommer gemessen. KIRCHHOFF (1978) konnte eine Korrelation zum CO₂-Gehalt errechnen und fand einen leichten pH-Anstieg von West nach Ost, den er mit der Zunahme der Makrophyten erklärt.

Die Leitfähigkeit ist seit 1975 (über 600 µS/cm) über 1977/78 (um 600 µS/cm) auf unter 600 µS/cm im Jahre 1982 gesunken. Diese Abnahme zeigt sich auch

in der Gesamthärte (1975: 15–16 °dH; 1982 12–14,5 °dH) und im Calcium-Gehalt (1975/76: 84–112 mg/l; 1982: 42–87 mg/l).

Der Eisen-Gehalt liegt im Bereich 0,2–0,4 mg/l. Er ist im Norden und Osten etwas höher als im übrigen See und im Tiefenwasser höher als an der Oberfläche, was durch den Einfluß des von Nordosten eintretenden Grundwassers erklärt werden kann.

Der Gehalt an Ammonium schwankt in der oberflächennahen Wasserschicht den größten Teil des Jahres über um 0,2 mg/l und steigt ab Oktober an bis auf 0,7 mg/l. Im Frühjahr und im Sommer treten im Tiefenwasser Schwankungen zwischen 0,2 und 1,2 mg/l auf.

Nitrat zeigt im Verlauf des Jahres in der oberen Wasserschicht eine abnehmende Tendenz von 3–4 mg/l im Winter bis auf weniger als 1 mg/l zum Ende der Vegetationsperiode.

Der Gehalt an Gesamt-Phosphat schwankt im Bereich 0,1–0,3 mg/l mit zeitweisem Anstieg auf ca. 1 mg/l.

Die Beurteilung des Trophiegrades bereitet Schwierigkeiten, weil der See klares Wasser besitzt, aber starke submerse Makrophytenbestände aufweist. Insgesamt ist er als mesotropher Flachsee zu bezeichnen, solange durch die Hemmwirkung der Makrophyten die Phytoplanktonentwicklung schwach bleibt.

Flora und Fauna

Auf das starke Wachstum von Unterwasserpflanzen wurde bereits hingewiesen. Es handelt sich um dichte Bestände von *Myriophyllum verticillatum* und vor allem *M. spicatum*, die alle anderen submersen Makrophyten (es werden in der Literatur außerdem *Polygonum amphibium*, *Potamogeton crispus*, *P. pectinatus* und *Elodea canadensis* genannt) unterdrücken.

Diese Bestände wachsen bis in 5,50 m Wassertiefe mit einer durchschnittlichen Länge von 2 m. Damit sind die Pflanzen besonders in den flacheren Ostbereichen zu finden, wo sie oft die Wasseroberfläche erreichen. Zur Freihaltung der Wasserfläche für den Segelsport wird eine Mähmaschine eingesetzt. Jährlich werden an gemähtem oder treibendem Kraut 200 bis 300 t dem See entnommen. Im Westteil wurden früher Characeen-Rasen beschrieben, was aber später nicht bestätigt werden konnte. Der Seegrund ist von *Chironomus*- und *Corethra*-Larven und Tubificiden besiedelt. Besonders in den *Myriophyllum*-Beständen kommt *Dreissena polymorpha* in größeren Mengen vor.

KIRCHHOFF hat 1977/78 die Wandermuschel des Periphytons untersucht und eine Abnahme der Mikrophyten-Biomasse von West nach Ost festgestellt, die parallel zur Zunahme der Makrophyten verläuft. Das Frühjahrsmaximum wird v. a. von Kieselalgen gebildet, das Sommermaximum von *Spirogyra*-Fäden und das Herbstmaximum wiederum von Kieselalgen.

Besonders häufig sind *Achananthes minutissima*, *Cocconeis placentula* und *Synedra ulna*. Von den Grünalgen werden *Mougeotia* sp., *Protoderma*-Arten und *Chaetopeltis orbicularis* als fast ganzjährig vorkommend genannt. Blaualgen gibt es mit wenigen Arten das ganze Jahr über; die häufigsten Vertreter sind *Cyanophanon mirabile* und *Pseudanabaena*-Arten. Chrysophyceen kommen ganzjährig aber nur vereinzelt vor.

Auch im Phytoplankton fand KIRCHHOFF eine – wenn auch weniger ausgeprägte – Abnahme von West nach Ost. Eine starke Entwicklung gab es im Frühjahr und im Sommer; ein Herbstmaximum war nicht zu verzeichnen. Ein Maximum im Mai wurde von *Uroglena americana* erzeugt, außerdem sind regelmäßig anzutreffen: *Chroococcus* sp., *Merismopedia glauca* und *Ceratium hirundinella* (oft in Massenentwicklung während der Badesai-

son), *Rhodomonas minuta*, verschiedene Kieselalgen und Grünalgen wie *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Closterium*, *Cosmarium* sowie *Staurastrum*.

Das Zooplankton wird als art- und individuenreich bezeichnet. Als häufigste Arten nennen WOIKE und BAATZ *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Eudiaptomus gracilis* und *Dreissena*-Larven.

Sediment

Der Seeboden ist im wesentlichen sandiger Natur und besitzt eine für Baggerseen charakteristische unruhige Oberfläche. In einigen Mulden hat sich Feinsediment bis zu 60 cm Stärke abgelagert.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Der Unterbacher See liegt in einem dichtbesiedelten Gebiet unweit der Landeshauptstadt Düsseldorf und hat einen hohen Freizeitwert. Dies wird schon aus den Besucherzahlen deutlich: 1983 zählte man allein an den beiden Badestränden rund 780 000 Besucher. Zu den weiterhin angebotenen Freizeitaktivitäten gehören Campen, Segeln, Surfen, Tretboot-Fahren, Angeln. Um den See und im angrenzenden Eller Forst sind Spazierwege angelegt.

Unter Anglern gilt der Unterbacher See als besonders gutes Hecht-Gewässer. Es werden nach Besatzplänen der Landesanstalt für Fischerei NW regelmäßig eingesetzt: Forelle, Zander, Hecht, Karpfen, Schleie und beim letzten Besatz auch Aale, womit eine Jahres-Fangmenge von ca. 25 kg/ha erzielt werden soll.

Als Vogel-Brutgebiet ist der Unterbacher See und seine Umgebung des hohen Erholungsverkehrs wegen wenig geeignet. Er ist aber ein wichtiger Winter-Rastplatz für wenig stör anfällige Vögel, z. B. Stockenten und Bläuhühner.

Literatur

KIRCHHOFF, N., 1978: Hydrobotanische Untersuchungen an einem Baggersee. Diplomarbeit Univ. Düsseldorf.

Landeshauptstadt Düsseldorf, Chemische-biologische Laboren, 1975/76: Gutachten über den Unterbacher See im Zug der Ausbaggerung. (Gutachter: SCHMIDT-RIES, LÜSSEM).

— — — — —, 1982: Gutachten über den Unterbacher See. (Gutachter: KELLE-EMDEN).

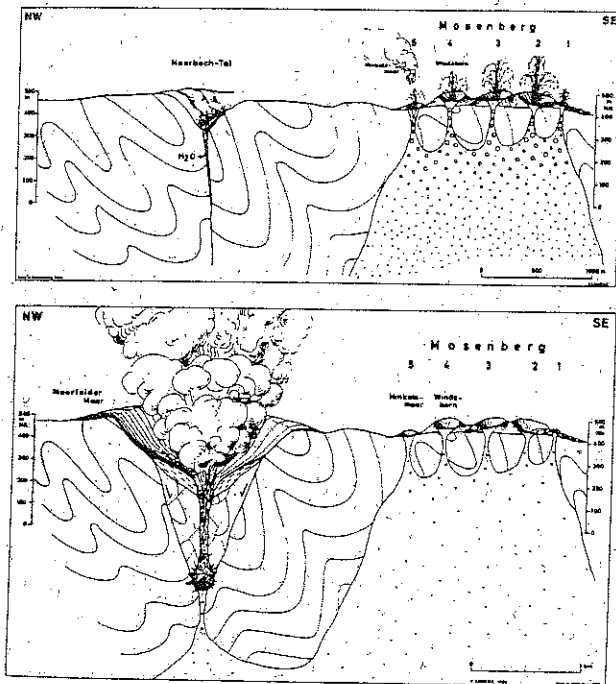
NIEMEYER, R., 1978: Hydrologische Untersuchungen an Baggerseen und Alternativen der Folgenutzung; Mitteilungen Lehrstuhl für landwirtsch. Wasserbau und Kulturtechnik, Inst. f. Städtebau, Bodenordnung und Kulturtechnik, Univ. Bonn, Heft 3.

WOIKE, M., K. W. BAATZ, 1978: Der Unterbacher See und die benachbarten Düsseldorfer Stadtwälder. Schriftenreihe für Naturschutz und Landschaftspflege „Rheinische Landschaften“, Heft 7, 2. Auflage.

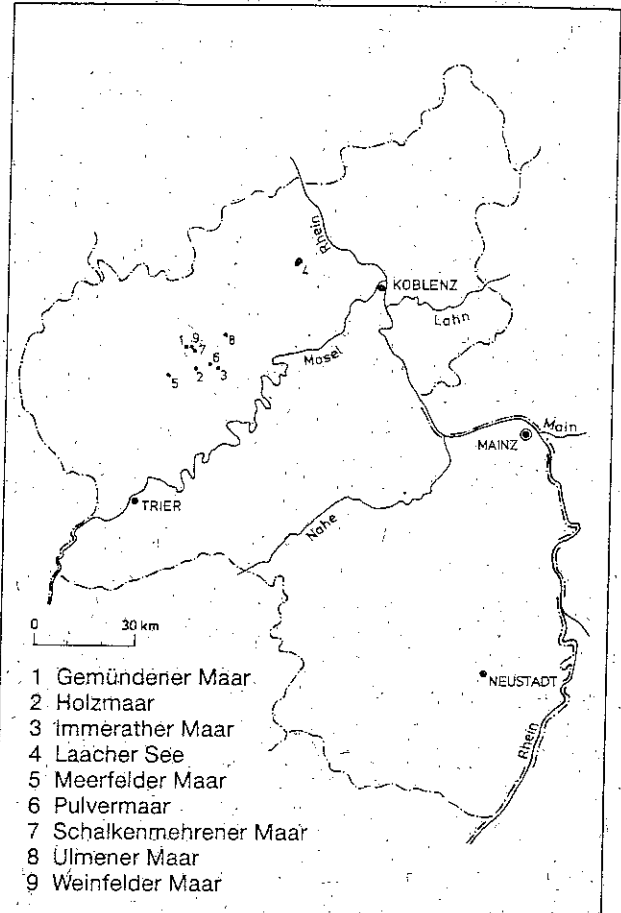
5.8 Rheinland-Pfalz

Die stehenden Gewässer von Rheinland-Pfalz konzentrieren sich in bestimmten Regionen des Landes. In der Rheinniederung südlich von Mainz gibt es vornehmlich Altrheine und Baggerseen. Nordöstlich von Koblenz befindet sich die „Westerwälder Seenplatte“. Im streng limnologischen Sinne sind es Teiche, die durch Überstau flacher Täler entstanden sind. Aus fischereilichen Gründen werden sie im Herbst abgelassen. Im Hunsrück und im rheinland-pfälzischen Teil des Taunus gibt es keine natürlichen Seen. Dort wurden einige Speicherbecken gebaut. In der Eifel liegen die durch die Untersuchungen von THIENEMANN limnologisch bekannt gewordenen Maare. Der Laacher See ist nicht nur das größte Maar, sondern auch der größte natürliche See der deutschen Mittelgebirge.

Insgesamt befinden sich in Rheinland-Pfalz rd. 150 stehende Gewässer, die größer als 3 ha sind. In dieser Zahl sind auch einige kleinere Stillgewässer mit aufgenommen, die z. B. als Naturdenkmäler eine besondere



Der Bildung des Meerfelder Maares ging die Entstehung der Schlackenkegel in der Mosenberg-Gruppe voraus (oberes Bild). Nach Abschluß der Vulkantätigkeit der Mosenberg-Gruppe stieg erneut Magma aus der Tiefe auf, jedoch etwa 2 km weiter nordwestlich im Tal des Maarbaches (unteres Bild). Durch den Kontakt des heißen Magmas mit dem Grundwasser kam es zu Wasserdampfexplosionen und ein Förderschlot entstand. Die Bildung des Maarkessels durch Absacken des durch die Explosionen erschütterten und zerklüfteten Randgesteins ist durch zwei Pfeile angedeutet (aus LORENZ 1984).



Bedeutung aufweisen. Es sind 75 Baggerseen, 39 Speicherbecken, 21 Altrheine, 9 Maare und 7 Talsperren.

Die Überwachung der stehenden Gewässer in Rheinland-Pfalz erfolgt durch das Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz. Mit der gegebenen personellen Ausstattung ist eine Überwachung von 15 repräsentativen Gewässern möglich, die regelmäßig physikalisch und chemisch untersucht werden. Es werden auch größere Einzelvorhaben, wie die Voruntersuchung, Planung und Erfolgskontrolle der Seesanierungen und -restaurierungen, durchgeführt.

Für das vorliegende Buch wurden in dem gesteckten Rahmen die Maare in der Eifel ausgewählt. Sie sind charakteristisch für diesen Landschaftsteil von Rheinland-Pfalz. Sie stellen in Deutschland einmalige Naturdenkmäler dar und stehen alle unter Naturschutz. Einige dienen als Speicherbecken zur Trinkwassergewinnung. Alle werden, wenn auch unterschiedlich stark, für die Naherholung und den Ferntourismus genutzt. An den Maaren wurden einige Seesanierungen und -restaurierungen durchgeführt.

Neben diesem wasserwirtschaftlichen Bezug wurden die Maarseen auch deshalb ausgewählt, weil von diesen Gewässern die meisten limnologischen Untersuchungen innerhalb von Rheinland-Pfalz vorliegen. Besonders reizvoll ist dabei der Vergleich der heutigen mit den von THIENEMANN zu Beginn dieses Jahrhunderts erarbeiteten Daten. Die Untersuchungen von THIENEMANN gehören mit zu den ältesten limnologischen Forschungen, die es überhaupt auf der Erde gibt. Aufgrund seiner Eifelmaaruntersuchungen entwickelte THIENEMANN eine Seentypenlehre, die noch heute in ihren Grundzügen gültig ist.

Über die Entstehung der Maare gibt es mehrere Theorien. Alle gehen von einem Vulkanismus aus. Die Bildung der Maare durch phreatomagmatische Eruptionen wird derzeit am häufigsten angeführt. Sie ist auf Seite 129 schematisch dargestellt.

In dem gesteckten Rahmen kann nur auf eine Auswahl von Literatur hingewiesen werden. In dem 1980 erschienenen Band 68 der „Mitteilungen der Pollichia“, der überwiegend den Maaren der Eifel gewidmet ist, ist in den Originalbeiträgen zur Geologie, Limnologie, Floristik und Faunistik die meiste der bis dahin über die Maare der Eifel erschienene Literatur zusammengefaßt und angeführt. In Heft 10 der „Wasserwirtschaft“ mit dem Titel „Limnologie und wasserwirtschaftliche Verbesserung von Eifelmaaren“, das in Kürze gedruckt wird, herausgegeben vom Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten

Rheinland-Pfalz, wird abermals eine möglichst umfassende Literaturzusammenstellung erscheinen. An dieser Stelle sei deshalb nur auf die folgenden Literaturstellen verwiesen:

Literatur

BÜCHEL, G. (1984): Die Maare im Vulkanfeld der Westeifel, ihr geophysikalischer Nachweis, ihr Alter und ihre Beziehung zur Tektonik der Erdkruste. – Diss. Geol. Inst. Univ Mainz. 385 S.

LORENZ, V. (1984): Zur Geologie des Meerfelder Maares. – Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 65, 5–12. Frankfurt am Main

MELZER, A., HELD, K., HARLACHER, R., VOGT, E. (1985): Die qualitative und quantitative Verbreitung makrophytischer Wasserpflanzen in fünf Maaren der Eifel. – Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz 10, Oppenheim

MÖLLER, W. (1985): Der Chlorophyll-Gehalt im Sediment verschiedener Eifelmaare als Eutrophierungsanzeiger. – Dipl.-Arbeit, FH Bad Kreuznach

SCHARF, B. W. (1983): Hydrographie und Morphometrie einiger Eifelmaare. – Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz 9, 54–65. Oppenheim

SCHMIDT-LÜTTMANN, M., SCHARF, B. W. (1985): Untersuchungen und Maßnahmen zur Erhaltung des oligotrophen Zustands in einigen Eifelmaaren. – Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz 10, Oppenheim

WENDLING, K., SCHARF, B. W. (in Vorb.): Das Makrozoobenthon der Eifelmaare. – Arch. Hydrobiol.

Gemündener Maar

Lage: R 25 59, H 55 60

Topographische Karte: L 5906 Daun

Seetyp: Das Gemündener Maar ist durch vulkanische Tätigkeit vor etwa 20 000–30 000 Jahren entstanden. Der im Vergleich zur Größe der Oberfläche sehr tiefe See liegt windgeschützt im Maar-Kessel. Er ist dimiktisch und seit rund 30 Jahren meromiktisch.

Höhe: 406,6 m ü NN, Oberfläche: 75 000 m²

Volumen: 1,33 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 39 m, mittl.: 17,7 m

Einzugsgebiet: 0,51 km²

Umgebungsfaktor: 5,7

Erneuerungszeit: ca. 8 Jahre

Ufer: Länge 1,0 km, Entwicklung 1,0

Hydrologische Besonderheiten

Als oberirdischen Zufluß hat der See nur eine Quelle aus dem Tälchen im Nordosten. Das Maar weist keinen oberirdischen Abfluß auf. Aus Niederschlag und Verdunstung über Land und See ließ sich der unterirdische Abfluß auf 125 000 m³/a bzw. 5,2 l/s abschätzen.

Einzugsgebiet

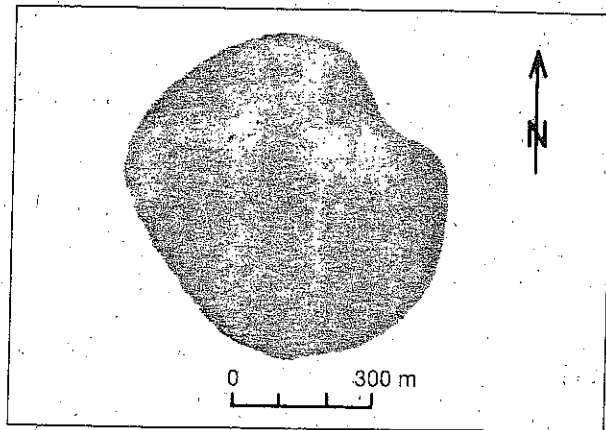
Das Gemündener Maar ist im Vordergrund des Luftbildes abgebildet, das auf dem vorderen Umschlag dieser Broschüre wiedergegeben ist. Der See liegt tief im Krater. Der größte Teil der inneren Kraterwand ist seit vielen Jahrzehnten überwiegend mit Laubbäumen bewaldet. Eine 1982 umgebaute und erweiterte Badeanstalt, eine Straße sowie einige kleinere Wiesen befinden sich im Einzugsgebiet.

Ufer

Der Wald reicht außerhalb der Badeanstalt bis an das Wasser heran. Die Ufer fallen steil ab. Eine Uferbank fehlt. Eine Röhrichtzone ist nicht vorhanden.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Aufgrund seiner windgeschützten Lage tief unten im Krater und seiner im Vergleich zur Oberfläche sehr großen Tiefe neigt der See dazu, unvollständig zu durchmischen. Im Vergleich zum Weinfelder Maar oder zum Pulvermaar ist auch der Umgebungsfaktor erheblich größer. Außerdem befanden sich früher um das Gemündener Maar Äcker und ein Campingplatz. In das kleine Gemündener Maar wurden bis vor kurzem jährlich 5 bis 10 t(!) Futter zum Anlocken der Friedfische geworfen. Deshalb verwundert es nicht, daß das von THIENEMANN noch als oligotroph und holomiktisch beschriebene Gemündener Maar aufgrund eines erhöhten Nährstoffeintrags und einer



gesteigerten Bioproduktion meromiktisch wurde. Der See dürfte gegen Ende des 2. Weltkrieges oder kurz danach seine Fähigkeit zur Vollzirkulation verloren haben. Eine genaue Jahreszahl kann wegen fehlender Untersuchungen nicht angegeben werden. Das damals entstandene Monimolimnion hat sich seitdem stabilisiert und ausgeweitet. Während es 1952 rd. 4 m mächtig war und etwa 50 000 m³ beinhaltete, war 1977 die monimolimnische Schicht bereits 9 m hoch und umfaßte ein Volumen von 125 000 m³.

Während das Sediment des ursprünglich oligotrophen Sees als Nährstoffalle fungierte, liegen nun im anaeroben Monimolimnion die Pflanzennährstoffe in gelöster Form in z. T. hohen Konzentrationen vor. Während der Durchmischungsphasen vermischt sich der oberste Bereich des Monimolimnions mit dem zirkulierenden Wasserkörper. Hierdurch wird der See intern gedüngt.

Der Chemismus des Wassers vom Gemündener Maar unterlag in den letzten Jahren deutlichen Schwankungen. Dieses dürfte von klimatischen Faktoren und dementsprechend einer mehr oder minder starken touristischen Nutzung und Belastung des Sees abhängen. In der folgenden Tabelle sind einige Werte zusammengestellt, die das epilimnische Wasser zu zwei Jahreszeiten kennzeichnen.

Durch das Vorhandensein eines Monimolimnions waren die Unterschiede bei einigen physikalischen und chemischen Parametern in vertikaler Richtung beträchtlich, wie die Werte vom 23. 11. 1982 zeigen (s. Abb.). Das Monimolimnion begann in ca. 30 m Tiefe. Die Abb. kennzeichnet den Zustand des Sees kurz vor der Seenrestaurierung, mit der im Januar 1983 begonnen wurde.

Das Gemündener Maar ist in einem mesotrophen Zustand, die Sichttiefe schwankte bei fast täglichen Messungen in den Jahren von 1981 bis 1984 zwischen 1,5 und 5,0 m bei einem Mittelwert von 3,7 m. 1984 trat erstmalig wieder ein Klarwasserstadium mit ca. 11 m Sichttiefe auf.

Flora und Fauna

Die submerse Makrophytenflora findet aufgrund der steilen Ufer nur eine geringe Entfaltungsmöglichkeit. Zusätzlich ist sie durch Badende und Freizeitsportler stark dezimiert. Das Plankton des Gemündener Maars ist noch weitgehend unbekannt. Das Gemündener Maar nimmt mit 37 im Jahre 1982 nachgewiesenen makrozoobenthischen Arten eine Mittelstellung zwischen dem oligotrophen und dem eutrophen See ein, was die Artenzahl betrifft. Die Larven der Zuckmücke *Lauterbornia cora-*

Analysenergebnis einiger kennzeichnender Parameter in Epilimnion vom Gemündener Maar, ausgewählter Zeitraum: 1982–1984 bei z. T. monatlicher Untersuchung

	pH	HCO ₃ ⁻ mmol/l	NO ₃ ⁻ -N µg/l	NH ₄ ⁺ -N µg/l	Ges.-P µg/l	Chlorophyll a µg/l
Frühjahrs-Zirkulation	7,0–7,3	0,5–0,7	100–200	0–100	10–17	2–4
Sommer-Stagnation	8,0–9,7	0,4–0,6	20–100	0–30	15–23	8–16

cina, die einen hohen Sauerstoffgehalt im Wasser beanspruchen, besiedeln natürlich nicht mehr den tiefsten Bereich des Sees; wie dies zu THIENEMANN's Zeiten gegeben war. Daneben kamen 1982 aber auch Larven aus der *Chironomus anthracinus*-Gruppe vor, die in bezug auf Sauerstoff nicht anspruchsvoll sind.

Sediment

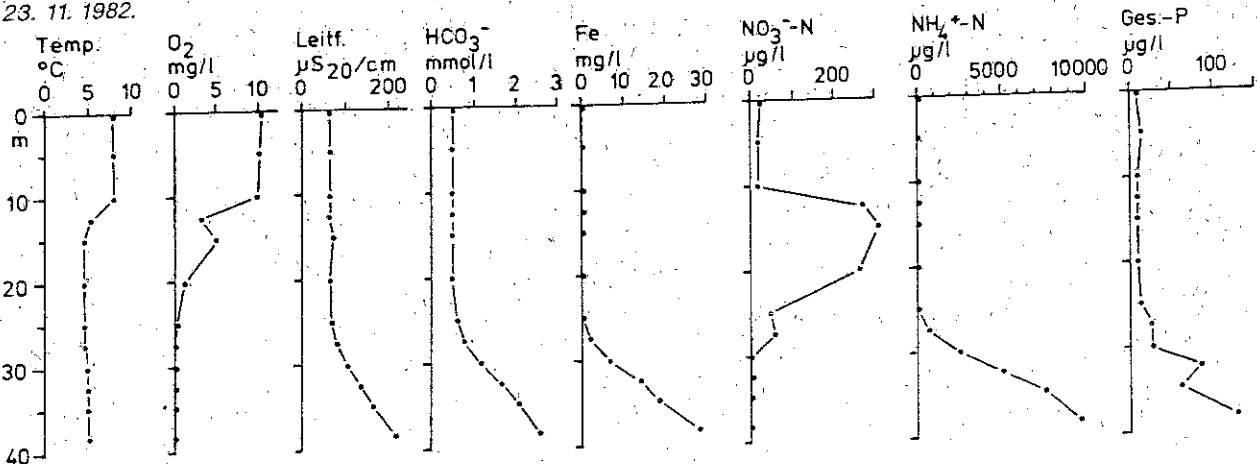
Zur Planung der Restaurierung des Gemündener Maarres gehörte auch eine Sedimentuntersuchung. Es galt, die Tragfähigkeit des Sediments im Hinblick auf vorgesehene Installationen zu prüfen. Die oberen 5 cm bestehen aus weichem, schwarzem Faulschlamm, darunter folgt ein fester werdendes, tonartiges Sediment. – Die Eutrophierung des Sees spiegelt sich in einem in den jüngeren Sedimenten ansteigenden Chlorophyll-Gehalt wider.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Das Gemündener Maar liegt von den drei Dauner Maarren der Stadt Daun am nächsten und weist ein Freibad auf. Deshalb konzentrieren sich hier die erholungssuchenden Menschen dieses Raumes.

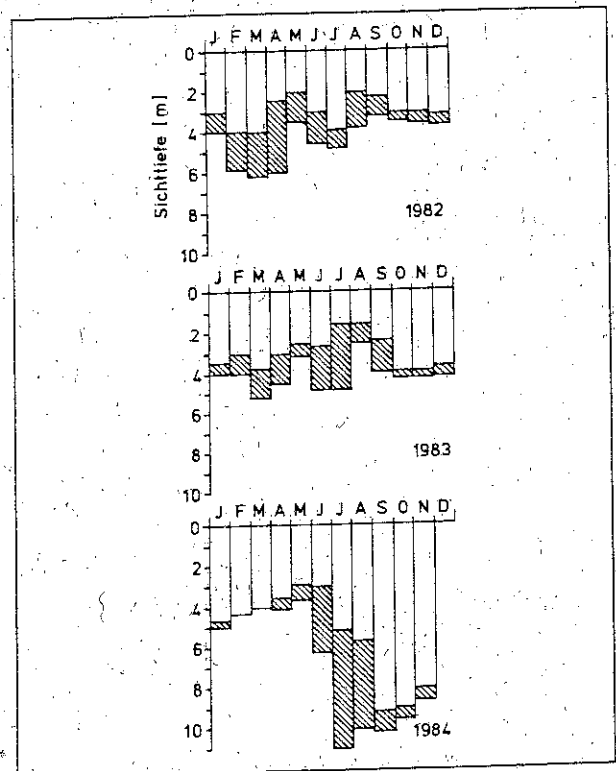
Um einer weiteren Eutrophierung vorzubeugen, wurde das Anfüttern der Fische verboten und am 5. 11. 1982 auf Vorschlag des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz eine Tiefenwasserableitung für das Monimolimnion installiert. Seit Januar 1983 werden 2 l/s Wasser abgepumpt und einer Kläranlage zugeführt. 1983 und 1984 mußte mehrfach die Pumpe abgeschaltet werden, um den Wasserspiegel im See nicht zu stark abzusenken. Inzwischen sind rd. 60 000 m³ Wasser abgepumpt. Die Mächtigkeit des Monimolimnions hat nicht abgenommen, es hat sich aber auch nicht in dem warmen Jahr 1983 ausgebreitet. Die Konzentration vieler Parameter hat sich seit Januar 1983 im unteren Bereich des Monimolimnions etwa halbiert. Es bleibt abzuwarten, ob das Abpumpen alleine ausreichen wird, damit der See wieder vollständig durchmischt, oder ob hier eine weitere Maßnahme, etwa eine Belüftung wie am Pulvermaar, erforderlich sein wird.

Abhängigkeit einiger physikalischer und chemischer Parameter von der Tiefe im Gemündener Maar am 23. 11. 1982.



Mit den hohen Konzentrationen von reduzierend wirkenden Stoffen, wie sie 1982 im Monimolimnion vorlagen, wäre eine direkte Vermischung, etwa mit einer Belüftung, nicht zu verantworten gewesen.

Sichttiefe im Gemündener Maar in den Jahren 1982 bis 1984. Der Schwankungsbereich der Sichttiefe innerhalb eines Monats ist schraffiert. Die Sichttiefen wurden freundlicherweise von dem Bädemeister Herrn Theo Jungen fast täglich gemessen. Im Sommer 1984 bildete sich ein Klarwasserstadium aus (vergl. Laacher See).



Holzmaar

Lage: R 25 62, H 55 54
 Topographische Karte: L 5906 Daun
 Entstehung/Seetyp: Das Holzmaar ist durch vulkanische Tätigkeit vor etwa 40 000–70 000 Jahren entstanden. Der kleine See ist dimiktisch.
 Höhe: 425,1 m ü NN, Oberfläche: 58 000 m²
 Volumen: 640 000 m³
 Tiefe max.: 20 m, mittl.: 11,0 m
 Einzugsgebiet: 2,06 km²
 Umgebungsfaktor: 34,5 (s. hydrologische Besonderheiten)
 Erneuerungszeit: nicht bekannt
 Ufer: Länge 1,1 km, Entwicklung 1,3

Hydrologische Besonderheiten

Der Sammetbach als der einzige Zufluß mündet nicht weit von dem Auslauf des Sees. Dadurch ist der Einfluß des Baches auf das Geschehen im See schlecht abschätzbar und die Angabe zum Umgebungsfaktor unsicher, da mit Kurzschlußströmungen zwischen dem Bach und dem Auslauf gerechnet werden muß. Der Umgebungsfaktor wurde unter der Annahme berechnet, als ob solche Kurzschlußströmungen nicht vorliegen würden. – Die Höhe des Wasserstandes im See wird durch ein Wehr weitgehend konstant gehalten.

Einzugsgebiet

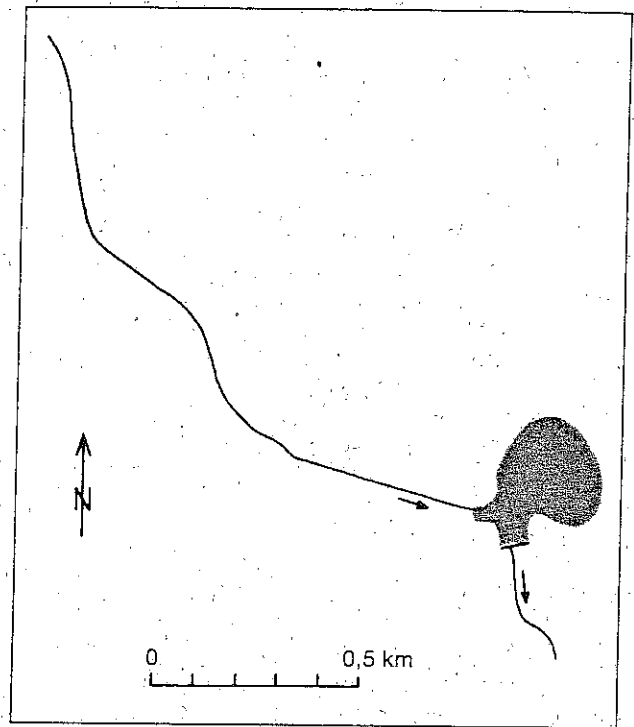
Der eigentliche Maarkrater mit 0,43 km² (incl. Seeoberfläche) ist klein. Der Kraterwall ist bewaldet. Das Gelände des einstigen Campingplatzes am westlichen Ufer ist inzwischen weitgehend aufgeforstet. – Das Einzugsgebiet des Sammetbaches wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt.

Ufer

Die Röhrlichtzone ist am Holzmaar nur als ganz schmaler Bereich ausgebildet. Die Schüttung eines Fahrweges rund um das Maar hat wesentlich zur Verkleinerung dieses Pflanzengürtels beigetragen. Außerdem haben die Freizeitfischer einen Teil der verbleibenden Vegetation durch Vertritt zerstört.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Das Holzmaar war 1914 und 1954 nach seinem Salzgehalt mit einer Leitfähigkeit von rund 230 µS₂₀/cm während der Frühjahrszirkulation zwischen die elektrolytarmen, oligotrophen und die elektrolytreichen, eutrophen Seen einzuordnen. Die Leitfähigkeit hat sich bis heute nicht wesentlich geändert. Das Holzmaar weist zeitweilig für Eifelmaare mit >5 mg/l NO₃-N ungewöhnlich hohe Nitrat-



werte auf (s. Tab.). Diese erklären sich aus der Düngung der Wiesen und Äcker im Einzugsgebiet. – Nicht jedes Jahr ist das Hypolimnion des Holzmaares in dem Zeitraum von 1979 bis 1983 gegen Ende der Sommerstagnation sauerstofffrei gewesen. – Das Holzmaar ist als mesotroph bis eutroph einzustufen. Die Sichttiefe schwankte von 1979 bis 1983 zwischen 1,9 und 4,5 m. Da insgesamt nur 6 Sichttiefenmessungen vorliegen, kann der Schwankungsbereich größer als hier angegeben sein.

Flora und Fauna

Das Phyto- und Zooplankton des Holzmaares sind noch weitgehend unbekannt. In diesem Maar existiert ein mehrere Meter breiter Gürtel von submersen Makrophyten, wobei eine Hahnenfußart (*Ranunculus spec.*) 1984 dominierte. – Im Jahre 1982 wurden insgesamt 53 makrozoobenthische Arten oder höhere Taxa im Holzmaar nachgewiesen. Bemerkenswert ist die überaus große Dichte von Larven der Büschelmücke *Châoborus flavicans*. In einer Greiferprobe aus 20 m Tiefe befanden sich 327 Exemplare, was einer Dichte von rd. 13 000 /m² entspricht.

Sediment

1984 wurde ein fast 30 m langer Sedimentkern aus dem Holzmaar gezogen. Es werden dieselben Untersuchungen wie an dem 1980 gewonnenen Kern vom Meerfelder Maar durchgeführt (siehe Meerfelder Maar).

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Das Holzmaar liegt in einem landschaftlich reizvollen Wandergebiet. Im See wird intensiv die Freizeitfischerei ausgeübt. – Bis 1973 existierte am Holzmaar ein Campingplatz. Er wurde zum Schutz der Landschaft geschlossen. 1979 wurde zusätzlich ein Badeverbot erlassen. Derzeit wird erwogen, den Wasserspiegel zu variieren, um die Reste einer seltenen amphibischen Pflanzengesellschaft zu erhalten. – Die Entwicklung des Sees wird beobachtet.

Analysenergebnis einiger kennzeichnender Parameter in Epilimnion vom Holzmaar. Beobachtungszeitraum: 1979–1983; Ergebnis von 6 Untersuchungen

	pH	HCO ₃ ⁻ mmol/l	NO ₃ -N µg/l	NH ₄ ⁺ -N µg/l	Ges.-P µg/l	Chlorophyll a µg/l
Frühjahrs-Zirkulation	7,4–8,0	0,9–1,1	1 200–5 300	5–10	18–41	11
Sommer-Stagnation	8,8–9,3	0,9–1,5	3 500–6 000	10–30	8–16	4–14

Immerather Maar

Lage: R 25 68, H 55 54

Topographische Karte: L 5906 Daun

Seetyp: Dieses Maar ist durch vulkanische Tätigkeit vor ca. 40000–70000 Jahren entstanden. Um das Jahr 1750 wurde das Maar durch den Maarbach abgelassen und trockengelegt. Zwischen 1914 und 1918 verwilderte der Bach. Es kam zu einem Aufstau und ein Flächsee entstand. Die Höhe des Wasserspiegels hat sich seitdem nicht wesentlich verändert. Der See weist keine stabile Temperaturschichtung auf. Er ist polymiktisch. Schon bei geringen Windstärken wird die oberste Schlammschicht aufgewirbelt und in den Schwebезustand überführt.

Höhe: 364,1 m ü NN, Oberfläche: 40 000 m²

Volumen: 60 000 m³

Tiefe max.: 2,5 m, mittl.: 1,5 m

Einzugsgebiet: 640 000 m²

Umgebungsfaktor: 15,0

Erneuerungszeit: ca. 0,3 Jahre

Ufer: Länge 0,8 km, Entwicklung 1,2

Hydrologische Besonderheiten

Auf die besondere Entwicklung des Sees ist oben unter „Seetyp“ bereits hingewiesen. Es sei noch erwähnt, daß der Maarsee keinen oberirdischen Zufluß hat.

Einzugsgebiet

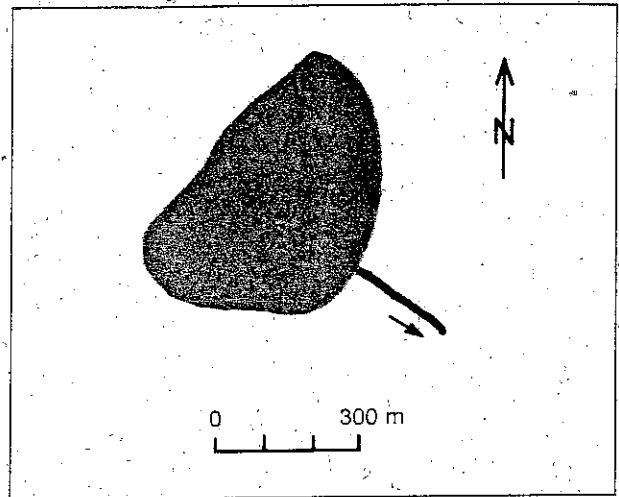
Der Maarkrater stellt den größten Teil des Einzugsgebietes, in dem sich Wälder, Wiesen und Äcker befinden. Die Wälder nehmen etwa 2/3 der Fläche ein. Für die Nährstoffsituation im See ist es nachteilig, daß die intensiv bewirtschafteten Äcker am Hang liegen und nur durch einen schmalen Wiesengürtel vom See getrennt sind.

Ufer

Im Süden und Westen reicht der Wald bis unmittelbar an den See. Das übrige Ufer ist als Wiese angelegt, auf der einzelne Gebüsche stehen. Die Röhrichtzone ist sehr schmal bzw. fehlt in weiten Bereichen.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Die Landfläche des Einzugsgebietes ist groß im Vergleich zur Seeoberfläche. Zudem sind das Seevolumen und die Verweildauer des Wassers im See sehr klein. Insofern hängt der hydrochemische Grundcharakter in einem besonderen Maße vom Einzugsgebiet ab. Der See ist heute in einem polytrophem Zustand (s. Tab.). Im Vergleich zu den anderen Maaren wies das Immerather Maar am



11. 5. 1979 die höchste Leitfähigkeit mit 258 $\mu\text{S}_{20}/\text{cm}$ und den höchsten Gehalt an Gesamtphosphor mit 220 $\mu\text{g}/\text{l}$, an Chlorid mit 66 mg/l , an Sulfat mit 40,6 mg/l und an Natrium mit 123 mg/l auf. Die Sichttiefe schwankte in den Jahren von 1979 bis 1983 zwischen 0,25 und 0,6 m mit einem Mittelwert von 0,4 bei fünf Messungen.

Flora und Fauna

Auf einem Luftbild des Immerather Maares von 1969 sind noch sehr gut große Bestände von submersen Makrophyten zu erkennen. Diese sind mittlerweile vollständig verschwunden. Wasserblüten von Blaualgen haben sie verdrängt. Am 1. 7. 1983 z. B. war der See durch Blaualgen der Gattung *Microcystis* vegetations-trüb. – Die 1979 vorgefundenen planktischen Kleinkrebse und Rädertiere sind typisch für Flachgewässer. Unter den Muschelkrebse wurde 1979 nur noch eine Art lebend angetroffen. Allerdings wurden die leeren Schalen von etlichen weiteren Arten gefunden. Diese Muschelkrebse dürften im Maar gelebt haben, als es noch submersé Makrophyten im See gab. Im Immerather Maar wurden 1982 41 makrozoobenthische Arten, darunter auch die Büschelmücke *Chaoborus flavicans*, nachgewiesen. Das Auftreten von *Chaoborus* im Immerather Maar ist insofern erstaunlich, weil die Art sonst nur in den Maaren vorkommt, die ein zumindest teilweise sauerstoffreiches Hypolimnion aufweisen. Es ist zu vermuten, daß sich die Larven von *Chaoborus* tagsüber im weichen Sediment des Immerather Maares vergraben, um sich so dem Fraß durch Fische zu entziehen.

