

TEXTE

43/2025

Forschungsbericht

Gewässerstrukturelle Orientierungswerte für Fließgewässer

Zielgrößen zur Planung und Umsetzung
hydromorphologischer Maßnahmen

von:

Tanja Pottgiesser
umweltbüro essen Bolle und Partner GbR, Essen

unter Mitarbeit von

Andreas Müller
chromgruen Planungs- und Beratungs- GmbH & Co. KG, Velbert

Herausgeber:
Umweltbundesamt

TEXTE 43/2025

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3721 24 202 0
FB001576

Forschungsbericht

Gewässerstrukturelle Orientierungswerte für Fließgewässer

Zielgrößen zur Planung und Umsetzung
hydromorphologischer Maßnahmen

von

Tanja Pottgiesser
umweltbüro essen Bolle und Partner GbR, Essen

unter Mitarbeit von

Andreas Müller
chromgruen Planungs- und Beratungs- GmbH & Co. KG,
Velbert

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

chromgruen Planungs- und Beratungs- GmbH & Co. KG
umweltbüro essen
DIE GEWÄSSER-EXPERTEN!
c/o chromgruen
Gröndelle 3
42555 Velbert

Abschlussdatum:

Dezember 2024

Redaktion:

Fachgebiet II 2.4 Binnengewässer
Stephan Naumann, Jeanette Völker

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, April 2025

Zitationsvorschlag:

Pottgiesser, T. (2025): Gewässerstrukturelle Orientierungswerte für Fließgewässer. Zielgrößen zur Planung und Umsetzung hydromorphologischer Maßnahmen. - Umweltbundesamt Hrsg. - UBA-Texte 43/2025: 103 Seiten, Dessau.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung:

Auf Grundlage einer Literaturlauswertung sind die beiden gewässerstrukturellen Orientierungswerte „3“ und „4PLUS“ für Flusswasserkörper abgeleitet worden, die mindestens erzielt oder eingehalten werden müssen, damit sich die primär bewertungsrelevanten biologischen Qualitätskomponenten (Fischfauna, Makrozoobenthos) in einem guten Zustand befinden können.

Grundvoraussetzung für beide gewässermorphologischen Orientierungswerte ist, dass biozönotisch besonders relevanten Strukturparameter die typspezifischen Anforderungen an die hydromorphologische Qualität erfüllen, so dass sich ein guter ökologischer Zustand einstellen kann.

Für den gewässerstrukturellen Orientierungswert „4PLUS“ gilt als weitere Bedingung, dass die Verteilung der Gewässerstrukturklassen innerhalb eines Oberflächenwasserkörpers den Anforderungen des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts mit den Funktionselementen Strahlursprung, Aufwertungsstrahlweg und Durchgangsstrahlweg genügt (LANUV NW 2011).

Abstract:

Based on a literature survey, the two morphological orientation values "3" and "4PLUS" for river water bodies, Compliance with either of these values is necessary to achieve or maintain a good ecological status of the biological quality elements fish fauna and macrozoobenthos.

The basic prerequisite for both morphological orientation values is that structural parameters of particular biocenotic relevance meet the type-specific requirements for hydromorphological quality.

The "4PLUS" morphological orientation values must fulfill an additional condition: the distribution of the structure classes at the level of a surface water body must comply with the requirements of the so-called spreading effects and stepping stone concept ("Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept") with functional elements basic sections ("Strahlursprung"), valorised sections ("Aufwertungsstrahlweg") and transit sections ("Durchgangsstrahlweg") (LANUV NW 2011, Gellert et al. 2012).

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Zusammenfassung.....	12
1 Einleitung	14
2 Begriffsdefinition	16
3 Grundlagen.....	18
3.1 Fließgewässertypen.....	18
3.2 Gewässerstrukturkartierung	20
3.2.1 Bewertung der Gewässerstruktur	21
3.2.1.1 Bewertung der Hauptparameter	21
3.2.1.2 Bewertung eines Kartierabschnitts	22
3.2.1.3 Bewertung eines Wasserkörpers.....	23
3.3 Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept	24
3.3.1 Grundlegendes Prinzip	24
3.3.2 Beispiel zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts für einen OWK	25
3.3.2.1 Anteile der Strukturklassen	26
3.3.2.2 Streckenlängen	27
3.3.2.3 Kombination von Funktionselementen und Streckenanteilen	28
3.3.2.4 „Perlschnurkonzept“	31
4 Literaturrecherche	33
4.1 Methodisches Vorgehen	33
4.2 Ergebnisüberblick.....	34
4.3 Ergebnisse im Detail.....	36
4.3.1 EU-weite Darstellungen.....	36
4.3.2 Relevante deutsche Fundstellen	38
4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturrecherche	50
5 Gewässerstrukturelle Orientierungswerte	52
5.1 Grundvoraussetzung: Einhaltung einer Mindestqualität biozönotisch relevanter Strukturparameter	53
5.2 Bedingung für „4PLUS“: Einhaltung der typgemäßen Verteilung von Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept.....	56
5.3 Operationalisierung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte	58
6 Quellenverzeichnis.....	60

