



DGL

Deutsche Gesellschaft
für Limnologie e.V.

Leistungsverzeichnis für Limnologie

LVLim

Gewässerökologische Untersuchungen

Gemeinsame Veröffentlichung der Verbände:

DGL - Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V.

BDBiol - Berufsvertretung Deutscher Biologen e.V.

VBIO - Verband Biologie, Biowissenschaften & Biomedizin in Deutschland e.V.

VSÖ - Verband selbständiger Ökologen e.V.

2. überarbeitete Auflage

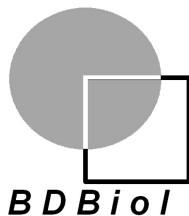
2012



Leistungsverzeichnis für Limnologie

LVLim

Gewässerökologische Untersuchungen



Gemeinsame Veröffentlichung der Verbände:

DGL – Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V.

BDBiol – Berufsvertretung Deutscher Biologen e.V.

VBIO – Verband Biologie, Biowissenschaften & Biomedizin in Deutschland e.V.

VSÖ – Verband selbständiger Ökologen e.V.

2. überarbeitete Auflage

2012

Redaktion:

Sabine Schmidt-Halewicz, Konstanz (Obfrau)

Eberhard Hoehn, Freiburg (Obmann)

Juliane Kasten, Berlin

Michael Dembinski, Hamburg

unter Mitwirkung von:

Helmut Baumert

Dirk Boehme

Holger Brux

Rainer Deneke

Friederike Eggers

Julia Foerster

Günter Friedrich

Norbert Große

Antje Gutowski

Martin Halle

Gabi Hofmann

Uwe Koop

Mario Krismann

Rainer Kruspe

Stefan Sandrock

Joachim Schwahn

Doris Stelzer

Impressum:

Leistungsverzeichnis für Limnologie (LVLim)

DGL – Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V.

Aktualisiert durch:

Arbeitskreis ‚Selbständige Limnologen‘ innerhalb der DGL

Unterstützt durch:

VSÖ – Verband selbständiger Ökologen e.V.

VBIO – Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland

BDBiol - Berufsvertretung Deutscher Biologen e.V.

2., überarbeitete Auflage, 1000 Exemplare , 2012

Eigenverlag der DGL

ISBN 978-3-9813095-1-5

Inhalt

1	Einführungen und Erläuterungen	8
1.1	Anwendungsbereich	8
1.2	Grundlagen der Vergabe	8
1.3	Qualitätssicherung	9
1.4	Zeitaufwand	11
1.4.1	Zeitaufwand für Probenahme und Analysen	11
1.4.2	Zeitaufwand für die Erstellung des Gesamtgutachtens	11
1.5	Honorarermittlung	12
1.6	Nebenkosten	13
1.6.1	Erschwerniszuschläge	13
1.6.2	Abrechnungs- und Zahlungsmodus	14
2	Leistungsbild limnologischer Untersuchungen	15
2.1	Allgemeine Vorbemerkungen	15
2.1.1	Zugänglichkeit des Gewässers	15
2.1.2	Gewässermorphologie (für habitatsbezogene Untersuchungen wie Benthos, Makrophyten, Fische)	16
2.2	Physikalisch-limnologische Gewässeruntersuchungen	16
2.2.1	Meßverfahren und –techniken für den Wasserkörper	16
2.2.2	Meteorologische Messverfahren am Gewässer	19
2.2.3	Computermodelle der Gewässerbeschaffenheit	19
2.2.4	Computermodelle meteorologischer Randbedingungen	20
2.3	Physikalisch-chemische Untersuchungen	21
2.4	Mikrobiologische Untersuchungen	21
2.5	Biologische Testverfahren mit Wasserorganismen	21
2.6	Biologisch-ökologische Untersuchungen	21
2.6.1	Phytoplankton	23
2.6.2	Zooplankton	28
2.6.3	Benthische Diatomeen	32
2.6.4	Phytobenthos excl. Diatomeen und Charales („PoD“)	38
2.6.5	Makrophyten	41
2.6.6	Benthische wirbellose Fauna	44
2.6.7	Ichthyofauna	53

3	Stellungnahmen und Gutachten	61
4	Selbstdarstellung der beteiligten Verbände	64
4.1	Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)	64
4.1.1	Der DGL-Arbeitskreis Selbstständige Limnologen	65
4.2	Der Verband selbständiger Ökologen (VSÖ).....	66
4.2.1	Zielsetzungen des VSÖ	66
4.2.2	Leistungsmerkmale des VSÖ	66
4.2.3	Arbeitsbereiche der Mitgliedsbüros	66
4.3	Der Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e. V (VBIO)	67
4.3.1	Biowissenschaftliche Community im VBIO	67
4.3.2	Ziele des VBIO.....	68
4.3.3	Aktivitäten des VBIO	68
4.4	Die Berufsvertretung Deutscher Biologen e.V. (BDBiol)	68
5	Literaturverzeichnis	70
5.1	Allgemeines	70
5.2	Physikalische Limnologie	70
5.3	Phytoplankton	70
5.4	Zooplankton	72
5.5	Benthische Diatomeen	74
5.6	Phytobenthos excl. Diatomeen und Charales („POD“)	75
5.7	Makrophyten.....	76
5.8	Benthische wirbellose Fauna	77
5.9	Ichthyofauna.....	78

Tabellenverzeichnis

TAB. 1: ÜBLICHE ARBEITSSCHRITTE ZUR ERSTELLUNG DES GESAMTGUTACHTENS MIT JEWEILIGEM PROZENTUALEN ANTEIL	11
TAB. 2: HONORARERMITTLUNG.....	12
TAB. 3: DIN ZERTIFIZIERTE BIOLOGISCHE TESTVERFAHREN MIT WASSERORGANISMEN.....	22
TAB. 4: VORSCHRIFTEN ZUR UNTERSUCHUNG VON PHYTOPLANKTON NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	24
TAB. 5: UNTERSUCHUNGSZEITRÄUME FÜR PHYTOPLANKTON NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	24
TAB. 6: PROBESTELLEN FÜR PHYTOPLANKTON NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	24
TAB. 7: UNTERSUCHUNG VON PELAGISCHEN DIATOMEEN NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN.....	25
TAB. 8: MIKROSKOPISCHE BEARBEITUNG VON PHYTOPLANKTON NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	26
TAB. 9: ZEITAUFWAND FÜR DIE UNTERSUCHUNG VON PHYTOPLANKTON NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	27
TAB. 10: ZEITAUFWAND FÜR DIE UNTERSUCHUNG VON ZOOPLANKTON NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	31
TAB. 11: ZEITAUFWAND FÜR PROBENAHME VON PHYTOBENTHOS (DIATOMEEN) NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	35
TAB. 12: ZEITAUFWAND OHNE PROBENAHME VON PHYTOBENTHOS (DIATOMEEN) NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	36
TAB. 13: ZEITAUFWAND FÜR PROBENAHME VON PHYTOBENTHOS (POD) NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	39
TAB. 14: ZEITAUFWAND OHNE PROBENAHME VON PHYTOBENTHOS (POD) NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	40
TAB. 15: ZEITAUFWAND FÜR ERFASSUNG UND ANALYSE VON MAKROPHYTEN NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN.....	43
TAB. 16: ZEITAUFWAND FÜR ERFASSUNG UND ANALYSE VON BENTHISCHER WIRBELLOSER FAUNA NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN	51
TAB. 17: ZEITAUFWAND FÜR BESTIMMUNG UND AUSWERTUNG VON FISCHEN NACH WRRL IN SEEN UND FLÜSSEN.....	57
TAB. 18: ZUSCHLÄGE FÜR DIE BEFISCHUNG VON SEEN IN ABHÄNGKEIT DER ERTAGSKRAFT	59

Vorwort der 2. überarbeiteten Auflage

Fast anderthalb Jahrzehnte sind verstrichen, seit im Jahr 1997 das „Leistungsverzeichnis für Limnologie (LVLIM) Gewässerökologische Untersuchungen“ als gemeinsames Werk engagierter Arbeitsgruppen von DGL, VSÖ, VBio, BVDL und VUBD veröffentlicht worden ist. Die Intention der Autorengruppen war es, erstmals einen abgestimmten, möglichst umfassenden und detaillierten Katalog limnologischer, gewässerökologischer und fischbiologischer Untersuchungen vorzulegen, mit denen freiberuflich arbeitende Limnologen, resp. Biologen und andere Naturwissenschaftler mit entsprechender Fachvertiefung in zunehmendem Maße betraut wurden. Die aufgeführten Leistungen umfassen ein breites Spektrum von einfachen Messungen bestimmter Parameter, sämtliche bis dahin gängigen biologisch-ökologischen Untersuchungen und Auswertemethoden bis hin zu gutachterlichen, planerischen und beratenden Tätigkeiten. Das LVLim kam damit dem vielgehegten Wunsch nach Qualitätssicherung entgegen, denn nur fachlich qualifizierte Freiberufler sind in der Lage, diese Ansprüche zu erfüllen. Ein weiteres wichtiges Anliegen des Leistungsverzeichnisses war eine nachvollziehbare, transparente Kalkulation von Bearbeitungs- und Zeitaufwand der einzelnen Leistungen als Orientierungshilfe für Kostenrechnungen und Auftragsvergaben.

Die Broschüre war in erster Linie als Informations- und Diskussionsgrundlage gedacht, deren Anwendbarkeit sich erst in der Praxis bewähren sollte (s. Vorwort zur 1. Auflage). Auch wurde schon damals auf die Notwendigkeit einer Fortschreibung hingewiesen. Dies ist mit der nun vorliegenden zweiten Auflage geschehen, die das Ergebnis eines über viele Jahre erfolgten Bearbeitungsprozesses darstellt. Die bewährte Grundstruktur der ersten Auflage ist beibehalten worden, doch es erfolgte eine gründliche Überarbeitung und Anpassung an die aktuellen Anforderungen gewässerökologischen Arbeitens in der Praxis.

Bereits wenige Jahre nach Erscheinen der ersten Auflage wurde im Dezember 2000 die europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) erlassen. Es war vorherzusehen, dass damit die Ansprüche an limnologische Untersuchungen sowohl inhaltlich als auch vom Umfang deutlich steigen würden und dem Rechnung getragen werden musste. Im Rahmen der Umsetzung der WRRL wurden in den folgenden Jahren vielfältige Untersuchungs-, Berechnungs- und Bewertungsmethoden entwickelt, erprobt und harmonisiert. Erfahrungen hinsichtlich des Zeitaufwandes sowie der Erfordernisse an die Qualifikationen der Bearbeiterinnen und Bearbeiter konnten im Zuge zahlreicher Untersuchungen in größeren und kleineren Projekten gesammelt werden. Es war das Ziel, diese Erkenntnisse in die Neuauflage des Leistungsverzeichnisses mit aufzunehmen.

Darüber hinaus galt es, die aktuellen, rechtsverbindlichen Verfahren nach CEN bzw. DIN und auch die nicht normierten Verfahren zu berücksichtigen.

Diese zweite Auflage enthält somit zahlreiche Neuerungen, während manche Kapitel nahezu unverändert beibehalten worden sind. Ganz neu sind beispielsweise die physikalisch-limnologischen Gewässeruntersuchungen, die aufgrund innovativer technischer Entwicklungen und Möglichkeiten Eingang in das Leistungsverzeichnis gefunden haben. Die meisten biologischen Untersuchungsverfahren sind, den verschiedenen Verfahrensvorschriften zur nationalen Umsetzung der EG-WRRL folgend, stark erweitert worden. Die Leser und Anwender werden sich ihr eigenes Bild von der Breite limnologischer Leistungen und der Aktualität dieses Werkes machen.

Ich bin mir sicher, dass diese überarbeitete Auflage des LVLim eine sehr weite Verbreitung und Anwendung erfahren wird. Es ist nicht nur für die aktuell in der gewässerökologischen Praxis Tätigen eine große Hilfe, sondern wird insbesondere auch für diejenigen als Orientierung dienen können, die auf dem Sprung in das Berufsleben sind. Sie haben mit dieser Broschüre einen Leitfaden in der Hand, der nützlich ist und Planungssicherheit bieten kann. Auf Seite der Auftraggeber ist wie auch schon in der ersten Auflage transparent und nachvollziehbar dargestellt, welche Leistungen in den einzelnen Rubriken tatsächlich erwartet werden können und wie sie abgerechnet werden.

Das vorliegende LVLim berücksichtigt den aktuellen wissenschaftlichen Stand und ist nicht zuletzt auch deswegen ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk. Vor allem belegt es eindrücklich den Stellenwert limnologischer Tätigkeiten als „berufstypische“ Tätigkeiten, für deren Anerkennung sich die beteiligten Gruppierungen stets mit großem Engagement eingesetzt haben.

Den Bearbeitern, allen voran dem Arbeitskreis „Selbständige Limnologen“ der DGL als treibende Kraft, aber auch den übrigen Beteiligten und Unterstützern, gilt unser großer Respekt für die Erstellung dieser überarbeiteten zweiten Auflage des LVLim. Herzliche Gratulation und ein großes Dankeschön!

Prof. Dr. Elisabeth Irmgard Meyer

Präsidentin der DGL

Vorwort der 1. Auflage

In immer größerem Umfang werden Grundlagenerhebungen, Planungen und Gutachten im Natur- und Umweltschutz erforderlich. Hier hat sich ein wichtiges Arbeitsfeld für Biologen und Wissenschaftler verwandter Fachrichtungen eröffnet. Zunehmend werden mit diesen Aufgaben freiberufliche Biologen oder freie Büros bzw. Laboratorien beauftragt. Ein erheblicher Teil dieser Aufgaben fällt in den Fachbereich der Limnologie bzw. aquatischen Ökologie.

Derzeit gibt es für den Großteil der limnologischen Untersuchungen keine angemessene Leistungsbeschreibung bzw. keine transparente und vergleichbare Zeitaufwandskalkulation. Die in der Landschaftsplanung gemeinhin verwandte HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) behandelt einen Teil der im Folgenden beschriebenen Leistungen entweder überhaupt nicht oder als frei verhandelbare "Besondere Leistungen" der einzelnen Planungsebenen (LP, LRP, LBP, etc.) oder als "Sonstige landschaftsplanerische Leistungen" (§ 50 HOAI). Für chemische Arbeiten gibt es ein Leistungsverzeichnis, herausgegeben von der Gesellschaft Deutscher Chemiker (1992). Auch hier sind die limnologischen Arbeiten nicht aufgeführt.

Eine der Fragestellung angemessene, fachlich qualifizierte Erhebung und Auswertung der Daten sowie die Festlegung geeigneter Maßnahmen und die Umsetzung in Planung und Vollzug kann nur von den entsprechenden Fachleuten durchgeführt werden. Um die Einhaltung von Qualitätsstandards zu gewährleisten, kann der finanzielle Aspekt nicht das ausschlaggebende Kriterium für die Auftragsvergabe sein, sondern vielmehr muss die Qualifikation und Zuverlässigkeit des Auftragnehmers die entscheidende Rolle spielen. Das vorliegende Verzeichnis ist ein erster Schritt in Richtung Qualitätssicherung und zeigt neben den Leistungsbildern für verschiedene Fragestellungen auch Mindestanforderungen an gutachterliche Tätigkeiten auf.

Dieser Modus der Auftragsvergabe und -honorierung hat sich bei den Landschaftsarchitekten und Wasserbauingenieuren durchgesetzt und bewährt. Der relativ neue Berufszweig der in den angewandten Bereichen Landschaftsökologie und Umweltschutz tätigen Biologen ist dabei, sich in Berufsverbänden zu organisieren und verbindliche Richtlinien zu entwickeln, die zu einer Standardisierung der Methoden und einer vergleichbaren Qualität der Gutachten auf der einen und einer angemessenen Honorierung auf der anderen Seite führen sollen.

Es haben sich daher die verschiedenen Berufsverbände, in denen Biologen und im besonderen Limnologen organisiert sind, und die wissenschaftliche Fachgesellschaft für Limnologie, die Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. (DGL), zusammengetan, um gemeinsam ein Leistungsverzeichnis für Limnologie (LVLim) herauszugeben, das den o.g. Ansprüchen gerecht wird.

Das vorliegende Werk erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern ist von den Autoren auch als Informations- und Diskussionsgrundlage gedacht. In diesem Sinne sind wir für Anregungen und Mitarbeit in der Arbeitsgruppe dankbar. Insbesondere interessiert uns die Anwendbarkeit in der Praxis.

Aus kartellrechtlicher Sicht ist die Angabe von Honorarsätzen in Euro nicht möglich¹. Als Kalkulationsgrundlage wurden daher die jeweils aufzuwendenden Arbeitszeiten in Minuten

angegeben, die sich unter Berücksichtigung der im Einzelfall geltenden Stundensätze in Euro-Beträge umrechnen lassen.

Wir hoffen, dass dieses Leistungsverzeichnis dazu beiträgt, sowohl die Qualität der angebotenen Leistungen zu gewährleisten, als auch eine angemessene Honorierung herbeizuführen. Dies kann und muss in beiderseitigem Interesse - sowohl der Auftragnehmer als auch der Auftraggeber - liegen. Insofern ist eine Fortschreibung dieses LVLim unter Aufnahme weiterer Leistungsbeschreibungen vorgesehen.

Dr. Alfred Hamm

Präsident der DGL

¹ Nach Auffassung des Kartellamtes darf das Leistungsverzeichnis lediglich der Information dienen, es darf damit keine Beeinflussungsabsicht im Hinblick auf die Vorgabe von Preisen verbunden sein.

1 Einführungen und Erläuterungen

1.1 Anwendungsbereich

Das vorliegende Leistungsverzeichnis für Limnologie (LVLim) gilt für die Durchführung limnologischer, gewässerökologischer und fischbiologischer Untersuchungen, Stellungnahmen und Gutachten durch freiberuflich arbeitende Limnologinnen und Limnologen. Aufgeführt sind die Standardmethoden, vor allem biologisch-ökologische Untersuchungen zur Erfassung und Bewertung des ökologischen Zustands der Gewässer, sowie einige weiterführende Untersuchungen in den Bereichen der Landschaftsplanung und -ökologie, bei denen die Gewässer im Mittelpunkt stehen (Maßnahmenplanungen im Rahmen von Bewirtschaftungsplänen gem. EG-WRRL, Aufstellung von Schutz-, Pflege- und Entwicklungskonzepten sowie Pflege-, Unterhaltungs- und Renaturierungsplanungen für Gewässer, UVS/UVU, LBP). Diese zweite Auflage des Leistungsverzeichnisses entspricht dem Stand der Wissenschaft und Verwaltung zum Zeitpunkt der Drucklegung. Das LVLim beschreibt den Leistungsumfang für diese Untersuchungen und gibt Anhaltspunkte für den Zeitbedarf bei den einzelnen Leistungen. Da Aufträge für limnologische Untersuchungen eine Vielzahl von einzelnen Aspekten umfassen können, kann die hier gegebene Auflistung nicht vollständig sein. Sie bietet jedoch eine Grundlage, auf der dann je nach Fragestellung und Ziel der Untersuchung differenzierte Angebote und Aufträge gestaltet werden können.

1.2 Grundlagen der Vergabe

Die Grundlagen für die Vergabe limnologischer Leistungen, die selten vollständig erschöpfend zu beschreiben sind, bildet i.d.R. die Verdingungsordnung für freiberufliche Leistungen, wenn die entsprechenden Schwellenwerte überschritten werden. Da es sich bei den im LVLim aufgeführten Arbeiten in der Regel um wissenschaftliche, gutachterliche und/oder planerische Leistungen handelt, sollten derartige Arbeiten grundsätzlich nicht im Wettbewerb ausgeschrieben, sondern freihändig bzw. nach der EU-Dienstleistungs-Richtlinie für das öffentliche Auftragswesen im Verhandlungsverfahren vergeben werden. Zu beachten sind die jeweils gültigen Fassungen der VOF, ggf. der VOL und der HOAI (z.Z. der Drucklegung der 1. Auflage LVLim s.u.). Hinweise geben auch die Empfehlungen des BDBiol und des VUBD (1999). Das vorliegende Leistungsverzeichnis für Limnologie (LVLim) schließt sich an diese Grundlagen und an die Regeln des BDBiol ¹ an.

Die nach diesem Leistungsverzeichnis anbietenden Limnologinnen und Limnologen verpflichten sich, folgende allgemeine Grundsätze des BDBiol zu beachten:

- sie übernehmen nur Aufträge, für deren Bearbeitung sie die notwendigen Erfahrungen, technischen Ausrüstungen und qualifizierte Mitarbeiter/innen bereitstellen können.
- sie verrichten ihre Arbeiten nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft und der Technik.
- sie verpflichten sich, die übernommenen Arbeiten neutral durchzuführen.

¹ <http://www.biologenverband.de/index.php?id=14>

- sie halten Geschäfts- oder Betriebsgeheimnisse des Auftraggebers, die ihnen bei ihrer Berufstätigkeit zur Kenntnis kommen, über die Beendigung des Auftrages hinaus geheim und verwerten diese Kenntnisse nicht zum eigenen Vorteil.
- sie vereinbaren Honorare, die in einem angemessenen Verhältnis zu Art und Umfang der von ihnen zu erbringenden Leistung stehen. Sie orientieren sich dabei an den hier aufgeführten Empfehlungen und beachten die allgemeinen Bestimmungen des BGB (§612, 632) über Werkverträge.
- sie dürfen sich an Kunden eines Wettbewerbers nur unter Vermeidung unlauteren Wettbewerbs wenden.
- sie halten sich in der Darstellung über ihre Tätigkeit, Mitarbeiter/innen, Umsätze und ähnliche Angaben an die Tatsachen.
- sie versichern sich ausreichend gegen die sich aus ihrer beruflichen Tätigkeit ergebenden Haftpflichtgefahren, soweit die Möglichkeit hierzu besteht.
- sie unterrichten ihre Mitarbeiter/innen über diese Berufsgrundsätze und halten sie dazu an, diese zu befolgen

Der zeitliche Rahmen der Untersuchungen richtet sich nach der jeweiligen Fragestellung und der angewandten Untersuchungsmethodik. Der Zeitpunkt der Auftragsvergabe ist darauf abzustimmen.

Eine grundlegende Voraussetzung ist die Bereitstellung von den für den Auftrag benötigten Arbeitsunterlagen durch den Auftraggeber. Dazu gehören z.B. die Beschaffung bzw. Ausstellung von Genehmigungen (Betretung, Fang, Entnahme) sowie aller für den Auftrag notwendigen Informationen, beispielsweise Kartenmaterial in einem für die Bearbeitung sinnvollen Maßstab (digital, georeferenziert), evtl. aktuelle Luftbilder (möglichst Color Infrarot). Falls die Beschaffung von Genehmigungen dem Auftragnehmer übertragen wird, ist der zeitliche und finanzielle Aufwand für diese Leistung gesondert zu berücksichtigen. Insbesondere muss die Auftragsvergabe so frühzeitig erfolgen, dass ausreichend Zeit besteht, um solche Genehmigungen einzuholen.

1.3 Qualitätssicherung

Um eine ausreichende Qualität bei der Bearbeitung der Aufträge sicherzustellen, dürfen die Arbeiten nur von fachlich qualifizierten Personen ausgeführt werden. Fachkunde wird über ein entsprechendes abgeschlossenes Hochschulstudium und Berufserfahrung, Veröffentlichungen, Referenzen oder Mustergutachten nachgewiesen. Werden Aufträge an Bürogemeinschaften vergeben, kann der Auftraggeber die schriftliche Nennung der jeweils verantwortlich leitenden Person verlangen.

Weitergehende und detaillierte Empfehlungen zur Qualitätssicherung finden sich in folgendem Dokument der DGL: "Empfehlungen zu Grundlagen einheitlicher Qualitätsanforderungen limnologisch tätiger Büros und Laboratorien" (Download auf der Website des DGL-Arbeitskreises Qualitätssicherung: <http://www.dgl-ev.de/arbeitskreise/index.html>).

In Anlehnung an die Vorgaben des VSÖ und der VUBD sind die nach diesem Leistungsverzeichnis anbietenden Limnologen und Limnologinnen grundsätzlich verpflichtet, für die Erstellung von Gutachten die Datenerhebungen sorgfältig, unter Angabe der jeweils

verwendeten Methodik und unter größtmöglicher Rücksicht auf das jeweils untersuchte Ökosystem sowie unter Einschätzung des jeweils erforderlichen Untersuchungsumfanges und der Aussageschärfe durchzuführen, und in ihren Gutachten

- alle relevanten Zusammenhänge darzustellen, wobei auch wasserwirtschaftliche und verwaltungstechnische Vorgaben zumindest im Sinne einer Zieldefinition erkannt, dargestellt und kommentiert werden sollen
- Ergebnisse klar und nachvollziehbar darzustellen
- Grundlagen und Erkenntnisweg für die getroffenen Aussagen darzulegen und zwischen eigenen Daten, fremden Daten, Theorien, Hypothesen, Meinungen und Ideen klar zu differenzieren; es empfiehlt sich, den Ergebnisteil und den Diskussions- bzw. Bewertungsteil zu trennen
- Aussagen nur zu Bereichen zu treffen, in denen sie über ausreichendes Wissen verfügen; die Kenntnis des aktuellen Wissensstandes und der Literatur zum Thema sollte erkennbar sein
- Bewertungen anhand beschriebener nachvollziehbarer Regeln zu erarbeiten. Dabei ist ebenfalls deutlich zwischen Faktenlage, Interpretation, Prognose und Einbeziehung gesellschaftlicher Zielvorgaben zu trennen
- die Aufstellung von Entwicklungszielen aus der Darstellung von Veränderungen in Ökosystemen und der Wichtung dieser Veränderungen zu erarbeiten
- auf ausreichende Kartenlegenden ist zu achten.

Außerdem gelten für die Biologen unter den Auftragnehmern folgende Richtlinien der Europäischen Biologen:

Code of Professional Conduct der ECBA (European Communities Biologists Association)

- Europäische Biologen/innen sollen ein hohes Maß an Fachkenntnis und Kompetenz bewahren und die biologischen Wissenschaften in ehrenwerter Weise ausüben.
- Europäische Biologen/innen sollen sich bei der Ausübung ihres Berufs an hohe Standards wissenschaftlicher Methodik sowie an wissenschaftliche Grundregeln halten, unabhängig von ihrer politische Einstellung, Religion, Nationalität, Geschlechts und ihrer Herkunft.
- Europäische Biologen/innen sollen sich bei der Ausübung ihres Berufes verantwortlich gegenüber der gesamten Gesellschaft verhalten und mit ihr kommunizieren.
- Europäische Biologen/innen sollen sich ihrer Verantwortlichkeit für die Auswirkungen ihres beruflichen Handelns auf die Natur und die Gesellschaft bewusst sein.
- Europäische Biologen/innen sollen das Leben in jeglicher Form, Ökosysteme sowie die Umwelt als Ganzes respektieren.
- Europäische Biologen/innen sollen sich über neue Entwicklungen und Denkmodelle im Bereich der Biologie auf dem Laufenden halten.

1.4 Zeitaufwand

Der für die Durchführung einer Untersuchung und Erstellung eines Gutachtens erforderliche Zeitaufwand kann grundsätzlich in vier Arbeitsschritte eingeteilt werden, deren jeweiliger Anteil an dem gesamt zu berechnenden Zeitaufwand in

Tab. 1 angegeben ist.

Im Folgenden wird in den Kapitel 2.2 bis 2.6 der für Schritt 3 (Probenahme und Analyse) benötigte Zeitaufwand detailliert und aufgeschlüsselt nach Arbeitsfeld bzw. Organismengruppen angegeben. Weitere Hinweise für den Zeitaufwand, der für bestimmte Arbeiten anzusetzen ist, lassen sich VUBD (1999) entnehmen.

Zu berücksichtigen ist, dass Freilandarbeiten sowie Arbeiten im und am Gewässer aus Gründen der Arbeitssicherheit in der Regel von mindestens 2 Personen durchgeführt werden sollen.

Tab. 1: Übliche Arbeitsschritte zur Erstellung des Gesamtgutachtens mit jeweiligem prozentualen Anteil.

Arbeitsschritt:	Anteile am Gesamtgutachten
1 Klärung der Aufgabenstellung – erste Gespräche mit dem Auftraggeber, erste Begehung, Erstellung eines Angebotes	3 – 5 %
2 Ermittlung der Planungsgrundlagen – z.T. Beschaffung von Gutachten, Plänen, Auswertung von anderen Gutachten, Plänen, Datengrundlagen, Luftbildern etc.	5 – 30 %
3 Probenahme und Analyse – die Leistungsbilder der verschiedenen Untersuchungen sind in Kap. 2.3 bis 2.6 aufgeführt.	30 – 90 %
4 Auswertung, Bewertung, Erstellung des Gutachtens – Darstellung der Biotoppräferenzen, Beschreibung und Bewertung der Funde spezieller Indikatororganismen, grafische Auswertung, Bewertung im Hinblick auf das Planungsvorhaben etc., Zeichnen von Plänen, Fotodokumentation, besonderes Layout, besondere Grafiken etc.	0 – 90 %

1.4.1 Zeitaufwand für Probenahme und Analysen

In den Kapiteln 2.2 bis 2.6 ist der benötigte Zeitaufwand für Probenahme und Analyse, aufgeschlüsselt nach Organismengruppen, detailliert angegeben. Der angegebene Zeitaufwand wurde so bemessen, dass damit die beauftragten Untersuchungen auf gutem wissenschaftlichen Niveau durchgeführt und eine interne Qualitätssicherung gewährleistet werden kann. Ausgaben für eine externe Qualitätskontrolle sind gesondert zu kalkulieren.

