



# Leitfaden Maßnahmenbegleitende Erfolgs- kontrolle an Fließgewässern

 im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Baden-Württemberg



Baden-Württemberg



# Leitfaden Maßnahmenbegleitende Erfolgs- kontrolle an Fließgewässern

 im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Baden-Württemberg

**HERAUSGEBER** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Postfach 100163, 76231 Karlsruhe  
[www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)

**BEARBEITUNG** Landesarbeitskreis Biologisches Monitoring  
Uwe Dußling (LAZBW, Fischereiforschungsstelle Langenargen)  
Katja Fleckenstein (RP Tübingen)  
Angelika Gross (Landratsamt Enzkreis)  
Andreas Hoppe (LUBW)  
Dr. Berthold Kappus (RP Karlsruhe)  
Kurt Kreimes (LUBW)  
Martin Lehmann (RP Stuttgart)  
Dr. Uwe Schelling (Rems-Murr-Kreis)  
Ute Schneider-Ritter (RP Freiburg)  
Renate Semmler-Elpers (LUBW)  
Armin Stelzer (UM Baden-Württemberg)

unter Mitarbeit von

Sandra Bergmann (RP Tübingen)  
Uwe Bergdolt (LUBW)  
Verena Friske (LUBW)  
Dr. Thomas Jankowski (RP Freiburg)  
Stephanie Korte (RP Stuttgart)  
Markus Lehmann (LUBW)  
Rolf Bostelmann (ALAND Ingenieure und Ökologen für Wasser und Umwelt)  
Petra Friedrich (LUBW)

**REDAKTION** LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Referat 41 – Gewässerschutz  
Christiane Lehr

**BEZUG** Die Broschüre ist kostenlos als Download in PDF-Format erhältlich bei der  
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
Postfach 100163, 76231 Karlsruhe  
<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>

**GESTALTUNG & SATZ** medien&werk, Killisfeldstraße 45, 76227 Karlsruhe

**ISBN** 978-3-88251-384-4

**STAND** Februar 2015

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



<b>1</b>	<b>ANLASS UND ZIEL</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>GRUNDSÄTZE DER MASSNAHMENBEGLEITENDEN ERFOLGSKONTROLLE</b>	<b>6</b>
2.1	Begriffsdefinition und Anwendungsbereich	6
2.2	Kriterien für die Durchführung eines maßnahmenbegleitenden Monitorings	8
2.3	Dokumentation	10
<b>3</b>	<b>FUNKTIONSKONTROLLE ALS ERFOLGSKONTROLLE</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>MASSNAHMENBEGLEITENDES MONITORING ZUR ERFOLGSKONTROLLE</b>	<b>12</b>
4.1	Festlegen der maßgebenden Qualitätskomponenten	12
4.1.1	Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus Punktquellen	12
4.1.2	Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus diffusen Quellen	15
4.1.3	Maßnahmengruppe Abflussregulierung und morphologische Veränderungen	16
4.2	Festlegen des Vergleichsverfahrens	18
4.3	Festlegen der Messstellen	18
4.4	Festlegen des zeitlichen Untersuchungsrahmens	20
4.5	Erfassung und Bewertung	21
4.6	Bericht mit Ergebnissen und Empfehlungen	22
<b>5</b>	<b>VERFAHREN UND METHODEN DES MASSNAHMENBEGLEITENDEN MONITORINGS</b>	<b>23</b>
5.1	Biologische Qualitätskomponenten	23
5.1.1	Überblick über die Indikationsschwerpunkte	23
5.1.2	Phytoplankton	23
5.1.3	Makrophyten und Phytobenthos	24
5.1.4	Makrozoobenthos	25
5.1.5	Fische	26
5.2	Unterstützende Qualitätskomponenten	27
5.2.1	Hydromorphologische Qualitätskomponenten	27
5.2.2	Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten	27
<b>6</b>	<b>FAZIT UND AUSBLICK</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>31</b>
<b>ANHANG</b>		<b>34</b>
1	Beispiele für ein Monitoringkonzept	34
1.1	Monitoringkonzept Enz in Mühlacker	34
1.1.1	Maßnahmenbeschreibung und Zielsetzung	34
1.1.2	Prüfen der Notwendigkeit für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle	35
1.1.3	Konzept für das maßnahmenbegleitende Monitoring zur Erfolgskontrolle	35
1.1.4	Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle	37

## VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

1.2	Monitoringkonzept Brenz in Herbrechtingen	38
1.2.1	Maßnahmenbeschreibung und Zielsetzung	38
1.2.2	Prüfen der Notwendigkeit für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle	39
1.2.3	Konzept für das maßnahmenbegleitende Monitoring zur Erfolgskontrolle	39
1.2.4	Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle	40

### VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abb. 2.1:	Einbettung der Erfolgskontrolle in die Projektumsetzung	6
Abb. 2.2:	Schnittmengen von Landesüberwachungsnetz Fließgewässer in Baden-Württemberg und maßnahmenbegleitendem Monitoring	7
Abb. 4.1:	Schematische Darstellung der Qualitätskomponenten des ökologischen Zustandes bzw. des ökologischen Potenzials auf Ebene der Wasserkörper	13
Abb. 5.1:	Zeitliche Reaktionsmuster der biologischen Qualitätskomponenten für den ökologischen Zustand	24
Abb. 6.1:	Schema zur angestrebten Dokumentation der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle in MaDok	30

### VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 2.1:	Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit hinsichtlich eines maßnahmenbegleitenden Monitorings	8
Tab. 2.2:	Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung der Mindestwasserführung hinsichtlich eines maßnahmenbegleitenden Monitorings	9
Tab. 2.3:	Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur hinsichtlich eines maßnahmenbegleitenden Monitorings	9
Tab. 2.4:	Punktezuordnung zur Bewertung des Monitoringbedarfs	9
Tab. 4.1:	Maßgebende Qualitätskomponenten der Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus Punktquellen	14
Tab. 4.2:	Maßgebende Qualitätskomponenten der Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus diffusen Quellen	15
Tab. 4.3:	Maßgebende Qualitätskomponenten für die Maßnahmengruppe Abflussregulierung und morphologische Veränderung	17
Tab. 4.4:	Vergleichsverfahren für die Erfolgskontrollen und ihre Vor- und Nachteile (nach SCHERFOSE [2005] und BIA [2010] verändert und ergänzt):	19
Tab. 4.5:	Richtwerte für Frequenz und Intervall von Untersuchungen zur Erfolgskontrolle (in Anlehnung an [OGewV]), ergänzt durch die Untersuchungszeit gemäß den aktuellen Verfahrensanleitungen und der gängigen Praxis	20
Tab. 5.1:	Indikationsschwerpunkte der biologischen Qualitätskomponenten	23
Tab. 5.2:	Parameter der allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten für Fließgewässer	28

# 1 Anlass und Ziel

Im Dezember 2000 trat die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Kraft und wurde in den Wassergesetzen (WHG und WG) umgesetzt. Eines der wesentlichen Ziele der WRRL besteht darin, dass nach einem festen Zeitplan für alle Oberflächengewässer in der Europäischen Union der „gute chemische Zustand“ und der „gute ökologische Zustand“ bzw. für künstliche und erheblich veränderte Gewässer das „gute ökologische Potenzial“ zu erreichen sind. Nach den Vorgaben der WRRL wurde die ursprünglich auf die Wasserqualität fokussierte Betrachtung auf eine gesamtökologische Betrachtung der Oberflächengewässer in Wasserkörpern erweitert. Die Bewertung der Oberflächengewässer erfolgt nun auf der Grundlage zahlreicher biologischer, chemischer und physikalisch-chemischer sowie hydromorphologischer Qualitätskomponenten. Der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial wird über die vorkommenden Lebensgemeinschaften der Fließgewässer mit ihren unterschiedlichen biologischen Qualitätskomponenten definiert. Bewertet werden Phytoplankton (frei im Wasser schwebende Algen), Makrophyten (höhere Wasserpflanzen, Moose und Armleuchteralgen) und Phytobenthos (Aufwuchsalgen) sowie Makrozoobenthos (wirbellose Kleinlebewesen) und Fische. Sie dienen als Maßstab, ob bzw. in welchem Maß die formulierten Umweltziele erreicht sind. Darüber hinaus sind die allgemeinen physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Aktualisierung der Bestandsaufnahme wurden bis zum 22. Dezember 2013 die signifikanten Belastungen der baden-württembergischen Gewässer überprüft und aktualisiert. Anschließend wurden unter Berücksichtigung der vorliegenden Gewässerzustandsdaten die Auswirkungen der Belastungen auf die Gewässer beurteilt und geeignete Maßnahmen zur Beseitigung der festgestellten Defizite erarbeitet.

Auf der Grundlage einer WRRL-konformen Bewertung wurden die entsprechenden Defizite dargestellt und geeignete Maßnahmen zur Erreichung der o.g. Ziele ausgearbeitet. Hierzu wurden für jedes Bearbeitungsgebiet Bewirtschaftungspläne mit umfangreichen Maßnahmenprogrammen erstellt. Weitergehende Informationen sind online zu finden unter [www.wrrl.baden-wuerttemberg.de](http://www.wrrl.baden-wuerttemberg.de).

Die Umsetzung der Maßnahmen obliegt in erster Linie den Trägern der Unterhaltungslast. Bei der Maßnahmenplanung werden nicht die Defizite einzelner Gewässerabschnitte betrachtet, sondern die Planung zielt darauf ab, eine gute Wasserqualität zu gewährleisten und den jeweiligen Wasserkörper als funktionsfähigen Lebensraum zu entwickeln. Vor diesem komplexen fachlichen Hintergrund wurden in der Planungsphase Art und Umfang der erforderlichen Maßnahmen abgeleitet. Hieraus wird deutlich, dass eine Erfolgskontrolle der umgesetzten Maßnahmen dringend erforderlich ist.

In Baden-Württemberg ist vorgesehen, die im Rahmen der WRRL umgesetzten Maßnahmen an Fließgewässern durch eine maßnahmenbegleitende Erfolgskontrolle zu begleiten. Hierbei wird überprüft, ob die festgelegten Projektziele der Maßnahme erreicht wurden. Diese Überprüfung gestattet es, Optimierungspotenziale bei Planung und Umsetzung der Maßnahme offenzulegen, unerwartete Nebenwirkungen bei der Maßnahmenumsetzung aufzudecken und gegebenenfalls bei anhaltendem Ausbleiben des Erfolges weitere Ursachen für die fortbestehenden Defizite zu identifizieren.

Der vorliegende Leitfaden soll eine in Baden-Württemberg landesweit gültige, einheitliche fachliche Grundlage für maßnahmenbegleitende Erfolgskontrollen schaffen, in dem folgende Maßnahmengruppen berücksichtigt werden:

- Abflussregulierung und morphologische Veränderungen
- Reduzierung von Einträgen aus Punktquellen
- Reduzierung von Einträgen aus diffusen Quellen

Der Leitfaden soll Regierungspräsidien, Unteren Verwaltungsbehörden und Projektträgern als methodisches Gerüst dienen, um den Erfolg von Maßnahmen zu erfassen, zu bewerten und zu dokumentieren.

Die im Leitfaden verwendeten Fachbegriffe und Abkürzungen werden in einem Glossar auf folgender Internetseite erläutert: [www4.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/58043/](http://www4.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/58043/).

# 2 Grundsätze der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle

## 2.1 Begriffsdefinition und Anwendungsbereich

Bei der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle wird hinsichtlich Umfang und Intensität unterschieden zwischen:

- Funktionskontrolle und
- maßnahmenbegleitendes Monitoring

Die Einbettung der Funktionskontrolle sowie des maßnahmenbegleitenden Monitorings in die Projektumsetzung ist in Abbildung 2.1 schematisch dargestellt.

Die Funktionskontrolle umfasst die Kontrolle der plangemäßen Ausführung sowie die Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahme mit einfachen Methoden (siehe Kapitel 3). Die Funktionskontrolle ist grundsätzlich bei allen im Rahmen der WRRL umgesetzten Maßnahmen an Fließgewässern durchzuführen (vgl. Abb. 2.1, linker Pfad).

Für eine landesweit einheitliche und vergleichbare Vorgehens- und Bewertungsweise werden Bearbeitungshilfen / Checklisten für unterschiedliche Maßnahmentypen erstellt und nach Fertigstellung im Anhang dieses Leitfadens veröffentlicht.

Das maßnahmenbegleitende Monitoring überprüft nach Fertigstellung der Maßnahmen, ob die angestrebten Auswirkungen auf die Qualitätskomponenten erreicht wurden, die nach WRRL den guten ökologischen Zustand bewerten.

Es geht damit über die Funktionskontrolle hinaus und kommt nur in ausgewählten Fällen zum Einsatz (vgl. Abb. 2.1, rechter Pfad). Hierzu zählen zum Beispiel neuartige Maßnahmen oder Maßnahmekombinationen, über deren konkrete Wirkungen auf die komplexen Fließgewässerlebensgemeinschaften bisher keine oder nur unzureichende Erfahrungswerte vorliegen (vgl. Kapitel 2.2).

Das maßnahmenbegleitende Monitoring steht in einem direkten räumlichen und zeitlichen Bezug zur Maßnahme und ist auf die spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten vor Ort zugeschnitten. Diese feinere räumliche und zeitliche Auflösung kann nicht immer durch das Landesüberwachungsnetz Fließgewässer erfüllt werden (siehe Abb. 2.2). Es müssen in diesen Fällen eigenständige Untersuchungen für die maßnahmenbegleitende Erfolgskontrolle durchgeführt werden.

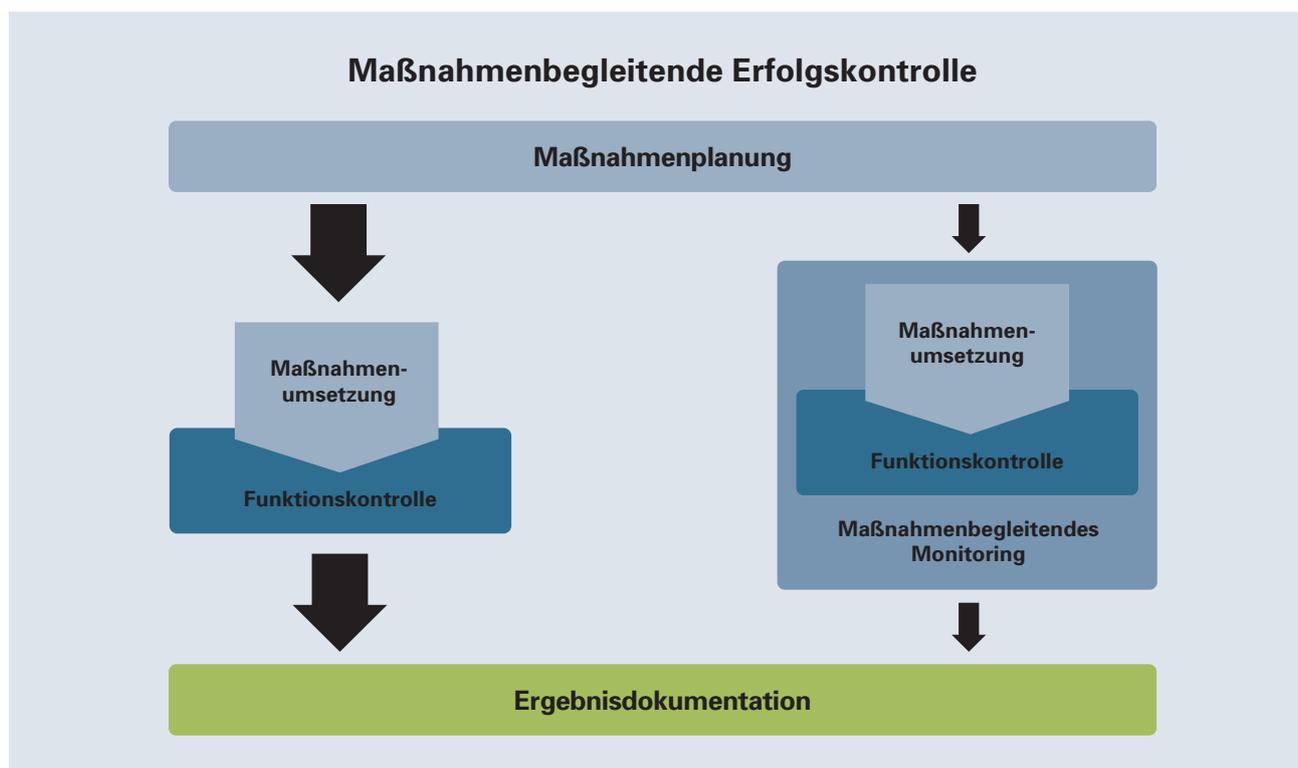


Abb. 2.1: Einbettung der Erfolgskontrolle in die Projektumsetzung

Das maßnahmenbegleitende Monitoring entspricht methodisch eher einem anderen Instrument der Gewässerüberwachung: dem Monitoring zu Ermittlungszwecken (siehe Abb. 2.2). Dieses Monitoring ist immer anlassbezogen, auf eine lokale bzw. regionale Fragestellung zugeschnitten und zeitlich begrenzt. Es dient jedoch nicht der Erfolgskontrolle, sondern z. B. dazu, die Ursachen für das Nichterreichen des guten ökologischen Zustandes in einem bestimmten Wasserkörper aufzudecken.

Um die Vergleichbarkeit zwischen den lokalen Bewertungen der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle und den Bewertungen des Landesüberwachungsnetzes Baden-Württemberg sicherzustellen, finden in beiden Fällen die Methoden und Bewertungsverfahren nach OGeWV (Bundesverordnung zum Schutz der Oberflächengewässer) Anwendung. Als Messgrößen für die Beurteilung des Erfolgs dienen die gleichen Qualitätskomponenten, die zur Beurteilung des ökologischen Zustandes der Fließgewässer nach OGeWV herangezogen werden.