A	Anhang	64
A.1	Auswertung ausgewählter internationaler Veröffentlichungen der SCOPUS Literaturrecherche	65
A.2	Auswertung ausgewählter Veröffentlichungen der deutschlandweiten Literaturrecherche	99

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Prinzip des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts mit seinen Funktionselementen.....	24
Abbildung 2:	Idealtypische Verteilung von Funktionselementen und Gewässerstrukturklassen für die Fischfauna und das Makrozoobenthos in einem Planungsraum. Degradationsstrecken sind keine Funktionselemente.	26
Abbildung 3:	Verteilung der Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse von 4 für alle Fließgewässertypen der Ökoregionen Alpen und Alpenvorland und Mittelgebirge.....	27
Abbildung 4:	Verteilung der Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse von 4 für alle Fließgewässertypen der Ökoregion Tiefland.	27
Abbildung 5:	Länge der Funktionselemente bei einer mittleren Strukturklasse von 4 in einem OWK für die verschiedenen Gewässergrößen im Mittelgebirge. FE = Funktionselement.	29
Abbildung 6:	Länge der Funktionselemente bei einer mittleren Strukturklasse von 4 in einem OWK für die verschiedenen Gewässergrößen im Tiefland. FE = Funktionselement.	30
Abbildung 7:	Idealtypische räumliche Anordnung der Funktionselemente in einem 5 km langen OWK – hier dargestellt am Beispiel eines Mittelgebirgsbaches, z. B. LAWA-Typ 5. Klasse = Bewertungsklasse der Gewässerstrukturkartierung.	32
Abbildung 8:	Schwerpunktthemen der internationalen Literatur.....	35
Abbildung 9:	Erläuterung der morphologischen Habitatqualität. Auszug aus einem OWK-Steckbrief.	47
Abbildung 10:	Beispiel der morphologischen Habitatqualität eines OWK – Auszug aus einem OWK- Steckbrief.	47
Abbildung 11:	Abgeleitete Werte der Gewässerstruktur zur Zielerreichung für unterschiedliche Fließgewässertypen aus Arle (2006).....	49
Abbildung 12:	Gewässerstrukturelle Orientierungswerte.....	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Morphologische Typen der kleinen Fließgewässer (LAWA 2019a).....	19
Tabelle 2:	Morphologische Typen der großen Fließgewässer (LAWA 2019b).....	20
Tabelle 3:	Beispiele für die Erhebung von Einzelparametern in den Verfahren zur Gewässerstrukturkartierung exemplarisch ausgewählter Bundesländer. x = keine Entsprechung.	21
Tabelle 4:	Beispiele für mittlere Indexwerte von 3,5 und 4,33 und daraus resultierende Gewässerstrukturklassen (GSK) von 3 und 4 auf Basis unterschiedlicher Bewertungen der sechs Hauptparameter (HP) in einem Kartierabschnitt (KA).	22
Tabelle 5:	Beispiele für die Erreichung einer mittleren Strukturklassen von 3 oder 4 in einem Wasserkörper (OWK) auf Basis unterschiedlicher Streckenanteile von Strukturklassen (GSK).	23
Tabelle 6:	Längen der Funktionselemente für das Makrozoobenthos gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept (LANUV NW 2011) für Gewässer im Tiefland (TL) und Mittelgebirge (MG).	28
Tabelle 7:	Schlagworte und Treffer der Literaturrecherche in SCOPUS.	34
Tabelle 8:	Typgruppen für die Ableitung morphologischer Umweltziele.	42
Tabelle 9:	Parameter und Ausprägungen einer morphologischen Mindesthabitatausstattung für verschiedene Typgruppen.	42
Tabelle 10:	Berechnung der drei Komponenten des Habitatindex.....	45
Tabelle 11:	Biozönotisch relevante Strukturen gemäß Literaturlauswertung.	51
Tabelle 12:	Biozönotisch relevante Wert-Strukturen und deren Erfassung in den LAWA-GSK Verfahren. EP = Einzelparameter.	54
Tabelle 13:	Beispiele typspezifischer Mindestqualitäten biozönotisch relevanter Einzelparameter für die morphologischen Typen kleiner Fließgewässer. x = kein Zustandsmerkmal zugeordnet..	55
Tabelle 14:	Beispiele typspezifischer Mindestqualitäten biozönotisch relevanter Einzelparameter für die morphologischen Typen großer Fließgewässer.	56
Tabelle 15:	Anforderungen an die typgemäße Verteilung von Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept im Mittelgebirge (MG) und Tiefland (TL) unter Einhaltung einer mittleren Strukturklasse von 4 in dem OWK. FE = Funktionselement.	57
Tabelle 16:	Beispielhafte Verteilung von Zustandsmerkmalen für ausgewählte Strukturen und morphologische Typen. FE = Funktionselement.....	58

