

Mai 2015	<b>AQS - Merkblatt</b> <i>zu den Rahmenempfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen</i>	<b>P-8/5</b>
-------------	--	--------------

## Probenahme aus Seen

### 1 Arbeitsgrundlagen

- DIN 38402-A 12; Probenahme aus stehenden Gewässern, 1985-07
- DIN EN ISO 5667-3 (A 21); Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Wasserproben, 2013-03
- DIN 38404-C 4; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen – Bestimmung der Temperatur, 1976-12
- DIN EN ISO 10523 (C 5); Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen - Bestimmung des pH-Wertes, 2012-04
- DIN EN 27888 (C 8); Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, 1993-11
- DIN EN ISO 5814 (G 22); Bestimmung des gelösten Sauerstoffs - Elektrochemisches Verfahren, 2013-02
- DIN ISO 17289; Bestimmung von gelöstem Sauerstoff – Optisches Sensorverfahren, 2014-12
- DIN EN ISO 19458 (K19); Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen, 2006-12
- DIN 38412-L 16; Bestimmung des Chlorophyll-a-gehaltes in Oberflächengewässern, 1985-12
- DIN EN 15110 (M 16); Anleitung zur Probenahme von Zooplankton aus stehenden Gewässern, 2006-12
- DIN ISO 5667-14 (A 25); Anleitung zur Qualitätssicherung bei der Entnahme und Handhabung von Wasserproben, 2013-09

Weitere Literatur siehe Abschnitt 10.

### 2 Einleitung

Dieses Merkblatt gibt Hinweise zur Probenahme aus Seen und beschreibt Qualitätssicherungsmaßnahmen, die sich aus den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), der EG-Badegewässerrichtlinie, der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV), dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ableiten.

Die Umsetzung der europäischen Vorgaben zum Gewässerschutz ist in Deutschland im Wesentlichen im WHG und in der OGewV geregelt und in den entsprechenden Verordnungen der Bundesländer konkretisiert. Danach erfolgt die Einstufung des ökologischen Zustandes oder des ökologischen Potenzials der Seen nach den biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Makrophyten in Kombination mit benthischen Kieselalgen, Makrozoobenthos und Fischen. Um die Entwicklung des Phytoplanktons und der Fische nachvollziehen zu können, ist die zusätzliche Betrachtung des Zooplanktons notwendig. Weiterhin richtet sich die Einstufung des ökologischen Zustandes bzw. des ökologischen Potenzials der Seen nach chemischen Qualitätskomponenten (flussgebietspezifische Schadstoffe nach Anlage 5 der OGewV) und nach allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten (Anlage 6 der OGewV). Darüber hinaus sind die Seen hinsichtlich ihres chemischen Zustandes zu bewerten (Anlage 7 der OGewV).

<b>P-8/5</b>	<b>Probenahme aus Seen</b>	Mai 2015
--------------	----------------------------	-------------

In diesem Merkblatt wird die Beprobung von Phyto- und Zooplankton sowie die Probenahme zur Erfassung von physikalisch-chemischen und bakteriologischen Parametern beschrieben. Die Probenahme anderer biologischer Komponenten, die Sedimentprobenahme und die Uferstrukturkartierung sind nicht Gegenstand des Merkblattes.

Die Probenahme ist der erste Teilschritt bei der Durchführung biologischer, chemischer und physikalischer Untersuchungen zur Ermittlung des Zustandes von Seen. Ziel der Probenahme ist es, repräsentative Proben aus dem zu untersuchenden See zu entnehmen. Fehler, die durch unsachgemäße Probenahme, Transport und Lagerung verursacht werden, sind später nicht mehr zu korrigieren.

Die Entnahme von Proben erfolgt mit Schöpfergeräten und Netzen in der Regel vom Boot aus. Die zu beprobenden Schichten werden anhand der Seemorphologie, des Tiefenprofils von Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Chlorophyll- und Sauerstoffkonzentration sowie der Sichttiefenverhältnisse (Secchi-Scheibe oder PAR-Sensor) vor Ort ermittelt.

Zur Probenahme von Sedimenten und Schwebstoffen siehe [1].

### **3 Technische und personelle Voraussetzungen**

#### **3.1 Probenahmetechnik und Zubehör für die Probenahme**

Zur Durchführung einer fachgerechten Probenahme ist ein entsprechendes Probenahmefahrzeug (Boot) mit gereinigten, funktionsfähigen Geräten (z. B. Probenschöpfer, Messgeräte für die Vor-Ort-Analytik) und Probenbehältnissen in ausreichender Anzahl erforderlich. Die Ausrüstung ist vor Beginn der Probenahmetour auf Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit zu prüfen.

Die regelmäßig gewarteten, sauberen funktionsfähigen Geräte und die sauberen und ggf. mit Konservierungschemikalien vorbereiteten Probenbehältnisse sind so zu lagern, dass sie während der Fahrt nicht verrutschen. Auf dem Boot und während der Fahrt ist für eine ausreichende Kühlkapazität zu sorgen (Minimum: Kühlboxen und Kühllakkus, sodass eine Temperaturerhöhung der Proben mit empfindlichen Parametern ausgeschlossen wird).

#### **3.2 Personal**

Das Probenahmepersonal sollte möglichst eine abgeschlossene Ausbildung im Bereich der Chemie, Biologie/Limnologie haben (z.B. Laborant, Fachkraft für Abwassertechnik/Wasserwirtschaft, Fischwirt, Biologisch-technischer Assistent). Unabdingbare Voraussetzungen sind eine entsprechende Einarbeitung und regelmäßige Schulungen des eingesetzten Probenahmepersonals. Die Teilnahme an internen und externen Schulungen ist zu dokumentieren.

#### **3.3 Arbeitssicherheit**

Bei der Seenbeprobung können besondere Gefährdungen auftreten. Der Eigenschutz der Probenehmer ist zentraler Punkt bei der Planung und Durchführung von Probenahmen. Generell informieren sich die Probenehmer über die bevorstehenden Witterungsbedingungen. Die Durchführung der Probenahme ist unter anderem vom Bootstyp, Witterungsverhältnissen, Gewässergröße und den speziellen Erfahrungen des Probenehmers abhängig. Die Probenahme ist von mindestens zwei Personen durchzuführen. Wird eine Probenahme als zu gefährlich eingeschätzt, muss sie von den Probenehmern eigenverantwortlich abgebrochen werden. Die Gründe des Abbruchs sind zu dokumentieren. Die jeweils aktuellen Gesetze (u. a. Arbeitsschutzgesetz, Biostoffverordnung, Gefahrstoffverordnung) sind einzuhalten.

Mai 2015	<b>Probenahme aus Seen</b>	<b>P-8/5</b>
-------------	----------------------------	--------------

## 4 Planung und Organisation

Bei der Planung und Organisation sind immer zeitliche und örtliche Aspekte zu berücksichtigen. Dazu gehören der apparative und personelle Aufwand der Probenahme und der Probentransport zu den Laboren.

### 4.1 Zeitliche Repräsentanz

Die zeitliche Repräsentanz der Probe wird durch Festlegung von Zeitpunkt, Dauer und Häufigkeit der Probenahme bestimmt. Sie wird unter anderem von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Jahreszeiten,
- Schichtungsverhalten/Typisierung,
- Schwankungen der Wasserbeschaffenheit durch Einträge,
- Zu- und Abflussverhältnissen und der Verweilzeit,
- Veränderungen biologischer und physikalisch-chemischer Parameter im Tagesverlauf (z.B. Verteilung von Zooplankton),
- Möglichkeit einer Gefährdung der Nutzung (Trink- und Brauchwassergewinnung, Badegewässer, Hochwasserschutz),
- Notwendigkeit der Ermittlungen anlässlich besonderer Vorkommnisse,
- gesetzliche Vorgaben,
- angestrebte statistische Sicherheit,
- Verwendung der Ergebnisse für Trendanalysen,
- Verwendung der Ergebnisse für Bilanzen,
- Erkennung wissenschaftlicher Zusammenhänge.

