

Überwachungsergebnisse

Makrozoobenthos

2006 - 2007

 Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie



Überwachungsergebnisse

Makrozoobenthos

2006 - 2007

 Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie

BEARBEITUNG LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
Referat 41 – Gewässerschutz
Renate Semmler-Elpers, Andrea Marx

STAND März 2010

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



1	EINLEITUNG	4
2	FLIEßGEWÄSSERTYPOLOGIE	5
3	MESSNETZ UND DATENGRUNDLAGE	7
4	METHODISCHES VORGEHEN	8
4.1	Allgemeine Verfahrensbeschreibung	8
4.2	Wasserkörperbewertung	14
5	ERGEBNISSE	17
5.1	Ergebnisse an den einzelnen Untersuchungsstellen	17
5.2	Ergebnisse für die Wasserkörper	20
5.2.1	Saprobielle Belastungen	20
5.2.2	Hydromorphologische Belastungen	22
5.2.3	Versauerung	25
5.2.4	Gesamtbewertung Makrozoobenthos	26
6	FAZIT	27
7	LITERATUR	28
8	ANHANG	30

1 Einleitung

Mit in Kraft treten der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [1] im Jahr 2000 sind an die Gewässerüberwachung, -bewertung und -bewirtschaftung erheblich umfassendere Anforderungen gestellt worden. Ziel der Richtlinie ist das Erreichen eines mindestens guten ökologischen Zustandes der Gewässer. Für die Bewertung des ökologischen Zustandes ist das Vorhandensein gewässertypischer Lebensgemeinschaften der Organismengruppen des Phytoplanktons, der Wasserpflanzen, des Makrozoobenthos und der Fische maßgebend. Die Bewertungsergebnisse werden in einem 5-stufigen Bewertungssystem nach WRRL dargestellt.

Der vorliegende Bericht stellt die Monitoringergebnisse aus den Jahren 2006 und 2007 der biologischen Qualitätskomponente Makrozoobenthos zusammenfassend dar. Zu dieser heterogenen Organismengruppe gehören alle benthischen, d.h. am Boden lebenden, mit bloßem Auge sichtbaren, wirbellosten Gewässertiere wie Krebse, Insekten, Schnecken, Muscheln, Würmer, Egel, Strudelwürmer und Schwämme. Das Makrozoobenthos ist aufgrund seiner relativen Langlebigkeit und weiten Verbreitung besonders gut als Umweltindikator geeignet. In Baden-Württemberg werden seit vier Jahrzehnten mit Hilfe des Makrozoobenthos biologische Gewässergüteuntersuchungen durchgeführt. Dabei wurden hauptsächlich die Auswirkungen von Belastungen der Fließgewässer mit leicht abbaubaren, organischen Stoffen erfasst. Gegenüber den bisherigen Methoden zur Erhebung der Gewässergüte liegt der Erfassung der Makrozoobenthos-Biozönose heute eine standardisierte Aufsammlungsmethode und das modular aufgebaute Auswertungsverfahren PERLODES [2,3] zugrunde, welches den Einfluss verschiedener Stressoren berücksichtigt. Es werden drei Module berechnet, die unterschiedliche Belastungen gewässertypspezifisch abbilden.

Das Modul Saprobie bewertet die Auswirkungen von organisch, leicht abbaubaren Stoffen und den sich daraus ergebenden Sauerstoffverhältnissen auf das Makrozoobenthos. Dies stellt den Aspekt der „klassischen Gewässergüte“ dar, der bislang hauptsächlich den wasserwirtschaftlichen Handlungsbedarf aufzeigte. Das Modul Allgemeine Degradation bewertet insbesondere den gewässermorphologischen Zustand unter Einbeziehung verschiedenster Einflüsse aus dem Einzugsgebiet und das Modul Versauerung indiziert versauerungsbedingte Belastungen im Gewässer.

Die Ergebnisse dieser Einzelmodule werden jeweils getrennt ausgewertet und nach dem „Worst-Case-Prinzip“ zu einer Gesamtbewertung für das Makrozoobenthos auf Wasserkörperebene zusammengefasst.

2 Fließgewässertypologie

Mit der Forderung der WRRL nach einer Zuordnung der Fließgewässer zu **biozönotisch** relevanten Fließgewässertypen wurde eine umfassende Fließgewässertypologie für Deutschland [4] erarbeitet. Diese neue differenzierte Betrachtung der Fließgewässertypen ist eine wesentliche Grundlage für die biologische Bewertung.

Für die Ökoregion der Alpen und des Alpenvorlandes, des Mittelgebirges und des Norddeutschen Tieflandes, sowie einigen von der Ökoregion unabhängigen Typen wurden für Deutschland 25 Fließgewässertypen mit 10 Subtypen unterschieden.

Jedem Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer 10 km² ist dabei ein Fließgewässertyp zuzuordnen. Das heißt für Baden-Württemberg, dass von den rund 14.200 km Fließgewässerstrecke im WRRL-Gewässernetz ca. 13.350 km auf der Grundlage der „Karte der biozönotischen Fließgewässertypen Deutschlands“ [4] typisiert worden sind.

Nachfolgend sind die in Baden-Württemberg vertretenen Fließgewässertypen aufgeführt. Diese verteilen sich auf die typisierte Gesamtließstrecke wie folgt (siehe Abb. 1).

Typen der Alpen und des Alpenvorlandes:

Typ 2: Fließgewässer des Alpenvorlandes

Subtyp 2.1: Bäche des Alpenvorlandes

Subtyp 2.2: Kleine Flüsse des Alpenvorlandes

Typ 3: Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes

Subtyp 3.1: Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes

Subtyp 3.2: Kleine Flüsse der Jungmoräne des Alpenvorlandes

Typ 4: Große Flüsse des Alpenvorlandes

Typen des Mittelgebirges:

Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche

Typ 5.1: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche

Typ 6: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche

Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche

Typ 9: Silikatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse

Typ 9.1: Karbonatische fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse

Typ 9.2: Große Flüsse des Mittelgebirges

Typ 10: Kiesgeprägte Ströme

Ökoregion unabhängigen Typen:

Typ 11: Organisch geprägte Bäche

Typ 12: Organisch geprägte Flüsse

Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern.

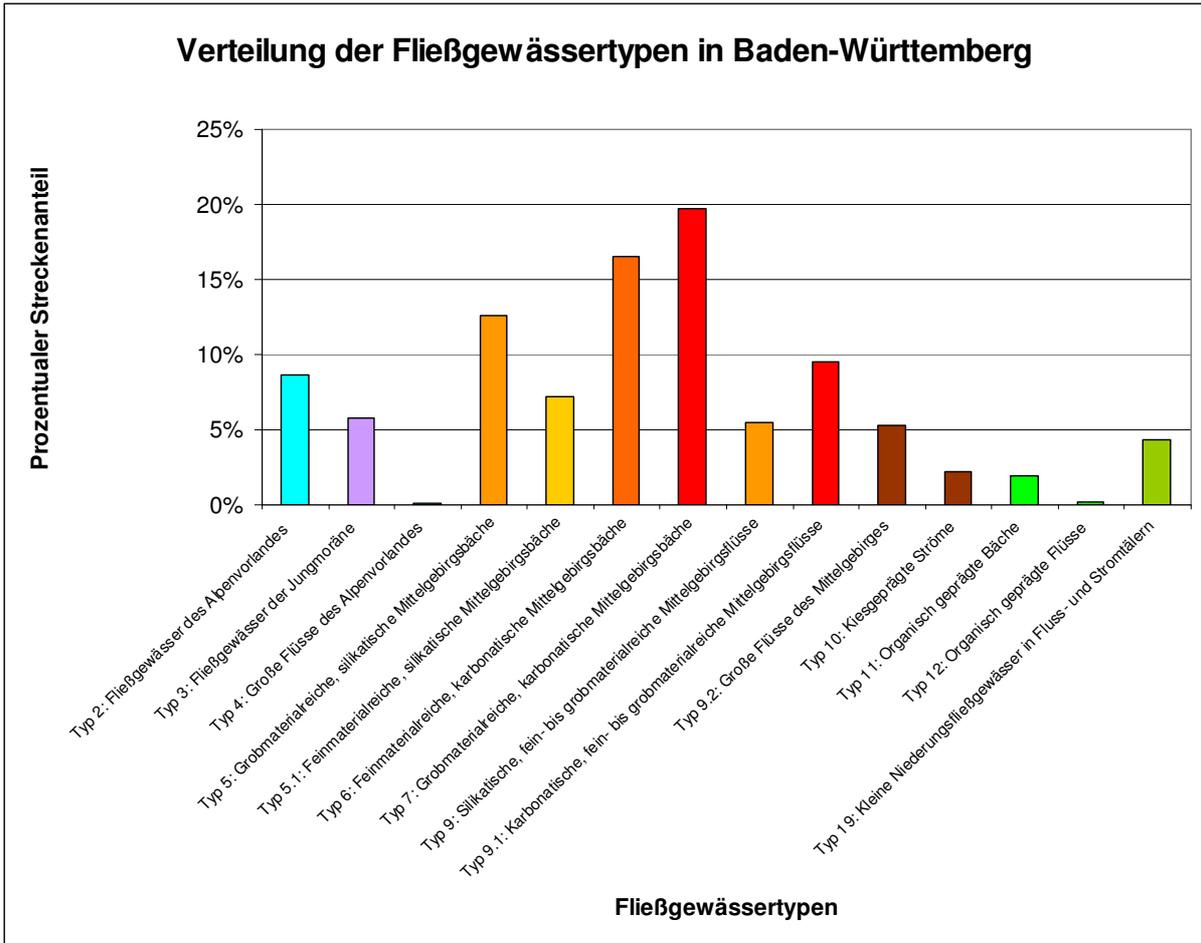


Abbildung 1: Verteilung der Fließgewässertypen auf die Fließgewässer Baden-Württembergs

3 Messnetz und Datengrundlage

Auf Grundlage der 159 in Baden-Württemberg ausgewiesenen Wasserkörper wurde für das biologische Monitoring der Fließgewässer das bestehende Gewässergütemessnetz grundlegend nach den Anforderungen der WRRL überarbeitet. Zum einen gehen als neue biologische Komponenten die Wasserpflanzen zusätzlich mit in die Bewertung der Fließgewässer ein. Zum anderen hat sich die Indikationsmöglichkeit der Komponente Makrozoobenthos erweitert. Das Gewässergütemessnetz auf der Grundlage von Makrozoobenthosuntersuchungen wurde von zuvor ca. 1850 [5] auf 857 Untersuchungsstellen zugunsten der neu zu überwachenden pflanzlichen Biokomponenten reduziert (s. Landesüberwachungsnetz Fließgewässer [6]). Es erfolgte eine für den Wasserkörper repräsentative Auswahl der Untersuchungsstellen nach Gewässergüte, Gewässerstruktur und Fließgewässertyp. Weiterhin wurden die Untersuchungsstellen unterhalb der Selbstreinigungsstrecke von Kläranlageneinleitungen gelegt und Ausleitungs- bzw. Restwasserstrecken sowie Rückstaubereiche nach Möglichkeit gemieden. Ebenso wichtige Voraussetzungen waren die gute Erreichbarkeit und die Berücksichtigung der Lage der chemischen Messstellen. In jedem Wasserkörper wurden durchschnittlich 3 bis 6 Untersuchungsstellen für das Makrozoobenthos festgelegt und mit den Flussgebietsbehörden abgestimmt. Dieses Mengengerüst an Untersuchungsstellen kann lediglich als minimale Ausstattung für die Zustandsbewertung von Wasserkörpern dieser Größe betrachtet werden und lässt nur Aussagen über großräumige Entwicklungen im Wasserkörper zu. Kleinräumigere Aussagen oder Rückschlüsse auf konkrete Maßnahmen sind damit nicht möglich.