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
ACP	allgemeine physiko-chemische Parameter
AWB	artificial water body = künstlicher Wasserkörper
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BQK	Biologische Qualitätskomponente
BSB ₅	biochemischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
CEN	Comité Européen de Normalisation = Europäische Komitee für Normung
CIS	Common Implementation Strategy (fachliches Gesamtkonzept für eine europaweite wasserwirtschaftlich einheitliche Umsetzung der WRRL)
EP	Einzelparameter (der Gewässerstrukturkartierung)
EP (Fischregion)	Epipotamal = Barbenregion
ER	Epirhithral = obere Forellenregion
EZG	Einzugsgebiet
FG	Fließgewässer
fiBS	Fisch basiertes Bewertungssystem gemäß WRRL
FW(K)	Fließgewässer-Wasserkörper
GBK	Gebietskennzahl
GÖP	gutes ökologisches Potenzial
GÖZ	guter ökologischer Zustand
gr	groß
GS	Gewässerstruktur
GSG	Gewässerstruktur-Gesamtbewertung
GSK	Gewässerstrukturkartierung
HE	Hessen
HI	Habitatindex
HMWB	heavily modified waterbody = erheblich veränderter Wasserkörper
HÖP	höchstes ökologisches Potenzial
HP	Hauptparameter (der Gewässerstrukturkartierung)
hpn	heutige potenziell natürliche ... (z. B. Gewässerbreite, Sohlgefälle, ...)
HR	Hyporhithral = Äschenregion
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
M&P	Makrophyten & Phytobenthos
MP	Metapotamal = Brachsenregion
MQ	mittlere Abfluss
MR	Metarhithral = untere Forellenregion
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MZB	Makrozoobenthos
NI	Niedersachsen
NW	Nordrhein-Westfalen

NWB	natural water body = natürlicher Wasserkörper
OWK	Oberflächenwasserkörper
Perlodes	Makrozoobenthos basiertes Bewertungssystem gemäß WRRL
PoD	Phytobenthos ohne Diatomeen
QK	Qualitätskomponente
SH	Schleswig-Holstein
SN	Sachsen
ST	Sachsen-Anhalt
SU	Strahlursprung
TOC	total organic carbon = gesamter organischer Kohlenstoff
WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie

Zusammenfassung

Für die Bewertung des ökologischen Zustands gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind die Ausprägungen der verschiedenen biologischen Qualitätskomponenten maßgeblich. Diese Einstufung wird durch hydromorphologische, chemische und allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten unterstützt. Für letztere sind in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) bereits typspezifische Orientierungswerte festgelegt. Für die hydromorphologische Qualitätskomponente, die sich in Morphologie, Wasserhaushalt und Durchgängigkeit gliedert, ist dies noch nicht der Fall. In der vorliegenden Veröffentlichung werden gewässerstrukturelle Orientierungswerte der Morphologie von Fließgewässern abgeleitet.