Sofern zu Zeitpunkt, Dauer und Häufigkeit der Probenahme keine genauen Vorgaben durch den Auftraggeber gemacht werden, sind die Termine und das dazugehörige Parameterspektrum unter Berücksichtigung der allgemeinen gesetzlichen Vorgaben vom probenehmenden Bereich festzulegen.

Bei Tourenplanung mit mehreren Messstellen an einem Tag ist zu beachten, dass besonders bei kleineren Gewässern (< 50 ha, Tiefe << 15 m) und großen Temperaturunterschieden im Tagesverlauf die Messung des Sauerstoffgehaltes und des pH-Wertes (z.B. bei der Aufnahme der Tiefenprofile) tageszeitabhängig ist. Deshalb sollten gleiche Messstellen etwa zur gleichen Tageszeit beprobt werden.

Werden kontinuierliche Aufzeichnungen über den Zustand eines Gewässers benötigt, kann auch die Installation zeitintegrierender bzw. ereignisgesteuerter Probenahmegeräte in Erwägung gezogen werden.

### 4.2 Örtliche Repräsentanz

Die Probenahmestelle sollte nach vorherigem Aktenstudium und unter Berücksichtigung der Vorgaben des Auftraggebers am besten nach einer Ortsbesichtigung endgültig festgelegt werden. Die Definition erfolgt in der Regel über GPS Daten bzw. über topografische Karten. (Hinweis: Die Koordinaten aus topographischen Karten sind ggf. mit den Anzeigen des GPS-Gerätes abzugleichen). Dabei sind vor der Probenahme auch Fragen des Zugangs zum Gewässer und der Befahrbarkeit (z.B. Genehmigungen, Eigentumsverhältnisse) zu klären.

Für die Probenahme sind generell Stellen ohne Uferbeeinflussung zu wählen. In der Regel erfolgt die Probenahme an der tiefsten Stelle im Gewässer bzw. im entsprechenden Seebecken, in flachen Seen

<b>P-8/5</b>	<b>Probenahme aus Seen</b>	Mai 2015
--------------	----------------------------	-------------

mit relativ gleichmäßigem Bodenrelief in der Seemitte. Bei abweichenden Fragestellungen oder wenn die tiefste Stelle keine repräsentative Seemessstelle darstellt (z.B. Lage unmittelbar am Ufer, in Hafenbecken) kann es erforderlich sein, auch andere Messstellen im See zu beproben. Auch im Fall extremer Inhomogenitäten in der Verteilung der zu erfassenden Parameter muss die Probenahme an mehreren Stellen erfolgen.

Abhängig von der Morphometrie des Sees (z.B. Beckenform, Buchtenausbildung) sollten grundsätzlich weitere Messstellen in Betracht gezogen werden. Ist z.B. die Verteilung des Zooplanktons unbekannt oder ist auf Grund seenspezifischer Eigenschaften (z.B. strukturiertes Seebecken, Größe, Zuflüsse, Windexposition, unterschiedliche Ufernutzung) eine ungleichförmige (heterogene) Verteilung des Phyto- und Zooplanktons möglich, sollten weitere Proben von zusätzlichen Messstellen entnommen werden. Bei oligotrophen Seen werden Doppelproben empfohlen.

Für die Beprobung von Längsprofilen (Transekten) sind diese in entsprechenden Karten einzuzeichnen und/oder im GPS oder Navigationsgeräten oder Echoloten zu speichern, damit immer die gleichen Routen abgefahren werden. Bei der Entnahme von Wasserproben in Längsprofilen ist eine ausreichende Anzahl von Stichproben (entspricht Einzelprobe nach DIN 38402-A12), möglichst gleichmäßig über die gesamte Profilbreite verteilt, zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Prüfung der örtlichen und zeitlichen Repräsentanz werden im Probenahmeauftrag umgesetzt.

## 5 Probenahmeauftrag

Die Rahmenbedingungen für die Durchführung sind im Probenahmeauftrag fixiert. Er muss eindeutig formuliert sein und sollte folgende Punkte enthalten:

- Definition des Gewässers, des Seentyps (idealerweise als „See-Steckbrief“ mit den entsprechenden Stammdaten), der Probenhorizonte und der Gewässerschichten [2, 3, 4, 5], Anlagen 4, 5
  - ❖ Thermisch geschichtetes oder ungeschichtetes Gewässer,
  - ❖ Entnahmetiefe bei Zirkulation und Stagnation (Einschichtungen im Epilimnion [6], Metalimnion, Hypolimnion),
  - ❖ Bestimmung der euphotischen Zone mit Secchi-Scheibe, Faktor zur Bestimmung der euphotischen Tiefe in der Regel 2,5 mal Sichttiefe [7, 8],
  - ❖ Durchführung der Probenahme im Klarwasserstadium,
  - ❖ Entnahmeregime und Entnahmetechnik für Phytoplankton und Zooplankton (u.a. Tiefe, Sauerstoffverhältnisse, Netze, Maschenweite, Volumen, Schöpfer).
- Art der Aufnahme und Auswertung des Tiefenprofils vor Ort:

Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer muss Klarheit über die verwendete Technik, die Art und Weise der Aufnahme (Geschwindigkeit, Aufzeichnungsrichtung, Tiefenstufen und Auswertung) herrschen.
- Das Ansprechverhalten der einzelnen Sensoren und deren Schaltung bestimmt im Allgemeinen die Geschwindigkeit, mit der eine Sonde herabgelassen werden sollte. Zusätzlich kann es bei eutrophen Seen mit H<sub>2</sub>S-Entwicklung zur Verzögerung der Ansprechzeit bei einigen pH-Sensoren kommen. Unter Umständen können H<sub>2</sub>S und hohe Eisenkonzentrationen auch bei der Sauerstoffmessung mittels Clarkzellen und optische Sauerstoffsensoren zu Problemen führen (z.B. zur Verschmutzung der Membran, Reaktion mit Silberionen).

Vor Beginn der Probenahmesaison sind die Ansprechzeit der Sonden, die maximale Geschwindigkeit mit der die Sonden herabgelassen werden können, die Art und Weise des

Mai 2015	<b>Probenahme aus Seen</b>	<b>P-8/5</b>
-------------	----------------------------	--------------

Herablassens und der Aufzeichnung (z.B. konstante oder variable Geschwindigkeit; Tiefenstufen) zu prüfen und zu dokumentieren (beispielsweise im Geräteloggbuch).