Analysenergebnis einiger kennzeichnender Parameter vom Immerather Maar. Beobachtungszeitraum 1979 bis 1983; Ergebnis von fünf Untersuchungen.

	pH	HCO_3^- mmol/l	NO_3^- -N $\mu\text{g}/\text{l}$	NH_4^+ -N $\mu\text{g}/\text{l}$	Ges.-P $\mu\text{g}/\text{l}$	Chlorophyll a $\mu\text{g}/\text{l}$
Frühjahrs-Zirkulation	9,1–9,4	4,8–5,0	5–15	0–30	150–240	100
Sommer-Stagnation	8,8–9,3	4,8–6,3	10–50	0–70	140–260	40–150

Sediment

Sedimentkerne aus 2,5 m Wassertiefe zeigen in 40 cm Tiefe unter der Sedimentoberfläche innerhalb weniger Zentimeter einen deutlichen Wechsel von Ablagerung, die für oligotrophe Seen charakteristisch sind zu solchen von polytrophen. Der Wechsel ist schon an dem Farbunterschied von hellgrau nach tiefschwarz zu erkennen. Weitere Parameter, wie Glühverlust und Chlorophyllgehalt, belegen diese Aussage. Im Sediment konnten keine Anzeichen für die immerhin rund 160 Jahre lange „Trockenphase“ erkannt werden.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Das Immeräther Maar dient als Erholungsgebiet, vor allem für die umliegenden Gemeinden. Es ist ein Naturschutzgebiet und wird durch Freizeittischer genutzt. Obwohl der polytrope Zustand unerwünscht ist, lassen sich z. Zt. keine Restaurierungsmaßnahmen durchführen, die längerfristig von Erfolg sind, weil der Nährstoffeintrag, besonders von den Äckern, sehr groß ist. – Es sind limnologische Untersuchungen vorgesehen, um die Entwicklung des Sees zu beobachten.

Laacher See

Lage: R 25 90, H 55 87

Topographische Karte: L 5508 Neuenahr-Ahrweiler

Seetyp: Der Laacher See ist durch vulkanische Tätigkeit vor rd. 11 000 Jahren entstanden. Bei dem Ausbruch des Maares sind riesige Mengen von Bims ausgeworfen worden, die sich von der Schweiz bis nach Skandinavien nachweisen lassen. Nach dem Ausblasen des Bimses ist das Gewölbe der nur zum Teil geleerten Magmakammer eingestürzt, wodurch sich das Becken für den späteren See erheblich vergrößerte. Der Bims stellt in anderen Seeablagerungen eine hervorragende Zeitmarke zur Datierung der Sedimente dar. – Der See ist holomiktisch. Aufgrund seines großen Wasservolumens gefriert der See nur alle paar Jahre zu und ist damit überwiegend monomiktisch.

Höhe: 274,7 m ü NN, Oberfläche: 3,315 km²

Volumen: 106,3 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 53 m, mittl.: 32,1 m

Einzugsgebiet: 12,22 km²

Umgebungsfaktor: 2,7

Erneuerungszeit: ca. 68 Jahre

Ufer: Länge 7,1 km, Entwicklung 1,1

Hydrologische Besonderheiten

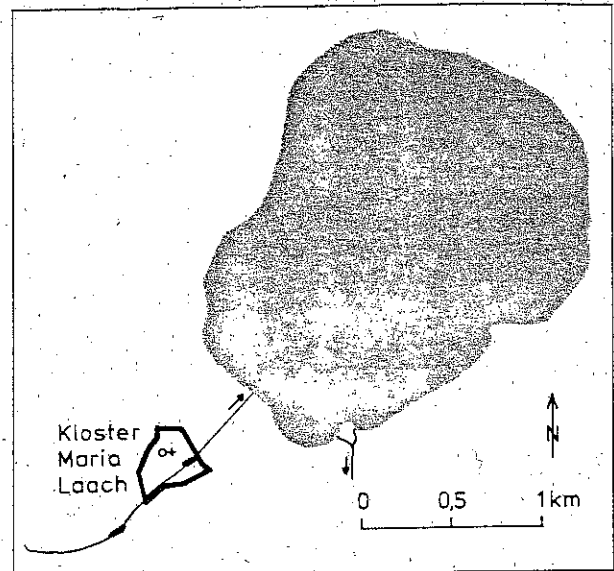
Der Laacher See war bis 1164 ohne einen oberirdischen Abfluß. 1164 ließ der 2. Abt des Klosters Maria Laach den See durch den Bau eines Stollens um ca. 10 m absenken, um die Klosterkirche vor Hochwasser zu schützen. 1844 stürzte der Stollen streckenweise ein. Im selben Jahr wurde ein neuer Stollen gegraben, der den Seewasserspiegel um weitere 5 m absenkte. Durch die Verkleinerung der Seeoberfläche um rd. 31 % ist der Umgebungsfaktor von 1,5 auf 2,7 angestiegen. Die Absenkungen eutrophierten den See, wie sich anhand der Sedimente deutlich nachweisen läßt. Die Eutrophierung nach einer Seespiegelabsenkung erklärt sich durch die verstärkte Abschwemmung und Auswaschung von Nährstoffen aus den trockengefallenen und noch nicht durch eine Vegetation geschützten Seebodenabschnitte. – Der kleine Bellerbach ist der einzige dauerhafte Zufluß.

Einzugsgebiet

Der Laacher See ist von etlichen direkt um den See herum befindlichen, mittlerweile erloschenen Vulkanen umgeben. Etwa 2/3 der Landfläche des Einzugsgebietes sind von Wald bestanden. Der Rest wird landwirtschaftlich genutzt. Außerdem befindet sich am See das Kloster Maria Laach und ein Campingplatz.

Ufer

Durch die im geologischen Sinne erst kurz zurückliegende letzte Absenkung des Seewasserspiegels baut sich der See derzeit noch eine neue Seeterrasse auf.



Dieser Vorgang läßt sich besonders gut am Nordostufer beobachten. Hier stürzen immer wieder unterspülte Bäume ins Wasser. Übrigens ist gerade an diesem Uferstreifen die ehemalige Seeterrasse sehr gut zu erkennen. – Der größte Teil des Sees ist von einem Erlenbruchwald umgeben. Das Ufer selber besteht z. T. aus nacktem Lavagestein. Vor allem in dem südlichen Bereich des Sees befinden sich größere Bestände von Schilf und weiteren emersen und sumersen Makrophyten.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Der Laacher See ist im Vergleich zu den anderen Eifelmaaren durch einen hohen Gehalt an Natrium, Kalium, Magnesium und Kalzium gekennzeichnet. Am 16. 3. 1979 wurden folgende Konzentrationen gemessen:

Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
41,4	24,4	29,2	41,8

Dementsprechend sind auch die Leitfähigkeit mit rd. 510 µ S₂₀/cm erhöht und das Wasser ist gut gepuffert. – Infolge einer intensiven Durchmischung erreicht am Ende eines jeden Winters das Wasser in allen Tiefen fast die Sauerstoffsättigung. Nach der Abwasserfernhaltung im Jahre 1976 haben sich die N- und P-Konzentrationen im Seewasser deutlich verringert. Zur Zeit der Sommerstation traten in den letzten Jahren stets nur in den untersten 2 bis 3 m reduzierende Verhältnisse auf. In den letzten Jahren war Stickstoff der Minimumfaktor. Die derzeitige Nährstoffbelastung ist nicht bekannt. Der Laacher See ist in einem meso- bis eutrophen Zustand (s. Tab.). Die Sichttiefen schwankten zwischen 2,2 und 9,2 m mit einem Mittelwert von 4,8 für den Zeitraum von 1981 – 1984. Derzeit scheint sich eine Verschlechterung der Sichttiefenentwicklung anzudeuten.

Analysenergebnisse einiger kennzeichnender Parameter im Epilimnion des Laacher Sees.
Ausgewählter Zeitraum 1982–1984.

	pH	HCO ₃ ⁻ mmol/l	NO ₃ ⁻ -N µg/l	NH ₄ ⁺ -N µg/l	Ges.-P µg/l	Chlorophyll a µg/l
Frühjahrs-Zirkulation	7,7–7,8	6,5–7,1	25–30	0–10	34–51	15–22
Sommer-Stagnation	8,3–8,4	6,4–6,6	5–20	0–30	16–27	4–16

Flora und Fauna

Über das Phyto- und Zooplankton des Laacher Sees gibt es nur vereinzelte Angaben in der Literatur. Phyto- und Zooplankton sowie der Mageninhalt von Fischen sollen in Kürze untersucht werden. – Die Massenentwicklung von Fadenalgen, die zum Rückgang verschiedener emerger Makrophyten geführt hatte, ist seit der Abwasserfernhaltung im Jahre 1976 nicht mehr aufgetreten. – Die benthische Flora ist außerordentlich artenreich und enthält z. T. seltene Pflanzen. Die für oligotrophe Seen charakteristische tierische Besiedlung ist an bestimmten Stellen im See noch vorhanden. Weitere Bereiche im See sind jedoch verarmt. Insgesamt wurden 75 Arten bzw. höhere Taxa nachgewiesen. Das ist die höchste Artenvielfalt von allen Eifelmaarseen. Der Laacher See weist auch das artenreichste Mollusken- und Ostracodenvorkommen aller Eifelmaare auf. – Unter den Fischen sind die Felchen im Laacher See nicht nur wegen ihres schmackhaften Fleisches erwähnenswert. Sie boten Anlaß zur Überlegung zur Artenentwicklung. Felchen sind seit 1864 mehrfach aus verschiedenen Gewässern Europas in den Laacher See eingesetzt worden. Seit 1939 erfolgt eine intensive Felchenhege und -befischung. Es wurde eine Erbrütungsanlage gebaut. Den Erträgen nach ist der Laacher See ein außerordentlich guter Felchensee.

Sediment

Die rezenten Seesedimente lassen einen horizontalen Zonenaufbau mit einem klastischen Ufergürtel, einen Kalkgürtel und ein zentrales Gytija- bzw. Diatomeen-

gyttja-Gebiet erkennen. Bildung und Auflösung epilimnisch gefällter Calcite stellen die wichtigsten Prozesse im Kalkgürtel dar, der sich auf eine Tiefe von 20 bis 30 m beschränkt. – Die Wasserspiegelschwankung und die Eutrophierung des Sees konnten für die Nacheiszeit rekonstruiert werden. Der stärkste Eutrophierungsschub trat als Folge der künstlichen Seespiegelabsenkung im Jahre 1164 ein.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Der Laacher See ist der größte natürliche See im deutschen Mittelgebirge. Seine besondere Entstehungsart und seine pflanzliche und tierische Besiedlung machen ihn zu einem einmaligen Naturdenkmal. Der Laacher See ist ein bedeutender Rastplatz für Zugvögel im Winter.

Der See ist Eigentum des Benediktinerklosters Maria Laach. Rund 2 Millionen Besucher kommen jährlich zum Kloster und zum See, um sich zu bilden und zu erholen. Die Abwassereinleitungen vom Kloster und vom Campingplatz haben den See bis 1976 belastet. Seitdem werden die Abwässer durch Ringleitungen vom See ferngehalten. – Die limnologische Überwachung des Sees wird fortgesetzt.

Literatur

BAHRIG, B. (1984): Sedimentation und Diagenese im Laacher Seebecken. Diss. Abt. Geowissenschaften, Univ. Bochum. – 236 S.

Meerfelder Maar

Lage: R 25 54, H 55 51

Topographische Karte: L 5906 Daun

Seetyp: Das Meerfelder Maar ist vor rd. 29000 Jahren durch vulkanische Tätigkeit entstanden. Die Bildung dieses Maares ist in Abb. 1 (im Vorspann zu Rheinland-Pfalz) schematisch dargestellt. – Der See ist dimiktisch und holomiktisch.

Höhe: 336,5 m ü NN

Oberfläche: 248000 m²

Volumen: 2,27 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 18 m, mittl.: 9,2 m

Einzugsgebiet: 5,76 km² (seit 1950: 1,52 km²)

Umgebungsfaktor: 22,2 (seit 1950: 5,1)

Erneuerungszeit: ca. 1,1 Jahre (seit 1950: ca.

4,5 Jahre)

Ufer: Länge 2,0 km, Entwicklung 1,1

Hydrologische Besonderheiten

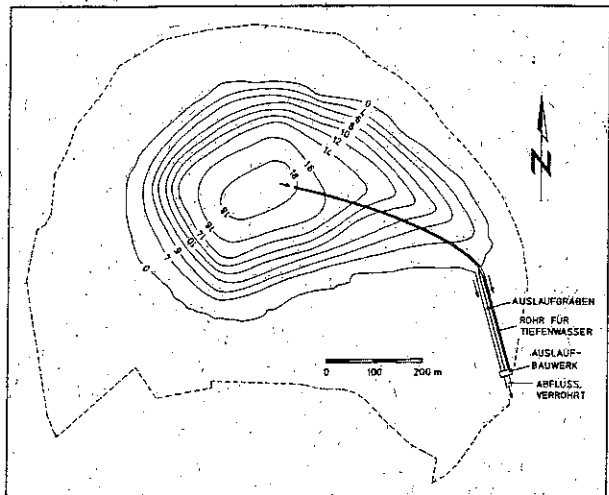
Bis um das Jahr 1950 floß der Meerbach als der einzige Zufluß in den Maarsee. Um 1950 wurde er umgeleitet und mündet nun in den Auslauf des Sees ein. Hierdurch hat sich das Einzugsgebiet von 5,76 auf 1,52 km² verkleinert.

Zwischen 1877 und 1880 wurde der Maarwasserspiegel zur Gewinnung von Wiesen um ca. 2 m künstlich abgesenkt. Die Gemeinde Meerfeld hat Kaiser Wilhelm I. dafür ein Denkmal gesetzt. 1981, also fast genau 100 Jahre später, wurde diese Maßnahme, wiederum mit finanzieller Unterstützung des Staates, im Rahmen der Maarrestaurierung teilweise rückgängig gemacht.

Ufer

Im Süden, auf dem ehemaligen großen Delta, das der Meerbach im See gebildet hat (siehe Luftbild), befindet sich zwischen dem Land und dem See eine breite Schilfzone. Sie soll durch den Aufstau im Rahmen der Maar-

Luftbild des Meerfelder Maares. Aufnahme am 22. 04. 1975. Die Ortschaft Meerfeld liegt im Süden des Maares. Größte Länge des Maares: 760 m. Das Maar hatte bis etwa zum Jahr 1950 einen oberirdischen Zufluß durch die beiden Bäche, die vor der Ortschaft Meerfeld zusammenfließen. Dieser Zufluß hat das große Delta gebildet, das sich nördlich der Ortschaft befindet. Zum Teil kann man auf dem Luftbild die Form des Deltas an dem Verlauf der Wege und Entwässerungsgräben erkennen. Um 1950 wurde der den See natürlicherweise speisende Bach in der Ortschaft Meerfeld umgeleitet und fließt seitdem ostwärts neben der Straße in das nach Osten hin entwässernde Tal. In dieses Tal mündet der künstliche Auslaufgraben des Maares, der im Jahr 1880 zur Wasserspiegelsenkung im Maar angelegt wurde. Das Luftbild ist „freigegeben durch das Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz unter Nr. 4/75; vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Rheinland-Pfalz vom 7. März 1985 – Az.: 2.3465/85“.



Tiefenkarte des Meerfelder Maares mit Lage des Rohres für die Tiefenwasserableitung und Grenze (---) der Pufferzone zwischen den landschaftlich genutzten Flächen und dem See.



sanierung noch gefördert werden. An den übrigen Ufern ist die Röhrichtzone sehr schmal. Nur im Norden des Sees stehen vereinzelt Bäume direkt am Wasser.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Das Meerfelder Maar wird jeden Herbst und jedes Frühjahr aufgrund seiner Größe und vergleichsweise geringen Tiefe gut durchmischt. – Das Wasser des Maar-sees ist bei einer Leitfähigkeit von rd. 290 $\mu\text{S}_{20}/\text{cm}$ mit 2,6 mmol/l Hydrogencarbonat wesentlich besser gepuffert als das der oligotrophen Maare. Trotzdem sind pH-Werte über 9,0 nicht selten. Sie sind durch Massenentwicklung von Blaualgen bedingt. Stickstoff ist neben dem Licht fast das ganze Jahr über Minimumfaktor. Vor der Seenrestaurierung war bereits im Frühsommer das Hypo- und Metalimnion sauerstofffrei, obwohl während des Frühjahres in allen Tiefen nahezu Sauerstoffsättigung, z. T. auch Übersättigung, vorlag.

Der See wurde als polytroph eingestuft (s. Tab.). Er drohte vollständig sauerstofffrei zu werden. In all den letz-

ten Jahren ging die Sichttiefe im Juni als Folge der Massenentwicklung von Blaualgen auf Werte um oder unter 20 cm zurück.

Die Nährstoffbelastung rührte in der frühen Nacheiszeit von dem im Vergleich zur Seeoberfläche großen Einzugsgebiet her. Beim Meerfelder Maar liegt mit 22,2 der größte natürliche Umgebungsfaktor aller jetzigen Maar-seen vor. Später kamen anthropogene Belastungen hinzu: Abwässer, Auswaschung und Abschwemmung des Bodens während und nach der Rodung des Gebietes; Düngung der landwirtschaftlich genutzten Flächen, freizeitsportliche Nutzung des Sees mit Anfüttern und hohem Besatz, Abschwemmung der trockengefallenen Flächen nach dem Absenken des Maarwasserspiegels im Jahre 1880 und Auswaschung der rd. 100 Jahre später wieder überstauten Flächen. – Die interne Düngung, also die Nährstofffreisetzung aus dem Sediment unter sauerstofffreien Bedingungen, spielt heute beim Meerfelder Maar eine besondere Rolle.

Analysenergebnis einiger kennzeichnender Parameter im Epilimnion des Meerfelder Maares. Ausgewählter Zeitraum 1982–1984 mit z. T. 14tägigen Untersuchungen.

	pH	HCO_3^- mmol/l	NO_3^- -N $\mu\text{g/l}$	NH_4^+ -N $\mu\text{g/l}$	Ges.-P $\mu\text{g/l}$	Chlorophyll a $\mu\text{g/l}$
Frühjahrs-Zirkulation	8,2–8,7	2,6	230–260	10–20	80–85	20–60
Sommer-Stagnation	9,3–9,7	2,6–2,7	0–10	0–10	30–40	20–120

Flora und Fauna

In den letzten Jahren dominierte die Blaualge *Oscillatoria agardhii*. Sie bildete ganzjährige Wasserblüten. Stets gegen Ende Juni starb ein großer Teil der Population ab, schwebte auf und bildete, vom Winde zusammengeschoben, am Ufer einen meterbreiten, dicken Schaumstreifen. Wenn dieser nicht vom Winde in den Auslauf des Sees befördert wurde, ging der Schaum noch im See in Verwesung über. Ein Bericht des Fischereiaufsehers Dr. Bürger aus dem Jahre 1932 belegt, daß sich auch damals schon Wasserblüten bildeten und zu dem oben beschriebenen Erscheinungsbild führten. Um weiche Planktonorganismen es sich damals handelte, ist nicht bekannt. – 1984 traten seit vielen Jahren erstmalig im Spätsommer die Feualge *Ceratium hirundinella* und einige Wochen später die Kieselalge *Diatoma elongatum* jeweils massenhaft auf. Diese Veränderung kann als erstes Anzeichen für den Erfolg der Seesanierung und -restaurierung gewertet werden.

Im Jahre 1982 wurden im Meerfelder Maar 31 mit dem bloßen Auge sichtbare tierische Arten oder höhere Taxa festgestellt. Es ist auffällig, daß im Meerfelder Maar von allen Eifelmaaren die geringste Anzahl von zoobenthischen Arten gefunden wurde. Allgemein war zu beobachten, daß die Artenzahl in den oligotrophen und den polytropheren Seen geringer ist als in den eutrophen. Diese Feststellung gilt auch für die Anzahl der mikroskopisch kleinen Muschelkrebsarten, unter denen im Meerfelder

Maar eine Art entdeckt wurde, die bisher nur in diesem See gefunden wurde. Der Anstieg der Artenzahl zum eutrophen See hin dürfte mit dem nur im eutrophen See massenhaft vorkommenden höheren Wasserpflanzen zusammenhängen, die zusätzliche Lebensmöglichkeiten für viele Tiere bieten. – Bei einer Probefischung im Jahre 1984 wurden vor allem Schleie, Barsche, Aale und Brachsen angetroffen.

Sediment

Das Meerfelder Maar ist das erste Maar der Eifel, in dem im See eine Bohrung von 20 m Länge niedergebracht wurde. Das Probenmaterial wurde auf die folgenden Faktoren hin untersucht: Tonminerale, Schwermetalle, Paläomagnetismus, Alter der Sedimente und verschiedene Mikrofossilien. Die Ergebnisse sind im Band 65 des „Courier Forschungsinstitut Senckenberg“ zusammengefaßt. 1984 wurde ein weiterer Kern von fast 30 m Länge gezogen, um noch offene Fragen zu klären. Aus den vielen Ergebnissen soll nur eines angeführt werden. Der See hatte bereits kurz nach der Eiszeit einen eutrophen, jedoch noch nicht polytropheren Zustand erreicht, zu einer Zeit also, als der Mensch noch nicht entscheidend in das Landschaftsgefüge eingegriffen hatte.

Nützung, Bedeutung und Maßnahmen

Das Meerfelder Maar wurde früher fast nur als Erholungsgebiet für die Menschen der umliegenden Gemeinden genutzt. In der letzten Zeit nimmt der Tourismus auch

aus anderen Teilen Deutschlands und Europas ständig zu. Das führt zu Zielkonflikten insbesondere mit dem Naturschutz.

Früher gelangten über den Meerbach auch aus den Ortschaften Bettenfeld und Meerfeld Abwässer in den See. Mit der Umleitung des Meerbaches ist diese Eutrophierungsquelle des Sees weitgehend beseitigt. Inzwischen hat die Ortschaft Bettenfeld eine Kanalisation erhalten. Die gereinigten Abwässer werden einem anderen Bachsystem zugeführt. An der Kanalisation der Ortschaft Meerfeld wird gearbeitet. Trotz dieser Maßnahmen besserte sich die Wasserbeschaffenheit nicht. Deshalb wurden weitere Maßnahmen im Einzugsgebiet und im See selber durchgeführt. Das Umland rund um das Maar wurde von der Gemeinde Meerfeld angekauft (siehe Tiefenkarte des Meerfelder Maares). Es soll als Pufferzone zwischen den landwirtschaftlich genutzten Flächen und dem See dienen. In der Pufferzone besteht Düngeverbot. Im See wurde auf Vorschlag des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz eine Tiefenwasserableitung im November 1981 installiert. Die Erfolge der Tiefenwasserableitung zeigten sich bereits 1982. Nur noch ein kleiner Teil des Hypolimnions war sauerstofffrei. Die Konzentrationen von Stickstoff und Phosphor haben sich im unteren

Teil des Hypolimnions gegenüber früher deutlich verringert. Die Tendenz zur Oligotrophierung hat sich in den beiden folgenden Jahren fortgesetzt. Der Landkauf hat 450 000,- DM gekostet, die Tiefenwasserableitung 260 000,- DM. Beide Maßnahmen wurden vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten entscheidend gefördert. – Die weitere Entwicklung des Maares wird limnologisch beobachtet.

Literatur

IRION, G., NEGENDANK, J.F.W. (1984): Das Meerfelder Maar. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte eines Eifelmaares. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg **65**, 1–101. Frankfurt am Main.

SCHARF, B.W. (1983): Bemerkenswerte Muschelkrebse (Crustacea, Ostracoda) aus den Eifelmaaren. – Mitt. Pollichia **69**, 262–272. Bad-Dürkheim/Pfalz.

SCHARF, B.W. (1984): Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. Beispiel: Meerfelder Maar. Teil 2 – Sanierung und Restaurierung des Maares. – Natur und Landschaft **59**, 21–27. Stuttgart.

SCHMIDT-LÜTTMANN, M. (1984): Errichtung und Sicherung schutzwürdiger Teile von Natur und Landschaft mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. Beispiel: Meerfelder Maar. Teil 1 – Gebietsbeschreibung, Problematik und Sicherung. – Natur und Landschaft **59**, 18–20. Stuttgart.

Pulvermaar

Lage: R 25 66, H 55 57

Topographische Karte: L 59 06 Daun

Seetyp: Das Pulvermaar ist vor 15–20000 Jahren durch vulkanische Tätigkeit entstanden. In seiner fast kreisrunden Form ist es ein Musterbeispiel für ein Maar und einen tiefen Maarsee. Dieser dimiktische See wurde 1982 meromiktisch. 1984 wurde mit Hilfe einer Belüftung eine Zwangszirkulation durchgeführt.

Höhe: 411,2 m ü NN

Oberfläche: 335 000 m²

Volumen: 12,76 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 70 m, mittl.: 38,1 m

Einzugsgebiet: 0,81 km²

Umgebungsfaktor: 1,4

Erneuerungszeit: ca. 69 Jahre

Ufer: Länge: 2,1 km, Entwicklung: 1,0

Hydrologische Besonderheiten

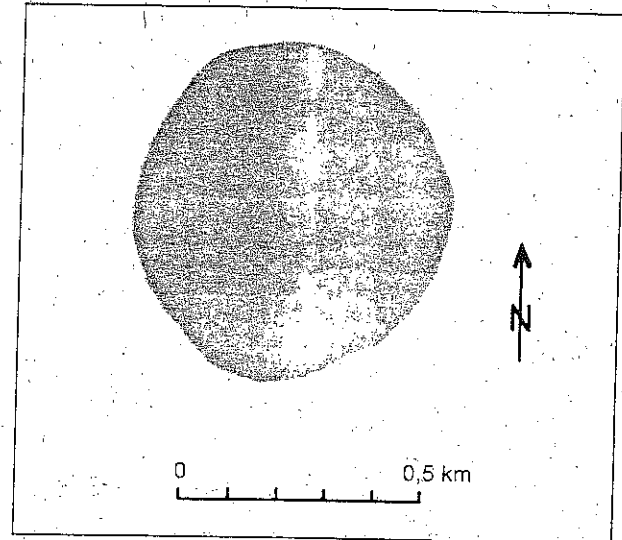
Das Pulvermaar hat weder einen dauerhaften oberirdischen Zufluß noch einen oberirdischen Abfluß. Der Niederschlag überwiegt die Verdunstung des Einzugsgebietes. Deshalb muß der See einen unterseeischen Abfluß haben. Er ist klein im Vergleich zum Seevolumen. Daraus ergibt sich die sehr lange theoretische Wassererneuerungszeit von rund 70 Jahren.

1942 wurde die Wirkung von Unterwasserminen im Pulvermaar getestet. Wahrscheinlich hat sich dadurch die Wasserwegsamkeit durch die Kraterwand geändert, denn nach den Sprengungen ist der Wasserspiegel um etwa 5 m abgesunken. Der alte Wasserstand läßt sich an der Lage der Wege und an der Vegetation erkennen.

Am Ufer des Sees befinden sich Brunnen eines Wasserwerkes. In den letzten Jahren wurde zeitweilig mehr uferfiltriertes Wasser (> 200 000 m³/a) entnommen, als durch den Niederschlag ergänzt wurde. Dadurch kam es zu einer Wasserspiegelabsenkung. Seit 1980 förderte das Wasserwerk deutlich weniger Wasser, so daß der Wasserstand um knapp 2 m angestiegen ist und die Erlen im Uferbereich im Wasser stehen.

Einzugsgebiet

Die Landfläche des Einzugsgebietes vom Pulvermaar besteht fast nur aus der Innenseite des Kraterwalls. Dementsprechend gering ist auch der Umgebungsfaktor. Im Norden und Nordwesten befinden sich zwei kleine



kurze Tälchen. Das eine wird landwirtschaftlich genutzt. Im anderen wurde ein Campingplatz und eine Schuhfabrik angelegt. Am Ostufer des Sees befindet sich eine Badeanstalt, die 1983 umgebaut und erweitert wurde. Das restliche Einzugsgebiet ist bewaldet.

Ufer

Seit den Seespiegelabsenkungen hat sich noch keine neue Uferbank gebildet. Rund um den See fallen die Ufer steil ab. Aufgrund dieser geomorphologischen Gegebenheiten ist die Röhrlichtzone schmal. Streckenweise fehlt sie sogar, was seine Ursache in der Beschattung dieser Zone durch die im Wasser stehenden Schwarzerien und in der starken touristischen Nutzung des Maares hat.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Das Pulvermaar hat wie das Weinfeld und das Gemündener Maar ein weiches Wasser. – Dem großen Volumen des Sees ist es zu verdanken, daß sich das Pulvermaar trotz einer erheblichen Belastung gute Sauerstoffwerte in allen Tiefen und ein scheinbar oligotrophes Aussehen bewahrt hat. Der See ist heute aufgrund der biologischen Indikation als mesotroph einzustufen, auch wenn die chemischen Parameter noch eher auf einen oligotrophen Zustand hinweisen (s. Tab.). Die Sichttiefe schwankte in dem Zeitraum von 1975 bis 1984 zwischen 3,5 und 11 m mit einem Mittelwert von 5,9 m. Die Sichttiefenmessung erfolgte allermeist mehrfach wöchentlich.

Analyseergebnisse einiger kennzeichnender Parameter im Epilimnion des Pulvermaares. Ausgewählter Zeitraum 1982–1983 bei z. T. monatlicher Untersuchung.

	pH	HCO ₃ ⁻ mmol/l	NO ₃ ⁻ -N µg/l	NH ₄ ⁺ -N µg/l	Ges.-P. µg/l	Chlorophyll a µg/l
Frühjahrs-Zirkulation	7,3–7,7	0,7	70	0–10	4–6	< 1–5
Sommer-Stagnation	8,3–9,3	0,8–0,9	0–20	5–10	10–14	< 1–5

Aufgrund der großen Tiefe und der im Vergleich kleinen Oberfläche vermag der Wind nach einer Berechnung während der Homothermie nur die oberen 24 m zu durchmischen. Deshalb neigt das Pulvermaar zur Meromixie.

1982 wurde der See meromiktisch. Bereits im Spätsommer 1982 umfaßte das schon rd. 10 m mächtige Monimolimnion ein Volumen von etwa 1 Mill. m³. Im Winter 1982/83 wurde dieser Wasserkörper zwar verkleinert, aber nicht beseitigt. – Beim Pulvermaar handelt es sich wie beim Gemündener und vielleicht auch beim Ulmener Maar um eine biogene Meromixie. Diese erklärt sich aus dem nachstehenden Zusammenhang: Durch einen erhöhten Nährstoffeintrag ergibt sich eine gesteigerte Bioproduktion, ein vermehrtes Absinken toter organischer Substanz in die Tiefe des Sees, eine verstärkte Zersetzung der Pflanzen- und Tierreste an der Sedimentoberfläche, eine erhöhte Freisetzung von Salzen über dem Grund und daraus folgt eine Erhöhung der Dichte des Wassers in der größten Tiefe. Die größere Dichte über dem Grund setzt dem aufgrund der Beckengestalt ohnehin erschwerten Wasseraustausch einen Widerstand entgegen und verhindert ihn schließlich. Das entstandene Monimolimnion reichert sich im Laufe der Zeit mit weiteren Salzen an und stabilisiert sich. Der Sauerstoff wird aufgezehrt und nicht mehr ergänzt. Es bildet sich Schwefelwasserstoff im Monimolimnion.

Flora und Fauna

Die submersen Makrophyten haben in den letzten 10 Jahren quantitativ zugenommen. Während 1975 noch große Bereiche des Ufers nur aus sandig-kiesigem, devonischem Trümmergestein ohne einen Pflanzenbewuchs und ohne eine Schlamm Auflage bestanden, sind jetzt längs des ganzen Ufers Unterwasserpflanzen anzutreffen. Zwischen den Pflanzen befindet sich auf dem Boden eine Schicht von feinem organischen Detritus. – Im Flachwasserbereich ist das Täusendblatt *Myriophyllum alterniflorum*, eine seltene Weichwasserart, am häufigsten anzutreffen. Sie wird von anderen, für eutrophe Gewässer charakteristischen Pflanzen in ihrem Bestand bedrängt. Die Armeleuchteralge *Nitella flexilis* kommt bis in 26 m Tiefe vor. – Über das Phytoplankton ist wenig bekannt. Die Besiedlung mit Zieralgen, den Desmidiaceen, ist artenreich, aber individuenarm. Die wenigen vorhandenen Daten deuten auf eine Eutrophierung hin. – Das Crustaceen- und Rotatorienplankton ist artenarm, jedoch nicht für einen oligotrophen See charakteristisch. – Bei der

Untersuchung des Makrozoobenthons im Jahre 1982 konnten insgesamt 56 Arten oder höhere Taxa nachgewiesen werden. Im Monimolimnion gab es kein Makrozoobenthon. An den Seehängen oberhalb des Monimolimnions ließen sich noch Zuckmückenlarven nachweisen, die nur bei einem hohen Sauerstoffgehalt des Wassers vorkommen. Das Pulvermaar ist mit 5 Arten arm an Mollusken. – Die Fischfauna ist 1942 während der Unterwassersprengung sicherlich vollständig vernichtet worden. Es erfolgte ein ständiger Neubesatz, bedauerlicherweise auch mit Fischen, die dem Lebensraum nicht angepaßt sind.

Sediment

1983 und 1984 wurden mehrere, etwa 0,5 m lange Sedimentkerne aus dem Bereich der größten Tiefe gezogen. Die Untersuchung auf ihren Gehalt an Chlorophyll a und dessen Abbauprodukten, den Phaeopigmenten, zeigt mehrere Wechsel zwischen einem erhöhten und wieder erniedrigten Gehalt. Ein drastischer Anstieg erfolgt jedoch erst in den oberen Zentimetern.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Das Pulvermaar wird trotz seiner Unterschutzstellung als Naturschutzgebiet intensiv touristisch genutzt. Feriendörfer, ein Campingplatz und eine erweiterte Badeanstalt deuten sofort auf diese Nutzung hin (siehe Farbbild).

Das Pulvermaar ist noch ein Lebensraum seltener Pflanzen und Tiere. Zur Wiederherstellung des oligotrophen Zustands wurde auf Vorschlag des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz 1984 eine Belüftung zur Beseitigung des Monimolimnions und zur Unterstützung der natürlichen Zirkulation installiert. Sie wurde am 30. Oktober 1984 in Betrieb genommen. Bereits 10 Tage später war das Monimolimnion nicht mehr nachzuweisen. Am 26. November wurden in allen Tiefen gute Sauerstoffverhältnisse angetroffen. Damit sind die Voraussetzungen geschaffen, daß das Sediment wieder als Nährstoffalle fungieren kann. Die Auswirkungen der Belüftung werden auch weiterhin beobachtet werden.

Literatur:

- SCHARF, Burkhard W. (1980): Zur Morphometrie und Hydrodynamik der Eifelmaare. – Mitt. Pollichia 68, 101–110. Bad Dürkheim/Pfalz.
- SCHARF, Wilfried (1982): Limnologische Exkursion: 1. Der oligotrophe See am Beispiel des Pulvermaares. – Mikrokosmos 71, 8–12. Stuttgart.

Schalkenmehrener Maar

Lage: R 25 61, H 55 59

Topographische Karte: L 5906 Daun

Seetyp: Das Schalkenmehrener Maar ist durch vulkanische Tätigkeit vor etwa 20–30000 Jahren entstanden. Es ist ein Doppelmaar und enthält 2 Krater. Der Auswurf des jüngeren Kraters, in dem sich der jetzige Maarsee befindet, hat den älteren weitgehend zugeschüttet. In der Mitte des älteren befindet sich heute ein Moor, das auf der nebenstehenden Skizze angedeutet ist. Das eutrophe Schalkenmehrener Maar ist holomiktisch und dimiktisch.

Höhe: 420,5 m ü NN

Oberfläche: 219000 m²

Volumen: 2,46 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 21 m, mittl.: 11,2 m

Einzugsgebiet: 1,30 km²

Umgebungsfaktor: 4,9

Erneuerungszeit: ca. 5,9 Jahre

Ufer: Länge 1,7 km, Entwicklung 1,0

Hydrologische Besonderheiten

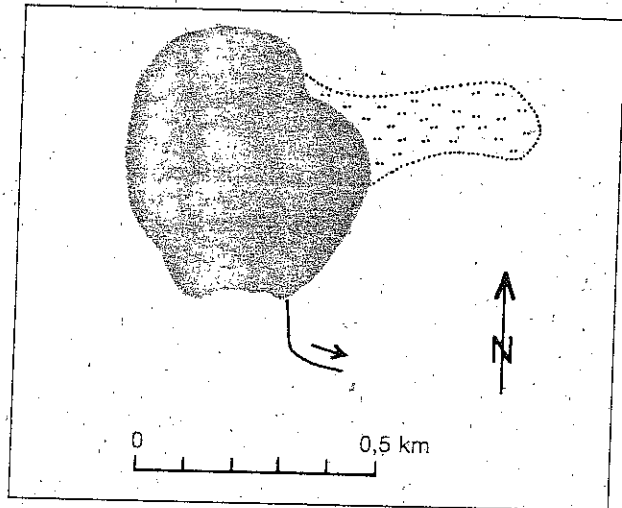
Das Schalkenmehrener Maar hat zwar keinen oberirdischen Zufluß, wohl aber einen Überlauf, der durch die Ortschaft Schalkenmehren fließt.

Einzugsgebiet

Das Schalkenmehrener Maar ist nur etwa 410 m vom Weinfelder Maar entfernt. Nach THIENEMANN ist das Schalkenmehrener Maar das Musterbeispiel eines eutrophen Sees, das Weinfelder das eines oligotrophen Sees. Die Unterschiede zwischen den Gewässern zeigen sich in den physikalischen und chemischen Eigenschaften sowie in der Besiedlung. Sie sind wesentlich durch die Beschaffenheit des Einzugsgebietes und der Morphometrie der Seebecken beeinflusst, die im Folgenden gegenübergestellt sind.

Schalkenmehrener Maar	Weinfelder Maar
großes Einzugsgebiet	kleines Einzugsgebiet
landwirtschaftlich genutzte Hänge	kahle Hänge
flache Seeufer	steile Seeufer
flacher See	tiefer See
kleines Seevolümen	großes Seevolümen
gelb-grünes Wasser	blaues Wasser

Man muß nicht unbedingt auf dem Kraterand zwischen den beiden Maaren stehen, um einige der genannten Unterschiede zu erkennen. Sie sind auch auf dem Farbbild auf der vorderen Umschlagseite der Broschüre zu sehen. Im Vordergrund dieser Fotografie befindet sich das Gemündener Maar, im Mittelgrund das Weinfelder Maar und rechts im Hintergrund das Schalkenmehrener Maar. Die Aufforstung des Kraters vom Weinfelder Maar ist im wesentlichen erst nach dem 2. Weltkrieg erfolgt. Das Einzugsgebiet des Weinfelder Maares beschränkt sich auf die Innenseite des kleinen Kraters. Beim Schal-



kenmehrener Maar kommt auch das Einzugsgebiet des vermoorten Maares hinzu (siehe Seetyp), das sich auf dem Farbbild vom See aus nach links hinten erstreckt. Deutlich sind das Moor mit einzelnen Büschen und konzentrisch herum angeordneten Äckern und Wiesen zu erkennen.

Ufer

Die Ufer des Schalkenmehrener Maares sind größtenteils vom Menschen stark beeinflusst. Die Röhrichtzone fehlt im Süden vollständig. Das Ufer vor der Ortschaft Schalkenmehren und vor dem Campingplatz war 1984 durch Mengen von Unrat derart denaturiert, daß die die Unterwasserpflanzen kartierenden Taucher kaum natürliches Substrat vorfanden. Im Nordwesten und Norden des Sees bestanden noch Reste von der Röhrichtzone. Freizeitfischer haben die Bestände dezimiert. Außerdem befand sich auch hier vor den Angelplätzen reichlich Müll im See.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Das Schalkenmehrener Maar ist ein eutrophes Gewässer (s. Tab.). Es ist elektrolyt- und nährstoffreich und weist eine hohe Produktivität auf. Die Sichttiefe schwankte in den Jahren von 1975 bis 1983 zwischen 1,2 und 3,8 m mit einem Mittelwert von 2,3 m.

Die Tiefe, bis zu der der Wind den See theoretisch zu durchmischen vermag, entspricht beim Schalkenmehrener Maar genau der größten Tiefe. Was daraus theoretisch zu fordern wäre, trifft in natura auch zu: Der See wird in jedem Herbst und Frühjahr sehr gut durchmischt.

Flora und Fauna

Das Phyto- und Zooplankton des Schalkenmehrener Maares ist artenreicher als das des Weinfelder Maares. Die größere Produktivität des Schalkenmehrener Maares gegenüber dem Weinfelder drückt sich z. B. bei dem Hüpfertling *Eudiaptomus graciloides* in einer größeren Körperlänge und einer höheren Eizahl pro Eisack aus. Wohl

wegen der geringen Sichttiefe ist der Bereich unterhalb von 3 Metern Tiefe, mit Ausnahme von der Weißen Seerose (*Nymphaea alba*), nicht mit Makrophyten besiedelt. – Im Jahre 1982 konnten 60 makrozoobenthische Arten oder höhere Taxa nachgewiesen werden. Die von THIENEMANN für eutrophe Gewässer charakteristische Zuckmückenart *Chironomus anthracinus* besiedelte 1982 noch den See, allerdings nicht mehr den Bereich der größten Tiefe. Dort wurden nur noch Larven der Büschelmücke *Chaoborus flavicans* mit einer Dichte bis zu 3 000/m² vorgefunden.

Sediment

Nach dem Gehalt an Chlorophyll a und dessen Abbauprodukten im Sediment hat die Primärproduktion im See in den letzten Jahrzehnten zugenommen. Das Sediment

der oberen 20 cm Tiefe unter der Sedimentoberfläche hat einen etwa 10fach höheren Chlorophyllgehalt als die tiefer liegenden, älteren Ablagerungen. Laufende Untersuchungen an einem 15 m langen Sedimentkern sind noch nicht abgeschlossen.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Das Schalkenmehrener Maar ist ein beliebtes Touristenziel. Die vielen Freizeitaktivitäten beeinträchtigen den Wert dieses Naturschutzgebietes. Die Existenz des Moores ist durch die umliegenden Äcker und Wiesen bedroht. Derzeit werden landwirtschaftlich genutzte Flächen im Einzugsgebiet mit der Auflage gekauft, sie extensiv zu nutzen. Hierdurch soll der Nährstoffeintrag in den See und das Moor gemindert werden. – Der See wird auch weiterhin limnologisch überwacht.