Eine Literaturrecherche belegt den Zusammenhang zwischen der Gewässerstruktur und der biologischen Bewertung: die Bewertungen der biologischen Qualitätskomponenten an der Messstelle korrelieren in vielen Fällen relativ gut mit der mittleren Struktur (Gesamtbewertung) des Oberflächenwasserkörpers (OWK). Bei einer kleinräumigeren Betrachtung der Kartierabschnitte, die unmittelbar die biologischen Untersuchungsstellen betreffen, wird dieser Zusammenhang jedoch – insbesondere bezüglich der Gesamtstrukturbewertung – deutlich schwächer. Die Korrelation zwischen Biologie und Gewässerstrukturbewertung für den gesamten OWK (Mittelwert) ist immer stärker als bei alleiniger Berücksichtigung der Bewertung an der Messstelle.

Einige Bundesländer haben bereits morphologische „Ziel- oder Schwellenwerte“ für OWK abgeleitet, die i. d. R. nicht gewässertypspezifisch differenziert sind. Die morphologischen Schwellenwerte zur Zielerreichung des guten ökologischen Zustands, v. a. anhand der biologischen Qualitätskomponente Makrozoobenthos, liegen bei einer mittleren Gewässerstrukturklasse des OWK von 3 bis 4 (Gesamtbewertung, siebenstufig), wobei mindestens 30 % der Strecke des OWK hochwertige hydromorphologischen Strukturen (mittlere Gewässerstrukturklasse von 1 bis 3 Gesamtbewertung, siebenstufig) aufweisen sollten. Diese hochwertigen hydromorphologischen Strukturen sollten dabei auf mehrere, möglichst gleichweit voneinander entfernte Streckenabschnitte des OWK verteilt sein („Perlschnurkonzept“). Gewässerstrukturklassen von 5 und schlechter (Gesamtbewertung, siebenstufig) dürfen demgegenüber nur auf maximal 30 % der Strecke des OWK auftreten.

Als weitere Voraussetzung zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes wurde genannt, dass – neben der linearen Durchgängigkeit – einige Strukturen für die Ausprägung der biologischen QK MZB und Fische besonders relevant sind, z. B. Laufkrümmung, Tiefenvarianz, Sohlsubstrat und -diversität, Beschattung, besondere Uferstrukturen und Auengewässer.

Auf Grundlage dieser Literatúrauswertung werden für OWK zwei alternative gewässerstrukturelle Orientierungswerte von „3“ (mittlere Strukturklasse von 3) oder „4PLUS“ (mittlere Strukturklasse von 4 mit weiterer Bedingung) vorgeschlagen.

Grundvoraussetzung für beide gewässerstrukturellen Orientierungswerte ist, dass biozönotisch besonders relevante Strukturparameter die typspezifischen Anforderungen an die hydromorphologische Qualität erfüllen, so dass sich ein guter ökologischer Zustand einstellen kann.

Für den gewässerstrukturellen Orientierungswert „4PLUS“ gilt als weitere Bedingung, dass die typgemäße Verteilung der Gewässerstrukturklassen im OWK unter Berücksichtigung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts mit den Funktionselementen Strahlursprung, Aufwertungsstrahlweg und Durchgangsstrahlweg (LANUV NW 2011) einzuhalten ist.

Summary

The various biological quality elements (BQE) are decisive for the assessment of the ecological status in accordance with the Water Framework Directive (WFD). The classification is supported by hydromorphological, chemical and general physico-chemical quality elements. Type-specific orientation values have already been defined for the latter in the Surface Waters Ordinance (OGewV 2016). This is not yet the case for the hydromorphological quality elements, which are subdivided into morphology, hydrology regime and longitudinal continuity. This publication therefore derives morphological orientation values.

A literature search confirmed the correlation between the structural quality and biological assessments: the assessments of the biological quality elements at the monitoring site correlated relatively well in many cases with the average structural quality assessment (overall value) of the river water body. However, if the mapping segments that directly affect the biological monitoring sites are analysed at a smaller scale, this correlation becomes significantly weaker - particularly with regard to the overall structural quality assessment. The correlation between biology and structural quality assessment for the entire water body (overall value) is always stronger than if the assessment at the monitoring site alone is taken into account.

Some Federal States have already derived morphological "target or threshold values" for water bodies, which are generally not differentiated by river types. The morphological threshold values for achieving good ecological status, primarily based on the BQE macrozoobenthos, are an average structure quality class of the water body of 3 to 4 (overall value, seven levels), whereby at least 30 % of the stretch of the water body should have high-quality hydromorphological structures (average structure quality class of 1 to 3 overall value, seven levels). These high-quality hydromorphological structures should be distributed over several sections of the water body that are as far apart from each other as possible ("string of pearls concept"). In contrast, sections with structure quality classes of 5 and worse (overall value, seven levels) may only occur on a maximum of 30 % of the stretch of the water body.