- Die OGeWV unterscheidet gemäß Systematik der Wasserrahmenrichtlinie zwischen den allgemeinen physikalisch-chemischen Parametern (Anlage 3, Nr. 3.2 der OGeWV), die als unterstützende Qualitätskomponenten bei der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten heranzuziehen sind, die maßgeblich die Ein-

stufung des ökologischen Zustandes bestimmen,

- den flussgebietspezifischen Schadstoffen (Anlage 5 der OGeWV), für die im nationalen Recht Umweltqualitätsnormen festgelegt sind und die in die ökologische Zustandsbewertung des Wasserkörpers einfließen, und
- den prioritären, bestimmten anderen Schadstoffen sowie Nitrat (Anlage 7 der OGeWV), für die europaweit einheitliche Umweltqualitätsnormen festgelegt sind und die den chemischen Zustand des Wasserkörpers bestimmen.

Der Leitfaden beschreibt die Erfolgskontrolle im Hinblick auf den ökologischen Zustand und beschränkt sich auf die Einbeziehung der physikalisch-chemischen Parameter, da die Parameter nach Anlage 5 durch das Landesüberwachungsnetz abgedeckt sind und nicht in die Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten einfließen.

Die Verfahren und Methoden des maßnahmenbegleitenden Monitorings zur Erfolgskontrolle werden in Kapitel 5 dargestellt.



Abb. 2.2: Schnittmengen der Monitoringansätze in Baden-Württemberg

## 2.2 Kriterien für die Durchführung eines maßnahmenbegleitenden Monitorings

Über die Durchführung eines maßnahmenbegleitenden Monitorings zur Erfolgskontrolle wird im Einzelfall entschieden. Die Entscheidung ist von den an der Maßnahmenplanung beteiligten Behörden gemeinsam zu treffen. Die nachstehend beschriebenen Kriterien sollen als Grundlage für den Entscheidungsprozess über die Notwendigkeit eines maßnahmenbegleitenden Monitorings dienen.

Ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle wird empfohlen, wenn folgende Kriterien zutreffen:

- Die Maßnahme hat Pilotcharakter. Es handelt sich um ein Beispielprojekt, ein Testvorhaben oder um die Erprobung neuer Maßnahmentypen.
- Es handelt sich um eine Maßnahmenkombination, über deren Wirkungen bisher keine oder nur unzureichende Erfahrungen vorliegen.
- Die Maßnahme hat eine hohe Schlüsselfunktion für Zielsetzungen und/oder für das Gewässersystem. Die Maßnahme ist von entscheidender Bedeutung für die Zielerreichung in angrenzenden Wasserkörpern.
- Die prognostizierte Strahlwirkung bzw. die ökologische Wirkung der Maßnahme ist groß.
- Die Kosten der Maßnahme sind sehr hoch.
- Bei Maßnahmen zur Reduzierung von Einträgen aus Punktquellen ist ein maßnahmenbegleitendes Monitoring ausnahmsweise dann erforderlich, wenn es sich um besondere Fälle wie z. B. eine Kombination verschiedener

Maßnahmenarten in einem Wasserkörper handelt (siehe Kapitel 4.1.1). Im Regelfall kann auf die Messergebnisse des Landesüberwachungsnetzes zurückgegriffen werden.

Auf ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle wird in folgenden Fällen verzichtet:

- Es handelt sich um eine „Standardmaßnahme“, deren Ausführung und Funktionsüberprüfung in Leitfäden beschrieben ist, oder es liegen gesicherte Ergebnisse über die dauerhafte Wirksamkeit der Maßnahme aus dem Monitoring zur Erfolgskontrolle vergleichbarer Maßnahmen vor.
- Es handelt sich um eine Maßnahme zur Reduzierung diffuser Belastungen aus der Fläche, deren Wirkung hinlänglich bekannt ist. Hier wird nach gegenwärtigem Kenntnisstand davon ausgegangen, dass sie durch das Landesüberwachungsnetz Fließgewässer ausreichend dokumentiert wird.
- Das maßnahmenbegleitende Monitoring ist unter Beachtung des Kapitels 2.1 nicht erforderlich bei grundlegenden Maßnahmen und Maßnahmen des wasserwirtschaftlichen Vollzugs.

Für die Beurteilung, ob ein Monitoring erforderlich ist, wurde ein Orientierungsrahmen entworfen. Auf der Basis von Auswertungen landesweit verfügbarer Daten in Kombination mit Expertenwissen werden die einzelnen Kriterien mit 1, 2 oder 3 Punkten gewichtet (ggf. sind auch 0 Punkte möglich). Die Kriterien sind jeweils für Maßnah-

Tab. 2.1: Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit hinsichtlich eines maßnahmenbegleitenden Monitorings

Kriterien	Bewertungsmatrix		
	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte
Kosten	≤ 50.000 €	> 50.000 bis ≤ 200.000 €	> 200.000 €
Länge zusätzlich erschlossener Gewässerstrecke: Bewertung abhängig vom Gewässertyp und vom Migrationsbedarf der Fischfauna	geringe Bedeutung	mittlere Bedeutung	hohe Bedeutung
Qualität des mit der Maßnahme zusätzlich erschlossenen Lebensraumes	gering	mittel	groß
Schlüsselfunktion (in Abhängigkeit von angrenzenden Bauwerken ggf. jeweils neu zu bewerten)	nein	nein	ja
Maßnahme mit Pilotcharakter	nein	nein	ja
Anzahl der mit der Maßnahme verfolgten weiteren Ziele: Mindestwasser, Abstieg, Gewässerstruktur (Angabe 0, 1, 2 oder 3 möglich)	Ein weiteres Ziel wird mit der Maßnahme verfolgt.	Zwei weitere Ziele werden mit der Maßnahme verfolgt.	Drei weitere Ziele werden mit der Maßnahme verfolgt.

Tab. 2.2: Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung der Mindestwasserführung hinsichtlich eines maßnahmenbegleitenden Monitorings

Kriterien	Bewertungsmatrix		
	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte
Verbesserung der Durchwanderbarkeit für Fische: Bewertung abhängig vom Gewässertyp	gering	mittel	deutlich
Verbesserung der Lebensraumfunktion für Fische: Bewertung abhängig vom Gewässertyp	gering	mittel	deutlich
Schlüsselfunktion (in Abhängigkeit von angrenzenden Habitaten ggf. jeweils neu zu bewerten)	nein	nein	ja

men zur Verbesserung der Durchgängigkeit (Tab. 2.1), der Mindestwasserführung (Tab. 2.2) und der Gewässerstruktur (Tab. 2.3) dargestellt.

Bei Maßnahmen zur Durchgängigkeit ist die Wirkung entsprechender Maßnahmen in vielen Fällen bekannt und es gibt ausreichende Erfahrungen bei der Bauausführung, um den Erfolg der Maßnahme sicherzustellen (vergl. hierzu Leitfäden „Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern“ [Leitfaden Teil 1 - 4: LFU 2005b; LUBW 2006a, 2006b, 2008a]). Daher kann die maßnahmenbegleitende Erfolgskontrolle in der Regel durch eine Funktionskontrolle nach Umsetzung der Maßnahme erfolgen.

Hier kann der Leitfaden „Mindestabflüsse in Ausleitungs-

strecken“ [LFU 2005a] unterstützend herangezogen werden. Für die Gesamtbewertung werden die Wichtungen der einzelnen Kriterien addiert und die Punktesumme gebildet. Daraus ergibt sich die Empfehlung für oder gegen ein Monitoring (siehe Tab. 2.4).

In Einzelfällen, z. B. bei Pilotvorhaben, kann es zielführend sein, ein maßnahmenbegleitendes Monitoring durchzuführen, auch wenn die entsprechende Punktesumme nicht erreicht wurde (Sonderfall).

Im Anhang sind Beispiele für die Bewertung des Monitoringbedarfs anhand konkreter Maßnahmen aufgeführt (siehe Monitoringkonzepte für die Enz und für die Brenz).

Tab. 2.3: Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur hinsichtlich eines maßnahmenbegleitenden Monitorings

Kriterien	Bewertungsmatrix		
	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte
Kosten	≤ 50.000 €	> 50.000 bis ≤ 200.000 €	> 200.000 €
Länge / Größe der Maßnahme: Bewertung abhängig vom Gewässertyp	gering ≤ 100 m	mittel >100 bis ≤ 500m	hoch > 500 m
Schlüsselfunktion (in Abhängigkeit von angrenzenden Habitaten ggf. jeweils neu zu bewerten)	nein	nein	ja
Maßnahme mit Pilotcharakter	nein	nein	ja

Tab. 2.4: Punktezuordnung zur Bewertung des Monitoringbedarfs

Empfehlung für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring	Punktesumme Durchgängigkeit	Punktesumme Struktur	Punktesumme Mindestwasser
Monitoring nicht erforderlich	≤ 8	≤ 6	≤ 4
Einzelfallbetrachtung erforderlich	9 - 12	7 - 9	5 - 7
Monitoring wird empfohlen	≥ 13	≥ 10	≥ 8
Monitoring wird empfohlen	Sonderfall	Sonderfall	Sonderfall

## 2.3 Dokumentation

Die maßnahmenbegleitende Erfolgskontrolle soll nicht nur dazu dienen, den Erfolg der geprüften Maßnahmen zu belegen und ggf. durch weitere Maßnahmen zu optimieren, sondern sie soll darüber hinaus Erfahrungen liefern, um Planungsabläufe zu optimieren und die Effizienz der Maßnahmen zu steigern. Dies setzt voraus, dass die Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle zentral dokumentiert werden, der Fachwelt zugänglich sind und in diesem Kreis kommuniziert werden können.

Grundsätzlich ist ein einheitliches Datenmanagement zur Erfassung und Bereitstellung der erhobenen Messdaten notwendig, um landesweit Erfolge darzustellen. Das Datenmanagement sollte aus einer zentralen Datenhaltung (z. B. FisGeQua) und aus einer dezentralen, qualifizierten Eingabemöglichkeit aus den Fachanwendungen (z. B. PERLA, fiBS, GeStruk, MaDok) bestehen. Zudem sollen ein einheitlicher Datenrücklauf sowie eine Datenbereitstellung mit Auswertefunktionen (z. B. BRS) zur Verfügung stehen. Die bereits vorhandenen EDV-Instrumente sollen dazu genutzt und angepasst werden. Aus der Vernetzung der zahlreichen Module resultiert ein komplexes System, dessen erfolgreicher Betrieb durch die Fachkenntnis geschulter Anwender gewährleistet werden muss.

### 3 Funktionskontrolle als Erfolgskontrolle

Die Funktionskontrolle soll bei allen im Rahmen der WRRL umgesetzten Maßnahmen an Fließgewässern durchgeführt werden. Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit und somit die Wirksamkeit der Maßnahme soll mit einfachen Mitteln überprüft und eingeschätzt werden. Wie bei der Überprüfung am besten vorzugehen ist, hängt stark vom Maßnahmentyp ab.

Hier sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- Maßnahmen zur Verbesserung / Wiederherstellung der Durchgängigkeit
- Maßnahmen zur Verbesserung der Mindestwasserführung
- Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur
- Maßnahmen zur Reduktion stofflicher Einleitungen aus Punktquellen
- Maßnahmen zur Reduktion stofflicher Einleitungen aus diffusen Quellen

Nach Erstellung der in Kapitel 2.1 genannten Checklisten für die Durchführung und Vorgehensweise von Funktionskontrollen in den oben genannten Fällen werden diese im Anhang dieses Leitfadens veröffentlicht.

# 4 Maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle

Der Entwurf des Monitoringkonzeptes umfasst folgende Schritte, die nachfolgend erläutert werden:

- Festlegen der maßgebenden Qualitätskomponenten
- Festlegen des Vergleichsverfahrens
- Festlegen der Messstellen
- Festlegen des zeitlichen Untersuchungsrahmens
- Erfassung und Bewertung
- Bericht mit Ergebnissen und Empfehlungen

Das Monitoringkonzept sollte bereits in einer frühen Planungsphase entwickelt werden und spätestens zum Zeitpunkt der Entwurfs- und Genehmigungsplanung vorliegen. Dann besteht ausreichend Zeit, den ökologischen Zustand vor Umsetzung der Maßnahme mit den vorgesehenen Verfahren und Methoden zu erfassen und zu dokumentieren. Im Anhang sind erläuternde Beispiele aufgeführt.

## 4.1 Festlegen der maßgebenden Qualitätskomponenten

Für das maßnahmenbegleitende Monitoring zur Erfolgskontrolle stehen die gleichen Qualitätskomponenten zur Verfügung, die bei der landesweiten Überwachung der Fließgewässer nach WRRL herangezogen werden (siehe Abb. 4.1).

### Biologische Qualitätskomponenten

- Phytoplankton
- Makrophyten und Phytobenthos
- Makrozoobenthos
- Fische

### Unterstützende Qualitätskomponenten

- Hydromorphologische Qualitätskomponenten (Durchgängigkeit, Abfluss als Komponente des Wasserhaushaltes und Gewässerstruktur)
- Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

In Kapitel 5 werden die oben aufgeführten Qualitätskomponenten und ihre spezifischen Indikatoreigenschaften vorgestellt und näher erläutert, mit welchen Verfahren und Methoden sie erfasst und bewertet werden.

Bei der Auswahl der am besten für die Erfolgskontrolle

geeigneten Qualitätskomponenten spielen zahlreiche Faktoren mit. Hier sind im Wesentlichen zu nennen:

- Die Art der Maßnahme und ihre angestrebte Wirkung auf Struktur und Besiedlung des Gewässers
- Die spezifische Indikationseigenschaft sowie die zeitliche Reaktionsfähigkeit auf Veränderungen im Gewässer

In den folgenden tabellarischen Zusammenstellungen werden anhand des Wirkungsbezuges zwischen Maßnahmentypen und den Qualitätskomponenten unterschieden:

- Hauptindikatoren (Qualitätskomponenten mit hohem Wirkungsbezug) und
- Zusatzindikatoren (Qualitätskomponenten mit weniger starkem Wirkungsbezug)

Für das maßnahmenbegleitende Monitoring werden die für den jeweiligen Maßnahmentyp genannten Qualitätskomponenten mit hohem Wirkungsbezug (Hauptindikatoren) herangezogen. In der Regel umfasst das Monitoring je nach Maßnahmentyp verpflichtend die Hauptindikatoren der biologischen Qualitätskomponenten. Die Zusatzindikatoren können im Einzelfall nach fachlicher Prüfung hinzugezogen werden.

Für die Darstellung, welche Qualitätskomponenten einen wesentlichen Wirkungsbezug zu den verschiedenen Maßnahmentypen besitzen, werden die Maßnahmentypen zu drei Gruppen zusammengefasst:

- Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus Punktquellen (Tab. 4.1)
- Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus diffusen Quellen (Tab. 4.2)
- Maßnahmengruppe Abflussregulierung und morphologische Veränderung (Tab. 4.3)

#### 4.1.1 Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus Punktquellen

### Maßgebende Qualitätskomponenten

Tabelle 4.1 gibt Auskunft, welche Qualitätskomponenten den größten Wirkungsbezug zum jeweiligen Maßnahmentyp aufweisen. Bei Maßnahmen zur Reduzierung von

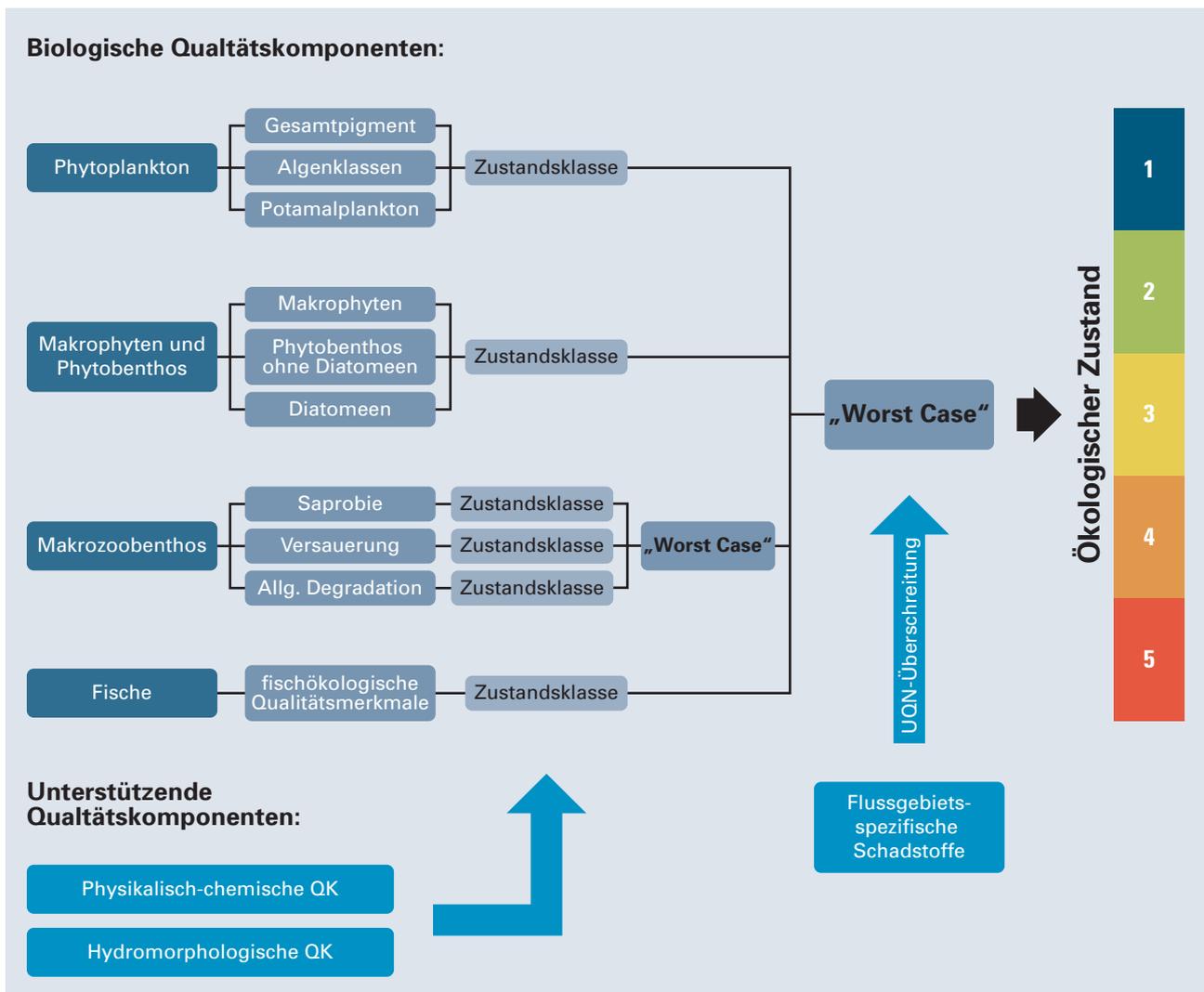


Abb. 4.1: Schematische Darstellung der Qualitätskomponenten des ökologischen Zustandes bzw. des Ökologischen Potentials auf Ebene der Wasserkörper

Stoffeinträgen aus Punktquellen stellen Makrophyten und Phytobenthos, Makrozoobenthos sowie physikalisch-chemische Qualitätskomponenten die Hauptindikatoren dar. Bezüglich der Wärmebelastungen treten die Fische als Hauptindikator hinzu.