Der für jede Organismengruppe aufgrund repräsentativer Umfragen ermittelte und wissenschaftlich begründete Zeitaufwand wird dabei nach einem Punktesystem differenziert, wobei in der Regel drei Zeitaufwandszonen gebildet werden. Aus der Multiplikation des Zeitaufwandes mit den in dem anbietenden Labor / Büro geltenden Stundensätzen ergeben sich die entsprechenden Preise in Euro.

1.4.2 Zeitaufwand für die Erstellung des Gesamtgutachtens

Die in den Kapiteln 2.2 bis 2.6 angegebenen Zeitaufwände für Probenahme, Untersuchung und Analyse schließen lediglich eine schriftliche Mitteilung über die Ergebnisse mit ein (Artenliste, Zählergebnisse, Analysendaten). In der Regel empfiehlt es sich jedoch, auch die

inhaltliche Auswertung der Daten von dem Limnologen durchführen zu lassen, der die Untersuchungen durchgeführt hat. Zu unterscheiden sind:

- Kurzbeschreibung der Probestellen, Skizze mit Lagebeschreibung, Berechnung von Indizes anhand der erstellten Artenliste(n) (z.B. Saprobienberechnung) und
- Ausarbeitung eines Gesamtgutachtens bzw. eines Fachbeitrages.

In Kapitel 3 werden die im Hinblick auf die jeweiligen Planungen (UVU, LBP, usw.) notwendigen Gutachten oder Fachbeiträge sowie der hierfür erforderliche Untersuchungsumfang stichwortartig aufgeführt. Eine ausführlichere Beschreibung findet sich z.T. in VUBD (1999).

Gutachten und Fachbeiträge setzen sich aus den Untersuchungsergebnissen sowie aus der Auswertung zusammen. Der Aufwand für die einzelnen Arbeitsschritte des Gesamtgutachtens ergibt sich aus

Tab. 1.

Falls das Gutachten aufgrund von bereits vorliegenden Untersuchungsergebnissen erstellt werden soll, wird der Zeitaufwand bzw. das Honorar für das Gesamtgutachten (z.B. UVU, LBP, etc.) gemäß

Tab. 1 als Anteil des Gesamtgutachtens festgelegt oder frei vereinbart.

1.5 Honorarermittlung

Ohne die freie Kalkulation der freiberuflich arbeitenden Limnologen einzuschränken, werden im folgenden Richtwerte für derzeit übliche Stundensätze angegeben Tab. 2).

Die Berechnungen wurden nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen ermittelt und umfassen folgende Kostenarten: unmittelbare und mittelbare Personalkosten sowie Personalnebenkosten, Mieten, Gemeinkosten, Kosten für die üblichen Verbrauchsmaterialien sowie Abschreibungen, Kapitaldienst, Kosten für Energie sowie für den Reparatur- und Wartungsaufwand. Nebenkosten (s.u.) sowie Ausgaben für eine externe Qualitätskontrolle sind gesondert zu kalkulieren. Als Büropauschale können 5–10% des aus dem Zeitaufwand errechneten Honorars abgerechnet werden. Falls die Ergebnisse in Form eines Vortrages präsentiert werden sollen, sind Kosten für die Vorbereitung und Durchführung der Präsentation zu kalkulieren.

Tab. 2: Honorarermittlung

Personenkreis	Regelsätze
leitender Limnologe / leitende Limnologin	70 – 210 €
Limnologe / Ingenieur	50 – 150 €
Techniker / Technische Assistenz	35 – 70 €
sonstige Hilfskräfte	25 – 50 €
Arbeiten am und im Gewässer sind aus Gründen der Arbeitssicherheit in der Regel von mindestens zwei Personen durchzuführen.	

Höhere Stundensätze als die angegebenen Höchstsätze kann der Auftragnehmer dann verlangen, wenn die zu erbringende Leistung eine extrem hohe Qualifikation erfordert. Der

Auftragnehmer hat dies dem Auftraggeber schriftlich anzuzeigen. Der dann frei zu vereinbarende Satz ist vertraglich zu fixieren, wobei zu begründen ist, warum eine Bearbeitung des Problemfeldes zu den üblichen Höchstsätzen ausscheidet. Werden die hier genannten Stundensätze erheblich unterschritten, muss angenommen werden, dass die angebotenen Leistungen deutlich hinter der Qualität der im LVLim genannten Standards zurückbleiben und nicht auskömmliche Konditionen zu Grunde liegen.

Die jeweils gültige Mehrwertsteuer ist dem Auftragnehmer zusätzlich zu vergüten, sofern dieser mehrwertsteuerpflichtig ist.

Für umfangreiche Kostenvoranschläge, die eine eigenständige Erarbeitung eines Leistungskataloges beinhalten, empfiehlt es sich, für den hierfür erforderlichen Arbeitsaufwand eine gesonderte Vorkalkulation abzuschließen, über deren Höhe Einvernehmen erzielt werden muss. Dies ist insbesondere dann maßgeblich, wenn diese Kostenvoranschläge schriftlich und verbindlich dem Auftraggeber vorgelegt werden müssen und letztlich (innerhalb 6 - 12 Monaten) keine Auftragsvergabe an den Anbieter erfolgt. Die Höhe der Vergütung ist dem Arbeitsaufwand angemessen festzusetzen, vielfach werden 2,5% der Auftragssumme zuzüglich MwSt. berechnet.

1.6 Nebenkosten

Die Nebenkosten gestalten sich je nach Auftrag unterschiedlich und sind daher jeweils gesondert zu kalkulieren. Zu den Nebenkosten gehören beispielsweise:

- Kommunikationskosten (Post- und Fernmeldegebühren, etc.).
- Kosten für Vervielfältigungen von Zeichnungen und schriftlichen Unterlagen sowie für die Anfertigung von Filmen und Fotos.
- Fahrt- und sonstige Reisekosten (Verpflegung und Übernachtung) in Höhe der gültigen steuerlichen Pauschalsätze oder nach Einzelnachweis.
- Fahrzeiten, soweit sie nicht in den Pauschalsätzen bereits berücksichtigt sind. Es kann vereinbart werden, den Stundensatz für Fahrzeiten zu reduzieren, ein Unterschreiten der Hälfte der Mindestsätze nach Tabelle 2 ist unzulässig.
- Gerätepauschalen oder –einzelkosten (z.B. Bootseinsatz, Charterkosten).
- Aufwendungen für besondere Untersuchungen (z.B. Einsatz von Tauchern) .

In manchen Fällen wird ein pauschaler Nebenkosten-Prozentsatz angegeben (ca. 2,5 bis 7%).

1.6.1 Erschwerniszuschläge

Leistungen, die Nacharbeit oder einen Einsatz in schwierigem Gelände erfordern, gefährlich oder mit erheblichen gesundheitlichen Risiken verbunden sind, können zu einem erhöhten Stundensatz zwischen 130% und 150% berechnet werden. Es empfiehlt sich dies rechtzeitig abzusprechen oder vertraglich zu regeln.

Wird eine Leistung als besonders dringend in Auftrag gegeben, so dass dadurch Überstunden oder Wochenendarbeit erforderlich werden, so sollte der Auftragnehmer im Angebot darauf hinweisen, dass ein Aufschlag von bis zu 20% auf den Zeitaufwand bzw. den Pauschalsatz berechnet werden kann.

1.6.2 Abrechnungs- und Zahlungsmodus

Die Beschreibung der Zahlungsmodalitäten ist dem jeweiligen Einzelfall anzupassen (s.u.a. VUBD 1999):

- Zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer kann bei Vereinbarung eines Festpreises je nach Wahl eine Pauschalregelung oder eine Zahlung in regelmäßigen (z.B. monatlichen) Abständen festgelegt werden.
- Bei der Pauschalregelung ist dem Auftragnehmer nach Unterzeichnung des Vertrages ein Betrag von 20% bis 40% des vereinbarten Gesamthonorars auszuführen. Weitere Abschlagrechnungen können nach Abschluß bestimmter Arbeitsphasen (z.B. Beendigung der Datenaufnahme) bis in Höhe von 80% des vereinbarten Gesamthonorars gestellt werden. Der Restbetrag ist bis auf einen eventuell einbehaltenen Vorbehaltsbetrag von höchstens 10% des vereinbarten Gesamthonorars bei Abgabe des Werkes fällig. Der Vorbehaltsbetrag wird nach Billigung des Werkes durch den Auftraggeber, spätestens jedoch drei Monate nach Abgabe des Gutachtens, fällig.
- Bei der Vereinbarung von Zahlungen in monatlichen Abständen wird nach Abzug eines Vorbehaltsbetrages von maximal 10% des vereinbarten Gesamthonorars, der erst nach Billigung des Werkes durch den Auftraggeber fällig wird, der Restbetrag durch die Zahl der Monate geteilt, über die sich die Bearbeitung des Auftrages erstreckt. Jeweils nach Ablauf jedes Monats erfolgt die entsprechende Teilzahlung, die erste einen Monat nach Vertragsabschluß.
- Ist ein Zeithonorar (aufwandbezogenes Honorar) vertraglich festgelegt, ist bei längerfristigen Arbeiten eine regelmäßige detaillierte Zwischenabrechnung vom Auftragnehmer vorzulegen. Sofern nicht ausdrücklich etwas anderes vereinbart wurde, erfolgen diese Abrechnungen in vierteljährlichem Abstand. Der Aufwand für die Zwischenabrechnungen wird vom Auftragnehmer gesondert in Rechnung gestellt.
- Sämtliche Teilzahlungen sind innerhalb 28 Tagen nach Rechnungsstellung durch den Auftragnehmer vom Auftraggeber zu bezahlen, falls nicht ausdrücklich ein anderer Zahlungsmodus vertraglich vereinbart wurde.
- Ist ein Auftrag mit größeren Vorleistungen durch den Auftragnehmer verbunden, hat er das Recht, einen Vorschuß zu verlangen. Die Höhe dieser Zahlung richtet sich nach dem Umfang der Vorleistungen und wird im Einzelfall ausgehandelt.
- Umfangreiche Zwischenberichte mit einer Übersicht über die erzielten Resultate und mit einer Diskussion der Ergebnisse sind dem Auftraggeber nur dann vorzulegen, wenn dies vertraglich vereinbart wurde und gesondert honoriert wird. Bei Vereinbarungen oder Verträgen ohne ausreichende Zusatzhonorare für derartige Leistungen ist der entsprechende Abschnitt nichtig.
- Im Angebot ist eine Bindefrist anzugeben.

Es empfiehlt sich, den Vertrag zur Auftragsvergabe durch eine rechtskundige Person ausarbeiten oder zumindest überprüfen zu lassen. Insbesondere im Hinblick auf Haftungsfragen und mögliche Mängel bei der Durchführung des Auftrages ist es sachdienlich, eine klare Trennung zwischen Werkverträgen (§ 631ff BGB) und Dienstverträgen (§ 611 BGB) vorzunehmen und die vertragliche Gestaltung an die besonderen Problematiken des jeweiligen Auftrages anzupassen. Während im Werkvertrag der Erfolg (z.B. Gutachten, Bericht) geschuldet wird, ist im Dienstvertrag eine bestimmte Dienstleistung (z.B. Bauaufsicht) gefordert.

2 Leistungsbild limnologischer Untersuchungen

2.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Die folgenden Ausführungen zu häufig verwendeten oder standardisierten Untersuchungen berücksichtigen Vorbereitung, Probenahme, Nachbereitung und Analyse sowie eine knappe schriftliche Darstellung der Ergebnisse (in der Regel in tabellarischer Form).

Zusätzlich wird in tabellarischer Form der für die aufgeführten Leistungen zu veranschlagende Zeitaufwand angegeben. Mit Hilfe dieser Tabellen kann der für die Bearbeitung einer Probe nötige Zeitaufwand ermittelt und unter Berücksichtigung der in Tab. 2 angegebenen empfohlenen Richtwerte für Stundenlöhne als Grundlage zur Kalkulation eines Angebots genutzt werden. Dabei ist zu beachten, dass die in den folgenden Kapiteln dargestellten Arbeitsschritte nur einen Teil der für die Erstellung eines Gesamtgutachtens erforderlichen Arbeitsschritte abdecken (vgl.

Tab. 1).

In der Regel werden Freilandarbeiten am Gewässer mit Gefährdungspotential (Bootseinsatz, Tauchen, Begehen von Kraftwerksanlagen, etc.) aus sicherheitstechnischen Gründen von mindestens zwei Personen durchgeführt.

Für das Punktesystem wurden zur Einstufung in die jeweilige Aufwandszone Kriterien herangezogen, die sich beziehen auf:

- Zugänglichkeit des Gewässers
- Gewässermorphologie zur Abschätzung der Vielfalt an Organismen (nicht bei Plankton)
- Umfang der Felduntersuchung
- Determinationsniveau (Umfang bei der Bestimmung der Organismen)

Im Folgenden werden, für alle Tabellen geltend, die Kriterien für die Einstufung in die Zeitaufwandszonen nach Zugänglichkeit und Gewässermorphologie erläutert. Erläuterungen zur Einstufung anhand des Umfanges der Felduntersuchung und des Determinationsniveaus sind den einzelnen Tabellen / Kapiteln zu entnehmen.

2.1.1 Zugänglichkeit des Gewässers

Gute Zugänglichkeit: Die Probestellen sind überwiegend vom Fahrzeug aus innerhalb von 50 m zu erreichen. Bei Beprobungen von Uferabschnitten ist das Ufer gut begeh- und einsehbar (z.B. Beprobung von Brücken oder Staumauern möglich, befahrbarer Deich oder Gewässerunterhaltungsweg vorhanden etc.). Betretungsgenehmigung soweit erforderlich, liegt vor.

Erschwerte Zugänglichkeit: Die Probestellen sind überwiegend vom Fahrzeug aus innerhalb 200 m zu erreichen. Das Ufer ist zur Beprobung schlecht begehbar oder ein Bootseinsatz erforderlich. Die Betretungsrechte bzw. Befahrungsmöglichkeit mit Bootstrailer sind prinzipiell geklärt, jedoch ist konkrete Terminabstimmung mit den Flächeneigentümern erforderlich.

Sehr erschwerte Zugänglichkeit: Zum Erreichen der überwiegenden Anzahl der Probestellen sind längere Fußwege (> 200 m) oder ein Bootseinsatz erforderlich. Die Strecke zur Probestelle mit dem Boot auf dem Gewässer ist länger als 300 m. Das Ufer ist nicht

begebar. Die Betretungsrechte bzw. Befahrungsmöglichkeit mit Bootstrailer wurden nicht vorab vom Auftraggeber geklärt.

2.1.2 Gewässermorphologie (für habitatsbezogene Untersuchungen wie Benthos, Makrophyten, Fische)

Strukturarmes Gewässer: Die Gewässer haben nur eine geringe Anzahl an Habitattypen (meist naturfern ausgebaut). Es herrscht einheitliches Sohlensubstrat vor und es fehlen Ufergehölze.

Relative Strukturvielfalt: Die Gewässer weisen eine gewisse Habitatvielfalt auf, vereinzelt sind Ufergehölze sowie einzelne Kolke, Unterspülungen, Uferabbrüche, Kies- oder Sandbänke vorhanden.

Strukturreiches Gewässer: Es handelt sich um Gewässer mit vielfältigen naturraumtypischen Strukturen.

2.2 Physikalisch-limnologische Gewässeruntersuchungen

2.2.1 Meßverfahren und –techniken für den Wasserkörper

Die erwarteten Klimaveränderungen und die dynamischen sozio-ökonomischen Entwicklungen in Europa und der Welt stellen an die limnologische Gewässerbeurteilung und -gestaltung neue Anforderungen, denen jedoch auch innovative technologische Möglichkeiten gegenüberstehen. Vor allem in den vergangenen 10 Jahren sind neuartige, weitgehend elektronisch und elektrisch unterstützte Meßverfahren physikalischer Gewässerparameter in Gebrauch gekommen. Für den Feldeinsatz erprobt und in Deutschland bzw. international käuflich erwerbbar ist zurzeit insgesamt die folgende Gerätetechnik:

2.2.1.1 Bathymetrie / Tiefenverteilung

- Messung der Bathymetrie (Wassertiefenverteilung in der Fläche) mittels einfacher Faden- oder Echolote, bis hin zu Fächerecholoten, die große Flächen und Tiefen effektiver erfassen können.
- Dabei paralleler Einsatz von GPS-basierten Ortungssystemen zur manuellen oder ggf. automatischen Einmessung und Registrierung der Beobachtungspositionen.
- Motorisierte und mit GPS, Echolot oder/und weiterer Technik ausgestattete ca. 5 m lange Meßboote mit Aluminiumkörper können ggf. unbemannt mittels Funkfernsteuerung betrieben werden.

2.2.1.2 Wassertemperatur

- Temperaturlogger zur punktförmigen Registrierung von Zeitreihen der Wassertemperatur an vorgegebenen Tiefenpositionen.
- Zeitlich selbstregistrierende Thermistorketten auf Halbleiterbasis zur Messung der Temperaturverteilung und thermischen Schichtung in tieferen geschichteten Wasserkörpern.
- Profilierende Sonden zur Messung der vertikalen Verteilung der Wassertemperatur an ausgewählten Messpunkten. Die Messungen erfolgen zumeist mit Multiparameter-

sonden (CTD Sonden), die neben der Temperatur weitere Parameter erfassen (Druck, elektrische Leitfähigkeit, optische und chemische Parameter). Moderne CTD Sonden können eine Messwertauflösung von 0.1 mK (0.0001°C) und eine Genauigkeit von 1 mK erreichen (sog. WOCE Standard). Die vertikale Auflösung der Temperatur kann die Größenordnung von Zentimetern erreichen.

- Bildgebende Thermographie. Diese Verfahren arbeiten im Temperaturbereich von etwa 10 bis 30 °C und beruhen auf der Schwarzkörperstrahlung von Wasseroberflächen im Wellenlängenbereich von rund 10 µm (fernes Infrarot; gelegentlich werden auch Sensoren für das nahe Infrarot verwendet, was jedoch ein störanfälligeres Verfahren ist), die mittels spezieller Wärmebildkameras registriert wird. Allerdings lassen diese Bilder keine eindeutigen Rückschlüsse über die Tiefenverteilung der Wärme zu. Betrachtet man jedoch die Temperatur nur als nützlichen Tracer, so geben solche Bilder einen z.T. eindrucksvollen Eindruck von den oberflächennahen Austausch-, Vermischungs- bzw. Verdünnungs- und Transportvorgängen.

2.2.1.3 Strömungsgeschwindigkeit

- Messung von Strömungsgeschwindigkeiten mittels Messflügel.
- Messung von Strömungsgeschwindigkeiten mittels akustischer Methoden, z.B. mit punktförmigen Strömungsmessern, räumlich und zeitlich hochauflösend: ADV, auch akustische Dopplerströmungsmesser wie in der Ozeanographie in Verankerungen gängig.
- Profilmessende Geräte (ADCP), die am Gewässerboden oder an Bord von Messbooten montiert werden. Die Gerätefrequenz bestimmt Auflösung und Reichweite, je höher die Frequenz, desto größer die Auflösung, desto geringer das Rauschen und desto geringer die Reichweite.

2.2.1.4 Turbulenzcharakteristika

- Schnelle punktförmige Messung der Temperatur im festen Tiefenhorizont. Zur Messung wird ein Miniatur-Thermistor mit sehr kurzer Ansprechzeit (typisch: 10 ms) eingesetzt. Die Datenerfassung erfolgt mit hoher Abtastrate (typisch: 250 s⁻¹). Messung am festen Ort (Verankerung) oder frei driftend (driftendes Turbulenzmessgerät auf Lagrangescher Basis)
- Temperatur-Mikrostruktursonde für vertikale Sondierungen. Zur Messung wird ein Miniatur-Thermistor mit sehr kurzer Ansprechzeit (typisch 10 ms) eingesetzt. Die Datenerfassung erfolgt mit hoher Abtastrate (typisch: 250 bis 1000 s⁻¹).
- Direkte Messung der turbulenten Geschwindigkeits-Mikrostruktur mittels Scherungssensoren auf Turbulenzprofiler: Der Profiler wird frei sinkend oder steigend (Geschwindigkeit ca. 0,5 m s⁻¹) zur Messung der vertikalen Struktur des Turbulenzfeldes eingesetzt. Die Abtastrate liegt zwischen 250 bis 1000 s⁻¹. Moderne Turbulenzprofiler wie z.B. der Firmen SST (Deutschland), Rockland Scientific Intl. (Canada) oder ALEC (Japan) sind Multiparametersonden mit mehreren Turbulenzsensoren (Scherung, Temperatur), CTD Sensoren und ggf. optischen und chemischen Sensoren.

- Punktförmige Messung der turbulenten Geschwindigkeitsfluktuationen mittels akustischer Verfahren (ADCP, ADV). Diese Geräte müssen an einem festen Gestell (Tripod) oder am Boden verankert werden. Sie gestatten die Messung von längeren Zeitreihen. Die in der Ozeanographie gängige Messung der Reynolds-Spannungen mit 4- oder 5-Kopf ADCPs scheitert in kleineren Seen möglicherweise oft an der geringen Energie der Turbulenz.

2.2.1.5 Tracerstudien der Transport- und Vermischungsprozesse

Dies ist eine wichtige Technik, die für größere Wasserkörper z.B. der Alpenseen, des Bodensees oder großer Talsperren von Interesse ist. Sie ist auch in größeren Fließgewässern für das Studium der Wechselwirkung zwischen Pelagial einerseits und Interstitial/ Parafluvial andererseits von Bedeutung. Dabei verwendet man eine auftriebsneutrale Beimischung zum Wasser, z.B. schwach radioaktive Stoffe, geringe Temperaturdifferenzen (siehe 2.2.1.2) oder Farbstoffe, deren Spektralcharakteristik aus dem jeweiligen optischen Rahmen ausreichend hervorsticht. Auch gewisse Ionenkonzentrationen oder die Gesamtleitfähigkeit können – je nach der gegebenen Aufgabenstellung und den vorliegenden gewässerseitigen Rahmenbedingungen – ggf. genutzt werden.

2.2.1.6 Trübung / Lichtklima

- Sichttiefe nach Secchi mittels Secchi-Scheibe; der Zusammenhang zwischen der Secchitiefe und physikalisch-optischen Parametern hängt von der Trübstoffzusammensetzung ab und ist im Allgemeinen gewässerspezifisch.
- Durchlichtmessung mithilfe eines Transmissometers
- Trübungssensor auf der CTD-Sonde
- Sphärischer Unterwasser-Lichtsensor für die Unterwasser-Globalstrahlung, nimmt gesamtes Licht in $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ auf; erlaubt die Berechnung von Extinktionskoeffizienten und euphotischer Tiefe (μE = Mikro-Einstein).

2.2.1.7 Kombigeräte

Praktisch alle physikalischen Parameter können mit Multiparametersonden (Kombigeräte) gemessen werden. Das betrifft sowohl die Standardparameter (Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, Druck, Trübung usw.), als auch Turbulenzparameter (Scherungs- und Temperaturmikrostruktur). In der Praxis werden Einzelsensoren kaum noch eingesetzt. Auch die meisten akustischen Messgeräte werden zumindest optional mit zusätzlichen Sensoren angeboten (insbesondere Temperatur und elektrische Leitfähigkeit).

2.2.1.8 Andere physikalisch ausgerichtete bzw. basierte Geräte

Fluoreszenz-Sonde zur Messung der planktongebundenen Chlorophyllkonzentration, z.B. von Fa. BBE Moldaenke. Es wird ein physikalisches Messprinzip verwendet, um eine eigentlich biologische Größe (Chl-Konzentration) zu bestimmen. Dazu wird Licht einer definierten Wellenlänge ausgesandt und das Fluoreszenzlicht der Probe für 5 andere Wellenlängen gemessen. Das Verfahren wurde für mehr als 100 Algenarten der mittleren Breiten kalibriert.

2.2.2 Meteorologische Messverfahren am Gewässer

Für viele limnologische Fragestellungen sind die meteorologischen Randbedingungen von großer Bedeutung, weil oft der überwiegende Energie-Eintrag aus der Atmosphäre erfolgt. Deshalb werden limnologische Gewässeruntersuchungen heute zunehmend durch den wenigstens zeitweisen Betrieb (1 Woche bis 1 Jahr und ggf. länger) von portablen und relativ kostengünstigen mikrometeorologischen Stationen begleitet. Diese messen standardmäßig meist folgende Parameter:

- Lufttemperatur,
- Luftfeuchte,
- Windgeschwindigkeit,
- Windrichtung,
- Luftdruck,
- Globalstrahlung

und ggf. die photosynthetisch aktive Strahlung sowie bei Bedarf weitere Parameter.

Die Messungen erfolgen punktförmig in einer meist durch die Montagemöglichkeiten der Station bestimmten Höhe über dem Wasserspiegel (typisch: 10 m darüber). Vorzugsweise werden solche Stationen auf einem verankerten Floß/Messplattform betrieben.

Die zeitliche Abtastung und Speicherung der Messwerte kann in gewissen Grenzen gewählt werden und ist u.a. von der Stromversorgung der Station und den gewählten Speicherchips abhängig. Solarzellenbetriebe und daher autonome Stationen sind verfügbar. Die Kosten dieser Technik sind – wie bei allen hier besprochenen physikalisch orientierten Messverfahren – sehr stark von den spezifischen Einsatz- und Rahmenbedingungen abhängig.

Wenn die turbulenten Austauschvorgänge zwischen Atmosphäre und Gewässer im Vordergrund stehen, so werden auch Messmasten eingesetzt, die in verschiedenen Höhen über dem Wasserspiegel Sensoren tragen und auf diese Weise die Anwendung der so genannten Korrelationstechnik und damit die direkte Messung der turbulenten Flüsse erlauben.

2.2.3 Computermodelle der Gewässerbeschaffenheit

Solche Modelle werden von spezialisierten Beratungsunternehmen ggf. in Zusammenarbeit mit Behörden und Universitätsinstituten verwendet, um ausgewählte Bewirtschaftungs-Szenarien unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen oder sozio-ökonomischer Entwicklungen quantitative bewerten zu können.

2.2.3.1 Fließgewässer

In Deutschland wird die Anwendung verschiedener weitgehend standardisierter Fließgewässergütemodelle durch spezialisierte Beratungsunternehmen angeboten. Hierzu gehört vorrangig das so genannte ATV-Modell, welches besonders bei kleinen und mittleren Fließgewässern Anwendung findet.

2.2.3.2 Ästuare

Zur Prognose der Gewässergüte von Ästuaren wie Elbe, Weser/Jade, Ems/Dollart, Warnow und Oder-Haff stehen in Deutschland noch keine Standardmodelle zur Verfügung. Diese Gewässer weisen in großen Teilen eine haline Schichtung auf, so dass man mit räumlich eindimensionalen Modellkonzepten nicht sehr weit kommt.

Für jeden Einzelfall gibt es daher mehr oder weniger ausgereifte Ansätze, die ggf. von spezialisierten Beratungsunternehmen weiterentwickelt, aufgabenspezifisch angepasst und angewendet werden können.

2.2.3.3 Rückgestaute Fließgewässer

Die Situation ist hier wegen der oft ausgeprägten thermischen Schichtung ähnlich wie bei den Ästuaren. Für den Einzelfall können jedoch von spezialisierten Beratungsunternehmen Lösungen entwickelt bzw. aufgabenspezifisch angepasst und angewendet werden. Beispielfähig sei auf ein Gemeinschaftsprojekt der BfG mit Beratungsunternehmen hingewiesen, bei dem die Behandlung der Stauhaltungen der thermisch stark geschichteten Saar im Vordergrund stand.

2.2.3.4 Seen und Talsperren

Für die ingenieur-limnologische Bearbeitung von Seen und Talsperren seien beispielhaft die Modelle SALMO und SALMO-HR genannt, deren Anwendung in enger Zusammenarbeit mit den Autoren erfolgt. Insbesondere SALMO-HR erlaubt die sehr detaillierte Simulation der Wassergüte unter dem Einfluss der realen meteorologischen Prozesse auf Stundenbasis, unter Berücksichtigung massiver An- und Abstauvorgängen sowie anderer Bewirtschaftungsmaßnahmen in Seen und Talsperren. Das Modell bilanziert u.a. Nährstoffe, Phyto- und Zooplankter, Ionen und Wärmeinhalt für jede einzelne Wasserschicht. Es kann auf Personalcomputern unter Windows abgearbeitet werden und erlaubt die Simulation klimatologisch relevanter Zeiträume.