As a further prerequisite for achieving good ecological status, it was stated that - in addition to longitudinal continuity - some structures are particularly relevant for the characterisation of the BQE macrozoobenthos and fish, e.g. channel curvature, depth variance, bed substrate and diversity, shading, special bank structures and floodplain waters.

Based on this literature analysis, two alternative morphological orientation values of "3" (average structural quality class of 3) or "4PLUS" (average structural quality class of 4 with additional condition) are proposed for water bodies.

The basic prerequisite for both morphological orientation values is that particularly relevant biocoenotic structural parameters fulfill the type-specific requirements for hydromorphological quality, so that a good ecological status can be achieved.

A further condition for the "4PLUS" morphological orientation value is that the type-specific distribution of structure quality classes in the water body must be complied with, taking into account the spreading effects and stepping stone concept ("Strahlwirkungs- und Trittssteinkonzept") with the functional elements of basis sections („Strahlursprung“), valorised sections ("Aufwertungsstrahlweg") and transit sections ("Durchgangsstrahlweg") (LANUV NW 2011, Gellert et al. 2012).

1 Einleitung

Maßgeblich für die Bewertung des ökologischen Zustands oder des ökologischen Potenzials sind die verschiedenen biologischen Qualitätskomponenten (Fische, Makrozoobenthos, Makrophyten & Phytobenthos). Unterstützt wird diese Einstufung durch hydromorphologische, chemische und allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten, die so genannten unterstützenden Qualitätskomponenten.

Diese können zur Plausibilisierung der Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten herangezogen werden. Sie dienen der Ergebnisinterpretation, können zur Ursachenklärung im Falle „mäßiger“ oder schlechterer ökologischer Zustands- bzw. Potenzialbewertungen herangezogen werden und so die Maßnahmenplanung zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele sowie eine spätere Erfolgskontrolle unterstützen.

Während die chemischen und allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) mit typspezifischen Orientierungswerten für konkrete Parameter spezifiziert sind, ist dies für die hydromorphologischen Qualitätskomponenten, die sich in Morphologie, Wasserhaushalt und Durchgängigkeit gliedern, bisher nicht der Fall. In der vorliegenden Veröffentlichung werden daher gewässerstrukturelle Orientierungswerte für die Morphologie bzw. die Gewässerstruktur abgeleitet.

Gemäß Anhang V, Art. 1.1.1 und 1.2.1 der Wasserrahmenrichtlinie sind folgende morphologische Komponenten und Kriterien zur unterstützenden Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten in Fließgewässern heranzuziehen:

- ▶ **Tiefen- und Breitenvariation:** Variationen von Breite und Tiefe
- ▶ **Struktur und Substrat des Flussbetts:** Laufentwicklung, Strömungsgeschwindigkeiten, Substratbedingungen
- ▶ **Struktur der Uferzone:** Struktur und Bedingungen der Uferbereiche

In Deutschland werden zur Bewertung der hydromorphologischen Qualitätskomponente „Morphologie“ für die Bäche und Flüsse die Verfahren der Gewässerstrukturkartierung angewendet. Die Strukturkartierung von Fließgewässern ist ein Verfahren, mit dem der strukturelle (hydromorphologische) Zustand des Gewässerbettes, der Ufer und des Gewässerumfeldes und damit deren Funktionsfähigkeit erhoben und bewertet werden. Dafür stehen die beiden bundesweit gültigen LAWA-Vor-Ort-Verfahren für kleine bis mittelgroße und mittelgroße bis große Fließgewässer zur Verfügung (LAWA 2019a, b).

Deutschland steht gegenwärtig an der Schwelle zum dritten Bewirtschaftungszyklus der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Am Ende dieses Zyklus – im Jahr 2027 – sollen u. a. alle Fließgewässerwasserkörper einen guten ökologischen Zustand oder ein gutes ökologisches Potenzial aufweisen. Von den 8.925 Wasserkörpern erreichen dieses Ziel derzeit ca. 8 % (BMUV/UBA 2022). Dieser geringe Anteil ist insbesondere auf übermäßige Nähr- und Schadstoffeinträge, eine mangelnde ökologische Durchgängigkeit und morphologische Defizite zurückzuführen.