**Phytoplankton:** Bei Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffeinträgen aus Punktquellen (insbesondere Maßnahmentypen 2 und 3) wird bei potenziell Plankton führenden Gewässern (Fließgewässertypen 9.2 und 10, z. B. Neckar und Rhein) das Phytoplankton zur Erfolgskontrolle herangezogen. Dabei kann in der Regel auf die Ergebnisse des Landesüberwachungsnetzes Fließgewässer zurückgegriffen werden. Ist Phytoplankton bei den Maßnahmentypen 2 und 3 Hauptindikator, wird die Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos zum Zusatzindikator.

**Makrophyten und Phytobenthos:** Bei Maßnahmen, die vorrangig auf die Reduzierung von Nährstoffeinträgen aus

Punktquellen abzielen (Maßnahmentypen 2 und 3), wird ausgenommen von potenziell Plankton führenden Gewässern (Fließgewässertypen 9.2 und 10, z. B. Neckar und Rhein) die Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos als Hauptindikator untersucht. Dabei sollte soweit möglich auf die Ergebnisse des Landesüberwachungsnetzes Fließgewässer zurückgegriffen werden. In Plankton führenden Fließgewässern wird das Phytoplankton untersucht, die Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos wird zum Zusatzindikator.

**Makrozoobenthos:** Bei allen Maßnahmen, die nicht allein auf eine Reduktion von Stickstoff- und Phosphoreinträgen abzielen, wird die biologische Qualitätskomponente Makrozoobenthos als Hauptindikator untersucht. In den Fällen der Maßnahmentypen 2 und 3 gilt Makrozoobenthos als Zusatzindikator. Dabei sollte soweit möglich auf die Ergebnisse des Landesüberwachungsnetzes Fließgewässer

zurückgegriffen werden. Bei der Auswertung und Bewertung der Ergebnisse ist in jedem Fall besonderer Wert auf das Modul Saprobie zu legen.

**Fische:** Bei Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung durch Wärmeeinleitungen dient die Qualitätskomponente Fische als Hauptindikator.

**Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten:** Bei den Maßnahmentypen 1 - 15 werden die relevanten Parameter untersucht. Um die Immissionssituation im Rahmen der Erfolgskontrolle zu erfassen, kann es ausreichen, auf die Untersuchungen der LUBW am Ausgang des Wasserkörpers zurückzugreifen. Bei der konkreten Aufstellung des

Tab. 4.1: Maßgebende Qualitätskomponenten der Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus Punktquellen

Typ-Nr. Bezeichnung	Biologische Qualitätskomponenten				Unterstützende Qualitätskomponenten		
	Phytoplankton (Untersuchung nur in Plankton führenden Gewässern)	Makrophyten und Phytobenthos	Makrozoobenthos	Fische	Gewässerstruktur	Abfluss (Wasserhaushalt)	Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten
1 Neubau und Anpassung von kommunalen Kläranlagen	○	○	●				●
2 Ausbau kommunaler Kläranlagen zur Reduzierung der Stickstoffeinträge	●	●	○				●
3 Ausbau kommunaler Kläranlagen zur Reduzierung der Phosphoreinträge	●	●	○				●
4 Ausbau kommunaler Kläranlagen zur Reduzierung sonstiger Stoffeinträge	○	○	●				●
5 Optimierung der Betriebsweise kommunaler Kläranlagen	○	○	●				●
6 Interkommunale Zusammenschlüsse und Stilllegung vorhandener Kläranlagen	○	○	●				●
7 Neubau und Umrüstung von Kleinkläranlagen	○	○	●				●
8 Anschluss bisher nicht angeschlossener Gebiete an bestehende Kläranlagen	○	○	●				●
9 Sonstige Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge durch kommunale Abwassereinleitungen	○	○	●				●
10 Neubau und Anpassung von Anlagen zur Ableitung, Behandlung und zum Rückhalt von Misch- und Niederschlagswasser	○	○	●				●
11 Optimierung der Betriebsweise von Anlagen zur Ableitung, Behandlung und zum Rückhalt von Misch- und Niederschlagswasser	○	○	●				●
12 Sonstige Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge durch Misch- und Niederschlagswassereinleitungen	○	○	●				●
13 Neubau und Anpassung von kommunalen Kläranlagen	○	○	●				●
14 Optimierung der Betriebsweise industrieller / gewerblicher Kläranlagen	○	○	●				●
15 Sonstige Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge durch industrielle/gewerbliche Abwassereinleitungen	○	○	●				●
17 Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung durch Wärmeeinleitungen	○	○	●	●			●

● Hauptindikator (mit hohem Wirkungsbezug)

○ Zusatzindikator (mit weniger starkem Wirkungsbezug)

Monitoringprogramms ist zusammen mit der LUBW zu klären, ob der relevante Parameter im Routineuntersuchungsprogramm enthalten ist oder ob zusätzliche Untersuchungen erforderlich sind.

#### 4.1.2 Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus diffusen Quellen

Mit der fortschreitenden Verbesserung der Abwasserreinigung, insbesondere der Phosphatfällung und Denitrifizierung, sind die diffusen Stoffeinträge als Belastungsfaktor der Fließgewässer in den Vordergrund getreten. Neben Einträgen aus Atmosphäre und Siedlungsflächen sind vor allem landwirtschaftlich genutzte Flächen mit ihren Einträgen von Nährstoffen, Pflanzenschutzmitteln und Feinsedimenten als maßgebende diffuse Belastungsquellen zu nennen. In dieser Gruppe sind diejenigen Maßnahmen zusammengefasst, die darauf abzielen, diese diffusen Einträge zu verringern.

Die Wirkungen der Maßnahmen zur Reduzierung diffuser Belastungen aus der Fläche werden in der Regel durch die biologischen und chemischen Untersuchungen der LUBW im Rahmen des Landesüberwachungsnetzes erfasst. Deshalb ist ein Monitoring zur maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle nur in besonders begründeten Fällen erforderlich (z. B. wenn ein bedeutendes Teileinzugsgebiet im Wasserkörper durch Maßnahmen erfasst ist).

#### Maßgebende Qualitätskomponenten

In dieser Maßnahmengruppe stellen Phytoplankton (nur in Plankton führenden Fließgewässern), Makrophyten und Phytobenthos sowie die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten die Hauptindikatoren dar (siehe Tab. 4.2). **Phytoplankton:** Bei potenziell Plankton führenden Gewässern (Fließgewässertypen 9.2 und 10, z. B. Neckar und Rhein) wird das Phytoplankton für das maßnahmen-

Tab. 4.2: Maßgebende Qualitätskomponenten der Maßnahmengruppe Reduzierung von Einträgen aus diffusen Quellen

Typ-Nr.	Maßnahmentypen nach LAWA Bezeichnung	Biologische Qualitätskomponenten				Unterstützende Qualitätskomponenten		
		Phytoplankton (Untersuchung nur in Plankton führenden Gewässern)	Makrophyten und Phytobenthos	Makrozoobenthos	Fische	Gewässerstruktur	Abfluss (Wasserhaushalt)	Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten
27	Maßnahmen zur Reduzierung der direkten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft	●	●				●	
28	Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch Anlage von Gewässerschutzstreifen	●	●				●	
29	Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoff- und Feinmaterialeinträge durch Erosion und Abschwemmung aus der Landwirtschaft	●	●	○			●	
30	Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch Auswaschung aus der Landwirtschaft	●	●				●	
31	Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch Drainagen	●	●				●	
32	Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft (OW)	●	●	○			●	
35	Maßnahmen zur Vermeidung von unfallbedingten Einträgen							
36	Maßnahmen zur Reduzierung der Belastungen aus anderen diffusen Quellen (OW)	●	●				●	

● Hauptindikator (mit hohem Wirkungsbezug)

○ Zusatzindikator (mit weniger starkem Wirkungsbezug)

\* Dieser Typ umfasst Maßnahmen mit präventivem Charakter, deren Erfolg nicht durch Monitoringuntersuchungen nachgewiesen werden kann.

begleitende Monitoring herangezogen. In diesem Fall wird die Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos zum Zusatzindikator. In der Regel kann in potenziell Plankton führenden Fließgewässern auf die Ergebnisse des Landesüberwachungsnetzes Fließgewässer der LUBW zurückgegriffen werden.

**Makrophyten und Phytobenthos:** Bei Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffen, Feinsedimenten und Pflanzenschutzmitteln aus diffusen Quellen (Maßnahmentypen 27 - 32, 36) wird die Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos untersucht. In potenziell Plankton führenden Fließgewässern hat die Untersuchung des Phytoplanktons Vorrang, sodass die Komponente Makrophyten und Phytobenthos als Zusatzindikator zu betrachten ist.

**Makrozoobenthos:** Bei Maßnahmen, die nicht allein auf eine Reduktion der Nährstoffeinträge abzielen (z. B. Maßnahmentypen 29 und 32) kann das Makrozoobenthos als Zusatzindikator untersucht werden. Für die Auswertung und Bewertung der Ergebnisse ist besonderer Wert auf das Modul Saprobie zu legen.

**Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten:** Um die Wirkungen der Maßnahmentypen zur Reduzierung diffuser Belastungen zu beurteilen, werden bei allen Maßnahmentypen die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten herangezogen. In der Regel reicht es für alle Maßnahmentypen aus, auf die Untersuchungen der LUBW am Wasserkörperausgang zurückzugreifen. Bei der konkreten Aufstellung des Monitoringprogramms ist zusammen mit der LUBW zu klären, ob der relevante Parameter im Routineuntersuchungsprogramm enthalten ist.

#### 4.1.3 Maßnahmengruppe Abflussregulierung und morphologische Veränderung

Diese Maßnahmengruppe umfasst ein weites Spektrum von Maßnahmentypen, die in der unten stehenden Tabelle nach folgenden Fachaspekten aufgeschlüsselt werden:

- Wasserhaushalt
- Durchgängigkeit
- Maßnahmen im Sohl- und Uferbereich
- Gewässerumfeld
- Geschiebehalt
- Gewässerunterhaltung

Diese Gruppe umfasst das wesentliche Maßnahmeninstrumentarium zur Gewässerentwicklung einschließlich

einer ökologisch orientierten Gewässerunterhaltung. Den Maßnahmentypen dieser Gruppe kommt bei den in Baden-Württemberg aufgestellten Maßnahmenprogrammen eine besondere Bedeutung zu.

Innerhalb dieser Gruppe gehört die Wiederherstellung der Durchgängigkeit mit den Maßnahmentypen 68 und 69 zu den am häufigsten vorgesehenen Maßnahmen der Maßnahmenprogramme.

#### Maßgebende Qualitätskomponenten

Tabelle 4.3 gibt Auskunft, welche Qualitätskomponenten den größten Wirkungsbezug zum jeweiligen Maßnahmentyp aufweisen. In dieser Maßnahmengruppe stellen Makrozoobenthos, Fische, Gewässerstruktur sowie der Abfluss die Hauptindikatoren dar.

**Phytoplankton:** Bei Maßnahmentypen der Gruppe Gewässerumfeld (Typen 74 und 75) an potenziell Plankton führenden Gewässern (Fließgewässertypen 9.2 und 10, z. B. Neckar und Rhein) wird das Plankton für das Monitoring als Zusatzindikator herangezogen. In der Regel kann dabei auf die Ergebnisse des Landesüberwachungsnetzes Fließgewässer der LUBW zurückgegriffen werden.

**Makrophyten und Phytobenthos** werden bei zahlreichen Maßnahmen dieser Maßnahmengruppe als Zusatzindikatoren empfohlen. Bei Maßnahmen, die vorrangig auf eine Verbesserung der Gewässerstruktur abzielen, sollte im Bedarfsfall die Teilkomponente Makrophyten für die Erfolgskontrolle herangezogen werden (Zusatzindikator).

Das **Makrozoobenthos** stellt neben den Fischen den am häufigsten genannten Hauptindikator für Maßnahmen zum Wasserhaushalt, zum Sohl- und Uferbereich und zum Geschiebehalt dar. Für die Auswertung und Bewertung der Ergebnisse spielt das Modul Allgemeine Degradation eine besondere Rolle, da die dort ermittelten Metrics (Teilergebnisse) detaillierte Rückschlüsse auf spezifische Belastungssituationen erlauben.

**Fische** sind wie das Makrozoobenthos als Indikatoren für die oben genannten Maßnahmengruppen besonders gut geeignet. Darüber hinaus stellen die Fische den maßgebenden biologischen Indikator dar, um Maßnahmen zur Durchgängigkeit differenziert zu bewerten.

**Gewässerstruktur und Abfluss:** Für Maßnahmen im Sohl- und Uferbereich, zum Geschiebehalt und zum Wasserhaushalt gilt die Qualitätskomponente Gewässerstruktur als Hauptindikator. Bei Maßnahmen dieses Typs

Tab. 4.3: Maßgebende Qualitätskomponenten für die Maßnahmengruppe Abflussregulierung und morphologische Veränderung

Maßnahmentypen nach LAWA		Biologische Qualitätskomponenten				Unterstützende Qualitätskomponenten		
Typ-Nr.	Bezeichnung	Phytoplankton (Untersuchung nur in Plankton führenden Gewässern)	Makrophyten und Phytobenthos	Makrozoobenthos	Fische	Gewässerstruktur	Abfluss (Wasserhaushalt)	Physikalisch- chemische Qualitäts- komponenten
<b>Wasserhaushalt</b>								
61	Maßnahmen zur Gewährleistung des erforderlichen Mindestabflusses			●	●	○	●	
62	Verkürzung von Rückstau Bereichen		○	●	○	○		
63	Sonstige Maßnahmen zur Wiederherstellung des gewässertypischen Abflussverhaltens		○	●	●	○	●	
64	Maßnahmen zur Reduzierung von nutzungsbedingten Abflussspitzen		○	●	●	○	●	
65	Maßnahmen zur Förderung des natürlichen Wasserrückhalts			○	○	○		
<b>Durchgängigkeit</b>								
68	Maßnahmen zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an Talsperren, Rückhaltebecken, Speichern und Fischteichen im Hauptschluss			○	○	○	○	
69	Maßnahmen zur Herstellung / Verbesserung der linearen Durchgängigkeit an Stautufen / Flusssperren, Abstürzen, Durchlässen und sonstigen wasserbaulichen Anlagen gemäß DIN 4048 bzw. 19700 Teil 13			○	●	○	○	
<b>Maßnahmen im Sohl- und Uferbereich</b>								
70	Maßnahmen zur Habitatverbesserung durch Initiieren / Zulassen einer eigendynamischen Entwicklung		○	●	●	●		
71	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer im vorhandenen Profil		○	●	●	●		
72	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer durch Laufveränderung, Ufer- oder Sohlgestaltung		○	●	●	●		
73	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Uferbereich			●	○	●		
<b>Gewässerumfeld</b>								
74	Maßnahmen zur Auenentwicklung und zur Verbesserung von Habitaten	○	○	○	○	○		
75	Anschluss von Seitengewässern, Altarmen (Quervernetzung)	○	○	●	●	○		
<b>Geschiebehalt</b>								
76	Technische und betriebliche Maßnahmen vorrangig zum Fischschutz an wasserbaulichen Anlagen			●	●	●		
77	Maßnahmen zur Verbesserung des Geschiebehaltendes bzw. Sedimentmanagements			●	●	●		
78	Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung, die aus Geschiebeentnahmen resultieren			●	●	●		
<b>Gewässerunterhaltung</b>								
79	Maßnahmen zur Anpassung / Optimierung der Gewässerunterhaltung		○	○	○	○		

● Hauptindikator (mit hohem Wirkungsbezug)

○ Zusatzindikator (mit weniger starkem Wirkungsbezug)

wird empfohlen, die gesamte Maßnahmenstrecke nach dem Feinverfahren Baden-Württemberg zu erfassen und zu bewerten. Ferner sollte geprüft werden, ob es sinnvoll ist, die Untersuchungsstrecke nach unterhalb und oberhalb auszudehnen, um mögliche Verbesserungen in angrenzenden Abschnitten zu dokumentieren. In bestimmten Fällen kann es zweckmäßig sein, besondere Gewässerstrukturen im Detail zu erfassen und darzustellen. Hierzu können z. B. Lage und Ausdehnung von Ufer- und Mittelbänken im Gewässerbett zählen.

