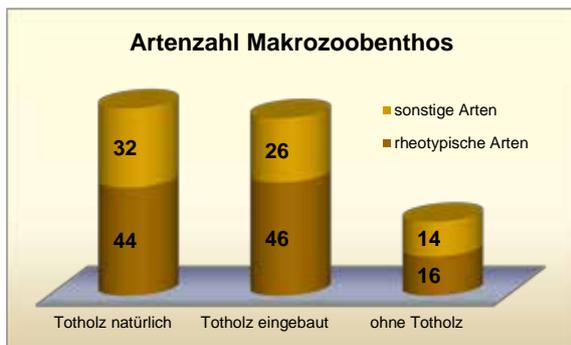


Wasserrahmenrichtlinie Band 8



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



**Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
in Niedersachsen**

**Merkblatt zum Maßnahmen
begleitenden Monitoring**

**Biologische Erfolgskontrolle
hydromorphologischer Maßnahmen
an Fließgewässern**



Niedersachsen



Wasserrahmenrichtlinie Band 8

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

**Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
in Niedersachsen**

**Merkblatt zum Maßnahmen
begleitenden Monitoring**

**Biologische Erfolgskontrolle
hydromorphologischer Maßnahmen
an Fließgewässern**

Stand 2012



Niedersachsen

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Bearbeitung:

Umweltbüro Schwahn, Kiel
im Auftrag des NLWKN, Geschäftsbereich III
Eva Abée, Petra Neumann, Dr. Katharina Pinz
unter Mitarbeit des LAVES-Dezernat Binnenfischerei

1. Auflage: 2012, 500 Stück

Schutzgebühr: 5,- Euro
zuzüglich Versandkostenpauschale

Bezug:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Göttinger Chaussee 76 A
30453 Hannover
<http://webshop.nlwkn.niedersachsen.de>

Gestaltung:

Bettina Kuckluck, NLWKN Lüneburg

Titelbilder:

Hunte bei Wildeshausen (Laufverlängerung Aschenbeck-
sche Insel), Totholzeinbringung in die Hunte (Modellpro-
jekt Hunte 25), Fotos: NLWKN Brake-Oldenburg

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Inhaltsverzeichnis

Den Erfolg dokumentieren	5
1 Grundlegendes zur Funktion, zum Ablauf und zum Untersuchungsdesign der Erfolgskontrolle	6
2 Erfassung und Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten.....	8
3 Maßnahmenbezogene Erfolgskontrolle.....	9
3.1 Vorbemerkung	9
3.2 Gewässerstruktur im Uferbereich und in der Sohle	10
3.3 Durchgängigkeit.....	12
3.4 Wasserhaushalt	13
3.5 Geschiebehaushalt und Sedimentmanagement.....	15
3.6 Gewässerunterhaltung.....	16
3.7 Verockerung.....	18
4 Umsetzung des Merkblattes – Was ist zu tun?	20
5 Literatur- und Quellenverzeichnis.....	21
5.1 Zitierte Literatur.....	21
5.2 Biologische Untersuchungs- und Bewertungsverfahren.....	22
Verzeichnis der bisher in dieser Reihe publizierten Berichte	24

Tabellen

Tabelle 1: Biologische Qualitätskomponenten und ihre Untersuchungsverfahren	8
Tabelle 2: Auswahlempfehlung für die biologischen Qualitätskomponenten	9
Tabelle 3: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Sohl- und Ufermaßnahmen“.....	11
Tabelle 4: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Durchgängigkeit“	13
Tabelle 5: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Wasserhaushalt“	14
Tabelle 6: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Geschiebe- und Sedimenthaushalt“.....	16
Tabelle 7: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Gewässerunterhaltung“	18
Tabelle 8: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Andere hydromorphologische Belastungen (Verockerung)“	19

Abbildungen

Abbildung 1: Beziehungsgefüge der Analyse- und Arbeitsschritte einer effizienten Revitalisierungsplanung (verändert nach JÖDICKE et al. 2010)	6
Abbildung 2: Konzeption zur Dokumentation des Ist-Zustands innerhalb oder außerhalb der Maßnahmenstrecke (verändert nach JÖDICKE et al. 2010)	7

Den Erfolg dokumentieren

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) bedeutet Daseinsvorsorge, für uns und für die nachfolgenden Generationen. Wasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. Deshalb ist es wichtig, dass Bäche und Flüsse als landschaftsgestaltende Elemente Tieren und Pflanzen einen typ- und artgerechten Lebensraum bieten und gutes Wasser für alle Lebewesen bereithalten. Eine nachhaltige Bewirtschaftung der Ressource Wasser hinsichtlich Menge und Qualität, Vermeidung von Dürren und Überschwemmungen, aber auch zum Schutz der wasserabhängigen Lebensräume und Arten ist gefordert.

Der Zustand der Gewässer steht für die Qualität der Landschaft insgesamt. Aus diesem Grund ist es wichtig, diesen Zustand durch eine regelmäßige Gewässerüberwachung ständig im Blick zu haben. Da aber die Ergebnisse der Gewässerüberwachung deutlichen Handlungsbedarf bei vielen Gewässern signalisieren, sind Maßnahmen notwendig, um – wie es die WRRL formuliert – „einen guten ökologischen Zustand/ein gutes ökologisches Potential“ und einen „guten chemischen Zustand“ zu erreichen.

Maßnahmen sind das Mittel zum Erreichen des guten Zustands der Gewässer. Um zu erkennen, ob Maßnahmen zielgerichtet wirken und maßgeblich zur Beseitigung der festgestellten Defizite beitragen, sind Erfolgskontrollen zwingend notwendig. Auch heute ist die Effektivität von bestimmten Maßnahmen in Bezug auf die Auswirkung auf die aquatische Fauna und Flora leider noch unzureichend im Detail untersucht und belegt. Es sind Kontrollen notwendig, um Fehler zu vermeiden.

Erfolgskontrollen sind ein wichtiger Schritt, um Maßnahmen in ihrer Qualität zu verbessern, aber auch um Aussagen zum Umfang (Quantität) von Maßnahmen zu erhalten. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wächst das Wissen im Umgang mit erfolgreichen Maßnahmen. Eine Effizienz ist nur gewährleistet, wenn gezielt die richtigen Maßnahmen für den jeweiligen Fall ergriffen werden. Über die Jahre kann sich so mit wachsender Erfahrung der zu Anfang erforderliche große Umfang von Erfolgskontrollen verringern. Die Erfahrung wird sich aber nur dann einstellen, wenn bei der Erfolgskontrolle die richtigen Fragen mit geeigneten Methoden beantwortet und diesen Prozess auch nach außen zu kommuniziert wird.

Das Merkblatt ist eine praxisorientierte Kurzfassung des umfangreicheren Gutachtens der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) „Biologische Erfolgskontrollen durchgeführter Maßnahmen in Fließgewässern im Rahmen der Umsetzung der WRRL, LAWA Projekt-Nr. O11.08 (JÖDICKE et al. 2010)“. Die Inhalte wurden auf die niedersächsischen Verhältnisse der Fließgewässer inklusive der Marschengewässer zugeschnitten und berücksichtigen vorrangig das biologische Monitoring von Revitalisierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Hydromorphologie. Aussagen zu Finanzierungsmöglichkeiten des Monitorings sind nicht Gegenstand der vorliegenden Ausarbeitung.

Das Merkblatt richtet sich an Fachleute und interessierte Maßnahmenträger zur Orientierung, wie ein repräsentatives Maßnahmen begleitendes biologisches Monitoring auszugestaltet ist.

Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser.

1 Grundlegendes zur Funktion, zum Ablauf und zum Untersuchungsdesign der Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle ist ein wichtiger Baustein im Planungsprozess für die praktische Umsetzung der Wasser- rahmenrichtlinie. Um diesen Zusammenhang zu verdeut-

lichen, wird daher kurz auf die Stellung und Funktion der Erfolgskontrolle im Planungsablauf von Fließgewässerrevitalisierungen eingegangen (Abbildung 1).