Analysenergebnisse einiger kennzeichnender Parameter im Epilimnion des Schalkenmehrener Maares.
Ausgewählter Zeitraum: 1975–1983, beim Chlorophyll von 1982–1983.

	pH	HCO ₃ ⁻ mmol/l	NO ₃ ⁻ -N µg/l	NH ₄ ⁺ -N µg/l	Ges.-P. µg/l	Chlorophyll a µg/l
Frühjahrs-Zirkulation)	7,3–8,0	3,5–4,0	0–300	0–350	36–44	9–12
Sommer-Stagnation)	8,6–9,8	2,1–3,6	10–30	0–260	22–45	4–10

Ulmener Maar

Lage: R 25 70, H 55 64

Topographische Karte: L 5706 Adenau

Seetyp: Das Ulmener Maar ist das jüngste der Eifelmaare. Es ist vor rund 10 000 Jahren entstanden. Die hydrologischen Verhältnisse haben sich im Laufe der Zeit mehrfach geändert (s. hydrologische Besonderheiten): Dieses kleine, tiefe, eutrophe, dimiktische Maar ist meromiktisch.

Höhe: 419,7 m ü NN

Oberfläche: 55 000 m²

Volumen: 1,27 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 35 m, mittl.: 22,3 m

Einzugsgebiet: 4,01 km²

(s. hydrologische Besonderheiten)

Umgebungsfaktor: 71,7

(s. hydrologische Besonderheiten)

Erneuerungszeit: 1,1 Jahre

(s. hydrologische Besonderheiten)

Ufer: Länge 0,9 km, Entwicklung: 1,1

Hydrologische Besonderheiten

Im Mittelalter wurde durch den südlichen Kraterwall des Ulmener Maares unter der Burg hindurch ein Stollen (Burgstollen) gegraben, siehe Farbtafel. Dadurch wurde der Wasserspiegel im Maar abgesenkt und die Ortschaft vor Hochwasser geschützt. Am Ende des Burgstollens errichtete man eine Wassermühle. Um diese besser bewirtschaften zu können, wurde 1875 durch den nördlichen Kraterwall ein Stollen angelegt und der früher am Maar vorbeifließende Ulmener Bach in den See eingeleitet. Hierdurch hat sich der Umgebungsfaktor von 1,9 auf 71,7 vergrößert. 1927 wurde am Ulmener Maar ein Trinkwasserwerk errichtet, das uferfiltriertes Wasser entnimmt. 1942 wurde der Ulmener Bach zum oberhalb des Maares liegenden Jungferweiher aufgestaut.

Einzugsgebiet

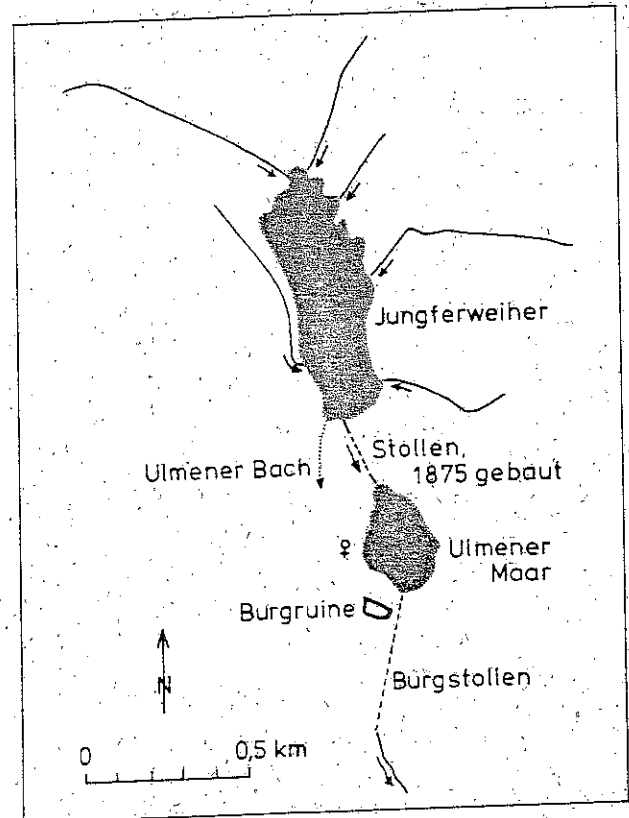
Innerhalb des Kraters vom Ulmener Maar liegt ein Teil der Ortschaft Ulmen. Der größte Teil des Kraterwalls ist bewaldet. Der Rest wird als Wiese genutzt. Um den Jungferweiher herum befindet sich Wiesengelände. In den Randbereichen steht Wald. In den letzten Jahren wurde das Einzugsgebiet des Jungferweihers teilweise zerstört.

Ufer

Durch die Schwankungen des Wasserstandes im Ulmener Maar, bedingt durch die Trinkwasserentnahme, sind die Ufer des Ulmener Maares frei von einer höheren Vegetation. An einigen Stellen steht der Fels an. Zwischen dem Jungferweiher und dem Land befindet sich ein breites Sumpfgelände.

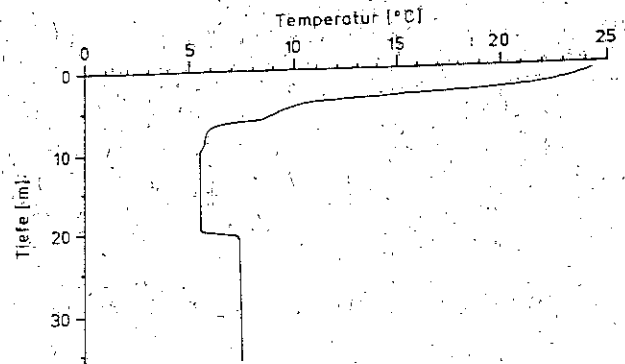
Wasserchemismus und Trophiegrad

Im Ulmener Maar befindet sich ein Monimolimnion, das nach den Untersuchungen von THIENEMANN aus dem Jahre 1911 in 21 m Tiefe begann (s. Abb.). Es wies

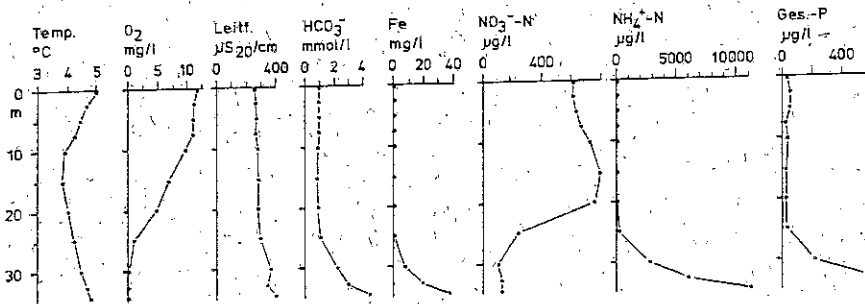


damals eine Temperatur von 7,2 °C auf. Inzwischen ist es kleiner geworden und umfaßte 1982 nur noch den Bereich von etwa 30 m bis zum Grund. Mit der Verkleinerung ist auch die Temperatur gesunken. Trotzdem liegen noch beachtlich hohe Konzentrationen, z. B. bei Eisen, Ammonium und Phosphor in dem unteren Bereich des Monimolimnions vor (s. Abb.).

Das Ulmener Maar enthält ein weiches Wasser, das durch einen hohen Huminstoffgehalt gelbbraun aussieht.



Ulmener Maar: Abhängigkeit der Temperatur von der Tiefe am 8. 8. 1911 (nach THIENEMANN 1914/15).



Ulmener Maar: Abhängigkeit einiger physikalischer und chemischer Parameter von der Tiefe am 26. 3. 1982.

Die Huminstoffe stammen aus dem Jungferweiher, dessen Ablauf den Hauptzufluß des Maares bildet. Der Jungferweiher überstaut z. T. ein ehemaliges Moor und bringt auch die größte Nährstoffbelastung für das Maar. Die Gesamt-Phosphorkonzentration im Auslauf des Jungferweihers schwankte 1982 verhältnismäßig wenig und lag im Mittel bei 90 µg/l. Das Ulmener Maar ist nach dem Gehalt an Phosphor und Chlorophyll a als meso- bis

ten Tiefe entnommen. Auf dem Sediment lag eine etwa 1 cm dicke Schicht von planktischen Algen. Das Sediment bestand aus Faulschlamm. Der Gehalt an Chlorophyll a und dessen Abbauprodukten verachteten sich von den älteren zu den jüngeren Sedimenten. Dabei wiesen die älteren mit etwa 30 µg/g TS bereits einen gegenüber den oligotrophen Maaren deutlich höheren Gehalt an Chlorophyll a und Phäeopigmenten auf.

Analysenergebnisse einiger kennzeichnender Parameter im Epilimnion des Ulmener Maares. Die Untersuchungen des Jahres 1982 sind hier zugrundegelegt.

	pH	HCO ₃ ⁻ mmol/l	NO ₃ ⁻ -N µg/l	NH ₄ ⁺ -N µg/l	Ges.-P µg/l	Chlorophyll a µg/l
Frühjahrs-Zirkulation	7,1–7,3	1,0	600–800	0–20	15–55	15–25
Sommer-Stagnation	8,9	1,1	20–40	0–10	3–30	5–10

eutroph einzustufen (Tab.). Berücksichtigt man jedoch auch die Sichttiefe, die im Zeitraum von 1982 bis 1984 zwischen 0,95 und 2,7 m mit einem Mittelwert von 1,7 m schwankte, befand sich der Maarsee eindeutig in einem eutrophen Zustand.

Flora und Fauna

Die Zusammensetzung des Phytoplanktons im Ulmener Maar wird durch die Algenpopulation im Jungferweiher bestimmt. Im Jahre 1982 herrschten im Frühjahr kleine Grünalgen, z. B. der Gattung *Chlorella* vor. Zu dieser Zeit war Phosphor der Minimumfaktor. Im Hochsommer mit Stickstoff als limitierendem Faktor dominierten kleine Blaualgen, z. B. der Gattung *Aphanotheca*. Das Zooplankton bestand 1982 hauptsächlich aus Rotatorien. Das weitgehende Fehlen von großen Cladoceren könnte im Zusammenhang mit dem hohen Weißfischbestand stehen.

Submerse Makrophyten fehlen aufgrund der Wasserstands-schwankungen. 1982 wurden 49 makrozoobenthische Arten über höhere Taxa festgestellt. Die Büschelmücke *Chaoborus flavicans* ist regelmäßig im Ulmener Maar anzutreffen. Libellen fehlen vollständig.

Sediment

Das Ulmener Maar hat im Gegensatz zu den anderen Maaren keine ebene Gewässersohle. In der Mitte des Sees befindet sich eine deutlich abgesetzte Erhebung von ca. 3 m Höhe (s. Abb.).

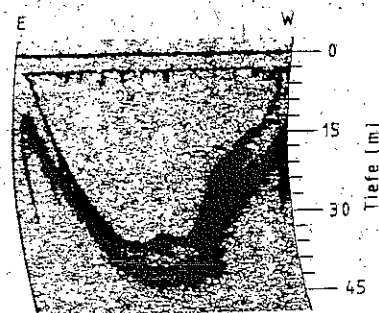
Am 13. 09. 1984 wurde ein 44 cm langer Sedimentkern aus dem Ulmener Maar aus dem Bereich der größ-

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Das Ulmener Maar wird zur Trinkwassergewinnung und zur Erholung des Menschen genutzt. Hierfür ist es erforderlich, den Maarsee in einen zumindest mesotrophen Zustand zurückzuführen. Zur Zeit wird eine neuartige Phosphoreliminierungsanlage geplant, die das Wasser aus dem Jungferweiher aufbereiten soll.

Literatur:

- SCHARF, B.W. (1980): Zur Morphometrie und Hydrodynamik der Eifelmaare. – Mitt. Pollichia 68, 101–110. Bad Dürkheim/Pfalz.
 THIENEMANN, A. (1914/15): Physikalische und chemische Untersuchungen an den Maaren der Eifel. – Verh. Naturhist. Ver. preuß. Rheinl. Westf., 70, 249–302 und 71, 273–389. Bonn.



Ulmener Maar: Echolotprofil, Aufnahme am 17.5.1979, Länge des Profils 240 m (aus SCHARF 1980).

Weinfelder Maar

Lage: R 25 60, H 55 60

Topographische Karte: L 59 06 Daun

Seetyp: Das Weinfelder Maar, oft auch als „Totenmaar“ bezeichnet, ist durch vulkanische Tätigkeit etwa zeitgleich mit dem Gemündener und dem Schalkenmehrener Maar vor rund 20 bis 30 000 Jahren entstanden. Es ist dimiktisch und war bis 1984 holomiktisch.

Höhe: 484,0 m ü NN

Oberfläche: 159 000 m²

Volumen: 4,31 · 10⁶ m³

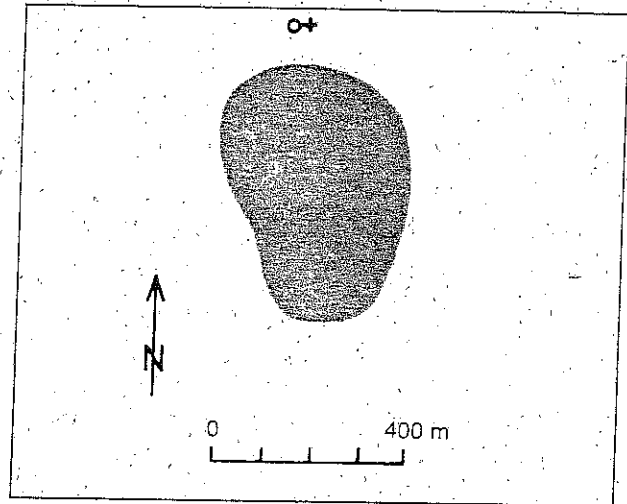
Tiefe max.: 52 m, mittl.: 27,1 m

Einzugsgebiet: 0,35 km²

Umgebungsfaktor: 1,2

Erneuerungszeit: ca. 48 Jahre

Ufer Länge: 1,5 km, Entwicklung: 1,1



Hydrologische Besonderheiten

Der Kraterand stellt beim Weinfelder Maar die Wasserscheide und damit die Grenze des Einzugsgebietes dar. Das Weinfelder Maar weist von allen Maaren den kleinsten Umgebungsfaktor auf. – Das Maar hat weder einen oberirdischen Zufluß noch einen Abfluß. Die oben angegebene theoretische Wassererneuerungszeit errechnet sich aus dem geschätzten Niederschlag, der geschätzten Verdunstung über Land und über Wasser sowie dem Seevolumen.

Einzugsgebiet

Früher prägten Trockenrasen und Ginsterbüsche das Bild des Weinfelder Maar. Nach 1945 wurden Bäume und Sträucher auf einem großen Teil des Kraterwalls angepflanzt (siehe Farbbild auf der Vorderseite des Buches). – Das Weinfelder Maar ist ein beliebtes Touristenziel. Zwei Wanderwege wurden um den See angelegt.

Ufer

Die meist schmale Uferbank besteht aus sandig-kiesigem, devonischem Trümmergestein, allermeist ohne höheren Pflanzenbewuchs. Eine Röhrichtzone fehlt fast vollständig. Trockenrasen, Büsche und Bäume reichen bis an die Wassergrenze.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Das Weinfelder Maar weist von allen Maaren das weichste und mit 37 µS₂₀/cm das elektrolytärmste Wasser auf. Die folgenden Analyseergebnisse wurden während der Frühjahrsvollzirkulation 1979 ermittelt.

Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Na mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
6	6,9	1,8	2,1	1,5	2,4

Die in der Tab. zusammengestellten Daten belegen, daß das Weinfelder Maar zwischen dem oligotrophen und dem mesotrophen Zustand einzustufen ist. Die Sichttiefenschwankte in den Jahren von 1975 bis 1984 zwischen 4,2 und 9,5 m mit einem Mittelwert von 6,3 m. 1984 blieb im Gegensatz zum Pulvermaar und zum Gemündener Maar ein deutlich ausgeprägtes Klarwasserstadium aus. Dieses könnte mit dem Mißbrauch des Gewässers als Fischhaltungsbecken durch Freizeitfischer zusammenhängen.

Im Sommer der letzten Jahre wurde das Wasser über dem Sediment sauerstofffrei. 1984 war die sauerstofflose Zone bereits mehr als einen Meter mächtig. H₂S ließ sich nachweisen. Der Gehalt an Mangan als Anzeichen für reduzierende Verhältnisse betrug am 12. 12. 1984 in 50 m Tiefe 2,3 mg/l. Er lag damit höher als zur selben Zeit im Meerfelder Maar! Im Herbst 1984 stieg die Temperatur in der Tiefe von 47 bis 50 m um 0,2 °C an gegenüber dem hypolimnischen Wasser aus geringeren Tiefen. Damit deutet sich an, daß das Weinfelder Maar wohl zukünftig, wie bereits das Gemündener Maar und das Pulvermaar, meromiktisch werden wird, wenn nicht Abhilfemaßnahmen erfolgen. Am 12. 12. 1984, der letzten Untersuchung vor der Eislegung, war noch keine Vollzirkulation eingetreten.

Analyseergebnisse einiger kennzeichnender Parameter im Epilimnion des Weinfelder Maars.
Ausgewählter Zeitraum 1979–1983

	pH	HCO ₃ ⁻ mmol/l	NO ₃ ⁻ -N µg/l	NH ₄ ⁺ -N µg/l	Ges.-P. µg/l	Chlorophyll a µg/l
Frühjahrs-Zirkulation	7,1–7,3	0,2	20–70	0–20	6–14	1–3
Sommer-Stagnation	9,1–9,3	0,2–0,3	0–20	0–5	5–9	2–7

Die Nährstoffbelastung erfolgt im wesentlichen durch die Freizeidfischer (Anfüttern trotz Verbot, hoher und falscher Fischbesatz), durch Bodenabschwemmung von den Touristenwegen bei Starkregen und durch Laub von den Bäumen und Sträuchern. Die Phosphorbelastung durch Staub und Regen wird ab 1985 untersucht.

Am Ende des nassen Frühjahrs 1983 ist der pH-Wert bis auf 6 abgesunken. Das Weinfelder Maar ist aufgrund seines geringen Hydrogencarbonatgehaltes und damit seines geringen Puffervermögens sehr versauerungsgefährdet.

Flora und Fauna

Das Weinfelder Maar ist nur spärlich mit submersen Makrophyten besiedelt, allerdings sind darunter einige seltene und für oligotrophe Gewässer charakteristische Arten. Kleinere Rohrkolbenbestände wurden von Freizeitfischern angepflanzt, um Laichplätze für nicht standortsgerechte Fische, wie den Karpfen, zu schaffen. — 1977 lagen die Zellzahlen gleicher Arten beim Phytoplankton im Weinfelder Maar um mindestens dem Faktor 10 unter denen des Schalkenmehrener Maares. 1984 konnten die meisten 1977 angetroffenen Arten im Weinfelder Maar wiedergefunden werden. — Der Artenbestand an Copepoden und Cladoceren ist in dem oligotrophen Maar geringer als in dem eutrophen. Es gab weder unter den Crustaceen noch unter den Rotatorien „Oligotrophie-Indikatoren“. Die Abundanz der Crustaceen und Rotatorien sind in den oligotrophen Maaren sehr gering. *Eudiaptomus graciloides* ist im Weinfelder Maar signifikant kleiner als im Schalkenmehrener oder gar im Immeräther Maar.

Das Makrozoobenthon war mit 21 im Jahre 1982 festgestellten Arten oder höheren Taxa artenarm. Die Beobachtung hatte schon THIENEMANN gemacht. Die sehr sauerstoffbedürftige und für oligotrophe Seen charakteristische Zuckmücke *Lauterbornia coracina* war 1982 zwar noch im Weinfelder Maar an den Hängen des Seebeckens anzutreffen, besiedelte aber nicht mehr den zentralen, tiefsten Bereich des Sees.

Im Jahre 1984 wurde im Weinfelder Maar eine Probenbefischung durchgeführt. In den Reusen wurden 35 Aale mit einem Gewicht zwischen 60 und 1500 g und 72 Barsche von etwa 12 cm Länge gefangen. In die Stellnetze gingen 15 Karpfen zu je etwa 1500 g, ein männlicher Brachsen, 38 Rotaugen von etwa 15 cm, 1 kleine Güster,

1 Hecht von 30 und einer von 40 cm Länge, ein kleiner Zander, eine Regenbogenforelle und zwei Barsche zu je etwa 1000 g. Vom Boot aus wurde ein weiterer Hecht von ca. 4 kg und ganze Schwärme von Karpfen mit dem oben angeführten Gewicht gesehen. Die Probenbefischung zeigte einen an das oligotrophe, relativ kühle und steilwandige Weinfelder Maar unangepaßten Fischbestand.

Sediment

Der Gehalt an Chlorophyll a und dessen Abbauprodukten steigt in den obersten Zentimetern drastisch an. Dasselbe gilt für den Glühverlust. Das ist ein eindeutiges Zeichen für eine Eutrophierung in der letzten Zeit.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Am Weinfelder Maar hatte THIENEMANN als Mitbegründer der Seentypenlehre die charakteristischen Eigenschaften eines oligotrophen Sees erkannt. Das Weinfelder Maar ist das letzte der tiefen, einst oligotrophen Maare der Eifel, das bis 1984 noch regelmäßig auf natürliche Weise vollständig durchmischt wurde. Im Spätsommer 1984 zeigten sich allerdings deutliche Hinweise, daß auch das Weinfelder Maar aufgrund einer Eutrophierung bald zu den meromiktischen Gewässern gehören wird.

Die Erhaltung des nährstoffarmen Zustands ist ausdrücklich als ein Zweck der Unterschutzstellung in der Naturschutzverordnung für das Weinfelder Maar genannt. Es sollte alles getan werden, die Eutrophierung im Weinfelder Maar zu stoppen und rückgängig zu machen. Als Maßnahmen hat das Landesamt für Wasserwirtschaft vorgeschlagen,

- den Pachtvertrag des Angelsportvereins nicht zu verlängern, die artliche Zusammensetzung des Fischbestandes zu korrigieren und die Größe des Fischbestandes auf ein für oligotrophe Gewässer normales Maß zu reduzieren,
- den Laubeintrag durch Entfernen des Waldes und der Sträucher zu unterbinden. Anstelle des Waldes sind wieder Magerrasen anzulegen und zu pflegen,
- die Wege für die Touristenströme so zu befestigen, daß auch bei Starkregen keine nennenswerte Erosion von diesen Flächen her erfolgt und
- eine Belüftungsanlage wie am Pulvermaar zu installieren, um eine Meromixie zu verhindern und den Prozeß der Oligotrophierung zu beschleunigen.

5.9 Schleswig-Holstein

In Schleswig-Holstein gibt es ca. 300 Seen, die eine Gesamtoberfläche von 250 km² umfassen, das sind rund 1,6% der Landesfläche. Von diesen Seen sind allerdings 96 kleiner als 10 ha, 147 Seen größer als 10 ha aber kleiner als 100 ha und 46 Seen größer als 100 ha.

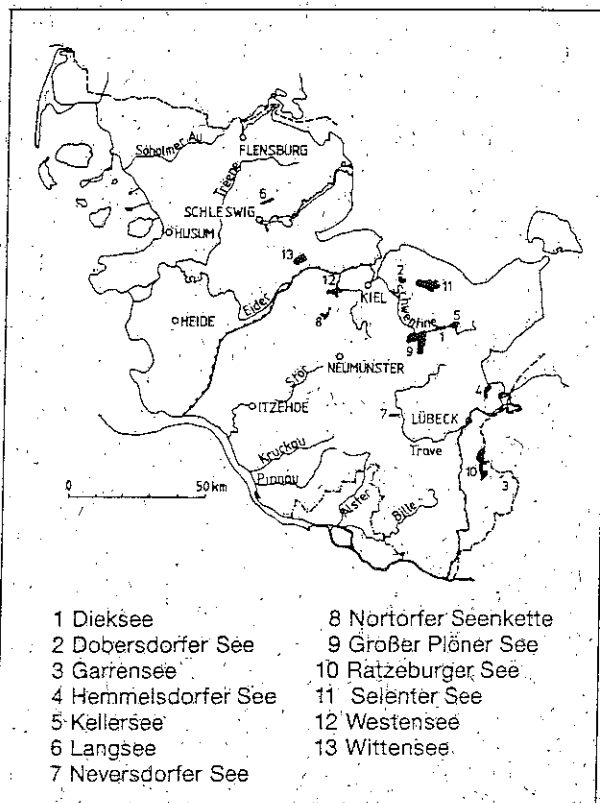
Die räumliche Verteilung der Seen spiegelt die erdgeschichtliche Entwicklung des Landes wider. Die meisten Seen liegen im östlichen Hügelland, dem eiszeitlich geformten Gebiet der Jungmoränen. Die der Jungmoränenlandschaft vorgelagerten Sanderflächen werden durch ausgedehnte Flachlandseen geprägt.

Im Vergleich zu den eiszeitlichen Seen sind die unmittelbar an der Ostsee gelegenen Strandseen jüngeren Ursprungs. Hierbei handelt es sich um abgeschottete Einbrüche von salinem Ostseewasser, die aus gewässerökologischer Sicht Übergangsformen zwischen Küsten- und Binnengewässern darstellen.

Die schleswig-holsteinischen Binnenseen sind bis auf wenige Ausnahmen aufgrund ihrer erdgeschichtlichen Entwicklung von Natur aus nährstoffreich. Geringe Wassertiefen und natürliche gegenbedingte Nährstoffzufuhren aus dem Einzugsgebiet begünstigen von jeher das Algenwachstum und die Verlandung. Diese Entwicklung wurde durch Siedlungs- und vielfältige Nutzungsaktivitäten in den vergangenen Jahrzehnten erheblich beschleunigt, so daß die schleswig-holsteinischen Binnenseen heute zum großen Teil sehr nährstoffreich (eutroph bis polytroph) sind.

Um dieser Entwicklung entgegenzusteuern, werden seit 1974 Kläranlagen, die ihr Abwasser direkt oder indirekt in Seen einleiten, mit dritten Reinigungsstufen zur Phosphor-Eliminierung versehen.

Mit der Auswahl der dargestellten Seen wurde versucht, einen Querschnitt hinsichtlich der Lage als auch der Größe, dem Grad der anthropogenen Beeinflussung und der ökologischen Besonderheiten der Binnenseen des Landes zu geben.



In Schleswig-Holstein existiert seit 1973 ein Programm, in dessen Verlauf bisher 54 Seen untersucht wurden. Die gewonnenen Daten über Morphologie, Wassermengenhaushalt und Wassergüte ermöglichen eine Aussage über den Zustand der Seen, ihre ökologische Funktion in der Landschaft und die durch menschliche Einflüsse hervorgerufenen Auswirkungen auf die Gewässer.

Dieksee

Lage: R 44 03, H 60 04

Topographische Karte: L 19 28 Plön

Entstehung/Seetyp: Grundwasser-Moränensee
Der Dieksee wurde durch die Plön-Preetzer und die Eutin'er Eiszunge gestaltet. Bei den verschiedenen Vorstoß- und Rückzugsphasen wurde das Zungenbecken des Dieksees durch Toteis konserviert. Nach dem postglazialen Tieftauen blieb eine Hohlform, die sich mit Wasser füllte.

Mischungsverhalten: dimiktisch

Höhenlage: -22,4 m ü NN

Oberfläche: 3,9 km²

Volumen: 54 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 38,1 m, mittl.: 14,0 m

Einzugsgebiet: 167,5 km²

Umgebungsfaktor: 42,4

Ufer: Länge 11,5 km, Entwicklung: 1,7

Einzugsgebiet

Der See liegt im ostholsteinischen Jungmoränengebiet zwischen einem Endmoränenwall im Norden und einem aufgestauchten Binnensander im Süden, der vom Ufer steil bis zu einer Höhe von 60 m ansteigt.

Auf dem Geschiebesand und -lehm hat sich hauptsächlich mesotrophe Braunerde entwickelt. Nur im Norden des Sees, im Bereich der Malente Au, kommt auch Lessive vor.

Die Böden des Einzugsgebietes werden zu 75 % landwirtschaftlich genutzt, davon sind 65 % Ackerfläche und nur 10 % Grünland.

Weitere 20 % der Fläche sind bewaldet und der Rest von 5 % ist bebaut. Dabei handelt es sich um die Gemeinden Malente-Gremsmühlen, Niederkleveez und Timmdorf.

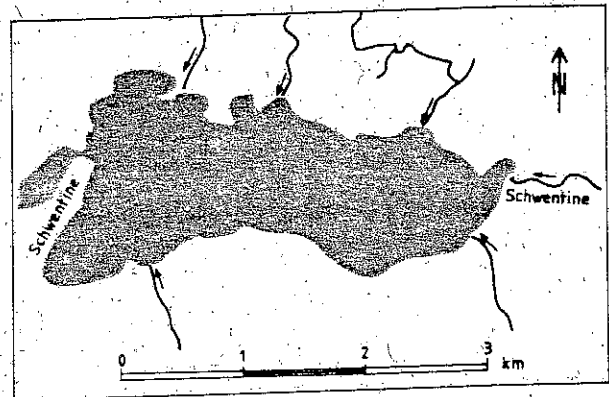
Der Hauptzufluß in den Dieksee erfolgt über die Schwentine, die von Osten in den See mündet. Dadurch besteht eine enge hydrologische Verbindung zu den beiden Eutin'er Seen und dem Kelliersee, die ebenfalls von der Schwentine durchflossen werden.

Der Abfluß des Sees erfolgt über ein kurzes kanalisiertes Teilstück der Schwentine in den Behler-See.

Ufer

Der Dieksee wird von Hügelketten umrahmt, die besonders im Süden bis zu 60 m über den See aufragen, so daß der Uferabfall dort recht steil ist und sich schon aufgrund der natürlichen Verhältnisse kein breiter Schilfgürtel bilden kann. Die Schilfbestände (*Phragmites australis*) sind hier unzusammenhängend und schmal. Die Laubbäume des Staatsforstes Eutin reichen direkt bis zur Uferlinie heran, zum Teil sogar bis ins Wasser hinein.

Das nördliche und vor allem das westliche Ufer haben einen ausgedehnten Schilfgürtel, dem seawärts kleine Bestände der Teichbinse (*Schöenoplectus lacustris*), des



Schmalblättrigen Rohrkolbens (*Typha angustifolia*) und des Breitblättrigen Rohrkolbens (*T. latifolia*) vorgelagert sind. Bei der Unterwasserkartierung wurde deutlich, daß der Schilfgürtel in den letzten Jahren durch die anthropogene Belastung stark zurückgegangen ist.

Im Norden werden die ufernahen Bereiche landeinwärts landwirtschaftlich genutzt.

Die Weiße Seerose (*Nymphaea alba*) und die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) als Schwimmblattpflanzen haben sich in kleinen Buchten im Westen und Süden ausgebildet.

Bei Malente-Gremsmühlen ist das Ufer zum größten Teil befestigt und trägt keinen Makrophytenbewuchs, und bei Niederkleveez und Timmdorf reichen Privatgrundstücke bis ans Ufer heran.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Mit einer durchschnittlichen Leitfähigkeit von 398 µS/cm im Untersuchungszeitraum Mai '78 bis Juli '79 gehört der Dieksee zu den kalkreichen Gewässern Schleswig-Holsteins. Der pH-Wert erreicht während der Phytoplanktonproduktion im Frühjahr an der Oberfläche Maxima von 8,7 bis 8,8. In der Tiefe des Sees kommt es dagegen durch den Abbau sedimentierter organischer Substanzen zu pH-Minima von 7,0 bis 7,1, die nach der Herbstzirkulation wieder ansteigen.

Der mittlere Gesamt-Phosphor-Gehalt des Sees im Oberflächenbereich beläuft sich auf eine Konzentration von 410 µg/l, während Tiefenmaxima im Juni und Juli von 1300 bis 1390 µg/l Phosphor gemessen werden. Der Jahresdurchschnitt an Phosphat-Phosphor beträgt 280 µg/l, wobei für die Ausgangssituation der Pflanzenproduktion im Frühjahr ein Gehalt von 390 bzw. 470 mg/l PO₄-P zur Verfügung steht.

Der Gehalt an Gesamt-Stickstoff beträgt im Mittel an der Oberfläche 2100 µg/l und von Nitratstickstoff 500 µg/l.

Der Tiefenwert von Nitrat liegt im Juni 1978 bei 1000 µg/l und sinkt im Folgemonat auf 500 µg/l NO₃-N, um im Oktober ein Minimum von 100 µg/l zu erreichen.

Dieser Entwicklung parallel läuft die sich ausbildende Sauerstoffzehrung in der Tiefe, die dazu führt, daß der chemisch gebundene Sauerstoff des Nitrats durch heterotrophe Mikroorganismen aufgebraucht wird. Nach erfolgter Durchmischung steigt parallel zum Sauerstoffgehalt der Nitratgehalt wieder an.

Deutlich läßt sich während der Verringerung des Nitrat-Gehalts auch ein Anstieg des Ammoniums in der Tiefe von 700 auf 2000 µg/l-NH₄-N beobachten.

Alle Stickstoff- und Phosphorkomponenten sind während des gesamten Jahres frei verfügbar, so daß die Primärproduktion nicht von den mineralischen Nährstoffen begrenzt wird.

Der Jahresgang der Sauerstoffsättigungswerte zeigt wie die Nährstoffe – vor allem Phosphor – für den Dieksee polytrophe Verhältnisse an. Während nach vollzogener Herbstzirkulation im Winterhalbjahr die Sauerstoffwerte sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe im Sättigungsbereich liegen, kommt es im Frühjahr zu Übersättigungen zwischen 200 und 350% Sauerstoff an der Oberfläche und ab August zur vollständigen Zehrung in der Tiefe.

Die mittlere Chlorophyll a-Konzentration als Maß des vorhandenen Phytoplanktons erreicht einen Wert von 29 µg/l mit einem Maximum von über 60 µg/l Chl.a im Mai bis Juni.

Die Konzentration von Chl.a bei einer Kontrollmessung im September 1981 lag mit 37 µg/l fast doppelt so hoch wie im Vergleichsjahr 1978. Erstaunlich ist, daß sich die Sichttiefen von jeweils 2,5 m in den Vergleichsmonaten nicht unterscheiden.

Die mittlere Sichttiefe lag im Untersuchungszeitraum bei 2,7 m und erreichte im Juni beider Jahre ein Minimum von 1 m und im November bis Dezember ein Maximum von 6 m.

Die minimale Sichttiefe sank im Frühsommer 1980 allerdings auf 20 cm ab. Dieser wie alle anderen ermittelten Werte der Kontrollmessung 1981 zeigen deutlich zunehmende Eutrophierung.

Flora und Fauna

Phytoplankton

Die sich verstärkende Eutrophierung zeichnet sich auch in der Zusammensetzung des Planktons in den beiden aufeinander folgenden Jahren der Untersuchung ab.

Im Mai dominieren die Kieselalgen (Diatomeen) der Art *Fragilaria crotonensis* und die Grünalgen *Eudorina elegans* und *Pandorina morum*, die im folgenden Monat ihr Maximum erreichen. Im Juli schließen sich verschiedene Diatomeen-Arten (*Navicula radiosä*, *N. spec.* und *Synedra ulna*) an. Der Herbst ist durch große Individuendichte einer Blaualge (*Oscillatoria spec.*), der Kieselalgen *Melosira granulata* und *Asterionella formosa* und der Grünalge *Closterium spec.* gekennzeichnet.

Im Frühjahr 1979 traten die Diatomeen *Asterionella formosa* und *Melosira varians* neben der Blaualge *Oscillatoria redeckeii* in Massenvorkommen auf. Im Sommer 1980 kam es gar zu einer Blüte der gefürchteten Blaualge *Microcystis aeruginosa*, die in der Lage ist, Kolonien zu bilden und sich an die Wasseroberfläche aufzutreiben zu lassen.

Zooplankton

Das Zooplankton setzt sich in der Hauptsache aus verschiedenen Rädertieren zusammen, vor allem *Keratella cochlearis* ist ganzjährig vertreten und verdrängte im Frühjahr '79 vollständig die Art *Polyarthra vulgaris*, die im Vorjahr dominierte.

Bei den Crustaceen ist der Rüsselkrebs *Bosmina longirostris* zu erwähnen, der in geringer Individuendichte ganzjährig anzutreffen ist. Im Litoralbereich findet sich darüber hinaus regelmäßig der Wasserfloh *Eurycerus lamellatus*.

Benthische Flora und Fauna

Der Bewuchs an Unterwasserpflanzen reicht bis in eine Tiefe von 3 m und setzt sich hauptsächlich aus Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Durchwachsenem Laichkraut (*P. perfoliatus*), Kanadischer Wasserpest (*Elodea canadensis*) und Spreizendem Hahnenfuß (*Ranunculus circinatus*) zusammen. Die beiden letztgenannten Arten können sich an größere Schwankungen ihrer Umweltfaktoren anpassen und sind somit typisch für belastete Gewässer. Weitere Arten finden sich nur unregelmäßig in einzelnen Beständen, so das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), das Glänzende (*P. lucens*) und das Langblättrige Laichkraut (*P. praelongus*).

Außerdem kommt die Armleuchteralge *Chara foetida* und die Unterwasserform der Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris* forma *fluitans*), die aber nicht zu den Submersen gehört, im Dieksee vor.

Die Lebensgemeinschaft der Bodentiere ist gekennzeichnet von einem Massenaufreten der Wandermuschel *Dreissena polymorpha*, die stellenweise so dicht siedelt, daß sie das Wurzeln von Wasserpflanzen verhindert. Auch die Teichmuschel (*Anodonta anatina*) und die Blasige Flußmuschel (*Unio tumidus*) sind zahlreich vertreten.

Das Erscheinungsbild der benthischen Fauna ist erstaunlich artenreich, darunter auch Arten, die sauerstoffreiches, klares Wasser bevorzugen. Massenvorkommen einer bestimmten Art wie bei den Muscheln, die mit insgesamt sechs Arten vertreten sind, kommt bei den anderen Tiergruppen sehr selten vor.

Bei den Schnecken sind ebenfalls sechs Arten nachgewiesen worden, die alle in der Individuendichte vergleichbar sind.

Die Ringelwürmer weisen vier Arten von Egel, von denen *Helobdella stagnalis* besonders häufig ist, und ebensoviele Wenigborster mit Dominanz von *Stylaria lacustris* auf.

Die Zahl der gefundenen Insekten ist ebenfalls recht groß: fünf Libellenlarven, davon vor allem *Coenagrion puella*, vier Wanzenarten mit starkem Gewicht von *Corixa punctata*, mehr als sechs Käferspecies und Larven, weiterhin *Sialis*-Larven, 4 Köcherfliegenlarven und 4 verschiedene Dipteren-Larven, von denen *Chironomus plumosus* am häufigsten ist.

Sediment

Der Untergrund des Dieksees besteht überwiegend aus Gyttja, einem grauschwarzem Sediment, das sich im wesentlichen aus organischer Substanz zusammensetzt. Stellenweise bildete sich auch Faulschlamm. Am Nordwestufer und an der Schwentineeinmündung an der Ostseite des Sees finden sich auch sandige Anteile. Das Litoral des Gremswärders und des Nordufers ist übersät von Geröll und Geschiebeblöcken, teilweise erheblicher Größe.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Die zunehmend polytrophe Tendenz des Dieksees ist vor allem durch die Nährstoffbelastung der Schwentine, die 90% des Seeneinzugsgebietes entwässert, bedingt.

Der mittlere Phosphorgehalt betrug im Untersuchungszeitraum 0,43 mg/l und liegt damit im Vergleich mit entsprechenden Gewässerabschnitten anderer Seenketten hoch. Dazu kommen noch die Nährstofffrachten kleinerer Zuflüsse vom nördlichen Einzugsgebiet.

Seit 1979 sind im See-Einzugsgebiet abwassertechnische Maßnahmen in erheblichem Umfang durchgeführt worden. So wurde die Käranlage Malente ausgebaut und wird heute mit einer dritten Reinigungsstufe zur Phosphor-Elimination betrieben.

Durch den Bau von Abwasserkanalisationen leiten inzwischen zwei weitere Gemeinden und die Badeanstalt am Dieksee ihre Abwässer der Käranlage Malente zu. Der Anschluß weiterer Haushalte ist für 1986 vorgesehen.

Literatur

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HÖLSTEIN:
Seenbericht Dieksee (1984)

GRIPP (1964):
Erdgeschichte Schleswig-Holstein
Neumünster, Wachholtz, 411 S.

Dobersdorfer See

Lage: R 35 84, H 60 22
Topographische Karte: L 17 26-Kiel
Entstehung/Seetyp: Grundwassermoränensee
Das Seebecken wurde von Eiszungen, die aus nördlicher Richtung vordrangen, vertieft und die Hohlform durch Toteis konserviert.
Mischungsverhalten: dimiktisch
Höhenlage: 19,0 m ü NN
Oberfläche: 3,1 km²
Volumen: 17 · 10⁶ m³
Tiefe max.: 18,8 m, mittl.: 5,4 m
Erneuerungszeit: 2,2 Jahre
Einzugsgebiet: 24,2 km²
Umgebungsfaktor: 6,8
Ufer: Länge 10,1 km, Entwicklung: 1,6

Einzugsgebiet:

Der Dobersdorfer See liegt im ostholsteinischen Jungmoränengebiet der Pröbstei zwischen den Gemeinden Dobersdorf und Schlesien in einer kuppigen Landschaft mit Höhen zwischen 20 und maximal 35 m über NN. Die Selenter Eisrandlage umgibt den Südtteil des Sees in weitem Bogen.

Über die Jarbek-Niederung stand der Dobersdorfer See ursprünglich mit dem Passader See in Verbindung. Heute werden die Wasserstände beider Seen durch ein Wehr am Passader See reguliert. Der Wasserstand ist nach Angaben der Preußischen Landesaufnahme 1877 um etwa 1,9 m gesenkt worden, so daß sich 1–1,5 m über dem aktuellen Wasserspiegel Terrassen gebildet haben.

Der See gliedert sich in ein westliches Becken mit maximal 6,4 m und ein östliches Becken mit maximal 18,8 m Wassertiefe. Beide sind durch die Möweninsel getrennt.