Die Untersuchungen mussten aufgrund des großen Umfangs und aus jahreszeitlich bedingten methodischen Vorgaben bezüglich der unterschiedlichen Lebenszyklen der Fließgewässerorganismen auf zwei Untersuchungsjahre aufgeteilt werden. So wurden im Sommer 2006 an **353** Untersuchungsstellen der größeren Fließgewässer (Einzugsgebiet größer 100 km²) und im Frühjahr 2007 an **504** Untersuchungsstellen der kleineren Fließgewässer (Einzugsgebiet kleiner 100 km²) Beprobungen durch Werkvertragsnehmer durchgeführt. Auf der Datenbasis der ermittelten Taxalisten erfolgte anschließend die Aus- und Bewertung der Daten durch die LUBW.

Die Ergebnisse der von den Probenehmern erhobenen Daten wurden auf Plausibilität geprüft, indem u. a. Vergleiche mit früheren Untersuchungsergebnissen, Korrelationen mit chemisch-physikalischen Untersuchungsbefunden und die Kenntnisse der Flussgebietsbehörden in die Beurteilung eingeflossen sind. Grundsätzlich waren dabei Auf- bzw. Abwertungen der berechneten Ergebnisse durch ein Expertenurteil im Einzelfall möglich.

4 Methodisches Vorgehen

4.1 ALLGEMEINE VERFAHRENSBESCHREIBUNG

Im Folgenden sollen zunächst die grundlegenden Neuerungen für die Fließgewässerbewertung mit dem Bewertungsverfahren PERLODES sowie der dazugehörigen Software ASTERICS kurz vorgestellt werden. Das neue Bewertungsverfahren berücksichtigt typspezifisch die drei Module Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung. Dabei werden im ersten Schritt die Einzelergebnisse für die jeweiligen Module an der Untersuchungsstelle ermittelt. Während die Module Saprobie und Allgemeine Degradation für jeden Fließgewässertypen relevant sind, wird das Modul Versauerung nur für die versauerungsgefährdeten Typen 5 (Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche) und 5.1 (Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche) berechnet.

Eine ausführliche Beschreibung der Methoden [3] und der Berechnungsweise [2] steht im Internet unter www.fliessgewaesserbewertung.de zur Verfügung.

Die Ergebnisse der einzelnen Module werden anhand des unten dargestellten 5-stufigen Bewertungssystems nach WRRL klassifiziert.

Bewertungsklassen
sehr gut
gut
mäßig
unbefriedigend
schlecht

Saprobie

Das Modul Saprobie berechnet den Saprobienindex nach dem neuen DIN-Verfahren [7], welches gegenüber früher eine wesentlich erweiterte Taxaliste aufweist. Der Saprobienindex einer Untersuchungsstelle wird in eine der o.g. Qualitätsklassen überführt. Die Klassengrenzen sind dabei gewässertypspezifisch unterschiedlich und messen sich am leitbildorientierten Referenzzustand des jeweiligen Gewässertyps. Durch diese differenzierte Betrachtung wird beispielsweise ein turbulent strömender Mittelgebirgsbach mit hohem physikalischen Sauerstoffeintrag bei gleicher saprobieller Belastung nunmehr „strenger“ klassifiziert als ein langsam fließendes Niederungsfließgewässer.

Allgemeine Degradation

Das Modul Allgemeine Degradation spiegelt verschiedene Stressoren, insbesondere Beeinträchtigungen der Gewässermorphologie, aber auch Nutzungen im Einzugsgebiet, integrativ wider (s. Tabelle 2). Die Berechnung erfolgt auf der Basis eines multimetrischen Ansatzes. Für jeden Fließgewässertyp wurden dazu relevante Bewertungsparameter, sogenannte Core-Metrics, definiert, die die Biozönose in Bezug auf ihren ökologischen Zustand bewerten und über die Belastungssituation im Gewässer näher Auskunft geben können. So hat der Aufstau eines Gewässers beispielsweise ein anderes Artenspektrum zur Folge als eine Begradigung des Gewässerbettes und eine damit verbundene Erhöhung der Fließgeschwindigkeit. Eine wiederum andere Ausprägung des Artenspektrums kann sich in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten, in denen vermehrt Feinsediment ins Gewässer eingetragen wird, ausbilden. Der multimetrische Ansatz erlaubt also eine vielschichtige Betrachtung der Ergebnisse und ist somit eine der Grundlagen für die Maßnahmenplanung. In Anhang 1 befindet sich die Tabelle, in der die für die Auswertung der Allgemeinen Degradation nötigen Core-Metrics mit den dazugehörigen Ergebnissen für jede Untersuchungsstelle abgebildet sind.

Die Core-Metrics sind Metric-Typen zugeordnet, die unterschiedliche biozönotische Kenngrößen repräsentieren:

Metric-Typen

1. Zusammensetzung / Abundanz (Z/A)
2. Vielfalt / Diversität (V/D)
3. Toleranz (T)
4. Funktion (F)

In Tabelle 1 ist die Zuordnung der Core-Metrics einerseits zu den Metric-Typen und andererseits zu den Fließgewässertypen dargestellt.

Allen Fließgewässertypen ist dabei gemeinsam, dass der Fauna-Index immer in die Bewertung eingeht. Dieser bildet den Metric-Typ „Toleranz“ und bewertet den Anteil an Taxa mit hohen morphologischen Ansprüchen im betrachteten Gewässertyp und damit auch die typspezifische natürliche Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft. Er hat somit einen besonders hohen Stellenwert und geht bei der Berechnung der Qualitätsklasse Allgemeine Degradation mit einer höheren Gewichtung ein. Nur für den Fließgewässertyp 10, „Kiesgeprägte Ströme“, wird kein Fauna-Index, sondern der Potamon-Typie-Index (PTI, Metric-Typ „Toleranz“) berechnet, der auf Grundlage von Indikationswerten der Taxa die Naturnähe der Makrozoobenthoszönosen großer Ströme beschreibt. Eine leitbildorientierte Bewertung fällt für die großen Fließgewässer schwer, da sich Referenzbiozönosen nicht mit der nötigen Genauigkeit beschreiben lassen. Grund dafür sind die vielfältigen Eingriffe und Veränderungen, denen die großen Ströme schon seit vielen Jahrhunderten unterliegen. Daher sind heutzutage so gut wie keine natürlichen Gewässerabschnitte mehr vorhanden, anhand derer eine leitbildorientierte Bewertung möglich wäre. Zur Bewertung dieses Fließgewässertyps ist somit ein Verfahren entwickelt worden, welches dieser Problematik gerecht wird. Der PTI zieht nicht die Referenzbiozönose eines Flusses zur Beurteilung des Gewässers heran, sondern die in den großen Fließgewässern vorkommenden Arten. Er beschreibt also auf der Grundlage von Indikationswerten (ECO-Einstufung) definierter Taxa die Naturnähe der Makrozoobenthosbiozönosen großer Ströme. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, Flüsse und Ströme anhand eines indikativen Verfahrens ökologisch zu charakterisieren,

ohne dass ihre ursprüngliche Besiedlung im Detail bekannt ist [9]. Der PTI ergibt sich aus dem gewichteten Mittel der ECO-Werte, nach denen die einzelnen Taxa eingestuft sind [10]. Der berechnete Wert wird in eine Qualitätsklasse überführt.

Tabelle 1: Zuordnung der Core-Metrics zu den Fließgewässertypen nach Meier et al. (2006) [8]

Fließgewässertyp		2.1 Bäche des Alpenvorlandes	2.2 Kleine Flüsse des Alpenvorlandes	3.1 Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes	3.2 Kleine Flüsse der Jungmoränen des Alpenvorlandes	4. Große Flüsse des Alpenvorlandes	5. Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	5.1 Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	6. Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	7. Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	9. Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	9.1 Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges	10. Kiesgeprägte Ströme	11. Organisch geprägte Bäche	12. Organisch geprägte Flüsse	19. Kleine Niedrigungswässer in Fluss- und Stromtläern
		Metric	Metric-Typ														
EPT [%] (HK)	Z/A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Anzahl EPTCBO	V/D	x	x	x	x	x					x	x	x				
Anzahl Trichoptera Arten	V/D														x	x	x
Rheoindex	F	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Epirhithral Besiedler [%]	F								x	x							
Metarhithral Besiedler [%]	F										x		x				
Hyporhithral Besiedler [%]	F						x										
Phytaal Besiedler [%]	F																
Potamon Typie Index	T													x			
Fauna Index Typ 2.1	T	x															
Fauna Index Typ 2.2	T		x														
Fauna Index Typ 3.1	T			x													
Fauna Index Typ 3.2	T				x												
Fauna Index Typ 4	T					x											
Fauna Index Typ 5	T						x	x	x	x							
Fauna Index Typ 9	T										x						
Fauna Index Typ 9.1	T											x					
Fauna Index Typ 9.2	T												x				
Fauna Index Typ 11/12	T														x	x	x

Legende: EPT: Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera, HK: Häufigkeitsklassen, EPTCBO: Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera-Coleoptera-Bivalvia-Odonata

In Tabelle 2 sind die Zusammenhänge zwischen den Core-Metrics und besiedlungsrelevanten Faktoren [7] dargestellt.

Tabelle 2: Zuordnung der Core-Metrics zu den einflussnehmenden Faktoren nach Meier et al. (2006) [8]

Faktoren	Core-Metrics																	
	EPT [%] (HK)	Anzahl EPTCBO	Anzahl Trichoptera-Arten	Rheoindex	Epirhithral-Besiedler [%]	Metarhithral-Besiedler [%]	Hyporhithral-Besiedler [%]	Potamon-Typie-Index	Fauna -Index Typ 2.1	Fauna-Index Typ 2.2	Fauna-Index Typ 3.1	Fauna-Index Typ 3.2	Fauna-Index Typ 4	Fauna-Index Typ 5	Fauna-Index Typ 9	Fauna-Index Typ 9.1	Fauna-Index Typ 9.2	Fauna-Index Typ 11/12
Metric-Typ	Z/A	V/D	V/D	F	F	F	F	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Zustand des Einzugsgebiet						x												
Ackeranteil im EZG	x	x		x	x											x	x	
Nutzungsintensität im EZG	x	x		x									x					x
Grünlandanteil im EZG	x																	
Waldanteil im EZG	x		x		x	x	x			x				x	x			x
Siedlungsanteil im EZG	x	x	x	x							x			x				
Nebengewässer im EZG						x												
Gewässerstrukturgüte	x	x	x										x	x				x
Gewässermorphologie	x							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Natürliche Habitatzusammensetzung	x																	
Habitatvielfalt				x														
Strukturelle Degradation auf Habitatebene	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Beschattung					x		x											
Strukturelle Degradation auf Einzugsgebietsebene	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Substratdiversität (natürlich)		x	x											x				x
Fehlen der organischen Sekundärsubstrate			x															
Vorhandensein bes. Sohlstrukturen	x						x							x				
Strömungsdiversität (natürliches Strömungsbild)	x	x				x									x			x
Aufstau eines Gewässers	x	x		x	x	x	x											x
Ausbau eines Gewässers		x		x														
Ausprägung der Breitenvarianz		x					x							x				
Ausprägung der Tiefenvarianz	x														x	x		
Vorhandensein von Querbänken		x																
Profiltiefe des Gewässers	x																	
Vorhandensein von Längsbänken	x					x												
bes. Lauf- und Uferstrukturen																		x
Laufstrukturen	x																	
Vorhandensein bes. Uferstrukturen	x		x											x				x
Unzureichende Sauerstoffversorgung		x																
Akzeptable Chemiewerte für typ. Fauna								x										

Auf der Grundlage der gewässertypspezifischen Auswahl und Zusammenstellung der Core-Metrics kann die Belastungssituation im Gewässer näher eingegrenzt werden. Es können beispielsweise je nach Fließgewässertyp Aussagen über Strömungsdiversität, Substratverteilung, längszonale Einordnung der Untersuchungsstelle, etc. anhand der für die Bewertung berücksichtigten Core-Metrics abgeleitet werden. MEIER ET AL. (2006) [8] beschreiben die Aussagemöglichkeiten der Core-Metrics in den Kurzdarstellungen „Bewertung Makrozoobenthos“ und „Core-Metrics Makrozoobenthos“ ausführlich.