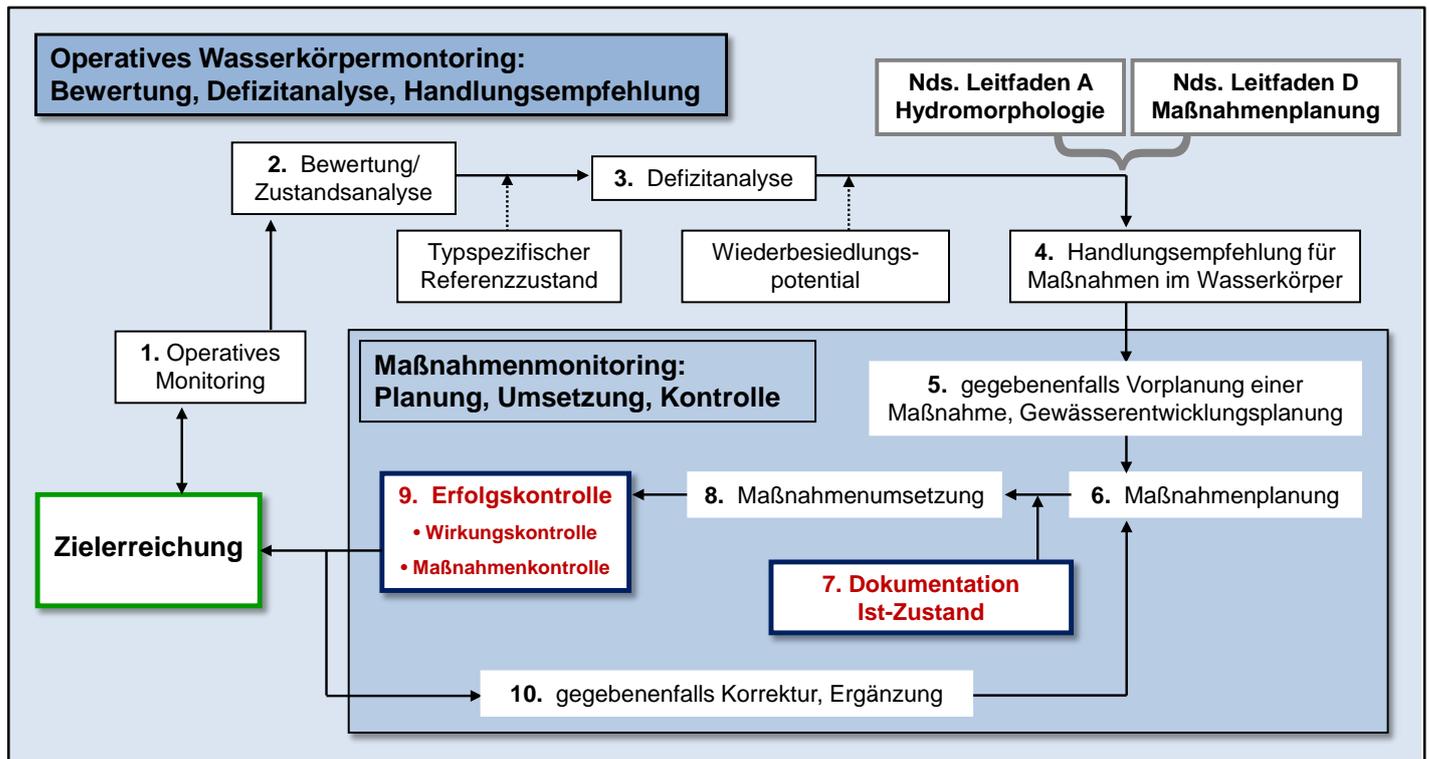


Abbildung 1: Beziehungsgefüge der Analyse- und Arbeitsschritte einer effizienten Revitalisierungsplanung (verändert nach JÖDICKE et al. 2010)

Der Prozess beginnt im Rahmen des operativen Monitorings mit der Feststellung des Ist-Zustands ("Zustandsanalyse") (Schritt 1 und 2).

Darauf folgt der Vergleich des Ist-Zustands mit dem Soll-Zustand ("Gewässertypspezifischer Referenzzustand") und die Benennung der Defizite ("Defizitanalyse") (Schritt 3). Aus der anschließenden Handlungsempfehlung (Schritt 4), in der die Grenze der Machbarkeit anhand des vorhandenen Wiederbesiedlungspotentials berücksichtigt werden muss, leitet sich der Katalog an Maßnahmen ab, die notwendig sind, um diese Defizite zu beseitigen. Damit kann die Maßnahmenplanung (Schritt 5 und 6) beginnen.

Natürlich will man wissen, ob die geplanten Maßnahmen effektiv sind, denn Maßnahmen kosten viel Geld. Hier kommt die Erfolgskontrolle ins Spiel. Hierfür ist sowohl eine Dokumentation des Ist-Zustands vor der Maßnahmenumsetzung (Schritt 7) als auch nach der Maßnahmenumsetzung (Schritt 9) wichtig.

Entscheidend für die Aussagekraft der Erfolgskontrolle ist die Wahl des richtigen Untersuchungsdesigns.

Daher sollen zunächst die jeder Erfolgskontrolle zu Grunde liegenden Prinzipien erläutert werden. Vor Ort ist das Untersuchungsprogramm dann den örtlichen Verhältnissen individuell anzupassen.

Grundsätzlich erforderlich ist eine Erfassung des Gewässerzustands, der die Situation vor Umsetzung der geplanten Maßnahmen darstellt (Ist Zustand).

Entweder liegen die Daten dafür schon vor (z. B. aus dem operativen Monitoring), oder sie müssen in einer Voruntersuchung innerhalb und oberhalb der geplanten Maßnahmenstrecke (Abbildung 2, Bild 1) erarbeitet werden.

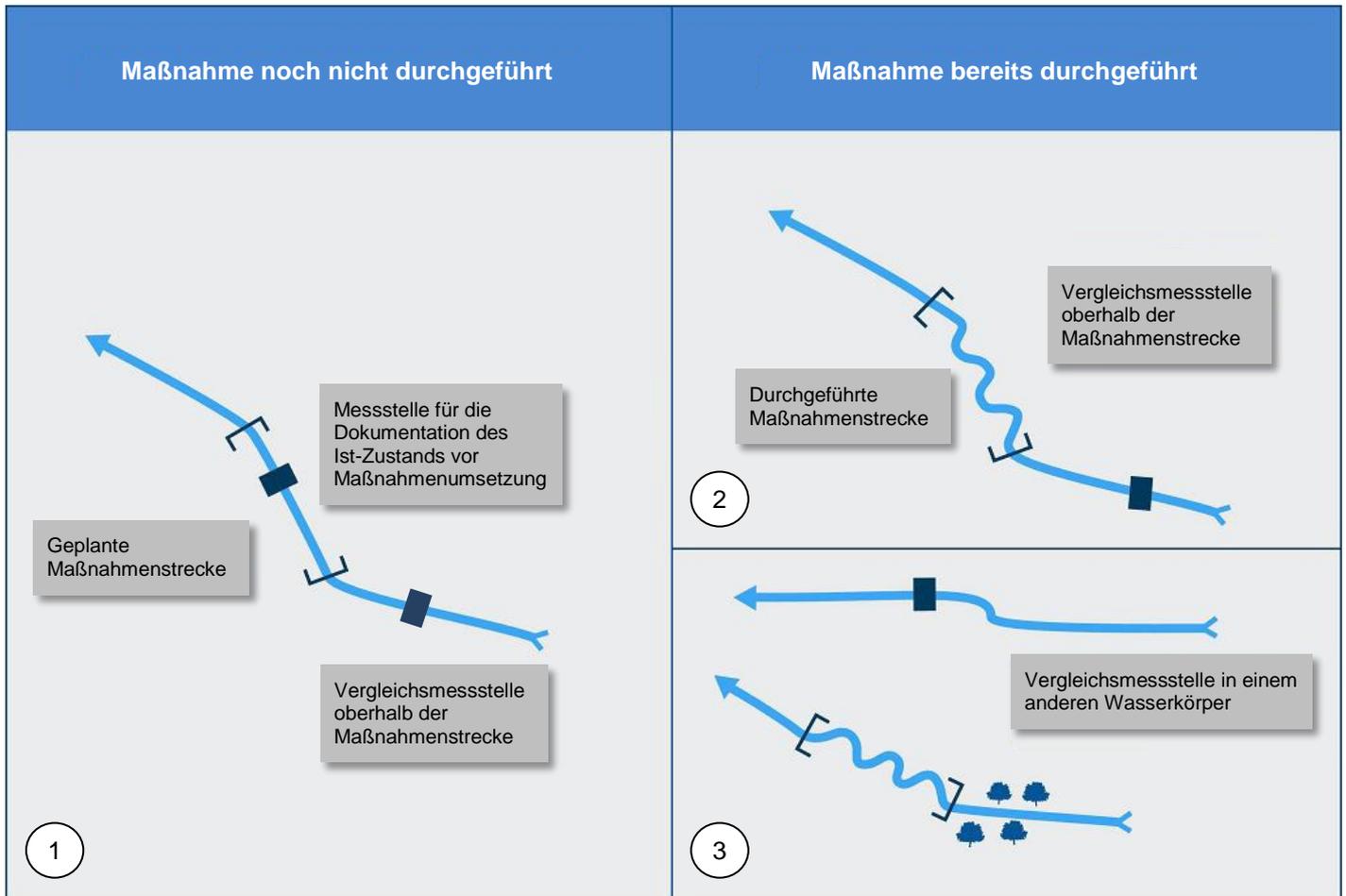


Abbildung 2: Konzeption zur Dokumentation des Ist-Zustands innerhalb (1) oder außerhalb (2, 3) der Maßnahmenstrecke (verändert nach JÖDICKE et al. 2010)

Wurde eine Voruntersuchung nicht durchgeführt oder sind vorhandene Daten nicht ausreichend oder nicht aktuell, ist ein Vergleich einer ähnlichen Gewässerstrecke, die durch die Maßnahme nicht betroffen ist, in Ausnahmefällen auch sinnvoll (Abbildung 2, Bild 2 und Bild 3). Die Vergleichsstrecke hat dabei identische Randbedingungen aufzuweisen wie die Maßnahmenstrecke. Die Vergleichsstrecke sollte dabei in einem oberhalb gelegenen Gewässerabschnitt liegen, da mit Auswirkungen der Maßnahmen nicht nur im direkten Maßnahmenbereich sondern auch in abwärts gelegene Abschnitte gerechnet werden sollte.

Nach Durchführung der Maßnahme folgt in einem bestimmten Zeitabstand die Nachuntersuchung mit gleicher Methodik. Ansonsten ist eine Vergleichbarkeit nicht gegeben.

Aus dem Vergleich von Vor- und Nachuntersuchung (Vorher-Nachher-Vergleich) lässt sich der Erfolg oder Misserfolg einer Maßnahme ablesen (Soll-Ist-Vergleich). Eine fotografische Dokumentation des Ausgangszustands und der Veränderungen ist sinnvoll.

Die Erfolgskontrolle besteht also zwangsläufig immer aus einer Voruntersuchung und mindestens einer Nachuntersuchung.

Eine Vergleichsmessstelle zur Erfassung des Ist-Zustands oberhalb der Maßnahmenstrecke ist unabhängig vom Gewässertyp immer notwendig, um auftretende, nicht maßnahmenbedingte Veränderungen zu identifizieren (Abbildung 2, Bild 1). Eine weitere Vergleichsmessstelle unterhalb der Maßnahmenstrecke ist optional einzurichten und liefert Erkenntnisse über die Wirkungsreichweite der Maßnahme.