- Probenahmetechnik/Geräte (Schöpfprobe; manuell zu entnehmende tiefenintegrierte Probe; automatisch zu entnehmende tiefenintegrierte Probe)
- zu beprobende Parameter (inklusive Angabe der mindestens zu entnehmenden Teilproben, Parameterspektrum, Probenflaschen und Behältnisse)
- Konservierung Probenvorbehandlung, Filtration (Filtermaterial), Aufbewahrungs- und Transporthinweise
- Hinweise bei Zusatzproben z.B. Algenblüten, Tiefenchlorophyllmaximum (DCM)
- Art und Umfang der Dokumentation (z.B. Datenübergabeformate und -fristen; Probenahmeprotokoll)

## **6 Durchführung Probenahme**

### **6.1 Vorbereitung der Probenahme**

Die Verantwortlichkeiten (Bereitstellung der Materialien und Geräte sowie deren Vorbereitung zur Probenahme und Übergabe nach erfolgter Probenahme bzw. Information bei Abbruch oder Ausfall) und Terminabsprachen (Übernahme von Leergut, Beginn der Probenahme, Probenahmeroute, Probenanlieferung an das zuständige Labor, Art und Weise der Absprache) sind zwischen Probenahmepersonal, Laborpersonal und Auftraggeber eindeutig zu klären. Anhand des Probenahmeauftrages ist die Probenahme auf der Grundlage der Arbeitsanweisungen vorzubereiten. Zur Vorbereitung der Probenahme kann Anlage 3 verwendet werden

### **6.2 Messungen physikalisch-chemischer Parameter vor Ort**

An der Messstelle werden die allgemeinen Probenahmebedingungen (z.B. Datum, Uhrzeit, Witterung, Besonderheiten am und im Gewässer), Wasserstand (Seepegel) und ggf. Zustand der Markierungsbojen dokumentiert. Die Koordinaten der entsprechenden Messstelle werden notiert, mit den Angaben des Probenahmeprotokolls verglichen und die Tiefe an der Messstelle ermittelt (z.B. mittels Echolot oder Lotung).

#### **6.2.1 Bestimmung der Sichttiefe und der euphotischen Zone**

Die Sichttiefenbestimmung (vorzugsweise Sichtscheibe mit 20 cm Durchmesser) erfolgt vor Beginn der Probenahme und sollte an der zur Sonne abgewandten Seite des Bootes durchgeführt werden. Das Seil bzw. Maßband der Secchi-Scheibe ist stabil und verfügt über eine ausreichende Länge von mindestens 10 m. Um Wasserreflektionen zu vermeiden, kann ein Aquascope / Sichtkasten verwendet werden (sofern dieses mit dem Probenauftrag vereinbar ist und Arbeitsschutzgründe dem nicht entgegenstehen). Die Sichttiefe wird durch Ablesen beim Herunterlassen und beim Herausziehen der Sichtscheibe bestimmt. Aus beiden Werten wird der Mittelwert gebildet, der im Probenahmeprotokoll eingetragen wird. Für die Berechnung der euphotischen Zone ist im Gegensatz zum Probenahmeschema nach Anlage 4 die Sichttiefe in Meter auf eine Nachkommastelle zu runden.

<b>P-8/5</b>	<b>Probenahme aus Seen</b>	Mai 2015
--------------	----------------------------	-------------

### 6.2.2 Aufnahme der Tiefenprofile

Funktionsprüfungen und Kalibrierungen sowie die Art der Dokumentation hierzu sind für jede Messgröße in einer Arbeitsanweisung festzulegen. Bei der pH-Wert-Messung in ionenarmen Gewässern mit niedriger Pufferkapazität (z.B. dystrophe und kalkarme Seen) oder in Gewässern mit hohen Leitfähigkeiten sind besondere Messbedingungen zu beachten (z.B. Verwendung spezieller Elektroden). Das ist auch bei der Tourenplanung zu berücksichtigen.

In der Regel erfolgt die Tiefenmessung über einen Drucksensor, in stark salzhaltigen Standgewässern sind entsprechende Einstellungen zur Berechnung zu wählen und/oder gegebenenfalls eine Kontrolltiefenmessung beispielsweise per Winde in Erwägung zu ziehen.

Häufig sind vor der Messung ein Luftdruckabgleich, die Eingabe des Luftdruckes und eine Nullpunktkalibration bzw. entsprechende Feldkalibrationen erforderlich. Zur Absicherung der Ergebnisse empfiehlt es sich, mit einem anderen Messgerät eine Vergleichsmessung an der Wasseroberfläche durchzuführen.

Die Profilaufnahme sollte von der Wasseroberfläche (z.B. 0,5 m Tiefe) zum Sediment (z.B. bis 1 m über Grund) erfolgen.

Bei der elektrochemischen Sauerstoffmessung ist bei bestimmten Sonden eine Mindestanströmung über eine entsprechende Absenkgeschwindigkeit oder durch einen zusätzlichen Rührer zu gewährleisten.

### 6.2.3 Bestimmung der Epilimniontiefe

Ausgehend von dem Temperaturprofil wird die epilimnische Tiefe bestimmt. Die epilimnische Tiefe ist durch eine Temperaturveränderung größer 1 K je 1 m Wassertiefe gekennzeichnet. Einschichtungen führen zu mehreren thermischen Sprungschichten, in solchen Fällen sollte die Probenahme ab der untersten Sprungschichtobergrenze erfolgen (vgl. 6.1 Vorbereitung der Probenahme).

## 6.3 Entnahme der Proben für chemische, physikalische und biologische Untersuchungen

### 6.3.1 Entnahme von Stichproben aus distinkten (diskreten) Tiefen

- Probe an der Oberfläche

Im Allgemeinen stellt die Entnahme der Probe an der Oberfläche nur geringe Anforderungen an die Probenahmetechnik, jedoch können eventuelle aufschwimmende Feststoffe (z.B. Pollen) und deren nicht repräsentative Verteilung Probleme bereiten. Solche Besonderheiten sind zu dokumentieren.

In der Regel zählen zu den Stichproben von der Wasseroberfläche die Proben zur Ermittlung der Bakterienkonzentration. Für bakteriologische Untersuchungen der Badeseen sind steril verpackte Flaschen zu verwenden. Die Entnahme erfolgt nach EG-Badegewässerrichtlinie als direkte Schöpfprobe nach Möglichkeit 0,3 m unterhalb der Wasseroberfläche an der Badestelle (in der Regel dort, wo die Wassertiefe mindestens 1 m beträgt).

- Proben aus verschiedenen Horizonten

Bei der Entnahme aus einer bestimmten Tiefe bzw. einem bestimmten Horizont ist als Grundvoraussetzung zu gewährleisten, dass die Probe aus der entsprechenden Tiefe stammt. In der Regel sind dazu Schöpfer mit zuverlässigem Schließmechanismus notwendig.

Durch Vergleich der Wassertemperatur im Schöpfer mit der Aufzeichnung aus dem Temperaturprofil kann nachvollzogen werden, in welcher Tiefe sich der Schöpfer geschlossen hat. Der Einsatz von Schöpfern mit einem Drucksensor erfüllt ebenfalls diesen Anspruch.

Bei speziellen Phytoplankton Fragestellungen kann auch ein verschließbares Netz mit adäquater Maschenweite als Probenahmegerät in Betracht kommen.

Durch die Entnahme mittels Schöpfern oder Netzen wird häufig die Schichtung beeinträchtigt. Um dieses zu verringern, ist beispielsweise auch die Zooplanktonprobenahme nicht direkt, sondern in einem geringen Abstand zur Markierungsboje vorzunehmen.

– Probe über Grund

Proben aus größeren Wassertiefen unterliegen anderen physiko-chemischen Bedingungen – Sauerstoffdefizite, geänderte Temperatur- und Druckverhältnisse. Die Probenahme über Grund erfordert gerade bei tiefen Seen eine große Sorgfalt, weil der Grund häufig uneben ist und die Probe bei unsachgemäßer Entnahme leicht mit Sedimenten verunreinigt werden kann. In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten kann es notwendig sein, die Entnahmetiefe der Probe über Grund entsprechend anzupassen. Es wird eine Entnahmetiefe von mindestens 1 m über Grund empfohlen, dieser Wert sollte aus Qualitätsgründen nicht unterschritten werden.

– Sonderproben

Als Beispiel für Sonderproben kann ein Tiefenchlorophyllmaximum (DCM, in der Regel durch Fluoreszenzmessung) genannt werden. Im Prinzip gelten die gleichen Bedingungen wie für Proben aus verschiedenen Tiefen, jedoch ist die Dicke der Schicht geringer und die Schicht bzw. der Horizont kann schneller durch die Beprobung angrenzender Schichten „zerstört“ werden. Daher sind solche Proben zuerst zu entnehmen.