2.2.3.5 Agrar-hydrologische Systeme, Kanalnetzwerke

Diese Systeme können auf Anfrage durch Beratungsunternehmen modellierend bearbeitet werden.

2.2.4 Computermodelle meteorologischer Randbedingungen

Für die Einschätzung der langfristig-statistischen Kennwerte eines Gewässers (Mittelwerte, Streuungen, Extremwertstatistiken), wie sie z.B. im Rahmen von Klimafolgenabschätzungen gefragt sind, stehen oft keine langen Messreihen lokaler meteorologischer Größen zur Verfügung. Es gibt jedoch langjährige Re-Analysedaten aus globalen und regionalen Klimamodellen und globalen Datensätzen, woraus mittels geeigneter (so genannter mesoskaliger) Modelle und Rechenverfahren auf das „meteorologische Einzugsgebiet“ eines Gewässers herunterskaliert werden kann. Solche Modelle stehen z.B. in Form der Programme METRAS und GESIMA aus Deutschland sowie MM5 aus den USA zur Verfügung. Ihre Anwendung wird von hierauf spezialisierten Beratungsunternehmen angeboten.

2.3 Physikalisch-chemische Untersuchungen

Hierzu wird auf das Leistungsverzeichnis für chemische Arbeiten der Gesellschaft Deutscher Chemiker (1992) hingewiesen (s. Kap. 5 - Literatur).

2.4 Mikrobiologische Untersuchungen

Auch zu diesen Verfahren sind im Leistungsverzeichnis für chemische Arbeiten (1992) Angaben enthalten.

2.5 Biologische Testverfahren mit Wasserorganismen

In Tab. 3 sind die häufiger angewendeten geregelten biologischen Testverfahren aufgeführt. Hierzu ist in Spalte 3 der Zeitaufwand dargestellt. Schwierigkeiten bei der Ermittlung des Zeitaufwandes für Biotests liegen darin, dass der nicht unerhebliche Aufwand für die Kultur/Hälterung der Testorganismen in die Kalkulation mit einbezogen werden muss und es große Unterschiede gibt, ob ein Verfahren regelmäßig in Serie oder nur sporadisch durchgeführt wird. So erklären sich die Zeitspannen für einen Test in Tab. 3. Außerdem ist für die Zeit- und Kostenkalkulation zu berücksichtigen, dass bei einem Test die Anzahl der Verdünnungs- bzw. Konzentrationsstufen variieren kann. Oft reichen einige wenige Ansätze aus, um die Einhaltung von Emissionsstandards zu überprüfen. Bei unbekanntem Abwässern oder bei Stoffprüfungen ist dagegen oft eine hohe Anzahl von Ansätzen über eine weite Konzentrationsspanne nötig, um z.B. G-Werte oder EC50-Werte zu bestimmen.

Dabei ist der Aufwand für die Testvorbereitung (Vorkultur, Kalibrierung der Geräte, Neutralisation der Proben, Testansatz) ungleich größer als die serielle Bearbeitung von Verdünnungsansätzen. Deshalb ist in Tab. 3 als Alternative eine Teilung in einen Basisansatz und für jede weitere Verdünnungsstufe durchgeführt worden.

Bei den biologischen Testverfahren ist eine Probenahme nicht im Leistungsumfang enthalten.

2.6 Biologisch-ökologische Untersuchungen

Die Aufwandsermittlung der organismischen Untersuchungen wird für alle Biokomponenten jeweils anhand der Tabellen 1a (Probenahme) und 1b (Analyse) sowie Tabelle 2 (Zeitaufwandsermittlung für 1b) vorgenommen. Bei der Analyse von Fischen und Makrophyten kann der Arbeitsaufwand von Probenahme und Analyse nicht getrennt ermittelt werden, da deren Quantifizierung und taxonomische Bestimmung in der Regel direkt im Gelände erfolgt. In diesen Fällen entfällt die Kalkulation nach Tabelle 1a. Die in Tabelle 1b angegebenen Punkte zeigen den Schwierigkeitsgrad in diesen jeweiligen Kategorien (Quantifizierungsgrad, Bestimmungsniveau, räumliche Heterogenität, Zugänglichkeit etc.) an. Aus diesen 2 - 4 Kategorien wird die Summe der Punkte gebildet, die auf Tabelle 2 angewendet werden. Aus der Summe des Zeitaufwands von Tabelle 1a und 2 ergibt sich in Abhängigkeit der Anzahl der Probestellen, Proben pro Untersuchungszeitraum, Fluss-km bzw. Gewässeroberfläche der Gesamtzeitaufwand. Aus diesem kann – aufgeteilt nach Erfordernis der Qualifikation des Bearbeiters – mit dem jeweiligen Stundensatz (s. Tab. 2 in Kap. 1.5) das Honorar ermittelt werden.

Tab. 3: DIN zertifizierte biologische Testverfahren mit Wasserorganismen

Verfahren	Norm	Gesamtzeit- aufwand	Zeitauf- wand	in Minuten
		in Minuten	Basis- ansatz	je Verd.Stufe
Bestimmung der Hemmwirkung von Abwasser auf den Sauerstoffverbrauch von <i>Pseudomonas putida</i>	DIN 38 412, Teil 27 DEV L27	160-240	120	45
Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserinhaltsstoffen auf Bakterien (<i>Pseudomonas</i> -Zellvermehrungs-Hemmtest)	DIN 38 412, Teil 8 DEV L8	150-270	120	60
Bestimmung der Hemmwirkung von Abwasser auf die Lichtemission von <i>Photobacterium phosphoreum</i> - Leuchtbakterien-Abwassertest mit konservierten Bakterien	DIN 38 412, Teil 34 DEV L34	60-150	48	30
Bestimmung der nicht akut giftigen Wirkung von Abwasser gegenüber Grünalgen (<i>Scenedesmus</i> -Chlorophyll-Fluoreszenztest) über Verdünnungsstufen	DIN 38 412, Teil 33 DEV L33	150-240	120	48
Wachstumshemmtest mit den Süßwasseralgen <i>Scenedesmus subspicatus</i> und <i>Selenastrum capricornutum</i>	ISO 8692 DIN 28 692 DEV L9	200-300	160	60
Bestimmung der nicht akut giftigen Wirkung von Abwasser gegenüber Daphnien über Verdünnungsstufen (24 h)	DIN 38 412, Teil 30 DEV L30	120-180	90	30
Bestimmung der Wirkung von Wasserinhaltsstoffen auf Kleinkrebse (Daphnien-Kurzzeitest)	DIN 38 412, Teil 11 DEV L11	140-260	120	60
<i>Daphnia sp.</i> , Acute Immobilisation Test	OECD 202	140-260	120	60
<i>Daphnia sp.</i> , Reproduction Test	OECD 211	3.000-6.000	2.400	960
Fischeitest (<i>Danio rerio</i>) - Bestimmung der nicht akut giftigen Wirkung von Abwasser auf die Entwicklung von Fischeiern über Verdünnungsstufen	DIN 38 415 Teil 6	240 - 330	180	45
Fish, Acute Toxicity Test	OECD 203	210-300	180	60
UMU-Gentoxizität	DIN 38 415 Teil 3	960	-	-
Bestimmung der Sauerstoffproduktion mit der Hell-Dunkelflaschen-Methode unter Laborbedingungen SPL (Sauerstoffproduktionspotential)	DIN 38 412, Teil 14 DEV L14	30-60	24	12
Bestimmung der aeroben biologischen Abbaubarkeit organischer Stoffe im wässrigen Medium, Statischer Test (Zahn-Wellens-Verfahren)	ISO 9888 DIN 29 888 DEV L25 OECD 302B	30-60 (pro Tag)	-	-
Abbau-Eliminations-Test (Labor-Belebungsanlage; OECD)	DIN 38 412, Teil 26 DEV L26 OECD 301	60-90 (pro Tag)	-	-
Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehaltes von Oberflächenwasser	DIN 38 412, Teil 16 DEV L16	60-90	45	30

2.6.1 Phytoplankton

2.6.1.1 Allgemeine Angaben

Das Phytoplankton ist ein bedeutsames Glied im Ökosystem. Es steht beispielsweise in Seen am Fuß der Nahrungspyramide und beeinflusst damit das gesamte Gewässer. Ein eigenständiges Plankton fließender Gewässer kann sich nur in strömungsarmen Bereichen wie Staustufen, Altarmen und Mündungsgebieten sowie in den Unterläufen großer Ströme ausbilden, wo die Primärproduktion im freien Wasser durch das Phytoplankton stattfindet. Sowohl zwischen dem Phytoplankton und höheren Gliedern der Nahrungskette als auch zwischen den Algen und ihren essentiellen Nährstoffen bestehen vielfältige Wechselwirkungen. Algenblüten als Eutrophierungserscheinungen sind auffällige Ereignisse, die viele Funktionen eines Gewässers stören können: z.B. Trinkwasserversorgung, Badenutzung.

Im Rahmen der EU-WRRL wird das Phytoplankton der Seen und Fließgewässer als eine Qualitätskomponente zur Ermittlung der ökologischen Zustandsklasse (ÖZK) eines Gewässers herangezogen. Die Arbeitsabläufe bis zur Bewertung der beiden Gewässertypen unterscheiden sich zum Teil in der Methodik sowie dem daraus abzuleitenden Arbeitsaufwand und werden deshalb im Folgenden einander gegenübergestellt.

2.6.1.2 Begriffsbestimmung

Zum Phytoplankton werden hier die freischwebenden Algen und Cyanobakterien (Blaualgen) gezählt.

2.6.1.3 Standardmethode + Methoden zur Bearbeitung des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL

Die Vorschriften für die Phytoplanktonuntersuchung nach der EU-WRRL sind in Tab. 4 zusammengefasst.

2.6.1.4 Zeitraum der Probenahme und Anzahl der Proben

Der Zeitpunkt der Probenahme richtet sich nach dem Entwicklungsrhythmus des Phytoplanktons. Häufig wiederkehrende Ereignisse an vielen stehenden eutrophen Gewässern sind die Frühjahrs-Kieselalgenblüte, eine Massenentwicklung von Grünalgen im Sommer und Blaualgenblüten im Spätsommer/Frühherbst. Die Probenahme muss diese Ereignisse erfassen. Da zu allen Jahreszeiten verschiedene Artenzusammensetzungen auftreten können, muss die Probenahme über das gesamte Jahr verteilt erfolgen. Nach Möglichkeit sollte ein ganzer Jahreszyklus erfasst werden (siehe Tab. 5).

Es sollten auch für orientierende Untersuchungen mindestens 2 Probenahmen (Frühjahrs- und Hochsommeraspekt) durchgeführt werden. Differenzierte Fragestellungen erfordern auf jeden Fall zusätzliche Probenahmen. Für umfassende Untersuchungen sollte eine wöchentliche oder zumindest eine 14-tägige Probenahme angestrebt werden.

2.6.1.5 Anzahl der Probestellen

In kleineren Gewässern, Flüssen und morphologisch einfach gestalteten größeren Seen genügt eine Probestelle in der Gewässermitte. Differenzierte Fragestellungen erfordern

Tiefenprofile und zusätzliche Probenahmen im Uferbereich. Die Anzahl der Tiefenschritte unterscheidet sich nach Fragestellung und Gewässer (siehe Tab. 6).

Tab. 4: Vorschriften zur Untersuchung von Phytoplankton nach WRRL in Seen und Flüssen

WRRL – Seen	WRRL – Fließgewässer
<p>http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak4/Gewschu/#Downloads</p> <p>zusätzlich berücksichtigen: EN ISO 5667-1 Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes EN ISO 5667-3 Water quality – Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples CEN-Norm: EN 15204 „Water Quality – Guidance standard for routine analysis of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy (Utermöhl technique)“ CEN-Entwurf: “Water quality - Phytoplankton biovolume determination by microscopic measurement of cell dimensions”. DIN 2007. CEN-Entwurf: “Water Quality - Guidance on quantitative and qualitative sampling of phytoplankton from inland waters”. DIN 2007.</p>	<p>http://unio.igb-berlin.de/abt2/mitarbeiter/mischke/#Downloads</p> <p>zusätzlich verfügbare Printversion: MISCHKE & BEHRENDT (2007): Handbuch zum Praxistest eines Bewertungsverfahrens von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland – Mit Auszügen aus der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons - WeißenseeVerlag ISBN 978-3-89998-105-6. 88 S. zusätzlich berücksichtigen: CEN-Norm: EN 15204 „Water Quality – Guidance standard for routine analysis of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy (Utermöhl technique)“ EN ISO 5667-1 “Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes” EN ISO 5667-3 “Water quality – Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples” CEN-Entwurf: “Water quality - Phytoplankton biovolume determination by microscopic measurement of cell dimensions”. DIN 2007. CEN-Entwurf: “Water Quality - Guidance on quantitative and qualitative sampling of phytoplankton from inland waters”. DIN 2007.</p>

Tab. 5: Untersuchungszeiträume für Phytoplankton nach WRRL in Seen und Flüssen

WRRL – Seen	WRRL – Fließgewässer
<p>März – Oktober Mind. 4 Proben in der Vegetationsperiode April – September Probenanzahl ≥ 6</p>	<p>April – Oktober monatliche Beprobung Probenanzahl ≥ 6</p>

Tab. 6: Probestellen für Phytoplankton nach WRRL in Seen und Flüssen

WRRL – Seen	WRRL – Fließgewässer
<p>Seen $> 0,5 \text{ km}^2$ Talsperren in operativer Überwachung Einzugsgebietsgröße $> 10 \text{ km}^2$ I.d.R. Probestelle an der tiefsten Stelle (Z_{max}) Morphologisch abgetrennte Seebecken bedingen eine zusätzliche Probestelle, insbesondere dann, wenn hier ein anderer Seetyp (nach LAWA) vorliegt.</p>	<p>Ausgewählte Fließgewässertypen mit Einzugsgebietsgröße $> 1000 \text{ km}^2$ Wenige Probestellen an Mittel- und Unterläufen Künstlich erweiterte oder befestigte Fließgewässerabschnitte (Hafenbecken, Schleusen, Probestellen vor oder nach Staustufen) sind ungeeignet</p>

2.6.1.6 Durchführung der Probenahme (Probenahmetechnik)

Um die tiefste Stelle eines Sees zu erreichen müssen i.d.R. Boote und je nach Fragestellung Tiefenwasserschöpfer bzw. Summenschöpfer eingesetzt werden. Fließgewässer können von Brücken beprobt werden. Eine korrekte Sichttiefenmessung ist dann dort jedoch nicht möglich.

Die Proben werden in 100 – 500 ml Glasflaschen gefüllt und sofort mit alkalischer LUGOL'scher Lösung bzw. für Diatomeen (1 L) mit Formol (5% Endkonzentration) bzw. Ethanol (10% Endkonzentration) fixiert. Parallel sollten zur Anreicherung Netzplanktonproben (10 µm) sowie unfixierte Proben zur Lebendbestimmung entnommen werden.

Tab. 7: Untersuchung von pelagischen Diatomeen nach WRRL in Seen und Flüssen

Phytoplanktonprobe	
WRRL – Seen	WRRL – Fließgewässer
Pelagische Diatomeenprobe	
WRRL – Seen – fakultativ	WRRL – Fließgewässer – optional
Entsprechend Schichtung und Seetyp (möglichst lückenlose) Mischprobe aus euphotischer Zone bzw. Epilimnion gemäß Handlungsanweisung erstellen. In 100-250 ml Enghals-Klarglasflaschen überführen und sofortige Fixierung mit alkalischer LUGOL'scher Lösung	Strommitte aus 0,5 m Tiefe bei Sichttiefe ≤1 m und/oder Aufrahmungen von Blaualgen zusätzliche Probe von der Gewässeroberfläche - Mischprobe erstellen in 100-250 ml Enghals-Klarglasflaschen überführen und sofortige Fixierung mit alkalischer LUGOL'scher Lösung
<p>Variante 1: unfixierte Schöpfprobe von möglichst 1000 ml (bei eu- bis hypertrophen Seen auch weniger) mit einem Filtriergerät über einen Membranfilter (< 4 µm Porenweite) direkt vor Ort bzw. abends im Labor filtrieren und luftgetrocknet in einer Petrischale beschriftet bis zur Präparation aufbewahren.</p> <p>Variante 2: 1000 ml Schöpfprobe (bei eu- bis hypertrophen Seen auch weniger) im Labor auf 50-100 ml einengen und anschließend mit Formalin (5% Endkonzentration) bzw. 10% Ethanol fixieren, bis zur Präparation max. ein Jahr haltbar (bei Ethanol nur 2 Monate). Wenn der Aufschluss sofort durchgeführt werden kann, kann auf den Einsatz von Fixiermittel verzichtet werden (Arbeitsschutz).</p>	
Diatomeenprobe aus dem Profundal (DI-PROF)	
WRRL – Seen – optional	WRRL – Fließgewässer – entfällt
<p>Nur im Tiefland anwendbar:</p> <p>Probennahme i. d. R. an der tiefsten Stelle im See. Sedimententnahme ohne Verwirbelungen der oberen Schicht (Kajak-Corer) aus der obersten Sedimentlage (0,3 – 1 cm). Nur ca. 10-20 ml Prä-Sediment werden benötigt. Abfüllung in PE-Gefrierbeutel. Lagerung: tiefgefroren.</p> <p>Einmalige Probennahme, welche die vergangenen ca. 2 - 5 Jahre integriert. Ermittlung der rel. Häufigkeit [%] der gefundenen Diatomeen. Für ca. 40 pelagische Diatomeenarten wurden in Relation zum Gesamt-P Trophieoptima und Stenökiewerte für Tieflandseen ermittelt (SCHÖNFELDER 2006).</p>	

2.6.1.7 Quantitative Auswertung der Phytoplanktonproben

Die Auszählung der Proben erfolgt in Sedimentationskammern (Durchmesser 25 – 27 mm) mit Diametralzählung (auch Transekt- oder Streifenzählung genannt) nach UTERMÖHL (1958), DIN/EN 15204 (2006) an einem Umkehrmikroskop.

Tab. 8: Mikroskopische Bearbeitung von Phytoplankton nach WRRL in Seen und Flüssen

WRRL – Seen	WRRL – Fließgewässer
<p>Taxonomische Differenzierung nach dem in der harmonisierten Taxaliste (aktuelle Version: s. http://www.igb-berlin.de/mitarbeitende-igb.html?per_page=0&search=lastname&for=Misc hke&show=117#ankerartikel0) enthaltenen verfahrensspezifischen Bestimmungsniveau.</p> <p>Zählstrategie zur Erfassung von mindestens 90% des Phytoplankton-Gesamtbiolumens: mindestens 400 Objekte, mindestens 10 biomassedominante Taxa, zusätzlich subdominate Taxa erfassen. ca. 400-fache Vergr. für Zählstreifenzählung, ca. 200-fache Vergr. für ½ - Ganzkammerzählung. Größenvariable Taxa in Größenklassen zählen. Verwendung von Standardzellvolumina bei nicht stark größenvariablen Taxa erlaubt.</p> <p><u>Fakultativ:</u> Bestimmung der rel. Häufigkeiten der solitären centrischen Diatomeen (200 Objekte - mind. Artebene) entsprechend der quantifizierten Größenklassen anhand von Schalenpräparaten</p>	<p>Taxonomische Differenzierung nach dem in der harmonisierten Taxaliste (aktuelle Version: s. http://www.igb-berlin.de/mitarbeitende-igb.html?per_page=0&search=lastname&for=Misc hke&show=117#ankerartikel0) enthaltenen verfahrensspezifischen Bestimmungsniveau</p> <p>Die geforderte Bestimmungstiefe innerhalb der Fließgewässerauswertung ist deutlich geringer als bei den Seen. Für subdominate Taxa genügt häufig eine Bestimmung auf Gattungsniveau.</p> <p>Zählstrategie zur Erfassung von mindestens 90% des Phytoplankton-Gesamtbiolumens: mindestens 400 Objekte mindestens 10 biomassedominante Taxa zusätzlich subdominate Taxa erfassen ca. 400-fache Vergr. für Zählstreifenzählung ca. 200-fache Vergr. für ¼ - Ganzkammerzählung Größenvariable Taxa in Größenklassen zählen Verwendung von Standardzellvolumina erlaubt</p> <p><u>Optional:</u> Bestimmung der rel. Häufigkeiten der solitären centrischen Diatomeen (200 Objekte - mind. Artebene) entsprechend der quantifizierten Größenklassen anhand von Schalenpräparaten</p>

2.6.1.8 Zeitaufwandspunkte für die Untersuchung des Phytoplankton

Die Berechnung des Zeitaufwandes wird an dieser Stelle – angepasst an die Projektvergabepraxis – für die Probenahme und die Probenanalyse separat dargestellt (siehe Tab. 9). Häufig wird die Probenahme von den Auftraggebern selbst oder von anderen Auftragnehmern durchgeführt und die Proben dann zur Quantifizierung und Bewertung an einen weiteren Auftragnehmer übergeben.

2.6.1.9 Grundleistungen

Die Leistungen beinhalten: Probenahme inklusive Vorbereitung, Probenaufbereitung (Diatomeen), Herstellen von Dauerpräparaten (Diatomeen), Determination im Labor, ggf. Feststellen der Abundanz (je nach Zeitaufwandszone); Erstellung einer Artenliste, ggf. mit Angabe der Abundanz (je nach Zeitaufwandszone), Bestimmung der Biomasse bzw. des Biolumens (je nach Zeitaufwandszone). Kurzbeschreibung der Probenahmestellen.

An- und Abfahrtszeit wird gesondert (s. Kap. 1.6) berechnet. Bootseinsatz wird ebenfalls gesondert je nach Größe des benötigten Bootes berücksichtigt. Minimum: Pauschale für ein Schlauchboot ohne Motor auf kleinen Gewässern 150 € pro Tag.

Tab. 9: Zeitaufwand für die Untersuchung von Phytoplankton nach WRRL in Seen und Flüssen

Zeitaufwand Probenahme	
Ort + Zugänglichkeit	Minuten
See – WRRL – gute Zugänglichkeit	60
– erschwerte Zugänglichkeit	120
– sehr erschwerte Zugänglichkeit	180
Fluss – WRRL – sehr gute Zugänglichkeit	30
– erschwerte Zugänglichkeit	60
– sehr erschwerte Zugänglichkeit	90

Zeitaufwandspunkte Bestimmung + Auswertung + ggf. Präparation	
1	qualitative Erfassung der dominanten Taxa
3	quantitative Erfassung der dominanten Taxa (Individuenzahlen)
6	quantitative Erfassung der Taxa (WRRL)
1	Bestimmung i.d.R. bis auf Gattungsniveau
3	Bestimmung mindestens bis auf Gattungsniveau
6	Bestimmung möglichst bis auf Artniveau (WRRL)
Diatomeen Seen Pelagial	Bestimmung centraler und pennater Formen möglichst bis auf Artniveau (200 Objekte - mind. Artniveau) entsprechend der quantifizierten Größenklassen anhand von Schalenpräparaten (WRRL – fakultativ)
Diatomeen Seen Profundal	Bestimmung centraler und pennater Formen möglichst bis auf Artniveau (400 Objekte - mind. Artniveau) anhand von Schalenpräparaten (WRRL – optional)
Diatomeen Fließgewässer Pelagial	Bestimmung der rel. Häufigkeiten der solitären centrischen Diatomeen (200 Objekte - mind. Artniveau) entsprechend der quantifizierten Größenklassen anhand von Schalenpräparaten (WRRL – optional)

Ermittlung des Zeitaufwandes ohne Probenahme		
Punkte	Minuten (ggf. pro m od. ha)	
2 – 6	60 – 90	
7 – 11	90 – 120	
12	120 – 180	
Diatomeen – Seen – Pelagial	100 – 150	Zusatz
Diatomeen – Seen – Profundal	150 – 200	Zusatz
Diatomeen – Fließgewässer – Pelagial	100 – 130	Zusatz

Für die Erstellung eines kurzen Berichtes werden 25% des o.g. Zeitaufwandes, mindestens jedoch 2 Wissenschaftlerstunden veranschlagt.

2.6.1.10 **Besondere Leistungen**

Chlorophyll-a Bestimmung (s. Kap. 2.5); Produktivitätsmessungen; Rasterelektronenmikroskopische Bestimmungen; Fachgutachten (s. Kap. 0) ausgerichtet auf eine spezielle Fragestellung mit Einschätzungen, Empfehlungen und Plänen; Ortstermine; Abstimmungsgespräche.

2.6.2 **Zooplankton**

2.6.2.1 **Allgemeine Angaben**

Das algenfressende (herbivore) Zooplankton vermittelt aufgrund seiner Stellung im Nahrungsnetz zwischen tiefer stehenden Gliedern (z.B. Algen) und den höher stehenden Konsumenten (Räubern). Gleichzeitig existieren vielfältige Nahrungsbeziehungen innerhalb des Zooplanktons, dem sowohl räuberische wie auch bakterienfressende Organismen angehören. Für viele Fische, insbesondere für Jungfische, stellt das Zooplankton eine wichtige Nahrungsquelle dar. Somit bestehen ausgeprägte Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Stufen der Nahrungspyramide.

Die Zooplanktonzusammensetzung gibt Auskunft über den Zustand des Gewässers und über die Beziehungen zwischen den Gliedern der Nahrungspyramide. Vor allem Cladoceren eliminieren durch ihre hohe Filtrierleistung in einem weiten Größenspektrum im Wasser suspendierte Partikel, sowie kleinere Organismen. Damit kann eine hohe Biomasse dieser Organismen zu einer Erhöhung der Sichttiefe und einer Verminderung des Phytoplanktons im Gewässer führen. Die Förderung des filtrierenden Zooplanktons durch ein gezieltes fischereiliches Management, als eine Maßnahme des Gewässerschutzes („Top-down-Steuerung“, „Biomaniipulation“) ist vor allem für Standgewässer mit Trinkwasser-, Brauchwasser- oder Badenutzung von Bedeutung (ausführliche Darstellung in WILLMITZER *et al.* 2000). Andererseits kann aufgrund des größenselektiven Fraßdrucks der Fische die Größenstruktur des Zooplanktons für die Schätzung der Intensität dieses Fraßdrucks durch Fische genutzt werden (DIN 15110, GROSSE *et al.* 1998).

Ähnlich dem Phytoplankton kann sich ein eigenständiges Zooplankton nur in stehenden Gewässern, den Unterläufen der Flüsse und Ströme, sowie in aufgestauten oder strömungsberuhigten Bereichen von Fließgewässern bilden.

2.6.2.2 **Begriffsbestimmung**

Zum Zooplankton werden hier Vertreter der Crustaceen, der Rotatorien, der Ciliaten und einzelne Dipteren-Larven (z.B. *Chaoborus spec.*) gezählt.

2.6.2.3 **Standardmethode**

Grundlagen

Methoden für die Probenahme des Zooplanktons finden sich in der DIN EN 15110 (2006). Für die Bestimmung und Bewertung des Zooplanktons existierten zum Zeitpunkt der Bearbeitung noch keine allgemeingültigen Verfahrensvorschriften. Vorschläge zu

Mindestanforderungen der Zooplankton-Analyse in den Bereichen Probenahme, Art-, Abundanz- und Biomasse-Bestimmung finden sich bei DENEKE & MAIER (in Vorber.). In der WRRL wird keine Untersuchung des Zooplanktons gefordert, so dass von dieser Seite keine verbindlichen Vorgaben vorhanden sind. Aufgrund der bioindikatorischen Bedeutung wird jedoch in vielen Bundesländern weiterhin das Zooplankton von Standgewässern routinemäßig erfasst.

Wesentliche methodische Grundlagen bezüglich der Erfassung des Zooplanktons finden sich in der DIN EN 15110 (2006), in TÜMLING & FRIEDRICH (1999), sowie ergänzend bei HOEHN *et al.* (1998). Es sind nach Möglichkeit Abundanzen und die Biomassen zu ermitteln. Als Biomasseparameter werden wahlweise das Biovolumen oder die Trockenmasse angeboten. Die Bewertung der Ergebnisse richtet sich nach der jeweiligen Fragestellung.

2.6.2.4 Zeitpunkt der Probenahme

Der Zeitpunkt der Probenahme richtet sich nach dem Entwicklungsrhythmus des Zooplanktons. Während bzw. nach der Frühjahrsalgenblüte ist häufig ein hohes Zooplankton-biovolumen zu beobachten, was zu dem sog. „Klarwasserstadium“ führen kann. Der Sommeraspekt gibt Aufschluss über wärmeliebende Arten. Im zeitigen Frühjahr und im Spätherbst treten zudem häufig Arten auf, deren Entwicklungsstadien die kalte oder die warme Jahreszeit in den Sedimenten überdauern. Es muss der gesamte Jahreszyklus mit seinen unterschiedlichen saisonalen Aspekten erfasst werden. Zu unterschiedlichen Jahreszeiten gewonnene Proben verschiedener Gewässer sind aufgrund der saisonalen Entwicklung des Zooplanktons nur sehr beschränkt miteinander vergleichbar.