2 Erfassung und Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten

Für die Erfassung und Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten gemäß den Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie wurden in den letzten Jahren die Verfahren PHYLIB, PERLODES, PhytoFluss sowie fiBS entwickelt. Die Verfahren lassen sich in der Regel bundesweit auf alle Fließgewässertypen anwenden. Ohne detaillierter auf sie eingehen zu wollen: die Verfahren ermitteln über die qualitative und quantitative Zusammensetzung indikativer Arten und unter Berücksichtigung der typspezifischen Referenzbedingungen die ökologische Zustandsklasse einer Probestelle. Diese Erfassungs- und Bewertungsverfahren werden unter Berücksichtigung zusätzlicher maßnahmenpezifischer Anforderungen auch als Basisverfahren zur Durchführung oder Bewertung von Erfolgskontrollen empfohlen. Für Marschgewässer sind spezielle Basisverfahren entwickelt worden (bzw. befinden sich noch in der Entwicklung), die entsprechend anzuwenden sind (z. B. BEMA, BMT, TOM, siehe Literaturverzeichnis: Biologische Untersuchungs- und Bewertungsverfahren).

Zusätzlich werden in Abhängigkeit von den im Einzelfall durchgeführten Maßnahmen weitere ergänzende Untersuchungen und Auswertungen notwendig (siehe Kapitel "Maßnahmenbezogene Erfolgskontrolle").

So ist z. B. das PERLODES-Verfahren zur Erfassung und Bewertung des Makrozoobenthos als Übersichtsverfahren zur bundesweiten Einstufung von Fließgewässern verschiedener Typen nach Wasserrahmenrichtlinie in fünf Qualitätsstufen konzipiert. Dementsprechend unscharf reagiert es auf die eher schleichenden faunistischen Veränderungen in der Folge von Revitalisierungsmaßnahmen. Unbedingt erforderlich ist daher für die Quali-

tätskomponente Makrozoobenthos der zusätzliche Einsatz eines additiven Verfahrens, das sowohl eine andere Vorgehensweise bei der Probenahme als auch die vollständige Bearbeitung des gesamten biologischen Probenmaterials vorsieht (z. B. DIN 38410-1, hydrobiologische Bestandsaufnahme des Makrozoobenthos). Daher sind Bewertungsverfahren, welche auf den aussagekräftigen, anspruchsvolleren Fließgewässerarten aufbauen, wie beispielsweise das für Niedersachsen entwickelte BBM-Verfahren (Biozönotisches Bewertungsverfahren Makrozoobenthos, NLWKN 2008, siehe Literaturverzeichnis: Biologische Untersuchungs- und Bewertungsverfahren) anzuwenden.

Auch für die Bewertung von Maßnahmen anhand der Fischfauna ist es wichtig, sich im Vorfeld Gedanken über das Untersuchungsdesign zu machen. Obwohl der Erfolg verschiedener Maßnahmen grundsätzlich mit fiBS bewertet werden kann, können spezifische Anpassungen im Untersuchungsdesign erforderlich sein, da bei der Konzeption des Verfahrens die Bewertung von Wasserkörpern und nicht einzelner Maßnahmen im Vordergrund stand.

Das Monitoring zur Erfolgskontrolle sollte so lange fortgesetzt werden bis eine eindeutige Aussage über den Erfolg einer Maßnahme gemacht werden kann. Dies ist maßnahmenabhängig und kann mehrere Jahre andauern.

Basisverfahren und einzelfallspezifische, ergänzende Verfahren sind die notwendigen Bewertungsgrundlagen aller Erfolgskontrollen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Biologische Qualitätskomponenten und ihre Untersuchungsverfahren

Biologische Qualitätskomponenten Untersuchungsverfahren (Basis)	
Fische	fiBS
Makrozoobenthos (MZB)	PERLODES, Marschengewässer: TOM, MGBI
Makrophyten	PHYLIB, Marschengewässer: BEMA, BMT
Phytobenthos	
Biologische Qualitätskomponenten erforderliche ergänzende Untersuchungsverfahren	
Fische	z. B. Fischauf- und Fischabstiegskontrollen; Erfassung der Wanderfische; Kartierung von Laichplätzen; fischökologische Bewertung von Auengewässern
Makrozoobenthos	z. B. DIN 38410-1, hydrobiologische Bestandsaufnahme, Auswertung nach maßnahmenrelevanten Kriterien z. B. BBM (NLWKN 2008)
Makrophyten	z. B. Verfahren nach Weyer, K. van de (WEYER 2008); pflanzensoziologische Kartierung; Biotopkartierung
Phytobenthos	nicht erforderlich

3 Maßnahmenbezogene Erfolgskontrolle

3.1 Vorbemerkung

Auf die Notwendigkeit eines Maßnahmen begleitenden Monitorings zur Erfolgskontrolle von Maßnahmen wird bereits in der Konzeption des Gewässerüberwachungssystems Niedersachsen (GÜN) – Gütemessnetz Fließgewässer und stehende Gewässer (NLWKN 2010 a, S.10) hingewiesen. Hier heißt es, ein Monitoring von Einzelmaßnahmen bedarf in der Regel eines anders konzipierten Untersuchungsprogramms, um den Erfolg der jeweiligen lokalen Maßnahme darzustellen. Praktische Beispiele für ein gelungenes maßnahmenbezogenes Monitoring von strukturverbessernden Maßnahmen in Niedersachsen sind im Rahmen des Modellprojektes Hunte 25 anhand des Makrozoobenthos dargestellt worden (KNUTH & SUHRHOFF 2009). Weitere gute Beispiele liefert das Modellprojekt Wümme für Makrozoobenthos und Fische (NLWKN 2005–2009). Bezüglich Art und Weise von Funktionskontrollen an Fischaufstiegsanlagen können Gutachten zur Hunte, Grawiede, Lohne und Großen Aue herangezogen werden (NLWKN 2010, NLWKN 2011). Interessante biologische Erfolgskontrollen zur Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung werden im Auftrag des Landesverbandes der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein durchgeführt und dokumentiert (STILLER 2011).

Unterschiedliche Maßnahmen haben unterschiedliche Auswirkungen, auf die die biologischen Qualitätskomponenten verschieden stark reagieren. Es ist nach der Wasserrahmenrichtlinie vorgegeben und kosteneffizient, die Komponente, die auf die jeweilige Maßnahme am empfindlichsten reagiert, als Indikator für die Erfolgskontrolle zu verwenden. Daher werden für die unterschiedlichen Maßnahmen auch unterschiedliche Komponenten als die Indikatoren der Wahl empfohlen.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde eine Auswahlempfehlung formuliert, welche Komponente für die Bewertung der wichtigsten Stressoren zu berücksichtigen ist (Tabelle 2). In den weiteren Kapiteln werden zusätzlich Angaben für die biologischen Komponenten wie Anzahl der Messstellen/Messstrecken und Untersuchungshäufigkeit und -dauer gemacht. Je nach vorgesehener Maßnahme kann dieses unterschiedlich sein, so dass gegebenenfalls abweichende Erfordernisse sinnvoll sind. Das konkrete Monitoring muss daher im Einzelfall mit den in Kapitel 4 genannten Kontaktpersonen abgesprochen werden.

Die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen/-gruppen sind dem Maßnahmenkatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2009) und dem Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer, Teil A Hydromorphologie (NLWKN 2008) entnommen.

Tabelle 2: Auswahlempfehlung für die biologischen Qualitätskomponenten

Stressor	Biokomponente	Bemerkung
Gewässerstruktur	Makrozoobenthos	obligatorisch
	Fische	häufig obligatorisch
	Makrophyten	optional
Durchgängigkeit	Fische	obligatorisch
	Makrozoobenthos	optional
Wasserhaushalt	Makrozoobenthos	obligatorisch
	Fische	optional
Geschiebehaushalt	Makrozoobenthos	obligatorisch
	Fische	optional
Gewässerunterhaltung	Makrophyten und Makrozoobenthos	obligatorisch
	Fische, Phytobenthos	optional
Verockerung	Makrozoobenthos	obligatorisch
	Ergänzend: Chemie	obligatorisch

3.2 Gewässerstruktur im Uferbereich und in der Sohle

Naturnahe Gewässer sind geprägt von vielfältigen Strukturen und Strömungsmustern im Gewässerprofil. Begradigte Gewässer können unter anderem erhebliche Erosionstendenzen aufweisen, was sich durch einen erhöhten Sedimenttransport sowie durch eine fortschreitende Tiefen- und Breitenerosion bemerkbar macht. In Tieflandbächen und -flüssen zeigen solche Fließgewässer eine deutliche Tendenz zu instabilen Sedimenten und starken Übersandungen der natürlichen Gewässersohle, wie etwa Kiesbänken. Die Prozesse werden durch Sandeintrag von angrenzenden Flächen (Wasser- und Winderosion) noch verstärkt. Auf Grund der Erosion kann es auch im Laufe der Zeit durch feinmaterialischen Eintrag auf die Sohle zu Kolmationserscheinungen kommen. Dies bedeutet eine Reduktion des Porenvolumens und eine Verfestigung des Sohlenmaterials. Somit wird das Sandlückensystem – Lebensraum für viele Wasserlebende Organismen – empfindlich gestört mit der Folge einer temporären oder dauerhaften Abnahme der Durchlässigkeit des Gewässerbetts. Hinzu stellt die Ausräumung von Habitaten wie Längsbänken oder Totholzansammlungen im Rahmen der Gewässerunterhaltung ein besonderes Problem dar. Standortgerechte Ufergehölze, die einerseits ein breites Biotopspektrum und andererseits wichti-

ge Impulse zur Eigendynamik und Biotopvielfalt stellen, fehlen häufig. All diese Phänomene bedingen eine Verarmung der Fließgewässerbiozönose.