### 6.3.2 Entnahme von tiefenintegrierten Proben

Tiefenintegrierte Proben bieten sich beispielsweise für Phytoplankton-Untersuchungen des Epilimnions, der euphotischen Zone oder polymiktischer Seen an.

Zur Entnahme einer tiefenintegrierten Mischprobe werden mehrere Stichproben über eine bestimmte Tiefe von Hand gezogen und gemischt. Sie sollte aus mindestens fünf Einzelproben zusammengesetzt sein, deren Entnahmeabstände in Abhängigkeit von der Schichtdicke zwischen 0,5 und 2 m variieren (vgl. Abschn. 6.4) [5]. Alternativ können sie auch durch einen automatischen Probenschöpfer kontinuierlich gesammelt werden. Jeder Schöpferotyp hat spezifische Vor- und Nachteile.

Bei Einsatz eines Probenschöpfers ist immer darauf zu achten, dass sich in den Schläuchen bzw. Rohren keine Stoffe oder Plankton absetzen. Dieses ist gerade bei dem Einsatz an unterschiedlichen Messstellen an einem Probenahmetag stets zu berücksichtigen.

Grundsätzlich gilt, dass alle wasserführenden Teile des eingesetzten Schöpfers aus einem Material gefertigt sein müssen, das die Probe bezüglich der zu bestimmenden Inhaltsstoffe nicht verändert. Das gilt insbesondere für Dichtungen (z.B. organozinnfrei) und Schläuche.

Bei einigen automatischen Probenschöpfern ist für den Drucksensor unbedingt ein Luftdruckabgleich erforderlich. Erfahrungsgemäß weisen einige automatische Probenschöpfer eine kleine Ansprechzeit des Drucksensors auf. Auch wenn sie klein ist, muss sie beim Erreichen der „Beprobungstiefe“ berücksichtigt werden. Die Software dieser automatischen Probenschöpfer sollte ein Auslesen der beprobten Tiefe ermöglichen. Es wird eine Datenarchivierung von mindestens einem Jahr empfohlen. Bei Probenahme aus Schichten kleiner 3,5 m sind in der Regel manuelle Schöpfer automatischen Schöpfern vorzuziehen, da die Arbeiten so effektiver sind.

Bei oligotrophen sauren Seen mit hohen Sichttiefen können im Fall einer integrierenden Beprobung der euphotischen Zone unter Umständen Wässer mit unterschiedlicher Zusammensetzung und Temperatur gemischt werden, was im Extremfall zu Ausfällungen im Schöpfer führen kann.

Im besonderen Fall von tiefen ungeschichteten Seen bzw. Seebecken erfolgt die Entnahme von integrierten Mischproben für die biologischen und chemischen Analysen an allen Probenahmeterminen gemäß dem Schema in Anlage 4 für ungeschichtete Seen. Zur Erfassung der Gesamtsituation im Gewässer sind zusätzlich Proben für die chemische Analytik aus weiteren Tiefenhorizonten einschließlich der Probe über Grund zu entnehmen.

### 6.3.3 Entnahme von Zooplankton

Generell ist zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber das entsprechende Entnahmeverfahren abzusprechen, die Angabe der Maschenweite ist unbedingt erforderlich. Je nach Aufgabenstellung werden unterschiedliche Entnahmegерäte (z.B. Schöpfer, Netze, Fallen) genutzt. Netze sind auf ihre Dichtheit zu prüfen. Zur quantitativen Entnahme von Rotatorien werden Netze mit geringen Maschenweiten empfohlen (Ausschluss: z.B. Zusetzen der Netzmaschen bei eutrophen Gewässern) [9].

In Seen mit einer Tiefe  $\geq 3,5$  m sollte die Entnahme der Zooplanktonproben mit einem (Schließ-) Netz mit Aufsatzkegel oder mittels Schöpfer erfolgen. In der Praxis haben sich folgende Netze bewährt: Öffnung des Aufsatzkegels 17 cm, Länge des Netzbeutels 1 m, Maschenweite 55  $\mu\text{m}$ .

Die Netze müssen so gespült werden, dass keine Organismen zwischen den Messstellen verschleppt werden (gegebenenfalls durch Anwendung von zooplanktonfreiem Spülwasser).

In flachen Seen (Tiefe  $\leq 3,5$  m) sollte eine transparente Zooplanktonfalle, ein entsprechend transparenter Schöpfer oder Planktonröhren verwendet werden. Der Durchmesser der Öffnungen bei den Fallen sollte  $\geq 15$  cm sein, bei Planktonröhren  $\geq 5$  cm. Die Beprobung erfolgt mindestens in Meterstufen (gemessen ab Oberkante der Falle in vollen Metern), das beprobte Volumen beträgt insgesamt  $\geq 25$  l. Die Deckel stehen bei geöffneter Falle senkrecht.

**Anmerkung:** *Bei der Beprobung mit dem Schließnetz wird in mehreren Tiefenstufen beprobt, deren Höhe durch die Seetiefe über eine geometrische Reihe bestimmt wird, z. B.*

*Seetiefe 8 m: 0 -2 m, 2 -4 m, 4 -8 m,*

*Seetiefe 12 m: 0 -3 m, 3 -6 m, 6 -12 m*

*Seetiefe 16 m: 0 -4 m, 4 -8 m, 8 -16 m*

*Seetiefe 20 m: 0 -5 m, 5 -10 m, 10 -20 m usw.*

*Die unterste Tiefenstufe wird an die jeweils vorhandene Seetiefe angepasst (z.B. 4-10m, 6-14m). Bei der Entnahme der Proben wird mit der obersten, ersten Tiefenstufe begonnen. Sind bei Parallelproben die Tiefen der Probenorte verschieden, werden möglichst identische Tiefenstufen gewählt, damit die Bildung von Summenproben im Labor erleichtert wird. Für die Auswertung müssen die gewählten Tiefenstufen protokolliert werden.*

Bei der Probenahme mittels Netzprobe sollte das Netz gleichmäßig mit einer Geschwindigkeit von 0,5 - 1 m/s hochgeholt werden. Dazu kann die Verwendung von Winden mit Kontrollanzeigen hilfreich sein [9]. Die Netze sollten gründlich gespült werden, um anhaftendes Material mit zu erfassen.



Mai 2015	<b>Probenahme aus Seen</b>	<b>P-8/5</b>
-------------	----------------------------	--------------

Bei der Verwendung von Schöpfnern bzw. Planktonröhren sollte ebenfalls eine gleichbleibende Geschwindigkeit von maximal 1 - 2 m/s eingehalten werden.

Als grober Anhaltspunkt kann gelten, dass die Probe mindestens 200 Tiere enthalten soll.

#### **6.4 Mischen, Trennen und Abfüllen der Wasserproben**

Wenn das erforderliche Probenvolumen so groß ist, dass mehrere Schöpfvorgänge benötigt werden oder mit einer Probe verschiedene Probenbehältnisse zu füllen sind, muss die Homogenität der Probe sichergestellt werden [10].

Das Wasser aus den Schöpfnern wird zunächst in ein ausreichend großes, gereinigtes, abdeckbares Sammelgefäß gefüllt, aus dem die verschiedenen Probenbehältnisse (Teilproben) nach vorsichtigem, vollständigem Durchmischen abgefüllt werden.

