



Überwachungsergebnisse Makrophyten und Phytobenthos 2012

 Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie



Überwachungsergebnisse Makrophyten und Phytobenthos 2012

 Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie

BEARBEITUNG LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
Referat 41 – Gewässerschutz
Petra Friedrich, Andreas Hoppe

STAND Dezember 2015

Nachdruck - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.



| | |
|---|-----------|
| ABKÜRZUNGEN | 4 |
| 1 EINLEITUNG | 5 |
| 2 MAKROPHYTEN UND PHYTOBENTHOS (MUP) | 6 |
| 3 BEWERTUNGSVERFAHREN | 8 |
| 4 MESSNETZ | 10 |
| 4.1 Messnetz 2006 – 2008 | 10 |
| 4.2 Messnetz 2010 | 10 |
| 4.3 Messnetz 2012 | 10 |
| 5 ERGEBNISSE | 13 |
| 5.1 Bewertung der Untersuchungsstellen | 13 |
| 5.1.1 Anteil sicher bewertbarer Proben: Vergleich der Teilkomponenten | 13 |
| 5.1.2 Plausibilisierung der Stellenbewertung | 13 |
| 5.1.3 Ergebnis der Stellenbewertung | 15 |
| 5.1.4 Defizite unterscheiden: Trophie oder Struktur? | 17 |
| 5.2 Bewertung der Wasserkörper | 20 |
| 5.2.1 Aggregationsverfahren | 20 |
| 5.2.2 Plausibilisierung der Wasserkörperbewertung | 20 |
| 5.2.3 Abstimmung der Wasserkörperbewertungen mit den Anrainern | 21 |
| 5.2.4 Ergebnis der Wasserkörperbewertung | 21 |
| 5.2.5 Keine Vergleichbarkeit der Wasserkörperbewertungen MuP 2006-2008 und MuP 2012 | 23 |
| 5.2.6 Vergleich der Wasserkörperbewertungen MuP und Orthophosphat | 23 |
| 5.2.7 Vergleich der Wasserkörperbewertungen MuP und Phytoplankton | 25 |
| 6 FOLGERUNGEN FÜR DIE MAßNAHMENPLANUNG | 28 |
| 7 AUSBLICK | 29 |
| 7.1 Verbesserung der Unterscheidung von trophischen und strukturellen Einflüssen | 29 |
| 7.2 Prüfung des NRW-Verfahrens | 29 |
| 7.3 Entwicklung von Tools zur Lokalisierung von Phosphoremissionen | 30 |
| 8 LITERATUR | 31 |
| ANHANG | 33 |

Abkürzungen

| | |
|------------------|---|
| BSB ₅ | Biologischer Sauerstoffbedarf (gibt die Menge an Sauerstoff in mg/l an, die von Bakterien und Mikroorganismen in 5 Tagen bei 20°C zum aeroben Stoffabbau verbraucht wird) |
| BWP | Bewirtschaftungsplan |
| D | Diatomeen |
| EZG | Einzugsgebiet |
| LAWA | Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser |
| M | Makrophyten |
| METRIS-BW | M odelling of E missions and T ransport in R iver S ystems, angepasst für B aden- W ürttemberg |
| MONERIS-BW | M Odelling of N utrient E missions in R Iver S ystems, angepasst für B aden- W ürttemberg |
| MuP | Makrophyten und Phytobenthos |
| MZB | Makrozoobenthos |
| NRW-Verfahren | Kartieranleitung zur Erfassung und Bewertung der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie [25]. |
| OGewV | Oberflächengewässerverordnung |
| PiKa | P hosphor i ndikation mit K iesel a lgen |
| PoD | Phytobenthos ohne Diatomeen |
| SLoPE | S tudie zur Entwicklung von Werkzeugen zur verbesserten L okalisierung von P hosphor- E missionen (besteht aus den beiden Bausteinen METRIS BW und PiKa). |
| TP | Gesamtphosphor (Total Phosphor) |
| WK | Wasserkörper nach WRRL. Im vorliegenden Bericht sind stets Oberflächenwasserkörper gemeint. |
| WRRL | EG-Wasserrahmenrichtlinie |

1 Einleitung

Die im Jahr 2000 in Kraft getretene EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) hat zum Ziel, für natürliche Fließgewässer den guten ökologischen Zustand und für erheblich veränderte Fließgewässer das gute ökologische Potenzial zu erreichen. Neben der Beurteilung der Gewässer aufgrund ihrer physikalisch-chemischen Beschaffenheit werden seitdem die biologischen Qualitätskomponenten zu wesentlichen Beurteilungskriterien. Während sich vor der EG-Wasserrahmenrichtlinie die landesweite biologische Gewässergüteüberwachung der Fließgewässer allein auf die Bestimmung der Makrozoobenthos (MZB)-Besiedlung stützte, wurden für die Überwachung nach WRRL zusätzlich die biologischen Qualitätskomponenten Makrophyten und Phytobenthos (MuP), Phytoplankton und Fische in die Bewertung integriert, um die verschiedenen Ebenen der Nahrungskette in der Bewertung zu berücksichtigen. Für alle vier biologischen Qualitätskomponenten wurden grundlegend neue Erfassungs- und Auswertemethoden entwickelt. Die Bewertung der Untersuchungsstellen erfolgt gewässertypbezogen durch den Vergleich des Ist-Zustandes mit einem leitbildorientierten Referenzzustand. Dabei werden hydromorphologische, chemische und physikalisch-chemische Komponenten unterstützend hinzugezogen. Die Stellenbewertungen werden zu Wasserkörperbewertungen zusammengefasst, aus denen abschließend zusammen mit den übrigen biologischen Qualitätskomponenten und den flussgebietspezifischen Schadstoffen der ökologische Zustand ermittelt wird. Die Wasserkörperbewertungen sind insbesondere Grundlage für die Ableitung des wasserwirtschaftlichen Handlungsbedarfs und die Ableitung von Maßnahmenprogrammen für die Bewirtschaftungspläne [10].

Der vorliegende Bericht mit der zugehörigen Tabelle der Bewertungen der Untersuchungsstellen und der Bewertung der Wasserkörper (im Text Ergebnistabelle [15] genannt) fasst die Ergebnisse des Untersuchungsdurchganges MuP 2012 zusammen. Er dient als Grundlage für die Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne 2015 für die baden-württembergischen Bearbeitungsgebiete ([19] - [24]) und ist als Hintergrunddokument zu diesen Bewirtschaftungsplänen zu sehen. Bericht und Ergebnistabelle für die Qualitätskomponente MuP stehen zusammen mit den entsprechenden Dokumenten der übrigen Qualitätskomponenten unter den folgenden Links im Intranet- bzw. Internetangebot der LUBW zur Verfügung:

<http://www.lubw.bwl.de/servlet/is/67258/> (LUBW-Intranet, nur für die Fachbehörden Baden-Württembergs zugänglich)

<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/72552/> (Internetangebot der LUBW)

Die Auswertungsergebnisse der ersten Untersuchungsrunde der Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos aus den Jahren 2006 bis 2008 sind im ersten Untersuchungsbericht dargestellt [11]. Gegenüber diesem ersten Untersuchungsdurchgang wurde das MuP-Monitoring für den Untersuchungsdurchgang 2012 deutlich weiterentwickelt. Die wesentlichen Neuerungen betreffen das Messnetz (siehe Kapitel 4.3) mit einer erhöhten Messnetzdichte, die Einbeziehung der Teilkomponente Phytobenthos ohne Diatomeen, die Berücksichtigung der überarbeiteten Fließgewässertypologie sowie die Überarbeitung der Aggregationsverfahren (siehe Kapitel 5.2.1). Insgesamt konnte hierdurch die Belastbarkeit der Bewertungsergebnisse deutlich gesteigert und deren Aussagekraft im Hinblick auf Maßnahmenfindung verbessert werden (siehe Kapitel 4 und 5). Insbesondere konnte die Bedeutung der trophischen Belastung für die baden-württembergischen Fließgewässer erstmals flächig beschrieben werden.

2 Makrophyten und Phytobenthos (MuP)

Die biologische Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos bewertet die benthische¹ Vegetation der Fließgewässer und setzt sich grundsätzlich aus den drei Teilkomponenten **Makrophyten (M)**, **Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD)** und **Diatomeen (D)** zusammen. Die Teilkomponente Makrophyten umfasst höhere Wasserpflanzen, Moose und Armeleuchteralgen. Das Phytobenthos, die sogenannten Aufwuchsalgen, wird traditionell in zwei Gruppen untergliedert, die sich in der Probenahme, Probenaufbereitung und ökologischen Aussagekraft unterscheiden: Die Teilkomponente Phytobenthos ohne Diatomeen beinhaltet eine Vielzahl von Algenklassen, wie Rotalgen, Goldalgen, Braunalgen, Blaualgen u. a.. Die Teilkomponente Diatomeen umfasst ausschließlich die Algenklasse Kieselalgen.









| Makrophyten (M) | | Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) | Diatomeen (D) |
|--|---|--|---|
| Höhere Wasserpflanzen | Moose | | |
|  <p>Bestände von Flutendem Hahnenfuß (<i>Ranunculus fluitans</i>) und Wasserstern (<i>Callitriche spec.</i>)</p> |  <p>Gewöhnliches Quellmoos (<i>Fontinalis antipyretica</i>)</p> |  <p>PoD-Bewuchs (<i>Cladophora glomerata</i>)</p> |  <p>Diatomeenbewuchs ist meist unscheinbar; er zeigt sich z.B. als typische braune Verfärbung auf Steinen</p> |
|  <p>Nußfrüchtiger Wasserstern (<i>Callitriche obtusangula</i>), Wasserlinse (<i>Lemna minor</i>)</p> |  <p>Ufermoos (<i>Leptodictyum riparium</i>)</p> |  <p>Stigeoclonium spec. (mikroskopisch)</p> |  <p>Navicula lanceolata (mikroskopisch)</p> |

Abbildung 1: Typische Vertreter der drei Teilkomponenten Makrophyten, Phytobenthos ohne Diatomeen und Diatomeen.

Jede dieser Teilkomponenten ist in der Lage, als Indikator bestimmte Gewässerbelastungen anzuzeigen (siehe Tabelle 1). Makrophyten eignen sich, um an einem Gewässerabschnitt trophische und hydromorphologische Beeinträchtigungen nachzuweisen. Die Reaktionszeit liegt im Bereich von Monaten und Jahren, sie dienen daher im Fließgewässer als Langzeitindikatoren und sind u. a. abhängig von Fließgeschwindigkeit, Substrat, Chemismus und Beschattung. Sie nehmen Nährstoffe sowohl aus der fließenden Welle als auch über die Wurzeln aus dem Sediment auf. Das Phytobenthos, bestehend aus PoD und Diatomeen, nimmt Nährstoffe nur aus der Wasserphase auf. Es indiziert vorwiegend trophische Belastungen in unterschied-

¹ die Bodenzone des Gewässers besiedelnd

lichen, kürzeren Zeiträumen. Während die Diatomeen im Zeitraum von Tagen bis Wochen reagieren, liegt das PoD in seiner Reaktionszeit zwischen Makrophyten und Diatomeen. Wegen ihrer Empfindlichkeit und kurzfristigen Reaktionsfähigkeit gegenüber stofflichen Veränderungen sowie ihrer ubiquitären Verbreitung [5] waren Diatomeen bereits in früheren Jahren Mittelpunkt von Forschungsschwerpunkten zur biologischen Gewässerbeurteilung [3]. Sie werden in der WRRL zur Indikation von Versauerung, Salzgehalt und sonstigen Abweichungen vom natürlichen Zustand [18] eingesetzt.

Tabelle 1: Belastungen und Indikationsschwerpunkte der biologischen Qualitätskomponenten

| Belastung | Indikationsschwerpunkte | | | | | |
|---|-------------------------|------------------------------|---|-----|-----------------|--------|
| | Phytoplankton | Makrophyten und Phytobenthos | | | Makrozoobenthos | Fische |
| | | M | D | PoD | | |
| Struktur / Degradation | | X | | | X | X |
| Durchgängigkeit | | | | | | X |
| Trophie | X | X | X | X | | |
| Saprobie | | | | | X | |
| Wasserhaushalt | | | | | X | X |
| Versauerung | | | X | | X | |
| Salinität / Versalzung | | | X | | | |
| M = Makrophyten D = Diatomeen PoD = Phytobenthos ohne Diatomeen | | | | | | |

3 Bewertungsverfahren

Die Bestandserhebung, Auswertung und Bewertung erfolgt gemäß den bundeseinheitlichen Vorgaben mit der Bewertungssoftware PHYLIB [1] und der „Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos“ [2]. Wie bei den Verfahren der übrigen biologischen Qualitätskomponenten handelt es sich auch hier um ein leitbildbezogenes Bewertungsverfahren, bei dem anhand der Artenzusammensetzung und Besiedlungsdichte der jeweilige Grad der Abweichung von einem typspezifischen Referenzzustand ermittelt wird.

In Baden-Württemberg beruht die Bewertung dieser Qualitätskomponente für das Monitoring 2012 auf den drei Teilkomponenten Makrophyten, Phytobenthos ohne Diatomeen und Diatomeen. Nur in der Ökoregion Alpenvorland wurde die Teilkomponente Phytobenthos ohne Diatomeen nicht erhoben, weil bis zum Zeitpunkt der Beauftragung zur Erfassung der Daten noch nicht sichergestellt war, dass das Bewertungsverfahren inklusive Bewertungssoftware für die Teilkomponente PoD im Alpenvorland rechtzeitig bereitgestellt wird.

Bewertungsrelevante Indizes sind bei den Makrophyten der Referenzindex, beim PoD der Bewertungsindex und bei den Diatomeen der Diatomeenindex. Allen Indizes ist gemeinsam, dass sie die Gewässer anhand der Abweichung der erfassten Arten von einem Referenzzustand bewerten. Als Besonderheit der Makrophytenbewertung wird das Ausfallen der Teilkomponente als sogenannte Makrophytenverödung erfasst und als Belastung gewertet, wenn sich das Fehlen der Arten eindeutig auf eine anthropogene Belastung zurückführen lässt. Beim PoD weist das Vorkommen von Störzeigern auf Eutrophierung hin. Der Diatomeenindex wird als Mittelwert aus Referenzartenindex und Trophieindex ermittelt, wobei der Trophieindex durch das Vorkommen von eutraphenten² Diatomeen Aufschluss über die trophische Belastungssituation eines Fließgewässers gibt.