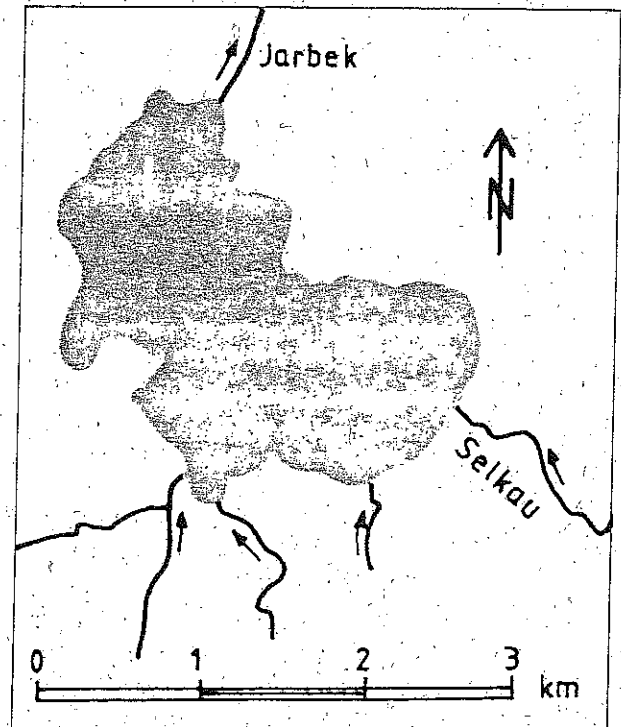
Im Verhältnis zu seiner Wasseroberfläche hat der Dobersdorfer See ein sehr kleines Niederschlagsgebiet und damit die Voraussetzungen eines relativ geringen Nährstoffeintrages.

Der mengenmäßig bedeutendste Zufluß ist die Selkau bei Schlesien. Die Entwässerung des Sees erfolgt über die Jarbek in den Passader See. Im gesamten Einzugsgebiet findet sich Geschiebelehm, auf dem sich durch Auswaschung Parabraunerde gebildet hat. Etwa 18% der Fläche des Einzugsgebietes ist bewaldet, 1% ist bebaut und der Rest wird landwirtschaftlich genutzt, wobei der Grünlandanteil mit 16% recht niedrig liegt.

Ufer

Die Seeterrasse in 1–1,5 m über dem Seespiegelniveau bestimmt mit ihrem Mischsediment aus Mineralien und Torf die Seeufer.

37% der Flächen, die der Uferlinie benachbart sind, werden holz- und forstwirtschaftlich genutzt und sind mit erheblichen Anteilen an Schwarzerlen und Eschen naturnah.



Ackerflächen sind zu 15% und Weideland ist zu 16% der Uferlinie benachbart.

Im Norden liegt der Campingplatz Tökendorf mit Badestelle und Bootssteg, im Westen grenzt das Gut Dobersdorf und im Osten die Ortschaft Schlesien an den See.

Das Ostufer kann als typisches Brandungsufer bezeichnet werden. Bruchwald und Viehkoppeln reichen hier ans Ufer, das in diesem Bereich nur stellenweise Bewuchs aufweist.

Nordwestlich von Jasdorf liegt ein Verlandungsgebiet im Mündungsbereich von Bächen und Entwässerungsgräben. Das Südufer weist hier Elemente einer typischen Zonierung auf. Ein breiter Schilfgürtel enthält neben dem Schilfrohr (*Phragmites australis*) das Rohrglanzgras (*Typhoides arundinacea*), den Schmalblättrigen Rohrkolben (*Typha angustifolia*), die Gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) und eine ganze Reihe weiterer Arten. Eine Schwimmblattzone mit Gelber Teichrose (*Nuphar lutea*) und Weißer Seerose (*Nymphaea alba*) verläuft entlang des gesamten Westufers. Südlich Schlesens liegen zwischen Wanderweg und Seeufer extensiv beweidete, artenreiche Feuchtwiesen, zu deren Bestand die „Rote Liste-Arten“ Sumpferzblatt (*Parnassia palustris*), Sumpfdreizeck (*Triglochin palustris*), die Quellbinse (*Blysmus compressus*) und das Breitblättrige Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*) gehören.

Größere Schilfbestände gibt es außerhalb des Verlandungsgebietes bei Jasdorf auch südlich des Jarbekabflusses.

ses mit breitem, wasserseitigem Teichbinsenvorkommen (*Schoenoplectus lacustris*).

Der gesamte nördliche Uferbereich wird von verschiedenen Großstauden, insbesondere Seggen (*Carex spec.*) und dem Rohrglanzgras, gesäumt. Dieser Streifen wird von verschiedenen Arten von Wasserpflanzen stark durchsetzt: Zottiges Weidenröschen (*Epilobium hirsutum*), Wasserhanf (*Eupatorium cannabinum*), Teichampfer (*Rumex hydrolapathum*), Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*), Wasserminze (*Mentha aquatica*), Wolfstrapp (*Lyopus europaeus*), Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*), Graugrüne Binse (*Juncus inflexus*) und Mädesüß (*Filipendula ulmaria*).

Wasserchemismus und Trophiegrad:

Mit einer durchschnittlichen elektrischen Leitfähigkeit von 401 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Untersuchungszeitraum April 1980 bis Mai 1981 gehört der Dobersdorfer See zu den kalkreichen Seen Schleswig-Holsteins. Der pH-Wert erreicht im Frühjahr ein Maximum von 8,2 an der Oberfläche, während in der Tiefe Minimalwerte von 6,8 durch den Abbau sedimentierender organischer Substanzen auftreten. Die mittlere Konzentration an Gesamt-Phosphat beträgt an der Oberfläche 180 $\mu\text{g}/\text{l}$. Die Ausgangsverhältnisse für die Primärproduktion nach der Frühjahrs-Vollzirkulation werden von einem Phosphatgehalt von 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ geprägt. Im Verlauf des Sommers werden über dem Sediment Maximalwerte von weit über 300 $\mu\text{g}/\text{l}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ gemessen. Der durchschnittliche Wert des Nitratstickstoffs liegt bei 600 $\mu\text{g}/\text{l}$ an der Oberfläche und bleibt ebenso wie das Phosphat das ganze Jahr über verfügbar. Im Februar tritt ein Maximum von 2000 $\mu\text{g}/\text{l}$ $\text{NO}_3\text{-N}$ auf. Dem Überangebot an Nährstoffen entsprechend kommt es im Sommer an der Oberfläche zu Sauerstoffübersättigungen bis über 140% und Sauerstofffreiheit wird in der Tiefe schon im Juni erreicht. Somit ist der Dobersdorfer See aufgrund des Sauerstoffjahresgangs und des Nährstoffangebotes als polytroph einzustufen.

Von den neun einmündenden Gewässern sind fünf, darunter die Selkau als mengenmäßig wichtigster Zufluß, deutlich belastet. Im Bereich um Schlesen münden außerdem drei Abwassereinleitungen und ein außerordentlich stark belasteter Vorfluter, der etwa 44% der Phosphor-Befrachtung des Sees verursacht. Die Selkau selbst erbringt 17% der Phosphor-Frachten und der Vorfluter südlich des Bockhörngheges weitere 24%, der im Einzugsgebiet der Kläranlage von Dobersdorf Liienthal liegt. Der Vorfluter in Tökendorf weist sehr starke und der Vorfluter Friedrichshorst starke Belastung auf.

Die Sichttiefen des Dobersdorfer Sees liegen bei maximal 3 m im Februar und erreichten ein Minimum bei 0,5 m im Mai 1980. Die planktische Primärproduktion, gemessen am Chlorophyll a-Gehalt erreichte einen Jahresdurchschnittswert von 29 $\mu\text{g}/\text{l}$ Chl. a und einen Spitzenwert von 92 $\mu\text{g}/\text{l}$ im Untersuchungszeitraum. Auch diese Werte bestätigen für den Dobersdorfer See die Klassifizierung als polytrophes Gewässer.

Flora und Fauna:

Phytoplankton und Zooplankton

Im zeitigen Frühjahr dominieren innerhalb des Planktons die Kieselalgen mit den Arten *Asterionella formosa* und *Melosira granulata*, während die Blaualgen im ganzen Sommer vorherrschen. *Oscillatoria agardhii* und *Oscillatoria redekei* zählen zu den häufigsten und *Microcystis aeruginosa* ruft im September eine Wasserblüte hervor. Grünalgenarten treten vor allem im Sommer auf und die Zooplanktonzusammensetzung wird von Rotatorien bestimmt. Da die Blaualgen große Kolonien bilden, verarmt das Zooplankton aufgrund des Mangels an Nahrung geeigneter Größe.

Benthische Flora und Fauna:

Unterwasserpflanzen bedecken fast die gesamte Zone des Flachwasserbereichs. Das Kammlaichkraut (*Potamogeton pectinatus*) ist stark dominierend und stellenweise vergesellschaftet mit dem Durchwachsen Laichkraut (*P. perfoliatus*). Am Südufer, in der Bucht auf der Höhe der Ortschaft Jasdorf, befindet sich ein dichter Bewuchs der benthischen Grünalge *Enteromorpha intestinalis*. *Chara*-Wiesen, die Jaeckel noch 1964 in 4–8 m Tiefe beschrieb, könnten nicht mehr nachgewiesen werden. Die Besiedlung mit tierischen Organismen ist auf die Region bis zu 4 m Wassertiefe beschränkt. Die Fauna erweist sich hier als arten- und individuenreich, obwohl ein Rückgang der Artendiversität gegenüber früheren Untersuchungen (Jaeckel 1964) zu verzeichnen ist. Betroffen sind vor allem die Bewohner der 6 m tiefen Schalenzone.

Die Muschelarten *Unio tumidus* und *Anodonta* sind durch *Dreissena polymorpha* ersetzt. Oligochaeten wie *Chaetogaster diaphanus*, *Stylaria lacustris* und *Tubifex spec.* sind dagegen im Sediment häufig geworden.

Im folgenden seien nur die häufigsten anderen Vertreter der benthischen Fauna genannt:

Schnecken: *Anisus vortex*, *Hippeutis complanatus*, *Radix peregra*, *Planorbis planorbis*, *Valvata piscinalis*
Egel: *Helobdella stagnalis*, *Herpobdella octoculata*
Flohkrebs: *Gammarus pulex*
Eintagsfliegen-Larven: *Caenis spec*
Libellenlarven: *Platynemis pennipes*
Wanzen: *Micronecta minutissima*
Zweiflügler: *Bezzia spec.*

Darüber hinaus sind mehrere Käferarten, einige Schlammfliegenlarven (*Sialis spec.*) und Köcherfliegenlarven-Species vorhanden.

Fische

Nach Angaben von Dehüs (1983) ist der Dobersdorfer See von einer reichhaltigen Fischfauna besiedelt, die allerdings von Vertretern der Karpfenartigen (*Cyprinidae*) wie Plötze (*Rutilus rutilus*), Aland (*Leuciscus idus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Schleie (*Tinca tinca*), Gründling (*Gobio gobio*), Güster (*Blicca bjoerkna*), Brachsen (*Abramis brama*) und Karausche (*Carassius carassius*) dominiert wird. Aber auch alle in Schleswig-Holstein

beheimateten Barsche (*Perca fluviatilis*, *Gymnocephalus cernua*, *Stizostedion lucioperca*) kommen vor. Der Bestand von letzterem als Raubfisch wie auch vom Hecht (*Esox lucius*) wird durch Besatzmaßnahmen aufrecht erhalten. In den 70er Jahren sollen sowohl Kleine als auch Große Moräne (*Coregonus albula* und *C. lavaretus*) eingeschleppt worden sein und heute vereinzelt anzutreffen sein. Weiterhin kommen Quappe (*Lota lota*) und Aal (*Anguilla anguilla*) vor, für den ebenfalls Besatzmaßnahmen durchgeführt werden.

Sediment

Sandig bis kiesiger Untergrund bestimmt den Seeboden bis zu einer Tiefe von ca. 6 m. Daran anschließend ist der Sand leicht mit schwefelwasserstoffhaltigem Schlamm vermischt und geht in größeren Tiefen in reinen Faulschlamm über.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Noch beherbergt der Dobersdorfer See eine artenreiche Flora und Fauna, die allerdings einen Artenrückgang im Vergleich zu früheren Untersuchungen zu verzeichnen hat.

Ein Belastungsschwerpunkt liegt im Raume Schlesen, durch die Einleitung von nicht oder nur in Hauskläranlagen unzureichend gereinigten Abwässern der rund 1000 im Einzugsgebiet lebenden Einwohner. Inzwischen ist jedoch der Bau einer Kläranlage mit dritter Reinigungsstufe zur Phosphat-Eliminierung und mit Nachklärteichen vorgesehen.

Im Einzugsgebiet des Dobersdorfer Sees sind ferner schon die Kläranlagen Dobersdorf/Lilienthal und die Kläranlage Tökendorf mit einer dritten Stufe ausgerüstet. Durch diese Maßnahmen, sowie durch das Ableiten von Abwasser konnte die Zufuhr von Nährstoffen in den See verringert werden.

Am Dobersdorfer See sollten die ökologisch wertvollen Uferbereiche, insbesondere die Verlandungszone westlich von Jasdorf, das Feuchtgrünland südwestlich Schlesen und das Ufer des südlichen Seeteils erhalten bleiben. In der langfristigen Entwicklung sollten Bemü-

hungen zur Wiederherstellung der früheren ornithologischen Bedeutung des Sees unternommen werden. Im Herbst und Winter rasten hier Haubentaucher, Gänesäger, Reiher, Schell-, Schnatter- und Krickenten sowie Graugänse. Weiterhin brüten Rohrdommel, Schnatterente, Kolbenente, Flußseeschwalbe, Rohrweihe und Drosseirohrsänger am Dobersdorfer See. Besondere Bedeutung kommt auch den Inseln für mehrere Wasservogelarten zu.

Eine nicht zu unterschätzende Belastung für die Vögel geht von Anglern aus, die mit Ruderbooten ufernahe Bereiche aufsuchen. Auch dürfte das Umbrechen von Uferwiesen westlich von Schlesen einen negativen Einfluß gehabt haben. Durch geeignete Maßnahmen am Seeufer, so z. B. die Einrichtung eines Grünlandstreifens könnte ein weiterer Nährstoffeintrag durch Bodenabschwemmungen in den See unterbunden werden.

Um diesen Forderungen Rechnung zu tragen ist die Ausweisung eines Naturschutzgebietes für den Südtail des Sees geplant.

Literatur

LÄNDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN:
Seenbericht Dobersdorfer See (1982) Kiel

JAECKEL (1964):
Die Molluskenfauna eines Fluß- und Seesystems im Kreise Plön, Ostholstein
Faun. Mitt. aus Norddtschl. Biol.-Ökol.-Abt. d. Naturw. Ver. Schleswig-Holsteins, Bd. II 4 5/6

KÖLMEL, R. (1984):
Seeuferschutz an schleswig-holsteinischen Großseen
Landesamt für Naturschutz u. Landschaftspflege Schleswig-Holstein, unveröffentlicht

KOCH, E. VAHRENHOLT (1983):
Die Lage der Nation. Umwelt-Atlas der BRD. Hrsg. Rolf Wintref
Geo-Buch Gruner u. Jahr AG, Hamburg

TRETER (1981):
Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete;
Selbstverlag. Inst. f. Phys. Geographie, TU Berlin; Berliner
Geograph. Abhandlungen H 33

Garrensee

Lage: R 44 23, H 59 51

Topographische Karte: L 2330 Ratzeburg

Entstehung/Seetyp: Rinnensee

Der Garrensee ist im Endmoränengebiet des Weichselglazials als Teil einer durch Toteis konservierten, subglazialen Schmelzwasserrinne entstanden. Vom Seetyp handelt es sich um einen kalkarmen Klarwassersee.

Mischungsverhalten: dimiktisch

Höhenlage: 41,5 m ü NN

Es traten Wasserspiegelschwankungen im Untersuchungszeitraum April 1977 bis Mai 1978 von 1,45 m auf.

Oberfläche: 0,2 km²

Tiefe max.: 23 m, mittl.: 15 m

Einzugsgebiet: 0,9 km²

Umgebungsfaktor: 3,9

Ufer: Länge 2,1 km, Entwicklung: 1,6

Einzugsgebiet

Der Garrensee liegt in der Ratzeburger Seenplatte südlich des Lankower Sees in der Nähe von Mustin.

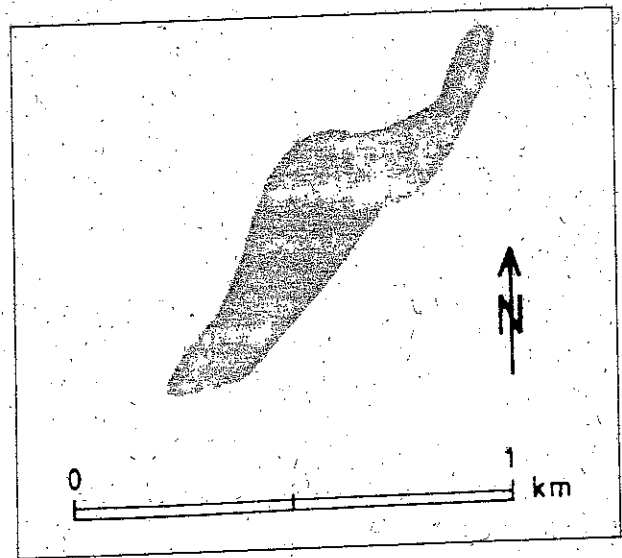
Die den See umgebende kuppige Moränenlandschaft mit Höhen zwischen 50 und 70 m fällt zum Ufer hin steil ab, so daß der Seespiegel ca. 10 m unter dem Niveau der unmittelbaren Umgebung liegt.

In direkter Nähe des Sees finden sich Schmelzwasserstände des Weichselglazials. Das Moränengebiet ist vorwiegend aus sandigem Geschiebe aufgebaut, aber mit lehmigen Partien versetzt, so am flachen Nordostende des Sees, wo sich in einer primär abflußlosen Senke ein Moor gebildet hat. Im Untersuchungszeitraum April 1977 bis Mai 1978 zeigten die Seewasserstände eine Schwankungsbreite von 1,45 m. Da der See abflußlos ist und der Wasserhaushalt im wesentlichen durch Niederschlag und Verdunstung bestimmt wird, kann man von geologisch bedingten Grundwassereinflüssen ausgehen. Nach Angaben von Treter (1979) sind 87,7 % des Seen-Einzugsgebietes bewaldet, 1,5 % werden als Grünland genutzt und Bebauung ist nicht vorhanden.

Ufer

Wie schon erwähnt, fällt das Ufer steil zum See ab, der inmitten eines Waldgebietes gelegen ist. Im Gegensatz zu den meisten Seen Schleswig-Holsteins fehlt am Garrensee ein Schilfgürtel fast völlig. Nur im nordöstlichen Teil, wo eine Drainageleitung in den See mündet, hat sich ein Bestand von Schilf und Rohrkolben gebildet.

Das Ufer wird ansonsten nur spärlich von verschiedenen Seggen- oder Binsenarten gesäumt (*Carex elata*, *Schoenoplectus lacustris*). Nur am Südufer hat sich ein größerer Bestand der Flatterbinse (*Juncus effusus*) ausgebreitet.



Als Charakterpflanze der Uferzone nährstoffarmer Gewässer kommt hier das Sumpfröhricht (*Isoetes lacustris*) vor, das nur noch in wenigen Gewässern Schleswig-Holsteins beheimatet ist. Die Wasser-Lobelia (*Lobelia dortmanna*), die ebenfalls oligotrophes Gewässer anzeigt und für den Garrensee beschrieben wurde, konnte im Untersuchungszeitraum April 1977 bis Mai 1978 nicht mehr nachgewiesen werden.

Ebenso wurde das seltene Schlangenkrout (*Calla palustris*), das noch Anfang der 70er Jahre am Garrensee beheimatet war, nicht gefunden.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Der Garrensee gehört mit seiner Leitfähigkeit von 81 $\mu\text{S}/\text{cm}$ zu den kalkarmen Binnengewässern Schleswig-Holsteins und ist der elektrolytärmste in der Reihe der vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten untersuchten Seen. Der Durchschnittswert lag Anfang der fünfziger Jahre noch bei 46–48 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Ohle 1959). Die Höhe der elektrischen Leitfähigkeit eines Gewässers setzt sich aus der Konzentration der im Wasser gelösten Ionen zusammen. Das sind bei den Anionen insbesondere Bikarbonat-Ionen und in geringerem Maße vor allem Sulfat- und Chloridionen.

Die Werte der Leitfähigkeit unterliegen einem deutlichen Jahresrhythmus, der an der Oberfläche im Sommerhalbjahr während der Produktionsphase von einem Rückgang um die Hälfte geprägt ist. Im Tiefenwasser dagegen stellt sich gegen Ende der Produktionsphase im August ein besonderes hoher Wert von 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ein, der durch verstärkte Mineralisation hervorgerufen wird.

Die Erhöhung in den letzten Jahrzehnten ist auf den Eintrag von Nährsalzen aus der Umgebung, insbesondere durch die bis 1980 existente Drainageeinleitung zurückzuführen.

Schon allein ihr erhöhter Calcium-Gehalt von 92,5 mg/l könnte indirekt zur Eutrophierung des Garrensees beitragen, da in einem kalkarmen See die Zersetzung von organischem Material und damit die Freisetzung der gebundenen Nährstoffe stark reduziert ist.

Der steigende Gehalt an Nährsalzen läßt sich auch beim Phosphat verfolgen. Im Untersuchungszeitraum 1977–1978 lag der durchschnittliche Wert von Phosphatphosphor bei 100 µg/l, wobei im April 1978 sogar ein Maximum von 240 µg/l erreicht wurde. Im Juli 1979 wurde vom Geologischen Landesamt ein PO₄-P Gehalt von 245 µg/l im Drainagewasser ermittelt.

Im Jahre 1980 wurde der Zulauf endgültig geschlossen, um einen weiteren Nährstoffeintrag zu verhindern. Die Seekontrollmessungen des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten in den anschließenden Jahren kommen zu folgenden Ergebnissen:

Juli	1980	80 µg PO ₄ -P
Mai	1981	60 µg PO ₄ -P
April	1983	15 µg PO ₄ -P
Juli	1983	5 µg PO ₄ -P
Okt.	1983	3 µg PO ₄ -P

Beim Vergleich der Aprilmessungen 1978 und 1983 von Phosphat zeigt sich, daß der aktuelle Wert deutlich niedriger liegt.

Der Nitratgehalt lag im März 1978 in einer Ausgangskonzentration für die Frühjahrsproduktion von 200 µg/l vor, im darauffolgenden Jahr waren es im gleichen Zeitraum 2 000 µg/l.

Der Gehalt der Drainage an Nitrat lag im Juli 1980 bei 10 900 µg/l und der des Oberflächenwassers im See gleichzeitig bei 50 µg/l.

Der Ammoniumgehalt in der Tiefe stieg bei einer Sauerstoffsättigung von unter 10% sehr schnell an und erreichte im September 1977 Werte bis 800 µg/l NH₄-N.

Nachdem der gelöste Sauerstoffvorrat des Tiefenwassers weitgehend aufgebraucht ist, wird der im Nitrat gebundene Sauerstoff von heterotrophen Mikroorganismen umgesetzt. Für diese heterotrophe Denitrifikation kann kein festes Redoxpotential angegeben werden. Jedenfalls läuft sie nicht nur unter anaeroben, sondern auch schon unter schwach anaeroben Bedingungen ab. Weiterhin kann aus dem Sediment nach der Reduktion der Grenzschicht durch Diffusion und Methan Konvektion Ammonium freigesetzt werden. Auch die Phosphor-Konzentration in der Tiefe steigt innerhalb der gleichen Zeit von einem Minimum bei 20 µg/l auf 380 µg/l. Hier sind Reduktionsvorgänge von Bedeutung, die Phosphat in Gegenwart von Eisen und Sulfat unter Bildung von Eisensulfid freisetzen.

Die Sauerstoffgehaltskurve zeigt die Verhältnisse eines mesotrophen bis eutrophen Gewässers an. Während der sommerlichen Stagnation, die von Mai bis Oktober dauert, sinkt der Sauerstoffgehalt ab Juli von einem Wert von 60% rapide bis unter 10% im September ab, um das

Defizit erst mit der herbstlichen Durchmischung im November auszugleichen. Die Übersättigungen an der Oberfläche erreichen im Frühjahr und Sommer Werte bis zu 130%. Der pH-Wert tendiert vor allem während der Produktionsphase zu raschen Veränderungen, die wiederum eine Folge des geringen Kalkgehaltes und des dadurch schwach ausgeprägten Karbonatpuffers der Wassersäule sind. Die Schwankungsbreite des gemessenen pH-Wertes reicht so von maximal 9,4 bis minimal 6,5 an der Oberfläche.

Der Mittelwert der Chlorophyll a-Konzentration liegt bei 12 µg/l und erreicht ein Frühjahrsmaximum von 37 µg/l Chl. a. Die Sichttiefen mit einem Maximum von 8 m im Dezember und einem Minimum von 2–2,5 m im Frühjahr 1977 und von 1,5 m im Frühjahr 1979 ergeben ein arithmetisches Jahresmittel von 4 m.

Aufgrund der Sauerstoffverhältnisse und der Phosphatgehalte wurde der Garrensee schon 1932 und 1934 von Thienemann bzw. Ohle als eutroph eingestuft. Eine Umkehr dieser Eutrophierungsentwicklung wird durch die Stilllegung der Drainageleitung seit 1980, die nährstoffreiches Wasser aus landwirtschaftlich genutzten Flächen in den See brachte, erwartet.

Flora und Fauna

Phytoplankton

Insgesamt setzt sich die Phytoplanktongesellschaft aus einem großen Spektrum verschiedener Arten zusammen. Vorherrschend sind die Kieselalgen mit *Asterionella formosa*, die ganzjährig gefunden wird sowie auch *Synedra ulna*. Als zweite Gruppe mit großer Artenzahl sind die Grünalgen (*Chlorophyta*) zu nennen, bei diesen vor allem *Eudorina elegans*, im Frühjahr und nachfolgend im Sommer und Herbst *Staurastrum spec.* Höhe Individuenzahlen erreicht auch die Feueralge *Peridinium spec.*, die ganzjährig auftritt und ein Maximum im Frühjahr verzeichnet. Ein alarmierendes Zeichen ist das Auftreten der gefürchteten Blaualgen *Oscillatoria* und *Microcystis aeruginosa*, die bei ausreichendem Nährstoffangebot zur Massenentwicklung kommen können. Im Garrensee kommt es jedoch nicht zur Blüte dieser Phytoplankter, sie treten nur in relativ kleinen Individuendichten im Frühjahr auf.

Zooplankton

Das Zooplankton ist durch eine zeitliche Sequenz im Auftreten verschiedener Rädertiere gekennzeichnet. Der Jahreszyklus beginnt im Frühjahr mit *Brachionus quadridentatus* und setzt sich fort mit *Kellicottia longispina* und *Keratella quadrata*, die nur bis Mai nachzuweisen sind. *Keratella cochlearis* tritt mit beiden letztgenannten Arten gleichzeitig auf, kann sich aber bis in den Dezember hinein halten. Lediglich *Polyarthra spec.* ist ganzjährig in der Wassersäule nachzuweisen.

Weiterhin finden sich kleine Populationen von Wasserflöhen, vor allem Rüsselkrebse (*Bosmina coregoni* und *longirostris*). Zu erwähnen ist auch das Auftreten des Wasserflohs *Polyphemus pediculus* in großer Zahl, der kaum verunreinigte Gewässer beansprucht.

Benthische Flora und Fauna

Die stichprobenartige Untersuchung der tierischen Besiedlung im Litoral führt zu einer insgesamt geringen Anzahl gefundener Tierarten, was direkt mit dem geringen Kalkgehalt des Garrensees zusammenhängen dürfte. Besonders auffällig zeigt sich bei der Arten- und Individuenarmut der Mollusken des Sees: Muscheln wurden überhaupt nicht gefunden und bei den Schnecken treten nur die Arten *Radix peregra* und *Valvata cristata* auf.

Neben verschiedenen Eintagsfliegen-, Libellen- und Dipterenlarven kommen mehrere Arten von Wasserkäfern, aber auch anspruchslose Annelida wie der Röllegel (*Erbobdella octoculata*) oder *Stylaria lacustris* vor.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen:

Die chemischen und biologischen Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, daß der Garrensee einem Wandlungsprozeß von einem nährstoffarmen zu einem nährstoffreichen Gewässer unterliegt.

Zwar zeigen die geringe Leitfähigkeit und die schützenswerte pflanzliche Besiedlung des Sees noch eine besondere Kalk- und Elektrolytarmut an, doch spiegelt der Gehalt an Nährstoffkomponenten keineswegs die oft beschriebene Nährstoffarmut wider.

Dadurch, daß der Garrensee ein abflußloser See ist, und allein schon die Nährstoffbelastung aus der Luft für Phosphor ein beachtliches Maß erreicht, kommt der Fernhaltung jeglichen Nährstoffeintrags besondere große Bedeutung zu. Um den einmaligen Charakter des Garrensees als kalkarmen Waldsee zu wahren, war es unumgänglich, die Drainageeinleitung zu schließen.

Nicht unbedeutend sind auch die Belastungen durch Badebetrieb und Freizeitnutzungen. Dies bewirkt sowohl einen Eintrag zusätzlicher Verunreinigungen als auch eine Zerstörung der Ufervegetation. Um hier regelnd einzugreifen, ist zur Zeit die Einführung eines Badeverbotes für den seit 1971 als Naturschutzgebiet ausgewiesenen Garrensee notwendig.

Literatur

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN
Seenbericht Garrensee (1981), Kiel

BÄRTLING, R., GAGEL, C. (1907): Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt Seedorf Königl. Preuß. Geolog. Landesanstalt

BÄRTLING, R. (1922): Die Seen des Kreises Herzogtum Lauenburg mit besonderer Berücksichtigung ihre organogenen Schlammabsätze. Abhand. Preuß. Geol. Landesanstalt, Heft 88

GRIPP (1964): Erdgeschichte von Schl.-Holst. Neumünster, Wachholtz, 411 S.

OHLE, W. (1933): Chemisch-stratigraphische Untersuchungen der Sedimentmetamorphose eines Waldsees. Biochem. Zeitschrift, Bd. 258, H. 5-6

DERS. (1934): Chemische u. physikalische Untersuchungen nordwestdeutscher Seen. Archiv f. Hydrob. Bd. 26, S. 386-464 u. S. 584-658

DERS. (1959): Die Seen Schleswig-Holsteins, ein Überblick nach regionalen, zivilisatorischen und produktionsbiologischen Gesichtspunkten. Vom Wasser. Bd. 26, S. 16-41

TRETER (1979): Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete. Habilitation, Berlin

Hemmelsdorfer See

Lage: R 44 19, H 59 80

Topographische Karte: L 2330 Ratzeburg

Entstehung/Seetyp: Strandsee

Der See liegt im Jungmoränengebiet Ostholsteins und ist wie der Große Binnensee und der Schwansen-See ein Strandsee. Im Weichsel-Glazial drang Eis aus dem Zungenbecken der Lübecker Bucht bis zum Bereich des heutigen Schwartau-Tales vor. Das Becken des Hemmelsdorfer Sees wurde durch eine Gletscherzunge ausgeschürft und stellt mit 40,5 m unter NN die tiefste Depression Schleswig-Holsteins dar. Die Senke wurde während der Schmelze zeitweilig zur Förde und später wieder durch einen Strandwall abgeriegelt. Dieser hat heute eine Höhe von 2 m über NN und wurde bei Hochseewasserständen der Ostsee immer wieder durchbrochen. 1872 wurde der Hemmelsdorfer See durch eine Sturmflut zu einem Brackwassersee, der innerhalb von 60 Jahren wieder aussüßte (Griesel 1935). Während der südl. Teil seine Zungenbeckenform behielt, wurde der nördl. Teil bei der Wallbildung sehr flach. Beide Seeteile werden durch die Möweninsel (auch Prinzen- oder Warderinsel) getrennt.

Mischungsverhalten: dimiktisch

Höhenlage: - 0,06 m NN

Oberfläche: 4,1 km²

Volumen: 22 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 40,5 m, mittl.: 6 m (Halbfaß 1910)

Erneuerungszeit: 2–2,5 Jahre

Einzugsgebiet: 36,2 km²

Umgebungsfaktor: 6,9

Ufer: Länge 13 km, Entwicklung: 1,7

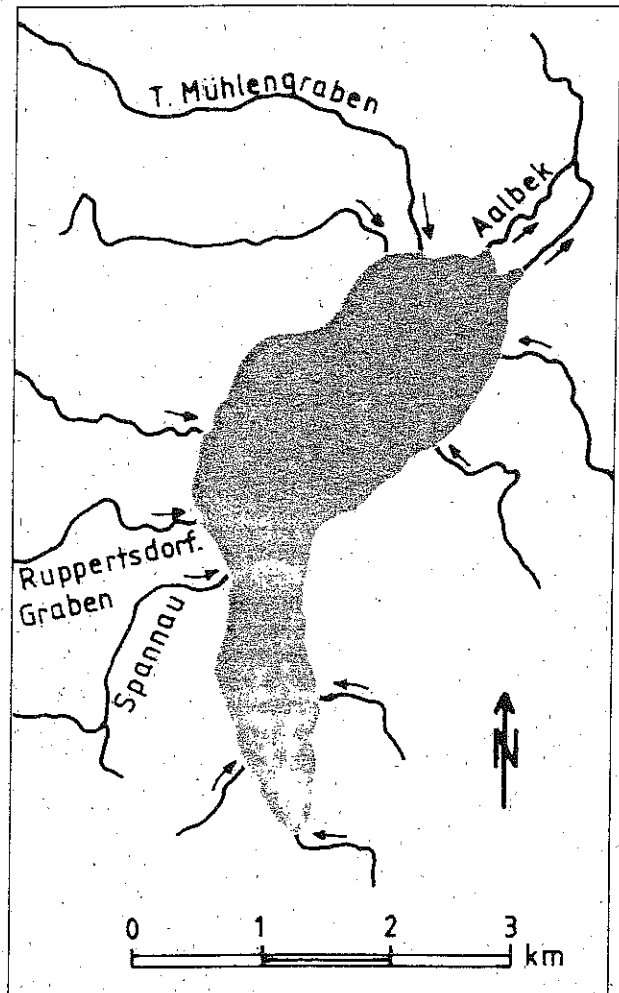
Einzugsgebiet

Zur Ostsee hin tritt glazigener Mergel an die Oberfläche, auf dem sich eutropher Lessive entwickelte. Das Geschiebe außerhalb der Eisrandlage wurde von sandig kiesigem Material überdeckt, so daß in tieferen Lagen durch den Staudruck anmoorige und moorige Böden entstanden.

Hinsichtlich der Landnutzung ist der hohe Bebauungsgrad von 10 % der Landfläche erwähnenswert. Der Waldanteil liegt etwas unter 1,5 %. Der Rest wird, abgesehen von den moorigen Flächen nördlich von Ratekau, ackerbaulich genutzt, wobei der Anteil des Getreideanbaus auffallend hoch ist.

Viele Felder reichen an das Seeufer heran. Außerdem sind zahlreiche Entwässerungsgräben und Dränageanlagen vorhanden, deren Kanäle direkt in den See münden.

Der See wird von zahlreichen Vorflutern gespeist, von denen die meisten in den Sommermonaten nur wenig



Wasser führen. Mengenmäßig sind der Ruppertsdorfer Graben, die Spannau und der Timmendorfer Mühlengraben am bedeutungsvollsten. Der Abfluß erfolgt ausschließlich über die Aalbek in die Ostsee. Um bei anlandigem Wind das Eindringen von brackigem Ostseewasser in den See zu verhindern, sind an der Mündung der Aalbek zwei Klappschleusen angebracht.

Ufer

Der nördliche Teil des Sees im Niederungsgebiet zwischen Hainholzgraben, Timmendorfer Mühlengraben und Aalbek ist fast lückenlos von einem breiten Röhrichtgürtel umsäumt, der auf fortschreitende Verlandung hinweist. Das Schilf (*Phragmites australis*) bildet dort Reinbestände.

Die ufernahen Zonen haben moorige oder anmoorige Böden, die nur mäßig entwässert und extensiv beweidet werden, so daß eine seltene Feuchtwiesenvegetation erhalten bleibt.

Es kommen folgende mäßig bis stark gefährdete Arten vor: Breitblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*), Sumpflappenfarn (*Thelypteris palustris*), Zittergras (*Briza media*), Sumpf-Dreizack (*Triglochin palustre*), Moor-Reitgras (*Calamagrostis neglecta*), Sumpfwurz (*Epipactis palustris*).

Im Westen besteht der Schilfgürtel in großen Teilen aus Beständen des Schmalblättrigen Rohrkolbens (*Typha angustifolia*) und ist mit Inseln der Sumpf-Binse (*Schoenoplectus lacustris*) durchsetzt. Eine weitere Verlandungszone liegt an der Mündung der Spannau westlich der Möweninsel. Südlich von Hemmelsdorf hat sich unter der Wirkung von nordöstlichen Winden und starker Brandung ein Abrasionsufer gebildet mit der Tendenz, Abgliederungsinseln zu schaffen.

Das windexponierte Ostufer ist von einem zusammenhängenden, jedoch schmäleren Röhrichtgürtel als das Westufer eingefaßt. Lediglich an der verengten Stelle zum südlichen Teil ist das Ufer unbewachsen. Südlich von Hemmeldorf und im Südteil des Sees, wo durch den steilen Uferabfall der Schilfgürtel recht schmal ist, existieren ausgedehnte Bestände der Weißen Seerose (*Nymphaea alba*).

Wasserchemismus und Trophiegrad

Durch seinen hohen Chloridgehalt mit Werten von 500–700 mg/l, der um das 10fache über den Werten anderer schleswig-holsteinischer Binnengewässer liegt, nimmt der See eine Sonderstellung ein.

Die elektrische Leitfähigkeit mit einem Mittelwert von 2 003 $\mu\text{S}/\text{m}$ wird durch einen Überschuß an Chlorid-Ionen bedingt.

Nach Beobachtungen am Pegel und in Fließrichtung der Aalbek muß davon ausgegangen werden, daß vor allem bei hohen Ostseewasserständen Ostseewasser in den See dringt. So werden Werte der Leitfähigkeit bis zu 9 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen.

Wenn dem See durch die Aalbeck Wasser zufließt, besitzt es durch den erhöhten Chlorid-Gehalt eine größere Dichte, so daß es sich unter das Süßwasser schiebt. Entsprechend nimmt die Leitfähigkeit im Hemmeldorfer See von Süden nach Norden und mit wachsender Tiefe zu.

Durch das Eindringen von Ostseewasser ist außerdem ein erhöhter Sulfatgehalt zu erwarten, der in der Folge von Reduktionsvorgängen bei O_2 -Mangel in der Tiefe durch die Bildung von Eisensulfid zur Freisetzung von Phosphat aus dem Sediment führt und somit einen zusätzlichen indirekten Faktor der Eutrophierung darstellt.

Der Hemmeldorfer See zeigt in seinem biologischen Zustandsbild im Untersuchungszeitraum 1977–1978 die typischen Verhältnisse eines polytrophen Gewässers. Die ermittelten Konzentrationen an Phosphor- und Stickstoffkomponenten gehören zu den höchsten, die im Seenprogramm des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten ermittelt wurden.

Die Mittelwerte des Gesamtstickstoffs liegen bei 4 100 $\mu\text{g}/\text{l}$ und von Gesamtphosphor bei 870 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Die gemessenen Stickstoff- und Phosphor-Konzentrationen sinken im jahreszeitlichen Verlauf an der Oberfläche nie unter 2 000 $\mu\text{g}/\text{l}$ bzw. 500 $\mu\text{g}/\text{l}$, während der Tiefenwert der Stickstoffkomponenten kaum unter 4 000 $\mu\text{g}/\text{l}$ sinkt und der entsprechende Phosphor-Wert bei etwa 1 000 $\mu\text{g}/\text{l}$ liegt.

Bedenklich sind auch die teilweise sehr hohen Ammoniumgehalte (Maximum im Oktober in 39 m Tiefe im südlichen Seeteil 600 $\mu\text{g}/\text{l}$) in Zusammenhang mit hohen pH-Werten. Dabei kommt es zur verstärkten Bildung von Ammoniak, das ein starkes Fischgift ist.

Der pH-Wert steigt im Frühjahr in der Phase der größten Produktivität auf einen Wert von 9,7. Gerade dann

wird aber auch im Epilimnion vorhandenes Nitrat durch die Algen über den Enzymkomplex der Nitratreduktase zum Ammonium reduziert, um assimiliert zu werden.

Die Gefahr, daß es in dieser Zeit zu Vergiftungen von Fischen kommt, ist außerordentlich groß.

Der Jahresgang der Sauerstoffkurve zeigt die charakteristischen Verhältnisse eines Gewässers mit Überangebot an Nährstoffen. Große Übersättigungen im Frühjahr und Sommer an der Oberfläche bis zeitweilig über 200% stehen starken Defiziten in der Tiefe (ca. 15% Sättigung) gegenüber.

Am Ende der Sommerstagnation ist das Tiefenwasser jeweils sauerstofffrei, so daß sich Schwefelwasserstoff und Faulschlamm bildet.

Die mittlere Chlorophyll a-Konzentration lag im Untersuchungszeitraum bei 77 $\mu\text{g}/\text{l}$. Im Frühjahr '78 kam es allerdings zu einem Anstieg bis zu 218 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Die durchschnittliche Sichttiefe von 1,0 m ist bei dieser erhöhten Produktion erwartet niedrig und erreicht Minimalwerte von 0,2 m. Der maximale Wert liegt bei 2,0 m im Dezember '77.

Übereinstimmend mit Chlorophyll a-Gehalt und Sichttiefen unterstreichen die Planktonbefunde den polytrophen Zustand des Hemmeldorfer Sees.