2.6.2.5 Anzahl der Probenahmen

Zur Beurteilung der Artenzusammensetzung und der Biomasse des Zooplanktons, sowie der Stärke des Fraßdrucks durch Fische sind aufgrund des Jahreszyklus monatliche Beprobungen während der Vegetationsperiode (ca. 6 Untersuchungen) empfehlenswert. Für umfassende Untersuchungen sollte eine 14-tägige Probenahme angestrebt werden. Je nach Fragestellung und Saison muß der Probenahmerhythmus dem Entwicklungszyklus der Organismen angepasst werden. Der Generationswechsel liegt beim Crustaceen- und Rotatorienplankton im Bereich von 1 Woche, beim Ciliatenplankton im Bereich von wenigen Tagen.

2.6.2.6 Anzahl und Auswahl der Probestellen

In kleineren Gewässern und morphologisch einfach gestalteten größeren Seen genügt eine Probestelle in der Gewässermitte bzw. an der tiefsten Stelle des Gewässers. Differenzierte Fragestellungen erfordern Tiefenprofile, um Wanderungsbewegungen im Vertikalprofil zu erfassen. In Rinnen-Talsperren ist häufig ein ausgeprägter Längsgradient des Zooplanktons zu beobachten, was je nach Fragestellung mehrere Probenahmestellen in Längsrichtung sinnvoll macht. In großen Standgewässern mit morphologisch abtrennbaren Teilbereichen (Talsperren mit mehreren Armen, morphologisch komplexe Seen) muss jedes Teilbecken getrennt untersucht werden. Für die meisten Standgewässer > 50 ha Wasserfläche ist eine Einteilung in Teilbecken im Rahmen der Umsetzung der WRRL bereits vorhanden. Zusätzliche Probenahmen im Uferbereich geben Aufschlüsse über Litoralarten. Die

Produktivität ist im Litoralbereich in der Regel deutlich höher als im Pelagial, weshalb sich Probenahmen in beiden Bereichen gut ergänzen, jedoch nicht austauschbar sind.

2.6.2.7 Durchführung der Probenahme (Probenahmetechnik)

Die Probenahme erfolgt in der Regel vom Boot aus in der Gewässermitte bzw. an der tiefsten Stelle des Gewässers. Eine Probenahme vom Ufer aus ist nicht repräsentativ für das Plankton im Pelagial.

Für die volumengenaue Entnahme von Proben können Schließnetze mit Flowmeter, Tiefenwasserschöpfer (ab ca. 5 l Volumen) oder Pumpen eingesetzt werden (siehe DIN EN 15110). Vertikale Netzzüge müssen alle Tiefen berücksichtigen und auch Arten des Tiefenwassers erfassen. Sie sind von ca. 1 m über Grund (Sedimentberührung vermeiden) bis zur Oberfläche durchzuführen. Netzzüge bieten sich für die Erfassung des Crustaceen-Planktons mit Netzen ab 100 µm Maschenweite an. Mit dem Wasserschöpfer können Mischproben über definierte Tiefenbereiche entnommen und mittels Planktonnetz oder –sieb definierter Maschenweite eingeeengt werden. Das gefilterte Wasservolumen je Mischprobe richtet sich nach den gefragten Organismengruppen und der Individuendichte (Trophielage). Durch die Verwendung geringer Maschenweiten (30 µm – 55 µm) wird auf diese Weise insbesondere das Rotatorien-Plankton gut erfasst. Eine Erfassung in getrennten Proben (HOEHN *et al.* 1998) oder einer Metazooplanktonprobe (Rotatorien plus Curstaceen) kann unterschiedlich gehandhabt werden (DENEKE & MAIER, in Vorb.)

Die filtrierten Proben werden in Flaschen gefüllt und sofort mit Formol (Endkonzentration $\geq 1\%$ Formaldehyd) fixiert. Die DIN EN 15110 enthält weitere alternative Konservierungsmöglichkeiten, da mit Formaldehyd Allergien sowie Auslösung von Krebs verbunden sein kann. Ciliaten werden ähnlich dem Phytoplankton mit Lugol'scher Lösung fixiert. Hierzu gibt es eine Rezeptur für eine essigsäure Lugol'sche Lösung, die sich für die Haltbarkeit von Ciliaten bis zu 6 Monaten bewährt (HOEHN *et al.* 1998). Sie kann ebenso für das Phytoplankton verwendet werden, wenn beide Auswertungen im selben Labor stattfinden. Eventuell sind Nachfixierungen (Ziel: „cognac-farbig“) notwendig. Parallel sollten Netzplanktonproben zur Lebendbestimmung entnommen werden. Die Auszählung der Proben erfolgt in Zählchalen und am Umkehrmikroskop in Zählkammern.

2.6.2.8 Determination der Taxa

Kommentierte Verzeichnisse mit Bestimmungsliteratur finden sich in MAUCH *et al.* (2003) und BAYER. LFW (2004).

Cladoceren sind zumindest bis zur Art zu bestimmen. Copepoden sind in allen Entwicklungsstadien zumindest in die Ordnungen Calanoida, Cyclopoida und Harpacticoida einzuteilen. Eine Bestimmung adulter Copepoda bis zur Gattung ist anzustreben. Die Artbestimmung der Copepoda für wissenschaftliche Fragestellungen ist mit erhöhtem Präparieraufwand verbunden.

Weichhäutige, kontraktile Rotatorien (insbesondere die benthischen Bdelloidea) sind nur mit hohem Präparieraufwand und durch Vergleich mit Lebendproben bis zur Gattung bestimmbar, daher reicht die Betrachtung als Gruppe, wobei für die Biovolumenbestimmung geometrische Formen und Größenklassen zu unterscheiden sind (siehe TÜMLING & FRIEDRICH 1999, HOEHN *et al.* 1998). Die meisten planktischen Rotatorien sind durch einen geübten

Limnologen auf Gattungsniveau, zum großen Teil auch auf Artniveau unterscheidbar. Vorschläge zur Mindestbestimmung sind DENEKE & MAIER (in Vorber.) zu entnehmen.

Die taxonomisch exakte Artdetermination von Ciliaten anhand von Lugol fixiertem Material ist *nur* bei vergleichender Vorlage von Lebendproben möglich. Sehr gut können aber anhand des Lugol-Materials die gängigen Formen den Gattungen zugeordnet werden.

Tab. 10: Zeitaufwand für die Untersuchung von Zooplankton nach WRRL in Seen und Flüssen

Zeitaufwand Probenahme	
Ort + Zugänglichkeit	Minuten
See – WRRL – gute Zugänglichkeit	60
– erschwerte Zugänglichkeit	120
– sehr erschwerte Zugänglichkeit	180
Fluss – WRRL – sehr gute Zugänglichkeit	30
– erschwerte Zugänglichkeit	60
– sehr erschwerte Zugänglichkeit	90

Zeitaufwandspunkte Bestimmung + Auswertung + ggf. Präparation	
1	flaches bis mitteltiefes Gewässer, einfacher Netzzug
3	flaches bis mitteltiefes Gewässer, Mischprobe mittels Wasserschöpfer oder tiefes Gewässer, einfacher Netzzug
6	tiefes Gewässer, Mischprobe mittels Wasserschöpfer, evtl. zusätzlicher Netzzug (Erfassung Crustaceen)
1	qualitative Erfassung der dominanten Taxa
3	qualitative & quantitative Erfassung der dominanten Taxa (Individuenzahlen)
6	qualitative & quantitative Erfassung der Taxa (Individuenzahlen und Biovolumen)
1	Bestimmung i.d.R. bis auf Gattungsniveau
3	Bestimmung mindestens bis auf Gattungsniveau
6	Bestimmung weitestgehend bis auf Artniveau

Ermittlung des Zeitaufwandes ohne Probenahme	
Punkte	Minuten (ggf. pro m od. ha)
3 – 5	60 – 80
6 – 11	80 – 110
12 – 18	110 – 140

Als Bestimmungsliteratur dienen z.B. die Bildatlanten von FOISSNER *et al.* (1991), (1992), (1994) und (1995), sowie CURDS *et al.* (1982) und (1983).

Je nach Dichte und Größe der zu erfassenden Arten wird die ganze Probe oder aber eine mittels Volumenteiler oder anderweitig gewonnene Teilprobe ausgezählt. Kleine Formen (Rotatorien, Ciliaten) können ähnlich dem Phytoplankton nach der Utermöhl-Methode (Umkehrmikroskop, Utermöhl-Kammern mit ca. 10, 20 oder 50 ml Volumen) in Zählstreifen gezählt werden, oder im aufrechten Mikroskop mit einer SEDGEWICK-RAFTER-Kammer. Für große Organismen (Crustaceen-Plankton, Dipteren-Larven etc.) haben sich große Kammern nach BOGOROV bzw. GANNON bewährt, welche bspw. mit einem Stereomikroskop (ca. 40-fache Vergrößerung) oder einem Umkehrmikroskop durchgemustert werden. Das Ausmessen der Organismen erfolgt bspw. über ein Okularmikrometer. Eine ausführliche Darstellung der Methoden findet sich in von TÜMPLING & FRIEDRICH (1999) bzw. in DENEKE & MAIER (in Vorb.).

2.6.2.9 Grundleistungen

Die Leistungen beinhalten: bspw. Probenahme inklusive Vorbereitung, Kurzbeschreibung der Probenahmestellen, Bestimmung im Labor, ggf. Ermittlung von Abundanz und Biomasse (Biovolumen und /oder Trockenmasse), Erstellung einer Artenliste, Dokumentation der Methodik, Formatierung der Datenübergabetabellen (vgl. Zeitaufwandszonen Tab: 10).

An- und Abfahrtszeit wird gesondert (s. Kap. 1.6) berechnet. Bootseinsatz wird ebenfalls gesondert je nach Größe des benötigten Bootes berechnet. Minimum: Pauschale für ein Schlauchboot ohne Motor auf kleinen Gewässern 150 € pro Tag.

Für die Erstellung eines kurzen Berichtes werden bei mehrfacher Beprobung ca. 25% des oben genannten Zeitaufwandes, mindestens jedoch 2 Wissenschaftlerstunden (Limnologie) bei Einzelproben veranschlagt.

2.6.2.10 Besondere Leistungen

Untersuchungen zur Populationsdynamik, Artbestimmung der Copepodide, Gelelektrophorese zur Artbestimmung, Kauer-Präparation bei Rotatorien, Bestimmung der Trockenmasse, Gelegrößen oder Eianzahlen, Berechnung der Biomasse-Anteile verschiedener Größenklassen, Fotodokumentation von Arten, Berechnung besonders aufwändiger Indices. Detailvorschläge finden sich in DENEKE & MAIER (in Vorb.).

Gesondert berechnet werden auch Fachgutachten, die ausgerichtet sind auf eine spezielle Fragestellung mit Einschätzungen, Empfehlungen und Plänen; Ortsterminen sowie Abstimmungsgesprächen.

2.6.3 Benthische Diatomeen

2.6.3.1 Allgemeine Angaben

Eine weite geographische Verbreitung, schnelle Generationenfolge und hohe Sensibilität gegenüber verschiedenen Zuständen der Gewässerbelastung kennzeichnen Diatomeen als gute Bioindikatoren. Zur Zustandserfassung und Bewertung von Gewässern werden Diatomeen seit Beginn des vergangenen Jahrhunderts herangezogen (KOLKOWITZ & MARSSON 1908). Dabei standen stets der Nachweis und die Quantifizierung spezifischer

stofflicher Belastungen und ihrer Folgen im Mittelpunkt des Interesses. Die genaue Kenntnis der ökologischen Ansprüche bestimmter Taxa ermöglichte die Entwicklung einfacher Indikationssysteme zur Charakterisierung und Quantifizierung der Gewässerbelastung. So sind anhand von benthischen Gesellschaften Aussagen zur saprobiellen Belastung, zur trophischen Situation sowie zum Säurezustand und Salzgehalt eines Gewässers möglich (LANGE-BERTALOT 1978; CORING 1999; HOFMANN 1999; ROTT *et al.* 1997, 1999; ZIEMANN 1999).

In der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) stellen die Diatomeen einen wesentlichen Teil der biologischen Qualitätskomponenten „Makrophyten/Phytobenthos“ für die Gewässerbewertung dar (EUROPÄISCHE UNION 2000). Dabei ist die ökologische Qualität eines Gewässers durch den Vergleich der vorhandenen Gesellschaften mit den gewässertypspezifischen Referenzgemeinschaften und durch den Grad der Abweichung von diesen zu definieren (SCHAUMBURG *et al.* 2006, 2007). Als Kriterien sind die Artenzusammensetzung und die Arthäufigkeiten heranzuziehen. Die Bewertung ist somit nicht länger auf die Quantifizierung bestimmter Belastungszustände beschränkt, sondern umfasst eine pflanzensoziologisch ausgerichtete, ganzheitliche Betrachtung.

2.6.3.2 **Begriffsbestimmung**

Benthische Diatomeen sind die Gesamtheit der Diatomeengesellschaften, die im Wasser untergetauchte Substrate (anorganische Weich- bis Hartsubstrate sowie organische, lebende oder tote Substrate) besiedeln und diese mit Belägen unterschiedlicher Dicke überziehen. Zum Bewuchs gehören am Substrat festsitzende Diatomeen und darauf bewegliche Formen. In echten Aufwuchsgemeinschaften kann sich eine große Zahl von Taxa finden, die weder planktisch noch festsitzend leben. Diese zwischen makroskopischen Algen, Moosen und höheren Wasserpflanzen ohne Eigenbewegung lebenden, metaphytischen Lebensformen sind in den Standardmethoden enthalten.

2.6.3.3 **Zeitpunkt der Probenahme**

Grundsätzlich ist die Probenahme während des ganzen Jahres möglich. Der Zeitpunkt ist jedoch in Abhängigkeit von der Fragestellung und vom Gewässertyp einzurichten. Zur Bewertung der trophischen und saprobiellen Situation und zum Nachweis von Salzbelastung wird in der Regel die Malus-Situation zu Grunde gelegt. Verbindliche Standards bestehen bei den Bewertungsverfahren derzeit jedoch nicht. Detaillierte Vorgaben zum Zeitpunkt der Probenahme finden sich lediglich in SCHAUMBURG *et al.* (2006), (2007). So ist zur Bewertung der ökologischen Qualität nach WRRL die Probenahme in Fließgewässern in der Niedrigwasserperiode nach mehrwöchig stabilen hydrologischen Bedingungen durchzuführen. Einen Sonderfall stellen die versauerungsgefährdeten Bäche der Mittelgebirge dar, in denen eine zweite Probenahme wenige Wochen nach Ende der Schneeschmelze zu erfolgen hat. Im Seenlitoral ist die Probenahme in den Monaten Juli bis September durchzuführen.

2.6.3.4 **Anzahl der Probenahmen im Jahresverlauf**

Aufgrund der schnellen Generationenfolge weisen Diatomeengesellschaften kurze Reaktionszeiten auf und können sich hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse innerhalb weniger Wochen auf veränderte Verhältnisse einstellen. Verbindliche Standards zur erforderlichen Zahl der Probenahmen liegen bislang nur für einen

Teil der in Deutschland *gebräuchlichen* Bewertungsverfahren vor. Zur Bewertung der trophischen Situation in Fließgewässern müssen nach CORING *et al.* (1999) mindestens drei Proben aus einer Vegetationsperiode berücksichtigt werden. HOFMANN (1999) schreibt für Litoralgesellschaften in Seen gleichfalls eine zumindest dreimalige Untersuchung vor, die die minimale und maximale Belastung des Gewässers wiedergibt. Die ökologische Qualität ist nach SCHAUMBURG *et al.* (2006), (2007) auf der Basis einer nur einmaligen Probenahme zu ermitteln. Bei Kenntnis temporärer, nutzungsbedingter Veränderungen wird eine zweite Probenahme dringend angeraten. Im Falle der versauerungsgefährdeten Bäche der Mittelgebirge sind zwei Probenahmen obligat.

2.6.3.5 Anzahl der Probestellen

Die Anzahl der Probestellen ist in der Regel abhängig von der Fragestellung. Verfahrensspezifische Vorgaben werden lediglich von SCHAUMBURG *et al.* (2007) für die Bewertung der ökologischen Qualität im Seenlitoral formuliert.

2.6.3.6 Durchführung der Probenahme

Mit der EN 13946 (2003) liegt für die Bewertung der Wasserqualität von Fließgewässern eine auf europäischer Ebene normierte Verfahrensanleitung für die Probenahme vor. Empfohlen wird die Wahl eines einheitlichen Substrattypes (Hartsubstrat, submerse Makrophyten oder Kunstsubstrate), um einen möglichst vergleichbaren Substrateinfluss zu gewährleisten.

Zur Trophiebewertung im Seenlitoral können sowohl die Gesellschaften der jeweiligen Bodensubstrate (Steine, Kies, Sand, Feinsediment) als auch der Bewuchs pflanzlicher Substrate (Schilfhalme, submerse Makrophyten) herangezogen werden (HOFMANN 1999). Auch hier muss jedoch der Substrattyp einheitlich gewählt werden.

Demgegenüber wird zur Bewertung der ökologischen Qualität nach SCHAUMBURG *et al.* (2006) in Fließgewässern und Seen die Beprobung auf die an der Gewässerstelle vorhandenen natürlichen Bodensubstrate beschränkt. Diese sind in möglichst repräsentativen Anteilen zu entnehmen. Ist die Gewässerstelle strukturell degradiert, werden Proben von den vorhandenen natürlichen und/oder anthropogen eingebrachten Substraten entnommen. Im Bereich geschlossener Röhrichtbestände an Seeufern oder in der Brandungszone großer Seen mit reinem Sandgrund kann die Probenahme und Auswertung nach dieser Vorschrift erschwert sein.

2.6.3.7 Probenaufbereitung

Die meisten Bewertungsverfahren sehen eine Bestimmung auf Artniveau vor und setzen die Herstellung von Dauerpräparaten voraus. Zur Aufbereitung des Probenmaterials existieren verschiedene Säureoxidationsverfahren, die in KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986), der EN 13946 (2003) und in SCHAUMBURG *et al.* (2006, 2007) ausführlich dargestellt sind. In den genannten Anleitungen sind gleichfalls Vorgaben zur Fixierung und Verwahrung des Probenmaterials und der aus dem Säureaufschluss resultierenden Diatomeensuspensionen enthalten.

2.6.3.8 Zählmethode

Mit der EN 14407 (2004) liegt für die Bewertung der Wasserqualität von Fließgewässern eine auf europäischer Ebene normierte Richtlinie der taxonomischen Bestimmung, Ermittlung der

relativen Häufigkeiten und Datenbewertung vor. Die meisten der in Deutschland gebräuchlichen Bewertungsverfahren erfordern eine Bestimmung auf Artniveau. Lediglich die Trophiebewertung von CORING *et al.* (1999) stellt eine Mischung der Bestimmung auf dem Niveau von Arten, Artengruppen und Gattungen dar. Bei der in Transekten erfolgenden Zählung sind sowohl die in Schalenansicht als auch die in Gürtelbandansichten liegenden Arten bei 1000- bis 1200-facher Vergrößerung zu erfassen. Der Bestimmung ist als Standard die jeweils aktuellste Fassung der bundesdeutschen Taxaliste zu Grunde zu legen, die eine Codierung über DV-Nummern enthält (MAUCH *et al.* 2007). Die Zählung der Diatomeen wird im Vergleich der Verfahren uneinheitlich gehandhabt. Während die Bewertungsverfahren von CORING *et al.* (1999), HOFMANN (1999) und ZIEMANN *et al.* (1999) die Bestimmung von Diatomeenschalen als Basiseinheit vorsehen, erfolgt die Bewertung der ökologischen Qualität gemäß WRRL auf der Grundlage von Diatomeenobjekten, wobei nicht zwischen Einzelschalen und ganzen Diatomeenfrusteln (Doppelschalen) unterschieden wird (SCHAUMBURG *et al.* 2006, 2007). Die Trophie- bzw. Saprobie-Indikation nach ROTT *et al.* (1997), (1999) beinhalten keine diesbezüglichen Vorgaben. Die Mindestzahl der zu erfassenden Schalen bzw. Objekte schwankt je nach Verfahren zwischen 400 und 500. Für die Ermittlung des Referenzartenquotienten in Seen ist nach SCHAUMBURG *et al.* (2007) gegebenenfalls eine weitere Durchmusterung der Präparate vorgeschrieben, um auch seltenere Arten zu erfassen.

2.6.3.9 Zeitaufwand für die Untersuchung der benthischen Diatomeen

Die Berechnung des Zeitaufwandes wird an dieser Stelle – angepasst an die Projektvergabepraxis – für die Probenahme und die Probenanalyse separat dargestellt (siehe Tab. 11 und Tab. 12). Häufig wird die Probenahme von den Auftraggebern selbst oder von anderen Auftragnehmern durchgeführt und die Proben dann zur taxonomischen Analyse und Bewertung an einen weiteren Auftragnehmer übergeben.

Tab. 11: Zeitaufwand für Probenahme von Phytobenthos (Diatomeen) nach WRRL in Seen und Flüssen

Zeitaufwand Probenahme	
Ort + Zugänglichkeit	Minuten
See – WRRL – gute Zugänglichkeit	25 – 45
– erschwerte Zugänglichkeit	45 – 60
– sehr erschwerte Zugänglichkeit	60 – 90
Fließgewässer – WRRL – gute Zugänglichkeit	25 – 45
– erschwerte Zugänglichkeit	45 – 60
– sehr erschwerte Zugänglichkeit	60 – 90

Zeitaufwand Präparation	
Seen + Fließgewässer	Minuten pro Probe
Heiße Methode	25
Herstellung und Etikettierung eines zur Zählung geeigneten Streupräparats	15

Probenahme

Die Zeitangaben umfassen den Fußmarsch vom PKW zur Probestelle (Hin- und Rückweg), die Einmessung der Probestelle mittels GPS, die Probenahme, das Anfertigen von zwei digitalen Biotopaufnahmen und das Ausfüllen des Feldprotokolls.

Die Probenahme erfordert bei Seen mit erschwerter oder sehr erschwerter Zugänglichkeit der Uferzone aus technischen Gründen den Einsatz eines Bootes und ist aus Arbeitsschutzgründen (Unfallgefahr) grundsätzlich von zwei Personen durchzuführen, für die beide der betreffende Zeitbedarf anzusetzen ist. Die gute Zugänglichkeit setzt generell eine Anfahrtsmöglichkeit mit PKW bis ans Gewässer voraus.

Präparation und Präparateherstellung

Die Zeitangaben umfassen den heißen Aufschluss mit Säuren (Salz- und Schwefelsäure oder Salzsäure und Wasserstoffperoxid) sowie die Herstellung eines etikettierten, zur Auszählung geeigneten Dauerpräparats. Die Angaben beziehen sich auf eine Mindestmenge von 15 Proben.

Auswertung

Die Zeitangaben umfassen die Bestimmung und Zählung der zur Bewertung der ökologischen Qualität nach WRRL erforderlichen Anzahlen an Diatomeenobjekten und die Erstellung einer Taxaliste mit Angabe der Häufigkeiten. Der für die Auswertung eines Diatomeenpräparats erforderliche Zeitaufwand hängt vor allem von der Diversität der Gesellschaft, dem Auftreten seltener Arten und dem Anteil nicht-diatomeenhaltiger Bestandteile ab.

Tab. 12: Zeitaufwand ohne Probenahme von Phytobenthos (Diatomeen) nach WRRL in Seen und Flüssen

Ermittlung des Zeitaufwandes ohne Probenahme	
Minuten	
Seen – WRRL - Bestimmung und Zählung von 500 Diatomeen-Objekten, Durchmustern des Präparats zur Erfassung der zur RAQ-Berechnung erforderlichen Zahl von indikativen Taxa:	
90 – 120	extrem artenarme und/oder von Massenentwicklungen geprägte Gesellschaften bei hoher Objektdichte und niedrigem Feinsedimentanteil
120 – 150	mäßig artenreiche Gesellschaften, normale Objektdichte und mäßiger Feinsedimentanteil
150 – 180	sehr artenreiche und/oder taxonomisch schwierige Gesellschaften und/oder hoher Feinsedimentanteil
20	Erstellung einer Taxaliste

Fließgewässer – WRRL Bestimmung und Zählung von 400 Diatomeenobjekten:	
45 – 60	extrem artenarme und/oder von Massenentwicklungen geprägte Gesellschaften bei hoher Objektdichte und niedrigem Feinsedimentanteil
90 – 150	mäßig artenreiche Gesellschaften, normale Objektdichte und niedriger Feinsedimentanteil
150 – 180	sehr artenreiche und/oder taxonomisch schwierige Gesellschaften, geringe Objektdichte und/oder hoher Feinsedimentanteil
20	Erstellung einer Taxaliste

Die Auswertung von Proben aus Seen ist grundsätzlich aufwändiger als die von Fließgewässern, weil die Zahl an auszuzählenden Objekten höher liegt und selbst in Proben mit vermeintlich niedriger Artenzahl eine Durchmusterung der Präparate nach seltenen Arten mit Indikationseinstufung vorgeschrieben ist (vergleiche SCHAUMBURG *et al.* 2007). In Seen der Mittelgebirge und in Talsperren kann sich ein unterdurchschnittlicher Bearbeitungsaufwand durch ein insgesamt eingeschränktes Artenspektrum ergeben. Für die Bearbeitung von Proben aus Seen des Norddeutschen Tieflands mit Salzeinfluss, Huminstoffprägung oder mit oligo- bis mesotrophen Bedingungen ist der Bearbeitungsaufwand aufgrund der sehr großen Artenmannigfaltigkeit sehr hoch. In eutrophen und polytrophen Seen des Norddeutschen Tieflands sowie in alpinen und subalpinen Seen ist der Bearbeitungsaufwand als hoch einzustufen.

Für Proben aus Fließgewässern kann sich ein unterdurchschnittlicher Bearbeitungsaufwand für alpin geprägte bzw. in versauerten Mittelgebirgsbereichen gelegene Gewässerstellen ergeben, sofern ein hinreichender Materialumfang der Proben sichergestellt ist. Einen regelmäßig weit überdurchschnittlichen Aufwand bereiten Fließgewässerproben mit geringer Diatomeendichte und hohem Anteil an Schluff, z.B. aus löß- und lehmgeprägten Gewässern. Dies gilt ebenfalls für Gewässer mit Salzeinfluss (Marschengewässer, Gewässer in Binnensalzstellen), mit Huminstoffprägung (organisch geprägte Fließgewässer) oder ausgeprägter Oligotrophie, sofern sie nicht stark versauert sind.

2.6.3.10 Grundleistungen

Die Leistungen beinhalten: Probenahme, Probenaufbereitung, Herstellen von Dauerpräparaten, Determination am Mikroskop und Ermittlung der relativen Häufigkeiten in Prozent, Erstellung einer Taxaliste mit Angabe der Häufigkeiten. Die Erstellung einer Fotodokumentation zum Zweck der Qualitätssicherung ist in den Grundleistungen nicht enthalten.

An- und Abfahrtszeit wird gesondert (nach Punkt 4) berechnet. Bootseinsatz wird ebenfalls gesondert je nach Größe des benötigten Bootes berücksichtigt. Minimum: Pauschale für ein Schlauchboot ohne Motor auf kleinen Gewässern 150 € pro Tag.

2.6.4 Phytobenthos excl. Diatomeen und Charales („PoD“)

2.6.4.1 Allgemeine Angaben

Zur Qualitätskomponente „Phytobenthos ohne Diatomeen“ (PoD) gehören mit Ausnahme der Kieselalgen (Diatomeen) und der Armleuchteralgen (Charales) alle übrigen Algenklassen. Die Abtrennung des PoD von den Kieselalgen (Diatomeen) und den Armleuchteralgen (Charales) hat vor allem pragmatische Gründe: Diatomeen werden meist getrennt erfasst, da bei der Säurepräparation alle organischen Bestandteile zerstört werden und nur die leeren Kieselschalen im Präparat verbleiben. Die Armleuchteralgen werden aufgrund ihrer Größe traditionell mit den Makrophyten zusammen erfasst. Diese Algen wachsen angeheftet an den verschiedenen Substraten der Gewässersohle oder stehen mit diesen in engem Kontakt. Sie leisten als Primärproduzenten an der Basis der Nahrungsnetze im Gewässer insbesondere in kleinen und mittelgroßen Flüssen einen großen Teil der Primärproduktion. Für ihr Wachstum benötigen die Algen neben einem ausreichendem Lichtangebot anorganische Nährstoffe, die sie dem Freiwasser entziehen. Sie besiedeln die unterschiedlichsten Substrate und stabilisieren Feinsedimente wie Sand oder Schlamm. Weiterhin bieten sie mit ihren unterschiedlichen Wuchsformen anderen aquatischen Organismen Lebensraum und Nahrung. In Deutschland kann man mit 300 bis 350 Arten des PoD rechnen.