Die Bewertungsindices der drei Teilkomponenten werden normiert, arithmetisch gemittelt und als Makrophyten-Phytobenthos-Index ausgegeben (Abbildung 2). Dieser Index wird typspezifisch in eine fünfstufige Zustandsklasse eingeordnet. Wenn in der Teilkomponente Diatomeen die Module Versauerung und Versalzung relevant werden, sieht das Verfahren eine Abwertung der Zustandsklasse vor. Die mit PHYLIB gemäß Verfahrensanleitung errechnete Zustandsklasse wird zur Qualitätssicherung einer abschließenden Plausibilisierung unterzogen (siehe Kapitel 5.1.2).

Grundsätzlich lässt sich eine Untersuchungsstelle auch bei Ausfall von einer oder zwei Teilkomponenten bewerten, allerdings steigt mit der Anzahl der bewerteten Teilkomponenten die fachliche Aussagekraft. Zudem bezieht sich das Bewertungsergebnis von PHYLIB immer auf den ökologischen **Zustand** des Gewässers. Die Ableitung des ökologischen **Potenzials** ist mit der Bewertung durch PHYLIB bisher nicht vorgesehen. Weitere Einzelheiten zum methodischen Vorgehen, zu den Teilindizes sowie zu den Bewertungsroutinen sind in Kapitel 5 und in der Fachliteratur beschrieben ([18], [2]).

² nährstoffliebend

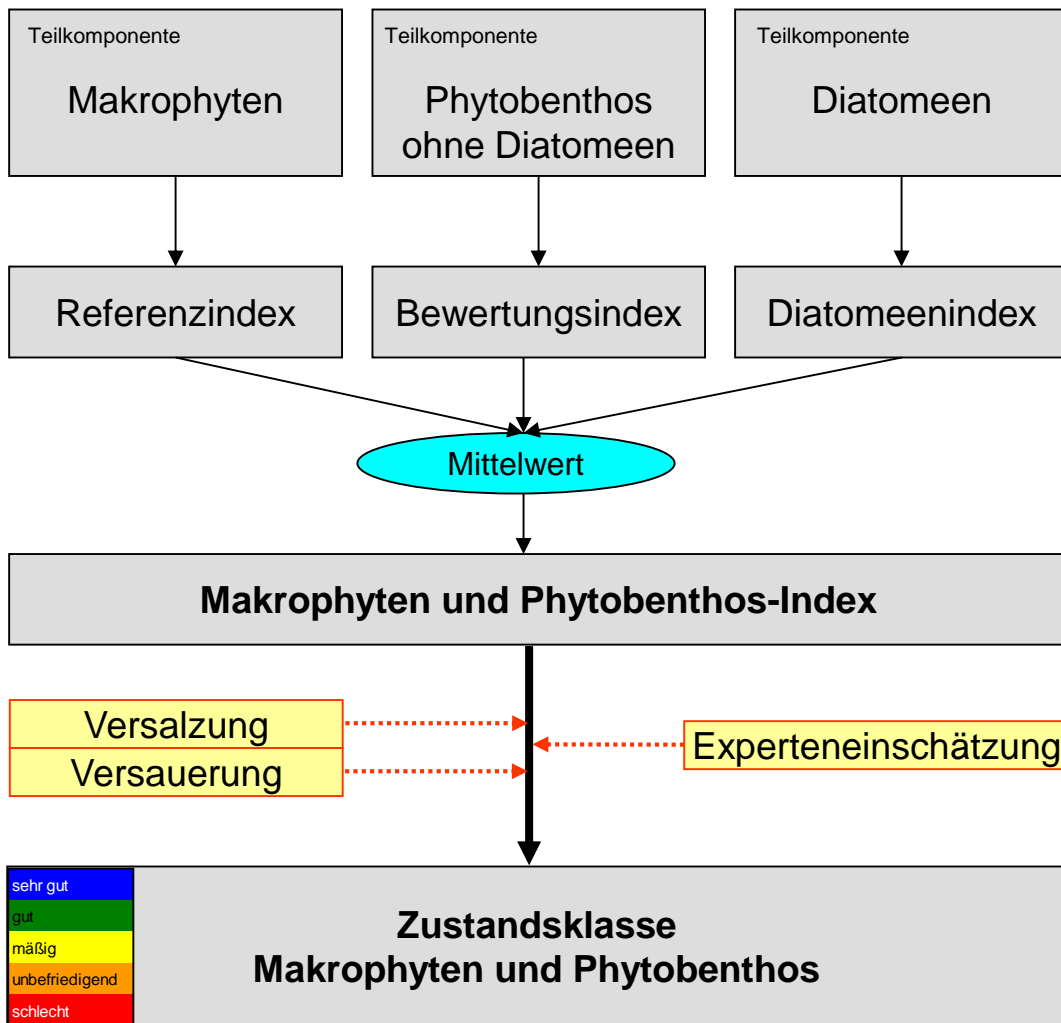


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Ermittlung des Makrophyten-Phytobenthos-Index und der Zustandsklasse für die Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos (verändert nach [18])

4 Messnetz

Das Messnetz Makrophyten und Phytobenthos wurde für die Überwachung und Bewertung des ökologischen Zustands gemäß WRRL seit dem Jahr 2006 neu aufgebaut. Im Folgenden werden die Entwicklung des Messnetzes und das zu Grunde liegende Konzept beschrieben.

4.1 MESSNETZ 2006 – 2008

Für den ersten Untersuchungsdurchgang 2006-2008 war es aufgrund des erweiterten Untersuchungsspektrums auf vier biologische Qualitätskomponenten notwendig, die Zahl der Untersuchungsstellen von Makrophyten und Phytobenthos auf 1 bis 3 Stellen pro Wasserkörper zu beschränken. Außerdem wurde die Teilkomponente Phytobenthos ohne Diatomeen nicht berücksichtigt. Die Gründe hierfür waren Ressourcenengpässe sowie offene Fragen zur Indikationsleistung dieser Teilkomponente.

Ziel bei der Auswahl der Untersuchungsstellen war es, einen repräsentativen Überblick über den Zustand der Wasserkörper insbesondere im Hinblick auf die Kriterien Gewässertyp, Gewässergüte und Gewässerstruktur zu gewinnen. Darüber hinaus wurden weitere Auswahlkriterien berücksichtigt, wie die Lage von Kläranlagen, Rückstauereichen und Ausleitungstrecken, chemischen Messstellen sowie die Erreichbarkeit u.a..

Die Stellenauswahl gestaltete sich schwierig, da auf keinerlei Erfahrung zurückgegriffen werden konnte. Schließlich konnten im Untersuchungsdurchgang 2006-2008 290 Untersuchungsstellen bewertet werden. Im Mittel lagen in den Wasserkörpern 1,8 Untersuchungsstellen für Makrophyten und Phytobenthos. Die Auswertung des Untersuchungsdurchgangs 2006-2008 zeigte, dass das damalige Messnetz die Wasserkörper nicht zuverlässig und repräsentativ bewerten konnte. Die als gering eingestufte Belastbarkeit wurde als Hinweis auf einen besonderen Verdichtungsbedarf des Messnetzes gewertet.

4.2 MESSNETZ 2010

Im Untersuchungsdurchgang 2010 wurden im Rahmen der Überblicksüberwachung die Untersuchungsstellen der 51 Überblickswasserkörper (etwa ein Drittel der Landesfläche) bebprobt. Dazu wurde das bestehende Messnetz in den Überblickswasserkörpern deutlich verdichtet: Mit 181 Stellen wurden im Durchschnitt 3,5 Untersuchungsstellen pro Wasserkörper untersucht. Das entspricht einer Verdopplung der Untersuchungsstellendichte im Vergleich zum Untersuchungsdurchgang 2006-2008. Bezogen auf das WRRL-Fließgewässernetz entspricht dies einer Verdichtung von einer Untersuchungsstelle je 50 km Fließstrecke auf eine Messstelle je 25 km Fließstrecke.

4.3 MESSNETZ 2012

Für das Messnetz des Untersuchungsdurchgangs 2012 wurde die begonnene Verdichtung auf durchschnittlich 3,5 Untersuchungsstellen pro Wasserkörper auf die gesamte Landesfläche ausgedehnt, so dass insgesamt 549 Stellen untersucht wurden. Zudem wurden in der Ökoregion Mittelgebirge alle drei statt bisher zwei Teilkomponenten untersucht. Durch die Hinzunahme von Phytobenthos ohne Diatomeen konnte die Bewertungsstabilität an jeder Untersuchungsstelle weiter erhöht werden. Ein weiterer wichtiger Faktor im Vorfeld

des Monitorings war die Überarbeitung der Fließgewässertypologie Baden-Württembergs als Grundlage der leitbildbezogenen Bewertung [14].

Für jeden Wasserkörper musste zuerst der spezifische Verdichtungsbedarf ermittelt werden, da die Verhältnisse im Wasserkörper möglichst treffend abgebildet werden sollten. Im Einzelnen wurden dazu diese Fragestellungen geprüft:

- Sind im Messnetz die in den Wasserkörpern vorherrschenden erheblich veränderten bzw. künstlichen Fließgewässerabschnitte und die natürlichen Fließgewässerabschnitte repräsentativ vertreten?
- Sind die im Wasserkörper vorkommenden Fließgewässertypen repräsentativ vertreten? Hierbei wurde insbesondere die grundlegend überarbeitete Fließgewässertypologie von Baden-Württemberg berücksichtigt [14].

Bei der eigentlichen Stellenfestlegung wurden die Untersuchungsstellen beibehalten, die in vorangegangenen Untersuchungen ein bewertbares Ergebnis erbrachten. Zudem lagen umfangreiche weitere Informationen vor:

- Rückmeldungen der Kartierer aus den MuP-Untersuchungen 2006-2010 zur prinzipiellen Eignung von Untersuchungsstellen
- Rückmeldungen der Regierungspräsidien soweit vorhanden und soweit mit entsprechend konkreten und begründeten Vorschlägen
- Fotos der Untersuchungsstellen
- Lage zu anthropogenen Störeinflüssen wie Kläranlagen, Ausleitungen und Restwasserstrecken.

Die MuP-Messnetzplanung wurde anschließend mit der MZB-Messnetzplanung abgestimmt. Nach dem „Prinzip der Doppeluntersuchungsstelle“ sollen die MuP-Untersuchungsstellen nach Möglichkeit auch MZB-Untersuchungsstellen sein. Abschließend erfolgte noch die Abstimmung mit dem Chemiemessnetz. Nach dem „Prinzip der Dreifachuntersuchungsstelle“ sollen den vorhandenen Chemiemessstellen möglichst immer auch MuP- und MZB-Untersuchungsstellen zugeordnet werden. Die biologische Bewertung dieser Stellen ist besonders im Hinblick auf den direkten Bezug zu den biologisch relevanten Daten aus dem chemischen Monitoring wie z. B. Orthophosphat oder BSB₅ von großer Bedeutung.

Zur Durchführung des Monitorings 2012 wurde das Untersuchungsgebiet in sechs Teilflächen aufgeteilt. Fachbüros mit ausgewiesenen Spezialisten führten dann die Monitoringarbeiten gemäß der Verfahrensanleitung [2] und den landesspezifischen Vorgaben durch. Die Probennahme erfolgte i.d.R. durch Begehung (Abbildung 3). Für die optimale Untersuchung der Untersuchungsstellen an den schiffbaren Streckenabschnitten von Rhein und Neckar (33 Stellen) wurde das landeseigene Messschiff Max Honsell zur Verfügung gestellt (Abbildung 4).



Abbildung 3: Kartierung von Makrophyten und Phytobenthos.



Abbildung 4: Kartierung von Makrophyten und Phytobenthos mit dem Messschiff Max Honsel.

5 Ergebnisse

5.1 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSSTELLEN

Im Untersuchungsdurchgang 2012 wurden 549 Stellen untersucht. Davon wurden acht Untersuchungsstellen nicht bewertet. Ursache war, dass an diesen Stellen keine der drei Teilkomponenten die vom Bewertungsverfahren formulierten Bedingungen für eine sichere Bewertung erfüllte. Bei sieben weiteren Untersuchungsstellen erfolgte eine gutachterliche Bewertung. Hier trat mit dem Makrophytentyp „große Ströme der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen (Mg)“ und einer gemäß Verfahrensanleitung begründbaren Makrophytenverödung eine Kombination von bewertungsrelevanten Eigenschaften auf, die im Bewertungstool PHYLIB nicht vorgesehen war. Um trotzdem ein vollständiges Bewertungsergebnis zu erhalten, wurden entsprechend der Handlungsanweisung [2] die Makrophyten als „schlecht“ eingestuft und die Zustandsklasse abschließend als Mittelwert der Klassen aller drei Teilkomponenten ermittelt.

5.1.1 ANTEIL SICHER BEWERTBARER PROBEN: VERGLEICH DER TEILKOMPONENTEN

Das Bewertungsverfahren PHYLIB stellt Mindestanforderungen z.B. an die Qualität und Quantität der gefundenen Taxa, damit eine Probe als sicher bewertbar gilt. Die Diatomeen erweisen sich mit 98 % sicher bewertbaren Proben als die zuverlässigste Teilkomponente. Beim PoD ist der Anteil mit 87 % etwas geringer, während bei den Makrophyten die meisten „Ausfälle“ zu beobachten sind: Hier sind nur 68 % der Proben sicher bewertbar.³

Mögliche Ursachen lassen sich aus der Lebensweise und der Physiologie der Teilkomponenten ableiten: Diatomeen zeichnen sich durch eine große Artenzahl (im Mittel 48 Arten pro Probe) und eine kurze Regenerationszeit in der Größenordnung von Tagen bis Wochen aus und haben geringere Ansprüche an die Lichtversorgung. Erfahrungsgemäß werden Diatomeen auch noch an solchen Untersuchungsstellen in bewertbaren Mengen gefunden, an denen PoD und Makrophyten vermutlich wegen starker Beschattung ausfallen. Makrophyten weisen dagegen eine deutlich geringere Artenzahl pro Probe (im Mittel sechs Arten pro Probe) auf, so dass sich das Ausfallen einzelner Arten in größeren relativen Änderungen bemerkbar macht. Makrophyten brauchen zudem nach Hochwasser oder ähnlichen Störungen längere Zeiten, um sich vollständig zu regenerieren. Da Makrophyten auch deutlich auf Struktureinflüsse reagieren, kann der höhere Anteil von nicht sicher bewertbaren Proben auch ein Hinweis darauf sein, dass diese Teilkomponente durch die Kombinationswirkung von trophischen und strukturellen Einflüssen einer stärkeren Belastung ausgesetzt ist.