Der LAWA-Katalog und der Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer, Teil A sehen dafür folgende Maßnahmen vor:

- Maßnahmen zum Initiieren/Zulassen einer eigendynamischen Gewässerentwicklung einschließlich begleitender Maßnahmen
- Maßnahmen zur Vitalisierung des Gewässers (u. a. Sohle, Breiten- und Tiefenvarianz, Substrat) innerhalb des vorhandenen Profils
- Maßnahmen zur Habitatverbesserung im Gewässer durch Laufverlängerung, Ufer- oder Sohlengestaltung inkl. begleitender Maßnahmen
- Maßnahmen zur Verbesserung von Habitaten im Uferbereich (z. B. Gehölzentwicklung)

In Hinblick auf die Degradation von Sohle und Ufer besitzen die Komponenten Makrozoobenthos und zum Teil die Fische die besten Indikationseigenschaften. Optional können zudem die Makrophyten herangezogen werden.



Makrozoobenthos (MZB)

Generell ist von mindestens einer Messstelle innerhalb der Maßnahmenstrecke und einer Vergleichsstation oberhalb der Maßnahmenstrecke auszugehen. Bei signifikanten Wechseln der gewässermorphologischen Bedingungen innerhalb der Maßnahmenstrecke oder bei langen Gewässerstrecken sind weitere Messstellen einzurichten. Biologische Basisverfahren (i. d. R. PERLODES, TOM, MGBI) und ergänzende Verfahren (DIN 38410-1) sind anzuwenden. Notwendig sind weitere Probenahmen im Jahresverlauf und die vollständige Bearbeitung des Probenmaterials. Der Zeitraum zwischen Vor- und Nachuntersuchung sollte erstmals 2 Jahre oder in Abhängigkeit von der Gewässerdynamik bzw. Maßnahme maximal 3 Jahre nach Maßnahmenumsetzung betragen. Danach beträgt die Untersuchungsfrequenz in der Regel 3 Jahre. Bei einer hohen Gewässerdynamik können aber auch kürzere Untersuchungsintervalle sinnvoll sein. Flüsse machen aufgrund der höheren Wassertiefe eine Anpassung der Probenahmemethode erforderlich. Hilfreich sind auch Luftkescherfänge flugfähiger Arten, über die Zusatzinformationen gewonnen werden können.



Fische (häufig obligatorisch)

Die Lage der Untersuchungsstrecken ist stark von Art und Ausdehnung der vorgesehenen Maßnahme abhängig. Sie müssen so gewählt werden, dass sich mögliche Auswirkungen auch darstellen lassen. Entsprechend des generellen Untersuchungsdesigns ist von mindestens einer Messstelle innerhalb der Maßnahmenstrecke und einer Vergleichsstation oberhalb oder auch unterhalb der Maßnahmenstrecke auszugehen. Bei einem signifikanten Wechsel der Gewässermorphologie innerhalb einer langen Maßnahmenstrecke ist die Bestandsaufnahme einer weiteren Strecke sinnvoll. Bei Maßnahmen zur Verbesserung der Sohle durch Einbringen von Kiesdepots oder Kiesbänken kann auch die Dokumentation der Laichaktivität bestimmter Zielarten (Forellen, Neunaugen) hilfreich sein. Ge-

rade bei solchen Maßnahmen ist eine Erfolgskontrolle auch unterhalb der Maßnahmenstrecke durchzuführen, da Eier und Larven natürlicherweise stark verdriftet werden und die Jungfische zumindest im ersten Lebensjahr i. d. R. in stromab eines Laichplatzes gelegenen Gewässerabschnitten heranwachsen. Hierdurch lässt sich die Effektivität der Maßnahme insbesondere im Hinblick auf die Funktion als Laichhabitat besser beurteilen.



Makrophyten (optional)

Auch die Teilkomponente Makrophyten kann ein wichtiger Untersuchungsparameter zur Erfolgskontrolle von strukturverbessernden Maßnahmen sein. Insbesondere wenn die Maßnahmen zu einer erhöhten Strömungsdiversität oder zur Entwicklung von Flachwasserzonen und Substratvielfalt führen, können sich z. B. typische flutende Wasserpflanzen ansiedeln und/oder die Deckungsgrade der Makrophyten können sich gewässertypspezifisch einstellen. Zu empfehlen ist mindestens eine Messstelle innerhalb des Maßnahmenbereiches sowie eine Vergleichsmessstelle oberhalb des Maßnahmenbereiches. Da eine Wirkungsreichweite in Abschnitte unterhalb der Maßnahmenstrecke nicht anzunehmen ist, wird eine weitere Vergleichsmessstelle nicht als erforderlich angesehen. Für alle Messstellen ist der Status quo über eine Voruntersuchung zu erfassen.

Die Erfassung der Qualitätskomponente Makrophyten sollte in der Regel erstmals 2 Jahre nach Maßnahnumsetzung, danach alle 3 Jahre erfolgen.

Tabelle 3: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Sohl- und Ufermaßnahmen“

Untersuchungsparameter	Erfordernisse/Empfehlungen
Indikative Komponenten	Makrozoobenthos (obligatorisch), Fische (häufig obligatorisch) Makrophyten (optional)
Anzahl Messstellen	<ul style="list-style-type: none"> · für alle Messstellen/Befischungstrecken ist eine Voruntersuchung erforderlich · MZB/Fische/Makrophyten: mindestens eine Messstelle/Befischungstrecke im Maßnahmenbereich · MZB/Fische/Makrophyten: eine Messstelle/Befischungstrecke oberhalb des Maßnahmenbereiches
Untersuchungsfrequenz	<ul style="list-style-type: none"> · MZB/Makrophyten: i. d. R. alle 3 Jahre, erstmals 2–3 Jahre nach Maßnahnumsetzung (in Abhängigkeit von der Gewässerdynamik bzw. Maßnahme) · Fische i. d. R. alle 2 Jahre; in Abhängigkeit von der Maßnahme evtl. bereits im gleichen oder folgenden Jahr
Untersuchungsdauer	<ul style="list-style-type: none"> · MZB/Makrophyten: mindestens zwei Untersuchungsintervalle nach 2 und 5 Jahren, · Fische: in Abhängigkeit von der Maßnahme
Fließgewässertypspezifische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> · MZB: spezielle Untersuchungsmethodik an Flüssen/Strömen/Marschengewässern; Zusatzinformationen durch Luftkescherfänge · Fische: spezielle Untersuchungsmethodik in Abhängigkeit von der umgesetzten Maßnahme z. B. Elektrobefischungen oder Reusenuntersuchungen
Gewässerstruktur und chemisch-physikalische Parameter (optional)	<ul style="list-style-type: none"> · Detailstrukturkartierung: Voruntersuchung, Nachuntersuchungen in Abhängigkeit der natürlichen Dynamik; ggf. Kartierung nach starkem Hochwasser (NLWKN 2010 b) · Messung chemisch-physikalischer Parameter i. d. R. nicht erforderlich, im Einzelfall ist eine optionale Untersuchung zu prüfen
Zeitliche Prognose	<ul style="list-style-type: none"> · mittel- bis langfristig

3.3 Durchgängigkeit

Die Unterbrechung der linearen Durchgängigkeit durch Querbauwerke im Gewässer wirkt sich auf alle Biokomponenten aus. Vor allem aber sind die Fischbestände betroffen. Diese sind in unterschiedlichen Altersstadien auf verschiedene Lebensräume angewiesen, die sie zum Abtauchen, als Jungfischhabitat, zur Nahrungssuche, als Rückzugsgebiet bei Hochwasser oder als Winterstand nutzen. Sind diese Teillebensräume aufgrund von Wanderhindernissen nicht oder nur erschwert zu erreichen, so wird der Lebenszyklus empfindlich gestört. Die Folge sind Bestandsrückgänge oder der komplette Ausfall von Arten. Grundsätzlich ist neben dem Fischaufstieg immer auch der Fischabstieg zu gewährleisten.



Fische

In den folgenden Hinweisen geht es allein um die Kontrolle von Verbesserungsmaßnahmen, die sich auf ein einzelnes Bauwerk beziehen. Grundsätzlich bestimmt der summarische Effekt mehrerer Querbauwerke durch die kumulative Sperrwirkung den Fischbestand im Gewässer. Um diese Effekte jedoch beurteilen zu können, wäre ein entsprechendes Monitoring großräumiger anzulegen.

Wird die Durchgängigkeit durch Entfernung eines Wanderhindernisses bzw. durch Umbau zu einer über die gesamte Gewässerbreite reichenden Sohlgleite hergestellt, ist für die Dokumentation des Erfolgs sowohl vor und nach Durchführung der Maßnahme je eine ausreichend lange Befischungsstrecke ober- und unterhalb des Wanderhindernisses repräsentativ zu beproben. Wird die stromaufgerichtete Wanderung an einem Querbauwerk durch den Bau einer technisch oder naturnah gestalteten Fischaufstiegsanlage hergestellt, ist nach Errichtung der Anlage eine Funktionskontrolle entsprechend den Empfehlungen von EBEL et al. (2006) vorzusehen. Bei längeren naturnah gestalteten Bauweisen wie z. B. Sohlgleiten und Umgehungsgerinnen ist eine detaillierte Erfassung der Fischfauna im Bereich dieser Anlagen sinnvoll, um die zusätzliche Bedeutung als Fischlebensraum bzw. die Zuwanderung der Fische in das Oberwasser zu dokumentieren. Werden speziell Abstiegsanlagen an einem Querbauwerk eingebaut, ist deren Auffindbarkeit und Passierbarkeit für absteigende Fische mit geeigneten Methoden zu überprüfen (z. B. individuelle Erfassung der über einen bestimmten Zeitraum über eine Anlage abgestiegenen Fische).