Die Zusammensetzung der Phytobenthosgemeinschaft am Standort wird im Wesentlichen durch die geochemischen Gegebenheiten des Gewässers (Alkalinität, Salinität) geprägt. Weiterhin spielen die am Standort vorhandenen Substrate und die Licht- und Strömungsbedingungen eine wichtige Rolle. Wasserwirtschaftlich relevant sind vor allem die Reaktionen auf Veränderungen der Trophie und der Saprobie. Reaktionen auf Versauerung, Versalzung, Schwermetallbelastung sowie auf die Struktur der Gewässer können mit Hilfe des PoD noch nicht im Einzelnen indiziert werden. Allerdings wird das PoD für eine integrative Beurteilung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers genutzt.

2.6.4.2 Standardmethode

Für die Probenahme des Phytobenthos wurde eine CEN-Norm erarbeitet. Diese ist als DIN EN 15708:2009 (Deutsche Fassung) Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Beobachtung, Probenahme und Laboranalyse von Phytobenthos in flachen Fließgewässern erhältlich. Für Deutschland wurde ein Bewertungsverfahren („PHYLIB-Verfahren“) für Untersuchungen nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) entwickelt. Dieses erfordert eine genaue Bestimmung der an der jeweiligen Probestelle vorkommenden Taxa (in den meisten Fällen bis auf Art-niveau, in einigen Fällen genügt ein Nachweis auf Gattungsebene) sowie eine Abundanzschätzung in Häufigkeitsstufen. Dabei bietet das PHYLIB-Verfahren zwei Verfahrensvarianten an. Das „vollständige Verfahren“ bezieht alle am Standort nachgewiesenen Indikatortaxa, auch die selten auftretenden Formen, in die Bewertung ein. Das „reduzierte Verfahren“ beschränkt sich auf die Taxa, die am Standort makroskopisch sichtbar sind bzw. in der mikroskopischen Analyse massenhaft auftreten. Für eine gesicherte Bewertung müssen mindestens fünf indikative Taxa vorhanden sein bzw. muss eine Mindesthäufigkeit erreicht werden. Die Wahrscheinlichkeit eine gesicherte Bewertung zu erreichen ist bei Anwendung des „reduzierten Verfahrens“ geringer.

Arbeitsmaterialien wie Handlungsanweisungen, Feldprotokolle und DV-Tool stehen zum Download zur Verfügung:

http://www.bayern.de/LFW/technik/gkd/lmn/fluessgewaesser_seen/pilot/welcome.htm

2.6.4.3 Zeitpunkt und Anzahl der Untersuchungen, Abschnittslänge

Die Arten des „übrigen“ Phytobenthos sind grundsätzlich das ganze Jahr über im Gewässer vorhanden, manche Arten treten aber bevorzugt zu bestimmten Jahreszeiten auf. Für eine Bewertung des Gewässers nach WRRL ist eine einmalige Beprobung im Sommer vorgesehen. Abhängig von der Fragestellung kann es für andere Untersuchungen sinnvoll sein, mehrmalige Probenahmen im Jahresverlauf oder über mehrere Jahre hinweg durchzuführen.

Anzahl und Lage der Untersuchungsabschnitte ergibt sich aus der zu bearbeitenden Fragestellung. Für Fließgewässer empfehlen sich Abschnitte von ca. 10 – 50 m Länge, näheres ist der Handlungsanweisung zu entnehmen.

2.6.4.4 Durchführung der Probenahme

Für das PHYLIB-Verfahren wird das „Multiple Habitat Sampling“ angewendet. Dafür wird von allen auffälligen Algenbelägen jeweils eine kleine Menge entnommen und separat verpackt. Weiterhin werden Proben der verschiedenen Substrate entnommen. In flachen und gut zugänglichen Gewässern erfolgt die Probenahme durch Begehen und Aufsammeln. Dabei ist ein Sichtkasten für das Erkennen der Beläge unerlässlich. Bei größeren und tieferen Gewässern muss die Probenahme auf die flacheren Uferbereiche beschränkt bleiben. In einem Feldprotokoll wird zu jeder Unterprobe der Deckungsgrad (Prozentangabe) vermerkt.

Die Frischproben werden in einer Kühlbox zur Analyse ins Labor gebracht, um dort so schnell wie möglich aufgearbeitet zu werden. Soll die mikroskopische Analyse erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen, müssen die Proben auf eine geeignete Weise fixiert und gelagert werden. Dazu müssen Flüssigproben mit LUGOL'scher Lösung oder Formol versetzt werden. Die Hartsubstrate können eingefroren werden.

2.6.4.5 Mikroskopische Analyse und Auswertung

Bei der mikroskopischen Analyse werden die Arten bestimmt und ihre mikroskopische Häufigkeit geschätzt. Anschließend wird aus den Ergebnissen der verschiedenen Unterproben ein Gesamtbefund für den Standort angelegt. Darin werden alle nachgewiesenen Taxa aufgeführt, die entgültige Häufigkeitsschätzung jedes Taxons ergibt sich aus dem Abgleich der mikroskopischen Häufigkeiten mit den im Feldprotokoll vermerkten Deckungsgraden der jeweiligen Unterproben.

Das PoD wird nach WRRL in Seen nicht analysiert, eine Kalkulation für Seen entfällt daher.

Tab. 13: Zeitaufwand für Probenahme von Phytobenthos (PoD) nach WRRL in Seen und Flüssen

Zugänglichkeit Fließgewässer	Zeitaufwand in Minuten
gute Zugänglichkeit	10 - 20
erschwerter Zugänglichkeit	20 - 30
sehr erschwerter Zugänglichkeit	> 30

Spezifische Gewässerbedingungen	Zeitaufwand in Minuten
kleines Gewässer mit geringer Strukturvielfalt und geringem Artenreichtum	20 – 30
mittelgroßes Gewässer mit geringer Strukturvielfalt und geringem Artenreichtum	30 - 45
kleines bis mittelgroßes Gewässer mit großer Strukturvielfalt und großem Artenreichtum	45 - 90
großes Gewässer, nur vom Rand aus Proben zu nehmen	30 - 60

Der entsprechende Zeitaufwand für die Probenahme errechnet sich aus der Summe der jeweiligen Angaben in den beiden oberen Tabellen.

2.6.4.6 Grundleistungen

Die Leistungen beinhalten: fachgerechte Probenahme inkl. Aufnahme eines Feldprotokolls und Fixierung der Proben, mikroskopische Analyse zur Bestimmung der Taxa und Schätzung der jeweiligen Häufigkeiten, Erstellen einer Gesamtartenliste pro Probestelle unter Angabe der geschätzten Häufigkeiten, Eingabe der Daten in eine vom Auftraggeber vorgesehene Datei (Excel oder Access).

An- und Abfahrtszeiten an die Probestellen werden gesondert (s. Kap. 1.6) berechnet.

Der für die Erstellung eines Berichtes benötigte Zeitaufwand ist abhängig von Umfang und Inhalt desselben.

Tab. 14: Zeitaufwand ohne Probenahme von Phyto­benthos (PoD) nach WRRL in Seen und Flüssen

Zeitaufwand Bestimmung + ggf. Präparation	
1	Bestimmung* und Abundanzschätzung der mikroskopisch massenhaft bzw. im Gelände makroskopisch sichtbar auftretenden Taxa (reduziertes Verfahren nach PHYLIB) unter Berücksichtigung der Durchsicht von 3 Deckgläschen (24 x 10 mm) bei 200-facher Vergrößerung.
3	Bestimmung aller auftretenden Taxa und Abundanzschätzung unter Berücksichtigung der Durchsicht von 5 oder mehr Deckgläschen (24 x 10 mm) bei 200-facher Vergrößerung. (vollständiges Verfahren nach PHYLIB)
1	Erstellung einer Taxaliste

* Bestimmungsniveau lt. Handlungsanweisung

Ermittlung des Zeitaufwandes ohne Probenahme	
Punkte	Minuten
2	120 -240
4	240 - 360

Für Fragestellungen außerhalb der WRRL sind individuelle Kalkulationen notwendig.

2.6.4.7 Besondere Leistungen

Leistungen wie Ortstermine, Abstimmungsgespräche etc.; Bewertung des ökologischen Zustands nach PHYLIB (Teilkomponente PoD); fotografische Dokumentation der vorkommenden Taxa; umfassender Bericht mit Angaben zur Autökologie der nachgewiesenen Taxa; auf spezielle Fragestellungen ausgerichtete Fachgutachten mit Einschätzungen, Empfehlungen und ggf. Plänen.

Neben dem für das PHYLIB-Verfahren vorgeschriebenen „Multi Habitat Sampling“ können in anderen Untersuchungen weitere Methoden für die Probenahme angewendet werden. Für eine vergleichende Untersuchung von Gebieten mit einheitlichem Substrat oder für eine Überwachung bereits gut charakterisierter Gebiete eignet sich ein „Single Habitat Sampling“, das sich auf die Analyse eines Substrattypes beschränkt. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von künstlichen Aufwuchsträgern (auch für Diatomeen), dies kann vor allem in tiefen Gewässern sinnvoll sein.

2.6.5 Makrophyten

Aquatische Makrophyten bilden als Unterwasservegetation den am weitesten in ein Gewässer vordringenden Teil der Gefäßpflanzen. Sie erfüllen u.a. als Strukturelemente, als Laichplätze und als Nahrungsquelle für die Fauna der Gewässer wichtige Funktionen. Darüber hinaus wirken sie als Dämpfungszone für die Wellenbewegung und sorgen für strömungsberuhigte Zonen im schnell fließenden Wasser. Die aquatische Vegetation reagiert empfindlich auf Eutrophierungserscheinungen und kann zur Erfassung örtlicher Belastungen herangezogen werden. Die Untersuchung der aquatischen Makrophyten liefert Planungsdaten für ökologische und wasserwirtschaftliche Fragestellungen.

2.6.5.1 Begriffsbestimmung

Unter den aquatischen Makrophyten werden hier die vollständig untergetaucht lebenden Gefäßpflanzen sowie Schwimmblattpflanzen zusammengefasst. Obwohl taxonomisch nicht zusammengehörig, werden auch die makroskopisch sichtbaren Moose sowie Armleuchteralgen dazugezählt (Characeen).

2.6.5.2 Standardmethode

Eine Makrophytenuntersuchung enthält üblicherweise die Erfassung der Makrophytenvegetation wobei die Organismen i.d.R. auf Artebene bestimmt und mit Häufigkeitsangaben versehen werden. Dafür existieren verschiedene Methoden die unterschiedliche Häufigkeitsskalen verwenden. Übliche Schätzskalen sind %-Skala, Kohler-Skala, Londo-Skala und Braun-Blanquet. Ihnen ist gemeinsam, dass die Deckung bzw. Häufigkeit der Makrophyten für jedes Taxon ermittelt wird, zudem ist die Gesamtdeckung anzugeben. Bei Fließgewässern haben sich Abschnittslängen von ca. 100 m Länge als geeignete Größenordnung erwiesen, bei Bedarf auch mehr. Bei sehr breiten Fließgewässern oder Seen ist der Einsatz eines Bootes und ggf. Tauchern erforderlich.

Für Untersuchungen nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurde im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser ein bundesweit gültiges Bewertungsverfahren entwickelt

(SCHAUMBURG *et al.* 2005). Zusätzlich wird in einigen Bundesländern ein ergänzendes Verfahren verwendet z.B. nach STUHR & JÖDICKE (2003) oder WEYER (2001).

2.6.5.3 Zeitpunkt der Untersuchung

Der Zeitpunkt der Untersuchung sollte in der Hauptvegetationsperiode von Mitte Juni bis Anfang September liegen. Unterliegen Gewässer der sommerlichen Unterhaltung (Entkrautung, vielfach schon ab Anfang August), muss die Untersuchung vorher durchgeführt werden. Die Unterhaltungstermine sind bei den zuständigen Unterhaltungsverbänden zu erfragen. Untersuchungen bei extremen Witterungsbedingungen (z.B. Hochwasser) sind nicht fachgerecht.

2.6.5.4 Anzahl der Untersuchungen

Für orientierende Untersuchungen sowie zur Bewertung nach WRRL ist in der Regel eine einmalige Untersuchung der Vegetation ausreichend. In einigen Fällen kann eine weitere Untersuchung im Frühjahr oder Herbst zur Bestimmung aller Arten erforderlich sein. Differenzierte Fragestellungen erfordern möglicherweise zusätzliche Untersuchungen.

2.6.5.5 Anzahl und Länge der Untersuchungsabschnitte

Aquatische Makrophyten können die Ufer der Gewässer bis in eine Tiefe von über 20 m besiedeln. Sie sind dabei von der Gewässermorphologie, sowie den physikalisch/chemischen Gegebenheiten im Gewässer abhängig. Anzahl und Lage der Untersuchungsabschnitte richtet sich nach der zu bearbeitenden Fragestellung sowie den strukturellen Gegebenheiten und der Größe des Gewässers. Für Fließgewässer empfehlen sich Abschnitte von ca. 100 m Länge. In Seen liefert die Untersuchung mehrerer Bandtransekte von 20 - 30 m Breite senkrecht zur Uferlinie einen guten Überblick über die vorhandene Vegetation. Die Erfassung des gesamten Artenspektrums von Seen erfordert eine lückenlose (Tauch-) Kartierung der Makrophytenvegetation.

2.6.5.6 Durchführung der Untersuchung

Eine rein visuelle Erfassung vom Ufer aus ist vielfach unzureichend, da manche Makrophyten übersehen werden können und eine sichere Ansprache der Arten nicht gewährleistet ist. In der Regel erfolgt eine Begehung des Gewässers mit Wathose und Sichtkasten. Meist sind zusätzlich Hilfsmittel wie eine Harke mit Teleskopstiel oder eine Wurfarke erforderlich, um Pflanzenproben aus dem Gewässer zu entnehmen. Die Harke dient auch der Sicherheit bei der Begehung steiler Ufer. Ist eine Begehung des mit Makrophyten bewachsenen Bereichs nicht möglich, so ist der Einsatz eines Bootes und ggf. von Tauchern erforderlich.

Zu beachten: Aus Sicherheitsgründen müssen alle Arbeiten im Gewässer (mit Wathose oder Boot sowie auch Tauchkartierungen) zumindest von 2 Personen durchgeführt werden!

Vor Ort lassen sich viele Makrophyten mit Hilfe eine Lupe (10-fache bis 15-fache Vergrößerung) auf Artniveau ansprechen. Wichtig sind die Verwendung aktueller Bestimmungsliteratur und die Berücksichtigung von Verbreitungsangaben. Ungewöhnliche Funde sollte man prüfen (lassen) und einen Beleg aufbewahren.

2.6.5.7 Probenahmeausrüstung

- GPS und geeignetes Kartenmaterial
- Digitalkamera
- Wathose
- Sichtkasten
- Teleskop-Harke (auf 2 – 4 m ausziehbar) mit verschiedenen Einsätzen
- Wurfharke (mind. 15 m Seil)
- Plastikbeutel sowie Küheltasche zum Probentransport
- Lupe (10-fach bis 15-fach)
- ggf. Boot incl. benötigtem Zubehör
- ggf. Tauchausrüstung

Tab. 15: Zeitaufwand für Erfassung und Analyse von Makrophyten nach WRRL in Seen und Flüssen

Zeitaufwandspunkte Erfassung + Analyse + ggf. Präparation	
1	gute Zugänglichkeit des Gewässers
3	erschwerter Zugänglichkeit des Gewässers
6	sehr erschwerter Zugänglichkeit des Gewässers
1	Struktur- und makrophytenarmes Gewässer und/oder Makrophyten nur bis 1 m Tiefe.
3	mittlere Strukturvielfalt und Makrophyten bis 2/3/4 m Tiefe
6	struktureiches und makrophytenreiches Gewässer und/oder Makrophyten bis über 4 m Tiefe

Ermittlung des Zeitaufwandes ohne Probenahme	
Punkte	Minuten
4 – 8	Pro Seetranssekt (ha)
	45-60
	60-120
9 – 14	120-150
15 – 24	120-150
4 – 8	Pro Fließgewässerabschnitt (m)
	40-50
	50-90
9 – 14	90-120
15 – 24	90-120

2.6.5.8 Grundleistungen

Die Leistungen beinhalten: Untersuchung inklusive Vorbereitung, Determination vor Ort und im Labor; Erstellung einer Artenliste gegebenenfalls mit Angabe der Abundanz bzw. Deckung/Gesamtdeckung, Auflistung der pflanzensoziologischen/vegetationskundlichen Ein-

heiten mit Lageskizze (je nach Zeitaufwandszone), Angaben zur Untersuchungsstrecke, Kurzbeschreibung der Untersuchungsstellen.

An- und Abfahrtszeit wird zusätzlich berechnet.

Für die Erstellung eines kurzen Berichtes werden 25% des o.g. Zeitaufwandes, mindestens jedoch 3 Stunden veranschlagt.

2.6.5.9 Besondere Leistungen

Bootseinsatz wird gesondert je nach Größe/Ausstattung des benötigten Bootes berücksichtigt. (Aus Sicherheitsgründen wird immer eine Begleitperson benötigt) Minimum: Pauschale für ein Schlauchboot/Ruderboot/Kanu ohne Motor auf kleinen Gewässern 150,- € pro Tag.

Der Einsatz von Tauchern wird gesondert nach Stunden berechnet. Aus Sicherheitsgründen wird auch hier immer eine Begleitperson benötigt.

Zu den besonderen Leistungen gehören z.B. Biomassebestimmung und Produktivitätsmessungen (s. Kap. 2.5), Fachgutachten (s. Kap. 2.6.7.1) ausgerichtet auf eine spezielle Fragestellung mit Einschätzungen, Empfehlungen und Plänen, Ortstermine sowie Abstimmungsgespräche.

2.6.6 Benthische wirbellose Fauna

2.6.6.1 Allgemeine Angaben

Insbesondere in rhytrah geprägten Fließgewässern als auch in dem (Hypo-)Potamal großer Flüsse und Ströme kommt der bodengebundenen Wirbellosenfauna bezüglich des Stoffumsatzes und Energieflusses als auch der taxonomischen Diversität eine große Bedeutung zu. Als überwiegend ortsgebundene Lebensgemeinschaft wird dieser auch in größeren Flüssen sowie in stehenden Gewässern eine differenzierte Indikationsfunktion zugesprochen. Darüber hinaus geben zahlreiche Insektengattungen auch Auskunft über die Beschaffenheit der Gewässerufer und des näheren Umlandes.

Neben den taxonomischen, ökosystemaren und energetischen Fragestellungen der Grundlagenforschung, auf Grund derer eine Vielzahl an Probenahmetechniken entwickelt wurden, wird die Erfassung der aquatischen, benthischen wirbellosen Fauna (bezeichnet auch als Makroinvertebraten oder Invertebraten) herangezogen zur Bestimmung der Saprobität (vgl. Kap. 2.6.6.6), dient der biologischen Zustandsbewertung von fließenden wie auch stehenden Gewässern gemäß der EU-WRRL sowie naturschutzfachlicher Planungen, oder ist integriert in wasserwirtschaftliche Nachweise (z.B. im Rahmen der BWK M3 und BWK M7). Insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten wurden zahlreiche Indizes/Scores entwickelt, welche auf Grund der Habitatansprüche einzelner Taxa u.a. der Bewertung des Säurezustandes, der Salinität, der strukturellen Beschaffenheit, der Toxizität, der biozönotischen Zusammensetzung, der Trophie oder des hydraulischen Stresses dienen.

2.6.6.2 Begriffsbestimmung

Benthische wirbellose Fauna wird definiert als die ohne optische Hilfsmittel erkennbare, festsitzende oder bewegliche, Substrat bewohnende Wirbellosen. Hierunter sind Tiere vieler

systematischer Gruppen vertreten, besonders reich differenziert sind die Insekten. Daneben finden sich in vielen Gewässertypen benthische Krebstiere, Egel, Turbellarien, Milben, Wenigborster, Mollusken, Moostierchen, Süßwasserschwämme, Polypen und Fische (vgl. Kap. 2.6.7).

2.6.6.3 **Aktuelle Verfahrensvorschriften zur Erfassung der benthischen Invertebraten sowie zur Bewertung entsprechender Rohdaten**

DIN-Verfahren

- DIN 38410-1 (Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M1).)
- DIN EN 27828 (Probenahme für biologische Untersuchungen. Anleitung zur Probenahme aquatischer, benthischer Invertebraten mit dem Handnetz.)
- DIN EN 28265 (Probenahmegeräte für die quantitative Erfassung benthischer Invertebraten auf steinigen Substraten in flachem Süßwasser.)
- DIN EN ISO 9391 (Probenahme von benthischen Invertebraten aus tiefen Gewässern. Anleitung zum Einsatz von qualitativen und quantitativen Sammlern und Besiedlungskörpern.)
- DIN EN ISO 8689-1 (Biologische Klassifizierung von Flüssen. Teil 1: Richtlinie zur Interpretation von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Invertebraten in Fließgewässern.)
- DIN EN ISO 8689-2 (Biologische Klassifizierung von Flüssen. Teil 2: Richtlinie zur Darstellung von biologischen Beschaffenheitsdaten aus Untersuchungen von benthischen Invertebraten in Fließgewässern.)
- DIN EN 14996 (Wasserbeschaffenheit – Anleitung zur Qualitätssicherung biologischer und ökologischer Untersuchungsverfahren in der aquatischen Umwelt.)
- EN 15196: 2006 CEN/TC 230 - Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Probenahme und Behandlung von Exuvien von Chironomidae-Larven (Diptera) zur ökologischen Untersuchung Anwendungsbereich
- In Erarbeitung: CEN/WG2/TG1N72 Water quality – Guidance standard for surveying of benthic macroinvertebrates in lentic waters.

EU-WRRL

- MEIER, C., HAASE, P., ROLAUFFS, P., SCHINDEHÜTTE, K., SCHÖLL, F., SUNDERMANN, F. & HERING, D (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie- Stand Mai 2006.
- MEIER, C., BÖHMER, J., BISS, R., FELD, C., HAASE, P., LORENZ, A., RAWER-JOST, C., ROLAUFFS, P., SCHINDEHÜTTE, K., SCHÖLL, F., SUNDERMANN, A., ZENKER, A. & HERING, D. (2006): Weiterentwicklung und Anpassung des nationalen Bewertungssystems für das Makrozoobenthos an neue internationale Vorgaben im Auftrag des Umweltbundesamtes; Essen, März 2006.

- SCHÖLL, F., HAYBACH, A. & KÖNIG, B. (2005): Das erweiterte Potamontypieverfahren zur ökologischen Bewertung von Bundeswasserstraßen (Fließgewässertypen 10 und 20: Kies und sandgeprägte Ströme, Qualitätskomponente Makrozoobenthos) nach Maßgabe der EG Wasserrahmenrichtlinie. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 49: 234-247.
- BAIER, B., RAWER-JOST, C. & A. ZENKER, A.: Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren für Makrozoobenthos in stehenden Gewässern im Auftrag der LAWA; Stuttgart 2005.
- ZENKER, A., BAIER, B. & BÖHMER, J.: Feinabstimmung des Bewertungsverfahrens für Makrozoobenthos in stehenden Gewässern im Auftrag der LAWA; Stuttgart 2006.
- BÖHMER, J., ZENKER, A. & BAIER, B.: Probenahmen in Baggerseen des Landes Hessen zur Entwicklung einer EU-konformen Makrozoobenthosbewertung. Im Auftrag des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie, Stuttgart 2006.
- LAWA-AO RaKon Monitoring Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier III, Untersuchungsverfahren für biologische Qualitätskomponenten. Entwurf 2.1, Stand 22.11.2006.

2.6.6.4 Zeitpunkt der Probenahme und Anzahl der Proben

Grundsätzlich können, abgesehen von extremen Witterungsereignissen (Hochwasser, extremes Niedrigwasser, Zufrieren) sowie von gewässeraufwärts stattfindender Unterhaltungs- oder sonstiger Bauarbeiten, Invertebraten ganzjährig beprobt werden. In Abhängigkeit von dem Gewässertypus sowie dem Zweck der Probenahme werden jedoch, beispielsweise um die Emergenzzeiten von Insektenlarven zu berücksichtigen, verschiedene, besonders günstige Zeiträume empfohlen. So werden von PREISSNER (1992) beispielsweise für Eintagsfliegen die Monate Mai, Juli/August sowie September/Oktober und für Köcherfliegen April, Juni, August und Oktober als besonders geeignet erachtet. Daher ist ein Vergleich von Proben, welche zu verschiedenen Jahreszeiten gewonnen wurden, nur eingeschränkt möglich. Engere Probenintervalle bedürfen Erhebungen im Rahmen eines Monitorings, als Bestandteil von Forschungsvorhaben, von behördlich festgesetzten Beweissicherungsprogrammen (vgl. REUSCH 1995) oder im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen. Unter dem Aspekt eines optimalen Aufwand-/Ertragsverhältnisses erscheinen deutlich geringere Untersuchungsfrequenzen sinnvoll: Mittel-, Hochgebirgsbäche: mind. 2x, Tieflandbäche: 3-4x (FINCK *et al.* 1992, HOLM 1989). Für Überblicksverfahren wie dem Aqem-/Star-Verfahren (MHS-Sampling) oder Asterics (PERLODES), dessen Anwendung gefordert werden z.B. im Rahmen der Überwachungsmuster der WRRL oder in den Nebenbestimmungen wasserrechtlicher Erlaubnisbescheide über die Einleitung von Abwasser, wird unter Berücksichtigung verfahrensinterner Vorgaben zu geeigneten Probenahmemonaten i.d.R. jährlich nur eine Aufsammlung erforderlich (vgl. MEIER *et al.* 2006) sein.

▪ Fließgewässer

- *Bestimmung der Biologischen Gewässergüte gemäß der DIN 38410*

Das Verfahren ist ganzjährig anwendbar. Der Zeitpunkt richtet sich nach dem zu untersuchenden Gewässertypus (s.u.). Nach stärkeren Hochwasserereignissen darf für einige Wochen keine Biologische Gewässergüte ermittelt werden, da z.B. von

gewässeraufwärts oder von Seitengewässern aus gebietsfremde Arten abdriften können. Auf Empfehlungen oder Vorschriften bezüglich der Probenanzahl wurde verzichtet.

- *Erfassung von benthischen Invertebraten gemäß den Anforderungen der EU-WRRL (modifiziertes PERLODES Verfahren)*

Gemäß des „Methodischen Handbuchs Fließgewässerbewertung“ (Meier *et al.* 2006) orientiert sich der Probenahmezeitpunkt an der Einzugsgebietsgröße des Gewässers. Demnach sind Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet von 10 - 100 km² von Februar bis April, größere Fließgewässer (100 - 10.000 km²) von Mai bis Juli zu beproben. Allgemein sind Probenahmen im Tiefland und Mittelgebirge zwischen Februar und August, in den Alpen sowie dem Alpenvorland zwischen Februar und Mai möglich. Für dauertrübe und/oder nicht durchwatbare Fließgewässer können drei Verfahrensvarianten unter Verwendung von Benthoskescher, Bodengreifer, Kastenstecher oder Dredge angewendet werden. Allen Verfahrensvarianten gemein ist, dass 20 repräsentative Flächenäquivalente auf Grundlage einer (soweit möglich) durchgeführten Substratkartierung erfasst werden. Abweichend hiervon werden bei dem Probenahmeverfahren an Bundeswasserstrassen (SCHÖLL *et al.* 2005) mindestens 8 quantitative Proben mit einheitlichem Flächenbezug unter Zuhilfenahme derjenigen Methodik gewonnen, mit welcher bereits seit Jahrzehnten die Benthischen Invertebraten dort erfasst wurden.

- *Erfassung von benthischen Invertebraten gemäß des BWK M3 / BWK M7*

Empfohlen wird eine einmalige Beprobung im Frühjahr oder Herbst, wobei ein Mindestabstand von 14 Tagen nach einem Entlastungsereignisses einer Niederschlagswassereinleitung (NSW) zu beachten ist. Es werden 2 Fließgewässerabschnitte, oberhalb (Referenzstelle) und unterhalb jeder NSW gelegen, derart ausgewählt, dass die durch die NSW bewirkten Veränderungen möglichst isoliert erfasst werden können. Während die Referenzstelle möglichst nahe der NSW auszuwählen ist, muss für die unterhalb gelegene Kontrollstelle ein Abstand eingehalten werden, der sich grob aus der Wurzel der Gewässerbreite multipliziert mit 30 ermitteln lässt. Zur Identifikation sonstiger unvermeidbarer Einflussfaktoren kann die Beprobung weiterer Gewässerabschnitte erforderlich sein. In dem Ende 2008 erschienenen BWK M7 wird als geeignetes Bewertungsverfahren für die sog. "detaillierte biologische Nachweisführung" das oben skizzierte PERLODES-Verfahren als geeignet vorgeschlagen.