5.1.2 PLAUSIBILISIERUNG DER STELLENBEWERTUNG

Die von externen Spezialisten der jeweiligen Teilkomponente erfassten und mit PHYLIB bewerteten und kommentierten Ergebnisse wurden in der Datenbank der LUBW zusammengeführt. Daraufhin wurde mit der Bewertungssoftware PHYLIB ein Gesamtergebnis ermittelt (in der Ergebnistabelle: *Zustandsklasse berechnet (PHYLIB)*), und durch die LUBW unter Zuhilfenahme zusätzlicher Informationen ausführlich fachlich geprüft. Neben den mit PHYLIB errechneten Bewertungsergebnissen wurden chemische Messwerte (Orthophosphat, Gesamtphosphor), Gewässerstruktur- und Geländedaten, Ergebnisse der Vorjahre, Ergebnisse des Makrozoobenthos und insbesondere auch Informationen zu möglichen anthropogenen Einflüssen (Klär-

³ Die Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtzahl der Proben, die für die jeweilige Teilkomponente vorliegen. Bei Makrophyten und Diatomeen sind dies je 549 Proben, beim Phytobenthos ohne Diatomeen 461 Proben (PoD wurde im Alpenvorland nicht untersucht).

anlagen, Landnutzung, Anteile der Eintragspfade laut MONERIS-BW) in die Plausibilisierung einbezogen (siehe Abbildung 5).

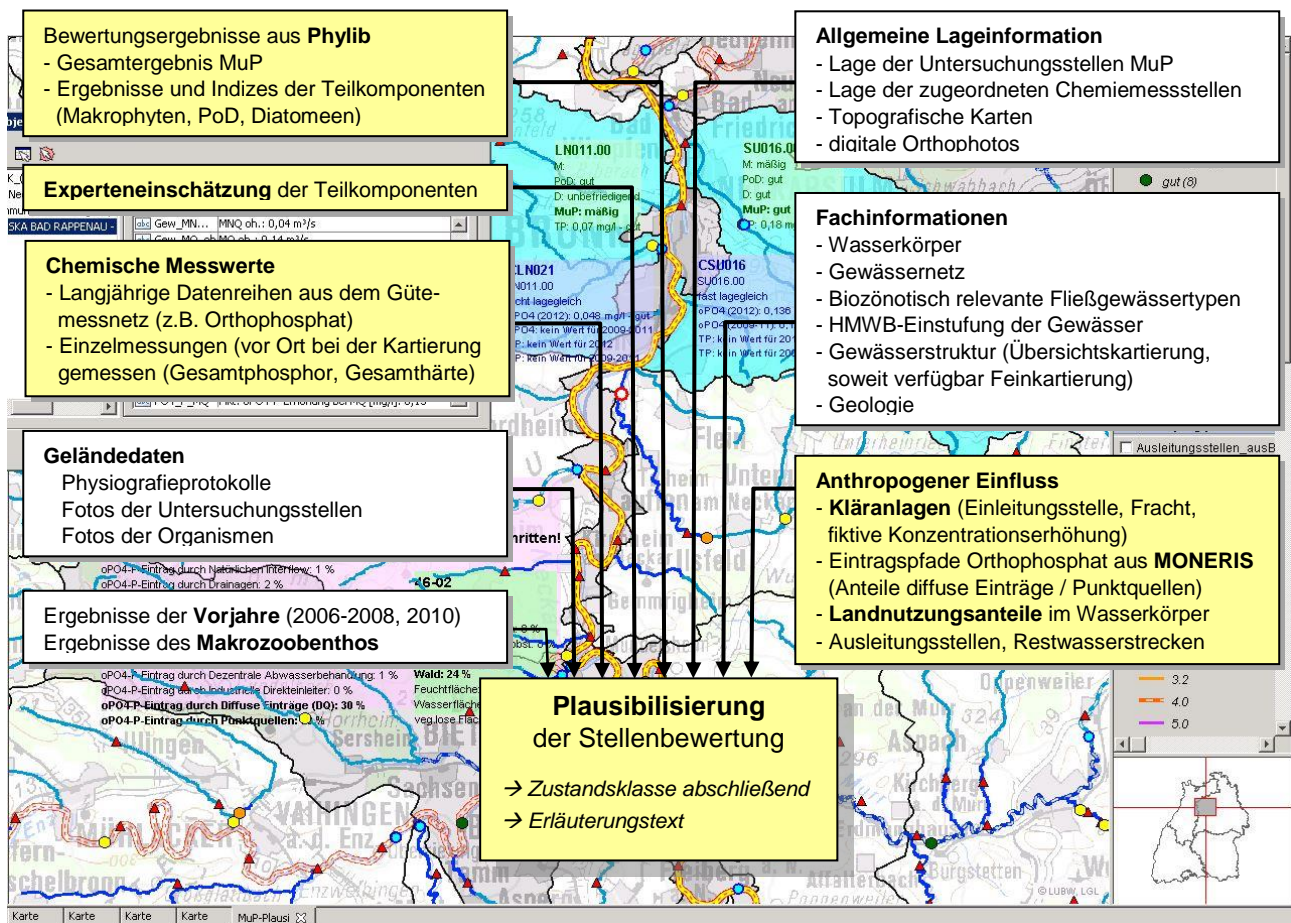


Abbildung 5: Überblick über die Informationen, die in die Plausibilisierung der Stellenbewertung einfließen. Die Schwerpunkte der Betrachtung sind gelb hinterlegt.

Bei dem überwiegenden Teil der Untersuchungsstellen wurde die in PHYLIB berechnete Zustandsklasse bestätigt. Nur in wenigen, gut begründeten Ausnahmefällen wurde das von PHYLIB errechnete Ergebnis um maximal eine Klasse zur abschließenden Zustandsklasse auf- bzw. abgewertet. Die von PHYLIB errechnete Bewertung der Teilkomponenten (Makrophyten / Phytobenthos ohne Diatomeen / Diatomeen) bleiben stets unverändert, Auf- oder Abwertungen werden nur für die Gesamtbewertung MuP vorgenommen.

Bei der Plausibilisierung des Untersuchungsdurchgangs MuP 2012 wurden drei Stellen (0,5 %) aufgewertet und 56 Stellen (10 %) abgewertet. Die plausibilisierte Stellenbewertung steht in der Ergebnistabelle in der Spalte *Zustandsklasse abschließend*. Die wesentlichen Informationen aus der Plausibilisierung mit einer textlichen Zusammenfassung der Bewertungsergebnisse und Hinweisen auf charakteristische Eigenheiten der Probe sind in der Ergebnistabelle in der Spalte *Erläuterung der Zustandsklasse abschließend* enthalten. Hier wird auf eine Auf- oder Abwertung der *Zustandsklasse berechnet (PHYLIB)* hingewiesen und diese ggf. fachlich begründet.

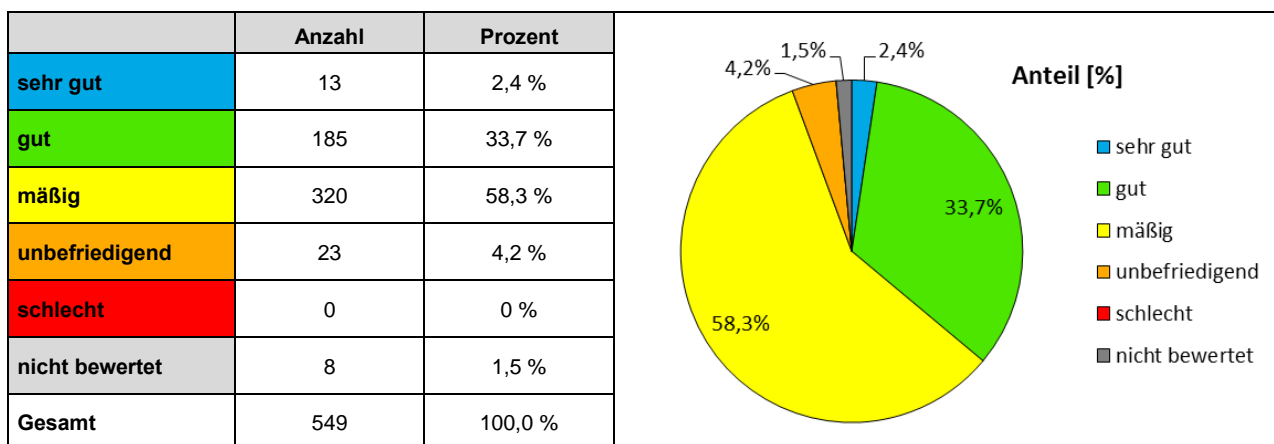
Änderungen der Zustandsklasse wurden nur vorgenommen, wenn es mehrere deutliche Hinweise dafür gab, dass die errechnete Zustandsklasse die Situation vor Ort nicht plausibel abbildet. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn das errechnete Ergebnis auf der Klassengrenze liegt und die Hintergrundinformationen der Plausibilisierung zur Belastungssituation einen Klassenwechsel nahelegen. Außerdem kann es erforderlich sein,

Unstimmigkeiten des Bewertungssystems auszugleichen. Im Untersuchungsdurchgang 2012 fiel z.B. die Teilkomponente Makrophyten durch eine tendenziell zu positive Bewertung auf. Die Karte *Teilkomponente Makrophyten* in Abbildung 6 zeigte auffällig viele „sehr gute“ Untersuchungsstellen und wich damit stark vom Gesamteindruck der Bewertung der beiden anderen Teilkomponenten ab. Diese zu positive Bewertung ließ sich auf eine zu positive Einstufung zweier weit verbreiteter Arten in PHYLIB zurückführen (Bewertung von *Fontinalis antipyretica* und *Ranunculus trichophyllus* mit „A“ in karbonatischen Bächen). Die tendenziell zu positive Bewertung entsprechender Proben wurde bei der Plausibilisierung des Gesamtergebnisses berücksichtigt und hat ggf. zur Abwertung der abschließenden Zustandsklasse beigetragen. Die Hinweise zur Einstufung der Taxa werden an das Bayerische Landesamt für Umwelt rückgemeldet, das die Weiterentwicklung des Bewertungstools PHYLIB fachlich betreut.

5.1.3 ERGEBNIS DER STELLENBEWERTUNG

Die abschließende Zustandsklasse nach der Plausibilisierung wurde bei ca. 1/3 der Untersuchungsstellen als „sehr gut“ oder „gut“ eingestuft, bei knapp 2/3 der Stellen als „mäßig“ oder „unbefriedigend“. Untersuchungsstellen mit der Bewertung „schlecht“ kamen nicht vor. Acht Stellen wurden nicht bewertet.

Tabelle 2: Anzahl und Anteil der Zustandsklasse abschließend an den Untersuchungsstellen MuP 2012.



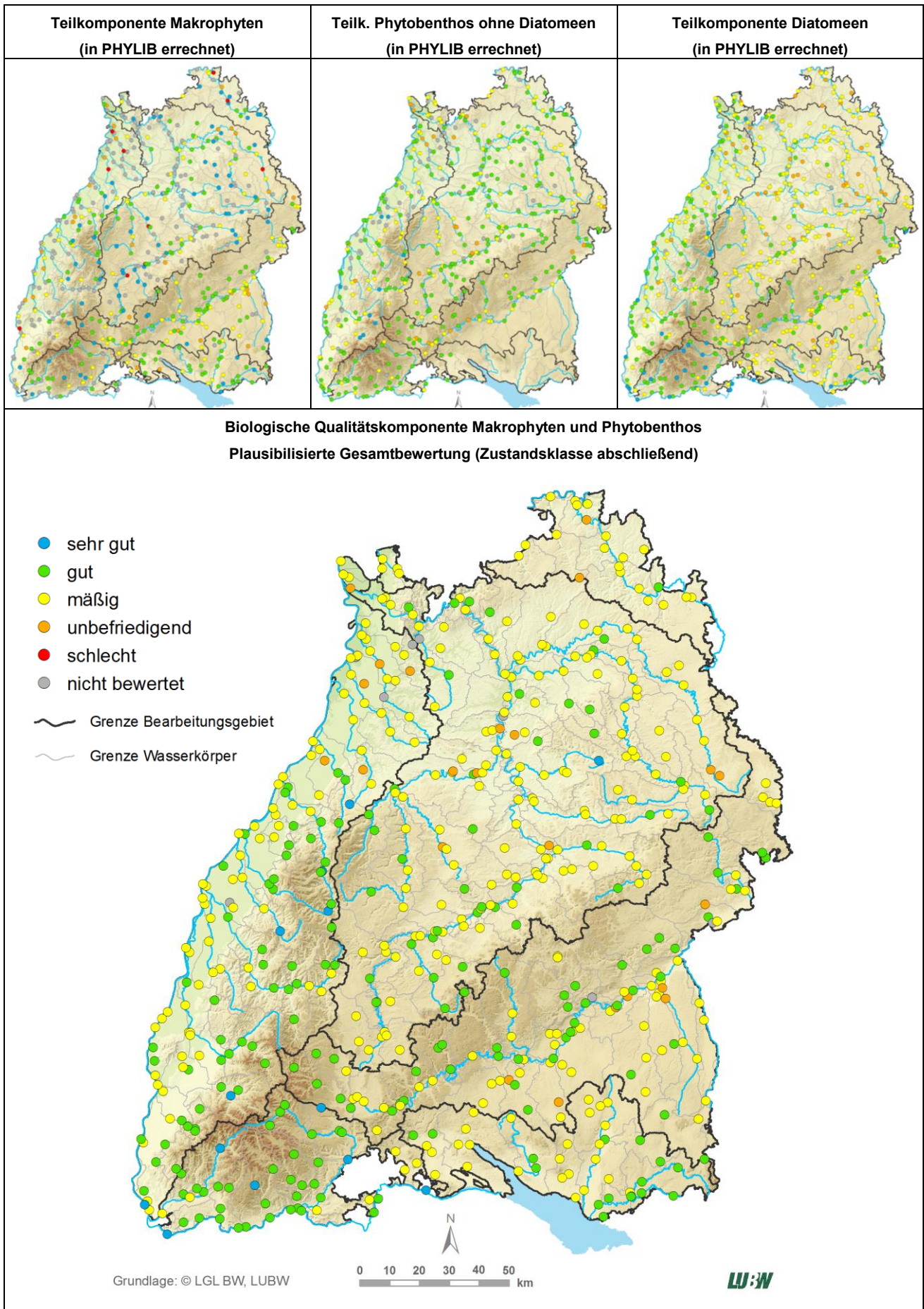


Abbildung 6: Bewertungsergebnisse der Untersuchungsstellen für den Untersuchungsdurchgang 2012: Errechnete Bewertungen der Teilkomponenten Makrophyten, Phytobenthos ohne Diatomeen und Diatomeen sowie die plausibilisierte Gesamtbewertung der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos (Zustandsklasse abschließend).