Bei Maßnahmen zur Sicherstellung eines ausreichenden Mindestabflusses wird die Qualitätskomponente Abfluss als Hauptindikator herangezogen.

## 4.2 Festlegen des Vergleichsverfahrens

Für die Erfolgskontrolle stehen folgende Vergleichsverfahren einzeln oder in Kombination zur Verfügung:

- **Der Zeitvergleich** (auch Vorher-Nachher-Vergleich genannt)  
In der Regel wird in Baden-Württemberg der Zeitvergleich als Standardmethode für die Erfolgskontrolle empfohlen, da hierbei die Veränderungen am besten dokumentiert werden können. Bei diesem Verfahren erfolgt eine Nullaufnahme vor Durchführung von Maßnahmen.
- **Der Ortsvergleich**, die zeitgleiche Gegenüberstellung zweier Strecken, an denen nur an einer Strecke die zu prüfende Maßnahme durchgeführt wurde (auch Mit-Ohne-Vergleich genannt)  
In bestimmten Fällen kann es zweckmäßig sein, den Ortsvergleich statt des Zeitvergleichs als Verfahren zu wählen. Dies ist notwendig, wenn die zu prüfende Maßnahme bereits umgesetzt ist und eine Vorher-Untersuchung nicht mehr erfolgen kann.  
An größeren, sehr einheitlich ausgebauten Fließgewässern kann der Ortsvergleich als Vergleichsverfahren gut geeignet sein. Bei der Auswahl der Vergleichsstrecke muss sichergestellt werden, dass sie in den wesentlichen hydromorphologischen und biologischen Bedingungen mit der Projektstrecke vor Maßnahmendurchführung übereinstimmt und zugleich außerhalb des Wirkungsbereiches (einschließlich Strahlwirkungen) der umgesetzten Maßnahme liegt.
- **Der Soll-Ist-Vergleich**, der Vergleich des Istzustandes mit dem als Ziel formulierten Zielzustand oder einem als Referenz definierten Zustand

Der Soll-Ist-Vergleich kann als Methode für die Erfolgskontrolle nur in besonders begründeten Fällen zum Einsatz kommen, da die Biozönose des Zielzustandes meist nur schwer zu definieren ist.

In Tabelle 4.4 sind die Vor- und Nachteile der beschriebenen Vergleichsverfahren dargestellt.

## Empfehlung zur Kombination von Zeitvergleich und Ortsvergleich

In Übereinstimmung mit dem LAWA-Bericht „Biologische Erfolgskontrollen durchgeführter Maßnahmen in Fließgewässern im Rahmen der Umsetzung der WRRL“ [BIA 2010] wird empfohlen, zusätzlich zur Messstelle in der Maßnahmenstrecke eine weitere Messstelle einzurichten, die weiter oberhalb und außerhalb des Wirkungsbereiches der Maßnahme liegt. Anhand dieser **zusätzlichen Messstelle** wird es möglich, von der Maßnahmenumsetzung unabhängige Veränderungen der biologischen Besiedlung zu erkennen, wie sie z. B. durch große Hochwasserereignisse oder erhebliche Schadstoffeinträge hervorgerufen werden können. Der Befund einer zusätzlichen Messstelle kann für die Interpretation der Untersuchung in der Maßnahmenstrecke wesentliche Hinweise liefern und ggf. vor Fehlschlüssen bewahren.

## 4.3 Festlegen der Messstellen

Das Festlegen der Messstellen zur Durchführung des maßnahmenbegleitenden Monitorings ist ein wichtiger Schritt, der ein genaues Überprüfen der Situation vor Ort erfordert. Beim standardmäßig einzusetzenden Zeitvergleich erfolgt die Auswahl der Messstellen vor Umsetzung der Maßnahme und schafft daher wichtige Vorgaben für die Wiederholungsuntersuchungen nach der Maßnahmendurchführung. Dabei ist es zunächst sinnvoll, sich eine klare Vorstellung von der geplanten Maßnahme und ihren Entwicklungszielen zu verschaffen und die Maßnahmenstrecke abzugrenzen.

Generell sind beim Festlegen der genauen Lage einer Messstelle folgende Aspekte zu beachten:

- Die biologischen Qualitätskomponenten müssen nicht zwangsläufig alle an derselben Messstelle erfasst werden. Bei der Messstellenauswahl sind grundsätzlich die Vorgaben zu beachten, die aus untersuchungsmethodischen Gründen für die einzelnen Qualitätskomponenten gelten. Die Anforderungen sind spezifisch und unterscheiden

Tab. 4.4: Vergleichsverfahren für die Erfolgskontrollen und ihre Vor- und Nachteile (nach SCHERFOSE [2005] und BIA [2010] verändert und ergänzt)

	Zeitvergleich	Ortsvergleich	Soll-Ist-Vergleich
Definition	Vergleich vor und nach Durchführung einer Maßnahme	Vergleich am selben Gewässer mit und ohne Maßnahme. Die Lage der zu vergleichenden Strecke muss so gewählt werden, dass von der Maßnahme ausgehende Strahlwirkungen ausgeschlossen sind.	Vergleich des Istzustands mit einem zu definierenden Zielzustand
Vorteile	Die Maßnahmenwirkung lässt sich direkt an den eintretenden Veränderungen messen.	Die Untersuchungen können zeitgleich ohne „Vorher“-Untersuchung erfolgen. Sofern Strahlwirkungen ausgeschlossen werden können, kann die Vergleichsstrecke (ohne Maßnahme) für einen kontinuierlichen Abgleich mit der Maßnahmenstrecke dienen. Damit kann sie ggf. helfen, auch nicht maßnahmenbedingte Veränderungen zu erkennen.	Die Veränderungen und damit der Erfolg lassen sich gut messen, sofern der Zielzustand hinreichend definierbar ist.
Nachteile	Es muss eine nach gleicher Methodik durchgeführte Nullaufnahme vor Durchführung der Maßnahme vorliegen. Nicht alle Veränderungen müssen maßnahmenbedingt sein.	Vergleichsstrecken (ohne Maßnahme) weisen in der Praxis selten genau die gleichen Rahmenbedingungen auf wie die Maßnahmenstrecke. Eine gegenseitige Beeinflussung beider Strecken durch Strahleffekte ist u. U. schwer auszuschließen.	Der Zielzustand lässt sich häufig nur schwer festlegen und wird demzufolge oft nicht hinreichend definiert.

den sich z. B. hinsichtlich der notwendigen Länge der Probestrecke. Die zu beachtenden Kriterien sind für die einzelnen Qualitätskomponenten in den jeweiligen Verfahrensanleitungen dargestellt.

- Die Messstelle sollte für die Maßnahmenstrecke der Einzelmaßnahme repräsentativ sein. Dies gilt sowohl für den Zustand vor als auch nach dem Umsetzen der Maßnahme. Da die Maßnahmenstrecke in der Regel erheblichen Veränderungen unterworfen sein wird, ist es nicht selbstverständlich, dass die repräsentativen Stellen vor und nach der Maßnahmenumsetzung deckungsgleich sind. Das bedeutet, dass die Lage der Messstelle nach der Umsetzung der Maßnahme im Hinblick auf ihren repräsentativen Charakter überprüft werden muss und daher nicht ohne Weiteres von der Nullaufnahme übernommen werden kann.
- Weist die Maßnahmenstrecke hydromorphologisch stark voneinander abweichende Teilstrecken auf, so ist eine Unterteilung in möglichst gleichartige (homogene) Abschnitte sinnvoll. Dies ist zum Beispiel dann geboten, wenn innerhalb der Projektstrecke ein Nebengewässer einmündet oder wenn sich die Gefälle- oder Substratverhältnisse erheblich verändern. In solchen Fällen ist zu prüfen, ob für die Erfolgskontrolle mehrere Messstellen erforderlich

derlich sind oder ob es vertretbar erscheint, den Erfolg der Maßnahme an einem Teilabschnitt (mit nur einer Messstelle) zu überprüfen, der nicht für die ganze Maßnahmenstrecke repräsentativ ist. In diesen Fällen sind die verschiedenen Möglichkeiten für die Messstellenauswahl zu dokumentieren und die getroffene Wahl zu begründen.

- Soll der Erfolg von mehreren Einzelmaßnahmen – orientiert an den LAWA-Maßnahmentypen – an einer längeren Gewässerstrecke überprüft werden, so empfiehlt es sich, maßnahmenbezogene Teilabschnitte zu bilden und für jede Einzelmaßnahme wie oben beschrieben vorzugehen. Sind alle Messstellen festgelegt, ist es sinnvoll zu überprüfen, ob tatsächlich jede Messstelle erforderlich ist, um den Erfolg jeder Einzelmaßnahme bewerten zu können, oder ob es zulässig ist, bestimmte Messstellen zusammen zu legen.
- Bei der Betrachtung von Maßnahmenkombinationen ist zunächst zu klären, ob der Erfolg jeder Einzelmaßnahme bewertet werden soll oder ob eine Beurteilung der summarischen Wirkung ausreicht. Im ersten Fall ist wie bei der Überprüfung mehrerer Einzelmaßnahmen vorzugehen. Steht die Überprüfung der summarischen Wirkung im Vordergrund, ist das Monitoring für eine Maßnahmenkombination wie für eine Einzelmaßnahme zu konzipieren.

- In jedem Fall ist zu prüfen, ob es in der näheren Umgebung der Maßnahmenstrecke Messstellen des Landesüberwachungsnetzes gibt, die die Funktion einer zusätzlichen Messstelle übernehmen und so wichtige Informationen und Hinweise für die Interpretation der Ergebnisse in der Maßnahmenstrecke liefern können.
- Für die Messstellen der physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten gilt, dass unterhalb im Gewässer nach vollständiger Durchmischung gemessen wird. Um die Immissionsituation im Rahmen der Erfolgskontrolle zu erfassen, kann es ausreichen, auf die Untersuchungen der LUBW am Ausgang des Wasserkörpers zurückzugreifen. Bei der konkreten Aufstellung des Monitoringprogramms ist zusammen mit der LUBW zu klären, ob der relevante Parameter im Routineuntersuchungsprogramm enthalten ist oder ob zusätzliche Untersuchungen erforderlich sind.

#### 4.4 Festlegen des zeitlichen Untersuchungsrahmens

Die in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer [OGewV] vorgegebenen Untersuchungsfrequenzen für das überblicksweite und operative Monitoring haben sich in der bisherigen Praxis bewährt, sodass sie auch für die Untersuchungen zur Erfolgskontrolle als grober Orientierungsrahmen zu Grunde gelegt werden können. Für die verschiedenen Qualitätskomponenten ergeben sich die in Tabelle 4.5 dargestellten Richtwerte für die Untersuchungshäufigkeit, den Untersuchungsintervall und den Untersuchungszeitpunkt der Durchführung. Die angegebenen Werte sind maßnahmenorientiert an die Konzeption der Erfolgskontrolle anzupassen. Es wird empfohlen, das Intervall nach jeder Untersuchung zu überprüfen und anzupassen, wenn die jeweiligen Zwischenergebnisse dies sinnvoll erscheinen lassen. Das Monitoring wird so lange fortgeführt, bis eine abschließende Bewertung möglich ist.

Tab. 4.5: Richtwerte für Frequenz und Intervall von Untersuchungen zur Erfolgskontrolle (in Anlehnung an [OGewV]), ergänzt durch die Untersuchungszeit gemäß den aktuellen Verfahrensanleitungen und der gängigen Praxis

	Frequenz der Untersuchung (Häufigkeit im Jahr der Untersuchung)	Intervall der Untersuchung (bis zum Erreichen des Zielzustandes)	Zeitpunkt der Untersuchung
<b>Biologische Qualitätskomponenten</b>			
Phytoplankton	6 Einzeluntersuchungen	3 Jahre	April bis Oktober
Makrophyten und Phytobenthos	einmal	3 Jahre	Mitte Juni bis Anfang September *)
Makrozoobenthos	mindestens zweimal	3 Jahre	Mittelgebirge **): Februar bis August Alpenvorland: Februar bis Mai
Fische	ein- bis zweimal	3 Jahre	Spätsommer (August bis September)
<b>Hydromorphologische Qualitätskomponenten</b>			
Abfluss	einzelfallspezifisch	einzelfallspezifisch	ganzjährig
Gewässerstruktur	einmal	Aktualisierung alle 6 Jahre	ganzjährig (vorzugsweise in der vegetationsfreien Zeit)
Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten	12 Messungen	3 bis 6 Jahre	ganzjährig

\*) Abweichend davon erfolgt die Diatomeenprobenahme in versauerungsgefährdeten Gewässern im Frühjahr.

\*\*\*) Der Untersuchungszeitpunkt ist außerdem abhängig von der Gewässergröße: Bäche des Mittelgebirges: Februar bis April; Flüsse des Mittelgebirges: Mai bis Juli

### Nullaufnahme

Beim Vorher-Nachher-Vergleich muss die erste Untersuchung (Nullaufnahme) vor der Umsetzung der Maßnahme durchgeführt werden.

### Vergleichsuntersuchung

In der Regel ist es nicht sinnvoll, die erste Vergleichsuntersuchung unmittelbar nach Umsetzung der Maßnahme durchzuführen. Die biologischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten benötigen Zeit, um sich auf die neuen Verhältnisse einzustellen, und können dementsprechend erst mit einer zeitlichen Verzögerung zuverlässig die Auswirkung einer Maßnahme indizieren. Hierbei ist zu berücksichtigen:

- Bei Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur ist eine gewisse Zeitspanne als Puffer vorzusehen, in der die mit der Umsetzung verbundenen Störungen abklingen und in der die durchgeführten Maßnahmen ihre Wirkung entfalten können. Dies ist in vielen Fällen erst nach einem größeren Hochwasserereignis der Fall.
- Die Gewässerorganismen brauchen einige Zeit, um neue Lebensräume zu erreichen und/oder um sich auf die neuen Lebensbedingungen einzustellen. Die Reaktionszeit ist dabei von der jeweiligen Maßnahme sowie von der Qualitätskomponente abhängig (siehe Abb. 5.1 in Kapitel 5). Bisherige Erfahrungen bei der Erfolgskontrolle von Maßnahmen deuten darauf hin, dass sehr lange Zeitspannen vergehen können, bis eine umgesetzte Maßnahme ihre volle biologische Wirksamkeit entfalten kann. Der Faktor Zeit spielt daher eine wesentliche und bisher häufig unterschätzte Rolle. Die Erfolgskontrolle muss diesem Umstand Rechnung tragen und entsprechend langfristig angelegt werden.

### Weitere Untersuchungen / Dauerbeobachtung

Im LAWA-Bericht „Biologische Erfolgskontrollen durchgeführter Maßnahmen in Fließgewässern im Rahmen der Umsetzung der WRRL“ [BIA 2010] wird empfohlen, die Erfolgskontrolle auch nach Erreichen der formulierten Ziele weiterzuführen, um zu überprüfen, ob der Zielzustand langfristig stabil ist. Hierfür können die Untersuchungsintervalle verlängert und die Anzahl der Messstellen verringert werden.

## 4.5 Erfassung und Bewertung

Die Untersuchungen zur Erfolgskontrolle erfordern ein hohes Maß an fachlicher Qualifikation und können nur von Fachkundigen durchgeführt werden.

Die in Kapitel 5 beschriebenen Verfahren und Methoden für die verschiedenen Qualitätskomponenten sind verbindlich anzuwenden. Darüber hinaus sind die in Baden-Württemberg zur Verfügung stehenden Werkzeuge zur Datenerhebung und Datenübernahme in zentrale Datenbanken (z. B. PERLA und GeStruk) zu nutzen.

Die in den Anleitungen vorgegebenen Zeitfenster für die Durchführung der Bestandserhebungen sind unbedingt zu beachten.

Die jeweiligen Methoden der Bestandserhebung und Grundlagen der Auswertung sind in den folgend aufgeführten Handbüchern dargestellt. Fortschreibungen der Verfahren sind ggf. zu beachten.

**Phytoplankton:** Maßgebendes Verfahren ist PhytoFluss, das in einem Handbuch von MISCHKE, BEHRENDT [2007] dargestellt ist.

**Makrophyten und Phytobenthos:** Die Erhebung und Auswertung erfolgt nach dem PHYLIB-Verfahren, das in einer detaillierten Anleitung von SCHAUMBURG et al. [2012] erläutert wird.

**Makrozoobenthos:** Das maßgebende Verfahren ist ASTERICS/Perlodes, erläutert in einem Handbuch von MEIER et al. [2006] sowie das Software-Handbuch ASTERICS [2012].

**Fische:** Alle Bestandserhebungen sind entsprechend den Anforderungen von fIBS (wiederholte Probenahme, Mindestindividuenzahl) und unter Verwendung des digitalen Erhebungsbogens der Fischereiforschungsstelle durchzuführen [DUßLING 2009, 2010].

**Gewässerstruktur:** Die Erhebung und Bewertung erfolgt nach dem Handbuch Gewässerstrukturkartierung Baden-Württemberg Feinverfahren [LUBW 2008b].

**Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten:** Bei den Untersuchungen sind die in der Oberflächengewässerverordnung [OGewV] in § 8 sowie Anlage 8 aufgeführten Qualitätssicherungsmaßnahmen einzuhalten. Einschlägige Vorgaben der Deutschen Einheitsverfahren sowie spezifische Papiere der LAWA (Arbeitspapiere der Rahmenkonzeption Monitoring Teil B sowie die aktuellen AQS-Merkblätter) sind bei der Beprobung der Gewässer sowie der Analytik einzuhalten.

Bei der Auswertung der Befunde ist es unerlässlich, die Ergebnisse der Erhebungen detailliert zu betrachten und die verschiedenen Bewertungsparameter, Module und Metriks im Einzelnen zu analysieren, zu interpretieren und die Entwicklungstrends darzustellen. Die Einzelparameter

und Metriks reagieren am empfindlichsten auf Veränderungen des ökologischen Zustandes und geben daher am schnellsten Hinweise auf Maßnahmenwirkungen.

Bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse ist zu beachten, dass der Erfolg einer Maßnahme im Wesentlichen Zeit benötigt. Er hängt grundsätzlich auch vom Wiederbesiedlungspotenzial bzw. von einer Strahlquelle (Strahlungssprung) ab. Darüber hinaus können auch übergeordnete Einflussfaktoren aus dem Einzugsgebiet das biologische Geschehen am zu betrachtenden Standort beeinflussen.

#### **4.6 Bericht mit Ergebnissen und Empfehlungen**

Die Ergebnisse des Monitorings sind in einem Bericht zu dokumentieren und allgemein verständlich zu erläutern. Im Bericht sind folgende Aspekte darzustellen:

- Lageplan mit der Lage der Messstellen bzw. der Untersuchungsstrecken mit Angabe der Koordinaten
- Fotodokumentation typischer Aspekte
- Kurze Charakterisierung des Fließgewässers sowie der zu prüfenden Maßnahme
- Kurzdarstellung der Ergebnisse der Funktionskontrolle. Die Ergebnisse müssen vom Projektträger zur Verfügung gestellt werden.
- Beschreibung der durch das Monitoring zu prüfenden Ziele. Die Definition der Ziele muss vonseiten der Maßnahmenplanung zur Verfügung gestellt werden.
- Erläuterung des Monitoringkonzeptes (Auswahl der maßgebenden Qualitätskomponenten, Auswahl des Vergleichsverfahrens, Auswahl der Messstellen), ggf. mit Vorschlägen zur Optimierung des Konzeptes
- Ggf. Hinweise auf Probleme bei Erhebung und Auswertung
- Allgemeinverständliche Erläuterung der Befunde der Qualitätskomponenten auf der Ebene der untersuchten Parameter, Metrics und Module
- Differenzierte Interpretation der Befunde im Hinblick auf die zu prüfenden Ziele; Darstellen der Entwicklungstrends; Einschätzen, ob und inwieweit die formulierten Ziele erreicht wurden
- Sofern die formulierten Ziele nicht oder nur teilweise erreicht wurden: Einschätzen, welche Faktoren dem Erreichen der Ziele entgegenstehen; ggf. Hinweise auf besondere Stressoren oder Defizite, deren Wirkung vorrangig verringert werden muss, um die Ziele zu errei-

chen; ggf. Vorschläge und Hinweise, wie die durchgeführte Maßnahme optimiert werden kann

- Aufstellen eines Vorschlages, wie das Monitoring künftig weitergeführt werden soll
- Prägnante Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Monitoringuntersuchung
- Die Untersuchungsdaten werden im Detail (Artenlisten, Abundanzen, berechnete Metrics etc.) in einem Anhang dokumentiert.

# 5 Verfahren und Methoden des maßnahmenbegleitenden Monitorings

## 5.1 Biologische Qualitätskomponenten

In diesem Kapitel werden die biologischen Qualitätskomponenten und ihre Bewertungsverfahren vorgestellt und im Hinblick auf ihre Indikatorleistung und spezifische Eignung für das maßnahmenbegleitende Monitoring charakterisiert. Die Beschreibung beginnt mit den Primärproduzenten, dem Phytoplankton, und endet bei den Konsumenten, den Fischen.

Neben einer generellen Erläuterung der verschiedenen Bewertungsverfahren werden auch die wesentlichen Einzelparameter – die sogenannten Metrics – vorgestellt. Sie zeigen als Erstes Veränderungen des ökologischen Zustandes an und besitzen daher für die Interpretation von Untersuchungen zur Erfolgskontrolle einen besonderen Stellenwert.

### 5.1.1 Überblick über die Indikationsschwerpunkte

Die folgende Übersicht (Tab. 5.1) gibt Auskunft über die spezifischen Indikatoreigenschaften der biologischen Qualitätskomponenten für verschiedene Belastungsarten. Abbildung 5.1 zeigt, in welchen Zeitspannen mit einer Reaktion der verschiedenen Qualitätskomponenten auf durchgeführte Maßnahmen zu rechnen ist.

### 5.1.2 Phytoplankton

Das Phytoplankton besteht aus im Freiwasser schwebenden Mikroalgen verschiedener Algenklassen, u. a. Kieselalgen, Grünalgen und Goldalgen. Deren Biomasseentwicklung in Fließgewässern ist hauptsächlich abhängig von der Wasseraufenthaltszeit, den Lichtverhältnissen, der Nährstoffverfügbarkeit sowie der Beeinträchtigung durch „grazing“ (Fraßverluste durch herbivore Zooplankter oder Filterer wie beispielsweise Muscheln). Das Phytoplankton ist in planktondominierten Flüssen wie beispielsweise Neckar und Rhein wichtigster Primärproduzent und Nahrungsquelle. Als biologische Qualitätskomponente sind Planktonalgen hauptsächlich Belastungsanzeiger für die Eutrophierung, die durch ein übermäßiges Angebot an Nährstoffen verursacht wird. Eine Fließgewässerbewertung auf der Grundlage des Phytoplanktons ist nur in natürlicherweise Plankton führenden Flüssen sinnvoll. In Baden-Württemberg sind nur den Fließgewässertypen „Große Flüsse des Mittelgebirges“ (Typ 9.2) und „Kiesgeprägte Ströme des Mittelgebirges“ (Typ 10) entsprechende Ausprägungstypen der im Bewertungsverfahren festgelegten Phytoplanktongemeinschaften zugeordnet [LUBW 2008c]. Die Phyto-

Tab. 5.1: Indikationsschwerpunkte der biologischen Qualitätskomponenten

Art der Belastung / Belastungsschwerpunkte	Indikationsschwerpunkte der biologischen Qualitätskomponenten					
	Phytoplankton	Makrophyten und Phytobenthos			Makrozoobenthos	Fische
		Diatomeen	Phytobenthos ohne Diatomeen	Makrophyten		
Trophie	X	X	X	X		
Struktur / Degradation				X	X	X
Versauerung		X			X	
Wasserhaushalt					X	X
Salinität / Versalzung		X				
Saprobie					X	
Durchgängigkeit						X

Grundlage: Biologische Erfolgskontrollen durchgeführter Maßnahmen in Fließgewässern im Rahmen der Umsetzung der WRRL, [BIA 2010, Seite 16: Tabellen 3 und 4]

## Zeitliche Reaktionsmuster der ökologischen Qualitätskomponenten nach Maßnahmenbeginn

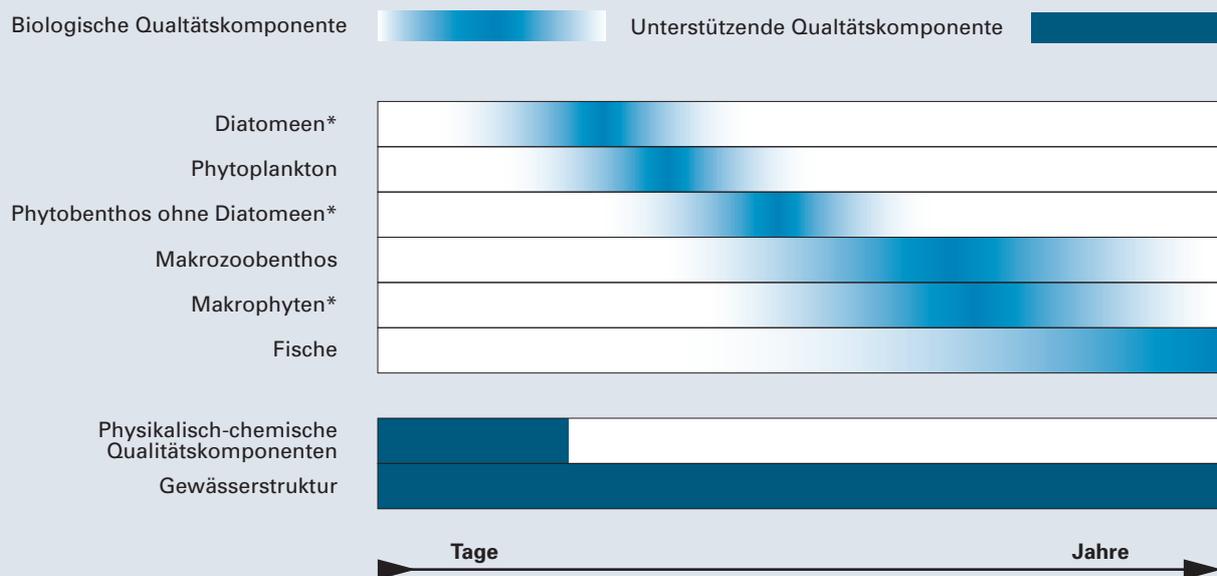


Abb. 5.1: Zeitliche Reaktionsmuster der biologischen Qualitätskomponenten für den ökologischen Zustand

planktonuntersuchungen werden im Rahmen der überblicksweisen Überwachung jährlich (April – Oktober) fortlaufend durchgeführt. Da teils starke Bestandsschwankungen durch Witterung / Abflussverhältnisse auftreten, ist eine Bewertung auf Grundlage eines einzelnen Jahres nicht möglich. Die LAWA empfiehlt Auswerteziträume von drei bis fünf Jahren. Das digitale Auswertungsprogramm PhytoFluss stellt ein multimetrisches Verfahren dar, das den Grad der Degradation (hier Eutrophierung) auf der Basis von drei bis fünf verschiedenen Kenngrößen bzw. Metrics in Abhängigkeit vom Fließgewässertyp berechnet [MISCHKE, BEHRENDT 2007]. Für die Typen 10.1 und 9.2 sind folgende Kenngrößen von Bedeutung:

- Gesamtpigmentindex (Chlorophyll a)
- TIP - Typspezifischer Indexwert Potamoplankton (Anteil von Indikatortaxa am typspezifischen Trophiespektrum)
- Pennales-Index (Prozentanteil der bilateralsymmetrischen Kieselalgen am Gesamtbiovolumen)

Für den Typ 9.2 „Große Flüsse des Mittelgebirges“ muss zusätzlich noch die Kenngröße

- Blaualgen-Index

berücksichtigt werden, falls der Anteil der Blaualgen an der Gesamtbioasse 10 Prozent übersteigt. Der Gesamtindex ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel von mindestens drei Kenngrößen und kann dann einer fünfstufigen öko-

logischen Zustandsklasse (sehr gut bis ungenügend) zugeordnet werden. Für alle Kenngrößen ist das Saisonmittel aus mindestens sechs Einzeluntersuchungen im Zeitraum April bis Oktober erforderlich.

### 5.1.3 Makrophyten und Phytobenthos

Die biologische Qualitätskomponente „Makrophyten und Phytobenthos“ bewertet die benthische Vegetation und setzt sich grundsätzlich aus den drei Teilkomponenten Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen zusammen [LUBW 2009]. Die Makrophyten umfassen höhere Wasserpflanzen, Moose und Armleuchteralgen. Das Phytobenthos (Aufwuchsalgen) beinhaltet eine Vielzahl von Algenklassen wie Kieselalgen (berücksichtigt in der Teilkomponente Diatomeen) sowie Rotalgen, Goldalgen, Braunalgen, Blaualgen u. a. (berücksichtigt in der Teilkomponente Phytobenthos ohne Diatomeen).

Jede dieser Teilkomponenten kann als Indikator für bestimmte Gewässerbelastungen dienen. Makrophyten eignen sich, um an einem Gewässerabschnitt trophische und hydromorphologische Beeinträchtigungen nachzuweisen. Sie dienen im Fließgewässer als Langzeitindikatoren und sind u. a. abhängig von Fließgeschwindigkeit, Substrat, Chemismus und Beschattung. Das Phytobenthos indiziert trophische Belastung, Versauerung, Salzgehalt und sons-

tige Abweichungen vom natürlichen Zustand. Besonders geeignet sind die benthischen Diatomeen wegen ihrer ubiquitären Verbreitung sowie wegen ihrer Empfindlichkeit und kurzfristigen Reaktionsfähigkeit gegenüber stofflichen Veränderungen. Zudem stehen bei den Diatomeen für eine belastungsspezifische Interpretation spezielle Indizes zur Verfügung (Trophieindex, Halobienindex, Anteil der Versauerungszeiger).

In Anlehnung an die Verfahren der anderen biologischen Qualitätskomponenten handelt es sich auch hier um ein leitbildbezogenes Bewertungsverfahren, bei dem anhand von Artenzusammensetzung und Besiedlungsdichte der jeweilige Grad der Abweichung von einem typspezifischen Referenzzustand ermittelt wird. Das Untersuchungsverfahren ist beschrieben in SCHAUMBURG et al. [2012], die Auswertung erfolgt mit der dafür entwickelten Software PHYLIB.

#### 5.1.4 MAKROZOOBENTHOS

Zu dieser heterogenen Organismengruppe gehören alle benthischen, d. h. am Boden lebenden, mit bloßem Auge sichtbaren, wirbellosen 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.

Das modular aufgebaute Bewertungsverfahren PERLODES (vgl. Software-Handbuch ASTERICS [2012], MEIER et al. [2006] sowie LUBW [2010]) berücksichtigt den Einfluss verschiedener Stressoren und erweitert somit die Indikationsmöglichkeiten gegenüber früheren Verfahren. Es werden dabei 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. Das Modul **Allgemeine Degradation** bewertet insbesondere den gewässermorphologischen Zustand und das Modul **Versauerung** indiziert versauerungsbedingte Belastungen im Gewässer.

Die Ergebnisse der Einzelmodule werden nach dem „Worst-Case-Prinzip“ zu einer Gesamtbewertung für das Makrozoobenthos zusammengefasst und dem fünfstufigen System der ökologischen Zustandsklasse zugeordnet (sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend und schlecht) klassifiziert.

#### Saprobie

Das Modul Saprobie berechnet den Saprobienindex nach dem neuen DIN-Verfahren [DIN 38410-1 Teil 1 2004], das gegenüber früher u. a. eine wesentlich erweiterte Taxaliste aufweist. Der Saprobienindex einer Untersuchungsstelle wird in eine Qualitätsklasse überführt. Die Klassengrenzen sind dabei gewässertypspezifisch unterschiedlich und messen sich am leitbildorientierten Referenzzustand des jeweiligen Fließgewässertyps. Durch diese differenzierte Betrachtung wird beispielsweise ein turbulent strömender Mittelgebirgsbach mit hohem physikalischem 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 bzw. verschiedene Einflüsse aus dem Einzugsgebiet integrativ wider. Die Berechnung erfolgt auf der Basis eines multimetrischen Ansatzes, der eine vielschichtige Betrachtung der Ergebnisse auf der Grundlage der gewässertypspezifischen Auswahl und Zusammenstellung von Einzelbewertungen, sogenannter Core-Metrics, erlaubt und auf spezifische Belastungssituationen Hinweise geben kann. Die Ergebnisse dieser Einzelmetrics werden durch einen gewichteten Mittelwert zusammengefasst und in eine Qualitätsklasse überführt.

Darüber hinaus steht eine Vielzahl von weiteren Metrics zur Verfügung, die möglicherweise Hinweise auf Gewässerbelastungen liefern können. Beispielsweise seien hier die verschiedenen SPEAR-Indizes genannt, die zur Bewertung von Veränderungen der Invertebraten-Gemeinschaft durch Insektizide oder toxische organische Schadstoffe herangezogen werden können.

#### Versauerung

Das Modul Versauerung findet in kleinen, saprobiell unbelasteten Fließgewässern in kalkarmen, gering gepufferten „Weichwassergebieten“ Anwendung. Aufgrund der unterschiedlichen Empfindlichkeit zahlreicher Bergbachorganismen gegenüber Säure erlaubt die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos eine Aussage über den Säuregrad. Zur Ermittlung des Säurezustandes werden nach dem Prinzip maximaler Empfindlichkeit

von Bioindikatoren gegenüber einem vorherrschenden Umweltfaktor die Häufigkeitsklassen aller Indikatororganismen, beginnend bei den säureempfindlichsten Taxa, so lange aufaddiert, bis ein definierter Schwellenwert und damit eine bestimmte Säureklasse erreicht wird.

#### 5.1.5 Fische

Aufgrund ihrer hohen Mobilität und ihrer relativen Langlebigkeit integrieren Fische als Indikatoren des ökologischen Gewässerzustandes stark über Raum und Zeit. Zudem nutzt die Fischartengemeinschaft nahezu die gesamte Bandbreite der im Fließgewässer dargebotenen Ressourcen. Wird deren natürliche Qualität oder Quantität beeinträchtigt, reagiert auch die Fischartengemeinschaft, indem von den beeinträchtigten Ressourcen in besonderem Maße abhängige Arten zurückgehen oder ganz verschwinden. Gleiches gilt entsprechend, wenn der Zugang zu Ressourcen bzw. deren Nutzungsmöglichkeit für Fische entscheidend eingeschränkt oder sogar unterbunden wird, beispielsweise infolge von nicht oder nicht ausreichend durchgängigen Querbauwerken.

Die fischbasierte Fließgewässerbewertung mit dem Verfahren fiBS [DUßLING 2009, 2010] trägt diesen Zusammenhängen Rechnung und bewertet die im Rahmen des Monitorings nachgewiesene Fischartengemeinschaft im Vergleich zu einem vorgegebenen Referenzzustand [DUßLING 2006]. FiBS wurde ausschließlich zur ökologischen Bewertung von Fließgewässern konzipiert. Eine Bewertung von Übergangsgewässern oder Stillgewässerlebensräumen ist mit dem Verfahren nicht sinnvoll möglich.

Darüber hinaus ist das Funktionsprinzip von fiBS auf die Bewertung des fließenden Hauptgerinnes ausgerichtet. Seitengewässer der Flussaue können mit fiBS nur dann bewertet werden, wenn es sich um fließende Gewässerlebensräume handelt.