Sofern die einmalige Funktionskontrolle (nach EBEL et al.) nach Umsetzung der Einzelmaßnahme hinreichend belegt, dass die Fischaufstiegsanlage funktioniert, müssen keine weiteren Kontrollen stattfinden. Anders verhält es sich, wenn einzelne Arten über längere Zeiträume „gemonitort“ werden sollen. Dieses hat jedoch nichts mit der Erfolgskontrolle der Maßnahmenumsetzung zu tun. Wenn die einmalige Funktionskontrolle Defizite an der Maßnahmenumsetzung aufzeigt, dann muss die Maßnahme nachgebessert werden und danach ist wieder eine Erfolgskontrolle durchzuführen, solange bis der Funktionsnachweis erbracht ist. Gleichmaßen wäre bei der Erfolgskontrolle von Maßnahmen für die Herstellung des Fischabstiegs zu verfahren. Hydraulische Messungen im Bereich von Sohlgleiten zur Kontrolle von Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen bei verschiedenen Abflüssen sind sinnvoll.

Der LAWA-Katalog und der Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer, Teil A sehen dafür folgende Maßnahmen vor:

- Maßnahmen zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an Stauanlagen (Talsperren, Rückhaltebecken, Speicher)
- Maßnahmen zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit an sonstigen wasserbaulichen Anlagen (z. B. Abstürze, Wehre, Wasserkraftanlagen und Schöpfwerke)

In Hinblick auf Maßnahmen zur Verbesserung der „Durchgängigkeit“ gelten die Fische als die Qualitätskomponente mit den besten Indikationseigenschaften.

Tabelle 4: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Durchgängigkeit“

Untersuchungsparameter	Erfordernisse/Empfehlungen
Indikative Komponente	Fische (obligatorisch)
Anzahl Messstellen	<ul style="list-style-type: none"> · Voruntersuchung: je eine Befischungsstrecke oberhalb und unterhalb des Aufstieghindernisses · mindestens eine Messstelle oberhalb des ehemaligen Aufstiegshindernisses · Beim Einbau einer technischen Fischaufstiegshilfe kann sich der Aufwand auf eine reine Funktionskontrolle des Fischpasses nach EBEL et al. (2006) reduzieren · Für Fischabstiegsanlagen an Wasserkraftanlagen sind gesondert zu vereinbarenden Kontrollen durchzuführen
Untersuchungsfrequenz	<ul style="list-style-type: none"> · mindestens einmal nach Umsetzung der Maßnahme zu verschiedenen Jahreszeiten
Untersuchungsdauer	<ul style="list-style-type: none"> · mindestens ein Untersuchungsintervall nach 1 und Wiederholung ggf. nach 2 Jahren
Fließgewässertypspezifische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> · keine
Gewässerstruktur und chemisch-physikalische Parameter	<ul style="list-style-type: none"> · Detailstrukturkartierung i. d. R. nicht erforderlich, im Einzelfall ist eine Detailstrukturkartierung zu prüfen (z. B. bei Anlage eines Umgehungsgerinnes, Bau einer Sohlgleite) (NLWKN 2010 b) · Messung chemisch-physikalischer Parameter nicht erforderlich · Hydraulische Messungen im Bereich von Sohlgleiten zur Kontrolle von Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen bei verschiedenen Abflüssen sind sinnvoll.
Zeitliche Prognose	<ul style="list-style-type: none"> · kurz- bis mittelfristig

3.4 Wasserhaushalt

Veränderungen des natürlichen Wasserhaushalts wirken sich negativ auf die Gewässerstruktur und auf die Gewässerlebensgemeinschaften aus. Hervorzuheben sind hier besonders die Verringerung des Mindestabflusses durch Entnahmen von Oberflächenwasser und/oder Grundwasser, künstliche Rückstaubereiche durch Querbauwerke oder die Veränderung des natürlichen Abflussverhaltens durch Versiegelung, wodurch sich die Häufigkeit und Intensität von Abflussspitzen erhöhen.

Eine Besonderheit stellen unter den Fließgewässertypen die Niedrigungsgewässer oder Fließgewässer der Marsch dar, bei denen die Auswirkungen von Stauhaltungen auf das Makrozoobenthos deutlich geringer ausfallen als in anderen Fließgewässertypen, da ihre Lebensgemeinschaften stark von Stillwasserarten geprägt werden.

Der LAWA-Katalog und der Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer, Teil A sehen dafür folgende Maßnahmen vor:

- Maßnahmen zur Gewährleistung des erforderlichen Mindestabflusses
- Verkürzung von Rückstaubereichen
- Sonstige Maßnahmen zur Wiederherstellung des gewässertypischen Abflussverhaltens
- Maßnahmen zur Reduzierung von nutzungsbedingten Abflussspitzen bzw. -schwankungen
- Maßnahmen zur Förderung des natürlichen Rückhalts (einschließlich Rückverlegung von Deichen und Dämmen sowie Reaktivierung von Altgewässern)

In Hinblick auf den Stressor „Wasserhaushalt“ besitzen die Komponenten Makrozoobenthos und Fische die besten Indikationseigenschaften.



Makrozoobenthos

Es ist mindestens eine Messstelle innerhalb der Maßnahmenstrecke und eine weitere Station oberhalb davon einzurichten. Biologische Basisverfahren (i. d. R. PERLODES, TOM, MGBI) und ergänzende Verfahren (DIN 38410-1) sind anzuwenden. Notwendig sind weitere Probennahmen im Jahresverlauf und die vollständige Bearbeitung des Probenmaterials. Für alle Messstellen ist eine Voruntersuchung durchzuführen. Die Folgeuntersuchungen sollten zunächst im zweiten Jahr nach der Maßnahme, danach alle drei Jahre nach Durchführung der Maßnahmen erfolgen.



Fische (optional)

Die Lage der Untersuchungsstrecken sowie die Untersuchungsmethodik sind stark von Art und Ausdehnung der vorgesehenen Maßnahme abhängig und müssen so gewählt werden, dass sich mögliche Auswirkungen auch darstellen lassen. Es sollte mindestens eine Strecke innerhalb und eine Strecke oberhalb der Maßnahmenstrecke befischt werden. Neben einer Voruntersuchung sollte i. d. R. alle 2 Jahre nach der Umsetzung der Maßnahme eine Befischung erfolgen.

Tabelle 5: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Wasserhaushalt“

Untersuchungsparameter	Erfordernisse/Empfehlungen
Indikative Komponenten	Makrozoobenthos (obligatorisch) und Fische (optional)
Anzahl Messstellen	<ul style="list-style-type: none"> • für alle Messstellen/Befischungsstrecken ist eine Voruntersuchung erforderlich • MZB/Fische: mindestens eine Messstelle bzw. Befischungsstrecke im Maßnahmenbereich • MZB/Fische: eine Messstelle/Befischungsstrecke oberhalb Maßnahmenbereich
Untersuchungsfrequenz	<ul style="list-style-type: none"> • MZB: alle 3 Jahre, erstmals 2 Jahre nach Maßnahmenumsetzung • Fische: i. d. R. alle 2 Jahre
Untersuchungsdauer	<ul style="list-style-type: none"> • mindestens zwei Untersuchungsintervalle • MZB: nach 2 und 5 Jahren • Fische: nach 2 und ggf. 4 Jahren
Fließgewässertypspezifische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • MZB: typspezifische und regionale Unterschiede hinsichtlich der möglichen Wirkung beachten (Niederungsgewässer, Marschengewässer) • Fische: keine
Gewässerstruktur und chemisch-physikalische Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Strukturkartierung i. d. R. nicht erforderlich, im Einzelfall ist eine optionale Untersuchung zu prüfen (Basiskartierung nach LAWA 2000; Detailstrukturkartierung nach NLWKN 2010 b) • Messung der chemisch-physikalischen Parameter i. d. R. nicht erforderlich, im Einzelfall ist eine optionale Untersuchung zu prüfen
Zeitliche Prognose	<ul style="list-style-type: none"> • mittelfristig

3.5 Geschiebehaushalt und Sedimentmanagement

Der Geschiebehaushalt von natürlichen Fließgewässern zeigt insbesondere im Mittellauf eine weitgehend ausgeglichene Bilanz von Anlandungen und Abtragungen innerhalb des Gewässerbetts. Durch die Landbewirtschaftung, insbesondere durch die Veränderung der Vegetation, die periodische Offenlegung der Bodenfläche und das Bestreben nach Entwässerung wird die Sedimentzufuhr in die Fließgewässer stark erhöht und zu einem gravierenden ökologischen Problem. Der vorübergehende Bau von Sandfängen im Nebenschluss kann hier Abhilfe schaffen, sollte aber grundsätzlich als Zwischenlösung verstanden werden. Oberes Ziel muss die Verringerung des anthropogen bedingten Sedimenteintrages bleiben. Stauanlagen, Talsperren oder Seen als Teile von Fließgewässern stellen große Sedimentfallen dar, die in den nachfolgenden Fließgewässerstrecken zu einem Mangel an Geschiebe führen. Solch eine Veränderung des Geschiebehaushaltes bedingt eine Tiefenerosi-

on, insbesondere wenn Faktoren wie Gewässerbegradigung oder Uferbefestigungen den Erosionseffekt verstärken.

Der LAWA-Katalog und der Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer, Teil A sehen dafür folgende Maßnahmen vor:

- Maßnahmen zur Verbesserung des Geschiebehaushaltes bzw. Sedimentmanagements
- Maßnahmen zur Reduzierung der Belastungen infolge von Geschiebeentnahmen

Im Hinblick auf einen gestörten Sediment- und Geschiebehaushalt gilt das Makrozoobenthos als die Komponente mit den besten Indikationseigenschaften. Optional können zudem die Fische herangezogen werden.