5.1.4 DEFIZITE UNTERSCHIEDEN: TROPHIE ODER STRUKTUR?

Die Qualitätskomponente MuP indiziert überwiegend trophische Belastungen, also Nährstoffbelastungen. Daneben reagiert insbesondere die Teilkomponente Makrophyten auch auf strukturelle Defizite. Bei der Ableitung der Impacts gemäß DPSIR⁴-Ansatz und beim Ableiten von Maßnahmen stellt sich für die Flussgebietsbehörden die Frage, ob eine defizitäre MuP-Bewertung tatsächlich auf Nährstoffbelastung zurückzuführen ist oder ob evtl. auch strukturelle Defizite eine Rolle spielen. Im PHYLIB-Verfahren gibt es keinen Index, der diese Frage eindeutig beantwortet. Zur Unterstützung der Flussgebietsbehörden wurde daher eine „Hilfestellung zur Identifikation von Nährstoffbelastungen bzw. strukturellen Defiziten“ entwickelt (s. u.). Die „Hilfestellung“ kann das Problem nicht abschließend lösen, sie ist als Arbeitshilfe zu verstehen.

HILFESTELLUNG ZUR IDENTIFIKATION VON NÄHRSTOFFBELASTUNGEN BZW. STRUKTURELLEN DEFIZITEN

Die Beschreibung ist als Lesehilfe zu der Ergebnistabelle entstanden und greift sowohl auf die dort enthaltenen Wasserkörperbewertungen als auch auf die Stellenbewertungen zurück.

Wenn die Wasserkörperbewertung MuP schlechter als „gut“ ist soll geprüft werden, ob eine trophische Belastung vorliegt. Hinweise für trophische Belastungen sind z.B.:

- die Bewertung der Diatomeen (klassifizierter Diatomeen-Index) an den Untersuchungsstellen im Wasserkörper ist schlechter als „gut“ oder
- der klassifizierte Trophieindex an den Untersuchungsstellen im Wasserkörper ist schlechter als „gut“ oder
- die Orthophosphat-Bewertung des Wasserkörpers ist schlechter als „gut“ oder
- es liegt eine Makrophytenverödung vor mit einer auf eine trophische Belastung hinweisenden Begründung oder
- das Textfeld *Erläuterung Zustandsklasse abschließend* der Ergebnistabellen gibt Hinweise auf eine trophische Belastung

Wenn die Wasserkörperbewertung MuP schlechter als „gut“ ist und es keine Hinweise auf eine trophische Belastung gibt, können strukturelle Defizite vorliegen. Anzeichen für strukturelle Defizite können in diesem Zusammenhang sein:

- Die Teilkomponente Makrophyten an den Untersuchungsstellen des Wasserkörpers ist schlechter als „gut“ oder
- an den Untersuchungsstellen des Wasserkörpers liegt eine Makrophytenverödung mit einer auf strukturelle Defizite hinweisenden Begründung vor oder
- an den Untersuchungsstellen des Wasserkörpers liegt eine Helophytendominanz vor oder
- die Untersuchungsstellen des Wasserkörpers liegen in erheblich veränderten Streckenabschnitten oder
- die Untersuchungsstellen des Wasserkörpers liegen an Streckenabschnitten mit einer Gewässerstruktur (Feinkartierung) schlechter als „gut“ oder
- das Textfeld *Erläuterung Zustandsklasse abschließend* der Ergebnistabellen gibt Hinweise auf strukturelle Belastung


Wenn die Untersuchungsstellen eines Wasserkörpers unterschiedliche Bewertungen liefern, muss die Lage der Stellen im Wasserkörper (Oberlauf, Mündungsbereich, ggf. Landnutzung) berücksichtigt werden.

⁴ DPSIR steht für Driving forces, Pressures, State, Impact und Responses. DPSIR ist ein europaweit harmonisiertes Modell zur Darstellung von Ursache- und Wirkungszusammenhängen im Bereich Umweltbelastungen und Umweltschutzmaßnahmen

Anwendungsbeispiel für ein trophisches Defizit: JA514.00 (Jagst)

Die Untersuchungsstelle JA514.00 an der Jagst wurde mit der abschließenden Zustandsklasse „mäßig“ bewertet. Aus der Diatomeenbewertung, dem Trophieindex Diatomeen und den sehr hohen gemessenen Orthophosphat-Konzentrationen lässt sich eine deutliche trophische Belastung ableiten. Die entsprechenden Hinweise sind in der Bewertungstabelle in der *Erläuterung der Zustandsklasse abschließend* zusammengestellt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Anwendungsbeispiel für ein trophisches Defizit: JA514.00 (Jagst)

| Untersuchungsstelle | Wasser- körper | Zustandsklasse MuP abschließend | Makrophyten verödung | Trophieindex Diatomeen | Bewertung Diatomeen | Orthophosphat |
|--|-------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|---------------|
| JA514.00 (Jagst)  | 48-03 | mäßig | Keine Verödung | mäßig | mäßig | |
| Erläuterung der Zustandsklasse abschließend (Auszug) (...)Eine hohe Nährstoffbelastung im Gewässer wird vor allem durch den Trophieindex der Diatomeen indiziert, der sowohl durch die vor-Ort-Messung der TP-Konzentration von 0,220 mg/l als auch durch die Phosphatmessungen an der zugeordneten Chemiemessstelle CJA514 (Mittelwert ortho-Phosphat-P 2009-2011: 0,106 mg/l gestützt wird. Ursächlich könnten Kläranlagen im Oberlauf sowie diffuse Stoffeinträge sein. Prägend für den Wasserkörper sind hohe Flächenanteile von Acker- und intensiver Grünlandbewirtschaftung (57%). | | | | | | |
| Zugeordnete Chemiestelle: CJA514 (Jagst) | 48-03 | | | | | mäßig |



Anwendungsbeispiel für ein strukturelles Defizit: XX172.00 (Rhein)

Die Untersuchungsstelle XX172.00 liegt im schiffbaren Rhein im Bereich des Baseler Hafens und wird als „mäßig“ bewertet (Tabelle 4). Aus folgenden Gründen lässt sich ableiten, dass hier ein ausschließlich strukturelles Defizit vorliegt:

- Es wurde eine Makrophytenverödung aufgrund von Wellenschlag und weiteren Faktoren (Uferverbau mit veränderten hydromorphologischen Bedingungen, Sohlverbau) erfasst.
- In der Ergebnistabelle wird in der Erläuterung der abschließenden Zustandsklasse auf die strukturellen Belastungen hingewiesen.

- Es gibt keine Hinweise auf eine trophische Belastung. Die an der zugeordneten Chemiemessstelle CXX172 gemessenen Orthophosphat-Konzentrationen sind sehr gering und liegen unterhalb des Hintergrundwertes („sehr gut“). Diese trophische Einstufung wird zusätzlich durch die „sehr gute“ Phytoplanktonbewertung bestätigt.
- An der benachbarten Untersuchungsstelle XX174.00, die nur 2 km unterhalb im Restrhein mit vergleichbaren Nährstoffgehalten liegt, bildet sich durch eine wesentlich bessere strukturelle Ausstattung eine Makrophyten- und Phytobenthos-Besiedlung aus, die als „sehr gut“ bewertet wird.

Tabelle 4: Anwendungsbeispiel für ein strukturelles Defizit: XX172.00 (Rhein)

| Untersuchungsstelle | Wasserkörper | Zustandsklasse MuP abschließend | Makrophytenverödung | Trophieindex Diatomeen | Bewertung Diatomeen | Orthophosphat | Phytoplankton |
|---|--------------|---------------------------------|--|------------------------|---------------------|---------------|---------------|
| XX172.00 (Rhein)  | 3-or1 | mäßig | ja Begründung: Wellenschlag, Uferverbau mit veränderten hydromorphologischen Bedingungen und Sohlverbau | Sehr gut | Sehr gut | | |
| Erläuterung der Zustandsklasse abschließend (Auszug) (...) Für Gewässer des Makrophytentyps MG ist das Makrophyten-Modul bisher nicht definiert. Bei der Untersuchung 2012 wurde jedoch eine Makrophytenverödung durch Wellenschlag erkannt, als weitere Verödungsursachen sind Uferverbau mit veränderten hydromorphologischen Bedingungen und Sohlverbau plausibel anzunehmen. Entsprechend der Handlungsanweisung werden daher die Makrophyten mit "schlecht" bewertet. | | | | | | | |
| Zugeordnete Chemiestelle: CXX172 (Rhein) | 3-or1 | | | | | Sehr gut | Sehr gut |
| XX174.00 (Restrhein)  | 3-or1 | Sehr gut | nein | Sehr gut | Sehr gut | / | |

5.2 BEWERTUNG DER WASSERKÖRPER

5.2.1 AGGREGATIONSVERFAHREN

Die Stellenbewertungen der durchschnittlich 3 bis 4 Untersuchungsstellen pro Wasserkörper müssen zu einer Wasserkörperbewertung MuP zusammengefasst werden. Das im 1. Bewertungsdurchgang 2006-2008 verwendete „Worst-Case“-Verfahren war der geringen Anzahl an Untersuchungsstellen geschuldet und wurde für die vorliegende Bewertung durch ein Verfahren mit gewichtetem Mittelwert abgelöst. Als Wichtungsfaktor dient der Einzugsgebietsanteil der Untersuchungsstellen eines Wasserkörpers. Damit werden Stellen hervorgehoben, die Einflüsse aus einem großen Einzugsgebiet abbilden und damit in der Regel einen großen Anteil am Abfluss haben. Damit kleine Fließgewässer in der Bewertung nicht unterrepräsentiert werden, wurde zusätzlich eine Abschneideregul eingeführt: Wenn mehr als eine Stelle im Wasserkörper „mäßig“ oder schlechter abschneidet, wird der Wasserkörper maximal mit „mäßig“ bewertet.

Das neue Aggregationsverfahren wurde auf Grundlage des Untersuchungsdurchganges 2010 (überblicksweise Überwachung) entwickelt und auf den Untersuchungsdurchgang 2012 angewandt. Wie in Kapitel 5.2.5 beschrieben, kann u.a. wegen dieses Methodenwechsels die Wasserkörperbewertung MuP für den Untersuchungsdurchgang 2006-2008 nicht sinnvoll mit der Wasserkörperbewertung für den aktuellen Untersuchungsdurchgang 2012 verglichen werden.

NEUES AGGREGATIONSVERFAHREN FÜR MUP

Gewichteter Mittelwert (EZG-Summe) mit Abschneideregul

$$\text{Wichtungsfaktor der Untersuchungsstelle} = \frac{\text{EZG der Probestelle}}{\text{Summe der EZG aller Probestellen des WK}}$$

Abschneideregul: ist mehr als eine Stelle im Wasserkörper „mäßig“ oder schlechter, so kann der Wasserkörper maximal mit „mäßig“ bewertet werden.

5.2.2 PLAUSIBILISIERUNG DER WASSERKÖRPERBEWERTUNG

Die mit dem neuen Aggregationsverfahren ermittelten Wasserkörperbewertungen wurden einer Plausibilisierung unterzogen. Dabei wurde zunächst geprüft, bei welchen Wasserkörpern die Bewertung 2012 deutlich von den Bewertungen der Vorjahre (2006-2008, falls vorhanden 2010) abwich. Als fachlich auffällig galten Wasserkörper, bei denen eine starke Änderung zur Bewertung der Vorjahre sich nicht aus dem veränderten Aggregationsverfahren ableiten ließ. In diesen 29 auffälligen Wasserkörpern wurde das Bewertungsergebnis fachlich geprüft und in zwei Fällen geändert.

In einem zweiten Schritt wurden die 38 Wasserkörper überprüft, bei denen die Wasserkörperbewertung MuP 2012 „mäßig“ oder schlechter war, aber der Orientierungswert für Orthophosphat-Phosphor im Wasserkörper eingehalten wurde. Trotz der Abweichungen zur Orthophosphat-Bewertung wurden die Wasserkörperbewertungen MuP 2012 als plausibel eingestuft und beibehalten: Bei 16 Wasserkörpern ergab sich aus der Gesamtheit der Stellenergebnisse eine plausible Trophieindikation. Eine mögliche Ursache für die Abweichung zur Orthophosphat-Bewertung ist, dass die Chemiemesswerte i.d.R. nur an einer Stelle am Wasserkörperausgang erfasst werden, während die Bedingungen im Wasserkörper variieren können. Vier Wasserkörper, deren MuP-Bewertung sich auf der Grenze zwischen „gut“ und „mäßig“ bewegt, wurden ebenfalls als plausibel eingestuft, da solche Unschärfen im Bereich der Klassengrenze zwar unerwünscht

sind aber realistischerweise auftreten. Bei 18 Wasserkörpern lagen in den Stellenbewertungen Hinweise auf strukturelle Defizite vor, so dass eine Abweichung von der Orthophosphat-Bewertung ebenfalls als plausibel eingestuft wurde.

5.2.3 ABSTIMMUNG DER WASSERKÖRPERBEWERTUNGEN MIT DEN ANRAINERN

Insgesamt wurden von Baden-Württemberg 158 Wasserkörper untersucht und bewertet. Sechs Wasserkörper an der Grenze zu Bayern wurden gemäß einer entsprechenden Vereinbarung von Bayern untersucht, die Wasserkörperbewertungen von dort übernommen und in die Ergebnistabelle integriert. In der Regel liegen in diesen Wasserkörpern keine baden-württembergischen Untersuchungsstellen. Eine Ausnahme ist der Wasserkörper 65-02, in dem die Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten künftig wieder durch Baden-Württemberg erfolgen wird. Für diesen Wasserkörper werden in diesem Bericht die baden-württembergischen Bewertungen an den Untersuchungsstellen und die bayerische Bewertung für den Wasserkörper dargestellt.

In sechs Wasserkörpern entlang des Oberrheins wurden die Wasserkörperbewertungen grenzübergreifend mit Frankreich, Rheinland-Pfalz und Hessen abgestimmt. Bei den Wasserkörpern 3-or1, 3-or2 und 3-or3 ändert sich hierdurch die Bewertung von „mäßig“ auf „gut“. Die baden-württembergische Wasserkörperbewertung beruht auf der Gesamtheit der drei Teilkomponenten (Makrophyten / Phytobenthos ohne Diatomeen / Diatomeen). Die „mäßige“ Bewertung der Wasserkörper war v.a. auf die von den Makrophyten indizierten strukturellen Beeinträchtigungen zurückzuführen. Das französische Verfahren dagegen beruht ausschließlich auf Diatomeenuntersuchungen, es fokussiert also auf die trophische Belastung. Hydromorphologische Beeinträchtigungen werden im französischen Verfahren erst in einem Folgeschritt berücksichtigt. Eine überschlägige Auswertung der baden-württembergischen Diatomeen-Proben bestätigt die trophische Einstufung der Wasserkörper durch das französische Verfahren. In diesem Sinne kann die französische Wasserkörperbewertung mitgetragen werden. Die Wasserkörper 3-or4, 3-or5 und 3-or6 werden in Übereinstimmung mit den jeweiligen Anrainern mit „mäßig“ bewertet.