Wenn eine Filtration vor Ort nicht möglich ist, müssen die Proben unmittelbar nach Probeneingang im Labor filtriert werden. Sind Maßnahmen zur Feststoffabtrennung (z.B. Filtrieren, Sedimentieren, Zentrifugieren) durchzuführen, so erfolgen diese grundsätzlich vor der Konservierung.

Die Auswahl des Filtrationsverfahrens ist abhängig vom Untersuchungsspektrum. Die entsprechenden Hinweise der Einzelnormen und parameterspezifischen LAWA-AQS-Merkblätter sind zu berücksichtigen.

Für spezielle Parameter der Vor-Ort-Filtration haben sich Filtrationsapparaturen oder Einweg-Spritzen mit Membranfiltern (z. B. 0,45 µm) bewährt. Ein Spülen der Filter im Labor oder vor Ort ist für bestimmte Parameter, die materialbedingt in den Filtern enthalten sein können, notwendig. Das Filtermaterial muss vor dem Einsatz zur Probenahme im Labor regelmäßig auf Blindwerte untersucht werden.

Für das Monitoring der gelösten Metalle empfiehlt sich die Filtration und Konservierung der Wasserproben unter standardisierten Bedingungen im unmittelbaren Anschluss an die Probenahme „vor-Ort“, da es schon nach kurzer Zeit zu signifikanten Verlusten durch Adsorption an den Gefäßwandungen kommen kann [11].

Beim Abfüllen der Zooplanktonproben ist zu beachten, dass der Netzbeutel mehrfach an der Wasseroberfläche auf und ab bewegt wird, um alle Zooplankter in den Netzbecher zu spülen. Sein Inhalt wird dann in die Probenflaschen abgelassen. Abschließend erfolgt eine Sichtkontrolle des Netzbeckers, eventuell noch vorhandene Zooplankter müssen mit zooplanktonfreiem Wasser ebenfalls in die Probenflasche gespült werden.

#### **6.5 Konservierung**

Basis für die Aufstellung des Flaschen- und Konservierungsplanes sind die Vorgaben zur Konservierung in den parameterspezifischen Normen in Verbindung mit der allgemeinen Norm zur Konservierung von Wasserproben DIN EN ISO 5667-3 (A 21). Dabei ist zu beachten, dass die Vorgaben dieser Norm immer dann gelten, wenn in der Norm des jeweiligen Analyseverfahrens nichts anderes festgelegt ist. Zusätzliche Informationen enthalten häufig Normen, die sich mit nachfolgenden Schritten bei der Bestimmung befassen.

Die Vorlage des Konservierungsmittels im Probenbehältnis ist möglich. Nach dem Füllen der Probenbehältnisse sind diese sofort zu verschließen.

Die Probenbehältnisse für chemisch konservierte Proben sollten ausschließlich für dieselben Untersuchungen eingesetzt und entsprechend markiert werden. Ein Verwechseln und Verschmutzen der Verschlüsse ist auszuschließen. Auf die Haltbarkeit der Konservierungsmittel ist zu achten.

Die Phytoplanktonprobe sollte im Regelfall mit Lugolscher Lösung (Utermöhlische Lösung) fixiert werden. Die Fixierung ist durch geeignete Zugabe von Puffern etc. an den pH-Wert des Gewässers

<b>P-8/5</b>	<b>Probenahme aus Seen</b>	Mai 2015
--------------	----------------------------	-------------

anzupassen. In besonderen Fällen kann eine Fixierung auch durch Formaldehyd durchgeführt werden (siehe Anhang B der DIN EN 15204 (M 41) [12]).

Die Zooplanktonprobe wird sofort nach der Probenahme mit Zuckerformalinlösung fixiert. Alle Proben (Tmax + Parallelproben + Tiefenstufen) werden einzeln fixiert, eine Vereinigung zur Summenprobe erfolgt im Labor. Erkennbare Unterschiede in den Individuendichten zwischen den einzelnen Proben werden protokolliert.

## **6.6 Kennzeichnung und Verpackung**

Jedes Probenbehältnis ist eindeutig und haltbar zu beschriften. Je nach Organisationsstruktur gibt es verschiedene Möglichkeiten. Wird die Probenbearbeitung von der Probenahme bis zur Auswertung durch ein Labor durchgeführt, ist eine eindeutige Probennummer mit einem entsprechenden Begleitschein ausreichend. Bei Fremdvergaben ist die zusätzliche Kennzeichnung der Gefäße mit der Probenahmestelle, der Probentiefe sowie Datum und Uhrzeit neben der Probennummer sehr zu empfehlen.

Die Beschriftung kann zusätzlich Angaben zum Konservierungsmittel, Angaben über Art und Menge der Zugabe, Vorbehandlung der Probe vor Ort (z.B. filtriert) enthalten.

Die Bakterienproben, lebende Phytoplankton- und Chlorophyllproben müssen sofort in dunkle und kühle Transportboxen gestellt werden.

## **7 Dokumentation**

Das Probenahmeprotokoll dient der Dokumentation der Entnahme von Proben.

Das Probenahmeprotokoll ist für jede Probenahme anzulegen. Soweit möglich sollten Vorgaben für das Probenahmepersonal bereits in das Protokoll eingetragen sein.

Anlage 2 enthält ein Muster eines Probenahmeprotokolls für Seen.

Alle Vorgänge und Beobachtungen während der Probenahme, sowie die Ergebnisse der Messungen sind vor Ort unmittelbar im Protokoll zu dokumentieren.

Im Probenahmeprotokoll sind insbesondere folgende Bemerkungen aufzuführen:

- Abweichungen vom Probenahmeauftrag,
- Auffälligkeiten und Besonderheiten bei der Probenahme (z.B. Verdriften),
- außergewöhnliche anthropogene Nutzungen (Einleitungen, Wasserentnahmen),
- Sanierungs- und Unterhaltungsmaßnahmen,
- Abweichungen von den Arbeitsanweisungen.

Es wird empfohlen, die Dokumentation auf dem Probenahmeprotokoll um Angaben zum Messstellenumfeld zu erweitern, z.B.:

- Nutzung des Messstellenumfelds: Wald, Landwirtschaft inklusive Anbaukulturen, Campingplatz; Bauarbeiten z.B. Abwasserrohrverlegungen,
- Vorkommen von Tieren (größere Wasservogelpopulationen wie Kormorane, Insekten),
- Vorkommen von Makrophyten und zum Pflanzenbestand im Uferbereich (Schilfgürtel) und eventuelle Veränderungen.

Diese Angaben können entsprechende eingehende Untersuchungen oder Kartierungen nicht ersetzen, sie können aber für die Einschätzung des Zustandes des Sees behilflich sein.

Nützlich ist die zusätzliche Dokumentation mit Fotos unter Beachtung folgender Punkte:

Mai 2015	<b>Probenahme aus Seen</b>	<b>P-8/5</b>
-------------	----------------------------	--------------

- ca. fünf Seebilder (z.B. Komplettaufnahme, Teilbereiche, Ufer, Vegetation, Besonderheiten),
- Phytoplanktonblüten,
- eindeutige Beschriftung der Fotos,
- Vermeiden von motivstörenden Objekten (z.B. Bootsränder, Personen).

Um eine eindeutige Identifikation der Probe zu gewährleisten, muss die Kennzeichnung der Probe mit der Bezeichnung des dazugehörigen Probenahmeprotokolls übereinstimmen (Probenahmestelle, Probennummer, Entnahmezeit). Das Probenahmeprotokoll ist in jedem Fall zu unterschreiben.

Die Tiefenprofile werden in der Regel von den Sonden elektronisch gespeichert, sodass häufig das Einlesen in entsprechende Datenbanken erforderlich ist. Die Vorgehensweise des Einlesens sollte dokumentiert werden, um bei Datenbankanpassungen Fehler so weit wie möglich auszuschließen. Ersatzweise ist ein Aufzeichnen der Tiefenprofile per Hand möglich.