Flora und Fauna

Phytoplankton

Im Frühjahr und Spätsommer prägen kräftige Blaualgenblüten das Bild des Hemmeldorfer Sees, so daß ganze Uferbereiche von zusammengetriebenen Blaualgenmassen gesäumt werden. Besonders die Entwicklung von *Microcystis aeruginosa* führt dazu, daß andere Algen und auch Zooplankton in ihrer Entwicklung stark gehemmt werden. Nur die Grünalge *Scenedesmus*, die als Charakteralge polytrophen Gewässers zu bezeichnen ist, erreicht größere Individuendichten. Das Zooplankton ist besonders artenarm, was nicht zuletzt am hohen Chlorid-Gehalt liegt, da dieser immer mit einer Artenverarmung korreliert ist. Es treten vor allem Rotatorien auf (*Keratella quadrata*) und bei der Gruppe der Krebse die Wasserflöhe der Arten *Bosmina longirostris* und *Chydorus globosus*, der im Juni besonders zahlreich war.

Benthische Flora und Fauna

Die Unterwasservegetation im Hemmeldorfer See fehlt im Gegensatz zum üppigen Uferbewuchs durch die schlechten produktionsbedingten Lichtverhältnisse völlig. Im Untersuchungszeitraum konnte nicht eine submerse Pflanzenart nachgewiesen werden.

Die fehlende Unterwasserflora und der lebensfeindliche Untergrund bedingen auch die sehr spärliche benthische Fauna.

Nur unempfindliche Organismen wie der Schlammröhrenwurm (*Tubifex spec.*) oder die Rote Zuckmückenlarve (*Chironomus plumosus*), die Sauerstoffmangel und H_2S -Anwesenheit ertragen können, finden im Sediment einen Lebensraum.

Im Schilfbereich kommen verschiedene Egelarten *Helobdella stagnalis*, *Erpobdella octoculata*, *Pisciola geometra*, die Wasserassel (*Asellus aquaticus*) und die Schlammschnecke (*Radix peregra*) vor. Auch einige Libellenlarven wurden gefunden (*Coenagrion spec.*, *Platycnemis pennipes*).

Fische

Noch in den fünfziger Jahren soll nach Berichten von Anliegern der See ein reiches Fischgewässer gewesen sein, in dem in großen Mengen Barsch, Hecht, Zander und Aal gefangen wurden.

Heute sind diese Arten selten oder gar nicht mehr vorhanden, während unempfindliche Weißfische wie Rotaue (*Rutilus rutilus*) Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*) und Brachsen (*Abramis brama*) in großer Zahl angelandet werden.

Selbst bei diesen sind Würmer und Hautparasiten nicht selten. Außerdem sind die meisten Fische recht jung und haben ein geringes Gewicht, was zum einen auf eine begrenzte Lebenszeit und zum anderen auf Nahrungsknappheit durch die Verarmung des Zooplanktons bei Blaualgenblüten schließen läßt.

Sediment

Das Sediment besteht bis zu einer Tiefe von 2 m aus Schill, der sich hauptsächlich aus Schalen der Herzmuschel (*Cardium edule*) zusammensetzt, die als Meeresbewohner ehemalige Salzwassereinträge belegt. Bis in eine Tiefe von 3,5 m schließt sich sandiger Untergrund an, der in schwefelwasserstoffhaltigen Faulschlamm übergeht.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Wie die Verarmung der gesamten Lebenswelt des Sees zeigt, hat die Belastung mit Nährsalzen und organischen Stoffen bereits eine kritische Grenze überschritten. Von den 18 einmündenden Vorflutern sind 13 stark bis außerordentlich stark belastet, nur vier sind mäßig und einer deutlich belastet. Außerdem gibt es mehrere direkte Abwassereinträge in den See. Die starken Belastungsschwankungen lassen über eine häusliche Abwasserbehandlung hinaus Verunreinigungen durch Gülle, Jauche und Silage vermuten.

Entsprechend zeigen die bakteriologischen Ergebnisse, insbesondere die hohen Coliformenzahlen, Verschmutzung fäkalen Natur an. Selbst der Seeauslauf ist noch deutlich belastet.

Die Abwasserbelastungsschwerpunkte liegen in den Uferabschnitten bei den Gemeinden Hemmelsdorf, Offendorf und Warnsdorf. Diese und die Ortschaften Wilmsdorf, Grammersdorf und Kreuzkamp verfügen zum Teil nur über Kleinkläranlagen.

Darüber hinaus gelangt auch gereinigtes Abwasser aus dem Klärwerk Timmendorf über den Timmendorfer Mühlengraben in den See. Auf diesen Vorfluter entfallen 7,8 km² des Einzugsgebietes. Seit die Ortslage Hemmelsdorf an die zentrale Entsorgungsanlage des Zweckverbandes Ostholstein angeschlossen wurden, sind die Vor-

fluter im Einzugsbereich dieser Gemeinde wesentlich entlastet.

Dagegen trägt der Mühlengraben bedingt durch die Einleitung der Kläranlage Timmendorfer Strand erheblich zur Belastung des Hemmelsdorfer Sees bei.

Um nochmals eine drastische Verringerung der Schmutzfracht zu bewirken, ist zum einen ein gewässerbiologischer Ausbau des Mündungsbereiches des Mühlengrabens vorgesehen durch den eine zusätzliche Zurückhaltung von Schmutzstoffen erfolgt. Desweiteren wird ein Teil des Abwassers aus dem Einzugsgebiet des Hemmelsdorfer Sees heraus künftig zur Kläranlage Sereetz-Ratekau gepumpt, um die Ablaufmenge aus der Kläranlage Timmendorfer Strand in die Mühlenau zu reduzieren. Deren Kapazität wird zur Zeit von 20 000 auf 50 000 Einwohnergleichwerte erweitert. Mit Abschluß der Baumaßnahmen ist im Jahr 1985 zu rechnen.

Langfristig soll die Anlage für das gesamte Abwasser des Klärwerkes Timmendorf und darüber hinaus für den Anschluß weiterer Gemeinden in Seenähe ausgebaut werden.

Außerdem ist die Errichtung einer 3. Reinigungsstufe zur chemischen Fällung der Nährstoffe geplant.

Das Klärwerk Timmendorfer Strand soll dann nur zur Abnahme der Spitzenbelastung während der Fremdenverkehrssaison arbeiten.

Weitere Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffbelastung aus diffusen Quellen und geogen bedingten Abschwemmungen sind erforderlich.

Flächen mit landwirtschaftlicher Nutzung und Fremdenverkehrsbereiche haben sich am Hemmelsdorfer See örtlich streng getrennt entwickelt, so daß eine historisch gewachsene räumliche Trennung der wichtigsten Nutzungsinteressen besteht, die günstige Voraussetzungen für die Erhaltung des ökologischen Potentials in einzelnen Uferbereichen schafft.

Literatur:

- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HÖLSTEIN:
Seenbericht Hemmelsdorfer See (1981)
- GRIESEL (1921): Physikalische u. chemische Eigenschaften des Hemmelsdorfer Sees bei Lübeck. Mitt. Geogr. Ges. u. Nat.-Mus. Lübeck, H. 28, S. 39-61
- DERS. (1935): Die Aussüßung des Hemmelsdorfer Sees. Mitt. Geogr. Ges. u. Nat.-Mus. Lübeck, H. 38, S. 75-83
- HALBFASS (1910): Der Hemmelsdorfer See bei Lübeck. Mitt. Geogr. Ges. u. Nat.-Mus. Lübeck, H. 24, S. 1-13
- KÖLMEL, R. (1984): Seeuferschutz an schleswig-holsteinischen Großseen. Eine Untersuchung zu Zustand, Nutzung, Gefährdung und Schutzkonzept der Uferbereiche an 10 Seen des Hügellandes. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein, bislang unveröffentlichte Mitteilung
- MAAS, R., GIERCKE, R. (1982): Gewässergüteuntersuchungen am Hemmelsdorfer See. Diplomarbeit, Fachhochschule Lübeck, Angewandte Naturwissenschaften
- OHLE (1965): Der Hemmelsdorfer See, ein extremes Beispiel der Überproduktion. Gas und Wasser, Heft 36, S. 997

Kellersee

Lage: R 44 08, H 60 04

Entstehung/Seetyp: Das Becken des Kellersees wurde in der Weichseleiszeit durch die von Osten vordringende Eutiner Gletscherzunge ausgeformt und die Hohlform durch Toteis konserviert.

Mischungsverhalten: dimiktisch

Höhenlage: 24,3 m ü NN

Oberfläche: 5,6 km²

Volumen: 79 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 27,5 m, mittl.: 14,0 m

Einzugsgebiet: 150,4 km²

Umgebungsfaktor: 25,9

Ufer: Länge 14,2 km, Entwicklung: 1,9

Einzugsgebiet

Die Höhenzüge nördlich des Kellersees und der Moränenzug Groß-Meinsdorf-Neudorf-Malente-Neversfelde im Westen dokumentieren das weiteste Vordringen des Eises und der Eutiner Gletscherzunge.

Die Schwentine mündet im Süden, vom Großen Eutiner See kommend, in den Kellersee und verläßt ihn im Westen.

Der See erhält einen weiteren wesentlichen Zufluß über die Malenter Au im Nordwesten, die ein großes Teileinzugsgebiet von 55 km² umfaßt, und steht im Osten in Verbindung zum Uklei-See.

Die umgebende Landschaft wird von Waldbeständen geprägt, die bis ans Wasser reichen, sowie von den Kurorten Malente, Fissau und Sielbek. Insgesamt sind nach TRETER (1981) 20,2% des Niederschlagsgebietes bewaldet, 11,8% der Flächen werden von Grünland eingenommen und 4% sind bebaut.

Die Seefläche selbst umfaßt 3,7% des Einzugsgebietes.

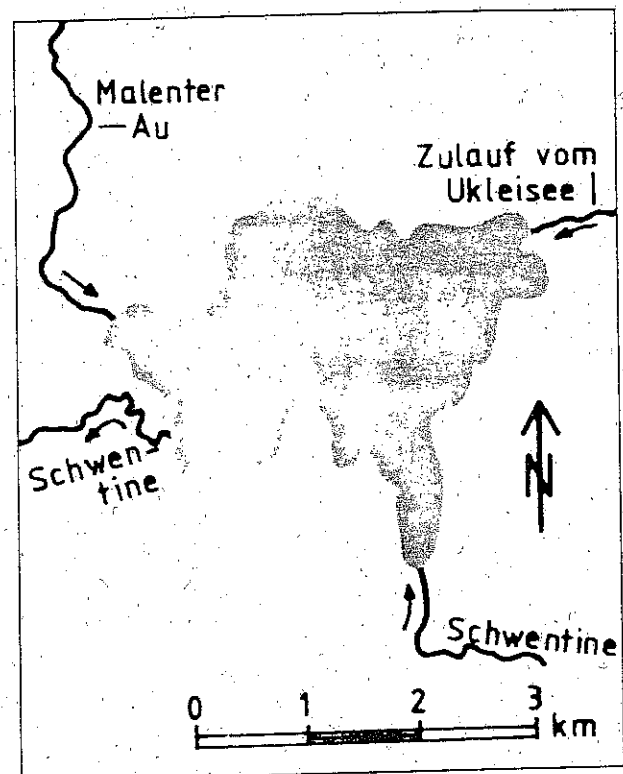
Ufer

Die Uferlinie ist vielfach geschwungen und bildet eine Reihe von kleineren Buchten. Nahezu auf der Hälfte der Uferstrecke grenzt Wald direkt an den See. Durch die Beschattung der Bäume und den steilen Uferabfall fehlt der Schilfsaum oft gänzlich oder ist sehr schmal ausgebildet.

Breitere Schilfzonen finden sich in den Buchten von Röthensande, Fissau und Uklei. Im See selbst liegen eine Wald- und eine Schilfinsel.

Ein Großteil der Uferstrecke ist bebaut und zum Teil künstlich befestigt, so in den Ortschaften Malente, Fissau und Sielbek.

Die Leitform im Röhrichtgürtel stellt das Schilfrohr (*Phragmites australis*) dar, welches wasserseitig von der Teich-Binse (*Schoenoplectus lacustris*) und dem Schmalblättrigen Rohrkolben (*Typha angustifolia*) begleitet wird. Im Bereich der Zuflüsse wächst am Uferstrand auch der Große Schwaden (*Glyceria maxima*).



In ruhigen Buchten sind Schwimmblattzonen aus Beständen der Weißen Seerose (*Nymphaea alba*) und der Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*) angesiedelt. Nur an einer Stelle am Nordufer wurde ein kleiner Bestand vom Spreizenden Hahnenfuß (*Ranunculus circinatus*) gefunden.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Der Mittelwert der elektrischen Leitfähigkeit des Kellersees lag im Untersuchungszeitraum November 1982 bis zum gleichen Monat des folgenden Jahres bei 465 µS/cm und charakterisiert den See somit als kalkreiches Gewässer.

Im Jahresverlauf treten Schwankungen zwischen 510 µS/cm (im Nov. '82) und 341 µS/cm (Okt. '83) auf, die durch die Aufnahme der Elektrolyte bei der Primärproduktion durch die Pflanzen und Ausfällung im Rahmen der biogenen Entkalkung bedingt sind.

Während Zeiten erhöhter Primärproduktion steigt auch der pH-Wert an der Oberfläche bis auf 9,2 (Juli '83). In der Tiefe kommt es dagegen im Herbst aufgrund verstärkter Mineralisation zu Minima von pH = 7,5. Die Sauerstoffverhältnisse spiegeln die Gegebenheiten eines eutrophen Gewässers mit maximaler Sauerstoffübersättigung von 202% an der Oberfläche während der Hauptproduktionsphase und Defiziten von 4% Sauerstoffsättigung am Ende der Stagnationsphase in der Tiefe. Die durchschnittlichen Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen, ihre Maximal- und Minimalkonzentrationen im Untersuchungs-

zeitraum können der folgenden Tabelle entnommen werden:

		Mittelwert	Maximum	Minimum
(Nitrat- + Nitrit)-Stickstoff	($\mu\text{g/l N}$)	728	4 560	8
Ammonium	($\mu\text{g/l N}$)	342	2 510	5
Phosphat-P	($\mu\text{g/l P}$)	133	381	4

Allerdings liegen die Gehalte der Stickstoffkomponenten in einer ungewöhnlichen zeitlichen Verteilung vor, d. h. sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe nehmen im Laufe des Frühjahrs und Sommers ihre Konzentrationen allmählich zu, um im Juli ein Maximum zu erreichen. Das Minimum wird wieder für Oberfläche und Tiefe gleichzeitig im Dezember erreicht, wenn normalerweise eine hohe Mineralisationsrate zu verzeichnen ist. Üblicherweise nehmen die Nährstoffgehalte dagegen im Laufe der sommerlichen Primärproduktion unter Umständen bis zur Nachweisgrenze ab, wobei entweder Phosphat oder Nitrat die Rolle des Minimumfaktors der Primärproduktion einnimmt. Beim Phosphat liegen entsprechende Verhältnisse vor: Im Verlauf des Frühjahrs nimmt der PO_4 -Gehalt mit wachsender Primärproduktion ab, um im Juli sein Minimum zu erreichen. In der Tiefe dagegen entsteht ein Phosphat-Maximum im September zum Zeitpunkt der größten Sauerstoffzehrung. Die durchschnittliche Sichttiefe beträgt 3,4 m und erreicht ein Maximum im Mai mit 6,5 m und ein Minimum von 1,5 m im Juli. Der Chlorophyll-a Gehalt als Maß der planktischen Primärproduktion beträgt im Jahresdurchschnitt 13,3 $\mu\text{g/l}$ und erreicht einen Spitzenwert von 55,5 $\mu\text{g/l}$ im August. In Bezug auf die ganzjährige Verfügbarkeit von Nährstoffen, besonders dem hohen Stickstoffanteil ist der Kellersee als polytroph einzustufen, während die Sichttiefe, der Gehalt an Chlorophyll a und die Sauerstoffverhältnisse die Bedingungen eines eutrophen Gewässers widerspiegeln (Vollenweider 1979).

Werden alle Faktoren berücksichtigt, so muß der Kellersee als eutrophes Gewässer mit polytropher Tendenz bezeichnet werden.

Flora und Fauna

Phytoplankton

Im Phytoplankton des Kellersees dominieren die Kieselalgen, aber auch Blaualgen treten auf. *Microcystis spec.* tritt ab Juni bis Januar in geringer Zelldichte auf. *Aphanizomenon spec.*, die ab Mai nachzuweisen ist, verursacht im August eine Massenentwicklung, ist aber schon im nächsten Monat verschwunden – wahrscheinlich, weil die Algen auftreiben und durch Windeinwirkung an den Ufern im Schilf zusammengetrieben wurden.

Auffällig ist in diesem Zusammenhang, daß einige Algen, die sonst gleichmäßig über mehrere Monate verteilt auftreten, nur im August nicht anzutreffen sind. Dazu zählen die Kieselalgen *Cyclotella comta*, die sonst ganzjährig auftritt und *Melosira granulata*, die im September zur Massenentwicklung kommt und sich den ganzen

Herbst hindurch mit größerer Zellzahl halten kann. Auch die Goldalge *Tribonema spec.*, die ab Mai auftritt, ist durch einen Ausfall im August und einen Anstieg der Dichte im September gekennzeichnet. Bei den Dinophyceen erreicht die Art *Ceratium hirundinella*, die ab März auftritt, ein Maximum im Juli, welches im August auf eine geringe Zelldichte abfällt.

Nicht in ihrer Verteilung von *Aphanizomenon* beeinflusst scheinen die Kieselalgen *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis*, die ganzjährig vorkommen und beide einen Verteilungsspeak im Mai und Juni aufweisen.

Zooplankton

Auch bei den Rotatorien, von denen die Art *Keratella cochlearis* das ganze Jahr über dominiert, ist ein starker Rückgang der Individuenzahl im August zu verzeichnen, der schon im nächsten Monat wieder ausgeglichen ist.

Im Juni, Juli und im September wird das Zooplankton bis zu 98% von Rotatorien bestimmt. Im Herbst und Winter dagegen bilden die Crustaceen den größten Prozentanteil mit den beiden Arten *Eudiaptomus gracilis* und *Cyclops abyssorum*, deren Häufigkeit in ihrer zeitlichen Verteilung gegenläufig ist. Erstere Art ist im Herbst häufig vertreten und wird im Laufe des Frühjahrs bis zum April von *Cyclops abyssorum* abgelöst. Danach wird letztere Art vollständig und erste bis auf einen kleinen Rest vom Wasserfloh *Daphnia galeata* verdrängt, der im Laufe des Sommers mit dem Hüperling *Mesocyclops leuckarti* konkurrieren muß. Im September hat der letztere 90% der Individuenzahl aller Crustaceen, die wiederum nur noch 16% des gesamten Zooplanktons umfassen, erreicht.

Benthische Flora und Fauna

Die häufigste Art der submersen Makrophyten im Kellersee ist das Kammförmige Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) welches bis zu einer maximalen Tiefe von 5 m vordringt. Diese Art kommt meist vergesellschaftet mit dem Durchwachsenen Laichkraut (*P. perfoliatus*) vor, welches auch in Einzelbeständen mit teilweise großer Dichte vorkommt.

An einzelnen wenigen Stellen kommen folgende weitere Laichkrautarten vor, die den Gelegürtel ergänzen: Flachstengeliges Laichkraut (*P. compressus*), Krauses Laichkraut (*P. crispus*), Spiegelndes Laichkraut (*P. lucens*).

Ebenfalls vereinzelt und in den Bestand an submersen Makrophyten eingestreut kommen das Rauhe Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), die Wasserpest (*Elodea canadensis*), das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und der Sumpf-Teichfaden (*Zannichellia palustris*) bis in 2 m Wassertiefe vor. Bemerkenswert ist das regelmäßige Auftreten von Armleuchteralgen (*Chara spec.*), die allerdings nicht tiefer als 3 m vordringen können und bei andauernden eutrophen Verhältnissen in der Konkurrenz gegenüber den Gefäßpflanzen unterliegen.

Eine ärmere Unterwasservegetation findet sich in Bereichen mit steil abfallendem Ufer wie dies am Eingang der Fissauer Bucht zutrifft. Auch die Malenter Bucht weist

Zonen ohne Bewuchs auf und ist artenärmer als übrige Bereiche, obwohl ihre Hangneigung geringer ist. Allerdings tritt dort schon in geringer Wassertiefe Faulschlamm auf, welcher durch die Belastung der Malenter Au bedingt ist.

Weiterhin sind einige Uferstrecken mit größeren Steinen bedeckt, die sich hinderlich auf die Ausbildung eines geschlossenen Vegetationsgürtels auswirken.

Der Kellersee bietet unterschiedlich angepaßten Bodenbewohnern Substratbereiche wie schlammig-sandige Uferbänke, größere Steine und einen abwechslungsreichen Pflanzenbewuchs als Siedlungsgrundlage.

Die sandigen Benthonbereiche werden vor allem von Muscheln (*Anodonta anatina*, *A. cygnea* und *A. cygnea cellensis*, *Dreissena polymorpha*, *Pisidium henslowianum* und *P. spec.*, *Sphaerium corneum*, *Unio lacustris*), Egel und kleinen Muschelkräben besiedelt. Auf Hartsubstrat zwischen einzelnen Algenbüscheln leben Flohkrebse (*Gammarus lacustris*), verschiedene Dipterenlarven und vor allem Chironomidenlarven. Außerdem ist dieser Lebensraum auffällig von dem Moostierchen *Plumatella emarginata* bewachsen. Das Phytal, das bis zu einer Tiefe von 3 m stark ausgebildet ist, bietet vor allem vielen Schneckenarten (u. a. *Bithynia tentaculata*, *Potamopyrgus jenkinsii*) sowie Krebsen (*Daphnia longispina*, *Leptodora kindtii*, *Simiocephalus sp.*) und Insekten Lebensraum.

Auch der Schlamm zeigt sich bis in eine Tiefe von 5 m reich belebt. Die Muschel *Dreissena polymorpha*, der Wurm *Nais variabilis*, der Egel *Helobdella stagnalis*, die Assel *Asellus aquaticus* und Chironomidenlarven bestimmen das Besiedlungsbild.

Fische

Der Kellersee wird von einem Berufsfischer bewirtschaftet. Wirtschaftlich bedeutende Fische sind Brachsen (*Abramis brama*), Aal (*Anguilla anguilla*), Plötze (*Rutilus rutilus*) und die Raubfische Zander (*Stizostedion lucioperca*) und Hecht (*Esox lucius*). Auch die kleine Maräne (*Coregonus albula*) gehört zu den Wirtschaftsfischen des Kellersees. Ihr Bestand muß allerdings durch dauernde Besatzmaßnahmen aufrecht erhalten werden.

Sediment

Die Uferbank wird vor allem am Ost- und Südwestufer von sandigem Untergrund, dem in Flachwasserbereichen Mudde beigemischt ist, gebildet, so daß der Sumpfteichfaden (*Zannichellia palustris*) gute Ausbreitungsmöglichkeiten findet. Ansonsten steht bis ca. 4 oder 5 m Tiefe detritusreicher Sand an, der von Muscheln besiedelt wird.

Die Schalenzone liegt zwischen 5 und 6 m Tiefe. Unterhalb dieses Bereichs verläuft eine Übergangszone von graubraunem Schlamm zur Faulschlammzone in 9 m Tiefe.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Der Kellersee liegt im oberirdischen Einzugsgebiet der Schwentine und ist Bestandteil dieses Flußsystems.

Der bedeutendste Vorfluter ist die Schwentine, der vor der Einmündung in den Kellersee die Gewässergüteklasse II (mäßig belastet) zugeordnet werden kann. Die Malenter Au ist kritisch belastet, bedingt durch Zuführung von ungenügend gereinigtem Abwasser der zentralen Kläranlage Malente, die bis April 1985 mit neuem Belebungsbecken der zweistufigen Belebung ausgebaut wird.

Weiterhin liegt im Einzugsgebiet des Sees die zentrale Kläranlage Eutin, die seit 1972 mit einer dritten Reinigungsstufe ausgestattet ist. Zur Zeit wird ein Belebungsbecken ausgebaut, welches Nitrifikation und Denitrifikation ermöglicht.

Der Ablauf des Kellersees, die Schwentine, ist kritisch belastet (Gewässergüteklasse II bis III).

Nach einer Untersuchung über Bedarfsentwicklung und Standortmöglichkeiten für Wassersportanlagen (Gondesen, Trüper 1983) sind 6,2 km, d. h. 23% des gesamten Ufers für entsprechende Einrichtungen geeignet. Insgesamt existieren zur Zeit 62 Boots- und Liegeplätze an Stegen und 85 Landliegeplätze. Außerdem wird am Kellersee Sportfischerei betrieben. Ein Campingplatz, in dessen Umgebung die Ufer verbaut sind, befindet sich in der Fissauer Bucht und öffentliche Badestellen umfassen 3,2% der Uferlänge.

Nutzungskonflikte, die zwischen Wassersportbetreibern und Erholungssuchenden zum einen und den Belangen der empfindlichen Ufervegetation, Vogel- und Fischwelt zum anderen entstehen, betreffen hauptsächlich die Bereiche in der Fissauer Bucht, das Rothensander Ufer, die Ufer unterhalb des Ihlsees und Teile des Ufers in Sielbeck. In ornithologischer Hinsicht kommt dem Kellersee vor allem aufgrund des starken Halbrästaucherbestandes und wegen seiner Eignung als Rastplatz für Durchzügler und Überwinterungsplatz – der See vereist wegen der großen Tiefe und der ausgedehnten Wasserfläche nur zögernd – regionale Bedeutung zu.

Sperzonen in schutzwürdigen Bereichen, die Betreten oder Befahren untersagen, umfassen am Kellersee ca. 20 ha, die am Schwentineauslauf und in der Bucht vor Rothensande liegen.

Literatur:

- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN, Kiel: Güte-längsschnitte im Einzugsgebiet der Schwentine (1984); A 51.
- GONDESEN, Ch., TRÜPER, T. (1983): Wassersport Großer Plöner See – Kellersee
Untersuchung der Bedarfsentwicklung und der Standortmöglichkeiten für Sportboothäfen und sonstige Wassersportanlagen am Großen Plöner See und am Kellersee beispielhaft für die Binnenseen in Schleswig-Holstein im Auftrage des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Schleswig-Holstein.
- GRIPP, K. (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein; Neumünster, Wachholtz 411 S.
- TRETER, U. (1981): Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete; Berliner Geograph. Abhandlungen, Heft 33, im Selbstverlag des Inst. f. Phys. Geographie, Freie Universität Berlin.
- VOLLENWEIDER (1979): Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozeß stehender Gewässer und Talsperren Z.f. Wasser- und Abwasserforschung, Nr. 2, S. 46–56.

Langsee

Lage: R 35 36, H 60 49

Topographische Karte: L 1522 Schleswig

Entstehung/Seetyp: Der Langsee liegt im Jungmoränengebiet Angeln und ist aus einer subglazialen Schmelzwasserrinne entstanden. Diese gabelt sich an ihrem westlichen Ende und durchbricht in zwei Armen den Endmoränenwall. Einer davon mündet bei Lürschau in eine Sanderwurzel, während der andere die vom Idstedter See gefüllte Depression bildet.

Mischungsverhalten: überwiegend dimiktisch

Höhenlage: 16,3 m ü NN

Oberfläche: 1,4 km²

Volumen: $8,5 \cdot 10^6$ m³

Tiefe max.: 13,3 m, mittl.: 6,1 m

Einzugsgebiet: 32,8 km²

Umgebungsfaktor: 22,4

Ufer: Länge 11,5 km, Entwicklung: 2,5

Einzugsgebiet

Die heutige Seeoberfläche liegt 15–25 m unter dem Niveau der kuppigen Grundmoräne, die im Norden und Süden an den See grenzt und relativ steil zum Ufer abfällt.

Westlich wird das Gebiet von Endmoränenwällen mit mesotropher Braunerde begrenzt. Entsprechend der Morphogenese dominieren Geschiebelehm und -sand mit schluffigen Ablagerungen in den Senken, die Stauansse hervorrufen können, so daß sich auch anmoorige Böden finden – so nördlich von und in Süderfahrenstedt und im Entwässerungsgebiet des Vorfluters Brecklingfeld.

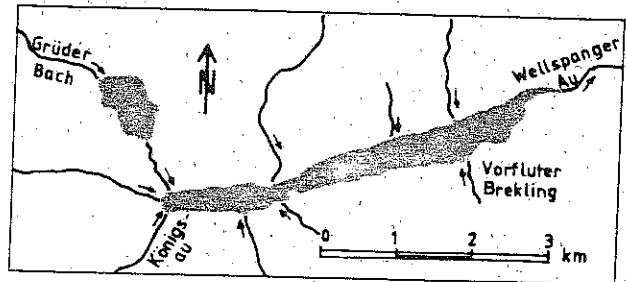
Das Gebiet wird mit Ausnahme des Truppenübungsplatzes Langsee überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt, wobei der Ackerbau einen besonders hohen Stellenwert einnimmt. Die stauanssen Senken werden mit Grünland bewirtschaftet. Die Endmoränen mit 9% der Gebietsfläche sind überwiegend bewaldet.

Der größte Zufluß neben acht kleineren Vorflutern, die mengenmäßig unbedeutend sind, ist der Grüder Bach, der gleichzeitig Auslauf des Idstedter Sees ist. Der Langsee selbst entwässert in die Wellspanger Au und gehört zum Flußsystem Schlei/Ostsee.

Ufer

Der See wird durch die Enge bei Güldenholm, die dicht mit Schilf und Gelber Teichrose bewachsen ist, in zwei Abschnitte unterteilt. Es bleibt ein Durchgang von nur einem Meter.

Der Westteil, der ein Drittel der Gesamtfläche einnimmt, ist maximal 3 m tief und zeigt zunehmende Verlandungstendenz. Am gesamten Südwestufer und insbesondere an den Mündungen der Vorfluter, die als typische Verlandungszonen ausgebildet sind, ist der Röhrichtgürtel besonders stark ausgeprägt. Der dichte Bewuchs



setzt sich aus verschiedenen röhrichtbildenden Pflanzen zusammen.

Erwähnt seien das Schilfrohr (*Phragmites australis*), der Breitblättrige Rohrkolben (*Typha latifolia*), der Schmalblättrige Rohrkolben (*Typha angustifolia*) und der Ästige Igelkolben (*Sparganium ramosum*).

Der Ostteil des Langsees weist eine in der Mitte verlaufende ca. 10 m tiefe Rinne auf. Der Uferabfall zu beiden Längsseiten des Sees auf diese Tiefe ist entsprechend steil, so daß es den Pflanzen des Schilfgürtels nicht möglich ist, weiter als 4–5 m in die Wasserfläche vorzudringen. Das Schilf wird hier streckenweise auch vom Großen Schwaden (*Glyceria maxima*) abgelöst, dessen Bestände aber nicht so dicht wachsen.

An der Mündung der Wellspanger Au hat sich aufgrund der geringen Wassertiefe ein bis zu 30 m breiter Schilfgürtel ausgebildet, dem ein breiter, vollständig von der Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*) bedeckter Bereich vorgelagert ist.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Im Untersuchungszeitraum April 1975 bis Juni 1976 weisen die gemessenen Nährstoffkonzentrationen den Langsee als Gewässer im Stadium zwischen eutrophen und polytrophen Zustand aus.

Die elektrische Leitfähigkeit beträgt im Jahresdurchschnitt 267 μ S/cm, so daß der Langsee in die Reihe der Seen mit mittleren Kalkgehalt einzugruppiert ist. Die pH-Werte steigen während dem Zeitraum hoher Primärproduktion an der Oberfläche auf Werte über 8 (max. pH = 8,7) und liegen in der Tiefe von 10 m im östlichen See teil immer bei 7,5.

Die jährlichen Durchschnittswerte von Gesamt-Stickstoff liegen bei 1 800 μ g/l und bei 300 μ g/l Gesamtphosphor.

Nitratstickstoff mit einem Jahresmittel von 600 μ g/l und Phosphatphosphor mit 150 μ g/l sind ganzjährig, auch während der Hauptproduktionsphase im Frühjahr und Sommer frei verfügbar.

Zur Ergänzung dieser Daten seien einige Nährstoffe im Vergleich einzelner Monate in aufeinander folgenden Jahren dargestellt, die einen Blick auf die weitere Entwicklung des Sees im Bezug auf die Nährstoffe werfen soll:

	Sept. 75	Sept. 77	Okt. 75	Okt. 78	Juni 75	Juni 76	Juni 80
PO ₄ -P (µg/l)	70	—	280	46	160	90	136
Ges.-P (µg/l)	350	130	290	120	160	180	180
NO ₃ -N (µg/l)	200	—	600	823	1 000	1 000	950
Ges.-N (µg/l)	400	1 170	1 400	4 110	1 700	3 400	3 650

Während der sommerlichen Stagnation treten zwar die für eutrophe bzw. polytrophe Seen typischen O₂-Übersättigungen in der Zone mit hohem Algenwachstum auf, es kommt allerdings aufgrund der geringen Tiefe nicht zu langfristigen Sauerstoffzehrungen unter 30%, mit Ausnahme des Zeitraumes Juli bis August 1975 in der tiefen Rinne im östlichen Seeteil zwischen den Einleitungen der Vorfluter Süderfahrenstedt und Brekling.

Die Primärproduktion, gemessen am Chlorophyll-a Gehalt und die entsprechend niedrigen Sichttiefen unterstreichen den eutroph-polytrophen Charakter des Sees.

Die durchschnittliche Chlorophyll a-Konzentration von 37 µg/l erreicht im April bis Juni Spitzenwerte von weit über 100 µg/l Chl. a.

Auffällig ist dabei, daß östlicher und westlicher Seeteil immer zeitlich versetzt zu ihrem Produktionsmaximum gelangen, und zwar in jedem Frühjahr im westlichen Kleinen Langsee beginnend. Diese Erscheinung ist mit höherer Verfügbarkeit von Phosphat-Phosphor im westlichen Seeteil gekoppelt. Hier errechnet sich ein Jahresdurchschnitt von 240 µg/l PO₄-P, während es im östlich anschließenden Großen Langsee 100 µg/l PO₄-P sind.

Die mittlere Sichttiefe liegt bei 1,5 m und erreicht Maximalwerte von 3,5 m im Großen Langsee, während sie im Kleinen Langsee (westl. Seeteil) selbst im Winter nicht unter 2 m fällt. Dort ergibt sich ein Jahresmittel von 0,8 m.

Flora und Fauna

Phytoplankton

Das Planktonbild ist im Sommerhalbjahr von mächtigen Blaualgenblüten geprägt, die hauptsächlich durch das Massenaufreten von *Microcystis aeruginosa* bedingt sind. Aber auch die für nährstoffreiche Gewässer charakteristische Alge *Aphanizomenon flos-aquae* erreicht hohe Zellzahlen. Von den Grünalgen sind aufgrund ihrer Individuendichte nur wenige Arten bedeutungsvoll (*Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum boryanum*). *Pandorina morum* erreicht eine kurze Blüte im Juni. Im Winter und im Frühjahr dominieren die Kieselalgen mit den Arten *Melosira granulata* bzw. *Asterionella formosa* und *Nitzschia acicularis*.

Zooplankton

Bei der semiquantitativen Bestandsaufnahme wurden nur wenige Arten gefunden. Dabei handelt es sich im wesentlichen um eine Crustaceenpopulation der Rüsselkrebse *Bosminia longirostris* und der Flohkrebse *Daphnia pulex* und *D. cucullata*.

Bei den Rädertieren erreichen die Arten *Brachionus calyciflorus*, *Keratella cochlearis* und *Polyarthra vulgaris* größere Zellzahlen.

Benthische Flora und Fauna

Die Unterwasservegetation ist trotz der geringen Tiefe nur spärlich entwickelt. Flächendeckende Bestände können sich wegen der geringen Eindringtiefe des Lichtes nicht bilden, so daß nur Einzelexemplare vom Zarten Hornblatt (*Ceratophyllum submersum*), vom Ährigen Taussendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und Zungen-Hahnenfuß (*Ranunculus lingua*) gefunden wurden.

Der Röhrichtgürtel beherbergt zahlreiche Organismen, vor allem Schnecken (*Radix peregra*, *Bulimus tentaculatus*), Muscheln (*Dreissena polymorpha*, *Anodonta cygnea*, *Pisidium spec.*) und Egel (*Erpobdella octoculata*, *Piscicola geometra*) in großer Individuenzahl.

Unter den Benthonbewohnern finden sich weiterhin eine große Zahl von Asseln (*Asellus aquaticus*), Gammariiden, drei verschiedene Eintagsfliegenarten (*Baetis spec.*, *Caenis spec.*, *Cloen dipterum*), zwei Libellenarten (*Aeschna spec.*, *Coenagrion spec.*) und häufig auch die Ruderwanze (*Corixa punctata*) und Schlammfliegenlarven (*Sialis spec.*).

Fische

Der Bestand des Langsees setzt sich fast ausschließlich aus Weißfischen (Cypriniden) zusammen, die relativ unempfindlich gegenüber anthropogen belasteten Gewässern sind. Von diesen sind vor allem die Plötze (*Rutilus rutilus*), Güster (*Blicca bjoerkna*) und Brachsen (*Abramis brama*) vertreten. Durch Besatzmaßnahmen wird versucht, eine Population der Raubfische Zander (*Stizostedion lucioperca*) und Hecht (*Esox lucius*) zu stabilisieren.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Die neun in den See mündenden Vorfluter sind mit Ausnahme des Grüder Bachs, der mengenmäßig der bedeutendste ist, deutlich bis außerordentlich stark belastet. Allein sechs von diesen münden in den westlichen Seeteil („Kleiner Langsee“) und verursachen dort deutlich polytrophe Zustände. Die Sanierung der Abwasserhältnisse im Einzugsgebiet des Langsees ist deshalb erforderlich.

Literatur:

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN.
Seenbericht Langsee (1981)

Neversdorfer See

Lage: R 35 82, H 59 72

Topographische Karte: L 2126 Bad Segeberg

Entstehung/Seetyp: Der Neversdorfer See ist in der Weichseleiszeit entstanden und stellt eine mit Wasser gefüllte glaziale Schmelzwasserrinne dar.

Mischungsverhalten: Da der See sehr flach ist, tritt eine thermische Schichtung nur bedingt im Sommer auf.

Höhenlage: 22,2 m ü NN

Die Schwankung des Seespiegels, die durch eine Stauvorrichtung geregelt wird, beträgt 0,7 m. Im Oktober bis November wird um 0,5 m gesenkt und nach dem Frost wieder aufgestaut.

Oberfläche: 0,8 km²

Volumen: $2,6 \cdot 10^6$ m³

Tiefe max.: 9,2 m, mittl.: 3,2 m

Erneuerungszeit: $\frac{1}{2}$ Jahr, wenn nur das Verhältnis von Seevolumen zu jährlich durchfließender Wassermenge berücksichtigt wird

$2\frac{1}{4}$ Jahr, wenn man gleichzeitig berücksichtigt, daß größter Zufluß und Abfluß des Sees dicht nebeneinander liegen

10 Jahre (Ohle 1974)

Einzugsgebiet: 26,3 km²

Umfangsfaktor: 31,5

Ufer: Länge 7,7 km, Entwicklung: 2,5

Einzugsgebiet

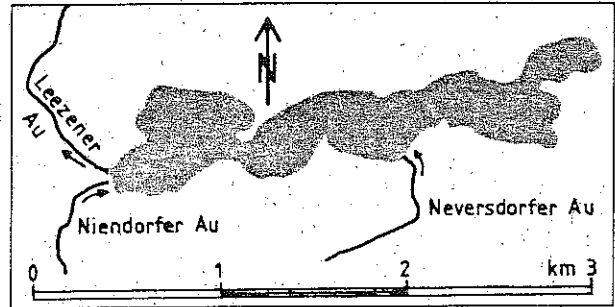
Der Neversdorfer See liegt am Rande des östlichen Hügellandes in einem Gebiet mit kleinkuppigen Geländeformen und Höhen, die nicht über 50 m über NN hinausgehen.

Die beiden Hauptzuflüsse sind die Groß-Niendorfer Au mit dem größten Entwässerungsgebiet und die Neversdorfer Au. Abfließend ist die Leezener Au, die in den Mözener See mündet. Der Neversdorfer See gehört zum Flußsystem der Trave.

Die Böden bestehen aus Sand, der im Nordostteil des Einzugsgebietes mit Lehm vermischt ist. Die Flächen des Einzugsgebietes werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt, davon mehr als die Hälfte für Getreide, 23 % für Grünland, 12 % für Hackfrüchte und 4 % sind bewaldet. Bebaut sind etwa 5 % der Gesamtfläche, wobei es sich um die Ortschaften Groß-Niendorf, Neversdorf, teilweise Bebensee und das besiedelte Südufer des Sees handelt.

Der Neversdorfer See wird von einem schmalen, maximal 2 m breiten Schilfgürtel gesäumt. Einige Uferbereiche sind gänzlich unbewachsen. Besonders am Südufer wird der schmale Bewuchsstreifen zusätzlich durch private Bootsstege unterbrochen.

In losen Beständen wechseln Schilf (*Phragmites australis*), Teich-Binse (*Schoenoplectus lacustris*), Schmal-



blättriger Rohrkolben (*Typha angustifolia*), Großer Schwaden (*Glyceria maxima*) und Rohrglanzgras (*Typhoides arundinacea*). Ferner findet sich regelmäßig die Wasserschwertlilie (*Iris pseudacorus*) und in kleineren Buchten als Reinbestand der Ästige Igelkolben (*Sparganium erectum*), Wasserknöterich (*Polygonum amphibium*) und Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) oder Weiße Seerose (*Nymphaea alba*).

Vor dem Auslauf des Sees, der Leezener Au, hat sich eine Verlandungszone gebildet, die gänzlich mit der Gelben Teichrose besiedelt ist. Arten, die noch 1971–74 von Ohle nachgewiesen wurden, konnten 1979 nicht mehr gefunden werden, so: Kalmus (*Acorus calamus*), Wasserschierling (*Cicuta virosa*), Froschbiß (*Hydrocharis morsus-ranae*), Schwimmendes Laichkraut (*Potamogeton natans*) und Wasserhahnenfuß (*Ranunculus aquatilis*).

Wasserchemismus und Trophiegrad

Da der Neversdorfer See sehr flach ist, treten charakteristische Schichtungen während der Sommerstagnation nur ansatzweise zwischen 3–5 m auf, eine ausgesprochene Sprungschicht fehlt. Im August '78 und im Juni '79 hat das Wasser in der gesamten Säule bis über Grund 17 °C.