Makrozoobenthos

Das Grundsystem des Untersuchungsdesigns (eine Messstelle innerhalb der Maßnahmenstrecke und eine Messstelle oberhalb) sollte bei sehr langen Strecken und gleichzeitig signifikanten Wechseln in der Gewässerstruktur um zusätzliche Messstellen ergänzt werden. Es ist davon auszugehen, dass sich die Stabilisierung des Geschiebehaushaltes auch auf Strecken unterhalb der eigentlichen Maßnahmen auswirkt. Eine Vergleichsmessstelle unterhalb der Maßnahmenstrecke kann daher zusätzliche Informationen zur ökologischen Effektivität der Maßnahmen zum Geschiebemanagement liefern. Biologische Basisverfahren (i. d. R. PERLODES, TOM, MGBI) und ergänzende Verfahren (DIN 38410-1) sind anzuwenden. Notwendig sind weitere Probenahmen im Jahresverlauf und die vollständige Bearbeitung des Probenmaterials. In Flüssen ist generell von einer aufwändigeren Probenahme auszugehen. Hilfreich sind auch Luftkescherfänge flugfähiger Arten, über die Zusatzinformationen gewonnen werden können.



Fische (optional)

Für eine Erfolgskontrolle ist das grundlegende Untersuchungsdesign anzuwenden. Bei der Reduzierung von Feinsedimenteinträgen (Sandeinträge) in Salmonidengewässern („Lachsgewässer“) kann eventuell alternativ eine Laichplatzkartierung der kieslaichenden Salmoniden (Bachforelle, Lachs und Meerforelle) oder Neunaugen (Fluss- und Meerneunauge) durchgeführt werden. Über die Registrierung von Laichgruben in Kombination mit dem Nachweis von Larven und/oder Jungtieren (Stichproben) könnten Hinweise auf den Erfolg einer Maßnahme gewonnen werden.

Tabelle 6: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Geschiebe- und Sedimenthaushalt“

Untersuchungsparameter	Erfordernisse/Empfehlungen
Indikative Komponenten	Makrozoobenthos (obligatorisch) und Fische (optional)
Anzahl Messstellen	<ul style="list-style-type: none"> • für alle Messstellen/Befischungsstrecken ist eine Voruntersuchung erforderlich • MZB/Fische: mindestens eine Messstelle bzw. Befischungsstrecke im Maßnahmenbereich • MZB/Fische: eine Messstelle/Befischungsstrecke oberhalb Maßnahmenbereich • ggf. eine weitere Vergleichsmessstelle/Befischungsstrecke unterhalb des Maßnahmenbereichs, da eine größere Wirkungsreichweite zu erwarten ist
Untersuchungsfrequenz	<ul style="list-style-type: none"> • MZB: alle 3 Jahre, erstmals 2 Jahre nach Maßnahmenumsetzung in gefällereichen Gewässertypen können kürzere Untersuchungsintervalle sinnvoll sein • Fische: i. d. R. alle 2 Jahre
Untersuchungsdauer	<ul style="list-style-type: none"> • mindestens zwei Untersuchungsintervalle • MZB: nach 2 und 5 Jahren • Fische: nach 2 und ggf. 4 Jahren
Fließgewässertypspezifische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • MZB: die Auswertung ist stark auf die Fließgewässerregion auszurichten. Spezielle Untersuchung von Flüssen. • Fische: keine, eventuell alternativ oder ergänzend Laichplatzkartierungen kieslaichender Arten (Salmoniden, Neunaugen)
Gewässerstruktur und chemisch-physikalische Parameter (optional)	<ul style="list-style-type: none"> • Detailstrukturkartierung: Voruntersuchung, Nachuntersuchungen in Abhängigkeit der natürlichen Dynamik (NLWKN 2010 b) • Messung chemisch-physikalischer Parameter i. d. R. nicht erforderlich, im Einzelfall ist eine optionale Untersuchung zu prüfen
Zeitliche Prognose	<ul style="list-style-type: none"> • kurz- bis mittelfristig

3.6 Gewässerunterhaltung

Die Gewässerunterhaltung beinhaltet verschiedene Eingriffe in die Entwicklung von Fließgewässern überwiegend mit dem Ziel, einen bestimmten Ausbauzustand aufrecht zu erhalten und einen schadlosen Abfluss zu gewährleisten. Neben der teilweisen oder vollständigen Entkrautung oder Grundräumung gehören hier auch Arbeiten wie Entnahme von Sedimenten und Totholz, Reparatur von Uferbefestigungen oder Querbauwerken zu den gängigen Unterhaltungsmaßnahmen. Nach dem Niedersächsischen Wassergesetz sind jedoch gleichrangig zu den hydraulischen auch die ökologischen Belange bei der Gewässerunterhaltung zu berücksichtigen. Eine Neuorientierung der Gewässerunterhaltung ist vor allem in einer generellen Reduktion der Eingriffsintensität, einer bedarfsgerechten zeitlichen und räumlichen Staffelung

und Steuerung der Arbeiten sowie der Berücksichtigung ökologisch sensibler Zeiträume wie z. B. Laich- oder Blühzeiten zu erkennen.

Der LAWA-Katalog sieht dafür folgende Maßnahmen vor:

- Maßnahmen zur Anpassung/Optimierung der Gewässerunterhaltung

Im Hinblick auf den Stressor Gewässerunterhaltung gelten insbesondere die Qualitätskomponenten Makrophyten/Phytobenthos und Makrozoobenthos als die Komponenten mit den besten Indikationseigenschaften. Optional kann auch die Qualitätskomponente Fische mit in die Erfolgskontrolle einbezogen werden.



Makrophyten

Zu empfehlen ist mindestens eine Messstelle innerhalb des Maßnahmenbereiches sowie eine Vergleichsmessstelle oberhalb des Maßnahmenbereiches. Da Auswirkungen in Abschnitte unterhalb der Maßnahmenstrecke nicht anzunehmen sind, wird eine weitere Vergleichsmessstelle nicht als erforderlich angesehen. Für alle Messstellen ist der Status quo über eine Voruntersuchung zu erfassen.

Im Vordergrund der Untersuchungen sollte aufgrund der guten Indikationseigenschaften die Teilkomponente Makrophyten stehen. Unterstützend für eine Bewertung kann die Teilkomponente Diatomeen hinzugezogen werden. Das Phytobenthos ohne Diatomeen ist optional zu untersuchen. Die Erfassung der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos sollte erstmals 1-2 Jahre nach Änderung der Unterhaltungsweise und dann in der Regel alle 3 Jahre erfolgen.



Makrozoobenthos

Die Erfolgskontrolle kann nach dem grundlegenden Untersuchungsdesign erfolgen und in Abhängigkeit der Länge der Maßnahmenstrecke und deren Homogenität eine bis mehrere Messstellen innerhalb der Maßnahmenstrecke umfassen. Biologische Basisverfahren (i. d. R. PERLODES, TOM, MGBI) und ergänzende Verfahren (DIN 38410-1) sind anzuwenden. Notwendig sind weitere Probenahmen im Jahresverlauf und die vollständige Bearbeitung des Probenmaterials. Speziell bei einer Änderung der Mahd der submersen Vegetation sollte zusätzlich eine halbquantitative Beprobung jeweils in der Vegetation, am Rand der Vegetation und im Stromstrich erfolgen. Dadurch kann der Effekt der Maßnahme in Abhängigkeit von ihrer Intensität besser abgeschätzt werden (Besiedlung im Stromstrich, im Übergangsbereich zwischen Stromstrich und Vegetation und in der dichten Vegetation). Es ist von der üblichen Untersuchungsfrequenz mit einer Voruntersuchung und weiteren Erhebungen erstmals 1–2 Jahre nach Umstellung der Unterhaltung und dann alle drei Jahre auszugehen. Bei stark durch Sedimententnahmen geschädigten Flüssen und Niedrigungswässern mit vorhandenen Reliktorkommen von Großmuscheln kann eine quantitative Untersuchung von Großmuschelbeständen sinnvoll sein.



Fische (optional)

Die Befischung einer repräsentativen Strecke ist als ausreichend zu betrachten. Als Entscheidungshilfe für die Notwendigkeit der Erhebung von Fischdaten sind gewässerspezifische Gegebenheiten heranzuziehen, wie z. B. das Vorkommen von Fischarten, deren Populationen durch Gewässerunterhaltung besonders stark beeinträchtigt werden. Dazu gehören Arten, die sich in der Regel im Sediment oder in submersen Makrophytenpolstern verbergen, wie Schlammpeitzger, Steinbeißer oder die Larven der Neunaugen (sog. Querder), aber auch der Bitterling, der zur Fortpflanzung auf das Vorkommen von Großmuscheln angewiesen ist, deren Bestände bei der maschinellen Sohlräumung geschädigt bzw. aus dem Gewässer entnommen werden. Eventuell ist ein speziell auf bestimmte Arten abgestimmtes Monitoring zielführend.

Zusätzlich können Untersuchungen des Mäh- bzw. Räumgutes Aufschluss über die Qualität des Unterhaltungskonzeptes geben und Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten liefern.