- *Erfassung von benthischen Invertebraten zwecks naturschutzfachlicher Bestandsaufnahmen*

Da im Rahmen naturschutzfachlicher Bestandsaufnahmen eine möglichst weit reichende Erfassung des Arteninventars sowie der Nachweis von gefährdeten Tierarten im Vordergrund stehen, ist es sinnvoll, mindestens zwei Probenahmen (eine im Frühjahr (März/April) und je nach Gewässertypus eine im Sommer (Juni/Juli)) durchzuführen, um den Entwicklungszyklen der zahlreichen Organismengruppen gerecht zu werden. Eine effektive Ergänzung stellen parallel durchgeführte Besammlungen der Imaginalstadien dar. Die Anzahl der Probenahmestellen richtet sich stärker als bei formalisierten Verfahren nach der taxonomischen Diversität sowie der Naturnähe des Gewässers. Im Rahmen von beweissichernden Verfahren sind monatliche Aufnahmen mittels MHS-Verfahren über mindestens einen vollständigen Jahreszyklus empfehlenswert.

▪ Stehende Gewässer

- *Erfassung von benthischen Invertebraten gemäß den Anforderungen der EU-WRRL*

In dem von ZENKER *et al.* (2006) entwickelten Verfahren wird angegeben:

- Eine Probenahme bevorzugt im Frühjahr oder optional im Herbst
- Beprobung eigenständiger Teilbecken (Sublitoralproben)
 - 8 Probestellen bei Seen < 500 ha, 12 Probestellen bei Seen > 500 ha
- Von BÖHMER *et al.* (2006) wurde eine auf künstliche Stillgewässer angepasste Verfahrensmodifikation entwickelt. Diese befindet sich aktuell noch in der Validierungsphase. Empfohlen wird dort die Beprobung des Eulitorals mit mindestens 6 repräsentativen Teilproben von März bis April.

2.6.6.5 Probenahmeausrüstung

Je nach Zielsetzung der Erfassung von benthischen Invertebraten und dem Gewässertypus können folgende Geräte zum Einsatz kommen:

Hand- oder Stabnetz (Maschenweiten 250 µm bis 750 µm; Mindesttiefe 40 cm), Siebe oder Stecher (für feine Körnungen), Pfahlkratzer (quantitative Erfassung an glatten Flächen und Makrophyten), Netzkombination nach Thienemann (für Makrophyten), Shovel-Sampler (qualitativ), Surber-Sampler (quantitativ), Dredgen (tiefe Fließgewässer), Bodengreifer (Ekman-Birge-Greifer, Van Veen-Greifer, Ponar-Greifer, Peterson-Greifer, Polypgreifer), Air-Lift-Sampler, Bodensauger, Taucherglocke (auf Spezialschiffen), künstliche Substrate, Basket-Sampler o.ä. für experimentelle Langzeitexpositionen.

2.6.6.6 Verfahren / Methoden zur Untersuchung von benthischen Invertebraten

- *Zeitsammelverfahren*

Bei der Anwendung von Zeitsammelmethoden steht weniger die Bezugsfläche, sondern die Bezugszeit im Vordergrund. Zeitsammelmethoden sind in einer Vielzahl von Probenahmeverfahren integriert, wobei prinzipiell zwei Verfahrensweisen unterschieden werden können: Probenahme über eine exakt definierte Zeitdauer oder Probenahme solange, bis, z.B. in zwei aufeinanderfolgenden Teilproben keine weiteren Taxa erkannt werden können.

- *Bestimmung der Biologischen Gewässergüte gemäß der DIN 38410*

Die DIN 38410 in der Fassung vom Oktober 2004 schreibt keine einheitliche Probenahmemethodik (z.B. Zeitsammelmethode, qualitative oder halbquantitative Erfassung) vor. Entscheidend ist, dass „die Proben derart genommen werden, dass Angaben zur Abundanz oder zur Abundanzziffer der Taxa möglich sind.“ Zur Abundanzeinschätzung werden Richtwerte angegeben. Entscheidend ist eine repräsentative Erfassung der vorliegenden Substrate, welche ein Flächenanteil von mind. 5% einnehmen. Transport, Fixierung und Konservierung der Benthosproben werden in der DIN 38410 detailliert beschrieben. Die Maschenweite des Sammelgerätes darf 0,5 mm nicht überschreiten. Auswertungen erfolgen getrennt für einen Makro- und Mikroindex. Neu an der aktuell gültigen Fassung der DIN 38410 gegenüber früheren Versionen ist die „Leitbild-Orientierung“ der Bewertung, d.h.

die LAWA-Fließgewässertypen haben jetzt gewässertyp-spezifische Klassengrenzen der Gewässergüte.

- *Multi-Habitat-Sampling nach MEIER et al. (2006)*

Grundzüge des von Meier *et al.* (2006) detailliert beschriebenen Verfahrens sind:

- Repräsentative Auswahl von i.d.R. 20 Teilproben (Multi-Habitat-Sampling) auf Grundlage einer formalisierten Substratkartierung
- Standardisierte Probenahmegeräte
- Entweder Lebendsortierung im Gelände oder Herstellung von Unterproben im Labor gemäß einheitlicher Vorgehensweisen
- Bestimmung der aussortierten Organismen auf Grundlage einer Operationellen Taxaliste
- Standardisierte Ermittlung der ökologischen Qualität von Fließgewässern (ASTERICS, PERLODES) unter Verwendung multimetrischer Bewertungsmodule in Anlehnung an die Vorgaben der EU-WRRL

Für dauertrübe und/oder nicht durchwatbare Fließgewässer sowie für die Bundeswasserstrassen sind verschiedene Verfahrensvarianten (s.o.) entwickelt worden: Ziel ist hier, ein vergleichbares Probenvolumen wie bei Anwendung der Multi-Habitat-Sampling-Methode zu erreichen.

- *Erfassung von benthischen Invertebraten in stehenden Gewässern gemäß den Anforderungen der EU-WRRL*

Das von ZENKER *et al.* (2006) entwickelte Verfahren ist anwendbar auf die nach MATHES *et al.* (2002) häufigsten natürlichen Stehgewässertypen. Noch nicht anwendbar ist dieses auf die 4 Seentypen der Alpen/Voralpen sowie die natürlichen Seen der Mittelgebirge und die Flusseen des Tieflandes. Für künstliche Seen ist ein erster Methodenentwurf von BÖHMER *et al.* (2006) entwickelt worden. Grundzüge des zuerst genannten Verfahrens sind:

- Beprobung eigenständiger Teilbecken (Sublitoralproben) in einer von der Gewässergröße abhängigen Anzahl an Sektoren
- Auswahl der Probenahmegeräte in Abhängigkeit von der Sedimentbeschaffenheit (Ekman-Birge-Greifer, Ponar-Greifer oder Limno-Stecher)
- Probenaufbereitung gemäß Arthur's Methode (FAUST *et al.* 1938), keine Probenfraktionierung oder Probenteilung
- Determination der Organismen gemäß der Operationellen Taxaliste (s.o.)
- EDV-gestütztes Auswertungsmodul LACCESS unter Verwendung von gewässertypspezifischen Multimetrischen Indices gemäß den Vorgaben der EU-WRRL

Methoden

- Flotationsmethoden

Für qualitative Untersuchungen in fließenden Gewässern wird ein (Stab)netz aus grober Planktongaze und viereckiger Öffnung in die Strömung gestellt und in Abhängigkeit von der Gewässertiefe per Hand oder Fuß Sediment aufgewirbelt. Die zuerst von HYNES (1961)

beschriebene „Kicking-Technik“ baut hierauf auf und stellt zusätzlich einen Flächen- und Zeitbezug her. Insbesondere kleinere, fest an Hartsubstraten festsitzende Organismen werden mit dieser Methode jedoch nicht erfasst.

- Dredgen und Bodengreifer

Insbesondere an größeren oder tiefen Gewässern ist die Gewinnung von Benthischen Invertebratenproben mit einem wesentlich größeren materiellen, zeitlichen und personellen Aufwand verbunden. V.a. in Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit und den Substratverhältnissen sind eine Vielzahl an Dredgen und Bodengreifer entwickelt worden (s.o.), welche i.d.R. von einem (Motor)Boot aus zum Einsatz kommen. Detaillierte Beschreibungen finden sich u.a. in der DIN EN ISO 9391 sowie bei SCHWOERBEL (1994) oder TÜMLING & FRIEDRICH (1999).

- Spezielle Methoden

Die nachfolgend aufgelisteten Untersuchungsmethoden finden überwiegend Ihre Anwendung im Bereich der Grundlagenforschung und spielen bei öffentlichen oder privaten Aufträgen sowie auch für behördliche Überwachungsprogramme eine untergeordnete Rolle.

- Erfassung des Hyporheons

Die Erfassung derjenigen Organismen, welche sich in der Grenzzone zwischen Grund- und Flusswasser aufhalten, kann mittels folgender Methoden erfolgen: Chappuis-Grabung, perforierte Schlagrohre, Einsatz von in Röhren exponierter Sedimente.

- Ermittlung der organismischen Drift

Beispielsweise zur Erfassung diurnaler Driftrhythmen, im Zusammenhang mit ökosystemaren Betrachtungen, autökologischen Studien oder der Quantifizierung anthropogener Störungen kann die organische Drift unter Zuhilfenahme fest arretierter Planktonnetze oder mit Röhrensammlern bzw. Pumpen erfasst und quantifiziert werden.

- Exposition von Substraten

Insbesondere an größeren Flüssen finden in der Praxis auch Methoden Anwendung, im Rahmen derer künstliche Substrate im Gewässer exponiert werden (z.B. Basket-Sampler, Multiplate-Sampler oder die von der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO) entwickelte Standard Colonization Unit).

- Fang von Insektenimagines

Ogleich mehrere Insektengattungen, welche eine merolimnische Lebensweise besitzen, sicher oft nur über die Determination der Imagines anzusprechen sind, bleibt diese Nachweismethode bislang überwiegend universitären Forschungsprojekten vorbehalten. Möglich sind hier ein qualitatives „Abkeschern“ der Ufervegetation oder auch die Verwendung quantitativer Methoden (Fangtrichter, Emergenzhäuser). Ist die Fragestellung mehr auf Chironomiden bezogen: hier existiert eine CEN-Norm für den Fang von deren Exuvien (EN 15196:2006 CEN/TC 230).

2.6.6.7 Grundleistungen

Die Leistungen beinhalten: Probenahme inklusive Vorbereitung, Determination vor Ort und im Labor, verfahrenstechnische Auswertung der Rohdaten (z.B. Berechnung des Saprobienindex, tabellarische Taxalisten, Berechnungen mittels spezieller Softwarelösungen).

2.6.6.8 Besondere Leistungen

Für die Erstellung eines die Ergebnisse kommentierenden Berichtes werden in Abhängigkeit von der Komplexität der vorliegenden Auswertungen 15 – 35% des o.g. Zeitaufwandes, mindestens jedoch 0,5 Stunden (Limnologe) veranschlagt. An- und Abfahrtszeit werden gesondert (nach Punkt 4) berechnet. Die oben als spezielle Methoden aufgeführten Probenahmetechniken erfordern teilweise einen weitaus größeren materiellen, personellen sowie zeitlichen Aufwand, als hier dargestellt. Da der Zeitbedarf je nach Fragestellung sehr stark variieren kann, wird in diesen Fällen eine individuelle Aufwandsermittlung unumgänglich. Ein Bootseinsatz wird in diesem Kontext gesondert abgerechnet, als Minimum für ein nicht motorisiertes Schlauchboot auf kleinen Gewässern werden 150 € pro Tag berechnet. Ähnliches gilt für die Erstellung von Fachgutachten unter Einbeziehung von Fremddatenmaterial oder ausführliche Erläuterungen der Ergebnisse multimetrischer Bewertungsmodule im Sinne der EU-WRRL inkl. ggf. der Formulierung von Vorschlägen zur Maßnahmenplanung. Ebenso gesondert abgerechnet werden müssen die üblichen Nebenkostenposten sowie eventuelle Ortstermine, Präsentationen o.ä.

Tab. 16: Zeitaufwand für Erfassung und Analyse von benthischer wirbelloser Fauna nach WRRL in Seen und Flüssen

Zeitaufwand Probenahme [min] pro 1 Person	
See – WRRL – gute Zugänglichkeit	40-180
– erschwerte Zugänglichkeit	60-270
– sehr erschwerte Zugänglichkeit	90-360
Fluss – WRRL – gute Zugänglichkeit	20-150
– erschwerte Zugänglichkeit	30-210
– sehr erschwerte Zugänglichkeit	45-300

Zeitaufwandspunkte Erfassung + Bestimmung ggf. Präparation + Auswertung der Rohdaten	
Fluss – Fließgewässer – benthische wirbellose Fauna	
1	strukturarmes Gewässer
2	relative Strukturvielfalt
3	struktureiches Gewässer
1	qualitative Erfassung dominanter Taxa
3	Abundanzschätzung (vgl. zur DIN 38410)
6	Angabe klassierter Individuenzahlen (vgl. mit PERLODES)
9	quantitative Erfassung der Taxa
1	Determinationsaufwand unterhalb der Taxaliste der DIN 38410
4	Determinationsaufwand vergleichbar zur Erfassungen gemäß der DIN 38410
6	Determinationsaufwand vergleichbar zur Erfassungen gemäß der modifizierten PERLODES-Methode
9	Derminationsaufwand weitestgehend auf Artniveau bei quantitativen Proben

Seen – stehende Gewässer – benthische wirbellose Fauna	
1	strukturarmes Gewässer
2	relative Strukturvielfalt
3	struktureiches Gewässer
1	Teilprobenanzahl 6-7
3	Teilprobenanzahl 8
9	Teilprobenanzahl 12
1	Erfassung des Sublitorals mit Unterprobenahme
6	Erfassung des Eulitorals
12	Erfassung des Sublitorals

Ermittlung des Zeitaufwandes ohne Probenahme	
Punkte	Minuten
See – WRRL	
3 – 7	60-180
8 – 12	180-300
13 – 24	360-960
Fluss – WRRL	
3 – 10	30-150
11 – 18	180-300
19 – 21	360-960

2.6.7 Ichthyofauna

2.6.7.1 Allgemeine Angaben

Die quantitative Erfassung der Fischfauna mit Hilfe von Elektrofischereigeräten, Netzen, Echolotbefahrungen und anderen Methoden sind nur z.T. genormte Arbeitsverfahren. Die im Leistungsbild aufgeführten Grundlagen orientieren sich überwiegend an den zurzeit genormten Methoden und Standards in der Fischbestandserhebung. Die Auswahl der Methodik richtet sich immer nach den fischereibiologischen Fragestellungen.

Die wichtigsten Anwendungsbereiche sind:

Bestandsschätzungen, Gewässermonitoring, Befischungen als Erfolgskontrolle nach Sanierungsmaßnahmen, Arten- und Biotopschutz, Wanderaktivität, Habitatansprüche, fischereiliche Bonitierung, Bestimmung des Wachstums und der Nahrungszusammensetzung, Schadensbemessung durch Beifang der kommerziellen Fischerei etc.

2.6.7.2 Methoden zur Untersuchung der Ichthyozönose

- DIN EN 14011: Probenahme von Fisch mittels Elektrizität
- DIN EN 14757: Probenahme von Fisch mit Gill (Kiemen-) netzen
- Untersuchung der Reproduktion bei Fischbeständen mittels Uferzugnetzbefischung mit Brutfischnetzen
- Untersuchung der Fischbestandsdichte mittels vertikaler/horizontaler Split-Beam-Echolotung (EIFAC- AK und CEN- Entwurf für Methodenstandard)
- Langleinenbefischungen
- Reusenbefischungen
- Markierungsverfahren (Genehmigungsverfahren unbedingt im jeweiligen Bundesland klären)
- Untersuchungen an Fischen (Gesundheitsstatus, genetische Verwandtschaftsbeziehungen, Schadstoff-Monitoring)

Weitere Fragestellungen sind möglich, werden aber im Rahmen dieses Entwurfes nicht behandelt.

Fische entziehen sich durch ihre submerse Lebensweise, die hohe zeitliche und räumliche Varianz in der Nutzung der Habitate und die große Variabilität der Gewässer einer einfachen Bestimmung der Bestandszusammensetzung und absoluten Bestandshöhe. Fragen des Bestandswachstums sind ebenfalls regelmäßig bei fischökologischen und fischereiwirtschaftlichen Untersuchungen methodisch schwer erfassbar. Nur in wenigen Fällen können limnologische Fragen im Hinblick auf die Fischfauna ohne Kombination einzelner Untersuchungsmethoden geklärt werden. Kleine Gewässer sind hierbei regelmäßig einfacher zu handhaben als große, Fließgewässer einfacher als Stillgewässer. Jede der genormten Methoden hat ihre Stärken in bestimmten Gewässern, aber auch ihre Grenzen.

2.6.7.3 Mögliche Untersuchungsfragen sind

- Fischbestandserhebung (quantitative Ergebnisse gefordert) in ungestörten Gewässern zur Bewirtschaftungsplanung (Ernährung, Reproduktion, untergeordnet: Leitbildentsprechung)
- Fischbestandserhebung (quantitative Ergebnisse gefordert) nach Schadensfällen, Ertragswertbestimmung
- Fischbestandsmonitoring (qualitative Ergebnisse gefordert) in Gewässersystemen (EU-WRRL) mit Zielrichtung Artenschutz, Schutzgebietsausweisung, qualitative Bewertung
- Bewertung des Fischbestandes zur ökologischen Klassifizierung von Fließgewässern im Hinblick auf die EU-WRRL
- Habitatuntersuchung über Fischbestandserhebung mit Zielrichtung Biotopqualität, Renaturierungsplanung, qualitative Untersuchung

2.6.7.4 Gewässer, für die sich die Fragestellungen ergeben können

Diese sollen hier ebenfalls grob klassifiziert werden:

- Fließgewässer²
 - Bäche mit Mittelwasserabfluss (MQ) < 1 m³/s, Breite bis 5 m, max. Tiefe 1 m (1 E-Fischer, 1 Helfer Minimum)
 - Kleiner Fluss (MQ) 1 bis 10 m³/s, Breite bis 10 m, max. Tiefe 2 m (2 E-Fischer, 2 Helfer Minimum)
 - Mittlgrößer Fluss MQ < 50 m³/s, Breite bis 30 m, max. Tiefe > 2 m (Bootsfischerei)
 - Großer Fluss MQ < 100 m³/s, Breite bis 100 m, max. Tiefe > 2 m (Bootsfischerei, zusätzliche Methoden)
 - Strom MQ > 100 m³/s, Breite > 100 m, max. Tiefe > 2 m (Immer individuelle Untersuchungsplanung erforderlich)
- Stillgewässer
 - Ablassbare Teiche < 1,5 m Tiefe bis 1 ha
 - Ablassbare Gewässer 1,5 – 3 m Tiefe > 1 ha
 - Größere Stillgewässer
 - < 50 ha
 - 51 – 300 ha
 - 301 – 2.000 ha
 - 2.001 – 5.000 ha

² Definition Fließgewässertypen aus: VDFF (2000): Fischereiliche Untersuchungsmethoden in Fließgewässern, S. 8

Der Planung des Methodeneinsatzes bzw. der Methodenkombination kommt daher bei der Untersuchung des Fischbestandes in Gewässern besondere Bedeutung zu und muss als eigener Leistungsbestandteil verstanden werden. Auftraggeber sollten, sofern sie selbst nicht fachkundig sind, die Zielstellung formulieren und die Erarbeitung des Untersuchungskonzeptes, das als Grundlage einer Ausschreibung dient, als kleinen, selbstständigen Auftrag an eine kompetente Institution vergeben.

2.6.7.5 Beispiele zum sinnvollen Einsatz der beschriebenen Untersuchungsverfahren

- Bewirtschaftungsplanung an großer Talsperre (800 ha):
 - Elektrobefischung Uferzonen, 20% der Uferlänge (50 km Gesamtumfang, 10 km Beprobungsstrecken, 20 Stück à 500 m, Bootsfischerei, Flächen- oder Streifenanode, 4 Personen, 3 Tage. Ziel: Erfassung der benthischen und ufernahen Arten: Aal, Hecht, Quappe, Wels, Schleie usw.) sowie Reproduktionsnachweise von Hecht, Wels und Quappe. Erfassung der befischten Fläche, Fischart, Fischgewicht und –länge, Angabe zur Fangeffizienz können durch Doppelbefischungen erfolgen, oder nach sachverständiger Schätzung (Expertenwissen). Pelagische Arten werden unterproportional (gar nicht) erfasst.
 - Multi-mesh-net Befischung: 8 Netznächte à 4 Netze (benthisch und pelagisch) ggf. zusätzliche Netze mit größerer Masche als Norm, Bootseinsatz, 6 Personen, 8 Tage und 2 Personen für 4 Tage Auswertung. Ziel: Fischbestandszusammensetzung, Kondition, Wachstum und Altersaufbau. Pelagische Arten werden überproportional erfasst.
 - Echolotbefahrung: 10 Transekten, 4 Wiederholungen, Nachtbefahrung. Bootseinsatz, 3 Personen, 4 Nächte und 2 Tage 1 Person Auswertung. Ziel: Quantifizierung der Fischbiomasse. Keine Erfassung benthischer Arten.
 - Uferzugnetzbefischung mit Brutfischnetz: je nach Uferhabitatausstattung ca. 1 Probestelle pro km Uferlänge, 2 Personen, 3 Tage und 2 Tage Auswertung 1 Person. Ziel: Reproduktionssituation
 - Quantitative Ermittlung der Ernährungssituation: 80 Probenahmestellen, 2 Termine, Bootseinsatz, 2 Personen 10 Tage und 2 Tage Auswertung 1 Person. Ziel: Quantifizierung Nahrungssituation durch quantitative Bestimmung der benthischen Biomasse in (Eckmann-Birge-Greifer, Dredge)
 - Fischbestandserhebung Bach Typ 5.1, bewatbar, (MQ = 2 m³/s) nach Fischsterben:
- Elektrobefischung 3 Personen, 4 x 300 m, 5 Stunden, Auswertung 2 Stunden 1 Person, Erfassung der befischten Fläche, Fischart, Fischgewicht und –länge, Angabe zur Fangeffizienz durch Doppelbefischungen. Ziel: Quantitative Angabe zum Fischbestandsverlust (Masse, Bestandszusammensetzung) pro Fläche.

2.6.7.6 Standardmethode Elektrofischung

- **Zeitpunkt und Anzahl der Probenahmen**

Der Zeitpunkt und die Anzahl der Probenahmen richten sich nach den Untersuchungsinhalten, d.h. nach der Maßstäblichkeit der Bearbeitung. Die Möglichkeit einzelne Leitfischarten nachzuweisen ist abhängig von der Jahreszeit, der Laichzeit, dem Wasserstand, den Witterungsbedingungen und letztlich von der Methodik. Für naturschutzfachliche Bewertungen ist eine zwei- bis dreimalige Befischung pro Jahr an repräsentativen Gewässerbereichen erforderlich (Frühjahr, Sommer, Winter). Optimal sind zwei Befischungen pro Jahr. An Fließgewässern muss mindestens eine Strecke von 200 – 500 m befischt werden. Mehrfache Befischungen derselben Probenahmestelle in kurzen Zeitabständen sind aus tierschutzrechtlichen Erwägungen fragwürdig. Allerdings kann eine mehrfache Abfischung mit Absperrung des befischten Gewässerteils als Methode der Bestandserfassung erforderlich werden.

- **Anzahl der Probestellen**

Die Anzahl der Probestellen richtet sich nach der jeweiligen Fragestellung. Sie muss repräsentative Biotope entsprechend den hydrogeomorphologischen Eigenschaften der Gewässer erfassen. So sollten ober- und unterhalb markanter Punkte im Fließgewässer (Sohlenabstürze, Wehre, Brücken) Probestellen eingeplant werden. Eine allgemeine Vorgabe über die Anzahl der Probestellen ist nicht möglich. Für die Bewertung nachspeziellen Verfahren (fiBS) werden jedoch bestimmte Mindestanforderungen formuliert hinsichtlich des erforderlichen Gesamtfanges und der Mindestbefischungsstrecken.

- **Geräte und Personeneinsatz**

Der Geräte- und Personalaufwand richtet sich nach der Größe und der Struktur des Gewässers sowie nach der Zugänglichkeit am Gewässer. Gesetzlich vorgeschrieben ist mindestens eine zusätzliche Person beim Elektrofischen. Diese Punkte sind der Einfachheit halber bei der Festlegung des Zeitaufwandes mit berücksichtigt worden.

- **Zeitaufwandsbestimmung Elektrofischung**

Bis 4 Punkte in Fließgewässern: 2 Personen, über 4 Punkte: mindestens 4 Personen

Bis 3 Punkte in Stillgewässern: 3 Personen und 1 Bootseinsatz darüber mehr (s. Text)

Für Fließgewässer mit einem Abfluss von mehr als 20 m³/s (MQ) sollte die Tabelle nicht mehr angewendet werden. Hier ist der Zeitaufwand gesondert zu ermitteln.

Für Stillgewässer mit einer Fläche von mehr als 1 ha darf die Tabelle nicht mehr angewendet werden. Hier ist der Zeitaufwand gesondert zu ermitteln.

Tab. 17: Zeitaufwand für Bestimmung und Auswertung von Fischen nach WRRL in Seen und Flüssen

Zeitaufwandspunkte Bestimmung + Auswertung + ggf. Präparation	
Seen – stehende Gewässer – Ichthyofauna	
1	viele Zugangspunkte
3	einige Zugangspunkte
6	wenige Zugangspunkte
1	strukturarmes Ufer
3	mäßig strukturiertes Ufer
6	struktureiches Ufer

Fluss – Fließgewässer – Ichthyofauna	
1	Abfluss: MQ < 1.0 m ³ /s
3	Abfluss: MQ 1.0-10 m ³ /s
6	Abfluss: MQ > 10 m ³ /s
1	viele Zugangspunkte
3	einige Zugangspunkte
6	wenige Zugangspunkte
1	strukturarme Ufer
3	mäßig strukturiertes Ufer
6	struktureiches Ufer
1	strukturarme Sohle
3	mäßig strukturierte Sohle
6	struktureiche Sohle

Ermittlung des Zeitaufwandes ohne Probenahme				
Seen				
Punkte	Minuten (pro bis 0,1, 0,2, 0,5, 1 ha Seefläche)			
2 – 3	320 – 390	540 – 650	760 – 1430	1400 – 2720
4 – 7	390 – 450	650 – 760	910 – 1660	1680 – 3180
8 – 12	450 – 520	760 – 860	1060 – 1900	1970 – 3630
Fließgewässer				
Punkte	Minuten (pro bis 100, 200, 500, 1000 m Fließstrecke)			
4 – 7	160 – 320	240 – 480	320 – 960	560 – 1760
8 – 15	320 – 640	480 – 960	640 – 1920	1120 – 3520
16 – 24	640 – 1280	960 – 1920	1280 – 3840	2240 – 7040

- **Grundleistungen**

Die Leistungen beinhalten: Zeit- bzw. strecken- oder flächenbezogene Bestandsaufnahmen nach den gängigen Methoden zur Ermittlung der Fang-Aufwand-Relation (CPUE - Catch per unit of effort); Ermittlung von Zeit-Raum-Mustern, ein- bis zweimalige Befischungen zur Bestimmung der Populationsdichte etc.; Bestandsaufnahmen von Jungfischen durch Elektrobefischungen; Erstellung einer Artenliste mit Angaben der Häufigkeiten; Kurzbeschreibung der Probestellen.

An- und Abfahrtszeit wird gesondert (nach Punkt 4) berechnet. Bootseinsatz wird ebenfalls gesondert je nach Größe des benötigten Bootes berechnet.

Für die Erstellung eines kurzen Berichtes werden 25% des o.g. Zeitaufwandes, mindestens jedoch 1,5 Teamstunden veranschlagt.

2.6.7.7 **Standardmethode Multi-Mesh-Netzbefischung**

- **Anwendungsbereich**

Die Befischung von Gewässern zur Bestandserfassung mit Multi-Mesh-Gillnets eignet sich nur für größere Gewässer, vornehmlich Stillgewässer. Sie beruht auf einer Hochrechnung auf den Gesamtbestand an Fischen aus Standardfängen, die unter streng definierten Bedingungen erfolgen. Die Methode erlaubt mindestens Rückschlüsse auf die Zusammensetzung und maximal auf die Größe des Fischbestandes. Einzelne Fischarten werden methodenbedingt unterrepräsentiert gefangen. Die Methode wird in der Regel in Kombination mit anderen Methoden (Elektrobefischung in Flachwasserbereichen) anzuwenden sein. Fische, die in Kiemennetzen gefangen werden, sind in der Regel lethal geschädigt.