In den anderen Monaten nimmt die Temperatur kontinuierlich zur Tiefe hin ab.

Mit dem Mittelwert der elektrischen Leitfähigkeit im Untersuchungszeitraum Mai '78 bis Juli '79 von 372 μ S/cm an der Oberfläche und von 400 μ S/cm in der Tiefe gehört der Neversdorfer See zu den kalkreichen Seen Schleswig-Holsteins.

Im Jahresverlauf treten große Schwankungen dieser Werte auf, die durch den Verbrauch von Nährsalzen bei der intensiven Planktonproduktion und durch biogene Entkalkung bedingt sind. Im Frühjahr fällt die Leitfähigkeit von 440 μ S/cm auf 285 μ S/cm, und im Winter wieder einen Maximalwert von 455 μ S/cm zu erreichen.

Wie die Leitfähigkeit so zeigen auch die pH-Werte in der Oberflächenschicht eine ausgeprägte Primärproduktion an. Durch den Verbrauch von CO₂ bei der Assimilation steigt der pH-Wert im Juni 1978 auf 9,7 an und geht ab Oktober wieder rasch zurück, um sich im November bei pH = 7,5 einzupendeln.

Die Sauerstoffverhältnisse im Neversdorfer See zeigen im Untersuchungszeitraum die typischen Verhältnisse eines polytrophes Sees. Im Juni 1978 kommt es zu Übersättigungen bis zu 325%, die durch die hohen Temperaturen, die im Sommer auf 22 °C steigen können, und die damit verbundene hohe Stoffwechselaktivität mit bedingt sind.

Trotz der geringen Tiefe liegt die Sauerstoffsättigung über dem Grund überwiegend unter 20%. Im Winter dagegen bewegen sich die Sauerstoffgehalte in der gesamten Wassersäule im Bereich der Sättigung.

Die Abnahme der Mengen an pflanzenverfügbaren Nährstoffen spiegeln den Verlauf der Primärproduktion wider. Im Mai 1978 enthält der Neversdorfer See noch 4000 µg/l NO₃-N in der Oberflächenschicht, welches allerdings im August völlig aufgebraucht ist. Die Planktonproduktion bricht zusammen und der Nitratgehalt steigt wieder an, um ab Dezember ein Plateau bei 4200 µg/l zu erreichen.

Die Ganglinien an der Oberfläche und in der Tiefe überdecken sich weitgehend, da der See nicht geschichtet ist. Für Ammonium errechnet sich ein mittlerer Gehalt von 0,6 mg/l.

Beim PO₄-P ergibt sich in der Tendenz das gleiche Bild wie beim Nitrat, mit dem Unterschied, daß die Reserven hier nur bis auf 20 µg/l aufgebraucht werden. Die Maximalkonzentration liegt bei 680 µg/l im Dezember, und im Mittel ergibt sich ein Wert von 210 µg/l. PO₄-P. Die Tiefenwerte in 8 m zeigen Peaks von 870 im August bzw. 690 µg/l PO₄-P im November zu den Zeiten der stärksten O₂-Zehrung, die durch die Freisetzung von Phosphat aus dem Sediment hervorgerufen sein können.

Aufgrund seiner Sauerstoffbilanz und den gemessenen Nährstoffkonzentrationen zählt der Neversdorfer See zum polytrophes Seetypus. Auch die Sichttiefen, die von Mai bis August nicht über 0,5 m liegen, bestärken diese Beurteilung. Ein Maximum wird im Dezember mit 1,5 m erreicht. Die Planktonproduktion zeigt einen deutlichen Höhepunkt im August 1978 mit einem Gehalt von 223 µg/l Chl. a.

Besonders dichte Chlorophyll 'a Konzentrationen finden sich vor der Mündung der Neversdorfer Au. Die Minima liegen um 12 µg/l Chl 'a im Dezember. Es ergibt sich ein Mittelwert von 76 µg/l, der die höchste Konzentration darstellt, die im Rahmen des Seenprogramms des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein gemessen wurde, womit der Neversdorfer See in Bezug auf diesen Parameter als polytroph, zeitweilig sogar als hypertroph anzusprechen ist.

Flora und Fauna

Phytoplankton

Der Neversdorfer See stellt sich im Frühjahr und Sommer schon rein äußerlich als hochproduktiver See dar. Ausgeprägte Blaualgenblüten, verursacht durch *Microcystis aeruginosa* färben das Wasser grün oder blaugrün.

Sie erreichen ihr Maximum jeweils im Juli bzw. August. Durch die Fähigkeit, sich aufreiben zu lassen und sich an der Oberfläche zu sammeln, führt diese Alge zur Wachstumshemmung anderer Plankter. Nur einige Grünalgen, darunter *Pediastrum boryanum*, *P. duplex* und *Scenedesmus quadricauda*, erreichen noch mäßige Individuendichte.

Zooplankton

Da die Blaualgen Kolonien bilden und dadurch wegen ihrer Größe als Nahrung für Zooplankter ungeeignet sind, verarmt diese Faunengruppe in der Arten- und Individuenzahl. In der Zusammensetzung des Zooplanktons sind verschiedene Rotatorien dominant.

Benthische Flora und Fauna

Ebenfalls infolge der Blaualgenblüte und der damit verbundenen geringen Sichttiefe sind die Unterwasserpflanzen auf zwei Arten mit wenigen Exemplaren reduziert. Es handelt sich um die Wasserpest (*Elodea canadensis*) und das Kammförmige Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*). Seit der Unterwasserkartierung durch Ohle 1974 sind demnach 4 weitere Arten verschwunden, nämlich das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), das Krause Laichkraut (*Potamogeton crispus*), das Spiegeleinde Laichkraut (*P. lucens*) und das Durchwachsene Laichkraut (*P. perfoliatus*). Die Unterwasservegetation wird zum einen durch die geringe Sichttiefe, gehemmt und zum anderen dadurch, daß große Teile des Grundes mit Faulschlamm bedeckt sind und eine Besiedlung unmöglich machen. Vertreter der benthischen Fauna können nur im Schilfgürtel und in einer schmalen Zone mit kiesig-sandigem Untergrund nachgewiesen werden. Sowohl an Arten als auch an Individuen sind die Egel am reichsten, und zwar vor allem der Kleine Scheckeneigel (*Glossiphonia heteroclita*) und der Rollegel (*Erpobdella octoculata*). Bei den Schnecken entwickeln sich am zahlreichsten die Schlamm- und Röhrenschnecke (*Radix peregra*) und die Blasen- schnecke (*Physa fontinalis*). Im Sediment selbst entwickeln sich die Asseln (*Asellus aquaticus*), Schlammröhrenwürmer (*Tubifex spec.*) und Zuckmückenlarven (*Chironomidae spec.*) am stärksten.

Fische

Da der See jahrelang nicht regelmäßig befischt wurde, und aufgrund seiner hohen Produktivität ist er zur Zeit mit Weißfischen (*Cypriniden*), die im Gegensatz zu anderen Arten relativ unempfindlich sind, überbesetzt. Besonders Plötze (*Rutilus rutilus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Güster (*Blicca bjoerkna*) und Brachsen (*Abramis brama*) machen den Hauptbestand des Neversdorfer Sees aus. Als Raubfisch kommt der Zander (*Stizostedion lucioperca*) vor, der anders als der Hecht (*Esox lucius*) das Röhricht nicht als Lebensraum benötigt. Für letztere Art als auch für Aal (*A. anguilla*) und Schlei (*T. tina*) werden Besatzmaßnahmen durchgeführt.

Weiterhin werden Barsch (*Perca fluviatilis*) und Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) gefangen, während Gründling (*G. gobio*) und Karausche (*C. carassius*) selten geworden sind und Ukelei (*A. alburnus*) und Steinbeißer

(*Cobitis taenia*) 1930 zuletzt nachgewiesen wurden. Anzuführen ist, daß der gesamte Fischbestand durch die chemisch-physikalischen Bedingungen im See stark gefährdet ist. Durch die hohen Sauerstoffübersättigungen an der Oberfläche ist die Möglichkeit gegeben, daß die sogenannte „Gasblasenkrankheit“ ausgelöst wird.

Außerdem steigt der pH-Wert dort zeitweilig in den stark alkalischen Bereich. Dies ist von zweifacher Bedeutung:

1. im stark alkalischen Bereich treten Verätzungen von Schuppen, Augen und Flossen auf
2. bei hohem pH kommt es zur Bildung von Ammoniak aus Ammonium. NH_3 ist ein starkes Oxidationsgift, so daß Verhältnisse mit 1,5 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ bei einem pH-Wert von 8,8 wie sie im Oktober 1978 gemessen wurden, eine kritische Situation für verschiedene Fischarten im Untersuchungszeitraum darstellten.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Der polytrophe Zustand des Neversdorfer Sees ist auf den Eintrag von Nährsalzen und organischen Stoffen aus den zeitweilig stark belasteten Vorflutern zurückzuführen. So sind die Niendorfer Au, die über 80% der Gesamtlast der Nährsalze einträgt und die Neversdorfer Au im Untersuchungszeitraum 1978 bis 1979 deutlich bzw. stark belastet.

Der besorgniserregende Zustand des Sees machte konsequente Maßnahmen zur Fernhaltung anthropogen bedingter Nährstoffe aus den Seezuläufen erforderlich. Deshalb wurde 1979 eine Ringkanalisation im Bereich des Neversdorfer Sees fertiggestellt. Das zentrale Klärwerk in Neversdorf reinigt vollbiologisch Abwässer der Gemeinden Bebensee, Groß-Niendorf, Leezen und Neversdorf, die dann in die Trave eingeleitet werden und somit den Neversdorfer See nicht mehr belasten. Mit dem Ausbau der Ortsentwässerung hat sich der Nährstoffeintrag über die einmündenden Gewässer beträchtlich verringert. So ist vom chemischen Güteindex her die Niendorfer Au 1982 nur noch als kaum und die Neversdorfer Au als

mäßig belastet einzustufen. Der verbleibende Restbetrag des Nährstoffeintrags rührt wahrscheinlich von Verschmutzung durch landwirtschaftliche Betriebe und Abschwemmungen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Leezener Au als Seeablauf ist mäßig, und damit stärker als der größte Zufluß, belastet.

Um den Neversdorfer See über die bereits durchgeführten abwassertechnischen Maßnahmen hinaus weiter zu entlasten, werden als Modellvorhaben unmittelbar vor Einmündung der Neversdorfer Au in den See drei hintereinander geschaltete Vorseen eingerichtet. Die beiden letzten Vorseen sind mit Makrophyten bepflanzt, die eine beträchtliche Phosphat-Eliminierung bewirken sollen. Zusätzlich ist später noch der Bau einer Fällungsstufe vorgesehen.

Insgesamt sollen hiermit Verfahren zur weiteren Reduzierung von Restbelastungen in kleineren Fließgewässern erprobt werden.

Von den jetzt durchgeführten Sanierungsmaßnahmen wird eine allmähliche Verbesserung im Zustand des Neversdorfer Sees erwartet. Allerdings wird sich die „interne Düngung“ durch Rücklösung von Nährstoffen aus dem Sediment noch über längere Zeiträume bemerkbar machen.

Literatur:

- MUUS, U., PETERSEEN, M., KÖNIG, D. (1973): Die Binnengewässer Schleswig-Holsteins; Karl Wachholtz-Verlag; Neumünster.
- OHLE, W. (1959): Die Seen Schleswig-Holsteins; ein Überblick nach regionalen, zivilisatorischen und produktionsbiologischen Gesichtspunkten; Jahrbuch vom Wasser; Bd. 26, 16-41
- SACH, H. (1979): Der Neversdorfer See, seine biologische Gefährdung und die Bemühungen der Bürgerinitiative „Rettet den Neversdorfer See“; Sonderdruck aus „Heimatkundl. Jahrbuch f. d. Kreis Segeberg“.
- WEGEMANN (1915): Die Seen Mittelholsteins; Sonderdruck aus den Abhandlungen der Königlich Preussischen Landesanstalt, H. 64; Berlin

Nortorfer Seenkette

Lage: R 35 59, H 60 09

Topographische Karte: L 1724 Rendsburg-Ost,
L 1924 Neumünster

Entstehung/Seetyp: Ältere Auffassungen deuten dieses Rinnensystem als subglaziales Entwässerungssystem des Nortorf-Warder-Gletschers; nach neueren Überlegungen handelt es sich jedoch um z. T. subaerisch in Sanderflächen über Toteis angelegte Kastentäler, deren Böden aufgrund unterschiedlicher Nachsackungsbeträge des unterlagernden Toteises ihr durchgehendes Gefälle verloren haben.

Höhenlage:

Brahmsee, Wardersee 19,0 m ü NN
Pohlsee, Manhagener See 20,4 m ü NN
Borgdorfer See 20,8 m ü NN

Oberfläche:

Brahmsee 1,02 km²
Wardersee 0,50 km²
Pohlsee 0,46 km²
Manhagener See 0,16 km²
Kleiner Pohlsee 0,06 km²
Borgdorfer See 0,48 km²

Volumen:

Brahmsee $5,92 \cdot 10^6$ m³
Wardersee $2,17 \cdot 10^6$ m³
Pohlsee $3,74 \cdot 10^6$ m³
Manhagener See $0,59 \cdot 10^6$ m³
Borgdorfer See $1,39 \cdot 10^6$ m³

Tiefe:

Brahmsee max. 10,4 m; mittl. 5,8 m
Wardersee max. 9,2 m; mittl. 4,3 m
Pohlsee max. 20,5 m; mittl. 8,2 m
Manhagener See max. 7,5 m; mittl. 3,8 m
Kleiner Pohlsee max. ca. 3,0 m
Borgdorfer See max. 8,0 m; mittl. 2,9 m

Einzugsgebiet: 66,6 km²

Umgebungsfaktor:

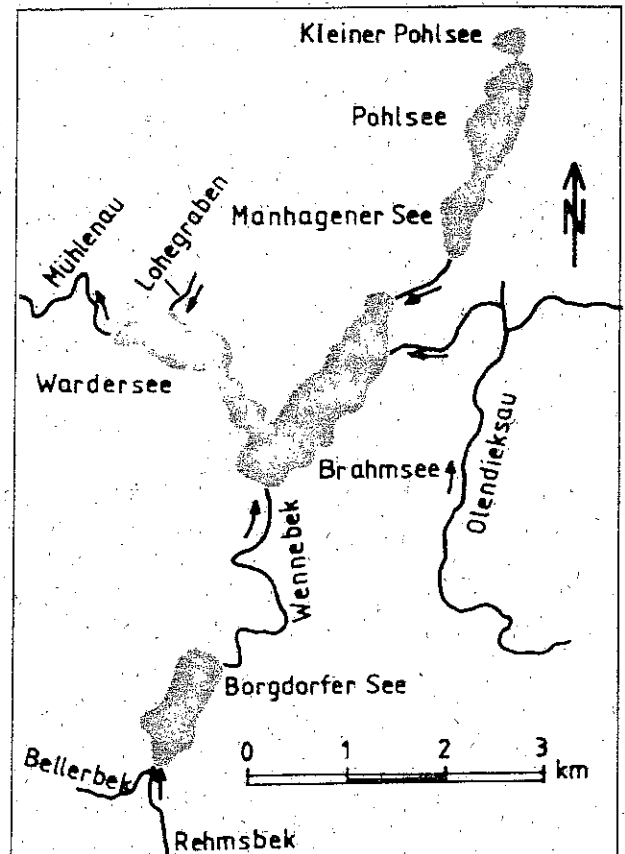
Wardersée 116,4
Brahmsee 53,1
Pohlsee/Manhagener See 19,7
Borgdorfer See 15,0

Uferlänge:

Brahmsee 6,0 km
Wardersée 4,8 km
Kleiner Pohlsee 1,1 km
Pohlsee 3,4 km
Manhagener See 1,8 km
Borgdorfer See 3,0 km

Entwicklung:

Brahmsee 1,7
Wardersee 1,9
Kleiner Pohlsee 1,3
Pohlsee 1,4
Manhagener See 1,3
Borgdorfer See 1,2



Einzugsgebiet

Die hydrologisch eng miteinander verbundene Nortorfer Seenkette, dazu gehören Brahmsee, Wardersee, Kleiner Pohlsee, Pohlsee und Manhagener See, liegt im Kreis Rendsburg-Eckernförde.

Das Einzugsgebiet der Seen setzt sich aus den Teileinzugsgebieten der Wennebek, der Seebek und der Olendieksau zusammen.

39% der Landfläche des Einzugsgebietes des Brahmsees, Wardersees, und des Borgdorfer Sees werden als Ackerland und Grünland genutzt. Der Waldanteil beträgt 18%, bebaut sind etwa 4%.

Vom Einzugsgebiet des Pohlsees (Manhagener See, Kleiner Pohlsee) werden 45% ackerbäulich genutzt. An zweiter Stelle liegt die Grünlandnutzung mit reichlich 30%. Fast ein Viertel der Landfläche wird von einem nördlich auf einem Höhenrücken liegenden Mischwald, in dem sehr viele Quellen entspringen, eingenommen. Die bebaute Fläche ist kleiner als 1%.

In die Nortorfer Seenkette münden relativ wenige Vorfluter. Der Brahmsee stellt ein großes Sammelbecken dar. Von Norden her wird er gespeist durch die Manhagener Au aus dem Manhagener See (Pohlsee) sowie durch den

Lustsee, der in die Olendieksau entwässert. Am Südufer mündet die Wennebek ein, die aus dem Borgdorfer See abfließt. Der Borgdorfer See wird im Süden von den Gewässern Bellerbek bzw. Rehmsbek gespeist. Dem Pohlsee fließt aus dem nördlich gelegenen Kleinen Pohlsee, der selbst durch den Bruchgraben bewässert wird, Wasser durch einen Verbindungsgraben zu. Ein weiterer Zufluß des Pohlsees ist, von Osten her, der Scheedgraben.

Am Südufer des Manhagener Sees befindet sich eine restaurierte Wassermühle, deren Stauanlage in Verbindung mit dem Gefälle des 800 m langen Verbindungsgrabens dafür sorgt, daß die Pegelhöhen des Brahm- und Wardersees geringer sind.

Der Manhagener See ist vom Pohlsee durch eine Unterwasserschwellen mit lückenlosem Phragmites-Gürtel getrennt, so daß der See fast ausschließlich durch Oberflächenwasser des Pohlsees gespeist wird. Die Verlandungstendenz ist hier so deutlich, daß das Wasser in absehbarer Zeit nicht mehr auf der gesamten Breite zufließen wird.

Die Ufer des Brahmsees sind zum überwiegenden Teil mit Schilf bewachsen. Innerhalb dieses Schilfgürtels herrschen (*Phragmites australis*), Teich-Binse (*Schoenoplectus lacustris*) und verschiedene Seggen-Arten (*Carex*-Arten) vor. Insbesondere am Nordwestufer wird der Schilfgürtel immer wieder von Bootsstegen zerteilt. Das Ufer ist dicht mit Wochenendhäusern bebaut, deren Grundstücke bis an den See reichen. Eine derart dichte Uferbebauung ist für schleswig-holsteinische Verhältnisse einmalig. Im äußeren Nordosten und Südwesten haben sich Verlandungszonen mit zahlreichen Exemplaren der Weißen Seerose (*Nymphaea alba*) ausgebildet.

Die Ufer des Wardersees werden zum großen Teil von einem Schilfgürtel gesäumt. Im Norden grenzt die Ortschaft Warder mit zahlreichen Privatgrundstücken direkt an den See. In diesem Bereich wird der von Schilfrohr (*Phragmites australis*), Teich-Binse (*Schoenoplectus lacustris*) und Faltenschwaden (*Glyceria plicata*), gebildete Schilfgürtel häufig von Boots- und Stegen zerschnitten. Das Westufer ist bis auf einen schmalen Streifen des Gemeinen Sumpfried (*Eleocharis palustris*), unbewachsen.

Die Ufer des Kleinen Pohlsees sind nur spärlich bewachsen. Im Westen zeigt er starke Verlandungerscheinungen. Hier bedecken die Blätter der Weißen Seerose (*Nymphaea alba*) große Teile der Wasseroberfläche. Weite Uferbereiche, vor allem an Nord- und Ostufer, sind nicht zu den anschließenden Weidflächen hin eingezäunt und gewähren den dort weidenden Tieren freien Zugang zum See. Zusätzlich zu der Wasserverschmutzung verursacht das Vieh starke Vertrittschäden, so daß Röhricht- und Erlenzone zerstört sind.

Das Westufer des Pohlsees wird von einem bis zu 50 m breiten Schilfgürtel geprägt, dessen Hauptvertreter Schilfrohr (*Phragmites australis*) ist. Im nordwestlichen Uferbereich hat sich Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*) und eine große Population von Spreizendem Hahnenfuß (*Ranunculus circinatus*) angesiedelt. Eine sehr

breite Verlandungszone trennt am südlichen Ende den Pohlsee vom Manhagener See. Der Manhagener See ist abgesehen vom Südufer, an dem sich zwei Gebäude befinden, völlig unberührt. Er wird am Westufer von einem breiten Schilfgürtel aus Gemeinem Schilfrohr (*Phragmites australis*) und Schmalblättrigem Rohrkolben (*Typha angustifolia*) gesäumt. Vor dem breiten Röhricht hat sich eine breite Zone Weißer Seerose (*Nymphaea alba*) ausgebildet. Das steile Ostufer weist nur einen schmalen Streifen Schilfrohr (*Phragmites australis*) auf.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Der Brahmsee und der Wardersee weisen jeweils im Sommer die für nährstoffreiche Gewässer typischen hohen Sauerstoffübersättigungen (bis 156%) im Oberflächenwasser auf. Bei dieser hohen Produktion lagen die pH-Werte um 8,5. Im Tiefenwasser (6 m bzw. 9 m) traten zu dieser Zeit Sauerstoffsättigungen von nur 4–12% auf. Im Oktober und November 1977 war das Wasser des nördlichen Pohlsees in 20 m Tiefe sauerstofffrei, im Sommer 1982 wies der südliche Seeteil (11 m Tiefe) nur 3–5% Sättigung auf.

Im Manhagener See trat ein erhebliches Sauerstoffdefizit (7% Sättigung) im August 1982 auf. Die Wassertiefe betrug nur 5 m. Im Vergleichsmonat 1977 war kein Sauerstoff mehr nachweisbar.

Im Kleinen Pohlsee traten im Gegensatz zu den bisher genannten Seen während der warmen Jahreszeit 1977 wesentlich höhere Übersättigungen (bis 264%) auf. Aufgrund der geringen Wassertiefe von max. 3 m zeigte das Tiefenwasser jedoch weitgehend eine gute Sauerstoffversorgung.

Eine vergleichende Übersicht der hier behandelten Seen bezüglich ihrer Nährstoffkonzentrationen und des Gehalts an organischen Inhaltsstoffen gibt nachfolgende Tabelle. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der 76/77er Wert das arithmetische Mittel aus 12 Messungen darstellt und dem 82er Wert 6 Messungen zugrunde liegen.

Von April bis Juni 1977 unterschritten die Gesamtphosphor-Konzentrationen im Brahm- und Wardersee zeitweilig 1 µg/l P. Stickstoff war immer vorhanden und zwar mit Maximalwerten im April von 3800 µg/l N. Insgesamt wurden die 1977 ermittelten Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen 1982 in beiden Seen nur vereinzelt überschritten, weitgehend lagen die Werte wesentlich niedriger.

Der 1982 für den Kleinen Pohlsee festgestellte mittlere Stickstoffgehalt war nur etwa halb so hoch, wie der Wert von 1977. Der Gehalt an Ammonium-Stickstoff blieb jedoch unverändert. Auffällig ist das $\text{NO}_3\text{-N} : \text{NH}_4\text{-N}$ Verhältnis kleiner 1 in den oberflächennahen Proben, das unter anderem auf indirekte Einleitungen häuslicher Abwässer zurückzuführen sein dürfte. Im April 1977 waren keine Stickstoffverbindungen im Oberflächenbereich mehr nachweisbar, im darauffolgenden Monat wurde hier eine maximale Konzentration von 9,1 mg/l erreicht. Maxima der Phosphorkonzentration wurden im Kleinen Pohlsee im November 1976 und Juni 1977 beobachtet und lagen bei 550 µg/l P.

Der Borgdorfer See weist den höchsten Phosphor- und Ammonium-Gehalt der hier untersuchten Seen auf. Spitzenwerte des Gesamt-Phosphors traten im Oktober 1982 mit 700 µg/l auf und die des Gesamtstickstoffs im Dezember mit 3 300 µg/l. Im August und September sank die Nitrat-Stickstoff-Konzentration im Oberflächenwasser unter 5 µg/l. Wie beim Kleinen Pohlsee, so ist auch beim Borgdorfer See auffallend, daß der Oberflächengehalt an NH₄-N größer ist, als der NO₃-N Gehalt. Dies dürfte auf lokale Einflüsse zurückzuführen sein.

Insgesamt sind der Kleine Pohlsee und der Borgdorfer See als polytrophe Seen zu bezeichnen. Der Brahmsee und der Wardersee sind als eutrophe Gewässer mit polytropher Tendenz einzugliedern, während der Pohlsee und der Manhagener See als eutrophe Seen anzusehen sind.

Die höchsten Chlorophyll-a-Werte des Brahmsees wurden im April und September mit 35 µg/l und 40 µg/l gemessen. Der des Wardersees lag mit einem Produk-

tionsmaxima von 85 µg/l im August mehr als doppelt so hoch. Die mittleren Jahreskonzentrationen betragen im Brahmsee 25 bzw. 15 µg/l und im Wardersee 40 bzw. 21 µg/l. Dazu gehören mittl. Sichttiefen zwischen 1,3 und 2,2 m.

Die Situation im Pohlsee und Manhagener See ist annähernd gleich. Im Juli 1977 erreichte die Produktion im Pohlsee einen Chlorophyll-a-Gehalt von 74 µg/l. Demgegenüber betrug der höchste Wert der Meßserie 1982 nur 25%. Von den untersuchten Seen waren die Sichttiefen hiermit durchschnittlich 3,3 m bzw. 2,8 m 1982 am größten.

Die Chlorophyll- und Eiweißkonzentrationen des Kleinen Pohlsees sind von allen Notorfer Seen bei weitem die höchsten und zwar lag der Chlorophyll-Gehalt bei einer Sichttiefe von 0,8 m im Sommer 1977 bei 229 µg/l. Einen ähnlichen Zustand weist der Borgdorfer See mit 0,5 m Sichttiefe und 152 µg/l Chlorophyll-a auf.

Tab.: Mittlere Konzentrationen physikalischer und chemischer Parameter der Notorfer Seen in 1 m Tiefe

Parameter	Einheit	Brahmsee		Wardersee		Kl. Pohlsee		Pohlsee		Manhagener See		Borgdorfer See 1982
		1976/77	1982	1976/77	1982	1976/77	1982	1976/77	1982	1976/77	1982	
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	387	441	359	424	434	455	395	455	404	431	406
Gesamtstickstoff (Nitrat + Nitrit)-Stickstoff	µg/l	3 200	1 900	2 300	1 900	4 100	2 400	2 000	2 300	2 200	1 600	2 300
Ammonium-Stickstoff	µg/l	—	1 000	—	900	—	600	—	1 600	—	800	300
Gesamtphosphor	µg/l	300	400	300	400	700	700	400	300	300	300	1 000
Phosphat-Phosphor	µg/l	190	150	230	160	250	220	140	80	180	80	470
Organischer Kohlenstoff	mg/l	—	70	—	90	—	90	—	20	—	10	280
Kaliumperm.-Verbrauch	mg/l	—	9,1	—	9,3	—	13,2	—	5,8	—	6,1	10,1
		39	—	37	—	73	—	32	—	34	—	—

Flora und Fauna

Sowohl 1977 als auch 1982 traten im Brahmsee und Wardersee Massenentwicklungen der Blaualge *Microcystis* auf, einer Art, die für Seen mit reichlicher Nährstoffversorgung typisch ist. Aufgrund ihres geringen spezifischen Gewichtes und ihrer voluminösen Kolonien bilden diese Algen häufig nahezu lichtundurchlässige Teppiche auf der Wasseroberfläche. Recht artenreich sind die Kieselalgen vertreten. Unter ihnen erreichen *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* und Algen der Gattung *Melosira* die größten Zellzahlen.

Im Kleinen Pohlsee ließen sich in beiden Untersuchungsjahren Massenentwicklungen der Blaualge *Oscillatoria agardhii* beobachten, die das Wasser undurchsichtig grün färbte. Auffällig war 1982 das vermehrte Auftreten von *Microcystis* im Kleinen Pohlsee, Pohlsee und Manha-

gener See. *Oscillatoria redekei*, die 1977 noch stark vertreten war, fand sich nur noch vereinzelt. Sehr artenreich kamen im Pohlsee und Manhagener See die Kieselalgen vor. Ihre Zahl ging jedoch von 19 Arten (1977) auf die Hälfte zurück (1982). Im Borgdorfer See wurden ebenso wie im Brahm- und Wardersee verhältnismäßig starke Wasserblüten von *Microcystis* beobachtet. An Grünalgen kommen in allen 6 Seen u. a. Algen der Gattung *Pediastrum*, *Scenedesmus* und *Staurastrum* vor. Innerhalb des Zooplanktons treten überwiegend Rädertiere der Gattung *Keratella* und Kleinkrebse der Gattungen *Bosmina* und *Daphnia* auf. Das Vorkommen von *Daphnia cuculata* (hier in allen Seen) ist typisch für nährstoffreiche Seen mit häufigen Algenblüten.

Der Brahmsee weist eine für eutrophe Gewässer typische Unterwasservegetation auf. Etliche Arten, die 1977

z. T. sogar bestandsbildend waren, wie z. B. *Potamogeton perfoliatus* an der nördlichen Spitze waren 1982 nicht mehr nachzuweisen. Durchgehend waren nur *Elodea canadensis* und *Ranunculus circinatus* anzutreffen. Die beiden Arten sind als euryök zu bezeichnen, d. h., es handelt sich um Organismen, die aufgrund ihrer Reaktionsbreite größere Schwankungen der Umweltfaktoren gut ertragen. Auffallend war die Ausdünnung von *Ranunculus* im Einmündungsbereich der Olendieksau. Der Wardersee hat mit zwei Inseln in der Mitte ein insgesamt unregelmäßigeres Tiefenprofil als der Brahmsee. Das Südwestufer weist, abgesehen von einer Ausnahme, keine Unterwasservegetation auf. Dies ist in erster Linie auf die dort überwiegenden steilen Abbruchkanten, aus *Phragmites*-Torf zurückzuführen, die ein ungeeignetes Substrat darstellen. Ähnlich wie im Brahmsee waren am Nordostufer des Wardersees überwiegend Bestände von *Elodea canadensis* und *Ranunculus circinatus* vorhanden, die hier allerdings bis in größere Tiefen hinabreichten. Der Zustand ist etwas besser als der des Brahmsees, doch wurde die Cladocere *Sida crystallina*, die auf einen relativ guten Gewässerzustand hinweist und 1977 noch massenhaft vorkam, 1982 nicht mehr gefunden.

Die Untersuchungen des makroskopisch sichtbaren Tierbestandes beider Seen ergaben ein artenreiches Besiedlungsbild, so z. B. Schnecken mit 13 bzw. 22 Arten. Eine starke Entwicklung zeigten auch die Muscheln mit Arten wie Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) und Teichmuscheln (*Anodonta antina* bzw. *A. cygnea*).

Im Kleinen Pohlsee fand sich keine Unterwasservegetation. Die hauptsächlichsten Faunenelemente bestanden aus Wasserasseln, kleinen Mollusken (Hydrobrien) und auf festem Untergrund am Übergang zum Pohlsee Hirudineen. Das Sediment beherbergte ab ca. 0,5 m Tiefe lediglich einige große Chironomiden-Larven.

Sowohl im Pohlsee als auch im Manhagener See kamen Armleuchterlagen (*Characeen*) vor. Im gesamten Westuferbereich des Pohlsees ist aufgrund steiler Schilftorfkanten die Unterwasservegetation gering.

Schnecken und Muscheln waren auch in diesen beiden Seen häufig vertreten. Das auffällig starke Vorkommen des Oligochaeten *Lumbriculus variegatus* im Manhagener See, der als Indikator für organisch verschmutztes Wasser gilt, ist darauf zurückzuführen, daß dem kiesig-sandigem Substrat am Ostufer viel faulendes Laub abgelagert war, in dem dieser Oligochaet ideale Lebensbedingungen vorfindet.

Im Großen und Kleinen Pohlsee sind Plötzen, Rotfedern, Gründlinge, Güstern und Brachsen vorhanden. Daneben wird Besatz durchgeführt mit Schleie, Aal, Hecht und Zander.

Sediment

Beim Brahmsee überwiegt bis zu einer Tiefe von ca. 2–3 m fester Sand. Danach nimmt der Anteil an schwarzem Schlamm zu. Unterhalb 5 m Wassertiefe bedeckt Faulschlamm den Seegrund.

Das Sediment des Wardersees ist bis zu einer Wassertiefe von 4 m sandig. In 5 m Tiefe folgt die Schalenzone und ab 6 m hat sich schwarzer, mit Detrituspartikeln durchsetzter Schlamm abgelagert, der leicht nach Schwefelwasserstoff riecht.

Auf dem Grund des Kleinen Pohlsees hat sich eine dicke Faulschlammschicht abgelagert.

Beim Pohlsee erstreckte sich bis zu einer Tiefe von 7–8 m eine kiesig-sandige Zone mit zahlreichen leeren Muschelschalen. Ab ca. 9–10 m fand sich grauschwarzer, gut abgebauter Schlamm.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Der Brahm- und Wardersee dienen als Surf- und Segelrevier.

Am Auslauf des Wardersees befindet sich eine große Fischbrutanstalt.

Aufgrund der 1982 durchgeführten Untersuchungen sind die in die Nortorfer Seen einmündenden Vorfluter überwiegend gering belastet (Güteklasse I–II) oder mäßig belastet (Güteklasse II). Der Verbindungsgraben zwischen dem Kleinen Pohlsee und dem Pohlsee sowie der Lohegraben in Warder sind aber noch stark verschmutzt (Güteklasse III). Die Verschmutzung des überwiegend verrohrten Vorfluters Warder wirkt sich im Wardersee (Nordufer) bis hin zur Badestelle aus. Abwassertechnische Maßnahmen im Einzugsgebiet des Lohegrabens sind deshalb dringend erforderlich. Mit entsprechenden Planungen wurde inzwischen begonnen.

Die Wennebek wird im Bereich des Borgdorfer Sees erheblich durch Abwässer des Campingplatzes belastet. Diese Einleitung soll an die Ortsentwässerung der Gemeinde Borgdorf-Seedorf, mit deren Bau 1985 begonnen wird, angeschlossen werden.

Die Kläranlagen der Gemeinde Langwedel wurden mit Phosphatfällungen ausgerüstet.

Literatur:

KOCH, E. R., VAHRENHOLT, F. (1983): Die Lage der Nation; GEO im Verlag, Grüner und Jahr AG & Co., Hamburg.

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1984): Nortorfer Seenkette – Bericht über die Untersuchung des Zustandes und der Benützung des Brahmsees, Wardersee, Kleinen Pohlsees, Pohlsees und Manhagener Sees von November 1976 bis November 1977 und von Juli 1982 bis November 1982 sowie des Borgdorfer Sees von Juli 1982 bis Dezember 1982, Kiel.

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1983): Gütelängsschnitte im Einzugsgebiet der Nortorfer Seenkette, Olendieksau, Manhagener Au, Wennebek, Scheedgraben, Bruchgraben, Rehmsbek/Bellerbek, Lohegraben, Kiel.

MÜLLER, H. E. (1981): Vergleichende Untersuchungen zur hydrochemischen Dynamik von Seen im schleswig-holsteinischen Jungmoränengebiet; Kieler Geographische Schriften, Band 53.

UNGEMACH, H. (1960): Sedimentchemismus und seine Beziehungen zum Stoffhaushalt in 40 europäischen Seen; Dissertation, Christian-Albrechts-Universität, Kiel.

Großer Plöner See

Lage: R 35 92, H 60 01

Topographische Karte: L 1928 Plön

Entstehung/Seetyp: Zungenbeckensee

Zwei größere Eiszungen haben das Gebiet des Großen Plöner Sees im wesentlichen vorgeformt und zwar eine aus nördlicher Richtung und die Eutiner Gletscherzunge aus östlicher Richtung. Daraus lösten sich dann die Bosauer- und die Ascheberger-Gletscherzunge, die gemeinsam das Becken des Plöner Sees ausschoben, wobei Ausdehnung und Tiefe des Beckens damals wesentlich größer waren als heute.

Mischungsverhalten: monomiktisch

Höhenlage: 21,0 m ü. NN

Oberfläche: 29,1 km²

Volumen: 490 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 60,5 m, mittl.: 16 m

Erneuerungszeit: 8–10 Jahre

Einzugsgebiet: 386 km²

Umgebungsfaktor: 12,1

Ufer: Länge 41,5 km, Entwicklung: 2,2

Einzugsgebiet

Die heutigen Seen Ostholsteins sind Reste eines großen Schwentinesees, der das ganze Schwentinetal bedeckte und dessen Spiegel etwa 36 bis 39 m über dem Meeresspiegel lag.

Der Große Plöner See ist der größte Binnensee Schleswig-Holsteins und gehört zur Seenplatte der Holsteinischen Schweiz. Das Niederschlagsgebiet beträgt 386 km², davon sind 7,7% Seenflächen, 11,3% der Landfläche werden als Grünland genutzt, 15,6% sind Waldfläche und 2,7% bebaut Fläche.

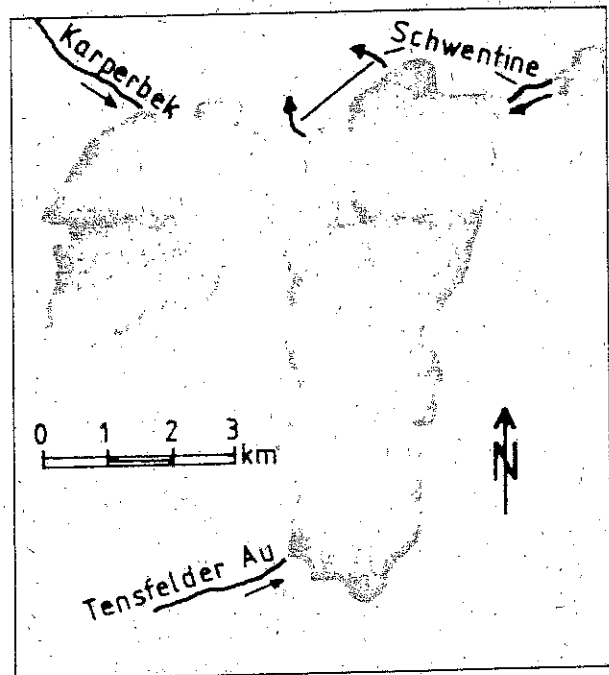
Hauptzuflüsse sind im Norden die Karperbek, im Nordosten, aus dem Behler See kommend, die Schwentine und im Süden des Sees die ein Moorgebiet entwässernde Tensfelder Au. Die Entwässerung erfolgt durch die Schwentine und die Ostsee.

Der Wasserstand des Großen Plöner Sees ist seit 1953 um max. 51 cm über das Mittelwasser gestiegen und 30 cm unter das Mittelwasser gesunken.

Dieser Schwankungsbereich entspricht einem Volumen von 23,6 Mio. m³ (zum Vergleich: der mittlere Abfluß der Schwentine aus dem See beträgt 0,4 Mio. m³/Tag).

Im Jahre 1881 senkte man den Wasserspiegel des Großen Plöner Sees um 1,14 m ab um Land zu gewinnen.

Abb.: Blockmodell des Großen Plöner Sees. – Durch die starke Überhöhung des Vertikalmaßstabes tritt die vielfältige Gliederung des Sees in mehrere Becken deutlich hervor. Foto: KRAMBECK



Das Ergebnis war allerdings eine steinige Fläche, die keine Erträge versprach.

Ufer

Arten des Großseggenürtels am Großen Plöner See sind die Schlanksegge (*Carex gracilis*), die Scharfe Segge (*Carex acutiformis*) und die Rispensegge (*Carex paniculata*).

Ausgedehnte junge Erlenbrücher, deren Baumschicht nahezu ausschließlich von der Schwarzerle gebildet wird, stehen am südwestlichen Ufer sowie am östlichen Ufer bei Bosau und am Seeauslauf. Kennzeichnend für diese Bruchwälder sind ausgedehnte Seggenbestände, das Auftreten der Schwarzen Johannisbeere, Weidenarten und Birken in der Strauchschicht sowie Schwertlilie, Bittersüßer Nachtschatten und Gilbweiderich in der Kräuterschicht.

Ein großflächiger Erlen-Eschenwald steht auf der Landzunge zwischen dem Großen Plöner See und dem Bischofssee (Ostufer).

Drei Inseln im westlichen Teil des Großen Plöner Sees sind als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Die Hauptinsel Ascheberger Warder weist einen artenreichen, urwaldartigen Ulmen-Eschenwald auf. Die Insel Tempel ist baumfrei und beherbergt die größte Flußseeschwalbenkolonie des schleswig-holsteinischen Binnenlandes. Die Kleine Möweninsel ragt nur wenig aus dem Wasser; hat einen natürlichen Baumbestand (Ulmen, Erlen und Birken) und ist von besonderer Bedeutung als Rastgebiet für Kormorane.

Ein altes Recht der Fischer ist es, daß Schilf aus dem See zu schneiden. In den 40- bis 50er Jahren wurden 30 000–50 000 Bund Reet für die Dacheindeckung von Häusern geerntet. Durch den Rückgang des Schilfes und das Ausdünnen der Schilfbestände ist das Reetschneiden heute nicht mehr wirtschaftlich.