Tabelle 7: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Gewässerunterhaltung“

Untersuchungsparameter	Erfordernisse/Empfehlungen
Indikative Komponenten	Makrophyten/Phytobenthos und Makrozoobenthos (obligatorisch) Fische (optional)
Anzahl Messstellen	<ul style="list-style-type: none"> • für alle Messstellen/Befischungsstrecken ist eine Voruntersuchung erforderlich • mindestens eine Messstelle im Maßnahmenbereich (ggf. auch eine Messstelle oberhalb Maßnahmenbereich) • Fische: eine Befischungsstrecke innerhalb des Maßnahmenbereiches i. d. R. ausreichend
Untersuchungsfrequenz	<ul style="list-style-type: none"> • Makrophyten/Phytobenthos: alle 3 Jahre, erstmals 1–2 Jahre nach Maßnahmenumsetzung, Diatomeen nur erforderlich, wenn zuvor Grundräumung erfolgt ist, Phytobenthos ohne Diatomeen optional • Makrozoobenthos: alle 3 Jahre, erstmals 1–2 Jahre nach Maßnahmenumsetzung • Fische: i.d.R alle 2 Jahre; Kontrolluntersuchungen sind auf die Unterhaltungsmaßnahmen abzustimmen.
Untersuchungsdauer	<ul style="list-style-type: none"> • mindestens zwei Untersuchungsintervalle (nach 1–2 und 4–5 Jahren)
Fließgewässertypspezifische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • Makrophyten/Phytobenthos: keine • Makrozoobenthos: ggf. Anpassung der Beprobung an spezielle Problematik der Unterhaltung, Berücksichtigung der Zonierungspräferenzen • Fische: Bei Maßnahmen zur Anpassung der Krautung und Räumung sind zu den Unterhaltungsmaßnahmen begleitende Untersuchungen des Räumgutes sinnvoll.
Gewässerstruktur und chemisch-physikalische Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Detailstrukturkartierung und Erfassung der chemisch-physikalischen Parameter i. d. R. nicht erforderlich, optionale Untersuchung im Einzelfall prüfen (NLWKN 2010 b)
Zeitliche Prognose	<ul style="list-style-type: none"> • kurz- bis mittelfristig

3.7 Verockerung

Der rostrote Ocker entstammt hauptsächlich dem Mineral Pyrit ("Katzengold"), einem Eisensulfid, welches in den Böden und Grundwasserleitern Nordwestdeutschlands häufig, aber in kleinräumig variierenden Konzentrationen vorkommt. In Gegenwart von Luftsauerstoff oder Nitrat läuft eine durch Bakterien geförderte Oxidation des zuvor reduzierten Eisens Fe(II) ab, die zur Entstehung des schädlich wirkenden oxidierten Eisens Fe(III) führt, welches als Ocker ausfällt und sich als rotbrauner Film über die Gewässersohle, auf die Blätter submerser Pflanzen und auf die im Gewässer lebenden wirbellosen Tiere (Makrozoobenthos) oder die Kiemen von Fischen legt.

Der Kontakt zwischen Luftsauerstoff und Pyrit ist zu meist die Folge einer durch Entwässerung verursachten (Grund-) Wasserabsenkung (Gewässerausbau insbesondere auch von Nebengräben, Drainage, Grundwasserförderung) oder auch intensiver Gewässerunterhaltung. Der flächenhafte Eintrag von Nitrat in Boden und

Grundwasser resultiert aus einer intensiven landwirtschaftlichen Flächennutzung.

Die Eisenverbindungen sind für viele Makrozoobenthos- und Fischarten unmittelbar schädlich. Die Eisenoxidation belastet den Sauerstoffhaushalt der Gewässer und senkt den pH-Wert. Durch den Versauerungsschub kann es im Grundwasser zu einer zusätzlichen Mobilisierung toxischer Schwermetalle aus dem Boden kommen. Das "Verbacken" der Sedimente führt zu einer Verstopfung des Sandlückensystems, der "Kinderstube" für die Larvenstadien von Großmuscheln, Salmoniden (Bach- und Meerforelle, Lachs) und vielen anderen Arten. Besonders die sauerstoffbedürftigen Tiere werden durch den Ockerbelag auf ihren Kiemen in ihrer Sauerstoffaufnahme behindert. Hartsubstrate werden durch den schlammigen Ockerbelag unbesiedelbar.

Der LAWA-Katalog und der Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer, Teil A sehen dafür folgende Maßnahmen vor:

- Maßnahmen zur Reduzierung anderer hydromorphologischer Belastungen (z. B. Verockerung)

Im Hinblick auf den Stressor „Verockerung“ gilt die Qualitätskomponente Makrozoobenthos als die Komponente mit den besten Indikationseigenschaften.



Makrozoobenthos

Eine Erfassung des Makrozoobenthos nach dem grundlegenden Untersuchungsdesign dürfte in der Regel zur Einschätzung der Maßnahmenwirkung ausreichen. Da sich die Reduktion der Ockerbelastung auch in Abschnitten unterhalb der eigentlichen Maßnahmenstrecke auswirken kann, ist die Einrichtung einer zusätzlichen Messstelle unterhalb der Maßnahmenstrecke sinnvoll. Biologische Basisverfahren (i. d. R. PERLODES, TOM, MGBI) und ergänzende Verfahren (DIN 38410-1) sind anzuwenden. Notwendig sind weitere Probenahmen im Jahresverlauf und die vollständige Bearbeitung des Probenmaterials. Zur Erfassung der Auswirkungen einer verminderten Ockerbelastung ist eine Voruntersuchung durchzuführen, der weitere Probenahmen zwei Jahre nach Durchführung der Maßnahmen folgen. Die Untersuchungsreihe sollte im 3-Jahresturnus so lange fortgeführt werden, bis eine deutliche Verbesserung der Makrozoobenthosbesiedlung durch die Reduktion der Ockerbelastung erkennbar ist.

Tabelle 8: Zusammenfassung Erfolgskontrolle „Andere hydromorphologische Belastungen (Verockerung)“

Untersuchungsparameter	Erfordernisse/Empfehlungen
Indikative Komponenten	Makrozoobenthos (obligatorisch)
Anzahl Messstellen	<ul style="list-style-type: none"> · für alle Messstellen/Befischungstrecken ist eine Voruntersuchung erforderlich · mindestens eine Messstelle im Maßnahmenbereich · eine Messstelle oberhalb Maßnahmenbereich · ggf. eine weitere Vergleichsmessstelle unterhalb des Maßnahmenbereichs, da eine größere Wirkungsreichweite zu erwarten ist
Untersuchungsfrequenz	· alle 3 Jahre, erstmals 2 Jahre nach Maßnahmenumsetzung
Untersuchungsdauer	· mindestens zwei Untersuchungsintervalle (nach 2 und 5 Jahren)
Fließgewässertypspezifische Aspekte	· Verockerungsproblematik ist auf einige Gewässertypen beschränkt (v. a. Typ 14, 15, 16, 17, 19)
Gewässerstruktur und chemisch-physikalische Parameter	<ul style="list-style-type: none"> · Kartierung von starken Ockerniederschlägen · monatliche Messung der Parameter Sauerstoff und pH als Interpretationshilfe bei biotischen Veränderungen sinnvoll, ggf. regelmäßige Bestimmung des Eisengehaltes

4 Umsetzung des Merkblattes – Was ist zu tun?

- Ü Eine Erfolgskontrolle zur Effektivität von hydromorphologischen Maßnahmen sollte Bestandteil der Maßnahmenplanung und Maßnahmendurchführung sein.
- Ü Nicht jede Maßnahme ist dabei zu kontrollieren.
- Ü Für Rückfragen welche Maßnahme sinnvoll zu überwachen ist und wie die erforderliche Erfolgskontrolle in Anlehnung an dieses Merkblatt in Bezug auf Auswahl und Umfang im Detail auszusehen hat, stehen Ansprechpartner im NLWKN, Geschäftsbereich III und bei Rückfragen zum Monitoring der Fischfauna im LAVES, Dezernat Binnenfischerei zur Verfügung:

Fachliche Ansprechpartner für die Betriebstellen des NLWKN GB III	
Aurich	N. N.
Brake-Oldenburg	Petra Neumann, Peter Suhrhoff
Cloppenburg	Bernd Schuster
Hannover-Hildesheim	Eva Bellack, Knut Köster
Lüneburg	Dr. Diethard Fricke
Meppen	Eva Abée
Stade	Manfred Baumgärtner
Süd	Braunschweig: Claudia Wolff, Dr. Thomas Ols Eggers Göttingen: Frank Schwieger
Sulingen	Ulrike Dinnbier
Verden	Dr. Manfred Siebert
Ansprechpartner für das LAVES, Dezernat Binnenfischerei	
Hannover	Lutz Meyer, Christine Lecour, Eva-Christine Mosch

- Ü Die Ergebnisse des Monitorings sollten dem NLWKN, Geschäftsbereich III zur Plausibilisierung übersandt werden.
- Ü Die Ergebnisse werden hier in geeigneter Form zentral gesammelt, ausgewertet und dokumentiert, um eine Optimierung und langfristig auch eine Reduzierung der Erfolgskontrollen im Sinne der Kosteneffizienz in Niedersachsen zu gewährleisten

Auf Wirksamkeit und Kosteneffektivität geprüfte Maßnahmen sind der Schlüssel zum Erreichen des guten ökologischen Zustands.