## **8 Probentransport und -eingang**

Die Proben sollten am selben Tag (maximal nach 24 h) im Labor abgegeben werden. Wenn entsprechende Fachnormen es erforderlich machen, muss die Analytik sofort nach Probeneingang begonnen werden. Während des Transports sind die im Analysenverfahren vorgeschriebenen Lagerbedingungen (z.B. gekühlt, dunkel) einzuhalten.

Die gefüllten Probenbehältnisse sind entsprechend den Vorgaben zur Konservierung bruch- und frostsicher sowie wärme- und lichtgeschützt zum Labor zu transportieren. Abweichungen sind zu protokollieren.

Die Proben und Probenahmeprotokolle sollten vom Probenahmepersonal an einen verantwortlichen Mitarbeiter des Labors oder an die entsprechende Probenannahmestelle fachgerecht übergeben werden. Ist dies nicht möglich, müssen die Proben in geeigneter Weise gelagert werden.

## **9 Qualitätskontrollmaßnahmen**

Vor der Aufnahme des Tiefenprofils mit einer Multiparametersonde sollten die Vor-Ort-Parameter des Wassers an der Oberfläche mit einem zweiten Multiparametermessgerät aufgenommen und dokumentiert werden.

Es sollte zur Überprüfung des Drucksensors die Tiefe der Sonde mit der Seillänge bzw. im Echolot verglichen werden.

Da bei vielen Multiparametersonden der absolute Luftdruck einzugeben ist, sollte dieser vor Ort ermittelt und stets notiert werden.

Zulässige Abweichungen:

- pH-Wert: max. 0,3
- Leitfähigkeit: max. 5 %
- Sauerstoffgehalt: max. 0,4 mg/l (bei unterschiedlichen Messverfahren)
- Sauerstoffsättigung: max. 5 %
- Tiefe: 1 m bei -25 m (Echolot)
- Luftdruck: 8 hPa
- Temperatur: 0,5 K

<b>P-8/5</b>	<b>Probenahme aus Seen</b>	Mai 2015
--------------	----------------------------	-------------

Werden die Abweichungen nicht eingehalten, sind die Ursachen zu ermitteln und zu dokumentieren.

Seen verändern sich im Vergleich zu Fließgewässern sehr langsam, deshalb kann der Vergleich von mehreren Datensätzen von bisher durchgeführten chemischen Untersuchungen Anhaltspunkte liefern, ob eine Messstelle oder eine Probe vertauscht wurde.

Zur Qualitätssicherung sind jährlich doppelte Probenahmen gemäß DIN ISO 5667-14 durchzuführen.

Bei halbquantitativen Parametern wie der Bestimmung der Sichttiefe oder der Hand-Echolottiefe sind regelmäßig Vergleichsmessungen notwendig. Vergleichsmessungen der eingesetzten Tiefensonden bei unterschiedlichen Wasserdrücken sind ebenfalls jährlich durchzuführen (besonders für pH-Sensoren). Wenn es die technischen Voraussetzungen zulassen, sind jährliche Feldblindproben zu untersuchen.

## 10 Literatur

- [1] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Hrsg.): LAWA-AQS-Merkblatt P-8/4 (Mai 2002), Probenahme von Schwebstoffen und Sedimenten, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- [2] Mathes, J. et al (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km<sup>2</sup> zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, BTU Cottbus, Aktuelle Reihe 5/2002, 15-24
- [3] Wetzel, R. (2001): Limnology, Lake and River Ecosystems, 3rd Edition, Elsevier
- [4] Lampert, W. & Sommer, U. (1999): Limnoökologie, 2. Auflage, Thieme
- [5] Nixdorf et al. (2010): Probenahme und Analyse des Phytoplanktons in Seen und Flüssen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL, Handbuch Angewandte Limnologie – 27. Erg.Lfg. 4/10
- [6] Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. (Hrsg.) (1995): DGL-Arbeitskreis Baggerseen: Untersuchung, Überwachung und Bewertung von Baggerseen, ISBN 3-9802188-7-2
- [7] DIN EN ISO 7027 (C 2); Bestimmung der Trübung, 2000-04
- [8] Mischke, U. & Nixdorf, B. (Hrsg.) (2008): Gewässerreport (Nr. 10): „Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie“, BTUC-AR 2/2008
- [9] Stich, H.B. et al. (2011): Projekt Zooplankton – Probenahme – Berichte des Instituts für Seenforschung
- [10] DIN 38 402 – A 30; Vorbehandlung, Homogenisierung und Teilung heterogener Wasserproben, 1998-07
- [11] Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (UFOPLAN 204 22 213): Einfluss von Probenahme und Probenvorbereitung auf die Ergebnisse bei der Bestimmung ausgewählter prioritärer Stoffe auf die Wasserrahmenrichtlinie, September 2006, ISSN 1862-4804, Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.umweltbundesamt.de> verfügbar.
- [12] DIN EN 15204 (M 41); Anleitung für die Zählung von Phytoplankton mittels Umkehrmikroskopie (Utermöhl-Technik), 2006-12
- [13] Uhlmann, D. (1987): Hydrobiologie, Ein Grundriß für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 2. Auflage, Fischer-Verlag

### Weiterführende Literatur

DIN EN 14996 (M 42); Wasserbeschaffenheit – Anleitung zur Qualitätssicherung biologischer und ökologischer Untersuchungsverfahren in der aquatischen Umwelt, 2006-08

Mai 2015	<b>Probenahme aus Seen</b>	<b>P-8/5</b>
-------------	----------------------------	--------------

DIN EN 16039 (M 44); Wasserbeschaffenheit – Anleitung zur Beurteilung hydromorphologischer Eigenschaften von Standgewässern, 2011-09

Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. Arbeitskreis Biologie (Hrsg.) (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen, ATT Technische Informationen Nr. 7, 2. neu bearbeitete Auflage, Kommissionsverlag R. Oldenbourg, München

Deneke, R., Maier, G., Mischke, U. (2013): Verfahrensvorschrift zur Ermittlung der Grazing-Effektstärke des Zooplanktons als Interpretationshilfe für Phytoplankton-Daten in der Seebewertung. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2010

Deneke, R., Maier, G. (2013): Leitfaden der Zooplanktonanalyse im Gewässermonitoring (Textauszug: Probenahme). Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2010

Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. (Hrsg.) (2009): DGL-Arbeitskreis Qualitätssicherung: Empfehlungen zu Grundlagen einheitlicher Qualitätsanforderungen limnologisch tätiger Büros und Laboratorien

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2012): Projekt Zooplankton – Zählen, Bestimmen, Auswerten- Bericht des Instituts für Seenforschung. H11

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2012): Projekt Zooplankton – Länge, Volumen, Masse- Bericht des Instituts für Seenforschung. H12

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Hrsg.) (2006): LAWA Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“, Rahmenkonzeption zur Aufstellung von Monitoringprogrammen Teil A: Eckpunkte zum Monitoring und zur Bewertung von Oberflächengewässern)

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Hrsg.) (2013): LAWA Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“, Rahmenkonzeption zur Aufstellung von Monitoringprogrammen und zur Bewertung des Zustand des von Oberflächengewässern Teil B: Arbeitspapier T Gewässertypen und Referenzbedingungen

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Hrsg.) (1999): LAWA-AK „Gewässerbewertung – stehende Gewässer“, Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien, Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH, ISBN 3-88961-225-3

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Hrsg.) (2001): LAWA-AK „Gewässerbewertung – stehende Gewässer“, Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren, Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH, ISBN 3-88961-237-7