Die Berechnung der Qualitätsklasse Allgemeine Degradation erfolgt in zwei Schritten (Abb.2). Zunächst wird für jeden relevanten Core-Metric ein Einzelergebnis berechnet. Da die Klassengrenzen für die einzelnen Fließgewässertypen verschieden sind, wird das Ergebnis, um es typübergreifend vergleichbar zu machen, in einen sogenannten Score, einer Zahl zwischen 0 und 1, umgewandelt. Anhand dieses Scores findet dann eine Einteilung der Core-Metrics in das 5-stufige Bewertungssystem statt. Danach werden alle Einzelergebnisse der typspezifischen Core-Metrics zu einem multimetrischen Index verrechnet, wobei der Fauna-Index mit 50 % in den gewichteten Mittelwert eingeht. Daher gilt das Ergebnis der Untersuchungsstelle auch nur dann als gesichert, wenn dem Fauna-Index eine Mindestabundanzsumme zugrunde liegt. Daraus ergibt sich wiederum, dass bei einem unsicheren Fauna-Index das Ergebnis als „nicht bewertbar“ eingestuft und bei der Wasserkörperbewertung nicht berücksichtigt wird. Liegt eine saprobielle Belastung vor (Ergebnis der Saprobie schlechter als „gut“), so kann das Ergebnis der Allgemeinen Degradation auch davon beeinflusst sein. Das Ergebnis ist aber in diesem Fall nicht zwingend als „nicht bewertbar“ einzustufen, sondern eine Bewertung nach Expertenurteil ist u. U. unter Berücksichtigung und Plausibilisierung aller zur Verfügung stehenden Informationen möglich.

Abschließend wird der multimetrische Index in die Qualitätsklasse Allgemeine Degradation überführt (Abb.2).

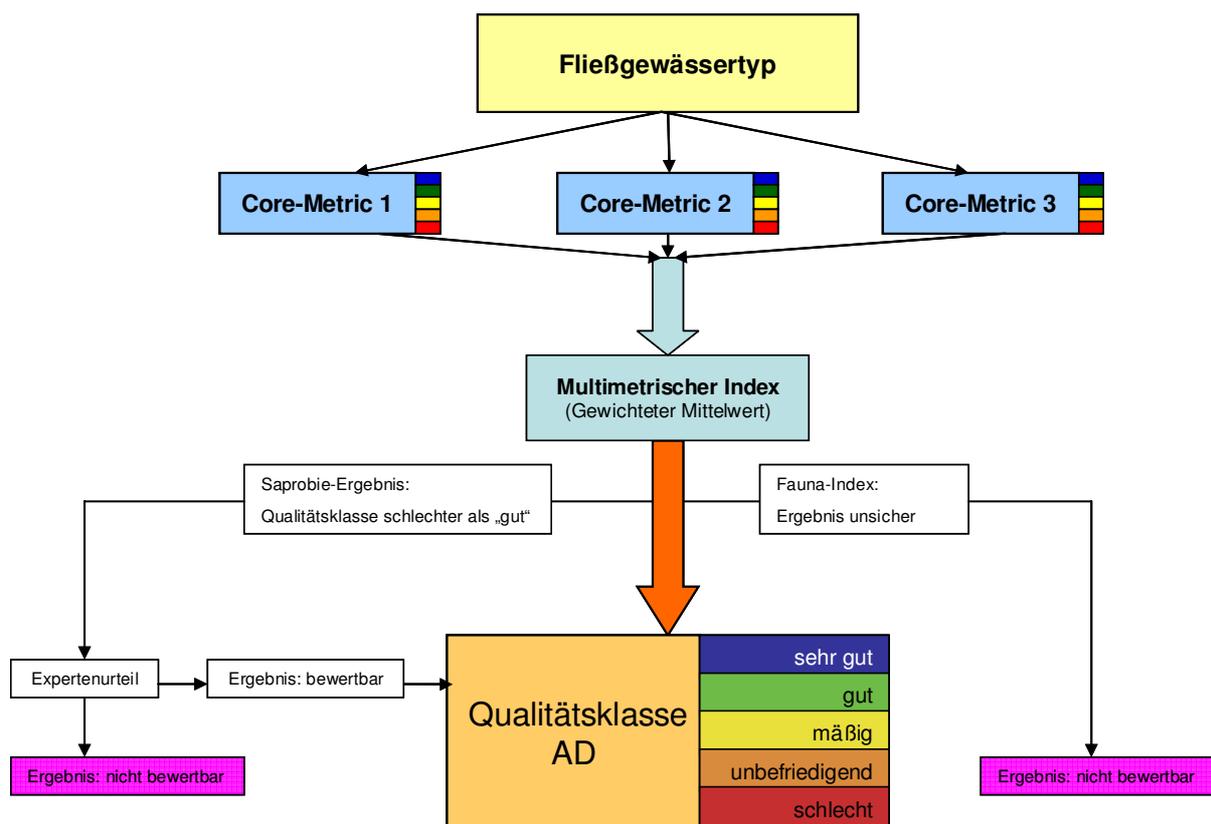


Abbildung 2: Schematische Darstellung zur Ermittlung der Qualitätsklasse AD (Allgemeine Degradation) an der Untersuchungsstelle

Versauerung

Seit Ende der 1980er Jahre wurden in Baden-Württemberg in kleinen, saprobiell unbelasteten Fließgewässern in kalkarmen, gering gepufferten „Weichwassergebieten“ (Schwarzwald und Odenwald) chemische und biologische Veränderungen im Zusammenhang mit versauernd wirkenden Luftschadstoffen beobachtet. Auf der Grundlage von mehrjährigen chemischen und biologischen Messreihen wurde daraus ein Verfahren zur Indikation des Säurezustandes von Bächen anhand des Makrozoobenthos entwickelt.

Aufgrund der unterschiedlichen Empfindlichkeit zahlreicher Bergbachorganismen gegenüber Säure erlaubt die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos eine Aussage über den Säuregrad des betreffenden Fließgewässers. Den häufigsten und wichtigsten Bergbachorganismen wurden zur Säureindikation Indikatorwerte von 1 (sehr säureempfindlich) bis 4 (sehr säureresistent) zugeordnet und diese in 4 Säureklassen eingeteilt. Zur Ermittlung des Säurezustands wurden nun nach dem Prinzip maximaler Empfindlichkeit von Bioindikatoren gegenüber einem vorherrschenden Umweltfaktor die Häufigkeitsklassen aller Indikatororganismen, beginnend bei den säureempfindlichsten Taxa der Säureklasse 1, solange aufaddiert, bis ein Schwellenwert von 5 erreicht wurde. Die Säureklasse, in der die Summe von 5 erreicht wurde, bestimmte den Säurezustand der Probe [11].

Mit der Umsetzung der WRRL ist eine Anpassung des ehemals 4-stufigen Säureindikationssystems auf ein 5-stufiges Bewertungssystem erfolgt [12]. Das Verfahren hat für die versauerungsgefährdeten Fließgewässertypen 5 (grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche) und 5.1 (feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche) Gültigkeit. Neben der neuen Klassifizierung wurden zusätzlich die Indikatortaxa neu zusammengestellt und teilweise neu eingestuft, sowie der Schwellenwert im Berechnungsverfahren von ehemals 5 auf 4 gesetzt. Daher sind die Versauerungsergebnisse aus den 1990er Jahren nur eingeschränkt mit den neuen Ergebnissen nach WRRL vergleichbar.

Sofern die Gewässer nicht natürlicherweise sauer sind, entspricht die Säureklasse der Qualitätsklasse. Es ist zu beachten, dass eine saprobielle Belastung von Gewässern zu einem nicht plausiblen Ergebnis bei der Versauerung (gepuffert durch Abwasser, Einschränkung des Artenspektrums) führt und die Untersuchungsstelle nicht bewertbar ist. Bei den weiteren Auswertungsschritten finden diese Ergebnisse daher keine Berücksichtigung.

Eine ausführliche Darstellung der Versauerungsproblematik in Baden-Württemberg ist in dem medienübergreifenden „Bericht zur Versauerung der Umwelt“ zu finden [13].

4.2 WASSERKÖRPERBEWERTUNG

Auf der Grundlage hydrologischer Einzugsgebiete wurden in Baden-Württemberg 159 Wasserkörper mit einer mittleren Größe von 230 km² ausgewiesen [14]. Bei dieser Wasserkörpergröße ergibt sich die Notwendigkeit mehrere Untersuchungsstellen einzurichten und die Untersuchungsergebnisse in geeigneter Weise zu einer Gesamtbewertung für den Wasserkörper zusammen zu fassen.

Für diese Aggregation werden zunächst die Module getrennt betrachtet, d.h. man erhält für jeden Wasserkörper eine Qualitätsklasse „Saprobie“, „Allgemeine Degradation“ und „Versauerung“. Dies erlaubt eine differenziertere Aussage hinsichtlich der unterschiedlichen Belastungsfaktoren im Wasserkörper, da die drei Teilergebnisse aufzeigen, ob in einem Wasserkörper eher saprobielle, strukturelle oder Versauerungsprobleme (oder Kombinationen davon) vorliegen. Für die Gewichtung der Ergebnisse im Wasserkörper werden für die 3 Module differenzierte, der Belastungsart angepasste Ansätze gewählt (Abb. 3).

In einem weiteren Schritt werden die Ergebnisse der Qualitätsklassen der einzelnen Module für die Gesamtbewertung des Wasserkörpers nach dem „Worst-Case-Prinzip“, d. h. das schlechteste der 3 Teilergebnisse bestimmt das Gesamtergebnis, zur Zustandsklasse Makrozoobenthos zusammengefasst (Abb. 3).

Fehlt ein relevantes Modul aufgrund nicht bewertbarer oder unplausibler Ergebnisse, so wird für den Wasserkörper kein Gesamtergebnis ausgewiesen.