In der Ergebnistabelle werden sowohl die baden-württembergischen als auch die übernommenen / abgestimmten Ergebnisse nebeneinander dargestellt.

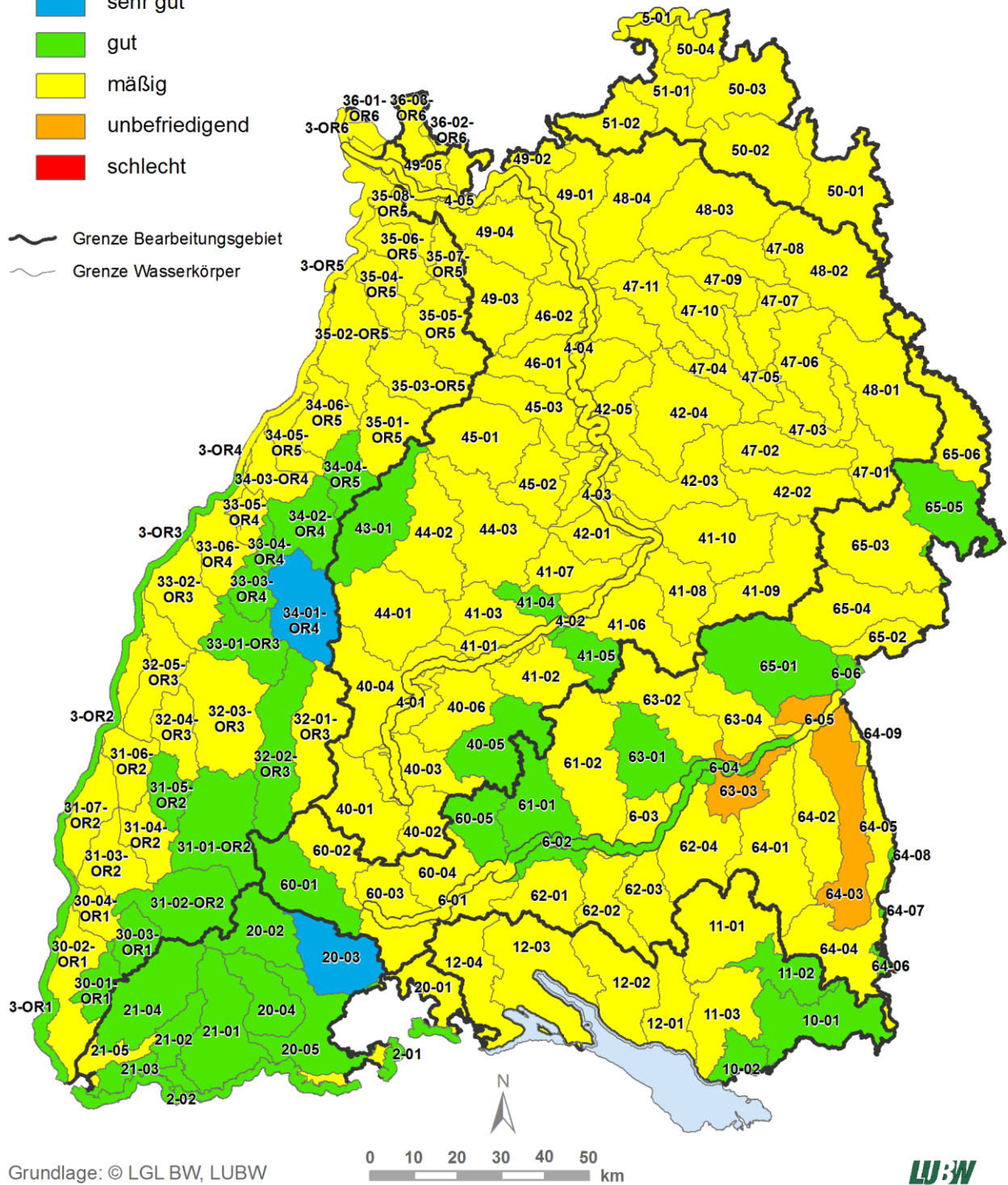
5.2.4 ERGEBNIS DER WASSERKÖRPERBEWERTUNG

Grundlage der Betrachtung sind die Wasserkörperbewertungen MuP 2012 inklusive der ggf. übernommenen oder abgestimmten Wasserkörperergebnisse. Wie Tabelle 5 und Abbildung 7 zeigen, weist die Mehrzahl (ca. 70 %) der Wasserkörper im Land in der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos ein Defizit auf. Die Wasserkörper, die als „gut“ oder besser eingestuft werden (ca. 27 % der Wasserkörper), konzentrieren sich im Schwarzwald und im östlichen Alpenvorland. Sie zeichnen sich durch eine geringe Siedlungsdichte und einen hohen Wald- bzw. Grünlandanteil aus. Die schwäbische Alb fällt durch den Wechsel von „guten“ und „mäßigen“ Bewertungen auf. Hier liegen sowohl die Stellenergebnisse als auch die Wasserkörperbewertungen oftmals auf der Grenze von „gut“ zu „mäßig“. Eine Tabelle mit dem Bewertungsergebnis für jeden Wasserkörper findet sich im Anhang.

Zustandsklasse Makrophyten und Phytoplankton

- sehr gut
- gut
- mäßig
- unbefriedigend
- schlecht

Grenze Bearbeitungsgebiet
 Grenze Wasserkörper

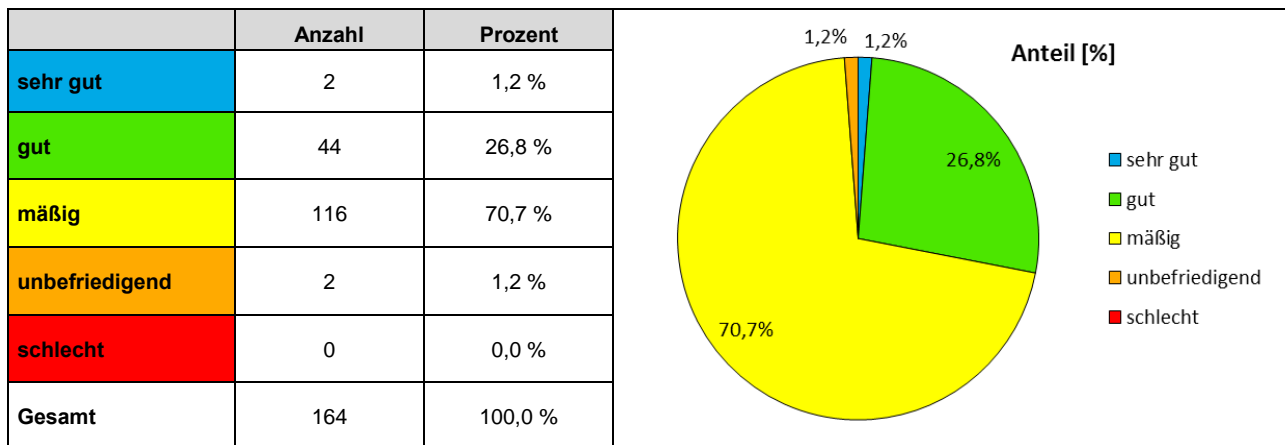


Grundlage: © LGL BW, LUBW

LU:W

Abbildung 7: Wasserkörperbewertung MuP (Datengrundlage: Untersuchungsjahr 2012).

Tabelle 5: Verteilung der Qualitätsklassen der Wasserkörper für die Untersuchung MuP 2012.



5.2.5 KEINE VERGLEICHBARKEIT DER WASSERKÖRPERBEWERTUNGEN MUP 2006-2008 UND MUP 2012

Die Ergebnisse MuP 2006-2008 und MuP 2012 sind nicht direkt miteinander vergleichbar, weil sich zu viele wesentliche Randbedingungen der WK-Bewertungen verändert haben:

- Überarbeitung der Fließgewässertypologie als Grundlage der leitbildbezogenen Bewertung [14]
- Erhöhung der Stellendichte durch einen Ausbau des Messnetzes von 1,8 Untersuchungsstellen pro Wasserkörper auf 3,5 Untersuchungsstellen pro Wasserkörper.
- Untersuchung aller drei Teilkomponenten.
Bei den Untersuchungen 2006-2008 wurden nur die zwei Teilkomponenten Makrophyten und Diatomeen untersucht. Im Untersuchungsdurchgang 2012 wurde in der Ökoregion Mittelgebirge, welche dem größten Teil des Landes zugeordnet ist, auch die dritte Teilkomponente Phytobenthos ohne Diatomeen berücksichtigt. In der Ökoregion Alpenvorland konnte das PoD für den Untersuchungsdurchgang 2012 nicht berücksichtigt werden, da bei der Planung das Bewertungsverfahren für PoD noch nicht verfügbar war.
- Weiterentwicklung des bundeseinheitlichen Bewertungsverfahrens PHYLIB
- Veränderung des Aggregationsverfahrens beim Zusammenfassen der Stellenbewertung zu einer Wasserkörperbewertung. Das im Untersuchungsdurchgang 2006-2008 verwendete Worst-Case-Verfahren wurde in Abstimmung mit den Flussgebietsbehörden durch eine Aggregation anhand eines einzugsgebietsgewichteten Mittelwertes abgelöst.

5.2.6 VERGLEICH DER WASSERKÖRPERBEWERTUNGEN MUP UND ORTHOPHOSPHAT

Die biologische Qualitätskomponente MuP indiziert vorwiegend trophische Belastungen, also einen Überschuss an Nährstoffen. In Fließgewässern gilt i.d.R. Phosphor als der das Pflanzenwachstum limitierende Nährstoff. Entscheidend für die Fließgewässerbewertung ist der Gehalt an pflanzenverfügbarem Orthophosphat.

Orthophosphat wird im Rahmen der regelmäßigen Fließgewässerüberwachung der LUBW erfasst. Die Ergebnisse hierzu sind in [13] erläutert. Zusammen mit anderen Parametern fließt es als physikalisch-chemische Qualitätskomponente unterstützend in die ökologische Zustandsbewertung ein. Bei Zielverfehlung durch die biologischen Qualitätskomponenten geben die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten

nennten Hinweise auf bestehende Defizite in der Gewässerbeschaffenheit und bieten somit Ansatzpunkte für die Maßnahmenplanung zur notwendigen Verbesserung des Gewässerzustandes. Die Bewertung des Orthophosphats erfolgt anhand des 3-Jahresmittelwertes der Jahre 2011-2013. Die zur Bewertung herangezogenen Hintergrund- und Orientierungswerte sind dem Entwurf der überarbeiteten Oberflächengewässerverordnung, Anlage 6 (Stand 17.04.2014) [17] entnommen.

Die Bewertung der Wasserkörper anhand der Orthophosphat-Konzentrationen hebt ähnliche Defiziträume hervor wie die Wasserkörperbewertung MuP und gibt damit einen wichtigen Hinweis auf den Maßnahmenbedarf zur Nährstoffreduktion z.B. im Bereich Neckar, Kocher, Jagst und Kraichgau. Die Abweichungen zur Wasserkörperbewertung MuP in der Oberrheinebene und z.B. bei den unmittelbaren Bodenseeanrainern können auf strukturelle Defizite zurückzuführen sein oder können ihre Ursache in der feineren räumlichen Auflösung des MuP-Messnetzes haben.

Orthophosphat

- Hintergrundwert eingehalten
- zwischen Hintergrundwert und Orientierungswert
- Orientierungswert überschritten
- (noch) nicht bewertet/
nicht klassifiziert
- Grenze Bearbeitungsgebiet

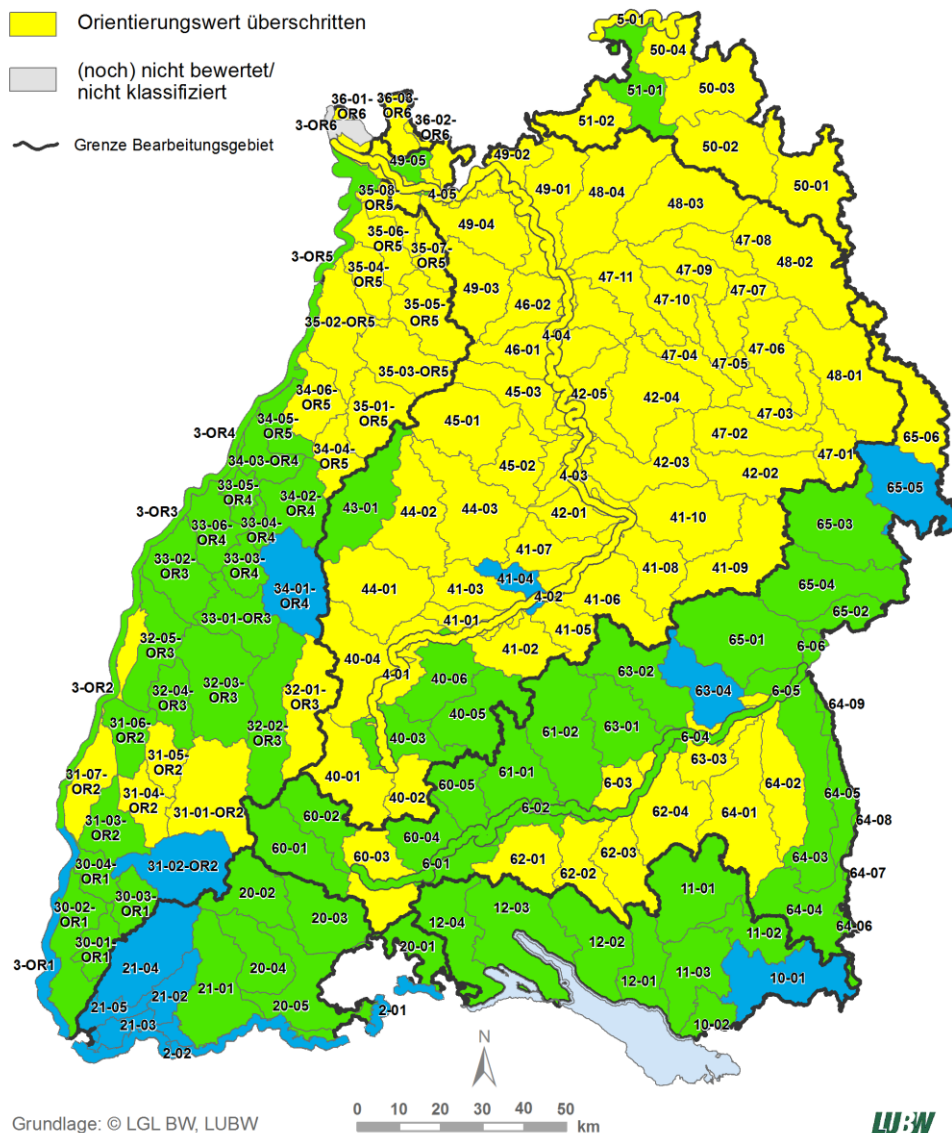


Abbildung 8: Wasserkörperbewertung anhand der unterstützenden Komponente Orthophosphat (Datengrundlage: 3-Jahresmittelwert der Jahre 2011-2013)

HINTERGRUND- UND ORIENTIERUNGSWERTE

Die Hintergrund- und Orientierungswerte stellen eine Interpretationshilfe dar für die Beziehung zwischen biologischer Untersuchung und chemischem Messwert. Der Hintergrundwert beschreibt den Übergang vom „sehr guten“ / „guten“ Zustand eines Fließgewässers, der Orientierungswert zeigt an, wann der gute Zustand sicher verfehlt wird [8].