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Hrsg.) (2015): Trophieklassifikation von Seen, Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen, Kulturbuchverlag, Berlin, ISBN 978-3-88961-345-5

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Hrsg.): LAWA-AQS-Merkblatt A-2 (September 2004), Kontrollkarten, Erich Schmidt Verlag, Berlin

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA (Hrsg.): LAWA-AQS-Merkblatt P-8/3 (Mai 2012), Probenahme aus Fließgewässern, Erich Schmidt Verlag, Berlin

Miller, O. et al. (2011): Praxistest des Verfahrens zur Bewertung von Seen mittels Makrozoobenthos, Endbericht des LAWA-Projektes O5.10

Nixdorf, B. et al. (2005): Endbericht zum LAWA-Projekt „Leitbildorientierende Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie

Schwoerbel, J. (1999): Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie, 4. Auflage, UTB, S. 368

<b>P-8/5</b>	<b>Probenahme aus Seen</b>	Mai 2015
--------------	----------------------------	-------------

Riedmüller, U., Hoehn, E. (2011): Praxistest und Verfahrensanpassung: Bewertungsverfahren Phytoplankton in natürlichen Mittelgebirgsseen, Talsperren, Baggerseen und pH-neutralen Tagebauseen zur Umsetzung der EG-WRRL, Abschlussbericht für das LAWA-Projekt-Nr. O 7.08

Tümping, W.v. & Friedrich, G. (1999): Biologische Gewässeruntersuchungen, Bd. 2, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

## **11 Abkürzungen**

PAR-Sensor – photosynthetically active radiation: Sensor zur Messung der photosynthetisch aktiven Strahlung

DCM – Tiefenchlorophyllmaximum

Mai 2015	<b>Probenahme aus Seen</b>	<b>P-8/5</b>
-------------	----------------------------	--------------

## **Anlage 1**

Mögliche Fehlerquellen bei der Probenahme

1. Allgemeine Fehlerquellen:
  - Zerstörung der Schichtung vor der Aufnahme des Tiefenprofils,
  - Starke Aufwirbelung durch Ankern etc.,
  - Kontamination durch Boot & Motor, Handschuhe etc.,
  - Biologische Ereignisse an der Messstelle,
  - Vertauschung der Messstelle,
  - Rauchen während der Probenahme.
  
2. Fehler bei der Bestimmung der Tiefe mit Echolot:
  - Seebodenbeschaffenheit ist ungünstig,
  - durch eine vereinfachte Berechnungsformel einer durchschnittlichen Schallgeschwindigkeit wird die Tiefe häufig falsch ermittelt.
  
3. Fehler bei der Bestimmung der Sichttiefe:
  - falsches Ablesen des Maßbandes.
  
4. Fehler bei der Aufnahme des Tiefenprofils:
  - vergessener Luftdruckabgleich bzw. Eingabe,
  - bei bestimmten Sonden vergessen die Schutzkappen zu entfernen,
  - Kabel vergessen anzuschließen,
  - falsch kalibriert bzw. falscher Messbereich eingestellt,
  - ausfallendes Elektrolyt (Temperaturen unter 5°C),
  - nicht angemessene Fallgeschwindigkeit der Sonde,
  - Bewuchs von Sensoren,
  - Beschädigung von Sensoren,
  - falsche USB-RS232-Wandler (Softwareprobleme).
  
5. Fehler beim Umgang mit Schöpfern:
  - vergessener Luftdruckabgleich,
  - falsche Dichtung z.B. organozinnhaltige Dichtung,
  - zu schnelles Fieren (Absenken) des Schöpfers,
  - vorzeitiges Verschließen des Schöpfers.
  
6. Fehler bei der Entnahme mit Netzen:
  - Netz und oder Netzbecher sind undicht,
  - Netze sind nicht gründlich sauber gemacht – Verschleppung zwischen zwei Messstellen,
  - (Hand)Echolottiefe entspricht selten der geloteten Tiefe – Netze haben Bodenberührung,
  - Verdriften der Netze.

<b>P-8/5</b>	<b>Probenahme aus Seen</b>	Mai 2015
--------------	----------------------------	-------------

## Anlage 2

Beispiel für ein Probenahmeprotokoll

(Seitenzahl je nach Bedarf – z.B. in Abhängigkeit von Seetiefe – erweiterbar)

<b>Feldprotokoll</b>		<b>Datum:</b>
<b>See-Nr./-Name:</b>		<b>Uhrzeit:</b> <b>Zeit: MEZ / MESZ</b>
<b>Messpkt.-Nr./-Name:</b>		<b>Seefläche [ha]:</b>
Bewölkung [Achtel]: Windstärke [Beaufort]: Windrichtung: Lufttemperatur [°C]: Luftdruck [hPa]:           : Optischer Eindruck (Wasser - Färbung, Trübung):  <b>Sichttiefe [m]:</b> Sichttiefe bis Grund: ja / nein Tiefe an der Probestelle [m]:	<b><u>Chemieprobe:</u></b> Oberflächen-/Tiefenprobe [m]: Mischprobentiefe [m]: Tiefenschritte Mischpr. [m]: Tiefe euphot. Zone [m]: Tiefe epilimn. Zone [m]: Nährstoffprofil: ja / nein	Zooplankton - Schöpfvolumen [Liter]:       Probenehmer:

Tiefe [m]	W-Temp. [°C]	O2-Konz. [mg/l]	O2-Sätt. [%]	Leitfähigkeit [µS/cm]	pH-Wert	Redox [mV]	Verschiedenes

### Bemerkungen:

--



Mai 2015	<b>Probenahme aus Seen</b>	<b>P-8/5</b>
-------------	----------------------------	--------------