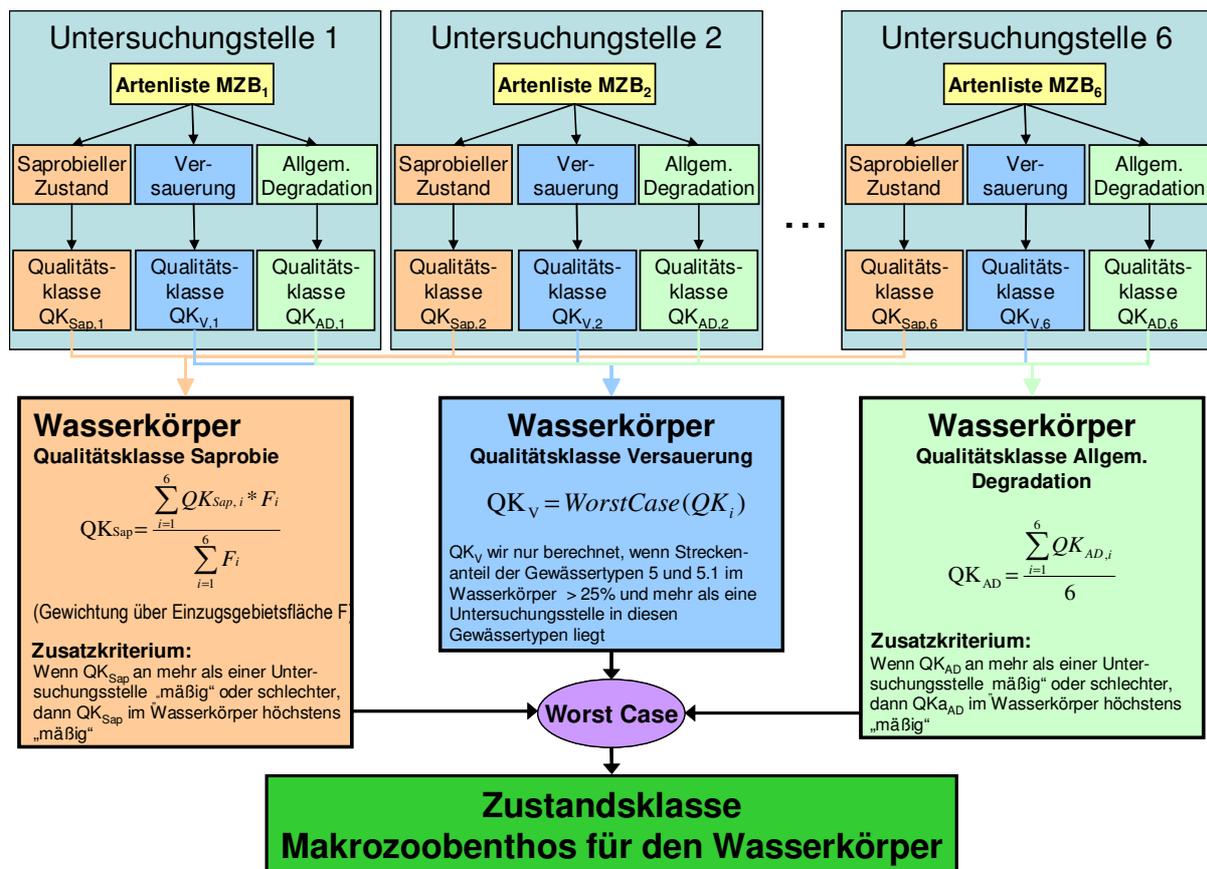


Abbildung. 3: Ermittlung des Zustands der Wasserkörper für die Qualitätskomponente Makrozoobenthos (MZB)

Die Vorgehensweise bei der Aggregation innerhalb der 3 Einzelmodule wird im Folgenden detailliert beschrieben:

Saprobie

Die Qualitätsklassen „Saprobie“ an den einzelnen Untersuchungsstellen werden nach deren zugehöriger Einzugsgebietsfläche (und damit etwa abflussproportional) gewichtet (Abb. 4) und so zur saprobiellen Qualitätsklasse des Wasserkörpers zusammengefasst. Da die Untersuchungsstellen eine stoffliche Belastung anzeigen, ist diese Art der Gewichtung angemessen. Ein kleiner Nachteil ist die Mehrfachberücksichtigung von oberhalb liegenden Einzugsgebieten. Als zusätzliches Kriterium gilt, dass die saprobielle Qualitätsklasse eines Wasserkörpers nicht „sehr gut“ oder „gut“ sein kann, wenn mehr als eine Untersuchungsstelle „mäßig“ oder schlechter ist. In diesen Fällen erfolgt eine entsprechende Abwertung. Liegt nur für eine Untersuchungsstelle im Wasserkörper ein Zustand schlechter als „gut“ vor, kann in Einzelfällen unter Berücksichtigung insbesondere der chemisch-physikalischen Ergebnisse auch hier eine Abwertung nach Expertenurteil erfolgen.

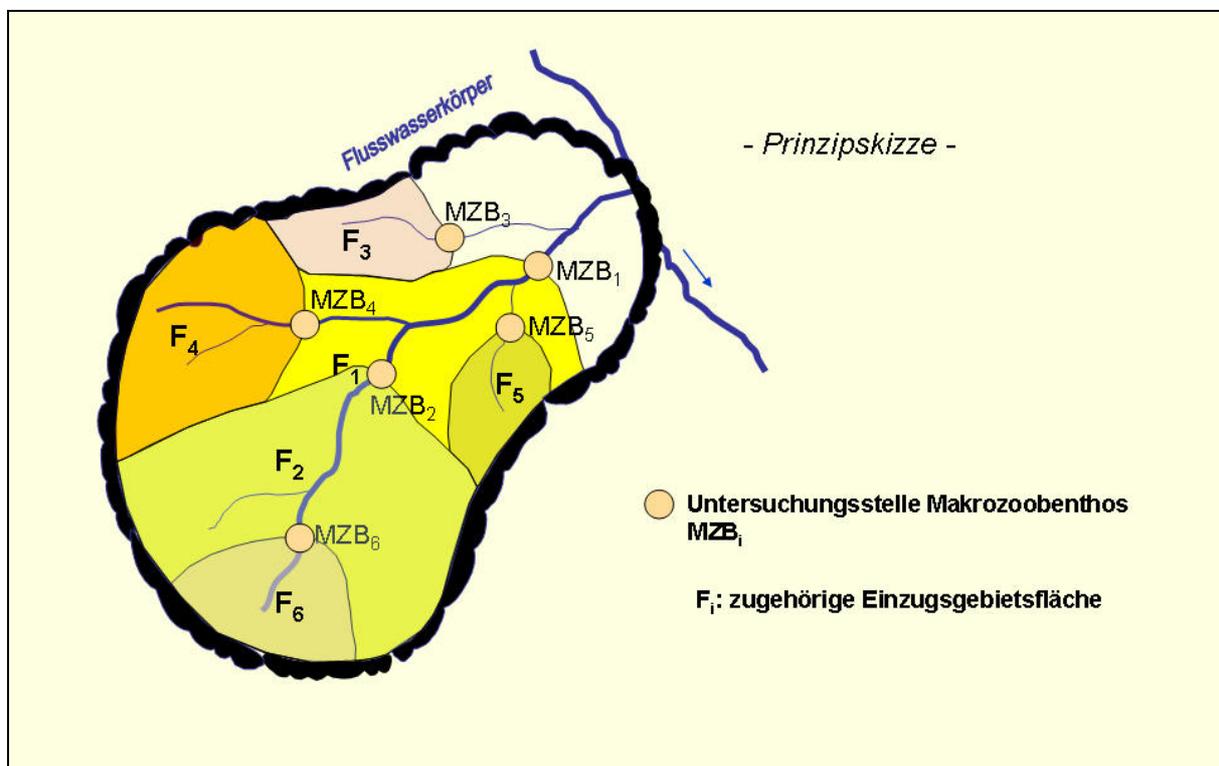


Abbildung. 4: Gewichtung der MZB-Ergebnisse nach Einzugsgebietsgröße

Allgemeine Degradation

Die Qualitätsklasse „Allgemeine Degradation“ für den Wasserkörper ergibt sich aus den Mittelwerten der Qualitätsklassen „Allgemeine Degradation“ an allen bewertbaren Untersuchungsstellen. Der Mittelwert wird nicht mit den Score-Ergebnissen, sondern aus ganzen Zahlen (1 für sehr gut, ..., 5 für schlecht) gebildet, da es teilweise zu Auf- und Abwertungen des Ergebnisses auf der Ebene der Untersuchungsstellen kam und für diese Fälle keine Score-Ergebnisse vorliegen. Als zusätzliches Kriterium gilt auch hier, dass die Qualitätsklasse „Allgemeine Degradation“ eines Wasserkörpers nicht „sehr gut“ oder „gut“ sein kann, wenn mehr als eine Untersuchungsstelle „mäßig“ oder schlechter ist. In diesen Fällen erfolgt eine entsprechende Abwertung, um die Berücksichtigung von Einzelwerten, die u. U. einen erheblichen Streckenanteil repräsentieren, zu gewährleisten.

Versauerung

Ein Teilergebnis „Versauerung“ wird nur dann berechnet, wenn der Streckenanteil von versauerungsgefährdeten Gewässertypen (Typ 5 und 5.1) im Wasserkörper mindestens 25 % beträgt und mindestens 2 bewertbare Untersuchungsstellen in Oberläufen darin liegen. Aufgrund der geringen Anzahl von Untersuchungsstellen bestimmt die schlechteste Untersuchungsstelle das Teilergebnis „Versauerung“ (Worst-Case).

5 Ergebnisse

5.1 ERGEBNISSE AN DEN EINZELNEN UNTERSUCHUNGSSTELLEN

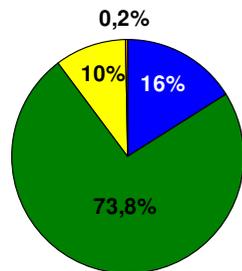
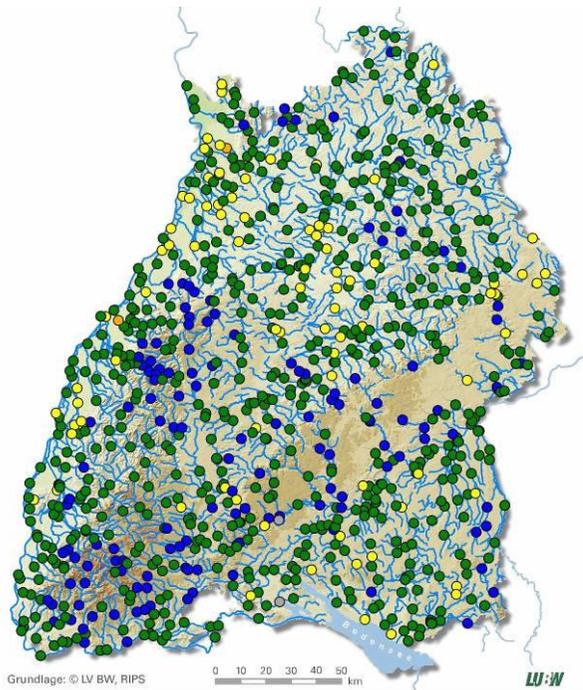
Nachfolgend werden die Ergebnisse der einzelnen Module Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung an den Untersuchungsstellen dargestellt.

Das Modul **Saprobie** lieferte für 855 der 857 Untersuchungsstellen ein bewertbares Ergebnis, während mit dem Modul **Allgemeine Degradation** von den 857 Untersuchungsstellen nur 685 Untersuchungsstellen bewertet werden konnten. 172 Untersuchungsstellen waren nicht bewertbar. Hierfür gab es unterschiedliche Ursachen. 135 Untersuchungsstellen konnten aufgrund eines unsicheren Fauna-Indexes nicht bewertet werden, 34 wegen eines „mäßig“ oder schlechteren Ergebnis der Saprobie. 3 Untersuchungsstellen sind hinsichtlich unplausibler Untersuchungsergebnisse nicht bewertbar (s. Kapitel 4).