Grundsätzlich basiert die Fließgewässerbewertung mit fiBS auf zwei Voraussetzungen:

- Eine bereits a priori rekonstruierte Referenz-Fischzönose für den betrachteten Fließgewässerabschnitt
- Eine quantitative Erhebung repräsentativer Fischbestandsdaten in den hierzu ausgewählten Probestrecken

In den Referenz-Fischzönosen ist festgelegt, mit welchen relativen Häufigkeiten (Prozentanteilen) einzelne Fischarten unter weitgehend unbeeinträchtigten Rahmenbedingungen

für definierte Gewässerabschnitte zu erwarten sind. Die Referenz-Fischzönose hat somit Leitbildcharakter und beschreibt einen idealisierten Sollzustand. Die Ausarbeitung der Referenz-Fischzönosen wurde in Baden-Württemberg bereits 2006 flächendeckend vorgenommen.

Messgrößen der fischbasierten Fließgewässerbewertung sind verschiedene fischökologisch relevante Bewertungsparameter, die sogenannten Metrics. Sämtliche Metrics leiten sich aus einer deutschlandweit abgestimmten ökologischen Charakterisierung der in Fließgewässern relevanten Fischarten ab. Ferner sind die zur Bewertung herangezogenen Metrics einem der folgenden sechs fischökologischen Qualitätsmerkmale zugeordnet:

#### (1) Arten- und Gildeninventar

Hier wird beurteilt, wie vollständig die gemäß Referenz-Fischzönose zu erwartende Vielfalt an Arten und ökologischen Gilden (Erläuterung des Begriffs im Glossar) nachgewiesen werden konnte. Mit Ausnahme der Migrationsgilden (Lang-, Mittel- und Kurzdistanzmigranten), deren Bewertung in fiBS im Qualitätsmerkmal (4) erfolgt, werden hierbei sämtliche Gilden betrachtet.

#### (2) Artenabundanz und Gildenverteilung

Hier werden die nachgewiesenen Abundanzverhältnisse (Prozentanteile) beurteilt. Betrachtet werden alle gemäß Referenz-Fischzönose zu erwartenden Leitfischarten sowie ausgewählte ökologische Gilden mit besonderer Zeigerfunktion im Fließgewässer.

#### (3) Altersstruktur

Hier wird die Nachhaltigkeit des Reproduktionserfolges bei den gemäß Referenz-Fischzönose zu erwartenden Leitfischarten beurteilt. Maßgeblich ist der jeweils nachgewiesene Anteil der Juvenilstadien.

#### (4) Migration (indexbasiert)

Hier wird beurteilt, wie stark der nachgewiesene Anteil der aufgrund ihrer Biologie über mittlere und längere Distanzen migrierenden Fischarten von den Erwartungen gemäß Referenz-Fischzönose abweicht.

#### (5) Fischregion (indexbasiert)

Hier wird beurteilt, wie stark die gemäß Referenz-Fischzönose zu erwartende natürliche längszonale Ausprägung des

Fließgewässers (Fischregion) von den Erwartungen gemäß Referenz-Fischzönose abweicht.

#### (6) Dominante Arten (indexbasiert)

Hier wird beurteilt, wie stark die im nachgewiesenen Fischbestand dominierenden Arten von den Erwartungen gemäß Referenz-Fischzönose abweichen.

Die eigentliche Bewertung erfolgt durch einen "Scoring"-Prozess, in dem für jeden Metric 5, 3 oder 1 Punkt(e) gemäß vorgegebener Kriterien vergeben werden. Maßgeblich für die Anzahl der vergebenen Punkte ist die Abweichung zwischen den betreffenden Werten, die jeweils aus der nachgewiesenen Fischartengemeinschaft und aus der Referenz-Fischzönose ermittelt werden können. Hierbei gilt:

- 5 Die Abweichung ist gering und spiegelt einen sehr guten ökologischen Zustand wider.
- 3 Die Abweichung ist moderat und spiegelt einen guten ökologischen Zustand wider.
- 1 Die Abweichung ist groß und spiegelt einen mäßigen oder noch schlechteren ökologischen Zustand wider.

Zur Gesamtbewertung werden die im Rahmen des Scorings vergebenen Punkte zu einem gewichteten Gesamtmittel verrechnet. Dieses nimmt einen zweidezimalen Wert zwischen 1,00 und 5,00 an, aus dem die ökologische Zustandsklasse abgeleitet wird.

## 5.2 Unterstützende Qualitätskomponenten

### 5.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

Die hydromorphologischen Qualitätskomponenten Wasserhaushalt, Durchgängigkeit und Morphologie beeinflussen maßgeblich die Lebensgemeinschaften im Gewässer. Deshalb muss innerhalb der in den Bewirtschaftungsplänen ausgewiesenen Programmstrecken eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen durchgeführt werden, die die Gewässerstruktur, die Durchgängigkeit und den Wasserhaushalt, insbesondere den Mindestabfluss, verbessern. Dies ist an defizitären Gewässern Voraussetzung dafür, dass sich typspezifische Lebensgemeinschaften ansiedeln und damit der gute ökologische Zustand erreicht werden kann. In Baden-Württemberg wird seit 2010 das Feinverfahren [LUBW 2008b] als Methode zur Gewässerstrukturkartierung verwendet, das aus dem LAWA-Verfahren für kleine

und mittelgroße Fließgewässer [LAWA 2000] entwickelt und an die spezifischen Verhältnisse in Baden-Württemberg angepasst wurde. Das Feinverfahren löst das bisher verwendete „gröbere“ bundesweit angewandte Übersichtsverfahren [LAWA 2004] ab.

Das Verfahren beinhaltet die Erhebung von 15 Einzelparametern im Gelände, die zu sechs Hauptparametern (Laufentwicklung, Längsprofil, Querprofil, Sohlenstruktur, Uferstruktur und Gewässerumfeld) und anschließend zu einer Gesamtbewertung (mit fünf oder sieben Zustandsklassen) zusammengefasst werden.

Die Gewässerstrukturkartierung beschreibt die hydromorphologische Qualitätskomponente Morphologie. Damit werden auch Informationen zum Wasserhaushalt und zur Durchgängigkeit erfasst.

Da ein separates Verfahren zur Bewertung des Wasserhaushalts (Abfluss, Abflussdynamik) nicht vorhanden ist, beschränken sich die Aussagen zum Abflussverhalten im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung auf die Einzelparameter Rückstau und Ausleitung.

Auch die Durchgängigkeit der Bauwerke für Tiere wird bei der Gewässerstrukturkartierung abgeschätzt. Die Erfassung orientiert sich an den Bauwerkskategorien der AKWB (AnlagenKatasterWasserBau) Datenbank.

Die Strukturkartierung nach dem Feinverfahren erlaubt je nach Fragestellung einen flexiblen Einsatz. So können sowohl ausgewählte Gewässerstrecken in variabler Länge erfasst als auch ausgewählte Strukturparameter, z. B. die Sohlenstruktur, gezielt ausgewertet werden.

Um die Erfassung zu erleichtern und zu vereinheitlichen, wurde auf der Grundlage des Feinverfahrens Baden-Württemberg eine EDV-Anwendung (GeStruk) entwickelt, die die bei der Kartierung erhobenen Daten und Parameter bewertet und für die zentrale Datenbank bereitstellt [LUBW 2011, 2012].

### 5.2.2 PHYSIKALISCH-CHEMISCHE QUALITÄTSKOMponenten

Die allgemeinen physikalisch-chemischen Komponenten Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt, Versauerungszustand und Nährstoffverhältnisse fließen unterstützend in die ökologische Zustandsbewertung ein. Sie dienen hierbei

- der Ergänzung und Unterstützung der Interpretation der Ergebnisse für die biologischen Qualitätskomponenten,

- als Beitrag zur Ursachenklärung und als Ansatzpunkte für die Maßnahmenplanung im Falle „mäßigen“ oder schlechteren Zustandes der biologischen Qualitätskomponenten,
- der überregionalen Erfolgskontrolle umgesetzter Maßnahmen, insbesondere zur Bilanzierung auf Ebene der Wasserkörper.

Gemäß Bundesverordnung zum Schutz der Oberflächengewässer sollen die in Tabelle 5.2 aufgeführten Einzelparameter herangezogen werden.

Die LAWA hat zur Bewertung der für die Fließgewässer besonders relevanten Parameter nach Gewässertypen differenzierte Orientierungswerte festgelegt [LAWA 2007]. Diese sind gemäß ihrer oben skizzierten Bedeutung nicht mit Umweltqualitätsnormen oder Sanierungswerten gleichzusetzen. Die Orientierungswerte markieren vielmehr den Übergangsbereich vom „guten“ zum „mäßigen“ Zustand und werden als Anhaltswerte herangezogen, um die maßgeblichen Ursachen der bei den biologischen Qualitätskomponenten festgestellten Defizite zu identifizieren und um mögliche Ansatzpunkte für die Maßnahmenplanung aufzuzeigen. Die Maßnahmenplanung hat im konkreten Einzelfall ergänzend zu den Orientierungswerten für die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten die konkreten Verhältnisse vor Ort und somit insbesondere auch

die hydromorphologischen Qualitätskomponenten mit zu berücksichtigen, da diese die „biologische Wirksamkeit“ maßgeblich mitbestimmen.

In der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer [OGewV] sind in Anlage 6 für die verschiedenen Gewässertypengruppen die entsprechenden Anforderungen an den sehr guten ökologischen Zustand bzw. das höchste ökologische Potenzial sowie die Anforderungen an den guten Zustand allein für die Temperaturverhältnisse übernommen.

Nachfolgend werden die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten und deren Bedeutung für die biologischen Qualitätskomponenten kurz beschrieben.

### Temperaturverhältnisse

Die Temperaturverhältnisse eines natürlichen Gewässers ändern sich im Längsverlauf in charakteristischer Weise und sind hierdurch wichtiger Aspekt der Längszonierung. Die Temperaturverhältnisse haben maßgeblichen Einfluss auf sämtliche Stoffumsetzungsprozesse im Gewässer. Im Hinblick auf die biologischen Qualitätskomponenten sind sie insbesondere für die Fische von großer Bedeutung.

### Sauerstoffhaushalt

Die Belastung der Gewässer durch sauerstoffzehrende Stoffe und deren Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt wird durch die Qualitätskomponente Makrozoobenthos mit dem Modul Saprobie zuverlässig bewertet. Unterstützend hierzu können der Sauerstoffgehalt, der biochemische Sauerstoffbedarf in fünf Tagen (BSB5) sowie der Ammoniumgehalt gemessen und anhand der Orientierungswerte bewertet werden. Die Untersuchung des gesamten organischen Kohlenstoffgehaltes (TOC) ist nur im konkreten Einzelfall sinnvoll, wenn tatsächlich noch erhebliche Anteile leicht abbaubarer organischer Substanz enthalten sind.

### Salzgehalt

Chlorid wird als relevanter Parameter für die Salzbelastung angesehen. Bei Chloridgehalten über dem Orientierungswert ist mit schädlichen Auswirkungen auf die aquatische Lebensgemeinschaft zu rechnen. Die Salzbelastung kann sowohl Einfluss auf die pflanzlichen Organismen (insbesondere Diatomeen) als auch auf die tierischen Organismengruppen (Makrozoobenthos, Fische) haben.

Tab. 5.2: Parameter der allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten für Fließgewässer

Qualitätskomponente	Mögliche Parameter
Temperaturverhältnisse	Wassertemperatur (°C)
Sauerstoffhaushalt	Sauerstoffgehalt (mg/l) Sauerstoffsättigung (%) TOC (mg/l) BSB
Salzgehalt	Chlorid (mg/l) Leitfähigkeit bei 25 °C (mS/m)* Sulfat (mg/l)
Versauerungszustand	pH-Wert Säurekapazität Ks (bei versauerungsgefährdeten Gewässern)*
Nährstoffverhältnisse	Gesamt-Phosphor (mg/l) o-Phosphat-Phosphor (mg/l) Gesamt-Stickstoff (mg/l)* Nitrat-Stickstoff (mg/l)** Ammonium-Stickstoff (mg/l)

\* bislang keine Orientierungswerte abgeleitet

\*\* durch Umweltqualitätsnorm geregelt

### Versauerungszustand

Die Versauerung ist allenfalls in den gegenüber atmosphärischen Säureeinträgen empfindlichen Oberläufen bestimmter hydrogeologischer Einheiten (Buntsandstein, Kristallin von Schwarzwald und Odenwald) relevant und kann dort zu Beeinträchtigungen (Verödung) der aquatischen Lebensgemeinschaft führen. In aller Regel sind davon nur sehr kleine Fließgewässer (mit einem Einzugsgebiet kleiner  $10 \text{ km}^2$ ) betroffen, sodass die Versauerung für das maßgebliche Gewässernetz nach WRRL keinen wesentlichen Beeinträchtigungsfaktor darstellt.

### Nährstoffverhältnisse

Die Nährstoffverhältnisse / Trophie wirken sich in erster Linie auf die biologischen Qualitätskomponenten Makrophyten und Phytobenthos sowie auf das Phytoplankton aus. Hierbei kommt in den Gewässertypen Baden-Württembergs neben dem Gesamtphosphor dem ortho-Phosphat-Phosphor ( $\text{o-PO}_4\text{-P}$ ) als einfache Nahrung für den direkt pflanzenverfügbaren Phosphor eine besondere Bedeutung zu.

Stickstoff ist dagegen in den vorliegenden Konzentrationen nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht maßgeblich für die biologische Besiedlung der hiesigen Fließgewässer. Allerdings ist Stickstoff relevant für den Schutz der aufnehmenden Küstengewässer. Als Einziger der physikalisch-chemischen Parameter ist Nitrat-Stickstoff durch eine Umweltqualitätsnorm von  $50 \text{ mg/l}$  Nitrat gesetzlich geregelt und wird bei der chemischen Zustandsbewertung der Wasserkörper berücksichtigt.

Ein Übermaß an Photosyntheseaktivität drückt sich auch durch einen Anstieg der pH-Werte aus und kann hierdurch zu negativen Auswirkungen auf die biologischen Qualitätskomponenten führen.

## 6 Fazit und Ausblick

Die Umsetzung der WRRL hat in vielen Bereichen des wasserwirtschaftlichen Handelns zu grundlegenden Änderungen geführt. Obwohl die Wasserwirtschaft in Baden-Württemberg über einen breiten Erfahrungsschatz verfügt, fehlt jedoch oft die maßnahmenbegleitende Erfolgskontrolle als Bindeglied zwischen Maßnahmenplanung und Maßnahmenumsetzung. Der vorliegende Leitfaden ist eine erste Zusammenstellung zur umfassenden Vorgehensweise bei der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle, der fortwährend weiterentwickelt werden muss. Gut dokumentierte Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle können auf künftige Maßnahmenplanungen rückgekoppelt werden. Dadurch wird sich die Maßnahmenplanung und -durchführung zukünftig optimieren lassen.

Heute verfügt die Verwaltung bereits über MaDok, ein EDV-gestütztes Werkzeug zur Maßnahmendokumentation. Mittelfristig muss das Ziel verfolgt werden, alle Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle mit diesem Werkzeug zu dokumentieren. Das Gleiche gilt für die Untersuchungsdaten von maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrollen, die möglichst in einer zentralen Datenbank abgelegt werden sollen (siehe Abb. 6.1). Diese Rahmenbedingungen für das Datenmanagement sind noch abzustimmen und festzuschreiben.