Im LAWA-Projekt „Korrelation zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen-Parametern in Fließgewässern“, kurz „ACP-Projekt“, wurden die Orientierungswerte auf Grundlage einer umfangreichen Datenbasis aus biologischen und chemischen Untersuchungsdaten aus dem WRRL-Monitoring aller Bundesländer statistisch abgeleitet. Die im ACP-Projekt statistisch ermittelten Werte wurden in den Entwurf der OGEW, Stand 17.04.2014 [17] übernommen.

| Orthophosphat | Hintergrundwert | Orientierungswert |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Mittelgebirge | 0,02 mg oPO ₄ -P /l | 0,07 mg oPO ₄ -P /l |
| Alpenvorland | | 0,05 mg oPO ₄ -P /l |

Der bisherige Orientierungswert für Orthophosphat von 0,07 mg oPO₄-P/l im Mittelgebirge wurde beibehalten. Für das Alpenvorland wurde auf Grundlage des ACP-Projektes der Orientierungswert von 0,10 auf 0,05 mg oPO₄-P/l verringert.

5.2.7 VERGLEICH DER WASSERKÖRPERBEWERTUNGEN MUP UND PHYTOPLANKTON

Die Wasserrahmenrichtlinie berücksichtigt zwei pflanzliche biologische Qualitätskomponenten: die Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos, in der die Gefäßpflanzen, Moose und Aufwuchsalgen gemeinsam betrachtet werden, sowie die Qualitätskomponente Phytoplankton, die die frei im Wasser schwebenden Algen umfasst. Als pflanzliche Qualitätskomponenten sind sie beide Indikatoren für trophische Belastungen, so dass sich ein Vergleich der Wasserkörperbewertungen MuP und Phytoplankton anbietet.

Das Phytoplankton wird ausschließlich in planktonführenden Gewässern der Typen 9.2 und 10 untersucht und bewertet, so dass sich der Vergleich auf die Gewässer Rhein, Donau, Neckar sowie Kocher und Jagst beschränkt (Abbildung 9). Details zur Phytoplanktonbewertung können dem Planktonbericht [12] entnommen werden.

Rhein

Auf den ersten Blick scheint die „sehr gute“ Phytoplankton-Bewertung der Rhein-Wasserkörper im Widerspruch zur MuP-Bewertung zu stehen, die sich von einem „gut“ im Hochrhein (2-01, 2-02) und im Oberrhein bis Iffezheim (3-or1 bis 3-or3), zu einem „mäßig“ im übrigen Oberrhein (3-or4 bis 3-or6) entwickelt. Betrachtet man aber die MuP-Bewertungen der Untersuchungsstellen genauer, so weisen auch diese auf eine i.d.R. geringe trophische Belastung hin. Die „mäßigen“ MuP-Bewertungen lassen sich vorwiegend auf strukturelle / hydromorphologische Defizite (Rückstau, Stillwassercharakter, Uferverbau) zurückführen.

Zustandsklasse Phytoplankton

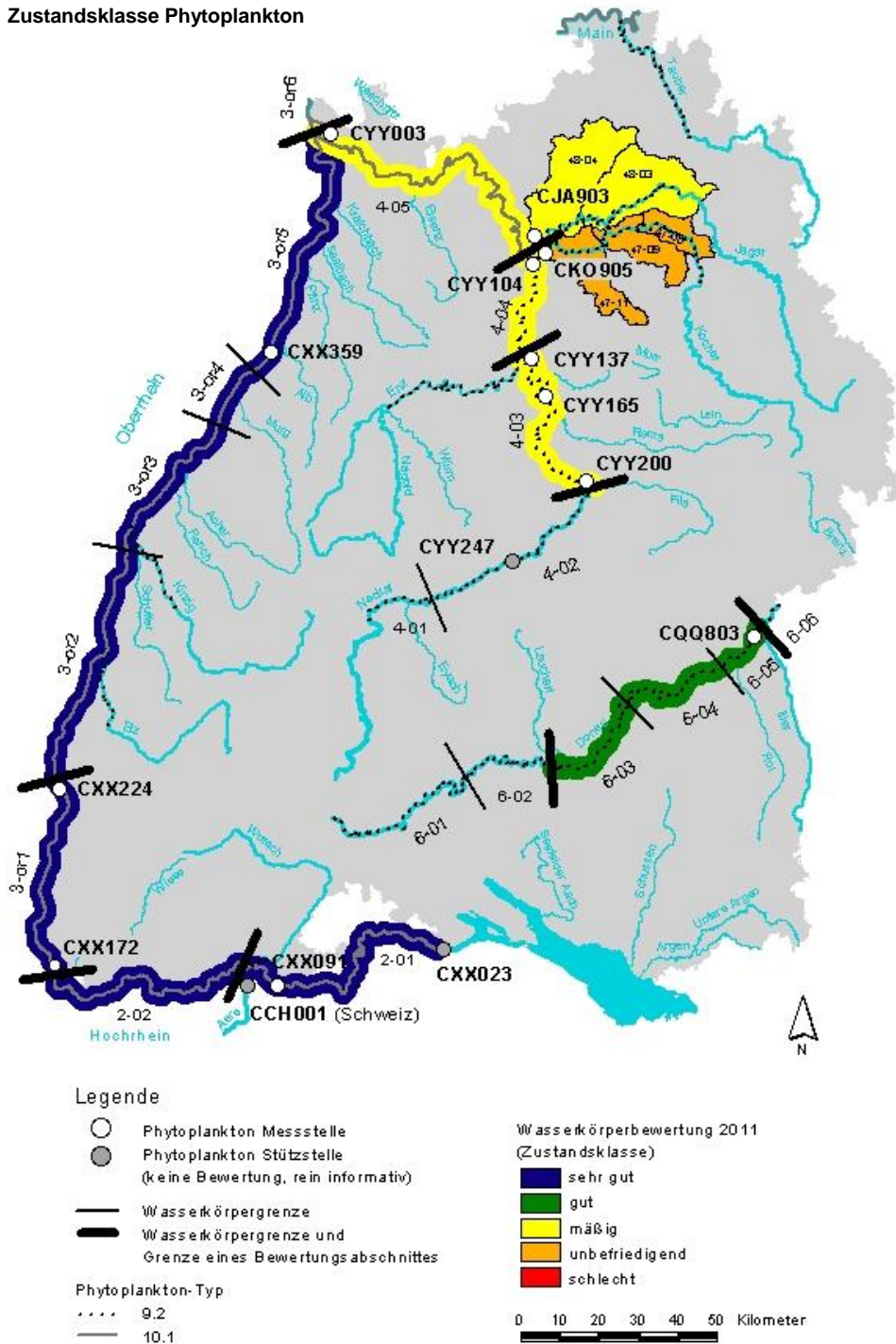


Abbildung 9: Wasserkörperbewertung Phytoplankton. Datengrundlage: Untersuchungsjahre 2009-2011 [12].

Donau

Die „gute“ Phytoplankton-Bewertung der Donau-Wasserkörper (6-03, 6-04, 6-05) stimmt für die oberen Wasserkörper 6-03 und 6-04 mit der MuP-Bewertung überein. Im unterhalb gelegenen Wasserkörper 6-05 bildet das MuP zunehmende trophische Einflüsse ab. Die MuP-Bewertung bewegt sich nahe der Grenze „gut“/„mäßig“, wird im Rahmen der Plausibilisierung aber als „mäßig“ bestätigt.

Neckar, Kocher und Jagst

Die „mäßige“ Phytoplankton-Bewertung des schiffbaren Neckars (4-03, 4-04, 4-05) steht im Einklang mit der MuP-Bewertung „mäßig“; wobei die Ursache der von MuP indizierten Defizite nicht rein trophisch zu verstehen ist, sondern eine Kombination von Wellenschlag (Schifffahrt), strukturellen Defiziten und einer sehr hohen trophischen Belastung darstellt.

Insgesamt spiegeln die „mäßige“ Phytoplankton-Bewertung des Neckars und des Unterlaufs der Jagst (48-03, 48-04) sowie die „unbefriedigende“ Phytoplankton-Bewertung des Kocher-Unterlaufs (47-08, 47-09, 47-11) die großräumig ausgebildete Nährstoffbelastung wider, die von Makrophyten und Phytobenthos im Neckareinzugsgebiet indiziert wird.

6 Folgerungen für die Maßnahmenplanung

Das Vorkommen und Wachstum von Wasserpflanzen ist eng an die zur Verfügung stehenden Nährstoffe gekoppelt. Dabei ist Phosphor in der Regel der Nährstoff, der das Pflanzenwachstum steuert. Neben dem Nährstoffpotenzial steuern weitere Einflussfaktoren wie z.B. Abfluss, Fließgeschwindigkeit, Lichtverfügbarkeit, Substratverhältnisse und Wärmehaushalt maßgeblich das Pflanzenwachstum. Den in der Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos zusammengefassten Aufwuchsalgen, Moosen und höheren Wasserpflanzen ist gemeinsam, dass sie im Substrat wurzeln oder am Substrat anhaften und dass sie somit ortsgebunden sind. Neben den stofflichen Einflüssen (Nährstoffen), die aus dem gesamten Einzugsgebiet stammen, wirken sich daher auch lokale Einflüsse aus, die sowohl stofflicher als auch struktureller Natur sein können.

Die Bewertungsergebnisse sowohl der Stellen als auch der Wasserkörper lassen bei einem Großteil der baden-württembergischen Fließgewässer deutliche Defizite erkennen, die i.d.R. durch eine trophische Belastung verursacht werden. Das Resümee aus der Qualitätskomponente MuP ist ein Zuviel an pflanzenverfügbarem Phosphor in vielen Fließgewässern. Bereiche mit nur geringen Belastungen finden sich im Schwarzwald und in Teilbereichen der Schwäbischen Alb und Oberschwabens. Aus der Modellierung des Nährstoffbilanzmodells MONERIS-BW [16] lassen sich als Hauptquellen des Nährstoffeintrages die landwirtschaftliche Nutzung und die kommunale Abwasserbehandlung identifizieren, die damit auch die wichtigsten Ansatzpunkte für die Maßnahmenplanung darstellen. Um den guten Zustand erreichen zu können, muss der pflanzenverfügbare Phosphor in den meisten Gewässern deutlich verringert werden. Die Mindestziele für Orthophosphat aus dem 1. BWP von 0,2 mg/l bzw. 0,1 mg/l Orthophosphat-Phosphor für den gestauten Neckar wiesen schon in diese Richtung. Die überarbeiteten Orientierungswerte (vgl. Infokasten in Kap. 5.2.6) weisen allerdings darauf hin, dass gewässertypspezifisch für die Erreichung des guten Zustandes noch niedrigere Orthophosphat-Konzentrationen erforderlich sind. Für die Maßnahmenplanung gewinnen daher die Lokalisierung von Einträgen und die Konkretisierung der angestrebten Orthophosphat-Konzentrationen an Bedeutung.

In den Bewertungsergebnissen werden neben den vorherrschenden trophischen Aspekten auch die v.a. durch die Makrophyten indizierten strukturellen Defizite sichtbar. Hierbei handelt es sich z.B. um die Degradation von Ufer- und Sohlstrukturen, um starke Trübung / hohe Schwebstofffracht, um die Folgen von Rückstau oder um die Auswirkungen der Schifffahrt. Der gute ökologische Zustand kann nur erreicht werden, wenn alle Belastungsfaktoren (z.B. stofflich, physikalisch, hydrologisch-hydraulisch) nur gering sind und wenn ein hinreichendes typspezifisches Besiedlungspotenzial vorhanden ist [8].

7 Ausblick

Die flächendeckende Bewertung der Fließgewässer anhand der biologischen Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ ist noch jung – sie wurde erst mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie etabliert. Nachdem für die Maßnahmenplanung des ersten Bewirtschaftungsplanes 2009 noch keine Bewertungsergebnisse für Makrophyten und Phytobenthos zur Verfügung standen, lag nun für die Erstellung der Maßnahmenprogramme für den 2. Bewirtschaftungsplan eine landesweite Bewertung vor. Es hat sich gezeigt, dass Makrophyten und Phytobenthos in der Lage sind, eine flächendeckende, fundierte und aussagekräftige Datengrundlage zu liefern. Insbesondere der Trophie-Aspekt konnte durch die Untersuchung von Makrophyten und Phytobenthos erstmals flächig bewertet werden.

Trotz dieser positiven Entwicklung bleiben – wie für ein „junges“ Bewertungsinstrument zu erwarten – offene Fragen und Verbesserungsbedarf. Im Folgenden wird dargestellt, welche Möglichkeiten sich bieten, um die Aussagekraft der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos weiter zu steigern.