Gemäß oben genannten Gewässerstrukturkartierungen können nur knapp 6.000 Kilometer oder 7,8 % der Fließgewässer noch als gewässerstrukturell unverändert oder als gering verändert (Strukturklasse 1 und 2) bezeichnet werden. 70.000 Kilometer der kartierten Fließgewässerstrecke in Deutschland weisen eine Strukturklasse 3 bis 7 (mäßig bis vollständig verändert) auf.

Im dritten Bewirtschaftungszyklus der EG-Wasserrahmenrichtlinie wird es daher notwendig sein, Maßnahmen zur Minderung dieser gewässerstrukturellen Defizite in einem Umfang zu planen und umzusetzen, der das Erreichen des guten ökologischen Zustands/ Potenzials ermöglicht. In Deutschland besteht jedoch derzeit ein hohes Umsetzungsdefizit bei Gewässerentwicklungsmaßnahmen.

Im Rahmen des ReFoPlan-Vorhabens „Den Gewässern mehr Raum geben – Chancen und Synergien eines bundesweiten Flächenziels für die Gewässerentwicklung“ (Müller et al. 2024) sollten daher auf Grundlage einer Literaturlauswertung gewässerstrukturelle Orientierungswerte für Wasserkörper (OWK) abgeleitet werden, die mindestens erzielt oder eingehalten werden müssen, damit sich die primär bewertungsrelevanten biologischen Qualitätskomponenten (Fischfauna, Makrozoobenthos) in einem guten Zustand befinden können. Als zusätzliche Bedingung sollte eine Differenzierung nach den Funktionselementen des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts (LANUV NW 2011) erfolgen.

Die so abgeleiteten gewässerstrukturellen Orientierungswerte sind im Rahmen eines Fachworkshops mit Ländervertretern diskutiert und abgestimmt und in Bezug auf ihren Flächenanspruch plausibilisiert worden (Müller et al. 2024).

Zum besseren Verständnis werden in den beiden folgenden Kapiteln zunächst die zentralen Begriffe und Verfahren erläutert. Daran anschließend werden Methodik und Ergebnisse der Literaturrecherche beschrieben auf deren Grundlage dann die Ableitung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte erfolgte.

2 Begriffsdefinition

Im Folgenden wird der Begriff „gewässerstruktureller Orientierungswert“ analog zu den Orientierungswerten der allgemeinen physiko-chemischen Parameter (ACP) verwendet. Dieser ist definiert als:

Definition Orientierungswert für ACP gemäß Halle & Müller (2012)

Der Orientierungswert ist derjenige Schwellenwert, dessen Verletzung dazu führt, dass die Erreichung des guten ökologischen Zustands unwahrscheinlich ist, ohne dass es dazu noch eines anderen Belastungseinflusses bedarf. Jeder einzelne allgemeine physiko-chemischen Parameter kann somit bei einer Verletzung seines Orientierungswertes zum limitierenden Faktor für die Zielerreichung werden. Ist der Orientierungswert dagegen eingehalten, bedeutet das, dass der gute ökologische Zustand sehr wahrscheinlich nicht durch den ACP verhindert wird.

Der gute ökologische Zustand/das gute ökologische Potenzial ist aber nur dann mit hinreichender Wahrscheinlichkeit gewährleistet, wenn

- ▶ die Orientierungswerte aller ACP eingehalten sind und
- ▶ alle anderen Belastungen (stofflich, physikalisch, hydrologisch-hydraulisch, strukturell sowie hinsichtlich der ökologischen Durchgängigkeit und Vernetzung) gering sind und
- ▶ ein hinreichendes typspezifisches Besiedlungspotenzial vorhanden ist.

Die LAWA erläutert den Begriff „Orientierungswert“ wie folgt:

Beschreibung Orientierungswert für ACP gemäß LAWA AO (2015)

Bei den [...] Werten handelt es sich um keine gesetzlich verbindlichen Grenzwerte oder allgemein anzustrebenden Sanierungswerte, sondern um Schwellenwerte, die diejenigen Parameterausprägungen markieren sollen, die den Übergang vom „guten“ zum „mäßigen“ ökologischen Zustand verursachen können.