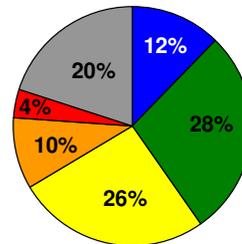
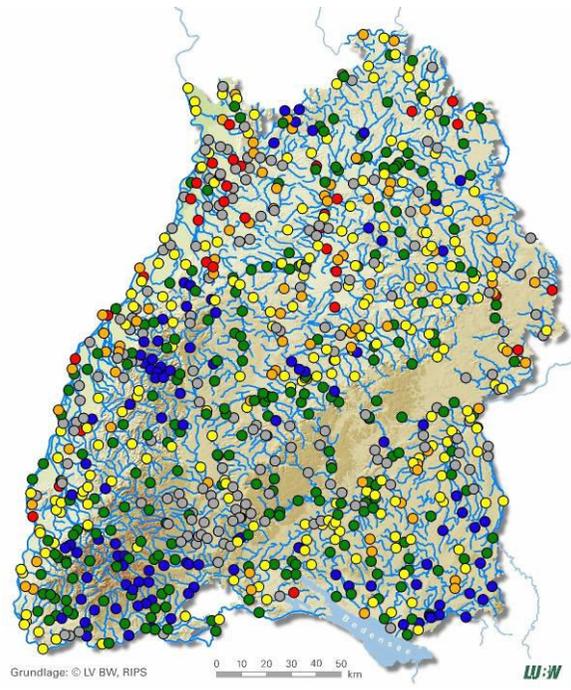
Insgesamt konnten 163 der 857 Untersuchungsstellen den versauerungsrelevanten Fließgewässertypen 5 und 5.1 zugeordnet werden. Mit Hilfe des Moduls **Versauerung** konnten davon 51 Untersuchungsstellen des Typ 5 und 48 Untersuchungsstellen des Typ 5.1 mit Säureklasse 1 bewertet werden, wogegen auf die Säureklasse 2 57 Untersuchungsstellen des Typ 5 und 3 Untersuchungsstellen des Typ 5.1 entfielen. Die Säureklassen 3 bis 5 („mäßig“, „unbefriedigend“ und „schlecht“) kamen nicht vor. Im Vergleich zu früheren Untersuchungen ist eine gravierende Versauerung anhand der neuen Bewertungsmethode nach der WRRL nicht mehr festzustellen.

Abbildung 5 zeigt neben der kartografischen Darstellung der landesweiten Verteilung der Qualitätsklassen Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung auf die Untersuchungsstellen zusätzlich deren prozentuale Verteilung auf die Qualitätsklassen. So waren an ca. 90% der Untersuchungsstellen keine saprobiellen Defizite erkennbar, aber an annähernd 50% der Untersuchungsstellen konnten gewässermorphologische Defizite indiziert werden. Belastungsschwerpunkte lassen sich lediglich für die Saprobie erkennen. Diese treten vorwiegend in der nördlichen Oberrheinebene und dem mittleren Neckargebiet großflächiger auf. Gewässermorphologische Defizite, die mit dem Modul Allgemeine Degradation abgebildet werden, stellen sich durchaus als landesweites Problem dar, von dem lediglich schwach besiedelte Gebiete wie der südliche und nördliche Schwarzwald und das westallgäuer Hügelland teilweise ausgenommen sind.

Saprobie



Allgemeine Degradation



Versauerung

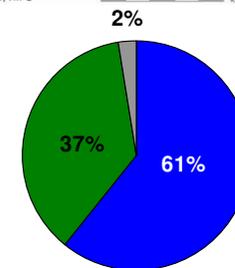
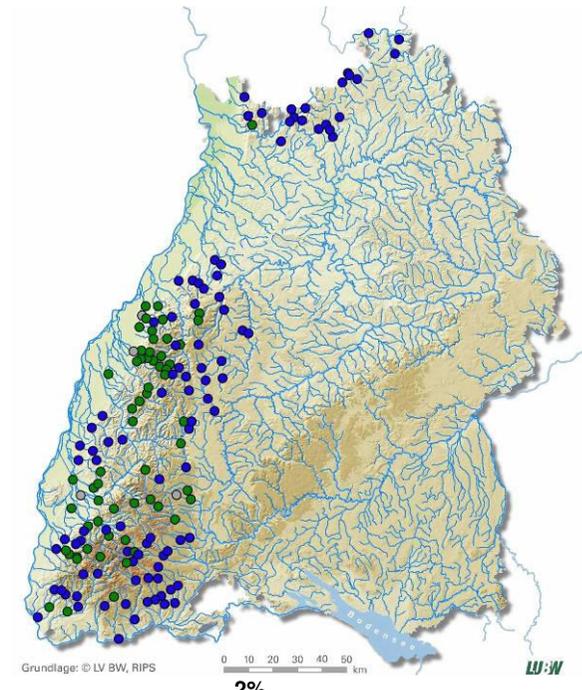


Abbildung 5: Verteilung der Qualitätsklassen auf die Untersuchungsstellen für die Module Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung

Legende: ■ sehr gut ■ gut ■ mäßig ■ unbefriedigend ■ schlecht ■ nicht bewertbar

Wie sich die konkrete Belastungssituation vor Ort in den Ergebnissen widerspiegelt, soll in den folgenden zwei Beispielen verdeutlicht werden. Dafür wurden Untersuchungsstellen ausgewählt, die einerseits ein sehr gutes und andererseits ein eher schlechtes Ergebnis aufweisen und damit einen Eindruck der Indikationsmöglichkeiten des neuen Verfahrens vermitteln.

Wutach (WU315.01, Fließgewässertyp 9.1):

Saprobie: *sehr gut*
 Allgemeine Degradation: *sehr gut*

Kinzig (K1701.00, Fließgewässertyp 9):

Saprobie: *gut*
 Allgemeine Degradation: *unbefriedigend*

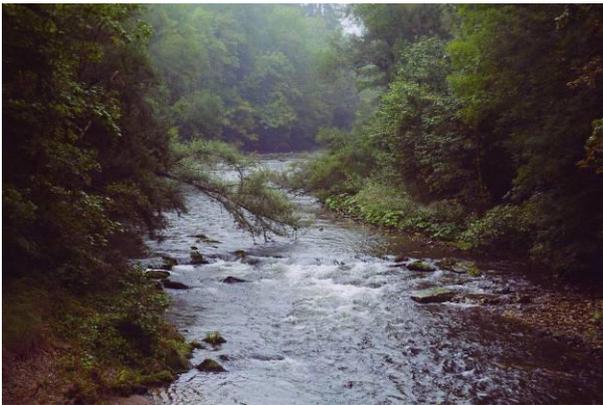


Abbildung 6: Wutach (Foto: Breunig)



Abbildung 7: Kinzig (Foto: Gorka)

Ein über weite Strecken naturnahes Gewässer wie die Wutach (Abb. 6) mit vielfältigen Lebensräumen für die Gewässerorganismen wird nach dem Verfahren PERLODES auch als „sehr gut“ identifiziert. Demgegenüber fließt die Kinzig (Abb. 7) ab ihrem Mittellauf in einem monotonen mit Trapezprofil ausgebauten Gewässerbett, ohne Anschluss an die Aue, fehlendem Uferbewuchs und eintönigem Strömungsmuster, so dass sich keine typische Lebensgemeinschaft ausbilden kann. Diese hochgradig degradierte Gewässersituation spiegelt sich im Ergebnis der Allgemeinen Degradation durchaus wider. Im Gegensatz zur früheren biologischen Gewässergütebeurteilung wird also das morphologische Defizit an diesem Gewässerabschnitt indiziert, welches über das alleinige berechnen der Saprobie nicht deutlich geworden wäre, da die Saprobie lediglich zur Identifizierung organischer Belastungen dient. Die Kombination der verschiedenen Module ermöglicht also eine detailliertere Betrachtung der Belastungssituation an der Untersuchungsstelle.

5.2 ERGEBNISSE FÜR DIE WASSERKÖRPER

5.2.1 SAPROBIELLE BELASTUNGEN

Für alle 159 Wasserkörper konnte eine Qualitätsklasse Saprobie ermittelt werden. Die Verteilung der Qualitätsklassen auf die Wasserkörper ist nachfolgend in der Landesübersicht dargestellt. Die Monitoringergebnisse wurden bereits in dem Bericht zur Maßnahmenplanung: Biologisches Monitoring der Fließgewässer nach WRRL 2006/2007 in Baden-Württemberg: Makrozoobenthos, Modul Saprobie [15], zur Verfügung gestellt. Der Inhalt dieses Teilberichtes ist in den vorliegenden Bericht eingeflossen und wird durch diesen ersetzt.

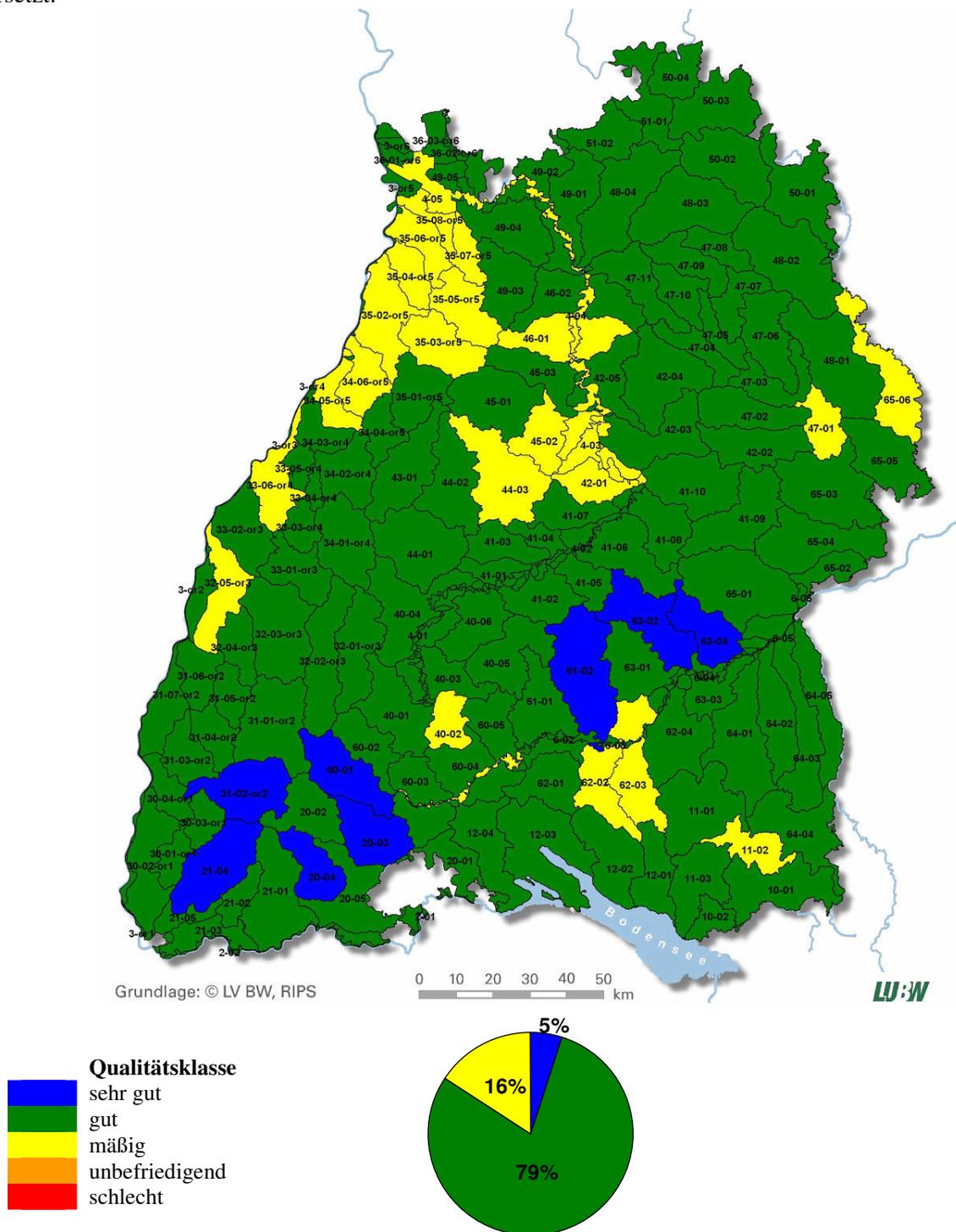


Abbildung 8: Bewertung der Wasserkörper mit dem Modul Saprobie

Wie die prozentuale Verteilung der Qualitätsklassen auf die Wasserkörper in Abbildung 8 zeigt, lassen mehr als drei Viertel der Wasserkörper keine maßgeblich saprobiellen Defizite erkennen, d.h. die Zustandsbewertungen sind „sehr gut“ oder „gut“. Darüber hinaus können auch innerhalb dieser Wasserkörper kleinräumige Defizite mit lokalem Handlungsbedarf vorhanden sein, für deren Auffinden das Landesüberwachungsnetz aber zu grobmaschig ist. Saprobielle Defizite, die sich zwar an einer Untersuchungsstelle aufgrund der Aggregationsregeln aber nicht in der Wasserkörperbewertung widerspiegeln, werden im Rahmen des „normalen“ wasserwirtschaftlichen Vollzuges weiter bearbeitet.