- **Zeitpunkt und Anzahl der Probenahmen**

In der DIN EN 14757: Probenahme von Fisch mit Gill (Kiemen-) netzen ist der erforderliche Umfang für die Netzbefischung exakt beschrieben. Aus vorliegenden Erfahrungen wird empfohlen, ein zusätzliches, gröberes Netzblatt anzuwenden, um hochrückige Fische repräsentativ mit erfassen zu können. Eine entsprechende Anpassung der Norm wird erwartet.

Die Leistung besteht darin, Netze abends zu setzen, morgens zu heben, die Fische zu bestimmen, zu vermessen und zu wiegen, die Netze ggf. instand zu setzen. Je nach Fischbestandsgröße, die hier mit der Trophie als Hilfsgröße korreliert wird, steigt der Aufwand für die Dokumentation (Art / Länge / Gewicht), insbesondere, wenn noch Fische für andere Untersuchungen asserviert werden müssen.

- **Anzahl der Probestellen**

Werden in der Norm geregelt. Die Anzahl der „Netznächte“ richtet sich nach der Gewässergröße. Eine Netznacht bedeutet ca. 10 Stunden Arbeitszeit, wobei die Fangdauer der Netze mit acht Stunden definiert ist. Die zwei weiteren Stunden beziehen sich auf Setzen und Heben der Netze und Fahrtzeit.

- **Geräte und Personeneinsatz**

Als Geräte kommen Spezialnetze zum Einsatz, die nur begrenzte Lebensdauer haben und daher bei einer Beauftragung in relevanter Größe mit in Rechnung gestellt werden müssen. Daneben ist für die Befischung regelmäßig ein Boot einzusetzen. Für die Kalkulation sind

Restriktionen hinsichtlich eines Bootseinsatzes auf dem Gewässer zu beachten und einzurechnen. Sollte Berufsschifffahrt auf dem Gewässer möglich sein, sind möglicherweise umfangreiche und aufwändige Abstimmungen notwendig.

Für durchschnittliche, mesotrophe Gewässer ohne Maränen kann ein Team, bestehend aus zwei Personen mit Boot und einer Hilfsperson für die Behandlung der Fische 10 Multi- Mesh-Netze handhaben. Sollte aufgrund der Gewässergröße der Einsatz von mehr als 10 Netzen pro Netznacht erforderlich werden, ist ein weiteres Team mit Boot erforderlich. Maränenseen oder eutrophe Gewässer erfordern grundsätzlich eine vierte Person und ggf. ein größeres Boot, um den Fang zu handhaben.

Bei der Methode ist zu bedenken, dass der Fang verwertet werden und der Fischereiberechtigte am Gewässer auf Fischertrag verzichten muss.

- **Zeitaufwandspunkte für Multi- Mesh- Gillnets- Befischung in Fließgewässern**
 - Erforderliche Netzzahl unter 10: 3 Personen (1800 Minuten), 1 Boot, 5% Anschaffungswert der Netze
 - Erforderliche Netzzahl bis 20: 6 Personen (3600 Minuten), 2 Boote, 5% Anschaffungswert der Netze
 - Erforderliche Netzzahl bis 30: 9 Personen (5400 Minuten), 3 Boote, 5% Anschaffungswert der Netze
- **Ermittlung der Zuschläge**

Tab. 18: Zuschläge für die Befischung von Seen in Abhängigkeit der Ertagskraft

Bezugswert	Zuschläge
< 10 mg P _i /m ^{3*}	0%
10 - 20 mg P _i /m ^{3*}	30 %
> 20 mg P _i /m ^{3*}	60 %
Maränensee	60 %

* Mittlere Jahreskonzentration Gesamt-P

Zuschläge beziehen sich auf die Größe des Fanges. In eutrophen Gewässern wird der Fischbestand größer sein, d.h. der Aufwand für die Handhabung des Fanges entsprechend groß. Als Maßstab für die zu erwartende Größe des Fanges und die damit zu erwartende Arbeitszeit wird die mittlere Phosphatkonzentration als Anhaltspunkt genommen. Der Zuschlag bezieht sich auf den Zeitaufwand.

- **Grundleistungen**

Die Leistungen beinhalten: Bestandsaufnahmen nach der Norm; Erstellung einer Artenliste mit Angaben der Häufigkeiten, Längen- und Gewichtsrelation.

An- und Abfahrtszeit wird gesondert (nach Punkt 4) berechnet. Für die Leistung sind Übernachtungen des Teams vor Ort erforderlich. Die Anzahl der Übernachtungen richtet sich nach der Anzahl der Netznächte. Bootseinsatz wird ebenfalls gesondert je nach Größe des benötigten Bootes berechnet.

Für die Erstellung eines Berichtes sind drei Arbeitstage à 8 Zeitstunden (1440 Minuten) zu veranschlagen.

Die Bewertung der Ergebnisse mit der Bewertungssoftware fiBS ³/ erfordert zusätzlich einen halben Tag à 4 Zeitstunden (240 Minuten).

2.6.7.8 **Besondere Leistungen**

Durch die Gewinnung umfangreichen Probenmaterials sind weitere Untersuchungen möglich. Wachstumsuntersuchungen, Untersuchungen zur Belastung der Fischpopulation mit Kontaminanten, genetische Untersuchungen und Ähnliches können angeschlossen werden. Aus den Daten können Hinweise zur Bewirtschaftung des Gewässers erarbeitet werden.

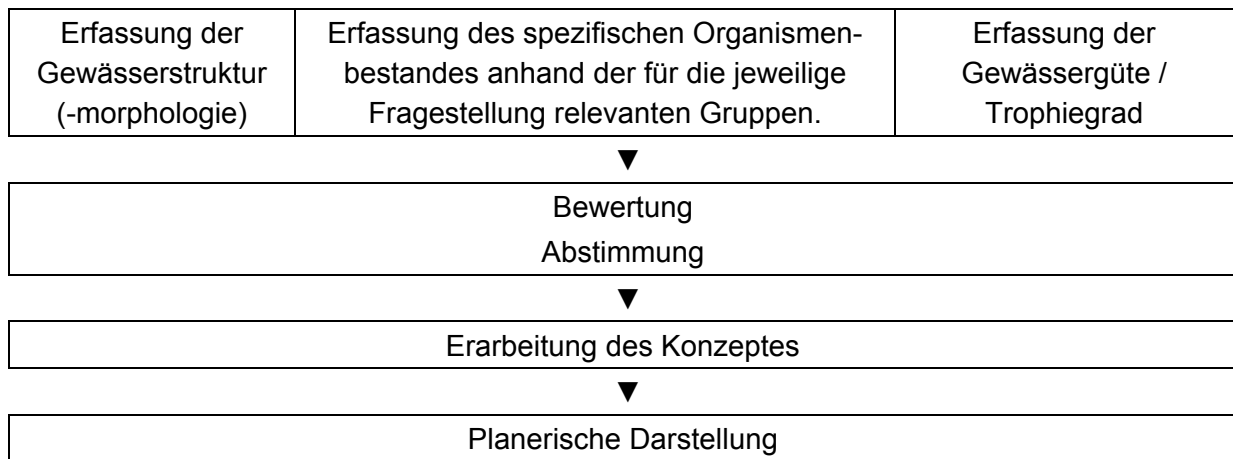
³ DUßLING, U., BLANK, S. (2007): fiBS Bewertungssoftware zur fischbasierten ökologischen Klassifizierung von Fließgewässern gemäß EU- WRRL in: <http://www.flussgebiete.nrw.de/Unterlagen/fiBS-Kurzbeschreibung.pdf> (geprüft: 16.08.2011).

3 Stellungnahmen und Gutachten

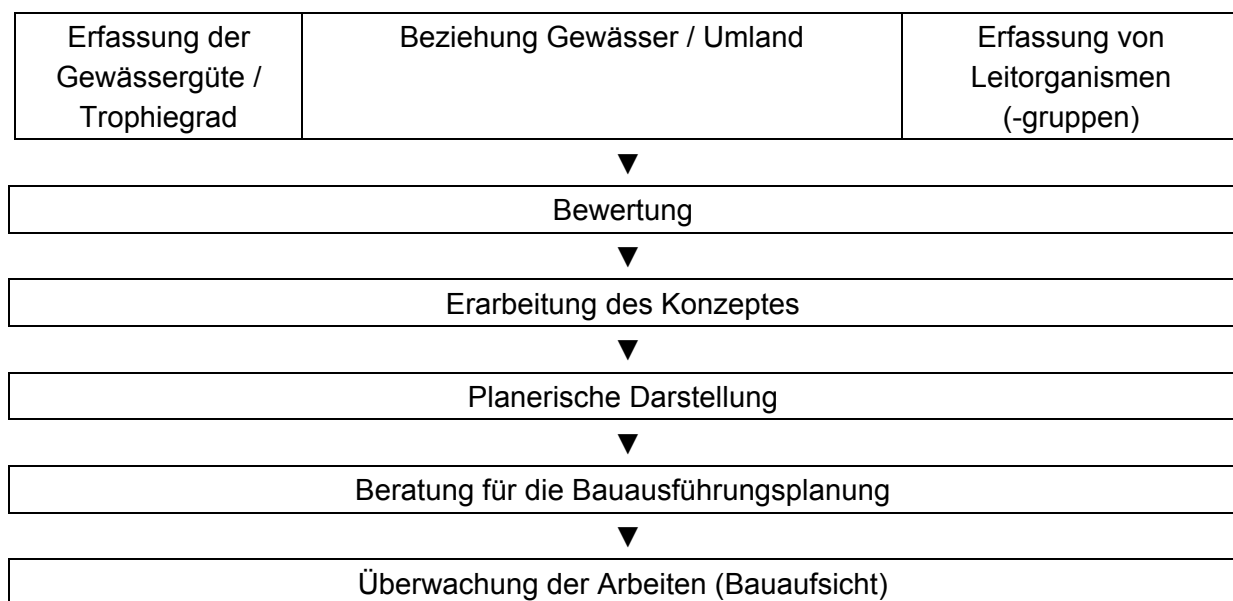
Stellungnahmen und Gutachten sind der letztendlich entscheidende Teil limnologischer Fachbeiträge. Aufgrund der Kenntnis des Gewässers, die sich durch die Probenahme und Begehungen des Gewässers ergeben, bietet es sich an, dass die Limnologen wesentlich an den konzeptionellen Arbeiten beteiligt werden.

Im Folgenden werden die häufigsten Aufgabenstellungen für Stellungnahmen und Gutachten aufgelistet.

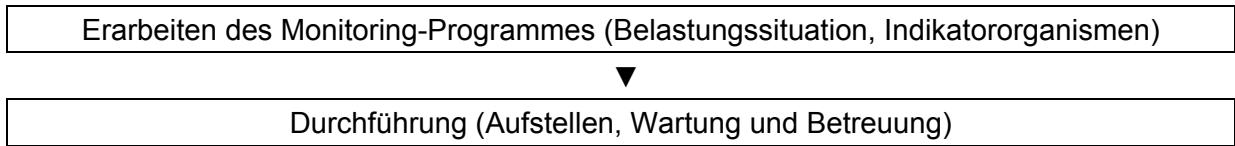
Aufstellung von Gewässerpflege- und Entwicklungsplänen sowie Unterhaltungsrahmenplänen



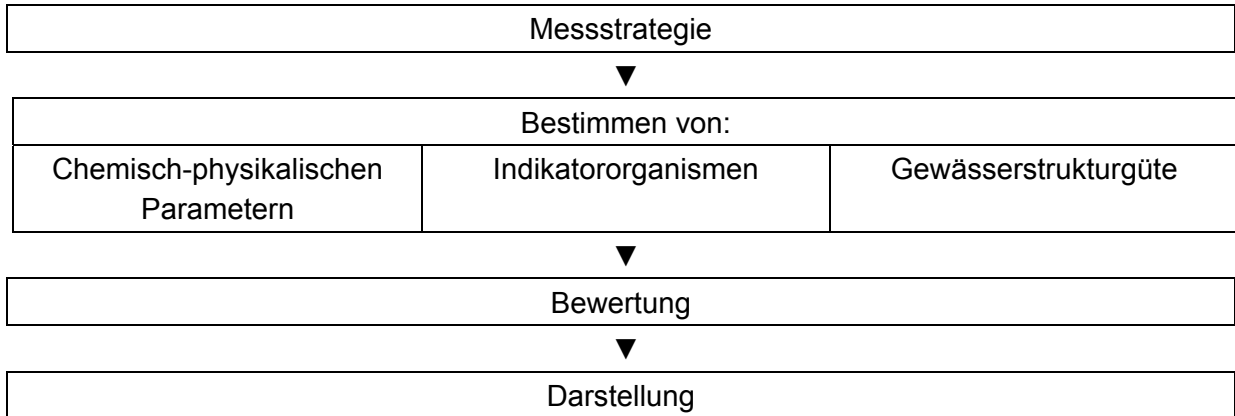
Sanierungskonzepte für Gewässer



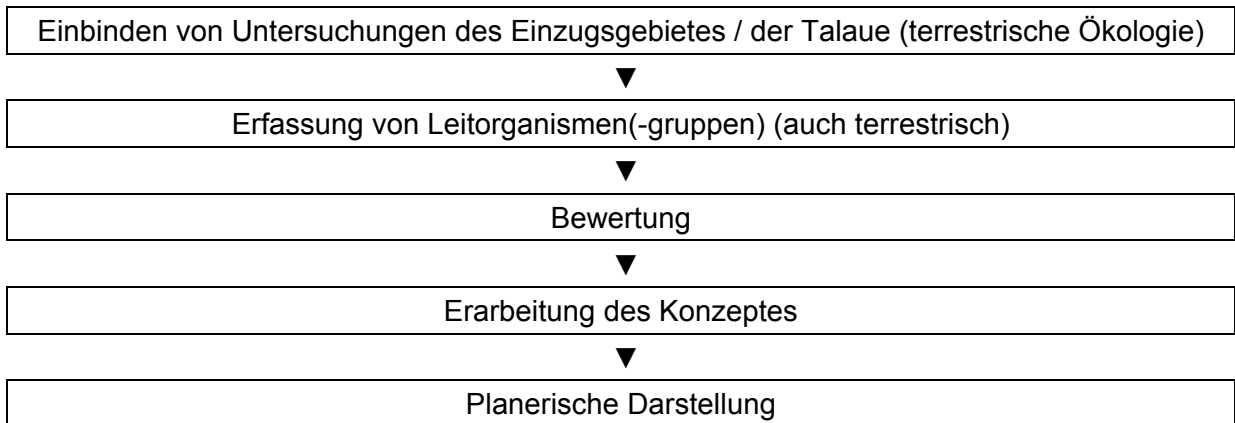
Gewässermonitoring / Effizienzkontrollen (chemisch, physikalisch, biologisch)



Gewässergütekarten / Gewässerstrukturgüte



Aufstellung von Fließ- und Stillgewässerschutzkonzepten



Forschung und Entwicklung

Pflanzenkläranlagen	Biologische Abwasser- reinigung	Naturnahe Umgestaltung
Stoffumsatzgeschehen	Energieumsatzgeschehen	Raumbedarf für bedrohte Arten

Sonstige planerische Leistungen

Limnologische Fachbeiträge zu:			
Umweltverträglichkeitsstudien	Landschaftsrahmenplänen	Landschaftsplänen, Landschaftspflegerischen Begleitplänen	Grünordnungsplänen

Artenhilfsprogramme für gefährdete Pflanzen und Tiere

Untersuchung der Bestände der betreffenden Arten



Aufzeigen der wichtigsten Gefährdungsursachen



Aufzeigen von Lösungsmöglichkeiten

Die Ermittlung des Honorars erfolgt nach Zeitaufwand, wobei Kap. 1.5 als Richtlinie dienen kann.

4 Selbstdarstellung der beteiligten Verbände

4.1 Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL)

Unser Ehrenmitglied Prof. Dr. H.J. Elster hat Limnologie mit einem schönen Ausdruck gekennzeichnet: „Sie ist die Lehre vom Leben *der* Binnengewässer“. Dem ist die DGL verpflichtet. Sie wurde 1984 gegründet als Zusammenschluss aller auf dem Gebiet der Limnologie und ihrer Anwendungsgebiete Tätigen. Wissenschaft und Praxis arbeiten eng zusammen. Die DGL hat zum Ziel, die Beachtung der ökologischen Zusammenhänge in Wasserwirtschaft und Gewässerschutz durchzusetzen.

Daher fördert und unterstützt die DGL

- die wissenschaftliche Erforschung der Binnengewässer
- die Ausbildung der Studierenden und des wissenschaftlichen Nachwuchses
- die Weiterbildung der Limnologen in der Berufspraxis
- die Zusammenarbeit zwischen Forschung, Lehre und Anwendung
- den Erfahrungsaustausch unter den Limnologen
- die Verbesserung des Schutzes der Gewässer als Bestandteil der menschlichen Umwelt und um ihrer selbst willen.

Dazu veranstaltet die DGL

- wissenschaftliche Jahrestagungen mit Schwerpunkten wie: Seen und Fließgewässer als Ökosysteme; anthropogene Gewässerbelastung; Ökotoxikologie; Management, Untersuchung, Bewertung und Bewirtschaftung von Gewässern
- Tagungen, Seminare und Workshops zu besonderen Themen
- Fortbildungsveranstaltungen.

Die DGL erarbeitet Empfehlungen

- für den Schutz und die ökosystemorientierte Bewirtschaftung von Gewässern
- für Inhalt und Umfang der Ausbildung und Weiterbildung der Limnologen.

Die DGL arbeitet zusammen

- mit der Internationalen Vereinigung für Limnologie
- mit Verbänden, Institutionen, Behörden und Gremien, die für die Gewässer und ihren Schutz tätig und verantwortlich sind.

Die DGL publiziert

- „Mitteilungen“ mit aktuellen Informationen und Angelegenheiten der Gesellschaft sowie Berichte und Stellungnahmen zur Situation der Limnologie und des Gewässerschutzes
- Tagungsbände mit erweiterten Zusammenfassungen der Vorträge und Poster von den Jahrestagungen
- Empfehlungen zu Maßnahmen im Gewässerschutz.

Der Bezug ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

- Ergebnisse von Sonderveranstaltungen und Projekten in Zusammenarbeit mit anderen Fachverbänden.
- Die Schriftenreihe „Limnologie aktuell“ und die Zeitschrift „Limnologica“ des Gustav Fischer Verlag erscheinen in Kooperation mit der DGL.

Die DGL-Mitglieder erhalten wesentliche Rabatte.

Mitglieder sind

- Limnologen in Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Dienststellen der Wasserwirtschaft und des Umweltschutzes, in Verbänden und Organisationen der Wasserversorgung, der Gewässerreinigung und des Gewässerschutzes
- Freiberuflich tätige, selbständige Biologen
- Studierende einschlägiger Studienrichtungen
- Körperschaften einschlägiger Aufgaben als korporative Mitglieder.

Beitrag

Der Beitrag wird so niedrig wie möglich gehalten. Er beträgt z. Zt. (2011) 30,- € pro Jahr für persönliche Mitglieder. Studentische und arbeitslose Mitglieder zahlen 15,- €, korporative Mitglieder 90,- € pro Jahr.

Weitere Informationen gibt die Geschäftsstelle

Geschäftsstelle der DGL
Lange Str. 9
D - 37181 Hardegsen
Tel.: (0 55 05) 95 90 46
Fax: (0 55 05) 99 97 07
geschaeftsstelle@dgl-ev.de

4.1.1 Der DGL-Arbeitskreis Selbstständige Limnologen

Der Arbeitskreis Selbständige Limnologen der DGL ist seit über 15 Jahren aktiv und vertritt in der DGL die Belange der freiberuflich tätigen Limnologen. In den Anfängen wurde die 1. Auflage das Leistungsverzeichnis Limnologie LVLim (1997) bearbeitet und herausgegeben. Unter Federführung der DGL entstand so ein mit 5 Berufsverbänden abgestimmtes Werk in dem Standards für eine Reihe limnologischer Leistungen und der dafür benötigte Zeitaufwand beschrieben sind. Die 2. neu überarbeitete Auflage hält der Leser jetzt in den Händen.

Weiterhin betreibt der Arbeitskreis eine Internet-Seite (www.limnologen.com), in der sich die Mitglieder mit Ihren Büros und ihren Spezialisierungen vorstellen. Selbständige Limnologen bieten Dienstleistungen zur Untersuchung, Bewertung, Sanierung und Restaurierung von Gewässern in der gesamten Bandbreite der aktuellen Forschung an. Hier findet man die Spezialisten, die konkrete Fragestellungen sachgerecht, kompetent und qualifiziert bearbeiten. Selbständige Limnologen machen wissenschaftliche Erkenntnisse über limnische Systeme verfügbar.

Der Erfahrungsaustausch und die Kontaktpflege untereinander findet bei den regelmäßigen Treffen auf den DGL-Tagungen sowie nach Bedarf statt.

Derzeitiges Leitungs-Team:

Dr. Sabine Schmidt-Halewicz
LimSa Gewässerbüro
Blarerstr. 56
78462 Konstanz
Tel. (07531) 80 27 370
Fax (07531) 200 522
Schmidt-Halewicz@limsa.de

Eberhard Hoehn
LBH - Limnologie Büro Hoehn
Glümerstr. 2a
79102 Freiburg
Tel. (0761) 70 64 85
Fax (0761) 70 64 96
lbh@gewaesserfragen.de

4.2 Der Verband selbständiger Ökologen (VSÖ)

Der Verband Selbständiger Ökologen e. V. (VSÖ) wurde 1991 in Hamburg gegründet.

Die Verbandsmitglieder sind Naturwissenschaftler und Ingenieure der verschiedensten Fachrichtungen. Sie verfügen in der Regel über eine akademische Ausbildung und besitzen mehrjährige Erfahrung in ihrer Tätigkeit als selbständige Gutachter bzw. Freiberufler im Umweltbereich. Durch das Aufnahmeverfahren des VSÖ haben sie ihre Befähigung zu gutachterlichen Tätigkeiten gemäß den Qualitätsstandards des Verbandes nachgewiesen.

Alle Mitglieder verpflichten sich zur Einhaltung von Mindestanforderungen an die Bearbeitungsqualität und -quantität bei den jeweiligen Projekten, die u. a. durch verbandsinterne Qualitätsstandards festgelegt sind .

Der VSÖ bietet seinen Mitgliedern über die Fortbildungsveranstaltungen und Tagungen des eigenen Verbandes hinaus die Möglichkeit des Informationsaustausches mit anderen Verbänden.

4.2.1 Zielsetzungen des VSÖ

Der VSÖ sieht es als seine Aufgabe an:

- für alle in der Umweltplanung und -analyse Tätigen ein Forum zu bieten,
- einheitliche Rahmenbedingungen zur Vergabe und Auftragsabwicklung für selbständige Ökologen zu schaffen,
- Mindestanforderungen für gutachterliche Tätigkeiten zu erstellen sowie ihre Standardisierung und Einhaltung zu kontrollieren (VSÖ-Logo als Qualitätssiegel),
- an bundesweit anerkannten Honorarordnungen maßgeblich mitzuwirken,
- Informations- und Fortbildungsveranstaltungen für die im Bereich Umwelt- und Naturschutz Tätigen zu organisieren,
- umwelt- und naturschonende Planungen durchzuführen und zu fördern.
- durch die verbandseigene Schiedsstelle die Interessen von Auftragnehmer und Auftraggeber abzuwägen, Konflikte zu schlichten und die Einhaltung der Qualitätskriterien sicherzustellen.

4.2.2 Leistungsmerkmale des VSÖ

Bei der Vergabe von Projekten an eines der Mitgliedsbüros des VSÖ bieten sich folgende Vorteile und Sicherheiten für den Auftraggeber:

- Qualifikation des Auftragnehmers durch Berufs- und Projekterfahrung,
- Abdeckung interdisziplinärer Fragestellungen durch hochqualifizierte Kollegenteams verschiedenster Fachrichtungen und intensive, vielfach jahrelange Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedsbüros,
- Durchführung der Leistungen nach verbandsinternen Qualitätsstandards,
- Angebot von Leistungen im Rahmen von innerhalb des Verbandes abgestimmten, transparenten Honorarordnungen

4.2.3 Arbeitsbereiche der Mitgliedsbüros

Die Mitgliedsbüros des VSÖ bearbeiten alle im Umwelt- und Naturschutz auftretenden Fragestellungen. Dabei werden bei Großprojekten die Spezialisten(-Teams) durch Mitglieder mit Erfahrung im Projektmanagement koordiniert. Schwerpunkte sind:

- Bestandsaufnahme und -bewertung aller Tier- und Pflanzengruppen,
- Biologisch / ökologische Teilgutachten zur Landschaftsplanung
- Erstellung von Gewässergutachten unter ökologischen, baulichen und analytischen Aspekten,
- Untersuchung und Sanierung von Fließgewässern, Seen und Naturbädern
- Erstellung fischereilicher Gutachten (Fischzucht, Aquakultur),
- Erstellung fischereibiologischer Gutachten, (Laichplatzkontrolle, Wanderaktivitäten, Bestimmung des Wachstums etc.)
- Bearbeitung abwasserbiologischer, -technischer und -analytischer Fragestellungen,
- Erstellung von landschaftspflegerischen Planungen,
- Planung und Management von Maßnahmen des Biotop- und Artenschutzes,
- Planung und Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen terrestrischer und aquatischer Biotope inkl. ökologischer Fachbauleitung,
- EDV-gestützte Erfassung, Bearbeitung und Darstellung umweltbezogener Daten (CAD, GIS).
- Beurteilung von Eingriffen in Natur und Landschaft,
- Planung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen,
- Erstellung von Umweltverträglichkeitsstudien (UVS),
- Durchführung von Monitoringuntersuchungen
- Erstellung von FFH-Verträglichkeitsprüfungen
- Erarbeitung von FFH-Managementpläne
- Erstellung von Fachbeiträge zum Artenschutz
- Fachliche Begleitung bei der Umsetzung von Artenschutzmaßnahmen.

Informationen erhalten Sie in der Geschäftsstelle des VSÖ:

Verband selbständiger Ökologen e.V.
Neue Große Bergstr. 20
22767 Hamburg
Tel.: 040-389 23 91
Fax: 040-380 66 82
EMail: info@vsoe.de
Internet: www.vsoe.de

4.3 Der Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e. V (VBIO)

Wie finde ich als Biologe den Einstieg in den Beruf?

Wie bleibe ich auf dem Laufenden in Sachen Biologie?

Wo bekomme ich Zugang zur biowissenschaftlichen Community?

Mit diesen Fragen sind sie beim VBIO genau richtig! - „VBIO“ steht für „Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland e. V.“ – und natürlich für Information, Beratung, Service, Interessenvertretung und Kontakt zur biowissenschaftlichen Community.

4.3.1 Biowissenschaftliche Community im VBIO

Lange genug hat die explizite Betonung von Unterschieden zwischen den biowissenschaftlichen Disziplinen den Umgang miteinander geprägt und die Interessenvertretung behindert.

Um dies zu ändern, haben sich 2007 über 30 Fachgesellschaften, 5.000 Einzelmitglieder sowie 60 Firmen und Institutionen zum VBIO zusammen getan. Seitdem ist im VBIO nicht nur das gesamte Spektrum der Biowissenschaften (von „A“ wie Allgemeiner und angewandter Mikrobiologie bis „Z“ wie Zoologie), sondern auch die gesamte Vielfalt der in diesem Bereich Tätigen (von Hochschule, Schule, Industrie, Verwaltung bis zur Selbstständigkeit) unter einem gemeinsamen Dach vereint.

4.3.2 Ziele des VBIO

Der VBIO will Bildung, Ausbildung und Beruf fördern, Fort- und Weiterbildung stärken, Berufsfelder erschließen und Qualitätsstandards sichern. Mit unserem Engagement wollen wir die Forschungsbedingungen für Biowissenschaftler verbessern und Programme zur Forschungsförderung mitgestalten. Und wir engagieren uns, um den Dialog zwischen Wissenschaft, Öffentlichkeit und Entscheidungsträgern zu fördern und das Verständnis für die Biowissenschaften zu verbessern.

4.3.3 Aktivitäten des VBIO

Im Bereich „Ausbildung und Karriere“ beteiligt sich der VBIO regelmäßig an Hochschulveranstaltungen, Messen und Jobtagen. Der Referent Freie Berufe des VBIO nimmt die Interessen der freiberuflichen Biologen wahr und vertritt den VBIO im Auftrag des Präsidiums in Berufs- und sonstigen Verbänden.

Auch im Spannungsfeld „Wissenschaft und Gesellschaft“ gibt es für den VBIO viel zu tun: Wann immer Regulierungen und Gesetze aller Art geplant werden, gilt es, ihre Auswirkungen auf Biowissenschaftler und biowissenschaftliche Forschung zu prüfen. Und so hat sich der VBIO bei so unterschiedlichen Themen engagiert wie „Biosecurity“, „Umweltgesetzbuch“, „Berufliche Qualifikation“ oder „Transport von Probenmaterial“.