Die Einstufung des ökologischen Zustands bzw. des ökologischen Potentials richtet sich immer nach den [...] aufgeführten biologischen Qualitätskomponenten. Die Nichteinhaltung eines Orientierungswertes ist also ein Hinweis auf ein spezifisches, ökologisch wirksames Defizit, das die Etablierung des guten ökologischen Zustands/Potentials verhindert.

Wenn die biologischen Komponenten hinreichend sensitiv sind, alle relevanten Belastungen erfassen und keine Verzögerung in der biologischen Reaktion besteht, ist zu erwarten, dass bei Überschreitung der Orientierungswerte bei einer oder mehreren biologischen Qualitätskomponenten der „mäßige“ oder ein schlechterer Zustand angezeigt werden. Zeigen die biologischen Qualitätskomponenten trotz nicht eingehaltener Orientierungswerte den guten Zustand an, ist zu überprüfen, ob die biologischen Ergebnisse ausreichend belastbar sind. Ist dies mit ausreichender Sicherheit und Genauigkeit der Fall, ist der ökologische Zustand des Wasserkörpers als „gut“ einzustufen.

Ausgehend von diesen Definitionen und Beschreibungen wird ein gewässerstruktureller Orientierungswert wie folgt definiert.

Definition „Gewässerstruktureller Orientierungswert“

Der gewässerstrukturelle Orientierungswert bezeichnet die Grenze gut – mäßig. Es ist der Wert, der mindestens einzuhalten ist, damit die Morphologie (= Gewässerstruktur) einer Zielerreichung anhand der biologischen Qualitätskomponenten (insbesondere Makrozoobenthos und Fische) nicht entgegensteht.

Bei Einhaltung des gewässerstrukturellen Orientierungswertes kann ein guter morphologischer Zustand eines Wasserkörpers insoweit hergestellt werden, dass die gewässerstrukturellen Randbedingungen für das Erreichen des guten ökologischen Zustands anhand der biologischen Qualitätskomponenten Fische und Makrozoobenthos erreicht werden.

Bei Verletzung des gewässerstrukturellen Orientierungswertes kann die Morphologie zum limitierenden Faktor für die Zielerreichung werden. Ist der Orientierungswert dagegen eingehalten, bedeutet das, dass der gute ökologische Zustand sehr wahrscheinlich nicht durch morphologische Defizite verhindert wird.

3 Grundlagen

Für die Ableitung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte wird auf verschiedene Grundlagen zurückgegriffen, die hier – soweit für das Verständnis notwendig – kurz erläutert werden.

3.1 Fließgewässertypen

Zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie sind in Deutschland eine Reihe unterschiedlicher Typologien für Fließgewässer entwickelt worden (Pottgiesser et al. 2024).

Bundesweit wurden 25 biozönotisch bedeutsame Fließgewässertypen (= LAWA-Typen) für die verschiedenen Ökoregionen ausgewiesen: Vier für die Ökoregion der Alpen und des Alpenvorlandes, acht für das Mittelgebirge, neun für das Norddeutsche Tiefland sowie vier Fließgewässertypen, die als „Ökoregion unabhängige“ Typen in verschiedenen Ökoregionen verbreitet sind.

Aufgabe der LAWA-Typen

Die LAWA-Typen dienen zur Ausweisung der Oberflächenwasserkörper sowie dem Aufstellen von Messnetzen für das Monitoring.

Die LAWA-Typen sind in Steckbriefen beschrieben, in denen die Referenzbedingungen der Typen im Hinblick auf ihre abiotischen und biotischen Ausprägungen dargelegt werden (Pottgiesser 2018; Pottgiesser et al. 2024).

Für die Ableitung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte werden aber nicht die LAWA-Typen, sondern die für die Bewertung der Gewässerstruktur relevanten morphologischen Typen zugrunde gelegt.

Wesentliche Faktoren, welche die natürliche morphologische Ausprägung eines Fließgewässers bestimmen, sind unter anderem die geologischen und pedologischen Verhältnisse. Im Zusammenspiel mit den klimatischen Bedingungen entwickeln sich die Talform und die prägenden Sohlsubstrate. Der morphologische Gewässertyp wird daher anhand der Kombination von Talform im Ist-Zustand und Substratverhältnissen in der Referenz festgelegt.