Für die defizitären Wasserkörper der **nördlichen Oberrheinebene** lässt sich generell ein ungünstiges Mischungsverhältnis von Frischwasser zu gereinigtem Abwasser feststellen. Ein weiterer Faktor, das Besiedlungsspektrum negativ beeinflusst, ist die geringe physikalische Wiederbelüftungsrate und das damit in Zusammenhang stehende niedrigere Selbstreinigungspotenzial dieser von Natur aus gefällearmen und langsam strömenden Gewässer. Darüber hinaus kann in diesen Fließgewässern das durch die hohen Nährstoffgehalte begünstigte übermäßige Pflanzenwachstum zu einer erheblichen Sekundärbelastung führen. Daher sind neben der notwendigen Reduktion der Nährstoffeinträge aus den Kläranlagen (insbesondere Phosphor) auch Maßnahmen zur Reduzierung der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft erforderlich. Auch Beschattungsmaßnahmen und die Schaffung von Uferstreifen können sinnvoll sein.

Eine besondere Problemlage stellt sich für den schiffbaren **Neckar** dar. Der von Plochingen bis Mannheim zur Bundeswasserstraße ausgebaut Fluss unterliegt neben der Schifffahrt weiteren vielfältigen Nutzungen (Vorfluter für gereinigtes Abwasser von ca. 5 Mio. Einwohnern im Einzugsgebiet, Kühlwasserentnahmen mit Erwärmung und Verdunstungsverlusten, Aufstau zur Energiegewinnung durch Wasserkraftnutzung u. a. m.). Trotz der Sanierungserfolge der letzten Jahrzehnte und der dadurch deutlich verbesserten Gewässergütesituation treten in der warmen Jahreszeit vor allem bei Niedrigwasser u. a. durch verstärktes Algenwachstum und nachfolgendes Absterben der Algen immer wieder kritische Sauerstoffverhältnisse im gestauten Neckar auf. Die Güteverhältnisse sind nach wie vor noch nicht stabil und der Saprobienindex schwankt zwischen den Qualitätsklassen „gut“ und „mäßig“. Es besteht daher Handlungsbedarf, um die Sauerstoffverhältnisse dauerhaft zu verbessern. Hierzu bedarf es insbesondere einer Reduktion der Nährstoffeinträge wie sie in den Berichten zur Phosphorbelastung [16], zum Phytoplankton [17] und zu Makrophyten/ Phytobenthos [18] dargelegt wird.

Auch die **obere Donau** im Bereich Tuttlingen weist nach wie vor Gütedefizite auf, die dazu führen, dass die Ziele der WRRL verfehlt werden. Die langen Wasseraufenthaltszeiten infolge des geringen Abflusses unterhalb der Versinkungsstellen und der zahlreichen Stauhaltungen führen vor allem in den Sommer- und Herbstmonaten zu starken Eutrophierungserscheinungen. Der sich daraus ergebende Handlungsbedarf und entsprechende Empfehlungen sind ausführlich im „Gewässergüteprojekt Obere Donau“ [19] behandelt.

5.2.2 HYDROMORPHOLOGISCHE BELASTUNGEN

Mit dem Modul Allgemeine Degradation waren 151 der 159 Wasserkörper bewertbar. Für 8 Wasserkörper konnte keine Bewertung erfolgen, da die Mehrzahl der Degradationsergebnisse in diesen Wasserkörpern nicht abgesichert waren (s. Kapitel 4.1)

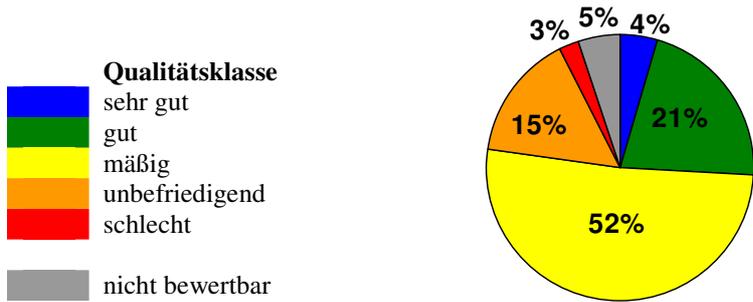
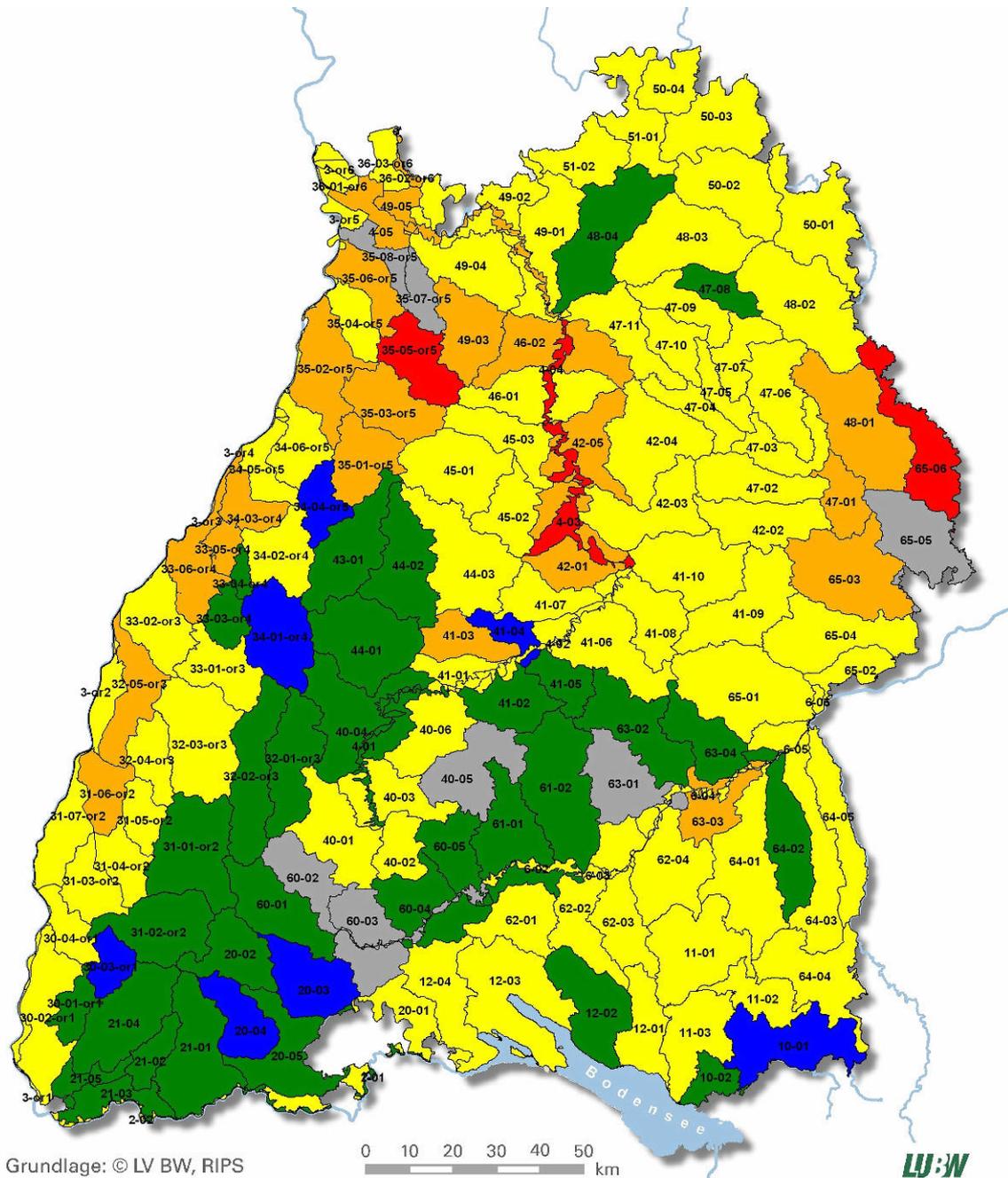


Abbildung 9: Bewertung der Wasserkörper mit dem Modul Allgemeine Degradation

Im Gegensatz zur Saprobie werden anhand des Moduls Allgemeine Degradation an fast drei Viertel der Wasserkörper Defizite indiziert. Daran lässt sich erkennen, dass morphologische Degradationen an Fließgewässern als ein mehr oder weniger landesweites, flächendeckendes Problem zu betrachten sind. Fließgewässer stellen ein komplexes Wirkungsgefüge aus abiotischen und biotischen Faktoren dar, sind eng mit ihrer Umgebung verzahnt und durch diese beeinflusst. Morphologische Veränderungen am und im Gewässer oder in dessen Einzugsgebiet verändern den natürlichen Charakter eines Gewässers und greifen in dessen ökosystemare Zusammenhänge ein. Um die Funktionalität bzw. Stabilität dieses Ökosystems zu erhalten und somit die dort natürlich vorkommenden Organismen nicht in ihrem Lebensraum einzuschränken, bedarf es ausreichend natürlich strukturierter Lebensräume. Dazu ist die Betrachtung eines Gewässers immer im Kontext seines Einzugsgebietes zu sehen, aus dem sich beispielsweise das Wiederbesiedlungspotenzial ergibt. So ist bei der Auswertung der Daten aufgefallen, dass morphologisch degradierte Fließgewässer, die jedoch ein reich strukturiertes Einzugsgebiet haben (z. B. hoher Waldanteil), bessere Ergebnisse aufweisen als Stellen mit den gleichen morphologischen Voraussetzungen, aber strukturarmem Einzugsgebiet (z.B. viel Landwirtschaft und urbane Fläche, Waldanteil). Auch die natürliche Substrat- und Strömungsdiversität sind wichtige Kriterien für die Besiedlung. Die Vereinheitlichung der Strömungsgeschwindigkeiten oder Substratzusammensetzung provoziert eine Veränderung der dort vorkommenden Biozönose. Gerade durch die Einbeziehung der Core-Metrics ermöglicht der multimetrische Ansatz des Moduls Allgemeine Degradation eine vertiefte und weitergehende Interpretation der Ergebnisse und liefert hilfreiche Hinweise, um die Ursache schlechter Ergebnisse zu identifizieren (siehe Anhang 1).

Hierzu zwei Beispiele für den Fließgewässertyp 19.