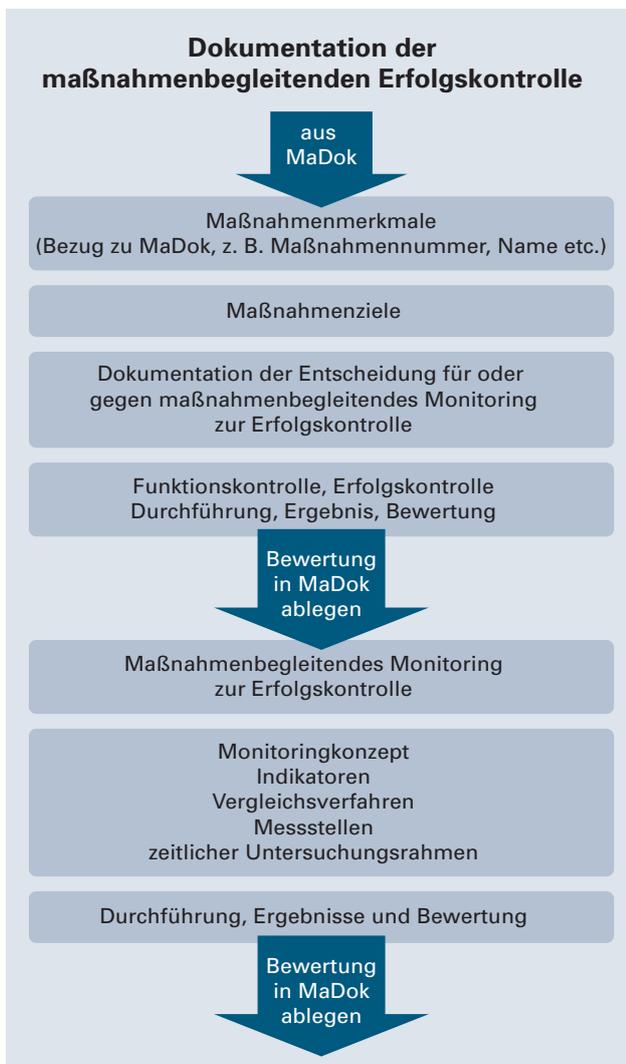


Abb. 6.1: Schema zur angestrebten Dokumentation der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle in MaDok

# 7 Literatur

- ASTERICS Software-Handbuch (2012): ASTERICS – einschließlich PERLODES – Deutsches Bewertungssystem auf Grundlage des Makrozoobenthos, Version 3.1.1. <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/berechnung/>, 08.11.2012.
- BIA Biologen im Arbeitsverbund (2010): Biologische Erfolgskontrollen durchgeführter Maßnahmen in Fließgewässern im Rahmen der Umsetzung der WRRL. Verfasser: K. Jödicke, M. Neumann, J. Schwahn, T. Görlich, U. Holm. Gutachten im Auftrag der LAWA, Brügge, 114 S. + Anhang.
- BWK Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (2006): Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. BWK-Fachinformation 1/2006, Sindelfingen, 124 S.
- 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), DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin.
- DUßLING, U. (2006): FischRef BW 1.1 – Fischfaunistische Referenzen für die Fließgewässerbewertung in Baden-Württemberg gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. [https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1296703\\_11/index1241450470712.html](https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1296703_11/index1241450470712.html), 08.11.2012.
- DUßLING, U. (2009): Handbuch zu fiBS. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., Heft 15, 2. Auflage. [https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1296704\\_11/index.html](https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1296704_11/index.html), 08.11.2012.
- DUßLING, U. (2010): FIBS Version 8.0.6a - Softwareanwendung zum Bewertungsverfahren aus dem Verbundprojekt zur Entwicklung eines Bewertungsschemas zur ökologischen Klassifizierung von Fließgewässern anhand der Fischfauna gemäß EU-WRRL. [https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1296704\\_11/index.html](https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1296704_11/index.html), 08.11.2012.
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2006): Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. DWA-Themen WW 8.2. Hennef, 123 S.
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2014): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung (DWA-M 509), Hennef, 285 S.
- LAWA Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer, Berlin, 145 S. + Anhang.
- LAWA (2004): Gewässerstrukturkartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Übersichtsverfahren. Empfehlungen Oberirdische Gewässer. Kulturbuch-Verlag, Berlin.
- LAWA (2007): Rahmenkonzeption Monitoring (RaKon) – Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibung. Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten.
- LAWA (2008): AQS-Merkblätter (Analytische Qualitätssicherung) für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Ergänzbare Sammlung von Merkblättern zu den AQS-Rahmenempfehlungen der LAWA.
- LFU Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2005a): Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken, Grundlagen, Ermittlung und Beispiele. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 97. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> → Publikationen.
- LFU (2005b): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern, Leitfaden Teil 1 - Grundlagen. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 95. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> → Publikationen.
- LUBW Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2006a): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 2 – Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie

101. Stand 2007. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> → Publikationen.
- LUBW (2006b): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 3 – Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 104. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> → Publikationen.
- LUBW (2008a): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 4 – Durchlässe, Verrohrungen sowie Anschluss Seitengewässer und Aue. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 110. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> → Publikationen.
- LUBW (2008b): Gewässerstrukturkartierung in Baden-Württemberg. Feinverfahren. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 112 (3. Auflage 2010), Karlsruhe, 63 S. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de> → Publikationen.
- LUBW (2008c): Überwachungsergebnisse Phytoplankton 2005 / 2006. Biologisches Monitoring der Fließgewässer in Baden-Württemberg gemäß EU-WRRL, Karlsruhe. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/48288/>, 08.11.2012.
- LUBW (2009): Überwachungsergebnisse Makrophyten und Phytobenthos 2006 - 2008. Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie, Karlsruhe. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/48288/>, 08.11.2012.
- LUBW (2010): Überwachungsergebnisse Makrozoobenthos 2006 - 2007. Biologisches Monitoring der Fließgewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie, Karlsruhe. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/48288/>, 08.11.2012.
- LUBW (2011, 2012): Erfassungstool für Gewässerstrukturkartierungen mit dem Feinverfahren Baden-Württemberg.
- LUBW (2012): Handbuch GeStruk-Editor
- LUBW (2011): Handbuch GeStruk Verwaltungsversion Im Landesintranet verfügbar unter: [www.lubw.bwl.de/servlet/is/32851](http://www.lubw.bwl.de/servlet/is/32851), 08.11.2012.
- LUBW (in Vorbereitung): Arbeitspapier „Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen“ - Anforderungen, Bauweisen und Erfolgskontrolle.
- MEIER, C., P. HAASE, P. ROLAUFFS, K. SCHINDEHÜTTE, F. SCHÖLL, A. SUNDERMANN & D. HERING (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Stand Mai 2006 – pdf-Dokument, 79 S. + Anhang. <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/handbuch/>, 08.11.2012.
- MISCHKE, U. & H. BEHRENDT (2007): Handbuch zum Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. Weißensee Verlag Berlin, 88 S.
- MUNLV Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2005): Handbuch Querbauwerke. Verfasser: U. Dumont, P. Anderer, U. Schwevers. Düsseldorf; 212 S. + Kartenanhang. [http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/handbuch\\_querbauwerke.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/handbuch_querbauwerke.pdf), 08.11.2012.
- OGewV Oberflächengewässerverordnung: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20.07.2011. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 37, ausgegeben zu Bonn am 25.07.2011. S. 1429. <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/ogewv/gesamt.pdf>, 08.11.2012.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A., GUTOWSKI, A. (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. Bayerisches Landesamt für Umwelt. [http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet\\_seen/phylib\\_deutsch/verfahrensanleitung/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/verfahrensanleitung/index.htm), 08.11.2012.
- SCHERFOSE, V. (2005): Anforderungen an abiotische und biotische Erfolgskontrollen im Rahmen von Naturschutzgroßprojekten des Bundes. In: Erfolgskontrollen in Naturschutzgroßvorhaben des Bundes. Teil 1: Ökologische Bewertung. - Naturschutz und biologische Vielfalt 22: 183-193.

# Anhang

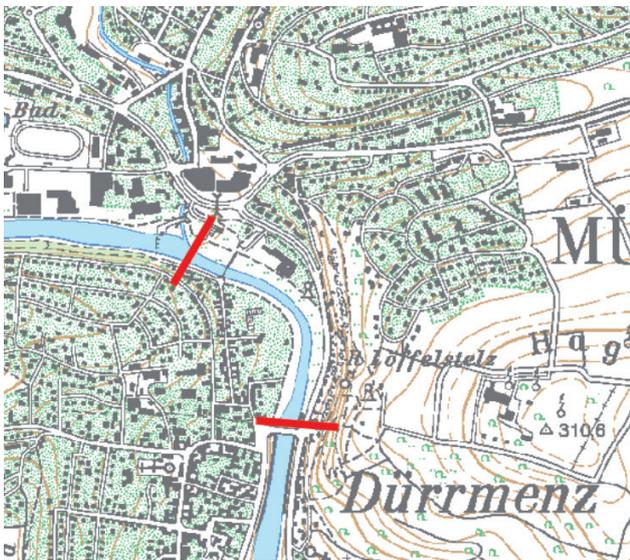
## Gliederung Anhang

1	Beispiele für Monitoringkonzepte . . . . .	34
1.1	Monitoringkonzept Enz in Mühlacker . . . . .	34
1.1.1	Maßnahmenbeschreibung und Zielsetzung. . . . .	34
1.1.2	Prüfen der Notwendigkeit für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle. . . . .	35
1.1.3	Konzept für das maßnahmenbegleitende Monitoring zur Erfolgskontrolle . . . . .	35
1.1.4	Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle . . . . .	37
1.2	Monitoringkonzept Brenz in Herbrechtingen . . . . .	38
1.2.1	Maßnahmenbeschreibung und Zielsetzung. . . . .	38
1.2.2	Prüfen der Notwendigkeit für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle. . . . .	39
1.2.3	Konzept für das maßnahmenbegleitende Monitoring zur Erfolgskontrolle . . . . .	39
1.2.4	Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle . . . . .	40

## 1 Beispiele für Monitoringkonzepte

### 1.1 Monitoringkonzept Enz in Mühlacker Naturnahe Umgestaltung der Enz in Mühlacker (MaDok Nr. 5348)

#### 1.1.1 Maßnahmenbeschreibung und Zielsetzung Lage der Maßnahme



Umgestaltungsstrecke von km 44,8 (Erlenbach-Mündung) bis km 45,4 (Herrenwaagbrücke)

## Kurzbeschreibung

Die Stadt Mühlacker führt eine gewässerökologische Umgestaltung der Enz in Mühlacker (Enzkreis) durch. Die Baukosten sind in Höhe von 1,3 Millionen Euro veranschlagt.

Die Enz schlängelte sich vor ihrem derzeitigen Ausbauzustand in einer Auenlandschaft durch das Enztal. Heute verläuft sie im Stadtgebiet von Mühlacker in einem Ausbauprofil mit einheitlich breitem, begradigtem und einem strukturarmen Mittelwasserbett. Das grasbewachsene, mäßig artenreiche monotone Vorland steht rund 1,50 Meter bis 1,80 Meter hoch über dem Mittelwasserbett und wird beidseitig von Hochwasserdeichen eingefasst.

Entsprechend der Zielsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) soll die Enz im Stadtgebiet renaturiert werden. Die Herstellung des „guten ökologischen Zustandes“ soll durch die Schaffung vielfältiger Lebensstätten (Habitate) für Flora und Fauna im FFH-Gebiet „Enztal bei Mühlacker“ und durch naturnahe Gewässerstrukturen unter Berücksichtigung der Durchgängigkeit erreicht werden. Es werden dabei die Vorgaben des Gewässerentwicklungskonzeptes Enz umgesetzt.

Das Land Baden-Württemberg, als Eigentümer dieses Gewässers, überträgt der Stadt Mühlacker mittels einer öffentlich-rechtlichen Vereinbarung die Durchführung der Enzrenaturierung.

Die Umgestaltungsstrecke beginnt bei der Herrenwaagbrücke und endet nach einem rund 600 Meter langen Abschnitt am Einmündungsbereich des Erlenbaches. Der bestehende Hochwasserschutz bleibt nach der Umgestaltung erhalten. Die Renaturierungsmaßnahmen stehen in städtebaulichem und grünplanerischem Zusammenhang mit den Umgestaltungen für das Grünprojekt 2015 in Mühlacker auf den sich anschließenden innerstädtischen Grünflächen.

### Bewertung des betroffenen Wasserkörpers (WK 45-01):

#### Biologische Qualitätskomponenten:

- Fische „unbefriedigend“ → Defizit
- Makrozoobenthos
  - Modul Allgemeine Degradation „mäßig“ → Defizit
  - - Modul Saprobie „gut“
- Makrophyten und Phytobenthos: „mäßig“ → Defizit

**Belastungsschwerpunkte:**

- Gewässerstruktur
- Durchgängigkeit
- Wasserhaushalt
- Saprobie (lokal, nicht jedoch im WK)

**Besonderheit**

Wegen der Lage im Doppeltrapezprofil handelt es sich um eine sogenannte Instream-Maßnahme innerhalb des vorhandenen Hochwasserprofils zwischen den Dämmen.

**Zielsetzung und Maßnahmen**

Die Maßnahmen zielen auf eine wesentliche Verbesserung der Habitate für Fließwasserarten ab, insbesondere für Fische und für Wirbellose. Für die Fische sollen vor allem Laichplätze und flache sowie geschützte Kinderstuben für Jungfische entlang des Uferbereiches etabliert werden.

**1.1.2 Prüfen der Notwendigkeit für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle**

Ergebnis: 12 Punkte

➔ Monitoring zur Erfolgskontrolle wird empfohlen. (siehe Tab. 2.1.1)

**1.1.3 Konzept für das maßnahmenbegleitende Monitoring zur Erfolgskontrolle**

**Datengrundlagen**

Messstellen des Landesüberwachungsnetzes sind im direkten Maßnahmenbereich nicht vorhanden. Im Wasserkörper 45-01 liegen jedoch Messstellen im Bereich Lomersheim wenige Kilometer flussab. Die dortigen biologischen Ergebnisse des Makrozoobenthos weisen auf Defizite bei der Allgemeinen Degradation hin, bei der Fischfauna wir-

Tab. 2.1.1: Bewertung des Monitoringbedarfs

MaßnahmeNR	Gewässer (AWGN)	Maßnahme	Basisstationierung von (km)	Basisstationierung bis (km)	Maßnahmenträger	Gesamtkosten	(A) Kosten	(A) Kosten / Punktebewertung	Länge (km)	(B) Länge / Größe der Maßnahme: Bewertung abhängig vom Gewässertyp	(C) Schlüsselfunktion (in Abhängigkeit von angrenzenden Bauwerken ggf. jeweils neu zu bewerten): ja/nein	(C) Punktebewertung	(D) Maßnahme mit Pilotcharakter bzgl. Übertragbarkeit	Punktesumme	Sonderfall: ja / nein	Gesamtbewertung ≤6 nicht erforderlich ≤9 Einzelfallbetrachtung >9 Monitoring wird empfohlen Sonderfall	Erfolgskontrolle vorgeschrieben: ja / nein
5348	Enz	Enz 44,8 - 45,4 S Grünprojekt Mühlacker	44,863	45,415	Stadt Mühlacker	>200.000 €	1,3 Mio €	3	0,6	3	ja	3	3	12	nein	12	ja

	Kriterien zur Bewertung der Erforderlichkeit von biologischen Erfolgskontrollen bei Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur#	Erläuterungen zum Verständnis bei der Umsetzung der Bewertungstabelle	Punkte		
			1	2	3
Gewässerstruktur	(A) Kosten	es sind die Kostenangaben - wenn möglich - der Genehmigungsplanung heranzuziehen	≤ 50.000 €	> 50.000 bis ≤200.000 €	> 200.000 €
	(B) Länge / Größe der Maßnahme: Bewertung abhängig vom Gewässertyp	aus BRS gemessen oder an Hand Flusskm bestimmt; bei kleinen Gewässern (Sohlbreite < 5m) können Längen von 100-200 m bereits mit Punktzahl 3 versehen werden	≤ 100 m	> 100 bis ≤ 500 m	> 500 m
	(C) Schlüsselfunktion (in Abhängigkeit von angrenzenden Habitaten ggf. jeweils neu zu bewerten)	Funktion von entscheidender Bedeutung für die Zielerreichung im Wasserkörper; wichtige Maßnahme; Hauptmaßnahme	gering	mittel	hoch
	(D) Maßnahme mit Pilotcharakter bzgl. Übertragbarkeit	Beispielprojekt, Testvorhaben, Erprobung neuer Maßnahmentypen	gering	mittel	hoch
	Gesamtbewertung S		Punkte	Folgerung	
	gering		≤ 6	Monitoring nicht erforderlich	
	mittel		7 bis ≤ 9	Einzelfallbetrachtung	
	hoch		> 9	Monitoring wird empfohlen	
# In Sonderfällen kann bei Maßnahmen mit besonderer Bedeutung unabhängig von der Punktzahl eine Erfolgskontrolle erforderlich sein.			<b>Σ 12</b>		

ken sich Strukturdefizite aus. Darüber hinaus bestehen Defizite bei den höheren Wasserpflanzen (Makrophyten). Gemäß Feinstrukturkartierung (7-stufig) ist die Enz im Projektgebiet und der weiteren Umgebung als „sehr stark verändert“ (Klasse 6) bewertet.

### Maßnahmenverbund Enz-Erlenbach

Durch die Maßnahme soll die Gewässerstruktur der naturfern ausgebauten Enz mit ihrem einheitlich breiten, begrügten und strukturarmen Mittelwasserbett aufgewertet und ein naturnaher und strukturreicher Gewässerabschnitt hergestellt werden. Die Ausbildung flacher Uferböschungen und die Rückverlegung der Sicherungslinie ermöglichen eine bessere Verzahnung zwischen Wasser und Land. Die vorgesehenen Maßnahmen zielen konkret darauf ab, die Gewässerstruktur der Enz im Bereich des FFH-Gebietes „Enztal bei Mühlacker“ zu verbessern und die Vernetzung der Enz zu optimieren durch:

- Anbindung des Erlenbachs an die Enz durch Umgestaltung des massiven Sohlverbaus und der nicht-passierbaren

ren Sohlrampe in eine durchgängige Riegelrampe

- Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Enz im Bereich der Wasserkraftanlage Mühlacker durch Bau einer Fischaufstiegs- und -abstiegsanlage (Maßnahmen-träger: Stadtwerke Mühlacker)

Im Verbund dieser Maßnahmen soll im WK 45-01 ein ganz wesentlicher Trittstein für die Zielerreichung des „guten ökologischen Zustandes“ geschaffen werden.

### Vergleichsverfahren

Es wird der **Zeitvergleich** (Vorher-Nachher-Vergleich) in Kombination mit einem **Ortsvergleich** verwendet. Für den Ortsvergleich wird zusätzlich zur Projektstrecke die Enz unterhalb der Herrenwaagbrücke untersucht und mit der Projektstrecke verglichen.

### Indikatorenauswahl (siehe Tab. 2.1.2)

Makrozoobenthos, Fische, Makrophyten, Gewässerstruktur (Feinverfahren).

Tab. 2.1.2: Maßgebende Qualitätskomponenten der geplanten Maßnahmen

Maßnahmentypen nach LAWA		Biologische Qualitätskomponenten				Unterstützende Qualitätskomponenten		
Typ-Nr.	Bezeichnung	Phytoplankton (Untersuchung nur in Plankton führenden Gewässern)	Makrophyten und Phytobenthos	Makrozoobenthos	Fische	Gewässerstruktur	Abfluss (Wasserhaushalt)	Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten und chemische Parameter
<b>Maßnahmen im Sohl- und Uferbereich</b>								
70	Maßnahmen zur Habitatverbesserung durch Initiieren / Zulassen einer eigendynamischen Entwicklung		○	●	●	●		
71	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer im vorhandenen Profil		○	●	●	●		
72	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer durch Laufveränderung, Ufer- oder Sohlgestaltung		○	●	●	●		
73	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Uferbereich			●	○	●		

● Hauptindikator (mit hohem Wirkungsbezug)

○ Zusatzindikator (mit weniger starkem Wirkungsbezug)

## Zeitlicher und räumlicher Untersuchungsrahmen

Tab. 2.1.3: Übersicht über die durchgeführten und geplanten Untersuchungen (Zeitraumen)

Qualitätskomponente	Untersuchung vor der Umsetzung	Untersuchung nach der Umsetzung *)
<b>Biologische Qualitätskomponenten</b>		
Makrozoobenthos	Juli 2011	Juli 2017
Fische	Oktober 2011	Oktober 2017
Makrophyten	Juli 2011	Juli / August 2017
<b>Unterstützende Qualitätskomponente</b>		
Gewässerstruktur (Feinkartierung)	Mai 2011	Mai 2017

\*) Der Zeitpunkt der Untersuchung ist abhängig vom Auftreten strukturbildender Hochwasserereignisse.