Wie die Untersuchungen UTERMÖHL'S am Großen Plöner See ergaben, wurde die Grünalge *Cladophora glomerata* in den 20er Jahren als Aufwuchs an *Phragmites* nur an wenigen Stellen gefunden. 1980 wurde ein drastischer Bestandsrückgang des Schilfes am Nordostufer bei Plön und eine gewaltige Vermehrung von *Cladophora glomerata* infolge Nährstoffanreicherung des Wassers festgestellt. *Cladophora* hatte lange und dichte Büschel an den Schilfhalmern gebildet und durch starken Wellenschlag an diesem Luv-Ufer kam es regelmäßig zum Halmbruch. So löste sich der ehemals gesunde Reetbestand in dieser Region in Schilfinseln auf, die dann nach und nach verschwanden.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Von März 1974 bis April 1975 wurden von MÜLLER Untersuchungen im Großen Plöner See durchgeführt. Dabei schwankte die Leitfähigkeit zwischen 373 und 442 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Der niedrigste pH-Wert fand sich mit 7,98 im Dezember, der höchste mit 9,3 im August. Sauerstoff war am Ende der Sommerstagnation am Grunde nicht mehr vorhanden. Der Höchstwert wurde Ende August während

einer *Microcystis*-Wasserblüte mit 131 % Sättigung erreicht. Während des Untersuchungszeitraumes kam es zu keiner Winterstagnation. Die Schichtung begann Ende März, die Ausbildung einer scharfen Sprungschicht setzte jedoch erst Anfang Mai ein. Ab Mitte November herrschte Vollzirkulation, die im April 1975 noch nicht aufgehoben war.

Silizium wirkte limitierend auf das Frühjahrswachstum der Diatomeen. Phosphor und Stickstoff wirkten nie produktionslimitierend. Die Werte lagen in der trophogenen Zone nicht unter 70 $\mu\text{g P/l}$ und 60 $\mu\text{g N/l}$. Die Ausgangskonzentrationen betragen vor Einsetzen der Frühjahrsentwicklung über 200 $\mu\text{g/l P}$ und mehr als 700 $\mu\text{g/l NO}_3\text{-N}$. Ammoniumstickstoff kam als Höchstwert von 360 $\mu\text{g NH}_4\text{-N/l}$ zum Ende der Stagnation über dem Sediment vor, während der niedrigste (20 $\mu\text{g NH}_4\text{-N/l}$) im Winter und zu Zeiten hoher Produktion gemessen wurde. So kam Anfang Juli im Epilimnion teilweise kein Ammoniumstickstoff vor. Das P/N-Verhältnis des Großen Plöner Sees betrug 1:4, d. h. daß ein Überschuß an Phosphor gegenüber dem Gehalt und Bedarf des lebenden Organismus im Verhältnis zum Stickstoff vorhanden ist.

Der Große Plöner See ist eutroph.

Im Großen Plöner See wurden die geringsten Sichttiefen (2–3 m) durch das Diatomeenmaximum im Frühjahr und durch das Cyanophyceenmaximum im Sommer hervorgerufen. Die maximale Sichttiefe betrug im Juni '74 7 m. Chlorophyll-Spitzenwerte traten jeweils während der Frühjahrsentwicklung auf und zwar mit 230 $\mu\text{g/l}$ 1974 und 164 $\mu\text{g/l}$ 1975.

Flora und Fauna

Im Großen Plöner See kamen 1974/75 19 Blaualgenarten vor (8 Hormogonales und 11 Chroococcales). So z. B. *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon sp.*, *Microcystis flos-aquae* und *M. pulvera*. In diesem Gebiet weit verbreitete typische Indikatoren für verschmutzte Gewässer – wie *Oscillatoria redékei*, *O. agardhii* und *Aphanizomenon flos-aquae*, die noch um die Jahrhundertwende fehlten, sind neu in der Population. Als regelmäßig auftretende Blaualge galt *Gloeotrichia echinulata*, die charakteristische Art der Schwentineseen. Sie wurde jedoch über Jahre nicht mehr gefunden und trat im August 1974 nur in für die Gesamt-Biomasse bedeutungslosen Mengen auf.

Neben den Blaualgen waren die Kieselalgen quantitativ und produktionsbiologisch betrachtet die wichtigste Algengruppe. Sie entwickelten ihre Maxima von März bis April und im August/September. Während 1974 *Stephanodiscus astraea* über 90% der Biomasse ausmachte, beherrschte 1975 noch zusätzlich *Melosira islandica* var. *helvetica* das Plankton.

Ceratium hirundinella wurde seit 1893 regelmäßig gefunden. Von den Dinobryon-Arten ist heute nur noch *Dinobryon divergens* vorhanden. Arten, die verschmutzte Gewässer meiden, wie *Dinobryon bavaricum* und *D. sociale*, sind verschwunden. Die Chlorophyta stellten die größte Artenzahl (39 Arten). Dominierend war hier *Pandorina morum*. Weiterhin fällt besonders die Zunahme von

Chlorococcalen Grünalgen auf (*Nephrocytium*, *Ankyra*, *Kirchneriella*, *Coelastrum*), einer Algengruppe, die weniger im Plankton großer Seen als in nährstoffreichen Kleingewässern häufig ist. Die durchschnittliche Jahresproduktion betrug im Großen Plöner See 0,683 gC/m²d, wobei das Produktionsmaximum nie unterhalb von 3 Metern lag.

Nach den Tauchpflanzen befindet sich der See auf dem Übergang von Arnieuchteralgen – zum Laichkrautsee, nach den Fischen auf dem Übergang vom Maränensee zum Plötzensee.

Vorkommende Arten sind Blaufelchen, Binnenstint, Plötze, Aland, Rotfeder, Schleie, Güster, Brasse, Karausche, Barsch, Kaulbarsch und Quappe. Daneben treten vereinzelt Gründling, Ukelei und Zander auf. Verschwunden sind Bitterling und Steinbeißer. Besatzmaßnahmen werden vorgenommen mit der Kleinen Maräne, Aal und Hecht.

Sediment

Im Nordbecken des Großen Plöner Sees wurden bei 41 m Wassertiefe ungestörte Bohrkernentnommen, bei denen der eiszeitliche Kiesuntergrund bei 15,1 m Sedimenttiefe erreicht wurde. Die Analysen zeigten, wieviel Frischschlamm (g FS/m²/Jahr) sich abgelagert hatte; jahrhundertlang war es rund 1 cm/Jahr. In 7,40 m Sedimenttiefe steigt die abgelagerte Menge sprunghaft an, was auf die Errichtung der ersten Stauanlage (2 m für den Betrieb einer Wassermühle) im 13. Jh. zurückgeführt wird. Die Seespiegelsenkung von 1881 zeichnet sich als maximaler Wert in 0,9 m Sedimenttiefe auffällig ab. Es ergab sich in den ehemaligen Flachwasserbereichen eine starke erodive Auswaschung der Sedimente, die sand-, ton- und kalkhaltigen Partikel wurden in den See hinausgeschwemmt, bewirkten vorübergehend eine Phosphatfällung und damit einen Rückgang der Primärproduktion und eine starke Steigerung der gesamten Sedimentation. Die Primärproduktion wurde in der Folgezeit durch die Abwasserbelastungen (Schwemmkanalisation) wieder rasant gesteigert. In den ersten 10 000 Jahren wurde ebenso viel abgelagert wie in den letzten 700 Jahren.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Der See wird von 2 Berufsfischern bewirtschaftet. Der Bosauer Seeteil ist an den Landessportfischerverband verpachtet. Neben der Nutzung für fischereiliche Zwecke wird auf dem Großen Plöner See Wasserjagd betrieben.

Als Wassersportarten werden ausgeübt: Segeln, Kanusport und Surfen. Daneben werden Ruder-, Paddel- und Tretboote verliehen. Es sind ca. 720 Liegeplätze an Stegen und Bojen vorhanden. Weiterhin sind 16 Standorte für Landliegeplätze registriert. Es verkehren drei Fahrgastschiffe (300–450 Personen), hauptsächlich in der Zeit von Mai bis September.

Campingplätze beanspruchen 5,5 % der gesamten Uferlänge, öffentliche Freibäder 3,5 %.

Innerhalb des Kreisentwicklungsplanes ist die Anlage weiterer Bootshäfen und einem Strandbad in Ascheberg vorgesehen.

Aufgrund der dichten Besiedlung und der intensiven Freizeit- und Erholungsnutzung sind die Plöner Seen besonders stark durch Eutrophierung gefährdet. Da sich der Wasseraustausch über die Schwentine nur sehr langsam vollzieht und die Schwentine aus den anderen Seen bereits nährstoffhaltiges Wasser heranzuführt, kann die einmal eingetretene Überdüngung durch natürliche „Spülung“ kaum wieder rückgängig gemacht werden.

Bereits seit 1953 wurde zunächst eine Teilkäranlage am Parnaß (am Nordufer des Großen Plöner Sees) betrieben. Bald darauf hat man am Nordost-Ufer des Kleinen Plöner Sees eine zentrale Kläranlage mit dritter Reinigungsstufe geschaffen.

Literatur

- GONDESEN, C., TRÜPER, T. (1983): Untersuchung der Bedarfsentwicklung und der Standortmöglichkeiten für Sportboothäfen und sonstige Wassersportanlagen am Großen Plöner See und im Kellersee beispielhaft für die Binnenseen in Schleswig-Holstein, im Auftrage des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Schleswig-Holstein.
- HICKEL, B. (1975): Changes in phytoplankton species composition since 1894 in two lakes of East-Holstein, Germany; in: Verh. Internat. Verein. Limnol. 19, Stuttgart.
- MÜLLER, Ute (1977): Stoffhaushalt, Phytoplankton und Primärproduktion in drei ostholsteinischen Seen unterschiedlichen Trophiegrades; Dissertation, Christian-Alberts-Universität, Kiel
- MUJSS, U., PETERSEN, M., KÖNIG, D. (1973): Die Binnengewässer Schleswig-Holsteins; Karl Wachholz Verlag, Neumünster
- OHLE, W. (1959): Bioactivity, Production, and Energy Utilization Lakes. In: Limnology and Oceanography Volume 1, Number 3
- OHLE, W. (1972): Die Sedimente des Großen Plöner Sees als Dokumente der Zivilisation. Jahrbuch für Heimatkunde, Kreis Plön
- OHLE, W. (1973): Die rasante Eutrophierung des Großen Plöner Sees in frühgeschichtlicher Zeit. In: Naturwissenschaften 60
- TRETER, U. (1981): Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete. Berliner Geographische Abhandlungen, Heft 33
- UNGEMACH, H. (1960): Sedimentchemismus und seine Beziehungen zum Stoffhaushalt in 40 europäischen Seen. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität, Kiel
- UTERMÖHL, H. (1982): Die Vernichtung von *Phragmites* durch *Cladophora* im Großen Plöner See. In: Archiv für Hydrobiologie 95

Ratzeburger See mit Domsee

Lage: R 44 17, H 59 55

Topographische Karte: L 2330 Ratzeburg

Entstehung/Seetyp: Zungenbeckensee des Lübecker Gletschers

Mischungsverhalten: dimiktisch

Höhenlage: 3,4 m ü NN

Oberfläche: 14,1 km²

Volumen: 168 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 24,1 m, mittl.: 15,0 m

Erneuerungszeit: 1 Jahr

Einzugsgebiet: 137,5 km²

Umgebungsfaktor: 8,6

Ufer: Länge: 32,7 km, Entwicklung: 2,3

Einzugsgebiet

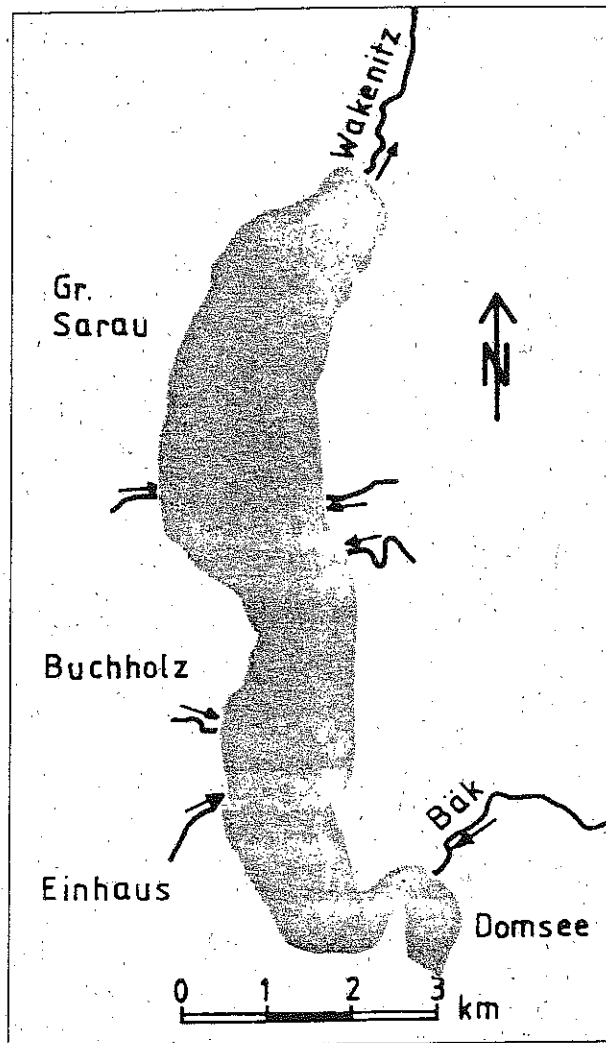
Der Ratzeburger See, mit dem südlichen Seeteil Domsee, liegt im Herzogtum Lauenburg, südlich Lübeck, unmittelbar an der Grenze zur DDR. Das Einzugsgebiet besteht zu 67% aus landwirtschaftlichen Flächen, zu 14% aus Waldflächen und zu 7% aus bebauter Fläche.

Die Hauptzuflüsse sind außer vielen namenlosen Quellgräben der Utechter Mühlenbach (DDR) und die Bäk (Entwässerung des Schaalsees mit dem dazugehörigen Niederschlagsgebiet über das Schaalseekraftwerk). Der See entwässert über die Wakenitz in die Trave.

Im Gegensatz zu vielen anderen Seen hat der Ratzeburger See in den letzten 100 Jahren keine Absenkung seines Wasserspiegels mehr erfahren.

Der See wird umgeben von einer Uferterrasse wechselnder Breite. Der Anteil der besiedelten und für die Erholung bereitgestellten Flächen beträgt 37% der Uferlinie. Rund 2/3 der Seeufer am Ratzeburger und Domsee haben eine weitgehend naturnahe und ökologisch wertvolle Ufervegetation mit großen Zonen für Schleswig-Holstein seltener Pflanzengesellschaften.

An den Ufern der Südhalbe des Sees sind dies die bis zu 100 m breiten Ertenbruchquellwälder mit dem Riesenschachtelhalm (*Equisetum maximum*) und am Westufer des nördlichen Seebeckens einige wertvolle Feuchtwiesen. Dort erstreckt sich ein ausgedehntes Verlandungsgebiet, das einer wachsenden anthropogenen Belastung unterliegt. In der Schwimmblattvegetation findet sich neben der Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*) das Glänzende Laichkraut (*Potamogeton lucens*). Landseitig schließen sich Schilfgürtel mit dem Schmalblättrigen Rohrkolben (*Typha angustifolia*) und Großseggenrieder mit Sumpf-, Rispen- und Scheinzyperrgrasseggen (*Carex acutiformis*, *C. paniculata*, *C. pseudocyperus*) an. Große Flächen werden von artenreichen Hochstaudenriedern eingenommen. In ihnen kommen u. a. die Sumpfgänsedistel (*Sonchus palustris*), die Aufrechte Berle (*Berula erecta*), der Wasserschierling (*Cicuta virosa*), und eine Goldrutenart (*Solidago sp.*) vor. Am Nordufer wachsen Binsen-Seggenbestände mit seltenen Arten wie dem Fieberschilf (*Meyanthes trifoliata*) und dem Sumpf-Farn (*Thelypteris palustris*).



Darüberhinaus sind noch weitere Uferabschnitte mit Pflanzenarten aus der Roten Liste vorhanden.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Während der Vollzirkulation traten im Ratzeburger und Domsee Leitfähigkeitswerte von 196 bzw. 297 $\mu\text{S/cm}$ und 249 bzw. 294 $\mu\text{S/cm}$ auf. Die pH-Werte lagen während dieser Zeit zwischen 7,3 und 7,6. Spitzenwerte wurden im Ratzeburger See im Mai und September mit 8,5 und 8,8 gemessen.

Die Sauerstoffkonzentrationen des Ratzeburger Sees lagen während des Untersuchungszeitraumes (Dezember 1973 bis Januar 1975) relativ ausgeglichen im Bereich der Sättigung. In den Wintermonaten 1973/74 ergaben sich in Wassertiefen von 14–18 m als Folge von Abbauprozessen Sauerstoffdefizite bis zu 64% Sättigung. Ende März bzw. Anfang April kam es aufgrund einer stürmischen Wetterlage zu hohen Sauerstoffeinträgen in allen Tiefen. Im Sommer ergaben sich zeitweilige typische Übersättigungen bis zu 131% im Oberflächenwasser und dementsprechend Sauerstoffdefizite von nur 65% im Tiefenwasser.

Ähnlich wie im Ratzeburger See sind im Domsee Sauerstoffübersättigungen des Oberflächenwassers im Frühjahr und Sommer mit Werten bis zu 136% Sättigung zu beobachten. Wesentlich ausgeprägter ist dagegen die Zehrung im Tiefenwasser mit Sauerstoffdefiziten von 35% Sättigung. Im Sommer 1980 war das Tiefenwasser (14 m) des Domsees sogar sauerstofffrei.

Durch die steigende Planktonproduktion im Frühjahr und Sommer nahm die Konzentration an gelöstem $\text{PO}_4\text{-P}$ ab. Im März und Juni bzw. Mai und Juli war im Ratzeburger See bzw. Domsee kein $\text{PO}_4\text{-P}$ nachweisbar. Die Gesamt-Phosphorkonzentration des Ratzeburger Sees

betrug im Untersuchungszeitraum durchschnittlich 355 µg/l P und im Domsee 348 µg/l P. Das Maximum lag im Ratzeburger See im August mit 1200 µg/l P und das Minimum im Mai mit 100 µg/l P. Wie der gelöste Phosphor so war am Ende der Sommerhalbjahre sämtlicher NO₃-N verbraucht und es war bis in den Herbst kein frei verfügbarer NO₃-N mehr nachzuweisen. Mit Beginn der Remineralisationsprozesse stieg die Konzentration wieder an, um im Winter einen Maximalwert von 0,5 mg/l NO₃-N im Oberflächenwasser zu erreichen. Bei der Bestimmung des Gesamt-N werden die stickstoffreichen gebildeten Plankter mitefäht was zu einem Anstieg der Gesamt-N-Konzentration bis zu einem Maximalwert von 2,7 mg/l N im September führte.

Aus o. g. Hauptuntersuchungszeitraum stehen keine Chlorophyll-Werte und Sichttiefen zur Verfügung. Im September 1977 wurde eine Chlorophyll-Konzentration von 10,2 µg/l zusammen mit 3,0 m Sichttiefe gemessen (Domsee 14,0 µg/l Chl. a, 3,0 m Sichttiefe). Im August 1978 und 1980 betrug die Sichttiefe des Ratzeburger Sees jeweils 2 m mit Chlorophyll-Werten von 29,4 µg/l und 16,9 µg/l.

Der Ratzeburger See mit dem Domsee ist als eutropher See einzustufen, zahlreiche deutlich bzw. stark belastete Gewässer münden vom Westufer her in den See. Für die Kläranlage Ratzeburg wurden Einträge von 174 000 µg/s NO₃-N und 86 000 µg/s PO₄-P in den Ratzeburger See ermittelt. Im Juli 1975 wurde dort eine chemische Nachfällung in Betrieb genommen. Kontrolluntersuchungen (jeweils im August) durch das Landesamt ergaben für 1977 290 µg/l Ges.-P, für 1978 6900 µg/l Ges.-P und für 1980 4300 µg/l Ges.-P. Nach diesen Werten haben sich die P-Einträge in den Ratzeburger See nicht wesentlich verringert.

Flora und Fauna

Während des Zeitraumes Dezember 1973 bis Januar 1975 erfolgten keine Planktonuntersuchungen, es liegen lediglich einmalige Befunde vom September 1977 vor. Danach dominieren Kieselalgen (*Asterionella*, *Fragilaria*, *Melosira*). Grünalgen (*Pediastrum*, *Staurastrum*) treten in geringer Dichte auf. Auffallend ist die Massenentwicklung des Dinoflagellaten *Ceratium hirundinella*. An Zooplankton ist nur *Keratella cochlearis* in relativ geringer Menge in beiden Seeteilen angegeben.

Unterwasserpflanzen wie *Potamogeton*-Arten (*P. perfoliatus*, *crispus*, *lucens*) oder *Myriophyllum spicatum* wurden nur z. T. innerhalb der Aufnahme der Ufervegetation erfaßt. Sie kommen in verstärktem Maße an der Nordseite des Domsees vor.

Das Zoobenthon wurde in Ufernähe im Bereich einmündender Gewässer und Abwassereinleitungen untersucht. Dabei war in allen Proben eine hohe Zahl an Würmern (Oligochaeten) wie z. B. *Tubifex* und *Limnodrilus hoffmeisteri* sowie Chironomiden-Larven, die den belasteten Zustand dieser Bereiche unterstreichen.

Der Ratzeburger See wird als Angelgewässer genutzt. Nachdem der Binnenstint (*Osmerus eperlanus* f. *spirinchus*) hier verschwunden war, ist er seit 1920 wieder regelmäßig vorhanden. Weiterhin kommen Plötze (*R. ruti-*

lus), Rotfeder (*S. erythrophthalmus*), Schleie (*T. tinca*), Gründling (*G. gobic*), Ukelei (*A. alburnus*), Güster (*B. bjoerkna*), Brachsen (*A. brama*), Karausche (*C. carassius*), Wels (*S. glanis*), Barsch (*P. fluviatilis*), Kaulbarsch (*G. cernua*), Zwergstichling (*P. pungitius*) und Quappe (*L. lota*) vor. Daneben treten vereinzelt die Bächforelle (*S. trutta* f. *fario*), die Große Maräne (*C. lavaretus*) und der Zander (*S. lucioperca*) auf. Besatzmaßnahmen stützen den Bestand der Kleinen Maräne (*A. anguilla*) und des Hechts (*E. lucius*).

Sediment

Das Sediment ist sandig, an den Einmündungsstellen einiger Abwassereinleitungen fand sich Faulschlamm.

Nutzung, Bedeutung und Maßnahmen

Der Ratzeburger See gehört zu den Hauptattraktionen des Naturparks „Lauenburger Seen“. Die Erholungs- und Freizeitnutzung hat eine hohe Intensität erreicht. Dies drückt sich auch in der rechnerischen Belastung von ca. 1,1 Booten pro ha Wasserfläche aus (Ruder- und Segelboote). Motorboote sind mit wenigen Ausnahmen verboten. Außerdem sind auf dem See über 600 Surfbretter zugelassen. Auf dem Ratzeburger See verkehren im Sommer regelmäßig Ausflugsboote, die bis zu 300 Personen befördern.

Die Fischfauna des Sees wird gewerblich genutzt. Auch Angelscheine werden ausgegeben.

Bläßhuhn und Reiherente sind mit starken Restbeständen im Herbst und Winter vertreten. Die Arten der Roten Liste, Rohrdömmel, Rohrweihe, Rohrschwirl und Drosselrohrsänger brüten hier.

Am Südufer des Ratzeburger Sees und am Domsee leben mehr als 13 000 Einwohner. 1983 wurden über 140 000 Übernachtungen am Südufer registert. Weitere 120 000 Übernachtungsmöglichkeiten bestehen am Westufer und auf den Dauercampingplätzen.

Bereits im Juli 1975 wurde auf der Kläranlage Ratzeburg eine dritte Reinigungsstufe in Betrieb genommen. Für die Abwässer der Westseite des Ratzeburger Sees wurde zwischenzeitlich ein eigenes Klärwerk in Buchholz/Einhaus gebaut, ebenfalls mit 3. Reinigungsstufe, das im Frühjahr 1985 in Betrieb gehen soll. Die auf der Ostseite des Sees anfallenden Abwässer werden nach Ratzeburg gepumpt und gelangen von dort zum Teil zum Klärwerk Buchholz/Einhaus.

Literatur

- KASTL, G. (1950): Neue Forschungsergebnisse über den Ratzeburger See. Lauenburger Heimat, Neue Folge: 1/2, S. 19-40
- KÖLMEL, R.: Seeferschutz an schleswig-holsteinischen Großseen - Eine Untersuchung zu Zustand, Nutzung, Gefährdung und Schutzkonzept der Uferbereiche an 10 Seen des Hügellandes. Bisher unveröffentlichter Bericht des Landesamtes für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1977): Untersuchung über den Zustand des Ratzeburger Sees, Domsee, Kuchensee und Kl. Kuchensee. Kiel

Selenter See

Lage: R 35 95, H 60 20

Topographische Karte: L 17 28 Plön

Entstehung/Seetyp: Das wannenförmige Becken des Selenter Sees stellt ein ausgeschürftes Zungenbecken dar. Es wurde durch eine aus Norden kommende, stumpfe Eiszunge geschaffen, die auch die Moräne im Süden des Sees aufstauchte. Auch westlich und östlich des Sees finden sich Moränenwälle der Selenter Eisrandlage. Gripp (1964) deutet den gesamten Komplex als eingedrückte Schlingenkerbe mit Stauchmoräne.

Mischungsverhalten: überwiegend dimiktisch

Höhenlage: 37,2 m ü NN

Oberfläche: 22,4 km²

Volumen: 294 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 35,8 m, mittl.: 13,2 m

Einzugsgebiet: 62,5 km²

Umgebungsfaktor: 1,8

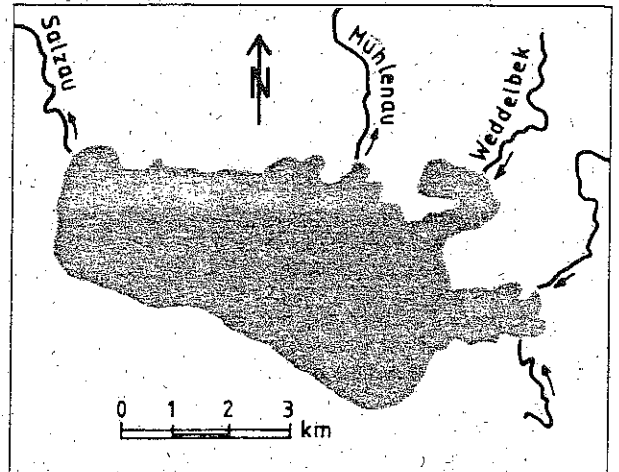
Ufer: Länge 32,0 km, Entwicklung: 1,9

Einzugsgebiet:

Der Selenter See als zweitgrößter See Schleswig-Holsteins hat ein relativ kleines Einzugsgebiet und damit günstige Voraussetzungen für einen verhältnismäßig geringen Nährstoffeintrag. Er liegt im Jungmoränengebiet der Probstei und ist im Süden, Osten und Westen von Höhenrücken bis zu 80 m Höhe begrenzt. Das Gebiet nördlich des Sees stellt eine kuppige Grundmoränenlandschaft dar. Dort liegen auch die beiden Abflüsse des Sees, die Hohenfelder Mühlenau, und die Saizau, die in den Passader See entwässert. Infolge dessen gliedert sich das Gesamteinzugsgebiet in ein östliches und ein kleineres westliches Teileinzugsgebiet. Gespeist wird der See von mehreren Vorflutern, von denen die Weddelbek mit 6,6 km² das größte Niederschlagsgebiet besitzt. Die Bodenarten in diesem Gebiet sind kennzeichnend für das östliche Hügelland. Im Bereich der südlichen Stauchmoräne entstand auf fluvioglazialen Sand und lehmigem Sand mesotrophe Braunerde. Im übrigen Bereich dominiert Geschiebelehm und Geschiebesand, auf denen sich Parabraunerde entwickelte. Nach Treter (1981) sind mehr als 1 % des Niederschlagsgebietes bebaut, Waid und Grünland nehmen jeweils 16 % ein, während auf den restlichen Flächen Ackerbau betrieben wird.

Ufer:

Die größte Ausdehnung des Sees erstreckt sich in Ost-West-Richtung. Aufgrund der relativen Häufigkeit von Westwinden ist das Ostufer als Brandungsufer ausgebildet. Der westliche Bereich bei Fargau ist durch einen steilen Uferabfall gekennzeichnet, der keinen Bewuchs zuläßt. Zwischen Nord- und Südufer besteht ein großer Kontrast hinsichtlich der Ausprägung der Vegetation im Uferbereich. Während der südliche Teil durch touristische Einrichtungen beeinflusst ist, ist das Nordufer relativ naturnah.



Das Südufer ist wie der gesamte Uferbereich des Selenter Sees sandig. Bis etwa 50 m seewärts verläuft der Uferabfall äußerst flach, so daß diese Strände für Camping und Badestellen besonders gut geeignet sind. Entsprechende Einrichtungen finden sich in Selent und Bellin. Bei Seekrug, Grabensee und auch bei Fargau im Westen existieren außerdem die Sammeliegeplätze der Segelvereine des Selenter Sees. Eine besondere Beeinträchtigung erfährt der Uferbereich im gesamten Süd-Osten, wo die B 202 direkt am See entlangführt.

Der Pflanzensaum am See ist recht spärlich ausgebildet und besteht ausschließlich aus einem schmalen stellenweise unterbrochenen Röhrichtgürtel, der einen Schilfreinbestand (*Phragmites australis*) darstellt. Das nördliche Ufer, welches zusammen mit einem Großteil der Wasseroberfläche unter Naturschutz steht, ist sehr viel artenreicher. Von Burg bis Stauen und ab Pülzen bis zur Giekauer Bucht ist Erlenbruchwald dem Ufer benachbart, der trotz mäßiger Entwässerung das charakteristische Bild dieser Pflanzengemeinschaft vermittelt. Areale in diesem Bereich (bei Pülzen und in der Giekauer Bucht), die früher bewirtschaftet waren, beherbergen sehr artenreiche Großseggenrieder, wobei zu erwähnen ist, daß sich in der Giekauer Bucht schon der Wasserschwaden (*Glyceria maxima*) angesiedelt hat, der schnell andere Arten verdrängen kann.

Bei Pülzen wurde eine neue Badestelle ausgebaut und ein Uferareal mit Sand aufgeschüttet. Der Röhrichtgürtel am Nordufer ist meist breiter als 30 m und wird vom Schilf als Reinbestand gebildet, welches landseitig von vielen Arten begleitet wird: Sumpflabkraut, Bittersüßer Nachtschatten, Wasserdost, Weidenröschen, Wasserminze, Lanzettliches Reitgras, Braunwurz, Sumpf-Ziest, Gilbweiderich und viele mehr.

Kleinere Bestände, die das Röhricht erweitern, werden von der Sumpfségge (*Carex acutiformis*) – vor allem in der Giekauer Bucht –, dem Rohrglanzgras (*Typhoides arundinacea*), dem Ästigen Igelkolben (*Sparganium erectum*)

tum) und dem Schmalblättrigen Rohrkolben (*Typha angustifolia*) gebildet.

Aufgrund des Fehlens windgeschützter Buchten und genügend ruhiger Wasserbereiche ist eine Schwimmblattzone nicht ausgebildet. Ausnahmen sind das innere der Giekauer Bucht mit einem kleinen Teichrosenbestand (*Nuphar lutea*) und eine Stelle auf der Mühlenau.

Wasserchemismus und Trophiegrad:

Die elektrische Leitfähigkeit beträgt im Jahresmittel während des Untersuchungszeitraumes von September 1975 bis Oktober 1976 245 $\mu\text{S}/\text{cm}$, somit gehört der Selenter See zu den Seen mit mittlerem Kalkgehalt. Der pH-Wert erreicht im östlichen Seeteil Maxima von 8,8 bis 8,9 an der Oberfläche. Das Minimum wird mit 7,0 im westlichen Seeteil erreicht. An den fünf Seemeßstellen kommt es im Laufe des Sommers regelmäßig zu Sauerstoffübersättigungen, die im Juli 1976 am stärksten ausgeprägt sind und auf der Höhe Selent einen Wert von 138% (= 17,4 mg/l O_2) Sättigung erreichen.

In der Tiefe des Sees (22–23 m) dagegen treten Sauerstoffdefizite bis zu 10% (= 1,0 mg/l O_2) Sättigung im September 1975 auf. Aufgrund dieser Sauerstoffjahresverteilung ist der Selenter See als eutroph einzustufen.

Die Jahresmittelwerte verschiedener Nährstoffe an der Oberfläche zeigen folgende Ergebnisse:

	Mittelwerte (in $\mu\text{g}/\text{l}$)	Minimum (in $\mu\text{g}/\text{l}$)	Maximum (in $\mu\text{g}/\text{l}$)
Gesamtstickstoff:	1100	0	2900
Nitratstickstoff:	100	0	300
Ammoniumstickstoff:	660	0	2300
Gesamtphosphor:	100	0	1410
Phosphat:	80	0	520

Maxima jeweils in der süd-östl. Bucht bei Seekrug

Die Werte für das pflanzenverfügbare Nitrat liegen allerdings so niedrig, daß sie schon im Mai im westlichen Seeteil unterhalb der Nachweisgrenze liegen und den ganzen Sommer über bis zum September ins Minimum geraten. Über dem Sediment liegen die Nitratwerte ebenfalls mit Maximalwerten von 400 $\mu\text{g}/\text{l}$ $\text{NO}_3\text{-N}$ sehr niedrig.

Auffällig sind aber die extrem hohen Gehalte an Ammonium an der Oberfläche, welches teilweise (September 1975) die einzig vorliegende Stickstoffkomponente darstellt.

Phosphat, als wesentliches Glied bei der Gewässer-Eutrophierung und Minimumfaktor für das Pflanzenwachstum liegt an den einzelnen Seemeßstellen zwischen Mai und Juni unterhalb der Nachweisgrenze. Dieser Zustand bleibt den ganzen Sommer über (mit einer Unterbrechung im Juli bis zum Oktober) erhalten. Während dieser Zeit erfolgt der Nachschub an Pflanzennährstoffen aus dem sogenannten „kurzgeschlossenen Kreislauf“ im Wechselspiel zwischen Phyto- und Zooplankton und der direkten Zufuhr durch die Zuflüsse.

Im Selenter See sind sowohl Phosphor als auch Stickstoff limitierende Faktoren für die Primärproduktion. Wäh-

rend der Mittelwert des Stickstoffgehaltes noch im Bereich des Gehaltes mesotropher Gewässer liegt, ist der Phosphordurchschnittsgehalt typisch für eutrophe Gewässer (Vollenweider 1979). Bei einer weitergehenden Sauerstoffzehrung kann sich dieser Zustand im Sinne der „rasanten Eutrophierung“ schlagartig ändern, sobald im Zuge von Reduktionsvorgängen im Sediment Phosphor aus Eisenkomplexen freigesetzt wird.

Die Sichttiefen liegen im Jahresmittel bei 5,5 m. Maxima werden im Juni (Klarwasserstadium) mit 9 m und Minima mit 3 m im September erreicht. Der Jahresdurchschnitt des Chlorophyll a-Gehaltes als Maß des vorhandenen Phytoplanktons beträgt 5 $\mu\text{g}/\text{l}$. Sowohl Chlorophyll a-Gehalt als auch die hohe Sichttiefe weisen den Selenter See als mesotrophes Gewässer aus. Berücksichtigt man gleichzeitig die Sauerstoff- und die Nährstoffverbindungen des Selenter Sees, so kann der See im Übergangsstadium von meso- nach eutroph angesiedelt werden.

Flora und Fauna:

Phytoplankton

Das Artenspektrum der pflanzlichen Plankter setzt sich im wesentlichen aus Kieselalgen und Grünalgen zusammen. Aber auch Blaualgen, Goldalgen und Föeralgen treten auf. Bei den Kieselalgen wird *Synedra ulna* ebenso wie *Fragilaria capucina* und *crotonensis* – letztere mit Ausnahme zweier Sommermonate – regelmäßig in geringer Zelldichte während des ganzen Jahres gefunden. *Asterionella formosa* dagegen erreicht insgesamt höhere Individuendichte und Verteilungsspitzen jeweils im Spätsommer und Herbst. *Melosira granulata* wird nur im Winter gefunden, während *Stephanodiscus spec.* über diese Zeit hinaus im Spätherbst und Frühjahr vorkommt und dann auch größere Zellzahlen erreicht.

Die Grünalgen sind in relativ geringer Zahl vorhanden, aber ihr Vorkommen ist gleichmäßig über alle vorhandenen Arten verteilt. Es handelt sich dabei um: *Eudorina elegans*, *Pediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex* und *Staurastrum spec.*. Ausschließlich im Winter treten *Coelastrum microporum* und *Cosmarium spec.* auf, während sich *Pandorina morum* und *Cosmarium spec.* auf den Sommer beschränken und *Scenedesmus quadricauda* und *Volvox globator* im späteren Sommer auftreten und bis in den Herbst hinein erhalten bleiben.

Benthische Flora

Die nachfolgende Beschreibung submerser Makrophyten bezieht sich ausschließlich auf den Bereich der Giekauer Bucht mit dem Warder und den Krüzkamp im östlichen Seeteil. Aufgrund der hohen Sichttiefe und der relativ geringen Phytoplanktendichte können die Makrophyten in große Tiefen vordringen.

Am Eingang der Bucht treten beidseitig sowohl am Warder als auch am östlichen Ufer in bodendeckenden Beständen die beiden Arten des Durchwachsenen Laichkrautes (*Potamogeton perfoliatus*) und der Armleuchteralge (*Chara foetida*) auf. Besonders auf sandigem Untergrund werden dichtrasige Polster dieser Pflanzen über Flächen von einigen hundert Metern Länge gebildet.

Seewärts schließen sich in Richtung Krüzkamp flächendeckende Bestände einer Laichkrautgesellschaft an, die vom Durchwachsenen Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*) und vom Ährigen Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) beherrscht werden und folgende Arten umfassen:

Kammförmiges Laichkraut (*P. pectinatus*)
 Rauhes Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*)
 Wasserpest (*Elodea canadensis*)
 Spreizender Hahnenfuß (*Ranunculus circinatus*)
 Dreifurchige Wasserbinse (*Lemna trisulca*)
 Wasserknöterich (*Polygonum amphibium natans*)

In den größeren Tiefen bis 5,6 m setzt sich der Bewuchs als Reinbestand vom Durchwachsenen Laichkraut fort.

Im Bereich der Bucht vor Giekau ab 4 m Wassertiefe ist eine Gesellschaft von Armleuchteraigen (*Tolypellopsis stelligera*) angesiedelt, die in einer Zone leben, die für die Teichrose zu bewegt und für das Schilf zu tief ist.

Die hinterste Zone der Bucht beherbergt eine Schwimmblattgesellschaft, die verlandungsfördernd wirkt.

Charakterarten sind: Krebschere (*Stratiotes aloides*), Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) und Rauhes Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*).

Den Übergang zum Röhricht mit Schilf (*Phragmites australis*) und Breitblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia*) bildet ausschließlich die Krebschere.

Fische

Der Selenter See gilt als reiches Fischgewässer und wird von einem Fischpächter bewirtschaftet. Inzwischen hat der See in der zweiten Generation den Status eines geschlossenen Gewässers, d. h. mittels eines Gitters von 2 cm Gitterabstand an den Abläufen des Sees wird der Fischwechsel von laichfähigen Fischen unterbunden. Der wirtschaftlich bedeutendste Fisch des Sees ist der Aal (*Anguilla anguilla*). Für diese Art wie auch für den Hecht (*Esox lucius*) und Kleine Maräne (*Coregonus albula*) werden Besatzmaßnahmen durchgeführt. Die Große Maräne ist zum heutigen Zeitpunkt nicht mehr im See vorhanden. Besatzmaßnahmen wurden auch für den Zander (*Stizostedion lucioperca*) durchgeführt, der sich allerdings nicht einbürgern konnte.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Von den elf untersuchten Vorflutern waren im Untersuchungszeitraum September 1975 bis September 1976 fünf außerordentlich stark belastet, darunter die Weddebek als mengenmäßig bedeutender Zufluß und die Vorfluter aus dem Bereich der Ortschaften Selent und Fargau. Bis 1978 verfügte im Einzugsbereich des Sees keine der Gemeinden über zentrale Anlagen zur Abwasserbeseitigung. Die Entsorgung erfolgte nur über Hauskläranlagen oder für einige kleinere Baugebiete über Gebietskläranlagen.

Umfangreiche Maßnahmen zur Verbesserung der Abwassersituation wurden ab 1978 unternommen.

Seit 1979 ist die Gemeinde Selent an die Kläranlage von Lütjenburg angeschlossen, wie auch inzwischen die Ortsteile Bellin, Seekrug, Giekau. Die Gemeinde Fargau besitzt seit 1982 eine vollbiologisch arbeitende Kompaktanlage, die in die Salzau einleitet. Die Gemeinde Pilsen mit einer ebenfalls vollbiologischen Kläranlage leitet in den zweiten Seeablauf, den Mühlenbach, ein. Biologische Kläranlagen, die über Vorfluter direkt in den Selenter See einleiten, befinden sich in Grabensee und in Wittenberger Passau.

Im Ortsteil Dransau der Gemeinde Giekau existieren bislang für 150 Einwohner Hauskläranlagen.

Die Nutzung des Selenter Sees durch den Freizeit- und Fremdenverkehr sollte sich auf den schon erschlossenen Südtel beschränken, während der artenreiche naturnahe Charakter des Nordufers möglichst erhalten bleiben sollte.

Hervorzuheben ist auch die Bedeutung, die dem Selenter See in ornithologischer Hinsicht neuerdings als Rastplatz für durchziehende Kormorane zukommt. Die Zahl erhöht sich ständig und mehr und mehr Paare überwintern in Schleswig-Holstein. Offensichtlich beginnt diese verdrängte Art hier wieder heimisch zu werden.