5 Literatur- und Quellenverzeichnis

5.1 Zitierte Literatur

- EBEL, G., F. FREDRICH, A. GLUCH, C. LECOUR & F. WAGNER (2006): Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen – Funktionsnachweis für Bauwerksabnahme, Klassifizierung der Durchgängigkeit nach EG-WRRL, Nachweis der ökologischen Verbesserung nach EEG, Erfolgskontrolle im Rahmen der Eingriffsregelung. BWK Fachinformationen 1/2006, 115 S.
- JÖDICKE, K., M. NEUMANN, J. SCHWAHN, T. GÖRLICH & U. HOLM. (2010): Biologische Erfolgskontrollen durchgeführter Maßnahmen in Fließgewässern im Rahmen der Umsetzung der WRRL, LAWA Projekt-Nr. O 11.08.
- KNUTH, V. & P. SUHRHOFF (2009): Planung und Umsetzung strukturverbessernder Maßnahmen an Hunte und Huntloser Bach mit begleitendem maßnahmenbezogenem Monitoring. Erstellt im Auftrag der Hunte-Wasseracht durch NLWKN, Betriebsstelle Brake-Oldenburg, im Rahmen des niedersächsischen Modellprojektes Hunte 25. Download: <http://www.hunte-25.de/88-0-Download.html> unter: Ergebnisse der Teilprojekte - Ergebnisbericht Teilprojekt Hunte
- LAWA (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. 145 S. + Anhang, Berlin.
- NLWKN (2005–2009): Modellprojekt Wümme – Naturschonende Gewässerunterhaltung und Gewässerrenaturierung im Bearbeitungsgebiet 24 als Beitrag zur Gewässerentwicklung und Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Dokumentationen Phase I, II, III. Projektträger: Arbeitsgemeinschaft der Unterhaltungsverbände im Bearbeitungsgebiet 24 Wümme. Aufgestellt: NLWKN, Betriebsstelle Verden. Download: <http://www.wasserblick.net/servlet/is/36773/>
- LAWA (2009): Maßnahmenkatalog (internes Arbeitspapier), Stand 2009, unveröffentlicht.
- NLWKN (2008): Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer, Teil A Fließgewässer-Hydromorphologie. Schriftenreihe des NLWKN – Wasserrahmenrichtlinie Band 2.
- NLWKN (2010): Funktionskontrollen an Fischaufstiegen an der Hunte, Lohne, Grawiede und der Großen Aue – Ergebnisse der Untersuchungen im Jahr 2010. Erstellt im Auftrag des NLWKN, Betriebsstelle Sulingen, von Limares GmbH, Essen
- NLWKN (2010 a): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) – Gütemessnetz Fließgewässer und stehende Gewässer. Schriftenreihe des NLWKN – Oberirdische Gewässer Band 31.
- NLWKN (2010 b): Gewässerstrukturkartierung in Niedersachsen, Detailverfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. NLÖ 2001 (Ergänzung, unveröffentlicht).
- NLWKN (2011): Funktionskontrolle Fischaufstieg Liebenau, Große Aue – Ergebnisse der Untersuchungen im Jahr 2011. Erstellt im Auftrag des NLWKN, Betriebsstelle Sulingen, von Limares GmbH, Essen
- STILLER, G. (2011): Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009–2013 – Untersuchungen zur Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung auf die Zusammensetzung und Vielfalt der Fließgewässervegetation und der Wirbellosenfauna – Ergebnisse 2010. Erstellt im Auftrag des Landesverbandes der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein.
- WEYER, K. VAN DE (2008): Fortschreibung des Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), LANUV-Arbeitsblatt 3, Recklinghausen.

5.2 Biologische Untersuchungs- und Bewertungsverfahren

Hinweis: es sind immer die aktuellsten Versionen der Bewertungsverfahren anzuwenden (einzusehen z. B. unter den aufgeführten Internetverweisen).

Makrozoobenthos

- **BBM (Biozönotisches Bewertungsverfahren Makrozoobenthos):**
NLWKN (2008): Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer, Teil A Fließgewässer-Hydromorphologie. Schriftenreihe des NLWKN – Wasserrahmenrichtlinie Band 2.
Download: http://www.nlwkn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=8197&article_id=44019&_psmand=26
- **DIN-NORM:**
DIN 38410-1: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M 1)
- **PERLODES:**
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. Download: <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/handbuch/>
Software ASTERICS (Version 3.3.1, 6.3.2012) (für PERLODES): Software zur Berechnung des ökologischen Zustands von Fließgewässern nach WRRL. Download: <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/berechnung/>

Makrozoobenthos Marschengewässer

- **MGBI (Marschengewässer Benthos Index – nicht tideoffen):**
SCHOLLE et al. (in Vorbereitung): Vorschlag eines WRRL-konformen Bewertungsverfahrens für das Makrozoobenthos für nicht tideoffene Marschengewässer. Gutachten im Auftrag des NLWKN, Betriebsstelle Stade
- **TOM (Makrozoobenthos tideoffener Marschengewässer):**
RÜCKERT, P. & J. SCHOLLE (BIOCONSULT) (2009): Vorschlag eines WRRL-konformen Bewertungsverfahrens für das Makrozoobenthos tideoffener Marschengewässer (TOM) in den Einzugsgebieten von Ems, Weser und Elbe. Gutachten im Auftrag des NLWKN, Betriebsstelle Brake-Oldenburg. September 2009. Download: www.marschgewaesser.de/makrozoobenthos.html

Fische

- **fiBS (Fischbasiertes Bewertungsschema zur ökologischen Klassifizierung von Fließgewässern):**
DUßLING, U. (2008): fiBS 8.0 Softwareanwendung, Version 8.0.6a vom 15.10.2010 zum Bewertungsverfahren aus dem Verbundprojekt zur Entwicklung eines Bewertungsschemas zur ökologischen Klassifizierung von Fließgewässern anhand der Fischfauna gemäß EG-WRRL.
Download: <https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1296704/index.html>
DUßLING, U. (2009): Handbuch zu fiBS. – Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V., Heft 15.
Download: <https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1296704/index.html>
- **Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen:**
EBEL, G., F. FREDRICH, A. GLUCH, C. LECOUR & F. WAGNER (2006): Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen – Funktionsnachweis für Bauwerksabnahme, Klassifizierung der Durchgängigkeit nach EG-WRRL, Nachweis der ökologischen Verbesserung nach EEG, Erfolgskontrolle im Rahmen der Eingriffsregelung. BWK Fachinformationen 1/2006, 115 S.

Fische Marschengewässer

SCHOLLE, J., T. BRANDT & B. SCHUCHARDT (BIOCONSULT) (2006): Pilotprojekt Marschengewässer Niedersachsen: Teilprojekt Fischfauna – Vorschlag eines Bewertungsverfahrens für verschiedene Marschengewässertypen in Niedersachsen. Erstellt im Auftrag des Unterhaltungsverbands Kehdingen.

Download: <http://www.marschgewaesser.de/phase-i.html>

Makrophyten/Phytobenthos

- PHYLIB:

SCHAUMBURG, J., C. SCHRANZ, D. STELZER, A. VOGEL & A. GUTOWSKI (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (PHYLIB). Stand Januar 2012. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Download: http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/verfahrensanleitung/index.htm

Software PHYLIB (Version 4.1, 26.06.2012): Software zur Bewertung von Makrophyten und Phytobenthos in Fließgewässern und Seen. Entwickelt im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

Download: http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/software/index.htm

- Sonstige Verfahren Makrophyten:

WEYER, K. VAN DE (2008): Fortschreibung des Bewertungsverfahrens für Makrophyten in Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), LANUV-Arbeitsblatt 3, Recklinghausen.

Download: <http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/arbeitsblatt/arbla3/arbla3start.htm>

Makrophyten Marschengewässer

- BEMA (Bewertung der Makrophyten in nicht tideoffenen Marschgewässern):

BRUX, H., K. JÖDICKE & J. STUHR (2009): Harmonisierung der Verfahren zur Bewertung der Qualitätskomponente Makrophyten in Marschgewässern Nordwestdeutschlands (BEMA-Verfahren). Verfahrensbeschreibung für nicht tideoffene Wasserkörper. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein.

Download: <http://www.marschgewaesser.de/makrophytenverfahren.html>

- BMT (Bewertung der Makrophyten in tideoffenen Marschgewässern):

STILLER, G. (2011): Verfahrensanleitung zur Bewertung der Qualitätskomponente Makrophyten in Tidegewässern Nordwestdeutschlands gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (BMT-Verfahren). Gutachten im Auftrag des NLWKN, Betriebsstelle Stade.

Download: <http://www.marschgewaesser.de/makrophytenverfahren.html>

Phytoplankton

- PhytoFluss:

BÖHMER J. & U. MISCHKE (2011): Auswertungssoftware Version PhytoFluss 2.2 berichtigt und aktualisiert für die Taxaliste Phytoplankton (HTL_Mai_09) mit Anleitung und Eingabeformat zum deutschen Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton modifiziert nach Mischke & Behrendt 2007 zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Download: http://www.igb-berlin.de/mitarbeitende-igb.html?per_page=0&search=lastname&for=mischke&show=117

Verzeichnis der bisher in dieser Reihe publizierten Berichte

- Band 1: Wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen in Niedersachsen und Bremen für die Einzugsgebiete von Elbe, Weser, Ems und Vechte/Rhein. 2007. NLWKN und Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa, Bremen (Hrsg.). 34 S. PDF
- Download: http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichen_webshop/schriften_zum_downladen/downloads_wasserrahmenrichtlinie/90279.html
- Band 2: Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer – Teil A Fließgewässer-Hydromorphologie. 2008. NLWKN (Hrsg.). 160 S. PDF
- Band 3: Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer – Teil B Stillgewässer. 2010. NLWKN (Hrsg.). 176 S. PDF
- Band 4: Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer – Teil C Chemie. 2008. NLWKN (Hrsg.). 260 S. PDF
- Band 5: Modell- und Pilotprojekte zur WRRL in Niedersachsen Phase I – Auswertung der Ergebnisse Phase I und Übertragbarkeit auf andere Bearbeitungsgebiete. 2008. NLWKN (Hrsg.). 103 S. PDF
- Band 6: Der Zukunft das Wasser reichen – Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Niedersachsen. 2010. NLWKN (Hrsg.). 55 S. PDF
- Band 7: Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer – Teil D Strategien und Vorgehensweisen zum Erreichen der Bewirtschaftungsziele an Fließgewässern in Niedersachsen. 2011. NLWKN (Hrsg.). 108 S. PDF