7.1 VERBESSERUNG DER UNTERSCHIEDUNG VON TROPHISCHEN UND STRUKTURELLEN EINFLÜSSEN

Ziel ist es, die in Kapitel 5.1.4 vorgestellte „Hilfestellung zur Identifikation von Nährstoffbelastungen bzw. strukturellen Defiziten“ durch ein einfacheres und möglichst weit standardisiertes Verfahren abzulösen. Prinzipiell denkbar wären z.B. folgende Ansätze:

- Eine Überarbeitung der bisherigen Datenaufbereitung, z.B. um Teilkomponentenergebnisse oder ausgewählte Bewertungsindizes auf Wasserkörperebene aggregieren zu können. Hierzu müssten zuerst die Grundlagen in der Datenaufbereitung und in den Aggregationsregeln geschaffen werden.
- Wenn sich das in Nordrhein-Westfalen für die Teilkomponente Makrophyten entwickelte Verfahren (siehe auch Kapitel 7.2.) bewährt, kann es evtl. in das Monitoring integriert werden. Die bei der Erprobung des Untersuchungsverfahrens gewonnenen Daten sollen daraufhin geprüft werden.
- Wenn die Daten der Feinstrukturkartierung landesweit vorliegen, soll geprüft werden, ob sie zur Klärung von Strukturdefiziten einbezogen werden können. Die Erfassung der Feinstruktur im Gelände ist abgeschlossen, die Plausibilisierung der Daten läuft noch.

7.2 PRÜFUNG DES NRW-VERFAHRENS

Bislang war das auch in Baden-Württemberg verwendete Bewertungsverfahren nach PHYLIB bundesweit das einzige interkalibrierte Bewertungsverfahren für die biologische Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos. Mittlerweile wurde für die Teilkomponente Makrophyten das „Bewertungsverfahren für Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen anhand von Makrophyten“ (Kurzname: NRW-Verfahren [25]) für ausgewählte Gewässertypen interkalibriert [6], davon kommen die silikatischen Mittelgebirgsbäche auch in Baden-Württemberg vor. Das NRW-Verfahren ermittelt einen Vegetationstyp anhand der dominanten Wuchsformen und vergleicht den gefundenen Vegetationstyp mit dem potenziell gemäß Leitbild zu erwartenden Vegetationstyp [25].

Das NRW-Verfahren könnte unter folgenden Gesichtspunkten evtl. eine sinnvolle Ergänzung zu PHYLIB darstellen:

- Bei der Verbesserung der Unterscheidung von trophischen und strukturellen Einflüssen. Die Wuchsform, die im NRW-Verfahren eine zentrale Rolle spielt, ist z.B. stark von Fließgeschwindigkeit und Turbulenz der Strömung abhängig. Über das NRW-Verfahren lassen sich evtl. strukturelle Aspekte der Makrophytenbewertung besser erfassen.
- Die Bewertung der Teilkomponente „Makrophyten“ ist für den Makrophytentyp Mg (große Ströme der Mittelgebirge und (Vor-)Alpen) im Bewertungsverfahren nach PHYLIB bisher nicht definiert. Die Makrophyten werden bisher an diesen Gewässern in Form von Expertenurteilen in die Bewertung einbezogen. Das NRW-Verfahren kann evtl. genutzt werden um das Expertenurteil abzusichern.

Für eine Anwendung des NRW-Verfahrens in Baden-Württemberg ist die Übertragung bzw. Fortentwicklung der für NRW formulierten Leitbilder für die Fließgewässer Baden-Württembergs erforderlich.

7.3 ENTWICKLUNG VON TOOLS ZUR LOKALISIERUNG VON PHOSPHOREMISSIONEN

Während die unter 7.1 und 7.2 genannten Punkte nur in Abhängigkeit der verfügbaren – insbesondere personellen – Ressourcen in Angriff genommen werden können, ist die nachfolgende Studie bereits Bestandteil der aktualisierten Bewirtschaftungspläne, mit der Umsetzung bereits begonnen wurde. Die Studie **SLOPE** (**S**tudie zur Entwicklung von Werkzeugen zur verbesserten **L**okalisierung von **P**hosphor-**E**missionen) besteht aus den beiden Bausteinen **METRIS-BW** und **PiKa**.

- Der Baustein METRIS-BW (**M**odelling of **E**missions and **T**ransport in **R**iver **S**ystems) stellt eine Erweiterung des bisherigen MONERIS-BW dar. Durch verbesserte Datengrundlagen und eine feinere räumliche Auflösung soll erreicht werden, dass Phosphoreinträge aus den einzelnen Eintragspfaden künftig an einzelnen Gewässerabschnitten und nicht nur wie bisher am Wasserkörper-Ausgang modelliert werden können, um damit die Maßnahmenableitung zu unterstützen.
- Mit dem Baustein PiKa (**P**hosphor**i**ndikation mit **K**iesel**a**lgen) soll ein zusätzliches Werkzeug zur räumlichen Verdichtung des regulären MuP-Messnetzes und zur Konkretisierung von Aussagen zur Phosphorbelastung entwickelt werden. Die Trophieindikation von Diatomeen ist nicht von strukturellen Einflüssen abhängig, Diatomeen können also für eine spezifischere Maßnahmenableitung im Bereich Nährstoffbelastung geeignet sein. Ziel von PiKa ist die Entwicklung eines standardisierten Untersuchungswerkzeugs auf der Basis von Diatomeen mit konkreten Vorgaben zur Untersuchungsmethodik und Auswertung. PiKa soll die Frage beantworten können, wie man Diatomeen untersucht und auswertet, um beantworten zu können, ob und in welchem Umfang eine Phosphorquelle die Erreichung des guten Zustandes behindert. Wenn sich die Diatomeen im Verlauf des Projekts als geeigneter Indikator herausstellen, kann das Werkzeug PiKa frühestens Mitte 2019 zur Verfügung stehen. Für die Anwendung von PiKa müssen zusätzliche Diatomeenuntersuchungen vorgesehen werden (Zeitraum von Probenahme bis Auswertung: ca. 1 Jahr). PiKa soll bei der Maßnahmenableitung, bei der Plausibilisierung von METRIS-BW und bei der Erfolgskontrolle von Maßnahmen eingesetzt werden können.

8 Literatur

- [1] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (2006): PHYLIB 4.1-DV-Tool – Software zur Bewertung von Makrophyten und Phytobenthos in Fließgewässern; Version 21.01.2013
http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/software/index.htm
- [2] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos; Stand Januar 2012.
- [3] DVWK (1999): Durchgehendes Trophiesystem auf der Grundlage der Trophieindikation mit Kieselalgen. Materialien
- [4] EUROPÄISCHE UNION (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der EG, L 327/1, 22.12.2000. Zuletzt geändert durch die Richtlinie 2014/101/EU, L311/32, 31.10.2014.
- [5] HOFMANN, G. (2007): Untersuchung der benthischen Diatomeen in baden-württembergischen Fließgewässern und Bewertung der ökologischen Qualität nach EU-Wasserrahmenrichtlinie. Unveröffentlichter Abschlussbericht im Auftrag der LUBW Karlsruhe.
- [6] LANUV NRW (2015): Final report. Fitting the Assessment System for Rivers in Northrhine-Westphalia (Germany) using Macrophytes to the results of the completed Central-Baltic rivers' intercalibration exercise commissioned by the Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.
- [7] LAWA (2014). LAWA-Projekt O 3.12: Korrelationen zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern in Fließgewässern.
http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/cms/WaBoAb_prod/WaBoAb/Vorhaben/LAWA/Vorhaben_des_Ausschusses_Oberflaechengewaesser_und_Kuestengewaeser_%28AO%29/O_3.12/LAWA_ACP_Projekt_O3.12_Endbericht_17Apr2014.pdf Abrufdatum: 17.11.2015
- [8] LAWA-AO (2015): RaKon. Rahmenkonzept Monitoring. Teil B. Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibung. Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL. Stand: 09.01.2015.
http://www.wasserblick.net/servlet/is/142684/RaKon%20B%20-%20Arbeitspapier-II_Stand_09012015.pdf?command=downloadContent&filename=RaKon%20B%20-%20Arbeitspapier-II_Stand_09012015.pdf Abrufdatum: 03.11.2015
- [9] LUBW (2007): Maßnahmenplanung im Hinblick auf die Phosphorbelastung der Fließgewässer. Teil I: Maßnahmen-Zielwerte und Überwachungsergebnisse. Karlsruhe.
- [10] LUBW (2007): Überwachungsprogramme. Fließgewässer – Seen – Grundwasser. Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Karlsruhe.
- [11] LUBW (2009): Überwachungsergebnisse Makrophyten und Phytobenthos 2006-2008. Biologisches Monitoring der Fließgewässer in Baden-Württemberg gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. Karlsruhe.
- [12] LUBW (2013): Überwachungsergebnisse Phytoplankton 2005-2011. Biologisches Monitoring der Fließgewässer in Baden-Württemberg gemäß EU-WRRL. Karlsruhe.
- [13] LUBW (2014): Dokumentation zur Bewertung der chemischen und physikalisch-chemischen- Fließgewässerbeschaffenheit. Auswertungen zur Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne 2015. Karlsruhe.

- [14] LUBW (2015): Überprüfung der Fließgewässertypologie in Baden-Württemberg. Vorgehensweise und Ergebnisse. Karlsruhe.
- [15] LUBW (2015): Überwachungsergebnisse Makrophyten und Phytobenthos 2012; „Ergebnistabelle“; Format xls.
- [16] LUBW (2015): Modellierung der Nährstoffeinträge in die Fließgewässer Baden-Württembergs für die Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne nach WRRL
- [17] Oberflächengewässerverordnung: Entwurf der Anlage 6 zur fortzuschreibenden OGewV: Vorlage für AO-Informationsverfahren. Stand vom 17.04.2014. Unveröffentlicht.
- [18] POTTGIESSER, T. (2007): Anhang der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen – Bewertungsverfahren und Klassengrenzen.
- [19] REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG (2015): Bewirtschaftungsplan Hochrhein, Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), Stand: Dezember 2015.
- [20] REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE (2015): Bewirtschaftungsplan Oberrhein, Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), Stand: Dezember 2015.
- [21] REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART (2015): Bewirtschaftungsplan Main, Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), Stand: Dezember 2015.
- [22] REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART (2015): Bewirtschaftungsplan Neckar, Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), Stand: Dezember 2015.
- [23] REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN (2015): Bewirtschaftungsplan Alpenrhein/Bodensee, Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), Stand: Dezember 2015.
- [24] REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN (2015): Bewirtschaftungsplan Donau, Aktualisierung 2015 (Baden-Württemberg) gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG), Stand: Dezember 2015.
- [25] WEYER, K. VAN DE (2003): Kartieranleitung zur Erfassung und Bewertung der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie. LUA (Landesamt für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen), Merkblätter 39, 60 S. Essen.

Anhang

Tabelle 6: Zustandsklasse Makrophyten und Phytobenthos der Wasserkörper Baden-Württembergs 2012

| OWK | OWK-Nr. | Langname | Kategorie WRRL (OWK) | Zustandsklasse MuP | abgestimmt/ bewertet durch |
|-----------|---------|--|----------------------|--------------------|----------------------------|
| 10-01 | 1001 | Obere und Untere Argen (BW) | NWB | gut | |
| 10-02 | 1002 | Argen unterhalb Untere Argen mit Bodenseegebiet oberhalb Argen (BW) | NWB | gut | |
| 11-01 | 1101 | Schussen oberhalb Wolfegger Ach | NWB | mäßig | |
| 11-02 | 1102 | Wolfegger Ach | NWB | gut | |
| 11-03 | 1103 | Schussen unterhalb Wolfegger Ach | NWB | mäßig | |
| 12-01 | 1201 | Bodenseegebiet (Rotach-Brunnisaach-Lipbach) | NWB | mäßig | |
| 12-02 | 1202 | Bodenseegebiet westlich Lipbach mit Seefelder Aach | NWB | mäßig | |
| 12-03 | 1203 | Bodenseegebiet westlich Seefelder Aach mit Stockacher Aach | NWB | mäßig | |
| 12-04 | 1204 | Westliches Bodenseegebiet mit Radolfzeller Aach | NWB | mäßig | |
| 20-01 | 2001 | Hochrheingebiet ab Eschenzer Horn oberhalb Wutach (BW) | NWB | mäßig | |
| 20-02 | 2002 | Wutach bis inklusive Lotenbach | NWB | gut | |
| 20-03 | 2003 | Wutach unterhalb Lotenbach bis inklusive Ehrenbach | NWB | sehr gut | |
| 20-04 | 2004 | Schlücht, Schwarza (Hochrhein-Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 20-05 | 2005 | Wutach unterhalb Ehrenbach mit Schlücht unterhalb Schwarza | NWB | gut | |
| 2-01 | 2051 | Hochrhein (BW) ab Eschenzer Horn oberhalb Aare (TBG 20) | NWB | gut | |
| 21-01 | 2101 | Hochrheingebiet unterhalb Aare bis inklusive Hauensteiner Murg | NWB | gut | |
| 21-02 | 2102 | Wehra bis inklusive Hasel (Hochrhein-Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 21-03 | 2103 | Hochrheingebiet unterhalb Hauensteiner Murg oberhalb Wiese mit Wehra unterhalb Hasel | NWB | gut | |
| 21-04 | 2104 | Wiese bis inklusive Kleine Wiese und Steinenbach | NWB | gut | |
| 21-05 | 2105 | Wiese unterhalb Kleine Wiese ohne Steinenbach (BW) | HMWB | mäßig | |
| 2-02 | 2151 | Hochrhein (BW) ab Aare oberhalb Wiese (TBG 21) | NWB | gut | |
| 30-01-or1 | 3001 | Kander-Klemmbach-Sulzbach (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 30-02-or1 | 3002 | Kander-Klemmbach-Sulzbach (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 30-03-or1 | 3003 | Neumagen-Möhlin (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 30-04-or1 | 3004 | Neumagen-Möhlin (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 3-or1 | 3051 | Alter Rhein, Basel bis Breisach | HMWB | gut | F |
| 31-01-or2 | 3101 | Elz bis inklusive Glotter-Lossele (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 31-02-or2 | 3102 | Dreisam-Alte Dreisam (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 31-03-or2 | 3103 | Dreisam-Alte Dreisam (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 31-04-or2 | 3104 | Elz unterhalb Lossele bis Leopoldskanal | NWB | mäßig | |
| 31-05-or2 | 3105 | Brettenbach-Bleichbach-Ettenbach (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 31-06-or2 | 3106 | Alte Elz oberhalb Durchgehender Altrheinzug (DAR) | NWB | mäßig | |
| 31-07-or2 | 3107 | Durchgehender Altrheinzug (DAR) mit Leopoldskanal | NWB | mäßig | |
| 3-or2 | 3151 | Schlingenlösung Rhein, Breisach bis Staustufe Strasbourg | HMWB | gut | F |
| 32-01-or3 | 3201 | Kinzig bis inklusive Sulzbächle | NWB | mäßig | |
| 32-02-or3 | 3202 | Kinzig unterhalb Sulzbächle bis inklusive Gutach | NWB | gut | |
| 32-03-or3 | 3203 | Kinzig unterhalb Gutach bis inklusive Ohlsbach (Schwarzwald) | NWB | mäßig | |
| 32-04-or3 | 3204 | Schutter bis Sulzbach (Schwarzwald) | NWB | mäßig | |
| 32-05-or3 | 3205 | Kinzig-Schutter-Unditz (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 33-01-or3 | 3301 | Rench (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 33-02-or3 | 3302 | Rench (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 33-03-or4 | 3303 | Acher (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 33-04-or4 | 3304 | Bühlot (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 33-05-or4 | 3305 | Sandbach (Oberrheinebene) | HMWB | mäßig | |
| 33-06-or4 | 3306 | Acher Feldbach, Rheinniederungskanal (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 3-or3 | 3351 | Staugeregelte Rheinstrecke, unterhalb Staustufe Strasbourg bis Staustufe Iffezheim | HMWB | gut | F |
| 34-01-or4 | 3401 | Murg bis inklusive Raumünzach (Schwarzwald) | NWB | sehr gut | |
| 34-02-or4 | 3402 | Murg unterhalb Raumünzach bis inklusive Michelbach (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 34-03-or4 | 3403 | Murg unterhalb Michelbach (Oberrheinebene) | HMWB | mäßig | |
| 34-04-or5 | 3404 | Alb bis inklusive Hetzelbach (Schwarzwald) | NWB | gut | |
| 34-05-or5 | 3405 | Federbach | NWB | mäßig | |
| 34-06-or5 | 3406 | Alb unterhalb Hetzelbach ohne Federbach (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 3-or4 | 3451 | Freifließende Rheinstrecke, unterhalb Staustufe Iffezheim bis oberhalb Lautermündung | HMWB | mäßig | F |
| 35-01-or5 | 3501 | Pfinz bis inklusive Grenzgraben (Kraichgau) | NWB | mäßig | |
| 35-02-or5 | 3502 | Pfinz-Saalbach-Rheinniederungskanal (Oberrheinebene) | HMWB | mäßig | |
| 35-03-or5 | 3503 | Weingartener Bach bis inklusive Grombach und Saalbach bis inklusive Rohrbach | NWB | mäßig | |
| 35-04-or5 | 3504 | Wagbach-Kriegbach (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 35-05-or5 | 3505 | Kraichbach bis inklusive Katzbach (Kraichgau) | NWB | mäßig | |
| 35-06-or5 | 3506 | Kraichbach (Oberrheinebene) | HMWB | mäßig | |