Machen Sie mit! - Gemeinsam für die Biowissenschaften

Und das „Mitmachen“ ist in doppelter Hinsicht wörtlich zu nehmen: Wir freuen uns auf Ihre Expertise und Ihr Engagement in den thematischen Arbeitskreisen des VBIO ebenso wie über eine persönliche Mitgliedschaft im VBIO. Nähere Informationen hierzu, sowie zu den Aktivitäten des VBIO finden Sie unter www.vbio.de.

4.4 Die Berufsvertretung Deutscher Biologen e.V. (BDBiol)

Der BDBiol wurde im Jahr 2000 gegründet. Im Gegensatz zu den vielen Fachgesellschaften im Bereich der Biologie versteht er sich als die zurzeit einzige gesamtdeutsche berufsständische Vertretung für Biologinnen und Biologen. Er vertritt die Interessen der Mitglieder und deren Büros und stellt die Arbeitsbereiche der Büros in der Öffentlichkeit und über das Internet vor. Für die Öffentlichkeitsarbeit wurde ein gemeinsames Internetportal mit dem VBIO gegründet (www.biologenbueros.de), in dem sich freiberuflich und selbstständig Tätige beider Verbände präsentieren können.

Die Mitglieder und ihre Büros im BDBiol decken den gesamten Bereich der Biologie ab, Tätigkeitsfelder sind unter anderem:

- Naturschutz und Landschaftsplanung;
- Chemische und biologische Laboranalytik;

- Eingriffsplanungen und Umweltverträglichkeitsstudien (UVS/LBP);
- Renaturierungsplanung und Umweltsanierung;
- Europäischer Umweltschutz (Wasserrahmenrichtlinie/Natura 2000/Artenschutz);
- EDV-Leistungen (Datenbanken und GIS) und
- Fachjournalistik.

Bei vielen Auftraggebern hat sich inzwischen die Einsicht durchgesetzt, dass es sinnvoll ist, den biologischen Sachverstand frühzeitig mit einzubeziehen, da mittlerweile viele Gesetze und Verordnungen genaue Anforderungen hinsichtlich der Qualität biologischer Daten stellen.

Die Mitglieder des BDBiol verfügen über leistungsfähige, oft personell interdisziplinär besetzte Büros und/oder Labors und sind in der Lage, auch umfangreiche Projekte ordnungsgemäß abzuwickeln oder als Generalunternehmer anzunehmen.

Als Hauptauftraggeber wissenschaftlicher Erhebungen, Gutachten oder Planungen sind neben Behörden auch Privatunternehmen, Firmen, Verbände, und Privatpersonen zu nennen.

Der BDBiol unterhält Kontakte zu den anderen Berufsverbänden, die jedoch sicherlich noch enger sein könnten. Er kommuniziert zurzeit in erster Linie per mail sowie über das Internet und gibt einen unregelmäßig erscheinenden email-Rundbrief mit Informationen zu den oben genannten Themenbereichen heraus.

Über die Mitgliedschaft im BFB-Bundesverband der Freien Berufe hat der BDBiol die Möglichkeit, Stellungnahmen zur bundes- und europaweiten Gesetzgebung einzubringen. Der BDBiol setzt sich für Qualitätsstandards ein und ist Mitglied in der European Countries Biology Association (ECBA), die die Zertifizierung als European Professional Biologist vergibt.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt ist die Vermittlung von Informationen zu den Themen Gehalt/Honorarermittlung, Berufsregeln, Qualifizierung, Existenzgründung.

Vorstand: Dipl.-Biol. Christof Martin - Kiel, Dipl.-Biol. Frieder Hofmann - Bremen, Dipl.-Biol. Peter Nießbeck - München, Dipl.-Biol. Rolf Heimann - Düsseldorf.

Geschäftsstelle:

Berufsvertretung Deutscher Biologen e.V.

Adolfplatz 8

24105 Kiel

webmaster@biologenverband.de

www.biologenverband.de

5 Literaturverzeichnis

5.1 Allgemeines

HOAI, 6. Novelle der HOAI (2009): Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (30.04.2009) (12.06.2009).

VOF Vergabeordnung für freiberufliche Leistungen (11.6.2010) (18.11.2009) *BAnz.*: 185a 08.12.2009

VOL Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen (11.6.2010) (20.11.2009) *BAnz.* 196a 29.12.2009

VUBD (1999): Handbuch landschaftökologischer Leistungen, Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung. Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e.V. [Hrsg.], Selbstverlag VUBD (c/o BÖB), Nürnberg, 3. Aufl. auf CD, 258 S.

5.2 Physikalische Limnologie

BAUMERT, H.Z., SIMPSON, J. & SÜNDERMANN, J. [Hrsg.] (2005): *Marine Turbulence*. Cambridge University Press, 630 S.

BAUMERT, H. & LEVIKOV, S. (2004): Theorie und numerische Modellierung der Austauschprozesse zwischen Pelagial und Parafluvial bzw. Interstitial. Kapitel 3.3.1.3. In: PUSCH, M. & FISCHER, H. [Hrsg.]: *Stoffdynamik und Habitatstruktur in der Elbe*, Kompendium *Elbe-Ökologie* 5, Berlin

BAUMERT, H. & DUWE, K. (2004): Aufenthaltszeiten von Teilchen in Bühnenfeldern der Elbe. Kapitel 3.2.1.2. In: PUSCH, M. & FISCHER, H. [Hrsg.]: *Stoffdynamik und Habitatstruktur in der Elbe*, Kompendium *Elbe-Ökologie*, 5, Berlin

BAUMERT, H., DUWE, K., GOLDEMANN, D., NÖHREN, I. & PAUL, L. (2005): Modellierung der hydrophysikalischen Prozesse in Talsperren. *WasserWirtschaft* 5, 45–49

HUTCHINSON, G. E. (1957): *A treatise on Limnology*. Vol. I: Geography, Physics and Chemistry. Wiley, New York

HUTTER, K. [Hrsg.] (1984): *Hydrodynamics of Lakes*. Springer-Verlag Wien-New York, 341 S.

IMBERGER, J. [Hrsg.] (1998): *Physical Processes in Lakes and Oceans*. American Geophys. Union, 668 S.

LERMAN, A., IMBODEN, D. & GAT, J. [Hrsg.] (1995): *Physics and Chemistry of Lakes*. 2. Auflage, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 334 S.

MORTIMER, C. H. (2004): *Lake Michigan in Motion*. The University of Wisconsin Press, 310 S.

PRANDKE, H., BAUMERT, H.Z. & KIRCHESCH, V. (2006): Messung der turbulenten Vermischung in einem aufgestauten Fluss. Proc. Jahrestagung Dtsch. Ges. Limnol. (DGL) in Dresden, 4 pp.

5.3 Phytoplankton

Eine Liste der Bestimmungsliteratur ist Teil der Harmonisierten Taxaliste. Download http://www.igb-berlin.de/mitarbeitende-igb.html?per_page=0&search=lastname&for=Mischke&show=117#ankerartikel0

DIN EN 15204 (2006): *Wasserbeschaffenheit - Anleitung für die Zählung von Phytoplankton mittels der Umkehrmikroskopie (Utermöhl-Technik)*; Deutsche Fassung EN 15204: 2006. In: Deutsches Institut für Normung (DIN): *Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung*. Beuth Verlag, Berlin.

- HOEHN, E., KETELAARS, H.A.M., EWIG, B. (Red.) (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen. *ATT Technische Informationen 7*, Oldenbourg-Verlag, München
- HOEHN, E., RIEDMÜLLER, U., ECKERT, B., TWORECK, A. & LESSMANN, D. (2009): Abschlussbericht zum LAWA-Projekt Ökologische Bewertung von künstlichen und erheblich veränderten Seen sowie Mittelgebirgsseen anhand der biologischen Komponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie - Bewertungsmodul für Mittelgebirgsseen und Verfahrensanpassungen für Baggerseen, pH-neutrale Tagebauseen, Talsperren und Sondertypen im Tiefland – LAWA O 3.06. S. 1-99. Stand 02.03.2009.
- HOUK, V., KLEE, R. & ANAKA, H. (2010): Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key an description. Part III, Stepanodiscaceae A, *Cyclotella*, *Tertiarius*, *Discostella*. Fottea Supplement 498 S.
- MISCHKE, U. & BEHRENDT, H. (2007): Handbuch zum Praxistest eines Bewertungsverfahrens von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland – Mit Auszügen aus der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons - Weißensee-Verlag 88 S.
- MISCHKE, U., RIEDMÜLLER, U., HOEHN, E. & NIXDORF, B. (2008): Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05). In: MISCHKE, U. & NIXDORF, B. (2008): Gewässerreport (Nr. 10): Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, *BTUC-AR 2/2008*, 7-115.
- MISCHKE, U., HOEHN, E. & RIEDMÜLLER, U. (2009): Feinabstimmungsprojekt zum deutschen Bewertungsverfahren für Phytoplankton in Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie.- Abschlussbericht LAWA O 9.08 Phyto-See-Index Feinabstimmung: 1 - 80.
- MISCHKE, U. & NIXDORF, B. [Hrsg.] (2008): Gewässerreport (Nr. 10): Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, *BTUC-AR 2/2008*.
- NIXDORF, B., HOEHN, E., MISCHKE, U., RÜCKER, J., SCHÖNFELDER, I. & BAHNWARD, M. (2008): Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: MISCHKE, U. & NIXDORF, B. (2008): Gewässerreport (Nr. 10): Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, *BTUC-AR 2/2008*, 147 - 184.
- KLEE, R. & STEINBERG, C. (1987): Kieselalgen bayerischer Gewässer. - *Informationsbericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/87*. - (Loseblattsammlung)
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung - Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. Kulturbuchverlag. Berlin, 74 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2001): Gewässerbewertung - Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren. Kulturbuchverlag, Berlin, 43 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2003): Gewässerbewertung - Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von Baggerseen nach trophischen Kriterien. Kulturbuchverlag, Berlin. 27 S.
- MATHES, J., PLAMBECK, G. & SCHAUMBURG, J. (2005): Die Typisierung der Seen in Deutschland zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. – *Limnologie aktuell 11*: Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern, Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: 28 - 120.
- MISCHKE, U., RIEDMÜLLER, U., HOEHN, E. & DENEKE, R. (2010): Anpassungen des Phytoplanktonverfahrens nach WRRL für stehende Gewässer im Rahmen der europäischen

Interkalibrierung und zur Erhöhung der Bewertungssicherheit mit Ableitung von Handlungsoptionen. LAWA O 9.09. S. 1 - 89. Stand 24.10.2010.

MISCHKE, U., KUSBER, W.-H. & RIEDMÜLLER, U. (2008): Auszüge aus der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons mit einem Vorschlag zur verfahrensspezifischen Mindestbestimmungstiefe für die Bewertung von natürlichen Seen der Ökoregionen Alpen und norddeutsches Tiefland. In: MISCHKE, U. & NIXDORF, B. [Hrsg.], Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, Eigenverlag BTU Cottbus, 203 - 263.

PADISAK, J. & ADRIAN, R. (1999): Biovolumen.- In: VON TÜMLING, W. & FRIEDRICH, G. [Hrsg.] (1999): Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der biologischen Wasseruntersuchung, **2**. – G. Fischer Verlag Jena: 1 - 545.

REYNOLDS, C. S. (1984): Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. – *Freshwater Biology* **14**: 111 - 142.

SCHÖNFELDER, I. (2006): Der Metric DI-PROF auf Basis der Schalen planktischer Diatomeen in Sedimentproben - Neuauflage 2006, Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.

SOMMER, U., GLIWICZ, Z. M., LAMPERT, W. & DUNCAN, A. (1986): The PEG-model of seasonal succession of planctonic events in fresh waters. – *Arch. Hydrobiol.* **106 (4)**: 433 - 471.

TGL (1982): Fachbereichsstandard. Nutzung und Schutz der Gewässer, stehende Binnengewässer; Klassifizierung. TGL 27885/01. – Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft d. DDR, Berlin: 1 - 16.

BÖHMER, J. & MISCHKE, U. (29.06.2009): Auswertungssoftware Version PhytoFluss 23.10 (mit neuer Taxaliste HTL_Mai_09) mit Informationen zur Software PhytoFluss mit Eingabeformat zum deutschen Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Kostenloser Internet Download: http://www.igb-berlin.de/mitarbeitende-igb.html?per_page=0&search=lastname&for=Mischke&show=117#ankerartikel0 .

5.4 Zooplankton

BAYR LfW [Hrsg.] (2004): Qualitätssicherung in der biologischen Gewässeranalyse - Bestimmungsliteratur und Bestimmbarkeitskategorien. München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Materialien Nr. 112.

BENZIE, J.A.H. (2005): Cladocera: The Genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*) (Anomopoda: Daphniidae). In H.J.F. DUMONT (Co.-Ed.), *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* Vol. 21. Backhuys Publishers, Leiden: 376 pp.

BERGER, H. & FOISSNER, W. (2003): Illustrated guide and ecological notes to ciliate indicator species (Protozoa, Ciliophora) in running waters, lakes, and sewage plants. In: STEINBERG *et al.* (17. Erg. Lfg. 10/03): *Handbuch Angewandte Limnologie* II-2.1 S. 1-160. Landsberg/Lech: Ecomed Verlag.

CURDS, C.R. (1982): British and other freshwater ciliated protozoa. Part I Ciliophora: Kinetofragminophora. Keys and notes for the identification of the free-living genera. Cambridge Univ. Press: 474 p.

CURDS, C.R., GATES, M.A. & ROBERTS, D.M. (1983): British and other freshwater ciliated protozoa. Part II Ciliophora: Oligohymenophora, Polyhymenophora. Keys and notes for the identification of the free-living genera. Cambridge Univ. Press: 387 p.

- DE SMET, W.H. (1996): The Proalidae (Monogononta). Rotifera Vol. 4. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* Vol. 9. SPB Academic Publishing, The Hague.
- DE SMET, W.H. & R. POURRIOT (1996): The Dicranophoridae (Monogononta) and Theituriidae. Rotifera Vol. 5. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* Vol. 12. SPB Academic Publishing, The Hague.
- DIN EN 15110 (2006): Wasserbeschaffenheit – Anleitung zur Probenahme von Zooplankton aus stehenden Gewässern; Deutsche Fassung EN 15110:2006. Berlin: Beuth Verlag.
- DENEKE, R. & G. MAIER (in Vorbereitung): Leitfaden der Zooplanktonanalyse.
- EINSLE, U. (1993): Crustacea Copepoda Calanoida und Cyclopoida. in: SCHWOERBEL, J. & ZWICK, P. [Hrsg.]: Süßwasserfauna von Mitteleuropa **8** / 4-1. Stuttgart: Gustav Fischer.
- FLÖßNER, D. (1972): Krebstiere, Crustacea Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda Fischläuse, Branchiura. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- FLÖßNER, D. (2000): Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden: Backhuys Publishers.
- FOISSNER, W., BLATTERER, H., BERGER, H. & KOHMANN, F. (1991): Taxonomie und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems, Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichida, Colpodea.. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes f. Wasserwirtschaft*, München 1/91: 471 S.
- FOISSNER, W., BLATTERER, H., BERGER, H. & KOHMANN, F. (1992): Taxonomie und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band II: Peritrichida, Heterotrichida, Odontostomatida. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes f. Wasserwirtschaft*, München 5/92: 502 S.
- FOISSNER, W., BERGER, H. & KOHMANN, F. (1994): Taxonomie und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes f. Wasserwirtschaft*, München 1/94: 548 S.
- FOISSNER, W., BERGER, H., BLATTERER, H. & KOHMANN, F. (1995): Taxonomie und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band IV: Gymnostomatea, Loxodes, Suctoria.. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes f. Wasserwirtschaft*, München 1/95: 540 S.
- FOISSNER, W., BERGER, H. & SCHAUMBURG, J. (1999): Identification and Ecology of Limnetic Plankton Ciliates. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes f. Wasserwirtschaft*, München 3/99: 793 S.
- GROSSE, N., CLASEN, J., HOEHN, E., HORN, W., KETELAARS, H.A.M., MÜLLER, U., SCHARF, W., WILLMITZER, H. & BENNDORF, J. (1998): Der Einfluss des Fischbestandes auf die Zooplanktonbesiedlung und die Wassergüte - Ein Projekt der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. *gwf Wasser Abwasser* 139 (15): 30-35.
- HOEHN, E., KETELAARS, H.A.M., EWIG, B. (Red.) (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen. *ATT Technische Informationen* **7**, Oldenbourg-Verlag, München
- JANETZKY, W., R. ENDERLE & W. NOODT (1996): Crustacea, Copepoda, Gelyelloida und Harpacticoida. In J. SCHWOERBEL & P. ZWICK (Hrsg.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa **8**, 4-2. G. Fischer, Stuttgart: 227 S.
- KOROVCHINSKY, N.M. (1992): Sididae & Holopediidae (Crustacea: Daphniiformes). *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*. **3**. SPB Academic Publishing, The Hague.

- KOSTE, W. (1978): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogononta. 2. Aufl., I. Textband, 63 Abb. – 673 S.; II. Tafelband, 234 Taf. Borntraeger, Berlin.
- LIEDER, U. (1996): Crustacea Cladocera Bosminidae. in: SCHWOERBEL, J. & ZWICK, P. [Hrsg.]: Süßwasserfauna von Mitteleuropa Band 8 (Crustacea) Heft 2-3: Stuttgart: Gustav Fischer
- MAUCH, E., SCHMEDTJE, U., MAETZE, A. & FISCHER, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. München: Bayer. LfW Informationsbericht Nr. 1/03.
- NOGRADY, T. & SEGERS, H. (Eds.) (2002): Rotifera. Vol. 6: Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia. In: DUMONT, H.J. [Hrsg.]: *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* 18. Backhuys Publishers, Leiden: 264 S.
- NOGRADY, T., R. POURRIOT & H. SEGERS (1995): Notommatidae and Scaridiidae. Rotifera Vol. 3. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* Vol. 8. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- RANGA REDDY, R.R. (1994): Copepoda, Calanoida, Diaptomidae: Key to the genera *Heliodiaptomus*, *Neodiaptomus*, *Phyllodiaptomus*, *Eodiaptomus*, *Arctodiaptomus* and *Sinodiaptomus*. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* Vol. 5. SPB Academic Publishing, The Hague.
- RUTTNER-KOLISKO, A. (1972): Rotatoria. In H.-J. Elster & W. Ohle (Hrsg.), Das Zooplankton der Binnengewässer 1. Teil. – Die Binnengewässer 26/1. E. Schweizerbart, Stuttgart: 99–234.
- SEGERS, H. (1995): Rotifera, Vol. 2: The Lecanidae (Monogononta). *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* Vol. 6. SPB Academic Publishing, The Hague.
- VOIGT, M. (1957): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk. I. Textband, 27 Abb.; II. Tafelband, 115 Taf., Gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee.
- VON TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. (1999): Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung 2. Jena, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- WILLMITZER, H., WERNER, M.-G. & SCHARF, W. (Red.) (2000): Fischerei und fischereiliches Management an Trinkwassertalsperren (ATT-Technische Information Nr. 11). Herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V., Arbeitskreis Biologie. München: Oldenbourg Verlag.

5.5 Benthische Diatomeen

- CORING, E. (1999): Säuregrad. Indikation mit Hilfe von Diatomeen. In: VON TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. [Hrsg.]: Biologische Gewässeruntersuchung.- Methoden der biologischen Gewässeruntersuchung 2: 298-305.
- CORING, E.; SCHNEIDER, S.; HAMM, A. & HOFMANN, G. (1999): Durchgehendes Trophiesystem auf der Grundlage der Trophieindikation mit Kieselalgen.- DVWK Materialien 6: 1-219.
- EUROPÄISCHE UNION (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.- Amtsblatt der Europäischen Union L 32771, 22.12.2002.
- EN 13946 (2003): Water quality – Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers.- CEN/TC 230: 1-14.

EN 14407 (2004): Wasserbeschaffenheit – Anleitung zur Bestimmung, Zählung und Interpretation von benthischen Kieselalgen in Fließgewässern.- Europäisches Komitee für Normung Ref. Nr. 14407: D: 1-12.

HOFMANN, G. (1999): Trophiebewertung von Seen anhand von Aufwuchsdiatomeen. In: VON TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. [Hrsg.]: Biologische Gewässeruntersuchung 2: 319-333.

KOLKWITZ, R. & MARSSON, M. (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien.- Ber. Dtsch. Bot. Ges. 26a: 505-519.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 876 S; Stuttgart (Fischer).

LANGE-BERTALOT, H. (1978): Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung.- *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 51, Algological Studies 21: 393-427.

MAUCH, E., SCHMEDTJE, U., MAETZE, A. & FISCHER, F. (2007): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde.- *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft* 1/03: 1-388.
http://www.bayern.de/LFW/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/taxa/

ROTT, E., HOFMANN, G., PALL, K., PFISTER, P. & PIPP, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1-73.

ROTT, E., BINDER, N., VAN DAM, H., ORTLER, K., PALL, K., PFISTER, P. & PIPP, E. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1-248.

SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J.: (2006): Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos.- Bayerisches Landesamt für Umwelt: 1-119

http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/pilot/d_fgew.pdf

SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D. & HOFMANN, G. (2007): Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos.- Bayerisches Landesamt für Umwelt: 1-75.
http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/pilot/d_seen.pdf

ZIEMANN, H. (1999): Bestimmung des Halobienindex. In: VON TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. [Hrsg.]: Biologische Gewässeruntersuchung. - Methoden der Biologischen Gewässeruntersuchung 2: 310-313.

5.6 Phytobenthos excl. Diatomeen und Charales („POD“)

ANONYMOUS (2001): Water quality – Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water. CEN/TC 230/WG 2/TG 3/N 87 (2001-03).

BARBOUR, M.T., GERRITSEN, J., SNYDER, B.D. & STRIBLING, J.B. (1999): Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. <http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/>

PFISTER, P. & PIPP, E. (2005): Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung österreichischer Fließgewässer an Hand des Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. ARGE Limnologie, Innsbruck, 41 S.

ROTT, E., BINDER, N., VAN DAM, H., ORTLER, K., PALL, K., PFISTER, P. & PIPP, E. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. Teil 2: Trophieindikation sowie geochemische Präferenz; taxonomische und toxikologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- & Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien, 248 S.

ROTT, E., HOFMANN, G., PALL, K., PFISTER, P. & PIPP, E. (1997): Indikationslisten von Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. Teil 1: Saprobielle Indikation. Bundesministerium für Land- & Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien, 73 S.

SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., FOERSTER, J., GUTOWSKI, A., HOFMANN, G., KÖPF, B., MEILINGER, P., SCHMEDTJE, U., SCHNEIDER, S. & STELZER, D. (2005): Bewertungsverfahren Makrophyten & Phytobenthos. Fließgewässer- und Seen-Bewertung in Deutschland nach EG-WRRL. Informationsberichte Heft 1/05. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. 245 S.

SCHMEDTJE, U., GUTOWSKI, A., HOFMANN, G., LEUKART, P., MELZER, A., MOLLENHAUER, D., SCHNEIDER, S., TREMP, H. (1998): Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft* 4/98, 1–501.

VON TÜMLING, W. & FRIEDRICH, G. [Hrsg.] (1999): Biologische Gewässeruntersuchung. 2 der Reihe "Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung". Gustav Fischer Verlag, Jena, 545 S.

5.7 Makrophyten

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Springer-Verlag, Wien, New York, 865 S.

CASPER, S.J. & KRAUSCH, H.D. (1980): Pteridophyta und Anthophyta.- Teil 1 und 2. In: Ettl, H., Gerloff, J. & Heynig, H. [Hrsg.]: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1992): Moosflora. 3., überarbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 528 S.

FREY, W., FRAHM, J.-P., FISCHER, E. & LOBIN, W. (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas, 6. Aufl. In: GAMS, H. (Begr.): Kleine Kryptogamenflora. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 426 S.

KLAPP, E. & OPITZ VON BOBERFELD, W. (1990): Taschenbuch der Gräser. – 12. überarb. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 282 S.

KOHLER, A. (1978): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft + Stadt* 10/2: 73-85.

KRAUSCH, H.-D. (1996): Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 315 S.

KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. & Mollenhauer, D. [Hrsg.]: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 18. – Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202 S.

MELZER, A. & SCHNEIDER, S. (2001): Submerse Makrophyten als Indikatoren der Nährstoffbelastung in Seen. In: Steinberg, Calmano, Klapper & Wilken [Hrsg.]: Handbuch Angewandte Limnologie. Verlag Ecomed. Kap. VIII-1.2.1: 1-13.

NEBEL, M. & PHILIPPI, G. [Hrsg.] (2000): Die Moose Baden-Württembergs. Band 1 und 2. In Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Ulmer Stuttgart (Hohenheim).

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Auflage. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1050 S.

PRESTON, C.D. (1995): Pondweeds of Great Britain and Ireland. BSBI Handbook 8: 350 pp.

SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., FOERSTER, J., GUTOWSKI, A., HOFMANN, G., KÖPF, B., MEILINGER, P., SCHMEDTJE, U., SCHNEIDER, S. & STELZER, D. (2005): Bewertungsverfahren Makrophyten & Phytobenthos. Fließgewässer- und Seen-Bewertung in Deutschland nach EG-WRRL. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft* 1/05, München. 245 S.

http://www.lfu.bayern.de/wasser/forschung_und_projekte/phylib_deutsch/verfahrenanleitung/index.html

5.8 Benthische wirbellose Fauna

EN 15196: 2006 CEN/TC 230 - Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Probenahme und Behandlung von Exuvien von Chironomidae-Larven (Diptera) zur ökologischen Untersuchung Anwendungsbereich

BWK Begleitband M3 (2004): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse. BWK e.V., Pfullingen, 123 S.

BWK Merkblatt M7 (2008): Detaillierte Nachweisführung immisionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3. BWK e.V., Sindelfingen, 50 S.

FAUST, E.C, D'ANTONI, J.S., ODON, V., MILLER, M.J., PEREZ, C., SAWITZ, W., THOMEN, L.F., TOBIE, J. & WALKER, J.H. (1938): A critical study of clinical laboratory technics for the diagnosis of protozoan cysts and helminth eggs in feces. *American journal of tropical medicine and hygiene* 18: 169-183.

HYNES, H.B.N. (1961): The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream.- *Arch. Hydrobiol.* 57, p. 344-388.

MATHES, J., PLAMBECK, G. & SCHAUMBURG, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. In: NIXDORF, B. & DENEKE, R. [Hrsg.]: Ansätze und Probleme bei der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. *Aktuelle Reihe BTU Cottbus*, Sonderband: 15-24.

SCHWOERBEL, J. (1994): Methoden der Hydrobiologie Süßwasserbiologie, UTB, 368 S.

VON TÜMLING, W. & FRIEDRICH, G. (1999): Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung 2. Biologische Gewässeruntersuchung, G. Fischer, 545 S.

FINCK, P. *et al.* (1992): Empfehlungen für faunistisch-ökologische Datenerhebungen und ihre naturschutzfachliche Bewertung im Rahmen von Pflege- und Entwicklungsplänen für Naturschutzgroßprojekte des Bundes. *Natur und Landschaft* 67 (7/8): 329-340.

HOLM, A. (1989): Ökologischer Bewertungsrahmen Fließgewässer (Bäche). Landesamt f. Natursch. u. Landschaftspf. Schleswig-Holstein, 46 S., Kiel.

PREISSNER, T. (1992): Erfassung und Eignung des Makrozoobenthos für die Gütebestimmung und Beurteilung von Gewässern. In: TRAUTNER, J.: Arten- und Biotopschutz in der Planung - Methodische Standards von Tierartengruppen, 75-96. Verlag Josef Margraf, Weikersheim.

REUSCH, H. (1995): Planungsrelevante Aufbereitung und Bewertung faunistisch-ökologischer Daten vom Makrozoobenthon in Fließgewässern. *Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch.* 43, 31-43, Bonn-Bad Godesberg.

5.9 Ichthyofauna

DIN EN 14011: Wasserbeschaffenheit - Probenahme von Fisch mittels Elektrizität; Deutsche Fassung EN 14011:2003

DIN EN 14757: Wasserbeschaffenheit - Probenahme von Fisch mittels Multi-Maschen-Kiemennetzen; Deutsche Fassung EN 14757:2005

DIN EN 14962: Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Anwendung und Auswahl von Verfahren zur Probenahme von Fischen; Deutsche Fassung EN 14692:2006

DIN EN 14996: Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Qualitätssicherung biologischer und ökologischer Untersuchungsverfahren in der aquatischen Umwelt; Deutsche Fassung EN 14996:2006

DIN EN 15910: 2009-03: Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Abschätzung der Fischpopulationen mit mobilen hydroakustischen Verfahren; Deutsche Fassung prEN 15910:2009

VDFF (2000): Fischereiliche Untersuchungsmethoden in Fließgewässern, Heft 13, 52 Seiten

ISBN 978-3-9813095-1-5