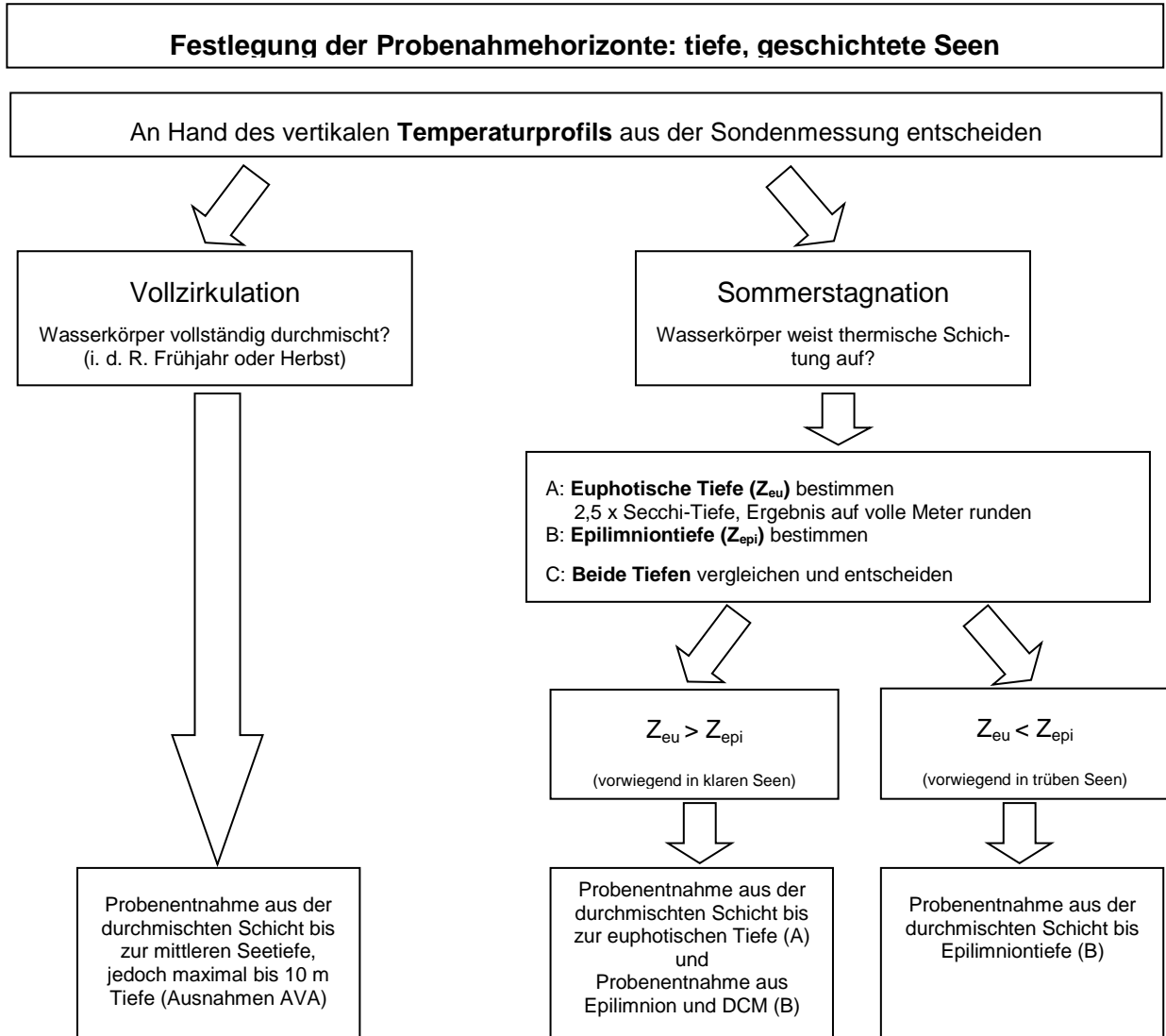
### Anlage 3

Beispiel Prüfung Vorbereitungen

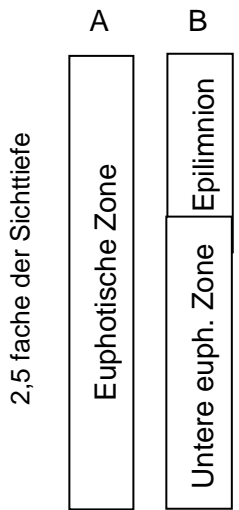
		<i>Datum</i>	<i>Datum</i>	<i>Datum</i>	<i>Datum</i>	<i>Datum</i>
<b>Reinigung</b>						
Schöpfer sauber	ja					
Netze sauber	ja					
<b>Ladezustand</b>						
z.B. Schöpfer (IWS II)	98%					
Handgerät (Sondenhandgeräte, Schöpferhandgeräte)	8,7V					
Multiparametersonden	68%					
Luftdruckmessgeräte / Multiparametermessgeräte	70%					
Akkus/Batterie für GPS	voll					
Akkus für die Kamera	voll					
Handy	voll					
Akkus für Echolot	voll					
Optional Akku vom Rechner	voll					
Optional Batterie für E-Motor	voll					
<b>sonstiges</b>						
Schreibtest der Stifte	ok					
Besitzer informiert	ja					
Pächter informiert	ja					
Abprache Labor/Flaschentransport	ja					
Probenahmebox zusammengestellt	ja					
Protokolle	ja					
Kontrolle der Fahrzeuge/Bootsanhänger	ja					
Optional Treibstoff für Motor	ja					
	voll					
<b>Unterschrift:</b>						

**Anlage 4**

Probenahmeschema nach WRRL [5]



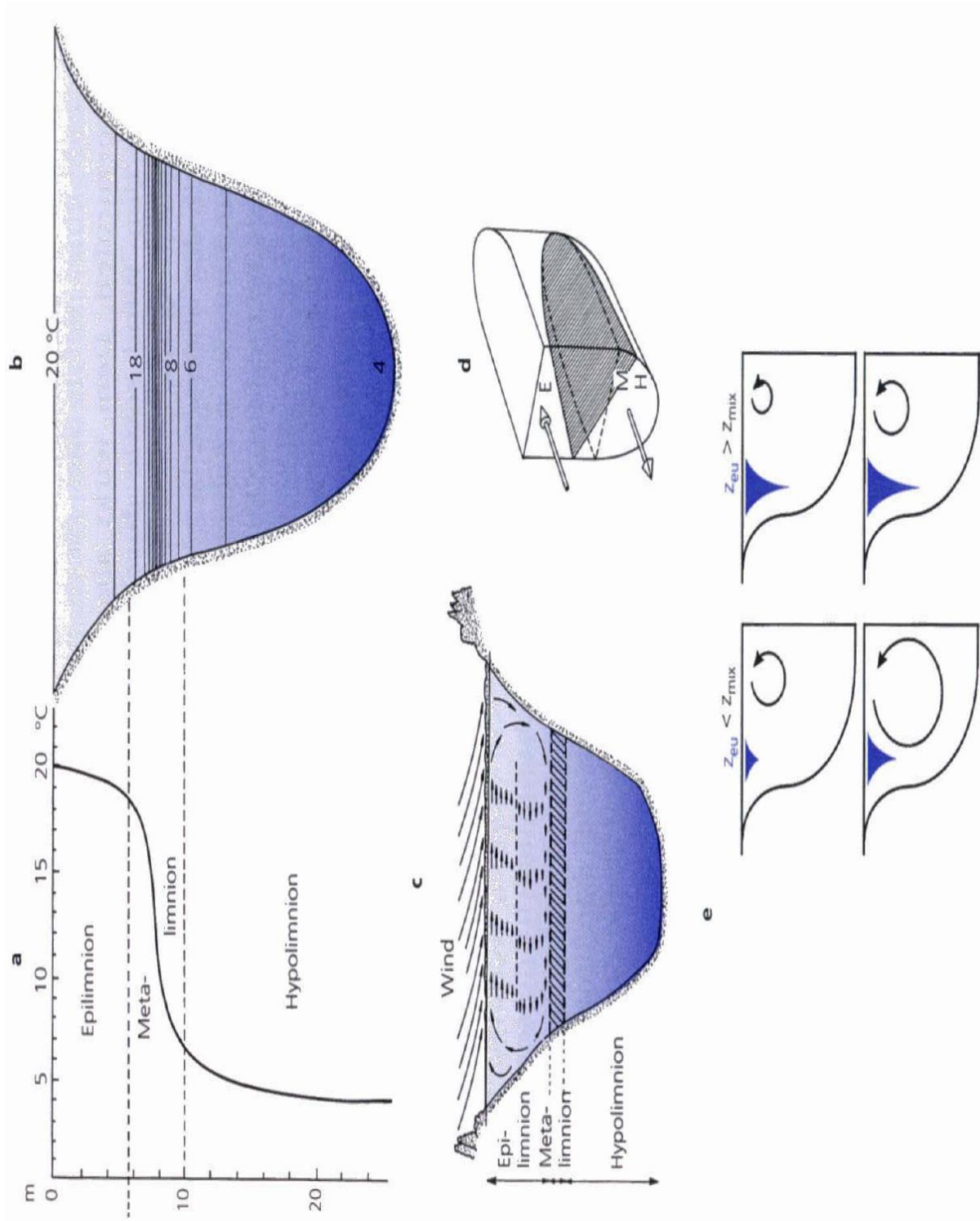
**Alternative Beprobungsmöglichkeiten in geschichteten Klarwasserseen**



Bei Alternative B wird eine getrennte Auswertung in den beiden Proben für das Plankton sowie die chemische Analyse empfohlen.

**Anlage 5**

Geschichtete Seen



Geschichtete Seen Quelle nach Uhlmann 1987 [13]