| OWK | OWK-Nr. | Langname | Kategorie WRRL (OWK) | Zustandsklasse MuP | abgestimmt mit/ bewertet durch |
|-----------|---------|---|----------------------|--------------------|--------------------------------|
| 35-07-or5 | 3507 | Leimbach-Waldangelbach (Kraichgau) | NWB | mäßig | |
| 35-08-or5 | 3508 | Leimbach (Oberrheinebene) | HMWB | mäßig | |
| 3-or5 | 3551 | Freifließende Rheinstrecke, unterhalb Lauter- bis oberhalb Neckarmündung | HMWB | mäßig | RP |
| 36-01-or6 | 3601 | Oberrheingebiet unterhalb Neckar ohne Weschnitz (BW) | HMWB | mäßig | |
| 36-02-or6 | 3602 | Weschnitz bis inklusive Grundelbach (BW) | HMWB | mäßig | |
| 36-03-or6 | 3603 | Weschnitz unterhalb Grundelbach (BW) | NWB | mäßig | |
| 3-or6 | 3651 | Freifließende Rheinstrecke, unterhalb Neckar - und Mainmündung | HMWB | mäßig | RP/HE |
| 40-01 | 4001 | Neckargebiet mit Neckar oberhalb Prim | NWB | mäßig | |
| 40-02 | 4002 | Prim | NWB | mäßig | |
| 40-03 | 4003 | Neckargebiet unterhalb Prim bis inklusive Irslenbach | NWB | mäßig | |
| 40-04 | 4004 | Neckargebiet unterhalb Irslenbach oberhalb Eyach | NWB | mäßig | |
| 40-05 | 4005 | Eyach und Starzel (Schwäbische Alb) | NWB | gut | |
| 40-06 | 4006 | Eyach und Starzel (Alb-Vorland und Gäue) | NWB | mäßig | |
| 4-01 | 4051 | Neckar ab Prim oberhalb Starzel (TBG 40) | NWB | mäßig | |
| 41-01 | 4101 | Seltenbach-Weggentalbach-Arbach (Neckar-Gäue) | NWB | mäßig | |
| 41-02 | 4102 | Katzenbach-Bühlertalbach-Steinlach (Schwäbische Alb, Alb-Vorland) | NWB | mäßig | |
| 41-03 | 4103 | Ammer | NWB | mäßig | |
| 41-04 | 4104 | Neckargebiet unterhalb Ammer oberhalb Echaz mit Goldersbach (Schönbuch) | NWB | gut | |
| 41-05 | 4105 | Echaz | NWB | gut | |
| 41-06 | 4106 | Neckargebiet unterhalb Echaz oberhalb Aich (Schwäbische Alb, Alb-Vorland) | NWB | mäßig | |
| 41-07 | 4107 | Aich | NWB | mäßig | |
| 41-08 | 4108 | Neckargebiet unterhalb Aich oberhalb Fils | NWB | mäßig | |
| 41-09 | 4109 | Fils bis inklusive Lauter | NWB | mäßig | |
| 41-10 | 4110 | Fils unterhalb Lauter | NWB | mäßig | |
| 4-02 | 4151 | Neckar ab Starzel oberhalb Fils (TBG 41) | NWB | mäßig | |
| 42-01 | 4201 | Neckargebiet unterhalb Fils oberhalb Rems | NWB | mäßig | |
| 42-02 | 4202 | Rems bis inklusive Walkersbach | NWB | mäßig | |
| 42-03 | 4203 | Rems unterhalb Walkersbach | NWB | mäßig | |
| 42-04 | 4204 | Murr bis inklusive Buchenbach | NWB | mäßig | |
| 42-05 | 4205 | Neckargebiet unterhalb Rems oberhalb Enz mit Murr unterhalb Buchenbach | NWB | mäßig | |
| 4-03 | 4251 | Neckar ab Fils oberhalb Enz (TBG 42) | HMWB | mäßig | |
| 43-01 | 4301 | Große Enz | NWB | gut | |
| 44-01 | 4401 | Nagold oberhalb Schwarzenbach | NWB | mäßig | |
| 44-02 | 4402 | Nagold ab Schwarzenbach ohne Würm | NWB | mäßig | |
| 44-03 | 4403 | Würm | NWB | mäßig | |
| 45-01 | 4501 | Enz unterhalb Nagold oberhalb Glems | NWB | mäßig | |
| 45-02 | 4502 | Glems | NWB | mäßig | |
| 45-03 | 4503 | Enz unterhalb Glems | NWB | mäßig | |
| 46-01 | 4601 | Neckargebiet unterhalb Enz bis inklusive Schozach | NWB | mäßig | |
| 46-02 | 4602 | Neckargebiet unterhalb Schozach oberhalb Kocher | NWB | mäßig | |
| 4-04 | 4651 | Neckar ab Enz oberhalb Kocher (TBG 46) | HMWB | mäßig | |
| 47-01 | 4701 | Kocher oberhalb Adelmansfelder Rot ohne Lein | NWB | mäßig | |
| 47-02 | 4702 | Lein | NWB | mäßig | |
| 47-03 | 4703 | Kocher ab Adelmansfelder Rot oberhalb Fichtenberger Rot | NWB | mäßig | |
| 47-04 | 4704 | Fichtenberger Rot | NWB | mäßig | |
| 47-05 | 4705 | Kocher unterhalb Fichtenberger Rot bis inklusive Bibers | NWB | mäßig | |
| 47-06 | 4706 | Bühler | NWB | mäßig | |
| 47-07 | 4707 | Kocher unterhalb Bibers bis inklusive Eschentaler Bach ohne Bühler | NWB | mäßig | |
| 47-08 | 4708 | Kocher unterhalb Eschentaler Bach oberhalb Kupfer | NWB | mäßig | |
| 47-09 | 4709 | Kocher ab Kupfer oberhalb Ohrn | NWB | mäßig | |
| 47-10 | 4710 | Ohrn | NWB | mäßig | |
| 47-11 | 4711 | Kocher unterhalb Ohrn | NWB | mäßig | |
| 48-01 | 4801 | Jagst bis inklusive Maulach | NWB | mäßig | |
| 48-02 | 4802 | Jagst unterhalb Maulach bis inklusive Ette (BW) | NWB | mäßig | |
| 48-03 | 4803 | Jagst unterhalb Ette oberhalb Seckach | NWB | mäßig | |
| 48-04 | 4804 | Jagst ab Seckach | NWB | mäßig | |
| 49-01 | 4901 | Neckargebiet unterhalb Kocher bis inklusive Seebach ohne Jagst | NWB | mäßig | |
| 49-02 | 4902 | Neckargebiet unterhalb Seebach oberhalb Elsenz (BW) | NWB | mäßig | |
| 49-03 | 4903 | Elsenz oberhalb Schwarzbach | NWB | mäßig | |
| 49-04 | 4904 | Elsenz ab Schwarzbach mit Neckargebiet bis inklusive Steinbach | NWB | mäßig | |
| 49-05 | 4905 | Neckargebiet unterhalb Steinbach (Oberrheinebene) | NWB | mäßig | |
| 4-05 | 4951 | Neckar (BW) ab Kocher (TBG 49) | HMWB | mäßig | |
| 50-01 | 5001 | Tauber bis inklusive Vorbach (BW) | NWB | mäßig | |
| 50-02 | 5002 | Tauber unterhalb Vorbach oberhalb Grünbach (BW) | NWB | mäßig | |
| 50-03 | 5003 | Tauber ab Grünbach bis inklusive Limbachgraben (BW) | NWB | mäßig | |
| 50-04 | 5004 | Tauber unterh. Limbachgraben und Mainzuflüsse oberh. Tauber (BW) | NWB | mäßig | |
| 5-01 | 5051 | Main (BW) zwischen Landesgrenzen (TBG 50) | HMWB | mäßig | BY |

| OWK | OWK-Nr. | Langname | Kategorie WRRL (OWK) | Zustands- klasse MuP | abge- stimmt mit/ be- wertet durch |
|-------|---------|---|----------------------------|-------------------------|--|
| 51-01 | 5101 | Maingebiet unterh. Tauber (BW) | NWB | mäßig | |
| 51-02 | 5102 | Mud (BW) | NWB | mäßig | |
| 60-01 | 6001 | Breg | NWB | gut | |
| 60-02 | 6002 | Brigach | NWB | mäßig | |
| 60-03 | 6003 | Donaugebiet unterhalb Breg bis inklusive Talbach | NWB | mäßig | |
| 60-04 | 6004 | Donaugebiet unterhalb Talbach oberhalb Lippach | NWB | mäßig | |
| 60-05 | 6005 | Donaugebiet ab Lippach oberhalb Beuroner Tal | NWB | gut | |
| 6-01 | 6051 | Donau oberhalb Beuroner Tal (TBG 60) | NWB | mäßig | |
| 61-01 | 6101 | Donaugebiet ab Beuroner Tal bis inklusive Stelzenbach | NWB | gut | |
| 61-02 | 6102 | Donaugebiet unterhalb Stelzenbach bis inklusive Lauchert | NWB | mäßig | |
| 6-02 | 6151 | Donau ab Beuroner Tal oberhalb Lauchert (TBG 61) | NWB | gut | |
| 62-01 | 6201 | Ablach bis inklusive Ringgenbach | NWB | mäßig | |
| 62-02 | 6202 | Ablach unterhalb Ringgenbach | NWB | mäßig | |
| 62-03 | 6203 | Donaugebiet unterhalb Ablach bis inklusive Biberbach | NWB | mäßig | |
| 62-04 | 6204 | Donaugebiet unterhalb Biberbach oberhalb Zwiefalter Ach | NWB | mäßig | |
| 6-03 | 6251 | Donau ab Lauchert oberhalb Zwiefalter Ach (TBG 62) | NWB | gut | |
| 63-01 | 6301 | Donaugebiet ab Zwiefalter Ach oberhalb Große Lauter | NWB | gut | |
| 63-02 | 6302 | Große Lauter | NWB | mäßig | |
| 63-03 | 6303 | Donaugebiet unterhalb Große Lauter oberhalb Riß ohne Schmiech | NWB | unbefriedigend | |
| 63-04 | 6304 | Schmiech | NWB | mäßig | |
| 6-04 | 6351 | Donau ab Zwiefalter Ach oberhalb Riß (TBG 63) | NWB | gut | |
| 64-01 | 6401 | Riß | NWB | mäßig | |
| 64-02 | 6402 | Donaugebiet unterhalb Riß oberhalb Baierzer Rot | NWB | mäßig | |
| 64-03 | 6403 | Donaugebiet ab Baierzer Rot oberh. Iller | NWB | unbefriedigend | |
| 64-04 | 6404 | Eschach-Aitrach-Wurzacher Ach (BW) | NWB | mäßig | |
| 64-05 | 6405 | Illergebiet unterhalb Aitrach (BW) | AWB | mäßig | |
| 6-05 | 6451 | Donau ab Riß oberhalb Iller (TBG 64) | NWB | mäßig | |
| 64-06 | 6460 | Lautracher Ach (BW) | NWB | gut | BY |
| 64-07 | 6461 | Iller ab Landesgrenze bis Ferthofen | HMWB | gut | BY |
| 64-08 | 6462 | Iller ab Ferthofen oberhalb Illertissen | HMWB | gut | BY |
| 64-09 | 6464 | Iller unterhalb UIAG-Kanal | NWB | gut | BY |
| 65-01 | 6501 | Blau | NWB | gut | |
| 65-02 | 6502 | Donaugebiet unterhalb Blau bis inklusive Landgraben (BW) | NWB | mäßig | BY |
| 65-03 | 6503 | Brenz oberhalb Hürbe (BW) | NWB | mäßig | |
| 65-04 | 6504 | Brenz ab Hürbe (BW) | NWB | mäßig | |
| 65-05 | 6505 | Egau (BW) | NWB | gut | |
| 65-06 | 6506 | Zwergwörnitz-Rotach-Eger (BW) | NWB | mäßig | |
| 6-06 | 6551 | Donau (BW) ab Iller bis Landesgrenze (TBG 65) | HMWB | gut | BY |