Feuerbach (EL853.00, Fließgewässertyp 19):

Saprobie: *sehr gut*
 Allgemeine Degradation: *sehr gut*
 Fauna-Index: *sehr gut*
 EPT [%]: *sehr gut*
 Trichoptera-Arten: *gut*

Duttlacher Graben (SB027.00, Fließgewässertyp 19):

Saprobie: *mäßig*
 Allgemeine Degradation: *unbefriedigend*
 Fauna-Index: *unbefriedigend*
 EPT [%]: *schlecht*
 Trichoptera-Arten: *unbefriedigend*



Abbildung 10: Feuerbach (Foto 3: Pankow)



Abbildung 11: Duttlacher Graben (Foto 4: Bernauer)

Unter dem Fließgewässertyp 19 sind die kleinen Niedrigungsgewässer in Fluss- und Stromtälern zusammengefasst. Diese Gewässer zeichnen sich im naturnahen Zustand durch einen gefällearmen, geschwungenen bis mäandrierenden Verlauf aus mit einem charakteristischen Wechsel von Fließ- und Stillwasserzonen. Dominiert sind organische Sohlsubstrate wie Makrophyten oder Totholz. Die Habitatvielfalt dieser organischen Substrate sowie das variierende Fließverhalten führen bei natürlichen Verhältnissen zu einer artenreichen Makrozoobenthosbiozönose [8].

Für den Typ 19 werden drei Metrics für das Modul Allgemeine Degradation berechnet. Zur Bewertung des typspezifisch vorkommenden Organismenspektrums wird der Fauna-Index bestimmt. Da sich in Gewässern dieses Typs die Makrozoobenthosbiozönose zu ca. 40% aus Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Steinfliegen (Plecoptera) und Köcherfliegen (Trichoptera) zusammensetzt, ist als Maß für Vielfalt und Abundanz der sogenannte EPT [%] berücksichtigt. Weiterhin geht die Anzahl Trichoptera-Arten als Kriterium für Vielfalt und Diversität ein [8].

Ein Beispiel für ein „sehr gut“ bewertetes Gewässer des Fließgewässertyps 19 ist der Feuerbach (Abb. 10). Dieses zeigen auch die für diese Untersuchungsstelle ermittelten Metric-Ergebnisse.

Betrachtet man zum Vergleich den Duttbacher Graben (Abb. 11) als stark morphologisch degradiertes Gewässer des Typs 19, erkennt man sowohl auf dem Foto wie auch in den berechneten Metrics deutliche Defizite. Das vereinheitlichte Strömungsverhalten sowie das Fehlen der für den Gewässertyp charakteristischen Substrate (z.B. Totholz) führt beim Duttbacher Graben zu einer Verarmung an Bachbewohnern. Auch die natürliche Anbindung an die Aue fehlt. Der Fauna-Index ist stark mit positiven Strukturelementen korreliert, reagiert aber auch auf Beeinträchtigungen im Einzugsgebiet [8]. Das hier „unbefriedigende“ Ergebnis lässt Rückschlüsse auf strukturelle Verarmung und negative Einflüsse aus dem Einzugsgebiet zu. Ein weiterer Metric, der eine Aussage über Strukturvielfalt und natürliche Habitatzusammensetzung trifft, ist der EPT[%]. Das berechnete Ergebnis ist auch hier nur „mäßig“. Die Köcherfliegen, die in naturnahen Gewässern des Typ 19 vorkommen, besiedeln bevorzugt Makrophyten oder Sekundärsubstrate wie Totholz. Das nur mit „unbefriedigend“ berechnete Ergebnis weist deutlich auf einen Mangel an adäquaten Substraten hin.

Derartige Interpretationen sind für jeden Fließgewässertyp anhand der unterschiedlich auf den Gewässertyp abgestimmten Metric-Konstellationen möglich und erlauben eine praxisnahe Verknüpfung der theoretisch ermittelten Ergebnisse mit der Vor-Ort Situation. Unplausible Ergebnisse, die als „nicht bewertbar“ eingestuft wurden ergaben sich einerseits aufgrund schlechterer Saprobie-Ergebnisse, andererseits weil die Untersuchungsstelle in einem nicht repräsentativen Bereich des beprobten Gewässers lag. In letzteren Fällen wird das Messnetz überarbeitet.

Weiterhin wurden einige von den mit PERLODES ermittelten Berechnungsergebnissen als nicht plausibel eingestuft. So ergab sich beispielsweise bei einigen Gewässern trotz geradlinigem Ausbau ein gutes Ergebnis in der Bewertung. Durch eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und die damit verbundene Begünstigung strömungsliebender Arten scheint ein solcher „Rhithralisierungseffekt“ zu einer der Längszonierung des Fließgewässers untypischen Artengemeinschaft und somit auch zu keiner korrekten Bewertung zu führen. In diesen Fällen war oftmals anhand einzelner Metrics ein Defizit erkennbar, das sich jedoch nicht im Gesamtergebnis widerspiegelte. Bei unplausiblen Gesamtergebnissen ist also immer eine getrennte Betrachtung der Metrics sinnvoll. Insgesamt lässt sich sagen, dass die mit PERLODES berechneten Ergebnisse prinzipiell nachvollziehbar waren, jedoch an einigen Stellen im Gesamtergebnis nicht immer die reale Belastungssituation widerspiegelten.

5.2.3 VERSAUERUNG

Für die Auswertung der Versauerung sind lediglich 33 von den 159 Wasserkörpern in Hinblick auf den Fließgewässertyp bzw. dessen Streckenanteil im Wasserkörper relevant. Von diesen Wasserkörpern wurden 12 Wasserkörper mit „sehr gut“ und 21 Wasserkörper mit „gut“ bewertet. Zwei Wasserkörper (49-05, 32-02-or3) konnten aufgrund einer zu geringen Anzahl von Untersuchungsstellen nicht bewertet werden.

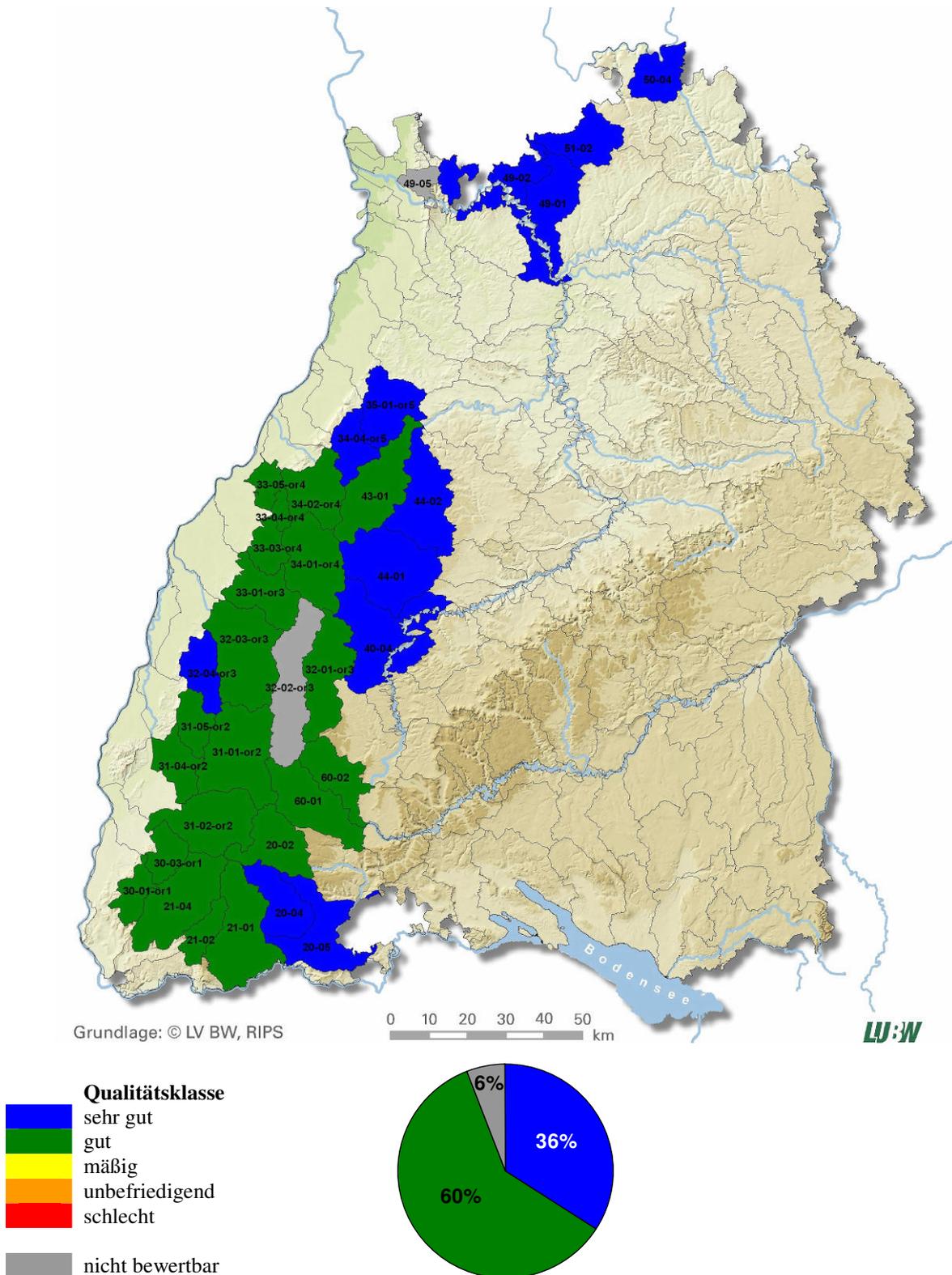


Abbildung 12: Bewertung der Wasserkörper mit dem Modul Versauerung

5.2.4 GESAMTBEWERTUNG MAKROZOOBENTHOS

Die Gesamtbewertung der Wasserkörper für die Qualitätskomponente Makrozoobenthos ergibt sich nach dem „Worst-Case-Prinzip“ aus dem schlechtesten Teilergebnis der Einzelmodule Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung. Die Ergebnisse dieser Wasserkörperbewertung bzw. die prozentuale Verteilung der Zustandsklassen auf die Wasserkörper sind in Abbildung 12 dargestellt. Von den 159 Wasserkörpern konnten 8 Wasserkörper nicht bewertet werden, da ein relevantes Teilergebnis fehlte. Meist lieferte das Teilmodul Allgemeine Degradation das schlechteste und damit das maßgebende Ergebnis, sodass die Karte der Gesamtbewertung der der Allgemeinen Degradation sehr ähnlich ist.