Tab. 2.1.4: Übersicht der Untersuchungsstellen

Qualitätskomponente	Anzahl der Untersuchungsstellen	Anmerkungen
<b>Biologische Qualitätskomponenten</b>		
Makrozoobenthos	4	davon zwei Probestellen außerhalb der Projektstrecke als Ortsvergleich
Fische	2 (Abschnitte)	davon eine Probestelle außerhalb der Projektstrecke als Ortsvergleich
Makrophyten	2 (Abschnitte) <i>Hinweis:</i> In den Null-Untersuchungen wird nur die Projektstrecke erfasst.	Bei der Nachher-Beprobung ist eine weitere Vergleichsstrecke außerhalb einzurichten.
<b>Unterstützende Qualitätskomponente</b>		
Gewässerstruktur (Feinkartierung)	2 Bereiche: gesamter Verlauf der Projektstrecke sowie unterhalb gelegene Strecke	Für die Interpretation besonders relevanter Parameter sind Laufentwicklung, Strömungsdiversität / Tiefenvarianz, Sohlenstruktur und Uferstruktur.

### 1.1.4 Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle

#### Funktionskontrolle

Bei Fertigstellung wird die plangemäße Ausführung der Maßnahmen an der Projektstrecke im Rahmen der Bauabnahme von Vorhabensträger und Bauleiter überprüft und bestätigt (Fertigstellungsanzeige).

Folgende Maßnahmen werden nach Fertigstellung einer Funktionskontrolle unterzogen:

#### Bereich Sohle

- Entwicklung naturnaher Sohlstrukturen (Ausprägung der Substratverhältnisse)
- Einbringen von Totholz (Wirkung auf Strömung und

Substrate)

- Wiederherstellung naturnaher Fließverhältnisse (Verteilung in ausgewählten Querschnitten, Variabilität der Strömungsgeschwindigkeiten)

#### Bereich Ufer

- Abflachen des Ufers (Anteile der Flachzonen)
- Aufweitung / Verengung des Gerinnes (Veränderungen des Strömungsbildes)
- Einbringung / Bepflanzung von Steinwurf (Anzahl der Stellen, Darstellung der Strömungswirkung)
- Entwicklung naturnaher Uferstrukturen (Bildokumentation)
- Entwicklung von lebensraumtypischer Ufervegetation (Verteilung)

- Rückbau / Ersatz von Uferverbau (Anteile in Gesamtstrecke)

#### Umfeld

- Anlage / Entwicklung von Nebengerinnen (Wasserbenetzung bei verschiedenen Wasserständen, Fließverhältnisse)
- durchgängige Anbindung eines Nebengewässers (Belege der sohlgleichen Übergänge zum Erlenbach)

#### Monitoring zur Erfolgskontrolle

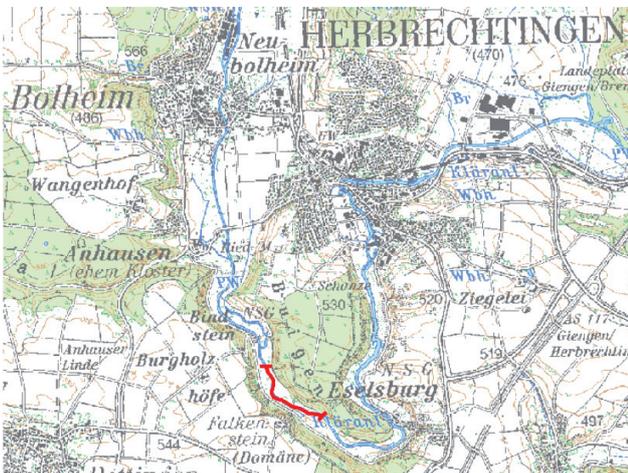
Die Null-Untersuchung des Monitorings zur Erfolgskontrolle wurde im Jahre 2011 durchgeführt. Die Maßnahme befindet sich noch in der Umsetzung. Sie wird voraussichtlich im Frühjahr 2018 abgeschlossen. Es liegen daher bislang noch keine Ergebnisse für die Funktionskontrolle bzw. für das Monitoring zur Erfolgskontrolle vor.

#### 1.2 Monitoringkonzept Brenz in Herbrechtingen

Naturnahe Umgestaltung der Brenz (G.I.O.) in Herbrechtingen (MaDok Nr. 5836)

##### 1.2.1 Maßnahmenbeschreibung und Zielsetzung

##### Lage der Maßnahme



Umgestaltungsstrecke von km 31,1 bis km 32,05 (unterhalb Bindsteinmühle)

##### Kurzbeschreibung

Die Brenz im Landkreis Heidenheim (Gewässer I. Ordnung) wurde vor allem in den 1960-er Jahren geradlinig und mit gleichförmigem Trapezprofil ausgebaut. Dies betrifft auch den Bereich des Eselsburger Tals bei der Bindsteinmühle in den Markungen Herbrechtingen und Gerstet-

ten. Die Struktur des Gewässerbettes ist sehr gleichförmig und bietet für die Gewässerfauna kaum Unterstände und Deckung. Es mangelt an Breiten- und Tiefenvarianz und an den damit einhergehenden vielfältigen Ufer- und Sohlstrukturen. Der Gehölzbewuchs im Uferbereich ist nur spärlich entwickelt, eine Beschattung fehlt weitgehend. Durch die starke Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten entwickelt sich regelmäßig ein übermäßiges Wasserpflanzenwachstum, das mindestens einmal im Jahr „gekrautet“ wird, um vor allem in den Ortslagen die Hochwassersicherheit zu gewährleisten.

Das Land Baden-Württemberg, vertreten durch den Landesbetrieb Gewässer beim Regierungspräsidium Stuttgart, kommt als Träger der Ausbaulast seinen Verpflichtungen nach, den „guten ökologischen Zustand“ nach EG-Wasserrahmenrichtlinie herzustellen, indem insgesamt neun Abschnitte der Brenz renaturiert werden. Im bezeichneten Abschnitt wurde das ausgebaute Gewässerbett der Brenz auf ca. 1 km Länge naturnah umgestaltet und drei neuen Flussbiegungen angelegt. Dazu wurden die Böschungen differenziert strukturiert und ausgedehnte Wasserwechselzonen geschaffen. Eingebrachte Strukturbaugeräte erhöhen die Strömungs- und Strukturvielfalt. Die Ufer wurden mit einer initialen Gehölzpflanzung versehen.

Mit den Bauarbeiten wurde im Oktober 2011 begonnen, im April 2012 wurde die Maßnahme fertiggestellt. Die Kosten beliefen sich auf 930.000 Euro.

##### Bewertung des betroffenen Wasserkörpers (WK 65-03):

##### Biologische Qualitätskomponenten:

- Fische „unbefriedigend“ → Defizit
- Makrozoobenthos
  - Modul Allgemeine Degradation „unbefriedigend“ → Defizit
  - Modul Saprobie „gut“
- Makrophyten und Phytobenthos „mäßig“ → Defizit

##### Belastungsschwerpunkte:

- Gewässerstruktur
- Durchgängigkeit

##### Besonderheit

Die Baumaßnahme liegt im FFH- und Naturschutzgebiet „Giengener Alb und Eselsburger Tal“. Der Biber besiedelt das Tal der Brenz.

## Zielsetzung und Maßnahmen

Durch die Umgestaltungsmaßnahmen entstehen an der Brenz neue ökologisch aktive Lebensräume. Die Habitatdiversität soll für Fische und wirbellose Kleinlebewesen durch Breiten- und Tiefenvarianz deutlich verbessert werden. Die Strukturverbesserungen dienen auch den im Managementplan genannten Zielen der in diesem Raum vorkommenden Lebensraumtypen und Arten des Natura 2000 Gebietes „Giengener Alb und Eselsburger Tal“, FFH-Gebiet (Biber, Groppe, Auwald, Hochstaudenflur, flutende Wasservegetation).

### 1.2.2 Prüfen der Notwendigkeit für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring zur Erfolgskontrolle

Ergebnis: 12 Punkte

➔ Monitoring zur Erfolgskontrolle wird empfohlen.

### 1.2.3 Konzept für das maßnahmenbegleitende Monitoring zur Erfolgskontrolle

#### Datengrundlagen

Die zu überprüfende Maßnahme ist Teil eines Maßnahmenbündels, bestehend aus neun getrennt voneinander liegenden Umgestaltungsmaßnahmen auf dem Brenzabschnitt Herbrechtingen – Bolheim – Sontheim. Das Land Baden-Württemberg hat sich 2012 entschlossen, ein auf einen längeren Zeitraum angelegtes biologisches Monitoring zur Erfolgskontrolle durchführen zu lassen. Da mit der Maßnahme bereits im Herbst 2011 begonnen wurde, war eine „Nullaufnahme“ und damit der anzustrebende Zeitvergleich (Vorher-Nachher-Vergleich) nicht mehr möglich. Daher wird als Vergleichsverfahren der Ortsvergleich gewählt.

Tab. 2.2.1: Bewertung des Monitoringbedarfs

Maßnahmen-Nr	Wasserkörper	GEW_ID	Gewässer (AWGN)	Realisiert am	Maßnahmen	Basisstationierung von (km)	Basisstationierung bis (km)	Hauptziel	Ökologische Wirksamkeit	Maßnahmenträger	Kostenkategorie	Gesamtkosten	Finanzierung EU	Hauptziel: LAWA Code	(A) Kosten	(B) Länge / Größe der Maßnahme: Bewertung abhängig vom Gewässertyp	(C) Schlüsselfunktion (in Abhängigkeit von angrenzenden Bauwerken ggf. jeweils neu zu bewerten)	(D) Maßnahme mit Pilotcharakter bzgl. Übertragbarkeit	Punktesumme	Sonderfall: ja / nein	Gesamtbewertung ≤6 nicht erforderlich ≤9 Einzelfallbetrachtung >9 Monitoring wird empfohlen Sonderfall	Erfolgskontrolle vorgeschrieben: ja / nein
5836	65-03	12929	Brenz	18.04.2012	Brenz 31.1-32.05 S - Herbrechtingen	31, 10	32, 05	Verbesserung Gewässerstruktur	hoch	Land	> 200.000 €	930.000 €	40%	70, 71, 72, 73	3	3	3	3	12	nein	12	ja

	Kriterien zur Bewertung der Erforderlichkeit von biologischen Erfolgskontrollen bei Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur	Erläuterungen zum Verständnis bei der Umsetzung der Bewertungstabelle	Punkte		
			1	2	3
Gewässerstruktur	(A) Kosten	Es sind die Kostenangaben - wenn möglich - der Genehmigungsplanung heranzuziehen.	≤ 50.000 €	> 50.000 bis ≤ 200.000 €	> 200.000 €
	(B) Länge / Größe der Maßnahme: Bewertung abhängig vom Gewässertyp	Aus BRS gemessen oder anhand Fluss-km bestimmt; bei kleinen Gewässern (Sohlbreite ≤ 5m) können Längen von 100-200 m bereits mit Punktzahl 3 versehen werden.	≤ 100 m	>100 bis ≤ 500m	> 500 m
	(C) Schlüsselfunktion (in Abhängigkeit von angrenzenden Habitaten ggf. jeweils neu zu bewerten)	Funktion von entscheidender Bedeutung für die Zielerreichung im Wasserkörper; wichtige Maßnahme; Hauptmaßnahme	gering	mittel	hoch
	(D) Maßnahme mit Pilotcharakter bzgl. Übertragbarkeit	Beispielprojekt; Testvorhaben; Erprobung neuer Maßnahmentypen	gering	mittel	hoch
	Gesamtbewertung S		Punkte	Folgerung	
	gering		≤ 6	Monitoring nicht erforderlich	
	mittel		7 bis ≤ 9	Einzelfallbetrachtung	
	hoch		> 9	Monitoring wird empfohlen	
# in Sonderfällen kann bei Maßnahmen mit besonderer Bedeutung unabhängig von der Punktezahl eine Erfolgskontrolle erforderlich sein			<b>Σ 12</b>		

Etwa 3,5 km oberhalb und unterhalb der Maßnahme liegen zwei Messstellen aus dem Landesüberwachungsnetz (BZ011 und BZ012), die beide mit in die Wasserkörperbewertung eingehen. Für die Makrophyten und Diatomeen sowie für das Modul Makrozoobenthos / Saprobie zeigen die Ergebnisse beider Messstellen die Zustandsklasse „gut“ an. Für das Modul Makrozoobenthos / Allgemeine Degradation zeigt das Ergebnis der oberhalb liegenden Messstelle „unbefriedigend“, der unterhalb liegenden Messstelle „mäßig“ an.

Beide Messstellen werden mit in das maßnahmenbegleitende Monitoring zur Erfolgskontrolle einbezogen.

Gemäß Übersichtskartierung Baden-Württemberg (5-stufig) ist die Brenz im unmittelbaren Projektgebiet als „stark verändert“ (Klasse 4) bewertet. Die Feinkartierung wurde durchgeführt.

### Vergleichsverfahren

Primär Ortsvergleich: Messstelle oberhalb Projektstrecke (Referenz) mit Projektstrecke

Bedingt auch Zeitvergleich, da die Erhebungen zunächst auf drei Jahre angelegt sind. Durch dieses Vorgehen können Trends und Entwicklungen aufgezeigt werden.

Indikatorenauswahl (siehe Tab. 2.2.2)

Makrozoobenthos, Fische, Makrophyten, Gewässerstruktur (Feinverfahren).

Zeitlicher und räumlicher Untersuchungsrahmen (siehe Tab. 2.2.3 und 2.2.4)

### 1.2.4 Ergebnisse der maßnahmenbegleitenden Erfolgskontrolle

#### Funktionskontrolle

Im Rahmen der Bauabnahme am 18.04.2012 wurde die plangemäße Ausführung der Maßnahmen an den Projektstrecken vom Vorhabensträger und Bauleiter überprüft und bestätigt. Alle Einzelmaßnahmen wie das Einbringen von Steinbuhnen zur Strömungslenkung, der Einbau von Totholzstrukturen und das Abflachen der Ufer unterlagen einer Funktionskontrolle.

#### Monitoring zur Erfolgskontrolle

Mit den Untersuchungen wurde 2012 begonnen. Ein abschließender Ergebnisbericht steht noch aus.

Tab. 2.2.2: Maßgebende Qualitätskomponenten der geplanten Maßnahmen

Maßnahmentypen nach LAWA		Biologische Qualitätskomponenten				Unterstützende Qualitätskomponenten		
Typ-Nr.	Bezeichnung	Phytoplankton (Untersuchung nur in Plankton führenden Gewässern)	Makrophyten und Phytobenthos	Makrozoobenthos	Fische	Gewässerstruktur	Abfluss (Wasserhaushalt)	Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten und chemische Parameter
<b>Maßnahmen im Sohl- und Uferbereich</b>								
70	Maßnahmen zur Habitatverbesserung durch Initiieren / Zulassen einer eigendynamischen Entwicklung		○	●	●	●		
71	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer im vorhandenen Profil		○	●	●	●		
72	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer durch Laufveränderung, Ufer- oder Sohlgestaltung		○	●	●	●		
73	Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Uferbereich			●	○	●		

● Hauptindikator (mit hohem Wirkungsbezug)

○ Zusatzindikator (mit weniger starkem Wirkungsbezug)

Tab. 2.2.3: Übersicht über die vorgesehenen Untersuchungen (Zeitraumen)

Qualitätskomponente	Erhebungen vor der Maßnahmenumsetzung	Erhebungen nach der Maßnahmenumsetzung		
		2012	2013	2014
<b>Biologische Qualitätskomponenten</b>				
Makrozoobenthos	keine	jeweils Frühjahr und Herbst		
Fische	keine	1x (August)	-	1x (August)
Makrophyten	keine	1x (August)	-	1x (August)
<b>Unterstützende Qualitätskomponente</b>				
Gewässerstruktur (Feinverfahren BW)	keine	-	-	November 2014

Tab. 2.2.4: Übersicht der Untersuchungsstellen (ohne Messstellen aus dem Landesüberwachungsnetz)

Qualitätskomponenten	Anzahl der Untersuchungsstellen	Anmerkungen
<b>Biologische Qualitätskomponenten</b>		
Makrozoobenthos	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- davon eine Probestelle oberhalb Projektstrecke für Ortsvergleich (Referenz)</li> <li>- vier Probestellen innerhalb der Projektstrecke mit unterschiedlichen Strukturen / Strömungsverhältnissen</li> </ul>
Fische	3 (Abschnitte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- davon eine Probestelle oberhalb Projektstrecke für Ortsvergleich (Referenz)</li> <li>- zwei Probestellen innerhalb Projektstrecke</li> </ul>
Makrophyten	3 (Abschnitte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- davon eine Probestelle oberhalb Projektstrecke für Ortsvergleich (Referenz)</li> <li>- zwei Probestellen innerhalb Projektstrecke</li> </ul>
<b>Unterstützende Qualitätskomponente</b>		
Gewässerstruktur (Feinverfahren BW)	gesamte Projektstrecke	Für die Interpretation besonders relevante Parameter sind Laufentwicklung, Strömungsdiversität / Tiefenvarianz, Sohlenstruktur und Uferstruktur.