Literatur

- GRIPP (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein, Neumünster, Wachholtz 411 S.
 NEUFELDT, E. (1976) Submerse Makrophyten am Selenter See, Diplomarbeit, CAU Kiel, Botan. Inst.
 TRETER (1981) Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete, Selbstverlag, Inst. für Phys. Geographie, FU Berlin, Berliner Geograph. Abhandlungen H33

Westensee

Lage: R 35 61, H 60 16

Topographische Karte: L 17 24 Rendsburg-Ost

Entstehung/Seetyp: Der Westensee ist im Weichselglazial entstanden und im Süden vom ausgeprägten Endmoränenzug der „Mittleren Eisrandlage“ begrenzt. Toteis und wechselvoller Aushub durch den Gietscher haben die Kammerung des Seebeckens bewirkt. Wegemann (1912) faßt die Westensee-Seenplatte, zu der Ahrensee, Bossee, Flemhuder See, Großer und Kleiner Schierensee sowie der verlandete Torfsee gehören, als Endmoränenstausee auf. Die kleineren Seen haben sich durch Verlandung und strömungsbedingte Sedimentablagerung abgliedert.

Mischungsverhalten: dimiktisch

Höhenlage: 6,5 m ü NN, eine Absenkung des Seespiegels erfolgte 1877 mit dem Bau des Nord-Ostsee-Kanals von 7,2 m auf den heutigen Stand

Oberfläche: 7,7 km²

Volumen: 58 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 20,0 m

Erneuerungszeit: 0,56 Jahre

Einzugsgebiet: 252,7 km²

Umgebungsfaktor: 32,0

Ufer: Länge 22,0 km, Entwicklung: 2,2

Einzugsgebiet:

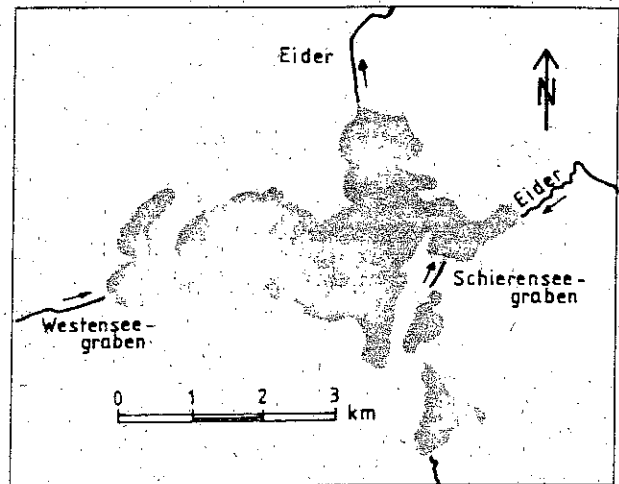
Der Westensee liegt im Gebiet der Eiderniederung und hat seinen Ablauf durch die Eider in den Nord-Ostsee-Kanal. Der Wasserstand wird durch ein Stauwehr bei Strohhück geregelt.

Das Einzugsgebiet ist, wie der Umgebungsfaktor zeigt, im Verhältnis zur Seefläche relativ groß. Im südöstlichen Bereich bei Marutendorf und Börner erstrecken sich ausgedehnte Waldgebiete, die insgesamt 8,5% des Gesamteinzugsgebietes ausmachen. Der größte Teil der Fläche, nämlich 79,9% ist landwirtschaftlich genutzt und 8,6% der Fläche sind bebaut.

Der mengenmäßig bedeutendste Zufluß des Westensees ist die Eider mit 78% des Einzugsgebietes. Auf den Auslauf des Schierensees entfallen 5% und auf den Westenseeegraben 4% des Einzugsgebietes. Die restlichen 13% des Niederschlagsgebietes werden von kleinen, mengenmäßig unbedeutenden Vorflutern eingenommen. Insgesamt wurden 12 einmündende Gewässer und Einleiter untersucht.

Ufer

Durch die stark gebuchtete Form des Westensees ist die Uferlinie relativ lang. Allerdings zeigt sich bei einem Vergleich mit dem Jahr 1897, daß sich in den letzten 80 Jahren durch natürliche Uferzonenbegradigung der



Umfang des Sees um 13% verkleinert hat. Zwei ausgedehnte Verlandungsgebiete finden sich an der Eidermündung und bei der Hohburg und zwei rudimentäre östlich bei Ekhöft und am Eiderausfluß.

Nordöstlich von Langniß und westlich von Börner wird erodiertes Material in Form weit in den See hinausgreifender Halbinseln angelandet, teilweise werden auch Strandwälle aus Muschelschill aufgeworfen. Die Ausbildung der Ufervegetation hängt von der Wassertiefe als auch Wind- bzw. Welleneinwirkung ab.

Die häufigste Art des Röhrichtgürtels ist das Schilfrohr (*Phragmites australis*) und teilt sich die Standorte mit der Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*) als auch dem Schmalblättrigen Rohrkolben (*Typha angustifolia*). Vor der Eidermündung bei teilweise nur 1 m Wassertiefe dehnen sich Röhrichtbestände auf einer Breite von 10–50 m aus. Seewärts sind hier wie in den anderen windgeschützten Buchten der Verlandungszonen als Schwimmblattpflanzen die Weiße Seerose (*Nymphaea alba*) und die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*) anzutreffen. Weitere ausgedehnte Standorte liegen im Bossee gegenüber der Lohburg, in der Bucht vor Westensee und bei der Hohburg.

Weitere Sumpfgewächse wie Kalmus (*Acorus calamus*), Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*), Ästiger Igelkolben (*Sparganium erectum*), Gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus*), Binse (*Juncus spec.*), Schneide (*Cladium mariscus*), Steife Segge (*Carex elata*) und Wasserknöterich (*Polygonum amphibium*) treten unregelmäßig entlang der Uferlinien auf.

Westlich von Hohenhude und im Norden des Bossees liegt jeweils ein Quellhang mit vorgelagerter quelliger Uferterrasse. Beide zeichnen sich durch dichten Bewuchs von Bitterem Schaumkraut (*Cardamine amara*) und Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) aus. Staunasse bis quellige Uferbereiche sind auch westlich Börner und Ekhöft und zwischen Résenis und Grieshus am Nordufer des Westensees vorhanden.

Größere Feuchtwiesenbestände, die eine Reihe seltener Arten beherbergen, finden sich am Eiderzu- und -abfluß, am Schierenseebach, westlich und östlich Eckhöft, bei Langniß und Westensee, sowie bei Resenis.

In den Wiesen zwischen Eiderausfluß und Ahrensee wachsen der Sumpfdreizack (*Triglochin palustre*), das Fleischrote (*D. incarnata*) und das Breitblättrige Krabenkraut (*Dactylorhiza majalis*) u. a.

Fast die Hälfte der uferbenachbarten Fläche wird von Wald eingenommen und zu 31 % grenzen Wiesen und Weiden, aber kein Ackerland, direkt an den See. Siedlungen liegen schwerpunktmäßig bei der Ortschaft Westensee und am Nordostufer verteilt zwischen Resenis und dem Eiderausfluß und erreichen 12 % der Uferlinie. Ungefähr 10 % der Uferflächen unterliegen keiner der genannten Nutzungen.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Der Westensee gehört mit einer mittleren Leitfähigkeit von 350 $\mu\text{g}/\text{cm}$ im Untersuchungszeitraum von Okt. '73 bis Nov. '74 zu den kalkreichen Seen Schleswig-Holsteins. Die pH-Werte liegen im Oberflächenbereich bei 8–8,5 und erhöhen sich zu Zeiten starker Primärproduktion. Im Tiefenwasser liegen die Werte zwischen 7,4 und 7,8, während der Phase der sommerlichen Stagnation und verstärkter Mineralisation auch etwas niedriger.

Grundsätzlich ist der Verlauf der pH-Schwankungen mit dem Jahresgang der O_2 -Versorgung korreliert.

Eine Durchmischung und damit Eintrag von atmosphärischem Sauerstoff findet im Westensee im Frühjahr und im Herbst statt. Ab Mai bildet sich eine thermische Schichtung des Wassers aus, die sich im August voll entwickelt hat. An der Oberfläche liegt eine 3 m mächtige Schicht, die zu 160 % mit Sauerstoff übersättigt ist. Im Tiefenwasser kommt es dagegen zu einer Zehrung bis zu 36 %, die bis zum September anhält. Erst nach der Zirkulation im November wird in der Tiefenzone wieder annähernd Sättigung erreicht.

In Bezug auf den Sauerstoffhaushalt ist der Westensee somit als eutroph einzustufen, ebenso auch der angrenzende Bossee und der Ahrensee, dessen biogene Sauerstoffproduktion allerdings um 30 % niedriger liegt. Das Jahresmittel des Gesamtstickstoffgehaltes beträgt 2300 $\mu\text{g}/\text{l}$. Im Untersuchungszeitraum fällt auf, daß im Frühjahr zwischen Februar und März ein Maximum von 4500 $\mu\text{g}/\text{l}$ an der Oberfläche auftritt, welches mit dem hohen Nitratgehalt von 3300 $\mu\text{g}/\text{l}$ $\text{NO}_3\text{-N}$ verbunden ist. Dieser Wert ist vermutlich auf Abschwemmungen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen zurückzuführen. Im März steigt der Ammoniumgehalt auf 1100 $\mu\text{g}/\text{l}$ an. In den folgenden Monaten bis zum August werden die Vorräte an Nitrat vollständig aufgebraucht, erst in den Herbstmonaten nach der Durchmischung ist wieder ein Anstieg an Stickstoffverbindungen zu verzeichnen.

Aufgrund seines Mittelwertes an Gesamtphosphor von 650 $\mu\text{g}/\text{l}$ und einem nahezu ganzjährigen Angebot an

pflanzenverwertbaren Phosphat-Verbindungen ist der Westensee als mit Phosphor überdüngt zu bezeichnen. Im Bossee liegen die Werte für den Stickstoffgehalt bedingt durch den Vorfluter aus Felde über den Maximalwerten des Westensees, dagegen sind die Phosphorgehalte um 150 $\mu\text{g}/\text{l}$ niedriger als im Westensee. Ein Vergleich der Monate Oktober der Jahre 1974 und 1980 an der Meßstelle Höhe Langniß ergibt deutlich niedrigere Werte für Gesamt-Phosphor und Phosphat bei den jüngeren Messungen in Oberflächennähe:

	Okt. 1974	Okt. 1980
Ges. Phospor ($\mu\text{g}/\text{l}$)	1020	310
Phospat ($\mu\text{g}/\text{l}$)	330	250

Allerdings ist dieser Vergleich nicht allzu aussagekräftig, da im Okt. '74 bereits die gesamte Wassersäule durchmischt war, während im Oktober 1980 noch eine thermische Schichtung vorhanden war.

Aufgrund des Sauerstoffjahresgangs und dem Nährstoffangebot an pflanzenverwertbaren Phosphor- und Stickstoffverbindungen kann der See als typisch eutropher See der schleswig-holsteinischen Landschaft bezeichnet werden.

Maßgeblich an der Eutrophierung des Westensees beteiligt ist die Eider als Hauptzufluß. Diese trägt ca. 90 % der gesamten Nährsalze und organischen Stoffe ein, so daß an dieser Stelle Maßnahmen zur Verbesserung der Wassergüte unternommen werden müssen.

Flora und Fauna

Phytoplankton- und Chlorophyll a Untersuchungen fehlen. Die Vertreter des Zoobenthos wurden stichprobenartig in Ufernähe im Bereich einmündender Gewässer untersucht. An den meisten Stationen werden die Wasserassel (*Asellus aquaticus*), ein Käfer der Familie der Wassertreter (*Halipus spec.*), Chironomidenlarven, Copepoden und Ostracoden gefunden. In einigen Zuläufen, vor allem im Verbindungsgraben Schierensee kommt in relativ großer Zahl die Schnecke *Bithynia tentaculata* vor. Die Individuenzahlen der genannten Arten sind im Zulauf der Eider besonders hoch. Tubificidenpopulationen kommen an Stellen mit Faulschlamm vor.

Fische

Regelmäßig gefangen werden: Plötze (*Rutilus rutilus*), Aland (*Leuciscus idus*), Rottfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Schleie (*Tinca tinca*), Ukelei (*Alburnus alburnus*), Güster (*Blicca bjoerkna*), Brachsen (*Abramis brama*). Weiterhin werden folgende Arten vereinzelt nachgewiesen: Binnenstint (*Osmerus eperlanus f. spirinchus*), Gründling (*Gobio gobio*), Steinbeißer (*Cobitis taenia*), Quappe (*Lota lota*), Schlammpeitzger (*Misgurnius fossilis*), Moderfließchen (*Leucaspius delineatus*) sowie die Barschartigen Zander (*Stizostedion lucioperca*), Flußbarsch (*Perca fluviatilis*) und Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*). Besatzmaßnahmen werden regelmäßig für Aal (*A. anguilla*) und Hecht (*Esox lucius*) durchgeführt, während der Versuch

der Wiedereinbürgerung für die Große Maräne (*Coregonus lavaretus*) erfolglos blieb.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Der Westensee liegt im gleichnamigen Naturpark. Er wird in den Sommermonaten von Erholungssuchenden aus den Städten Kiel, Hamburg, Rendsburg und Neumünster hauptsächlich zu Kurzaufenthalten stark besucht. Am Westensee wohnen mit Schwerpunkten in Felde und Westensee nur ca. 3 000 Einwohner, während die Übernachtungen auf ca. 6 000 geschätzt werden. Bei Wrohe befindet sich ein großer Campingplatz. Die insgesamt ca. 300 Boote am Westensee, zumeist Ruderboote und kleinere Segelboote liegen zum größten Teil bei Resenis und bei Wulfsfelde an Sammelliegeplätzen.

Eine fischereiliche Nutzung wird von 3 Betrieben gewerbemäßig durchgeführt.

Das Seeufer ist nur im Bereich der Badestellen, vor Gut Westensee und in einem Bereich vor der Gemeinde Westensee ausgebaut. In einzelnen Abschnitten wird das Ufer auch durch Viehtritt und Beweidung beeinträchtigt. Am Nordwestufer zwischen Resenis und dem Eiderabfluß ist das Ufer in Großparzellen mit dahinterliegenden Einzelhäusern unterteilt.

Freizeit- und Erholungsnutzung haben am Westensee einen bedeutenden Umfang, sie sind aber auf Uferbereiche im westlichen Seeteil konzentriert, die aus der Sicht des Naturschutzes weniger empfindlich sind. Insgesamt 29% der Seeufer können als naturnah und noch wenig beeinträchtigt gelten und 4% sind ökologisch wertvolles Feuchtgrünland. Der Westensee gehört damit zu den ökologisch sehr wertvollen Großseen Schleswig-Holsteins.

Auch in ornithologischer Hinsicht hat der Westensee nationale Bedeutung. Er ist im Herbst der wichtigste Haupttaucherrastplatz Schleswig-Holsteins, und auch für andere Vogelarten ist der östliche Seeteil ein wichtiger Rast- und Brutplatz. Im Röhricht zwischen Ahrensee und Westensee leben zahlreiche seltene Vogelarten wie Rohrdömmel, Drosselrohrsänger, Rohrweihe, Rohrschwirl und Gänsesäger.

Die Abwasser- und Klärschlamm Entsorgung im Raum Westensee und Felde erfolgt über die Kläranlage Achterwehr/Strohbrück. Es handelt sich hierbei um eine belüftete Teichanlage mit Simultanfällung zur Phosphor-Eliminierung. Die gereinigten Abwässer werden in den Nord-Ostsee-Kanal abgeleitet.

Der z. Z. noch laufende weitere Ausbau der Ortsentwässerung einschließlich des Anschlusses der Gebiete westlich des Westensees wird voraussichtlich 1987 abgeschlossen sein.

Im östlichen Seeteil sind bereits jetzt vollbiologisch arbeitende Gebietskläranlagen vorhanden, dies gilt auch für den Campingplatz Wrohe. Die Abwässer der Gemeinde Schierensee werden zur Kläranlage in Rumohr gepumpt. Weitere Kläranlagen im größeren Umfeld des Westensees befinden sich in Rodenbek und Mielkendorf.

Alle zuletzt genannten Anlagen leiten in die Eider ein, die den Westensee durchfließt und somit diese Restbelastungen dem See wieder zuführt.

Literatur

- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHL.-HOLST. Untersuchungen über den Zustand des Westensees, Bössee und Ahrensee Kiel 1977
- BÖTTGER, K. (1977): Gedanken zum Naturschutz u. wasserbaulichen Maßnahmen am Schierenseebach Die Heimat, Zeitschr. f. Natur- u. Landeskunde Schl.-Holst. Nr. 1, 84 Jg.
- BOCK, F. (1975): Pflanzensoziologische Untersuchung am Ahrensee; schriftliche Hausarbeit zur 1. Staatsprüfung f. Lehramt an Grund- u. Hauptschulen, in Schl.-Holst., Kiel
- KÖLMEL, R. (1984): Seeuferschutz an Schl.-Holst. Großseen Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schl.-Holst. bislang unveröffentlichte Mittel.
- WEGEMANN (1912): Die Seen des Eidergebietes. Abdruck aus Dr. Petermanns geograph. Mitteil.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Schrift sind die bedeutendsten Seen in der Bundesrepublik Deutschland erstmals zusammengefaßt dargestellt. Talsperren und Stauseen bleiben unberücksichtigt und sind einer späteren, gesonderten Veröffentlichung vorbehalten. Daher werden jetzt auch keine Gewässer aus Bremen und dem Saarland vorgestellt. Der vorliegende Bericht will sowohl die breite Öffentlichkeit als auch den fachlich Interessierten über den Zustand der Seen, die Maßnahmen zur Reinhaltung, Sanierung und Restaurierung sowie zur Seenüberwachung in der Bundesrepublik Deutschland informieren. Neben einer allgemeinen Beschreibung der Seen sind anthropogene Belastungen, Nutzungen sowie die jeweilige regionale und überregionale Bedeutung dargelegt. Auf einschlägige, weiterführende Literatur wird ebenfalls hingewiesen.

Die Grundlage der Seenbeschreibungen bilden die in den einzelnen Ländern durchgeführten Überwachungsprogramme, die entsprechend den natürlichen Bedingungen der Gewässer, den Nutzungen und Befastungen sowie weiterer, landesspezifischer Kriterien unterschiedlich gestaltet sind. Von manchen natürlichen Seen liegen aufgrund langjähriger, wissenschaftlicher Forschungen sehr viele Informationen vor. Von anderen, vor allem von Baggerseen, stehen im wesentlichen die Ergebnisse der amtlichen Überwachung und solcher Untersuchungen zur Verfügung, die aus konkretem Anlaß wie z. B. Sanierungsprojekten, vorgenommen worden sind.

Die Bewertung des Zustandes der Seen nach Trophiestufen reicht allein nicht aus, um die vielschichtige Problematik und Dynamik der in den Seen stattfindenden physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse und deren Folgen vergleichend darzustellen. Es wurde daher auch auf eine farbliche, kartenmäßige Darstellung der Trophiestufen verzichtet.

Die mit hohen finanziellen Aufwendungen durchgeführten Sanierungsmaßnahmen an vielen Seen, die vorwiegend der Naherholung und dem Fremdenverkehr dienen, haben vielfach eine wesentliche Besserung der Wasserqualität bewirkt. Das stetig zunehmende Freizeit- und Erholungsbedürfnis der heutigen Industriegesellschaft und die damit verbundene, gesteigerte Inanspruchnahme der Seen zwingen zu Nutzungsbeschränkungen z. B. für den Wassersport, um ein geregeltes Nebeneinander der verschiedenen Ansprüche zu gewährleisten. Beschränkungen können auch für die fischereiliche Nutzung erforderlich sein, damit der gewässertypische Fischbestand erhalten wird. Nur so läßt sich eine Überbeanspruchung des Ökosystems See verhindern. Auch zwischen den Erfordernissen des Biotop- und Artenschutzes und den Ansprüchen aus den verschiedenen Nutzungen entstehen immer wieder Konflikte. Sie lassen sich vielfach dadurch lösen, daß miteinander unvereinbare Funktionen räumlich getrennt werden.

Die Entwicklung der letzten Jahre zeigt, daß es durchaus möglich ist, den Schutz des Naturpotentials der Seen mit den Nutzungsbedürfnissen des Menschen in Einklang zu bringen. Es ist jedoch erforderlich, die Seenreinhaltung verstärkt fortzuführen. Dazu gehört in erster Linie die Fernhaltung von Belastungen durch die Nutzung der Seen und die Reduzierung des Eintrags von Stoffen, insbesondere von Nährstoffen, aus dem Einzugsgebiet. In jüngster Zeit gewinnt zudem der Stoffeintrag über die Luft immer mehr an Bedeutung. Außerdem müssen die Seen regelmäßig überwacht werden, damit die notwendigen Pflegemaßnahmen bis hin zur Restaurierung und Sanierung zweckentsprechend und rechtzeitig in Angriff genommen werden können. Bei der langen Verweilzeit des Wassers in den Seen kommt dem vorbeugenden Gewässerschutz ganz besonders große Bedeutung zu.

7 Erläuterung der Fachbegriffe

Ein →	verweist auf das entsprechende Stichwort im Verzeichnis	Epilimnion:	obere, i. a. warme und daher spezifisch leichteste Wasserschicht eines thermisch geschichteten Sees, die teilweise oder ganz durchlichtet ist
aerob:	bei Anwesenheit von Sauerstoff	Erneuerungszeit:	Verhältnis des Seevolumens zur jährlich durchfließenden Wasserfracht
allochthon:	von außerhalb (des Gewässers) stammend	eutroph:	nährstoffreich und hoch produktiv
anaerob:	unter Ausschluß von Sauerstoff	Eutrophierung:	Prozeß zunehmender Nährstoffanreicherung und entsprechend steigender → Trophie in einem Gewässer; natürlicherweise im Laufe von Jahrtausenden ablaufend, → anthropogen stark beschleunigt
anthropogen:	durch den Menschen verursacht, vom Menschen stammend	holomiktisch:	vollständig bis zum Gewässergrund zirkulierend (im Gegensatz zu → meromiktisch); → Vollzirkulation
Assimilation:	Umwandlung aufgenommener Nährstoffe in körpereigene Substanz	Hypolimnion:	kalte, spezifisch schwere Tiefenschicht eines thermisch geschichteten Sees, in der Regel nicht oder nur im oberen Bereich durchlichtet
autochthon:	aus den eigenen, internen Umsetzungsprozessen (des Gewässers) stammend	inverse Schichtung:	→ Stagnation
Benthal:	Lebensraum Gewässergrund	Konsument:	„Verbraucher“, Organismus, der lebende Biomasse aufnimmt, teils für den Aufbau körpereigener Substanz, teils für den eigenen lebensnotwendigen Betriebsstoffwechsel; alle Tiere sind Konsumenten
Benthon:	Lebensgemeinschaft der am Gewässergrund lebenden Organismen (früher: Benthos)	Limnologie:	Wissenschaft von den Binnengewässern
biogen:	durch lebende Organismen verursacht oder entstanden	Litoral:	durchlichtete Uferzone eines Gewässers, die von Pflanzen besiedelt werden kann
Biozönose:	Gemeinschaft aller Organismen; → Zönose	meromiktisch:	niemals vollständig bis zum Gewässergrund zirkulierend (im Gegensatz zu → holomiktisch); → Monimolimnion
Chlorophyll-a:	„Blattgrün“; Farbstoff aller grünen Pflanzen zur Aufnahme von Lichtenergie für die → Photosynthese	mesotroph:	mäßig produktiv
Destruent:	„Abbauer, Mineralisierer“; Organismus, der tote organische Substanz (gelöst oder ungelöst) aufnimmt, teils für den Aufbau körpereigener Substanz verwertet und teils zu den anorganischen Endprodukten (CO ₂ , Wasser u. a.) verarbeitet; die meisten Bakterien und Pilze sind Destruenten	Metalimnion:	Temperatursprungschicht; Grenzschicht zwischen → Epilimnion und → Hypolimnion mit starkem vertikalen Temperaturgradienten
Detritus:	„Zerreibsel“, im Wasser vorhandene tote organische Substanz; im klassischen Sinne nur die partikuläre, neuerdings zusätzlich auch die gelöste organische Substanz	Minimumfaktor:	derjenige Faktor, der die Stoffwechselleistungen eines Organismus oder eines Systems begrenzt, weil er sich relativ (gemessen am Bedarf) im Mini-
dimiktisch:	zweimal jährlich zirkulierend		
dystroph:	durch gelöste Humusstoffe beeinflusst, gelb bis braun gefärbt; unter natürlichen Bedingungen meistens nährstoffarm und geringproduktiv		
Einzugsgebiet:	Gebiet, aus dem das Wasser einem bestimmten Ort zufließt		

Wittensee

Lage: R 35 47, H 60 28

Topographische Karte: L 17 24 Rendsburg-Ost

Entstehung/Seetyp: Der Wittensee ist ein Zungenbeckensee, der im Zuge mehrerer Gletschervorstöße aus nordöstlicher Richtung in der Spätweichseiszeit entstanden ist. Gleichzeitig wurden die Duvenstedter Berge im Süden des Sees als Endmoränen bis zu 70 m Höhe aufgestaucht

Mischungsverhalten: dimiktisch

Höhenlage: 3,8 m ü NN

Oberfläche: 10,3 km²

Volumen: 98 · 10⁶ m³

Tiefe max.: 20,5 m mittl.: 9,5 m

Einzugsgebiet: 48,7 km²

Umgebungsfaktor: 3,7

Ufer: Länge 14,4 km, Entwicklung: 1,3

Einzugsgebiet:

Das Einzugsgebiet ist im Verhältnis zur Wasserfläche relativ klein. Ein Fünftel des Niederschlagsgebietes wird von der Habyer Au entwässert, in deren Bereich ausgedehnte Niederungen mit ganzjährig hohem Grundwasserstand liegen. Des weiteren treten staunasse Böden mit einer Vielzahl abflußloser Mulden auf, die in den See entwässert werden. So erhält der Wittensee neben dem Vorfluter Goosefeld, dem Vorfluter Quellental, der Habyer Au und dem Mainbek Wasser aus fünf Entwässerungsgräben. Sein Abfluß erfolgt über die Schirnau in den Nordsee-Kanal.

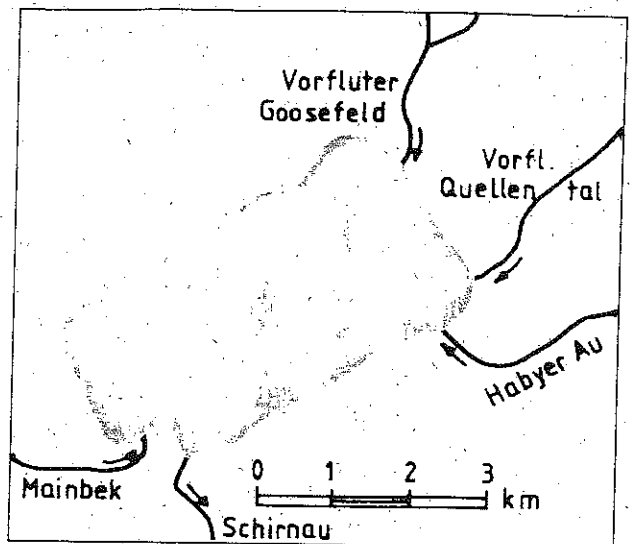
Als Hauptbodenart tritt Geschiebelehm auf, im Südwesten auch lehmiger Sand. In den Niederungen der Habyer Au und der Schirnau finden sich moorige Böden. Auf dem Lehm und sandigem Lehm hat sich Parabraunerde entwickelt.

Das Gebiet wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt, wobei der Ackerbau mit 40% Getreide, 20% Hackfrüchten und 12% Grünland dominiert. Der Waldanteil beträgt 9%. 13% sind mit Wasser bedeckt und 6% entfallen auf Flächen, die bebaut oder nicht genutzt sind.

Ufer

Der ursprünglich durchgängige und einheitliche Schilfgürtel des Wittensees wird durch zahlreiche Wochenendgrundstücke und Ansiedlungen zunehmend zerstört, da zahlreiche Schneisen von den Besitzern geschlagen wurden, um freien Zugang zum Wasser zu bekommen. Der vorhandene Pflanzengürtel ist nicht klar zoniert, stattdessen finden sich kleinere Inseln des Schmalblättrigen Rohrkolbens (*Typha angustifolia*) und der Teichbinse (*Scheuchzeria palustris*) im Reinbestand des Schilfs (*Phragmites australis*).

An der Mündung der Mainbek und der Habyer Au gibt es Verlandungsgebiete mit unterschiedlichen Vegetations-



zonen. Der Schilfgürtel ist dort bis zu 40 m breit und landeinwärts schließt sich eine Seggen- und Hochstaudenzone an.

Kleinflächige Quellbereiche sind an den Ufern des Wittensees häufig, haben aber ihren naturnahen Charakter eingebüßt. Die beiden Inseln des Sees sind wichtige Brutbiotope für Wasservögel, von denen am Wittensee 31 Arten beobachtet werden können. Es brüten hier Rohrdommel, Schnatterente, Rohrweihe, Flußseeschwalbe und Drossel sowie Schilfrohsänger als Arten der Roten Liste.

Zwischen Wentorf und der Mündung der Habyer Au haben sich auf der Länge von 1 km kleine Strandwälle mit dahinterliegenden Strandseen und Nehrungshaken gebildet. Uferabschnitte bei Bünsdorf, östlich Groß Wittensee und bei Klein Wittensee tragen durch intensive Freizeitnutzung oder Beweidung nur noch rudimentäre Vegetation. Auch die für den Wittensee typischen Uferbiotope mit Erlen-Eschen-Mischwald, Quellbereichen und kleinflächigen nassen Erlenbrüchen sind nur noch vereinzelt an kurzen Abschnitten vorhanden.

Wasserchemismus und Trophiegrad

Mit einer mittleren Leitfähigkeit im Untersuchungszeitraum Mai 1975 bis Oktober 1976 von 292 $\mu\text{S}/\text{cm}$, die einem Elektrolytgehalt von 250 mg/l oder 2 mval/l HCO_3^- entspricht, zählt der Wittensee zu den Seen mit mittlerem Kalkgehalt. Der See zeigt die typischen Sauerstoffverhältnisse eines eutrophen Gewässers mit maximaler Sauerstoffübersättigung von über 190% an der Oberfläche; sowie mit Defiziten im Tiefenwasser nahe am Nullpunkt. Nach der herbstlichen Zirkulation gleichen sich die Verhältnisse im gesamten See aus, so daß die Werte von Oberfläche und Tiefe des Sauerstoffindex wenig über bzw. unter dem Sättigungsbereich liegen.

Das arithmetische Mittel von Gesamt-Phosphor liegt bei 410 $\mu\text{g}/\text{l}$. Allerdings sind die Werte für das pflanzenverfügbare Nitrat so niedrig, daß sie von Juni bis August unterhalb der Nachweisgrenze liegen. Während der starken O_2 -Zehrung des Tiefenwassers im August fällt dort auch der Nitrat-Wert aufgrund heterotropher Denitrifikation ab, zugunsten eines sprunghaft auf 1300 $\mu\text{g}/\text{l}$ ansteigenden Ammoniumgehalts.

Ebenfalls zeitlich mit dem Sauerstoffmangel zusammenfallend werden in der Kontaktzone Sediment-Wasser bakterielle Sulfatreduktionsvorgänge eingeleitet, die an einem steigenden Phosphatgehalt in der Tiefe abzusehen sind. Die interne Düngung durch das Sediment macht sich im August mit einem Maximum von 700 $\mu\text{g}/\text{l}$ $\text{PO}_4\text{-P}$ bemerkbar. Außerdem leistet die sedimentierende organi-

sche Substanz einen Beitrag zu den Tiefenwerten der Nährstoffe, so daß beide Prozesse – hohe Mineralisation und Rückführung aus dem Sediment – zusammen zu den hohen Tiefenwerten von Nitrat und Phosphat führen, die den Wittensee als eutrophes Gewässer ausweisen.

Die durchschnittliche Sichttiefe liegt im Wittensee, der noch vor wenigen Jahrzehnten als Beispiel eines nährstoffarmen Klarwassersees galt, heute bei 4,5 m. Er zeigt ein Maximum im Winter mit 8,5 m und ein Minimum zur Planktonblüte im Frühjahr bei 2,5 m. Mit diesen Werten liegt der See im Vergleich zu ähnlichen Binnengewässern Schleswig-Holsteins immer noch sehr günstig.

Flora und Fauna

Der Jahresdurchschnitt der Chlorophyll a-Werte beträgt 6 µg/l mit Spitzenproduktion im Mai von 16 µg/l und einem Produktionsplateau von August bis September bei 11 µg/l Chl. a. Die Winterwerte liegen im Bereich von 1 µg/l.

Die dominierende Rolle beim Frühjahrsmaximum spielen die Kieselaigen *Asterionella formosa* und *Melosira granulata*, die recht hohe Individuendichte erreichen.

Es findet eine zeitliche Sukzession verschiedener Phytoplankter statt, dabei treten neben Diatomeen eine ganze Reihe von einzelligen Grünalgen auf, davon in größerer Zahl *Coelastrum microporum* und *Staurastrum spec.*. Regelmäßig über das ganze Jahr hinweg wird *Pediastrum boryanum* nachgewiesen.

Zooplankton

Das Zooplankton setzt sich aus verschiedenen Rotatorienarten und einigen wenigen Crustaceen zusammen. Von den ersten ist das Rädertierchen *Keratella cochlearis* fast ganzjährig vorhanden. Aus der zweiten Gruppe ist nur der Rüsselkrebs *Eubosmina coregoni* relativ regelmäßig, und zwar im Herbst und Winter anzutreffen.

Benthische Flora und Fauna

Die Unterwasserflora des Wittensees ist üppig entwickelt und bedeckt weite Bereiche des Grundes. Der Bewuchs stellt eine typische Laichkrautgesellschaft mit folgenden Charakterpflanzen dar:

Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*), Schwimmendes Laichkraut (*P. natans*), Durchwachsenes Laichkraut (*P. perfoliatus*), Weiterhin kommen das Gemeine Hornblatt (*Ceratophyllum demersum*), das Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*), die Wasserpest (*Eloidea canadensis*), der Flutende Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*) als auch der Wasser-Hahnenfuß (*R. aquatilis*) vor.

Die Vertreter des Zoobenthons wurden durch Stichprobenuntersuchungen semiquantitativ erfaßt. An allen Stationen wird *Hydra spec.* als Aufwuchs und häufig auch das Moostierchen *Cristatella mucedo* gefunden. Mehrere Strudelwurmarten, von denen *Planaria torva* am häufigsten ist, konnten nachgewiesen werden. Bei den Schnecken ist *Valvata piscinalis* die dominierende Art. Ebenfalls häufig ist *Potamopyrgus jenkinsi*. Die am meisten verbreiteten Muscheln sind *Pisidium* und *Dreissena polymorpha*.

Weiterhin kommen verschiedene Egelarten vor, am häufigsten der Rollegel (*Erpobdella octoculata*). An allen Stationen wird der Bachröhrenwurm (*Tubifex spec.*) gefunden. Bemerkenswert ist auch das universelle Auftreten von Muschelkrebsen (Ostracoda) sowie von Zuckmücken- (Chironomiden) und der Köcherfliegenlarven (Trichoptera).

Fische

Der Wittensee galt in der Vergangenheit als „Coregonensee“. Die Kleine Maräne (*Coregonus albula*) konnte sich im Gegensatz zur Großen Maräne (*C. lavaretus*) einbürgern, nachdem sie in der Vergangenheit eingeschleppt worden war. Der Bestand des anspruchsvollen Freiwasserlaichers kann nur durch ständigen Besatz gehalten werden, da die Brut sehr hohe Anforderungen an den Sauerstoffgehalt der Tiefe stellt. Nach Angaben von Dehus (1983) treten Weißfische wie Schleie (*Tinca tinca*) und Güster (*Blicca bjoerkna*) nur vereinzelt auf. Der Zander (*Stizostedion lucioperca*) als Raubfisch ist angeblich ganz verschwunden.

Nutzung, Bedeutung, Maßnahmen

Um zu vermeiden, daß sich im Wittensee nach dem chemischen Wandel von mesotrophen zum eutrophen See eine Verarmung seiner Lebewelt und der noch vorhandenen Artenvielfalt vollzieht, sind Abwasserbeseitigungsmaßnahmen zur Verbesserung der Gewässergüte der Vorfluter Groß Wittensee und Klein Wittensee sowie der Habyer Au, die im Untersuchungszeitraum außerordentlich stark bzw. stark verschmutzt waren, durchgeführt worden. 1976 wurde der Bau einer Kläranlage im Raum der Gemeinde Groß Wittensee geplant, die seit 1982 mit Denitrifikationsbecken und Simultanfällung von Phosphat in Betrieb ist.

Hierdurch wird eine beträchtliche Verringerung der Schmutzfracht in den See erreicht.

Die Entwicklung des Nährstoffgehaltes im Wittensee wird weiter beobachtet, da er nicht nur als Landschaftsschutzgebiet bzw. Artenschutzgebiet und Naherholungsgebiet, sondern auch als ertragreiches Fischgewässer eine bedeutende Rolle spielt.

Zur Sicherung der Naturgrundlagen im Uferbereich, muß die Freizeit- und Erholungsnutzung wie Camping, Freizeitwohnen, Bootsliègeplätze, Surfen und Spielflächen mit unmittelbarem Zugang zum Wasser auf speziell ausgewiesene Freizeitöden beschränkt bleiben. Besonders schutzwürdig ist die Mündung der Mainbek und der Habyer Au mit ihrer Verlandungsvegetation.

Literatur

LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN, Seenbericht Wittensee, Kiel 1981

KÖLMEL, R. (1984):

Seeuferschutz an schleswig-holsteinischen Großseen
Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein; unveröffentlicht

	mum befindet, z.B. Nährstoffe oder Licht für Pflanzen, Sauerstoff für Tiere	Sediment:	am Gewässergrund abgelagertes Material, das sowohl → allochthoner als auch → autochthoner Herkunft sein kann
Mischungsverhalten:	→ dimiktisch, → holomiktisch, → meromiktisch, → monomiktisch	Selbsterosion:	durch Wellen und Strömungen innerhalb eines Sees verursachte Erosionserscheinungen; eine Folge sind sekundäre, seeinterne Sedimentverlagerungen
Monolimnion:	die nicht an der Zirkulation teilnehmende Tiefenschicht eines → meromiktischen Sees	Stagnation:	Periode der Schichtung eines Sees, während der nur ein Teil des gesamten Wasserkörpers, das → Epilimnion, umgewälzt werden kann (Sommerstagnation) oder unter Eis überhaupt keine Umwälzung stattfindet (Winterstagnation, sog. „inverse Schichtung“, weil das Oberflächenwasser kälter ist als das Tiefenwasser).
monomiktisch:	einmal jährlich vollständig zirkulierend; → Vollzirkulation	submers:	untergetaucht lebend
oligotroph:	nährstoffarm und daher gering produktiv	Trophie:	Intensität der → biogenen, aufbauenden Stoffwechsellleistungen in einem Gewässer; → Primärproduktion
Photosynthese:	Aufbau energiereicher organischer Substanz aus CO ₂ und H ₂ O mit Hilfe von Lichtenergie	Uferentwicklung:	Verhältnis der Uferlänge eines Sees zum Umfang eines flächengleichen Kreises. Die Größe dieses Wertes (stets ≥ 1) beschreibt die „Verzahnung“ des Gewässers mit der unmittelbar umgebenden Landschaft und gibt damit einen Hinweis auf die Bedeutung der Uferzone für den See
Phytoplankton:	pflanzliches → Plankton, überwiegend bestehend aus mikroskopisch kleinen Algen	Umgebungsfaktor:	Verhältnis der Landfläche des Einzugsgebietes zur Seeoberfläche. Der Faktor beschreibt summarisch die möglichen → allochthonen Einflüsse auf den See. Die Größe des Verhältnisses steht in Beziehung zum natürlichen Trophiegrad eines Gewässers. Seen mit großem Umgebungsfaktor sind oft natürlicherweise → eutroph.
Plankton:	Lebensgemeinschaft frei im Wasser schwebender Organismen, deren Eigenbewegung i. a. gering ist gegenüber der Wasserbewegung und die daher passiv verdriftet werden	Vegetationsperiode:	Zeitraum des (Haupt-) Pflanzenwachstums
polymiktisch:	häufig während eines Jahres zirkulierend; → Vollzirkulation	Vollzirkulation:	vollständige Durchmischung des gesamten Wasserkörpers eines Sees durch Windeinwirkung bei gleichmäßiger Temperatur von der Oberfläche bis zum Grund; tritt in großen, geschichteten Seen einmal jährlich im Winter
polytroph:	übermäßig nährstoffreich und daher sehr hoch produktiv		
Primärproduktion:	Aufbau energiereicher organischer Stoffe aus weniger energiereichen anorganischen Nährstoffen unter Verwendung → allochthoner Energiequellen. Die weitaus wichtigsten Primärproduzenten sind die grünen Pflanzen, die mit Hilfe des → Chlorophylls die Lichtenergie ausnutzen (→ Photosynthese)		
produktionsbegrenzender Faktor:	→ Minimumfaktor		
Restaurierung:	Maßnahmen im See mit dem Ziel, die Gewässerbeschaffenheit zu verbessern (z.B. Tiefenwasserableitung)		
Sanierung:	Maßnahmen im Einzugsgebiet eines Sees mit dem Ziel, die Gewässerbeschaffenheit zu verbessern; Ursachenbehandlung (z.B. Abwasserfernhaltung)		

auf (→ monomiktisch), in kleinen geschichteten Seen zweimal jährlich (Herbst und Frühjahr, → dimiktisch), in ungeschichteten Gewässern häufig (→ polymiktisch)

Zönose: Gemeinschaft von in einem Lebensraum vorkommenden Organismen; häufig gebraucht in den Zusammensetzungen Biozönose (Gemeinschaft aller Organismen), Phytozönose

(Gemeinschaft der Pflanzen), Zoozönose (Gemeinschaft der Tiere)

Zoobenthon: tierisches → Benthon; die mengenmäßig wichtigsten Organismengruppen im Zoobenthon sind Würmer, Muscheln, Schnecken, Insektenlarven, Kleinkrebse

Zooplankton: tierisches → Plankton; im Süßwasser vor allem einzellige Urtiere, Rädertiere und Kleinkrebse