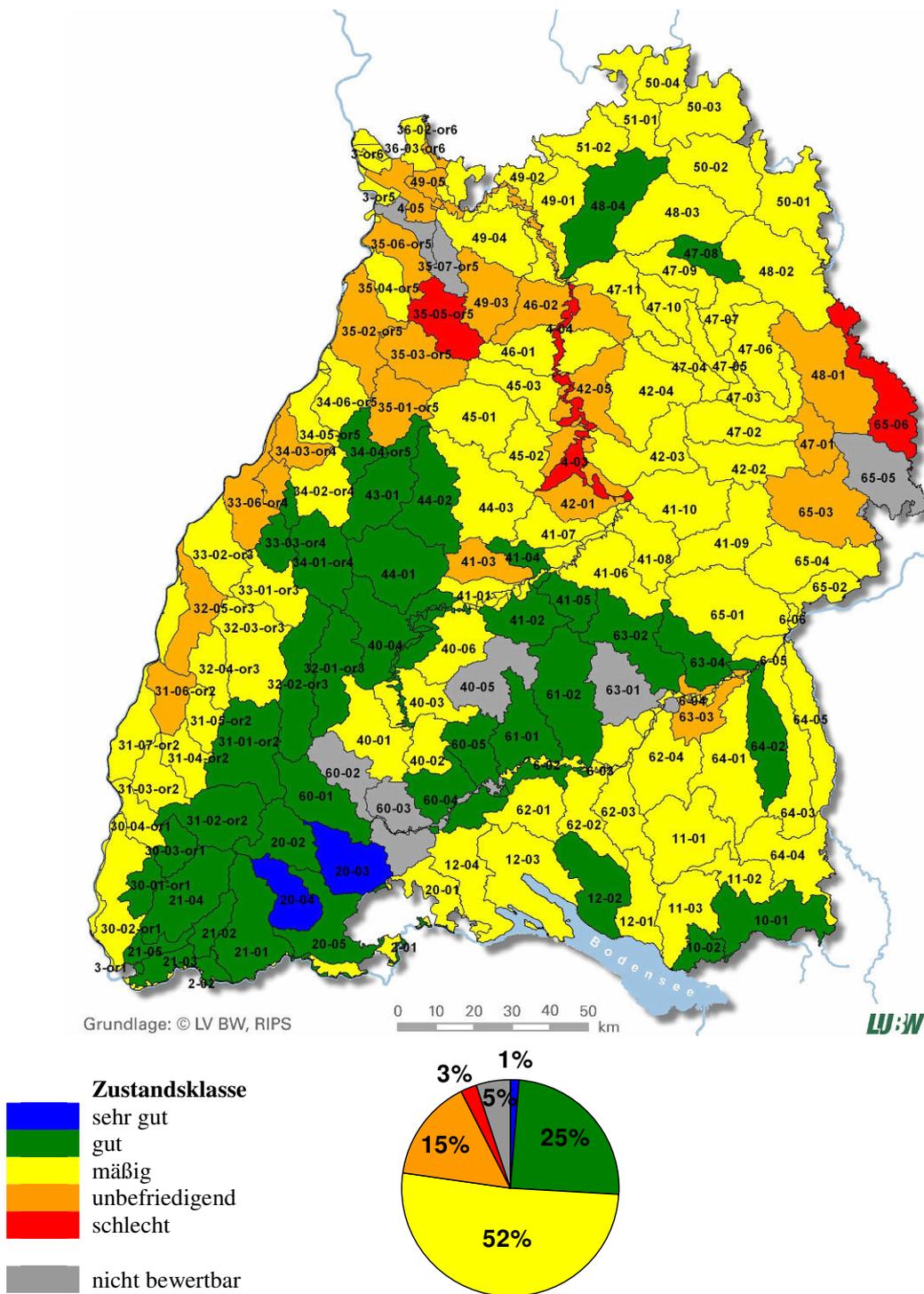


Abbildung. 12: Gesamtbewertung der Wasserkörper mit der Qualitätskomponente Makrozoobenthos

6 Fazit

Die Fließgewässerbewertung anhand der Qualitätskomponente Makrozoobenthos mit dem Bewertungsverfahren PERLODES, sowie der dazugehörigen Software ASTERICS, umfasst die drei Module Saprobie, - Allgemeine Degradation und Versauerung. Die Indikationsmöglichkeiten wurden deutlich erweitert und beschränken sich nunmehr nicht allein auf die Saprobie.

Die Auswertung aller drei Teilaspekte ergibt größtenteils plausible aber hinsichtlich der drei Komponenten deutlich unterschiedliche Ergebnisse. So weist die überwiegende Mehrzahl der Wasserkörper (84%) keine saprobiellen Defizite aus, wogegen nur ein Viertel der Wasserkörper für die Allgemeine Degradation ein gutes Ergebnis liefert. Morphologische Beeinträchtigungen stellen also ein mehr oder weniger landesweites Problem dar. Eine gravierende Versauerung konnte beim Untersuchungsdurchgang 2007 mit den neuen Verfahren nicht festgestellt werden.

Nach 4 Jahrzehnten Gewässergütebeurteilung liegt ein reicher Erfahrungsschatz und fundiertes Expertenwissen zur Bewertung der Fließgewässer mit Hilfe des Saprobien-systems zugrunde. Vor diesem Hintergrund sind die mit dem modifizierten Verfahren [7] gewonnenen Ergebnisse in ihrer Plausibilität gut einzuschätzen und abgesichert. Eine weitere Hilfsgröße zur Absicherung der Saprobie-Ergebnisse stellen die chemisch-physikalischen Parameter dar.

Für das Modul Allgemeine Degradation gibt es dieses Erfahrungsspektrum nicht. Generell erscheinen die Ergebnisse dieses ersten Untersuchungsdurchgangs an den Untersuchungsstellen plausibel. Sowohl naturnahe als auch strukturell degradierte Fließgewässerstrecken werden durch die Ergebnisse zum größten Teil korrekt abgebildet. Fließgewässerstrecken, in denen das Bewertungsergebnis von der „Vor-Ort“ Situation abwich, waren z. B. Gewässer in Ausbaustrecken mit erhöhter Strömungsgeschwindigkeit. („Rhithralisierungseffekt“), die dann oftmals zu gut bewertet wurden. Woran genau diese abweichenden Ergebnisse festzumachen sind, ist zu diesem Zeitpunkt nicht klar. Jedoch werden die Erfahrungen aus der Anwendung des Verfahrens in der Praxis in der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) diskutiert und weiter verfolgt.

Die Bewertungsergebnisse des Moduls Allgemeine Degradation können für Fragestellungen der Maßnahmenplanung hilfreiche Hinweise liefern. Dabei ist weniger das Gesamtergebnis als viel mehr die Ergebnisse der Einzelmetrics, der so genannten Core-Metrics, von Interesse, die über die Veränderung des Artenspektrums gezieltere Hinweise auf mögliche Einflussgrößen geben. Als Beispiel sei hier der Rheoindex genannt, der auf Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit durch z.B. Ausbau oder Aufstau reagiert. In Anhang 1 sind alle Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsstellen in Tabellenform dargestellt.

Die wasserkörperbezogenen Ergebnisse sind aufgrund der Messnetzkonzeption und der Wasserkörpergröße nicht auf alle im Wasserkörper vorhandenen Gewässer übertragbar. Für eine umfassende Gewässerbewertung müssen künftig alle biologischen, chemisch-physikalischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten integrativ betrachtet werden.

7 Literatur

- [1] 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 vom 22.12.2000 (L327/1)
- [2] Software-Handbuch ASTERICS, (2008); ASTERICS – einschließlich PERLODES – (Deutsches Bewertungssystem auf Grundlage des Makrozoobenthos); Version 3.1.1; www.fliessgewaesserbewertung.de
- [3] Meier, C. et al (2006); Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung, Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie; www.fliessgewaesserbewertung.de
- [4] Pottgießer, T. (2007): Anhang der Steckbrief der deutschen Fließgewässertypen – Bewertungsverfahren und Klassengrenzen; www.fliessgewaesserbewertung.de.
- [5] LfU (2005): Gewässergütekarte Baden-Württemberg 2004: Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie, 91; Karlsruhe
- [6] LUBW (2007): Überwachungsprogramme. Fließgewässer – Seen – Grundwasser. Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie; Karlsruhe
- [7] DIN 38410-1 Teil 1 (2004); Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) –Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Gewässern (M1); Beuth Verlag; Berlin.
- [8] Meier et. al (2006); Kurzdarstellungen „Bewertung Makrozoobenthos“ und „Core-Metrics Makrozoobenthos“; www.fliessgewaesserbewertung.de
- [9] Schöll, F. & Haybach, A. (2001): Bewertung von großen Fließgewässern mittels Potamon-Typie-Index (PTI) –Verfahrensbeschreibung und Anwendungsbeispiele; BfG-Mitteilungen 23; Koblenz
- [10] 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; Koblenz
- [11] LfU BW (1998); Gewässergütekarte Baden - Württemberg 1998, Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 49; Karlsruhe
- [12] Braukmann,U. & Biss,T. (2004); Conceptual study – An improved method to assess acidification in German streams by using benthic macroinvertebrates; 433-450; Limnologia 34 (4).
- [13] LUBW (2010); Bericht zur Versauerung der Umwelt; www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/content/94522/U93-S1-J09.pdf
- [14] LfU (2005): Methodenband, Bestandsaufnahme der WRRL in Baden-Württemberg; Karlsruhe.
- [15] LUBW (2008): Biologisches Monitoring der Fließgewässer nach WRRL 2006/2007 in Baden-Württemberg; Makrozoobenthos, Modul Saprobie; Karlsruhe.
- [16] LUBW (2007): Maßnahmenplanung im Hinblick auf die Phosphorbelastung der Fließgewässer. Teil I: Maßnahmen-Zielwerte und Überwachungsergebnisse; Karlsruhe
- [17] LUBW (2008): Überwachungsergebnisse Phytoplankton 2005/2006, Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie; Karlsruhe
- [18] LUBW (2009): Überwachungsergebnisse Makrophyten und Phytobenthos, Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie; Karlsruhe

[19] Wurm, K.(2003); Gewässergüteprojekt „Obere Donau“; Regierungspräsidien Freiburg und Tübingen; unveröffentlicht

8 Anhang

Erläuterungen zu den Spaltenkopfbezeichnungen der Exceltabelle im Anhang

Spaltennummer	Spaltenkopf	Erläuterung
1	GCODE	Codierung der Messstelle in einem Fließgewässer
2	Datum	Datum der Probenahme
3	Gewässer	Fließgewässername
4	Messstellenname	Ortsbezogene Bezeichnung der Messstelle
5	RW	Rechtswert
6	HW	Hochwert
7	AWGN	Das Amtliche Digitale Wasserwirtschaftliche Gewässernetz abgekürzt mit AWGN ist ein Verzeichnis der Fließgewässer in Baden-Württemberg im Maßstab 1:10.000
8	Typ WRRL	Fließgewässertyp nach EG-Wasserrahmenrichtlinie
9	OWK	Kurzname des Oberflächenwasserkörpers
10	Taxazahl	Gesamtzahl der Probe
11	QK_Versauerung	Qualitätsklasse Versauerung nach PERLODES [2, 3], plausibilisiert.
12	QK_Saprobie	Qualitätsklasse Saprobie nach PERLODES [2, 3], plausibilisiert.
13	Saprobien-Index	Zahlenmäßige Angabe zur Beschreibung des Saprobiebereiches mit Hilfe des Saprobienindex. Der Saprobienindex wird in Zahlenwerten von 1,0 bis 4,0 angegeben.
14	Streuungsmaß (Saprobienindex)	Maß für die Streuung des Saprobienindex der Probe (Qualitätskriterium)
15	Indikatorarten (Saprobienindex)	Anzahl der Saprobie-Indikatorarten
16	Abundanzsumme (Saprobienindex)	Summe der Abundanzklassen (Qualitätskriterium)
17	QK_Allgemeine Degradation	Qualitätsklasse Allgemeine Degradation nach PERLODES [2, 3], plausibilisiert.
18	Fauna Index-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3]
19	EPT-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3] (Epemeroteren-Plecopteren-Trichopteren)
20	Taxazahl EPTCBO-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3] (Epemeroteren-Plecopteren-Trichopteren-Coleopteren-Bivalvia-Odonata)
21	Rheo-Index Banning-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3]
22	Epirhithral-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3]
23	Metarhithral-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3]
24	Hyporhithral-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3]
25	Taxazahl Trichoptera-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3]
26	Potamon Typie Index-Klasse	Bewertungsrelevanter Auswertungsparameter nach PERLODES [2, 3]
27	WK-Bewertung Versauerung	Aus den Einzelbewertungen aggregierte Qualitätssklasse der Versauerung für den Wasserkörper (vgl. 4.2).
28	WK-Bewertung Saprobie	Aus den Einzelbewertungen aggregierte Qualitätssklasse der Saprobie für den Wasserkörper (vgl. 4.2).
29	WK-Bewertung A. D.	Aus den Einzelbewertungen aggregierte Qualitätssklasse der Allgemeinen Degradation für den Wasserkörper (vgl. 4.2).
30	WK-Bewertung MZB gesamt (worst case)	Aus den Teilmodulen aggregierte Zustandsklasse für den Wasserkörper (vgl. 4.2).