- Für die kleinen Fließgewässer werden die Talformen Kerb- und Klammtal (K), Sohlenkerbtal (S), Mäandertal (M), Mulden- und Auetal (A) und Gewässer ohne Tal (OT) unterschieden.
- Die großen Fließgewässer werden gemäß Verhältnis von Talbodenbreite zu potenziell natürlicher Sohlbreite in Engtal (E), (weites) Sohlental / Gewässer ohne Tal (S) differenziert.
- Die dominierenden Sohlsubstrate sind für die kleinen bzw. großen Fließgewässer organisch (o / O), feinmaterialreich Schluff (fsf / F), feinmaterialreich Löß-Lehm (fl / F), feinmaterialreich Sand (fs / F) und grobmaterialreich (g / G).
- Für die großen Fließgewässer wird auch noch der Lauftyp mit unverzweigte Einbettgerinne (u) und Gewässer mit Nebengerinnen bzw. verzweigte Mehrbettgerinne (n) berücksichtigt.

In Deutschland werden vierzehn morphologische Fließgewässertypen für die kleinen (mit einer aktuellen Gewässerbettbreite bis 20 m) (Tabelle 1) und zehn für die großen Fließgewässer (Tabelle 2) (mit einer aktuellen Gewässerbettbreite ab 20 m) unterschieden. Die Referenzbedingungen sind in den Verfahrensanleitungen zur Gewässerstrukturkartierung beschrieben sind (LAWA 2019a, b).

Die morphologischen Typen differenzieren die LAWA-Typen. Der LAWA Typ 5: „Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“ umfasst morphologisch eine große Spanne, d. h. im Kerbtal weist er Einbettgerinne, einen gestreckten Verlauf und natürlicherweise keine Bankstrukturen auf, im Sohlenkerbtal ist der unverzweigte Verlauf geschlängelt und es werden einige wenige Bankstrukturen ausgebildet. Im Auetal oder wenn kein Tal erkennbar ist, bildet der LAWA-Typ 5 einen mäandrierenden Verlauf oder Mehrbettgerinne aus, mit vielen Bankstrukturen. Von daher werden für den LAWA-Typ 5 vier verschiedene morphologische Typen für die Bewertung der Gewässerstruktur unterschieden.

Aufgabe der morphologischen Typen

Die morphologischen Typen sind Grundlage der (indexgestützten) Bewertung der Gewässermorphologie im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung (z. B. LANUV NW 2023, LAWA 2019a, b).

Sie sind Grundlage zur Ableitung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte.

Tabelle 1: Morphologische Typen der kleinen Fließgewässer (LAWA 2019a).

Kleine Fließgewässer	
K_g:	Kerb- und Klammtalgewässer, grobmaterialreich
S_g:	Sohlenkerbtalgewässer, grobmaterialreich
M_g:	Mäandertalgewässer, grobmaterialreich
A_g:	Mulden- und Auetalgewässer, grobmaterialreich
OT_g:	Gewässer ohne Tal, grobmaterialreich
A_o:	Mulden- und Auetalgewässer, organisch
OT_o:	Gewässer ohne Tal, organisch
OT_fsf:	Gewässer ohne Tal, feinmaterialreich - Schluff
S_fl:	Sohlenkerbtalgewässer, feinmaterialreich – Löß-Lehm
A_fl:	Mulden- /Auetalgewässer, feinmaterialreich – Löß-Lehm
OT_fl:	Gewässer ohne Tal, feinmaterialreich – Löß-Lehm
S_fs:	Sohlenkerbtalgewässer, feinmaterialreich – Sand
A_fs:	Mulden- /Auetalgewässer, feinmaterialreich – Sand
OT_fs:	Gewässer ohne Tal, feinmaterialreich – Sand
OT_fsf:	Gewässer ohne Tal, feinmaterialreich - Schluff

Tabelle 2: Morphologische Typen der großen Fließgewässer (LAWA 2019b).

Große Fließgewässer	
GuE:	Grobsediment geprägte, unverzweigte Gewässer im Engtal
GuS:	Grobsediment geprägte, unverzweigte Gewässer im Sohlental/ohne Tal
GnE:	Grobsediment geprägte, verzweigte Gewässer im Engtal
GnS:	Grobsediment geprägte, verzweigte Gewässer im Sohlental/ohne Tal
FuE:	Feinsediment geprägte, unverzweigte Gewässer im Engtal
FuS:	Feinsediment geprägte, unverzweigte Gewässer im Sohlental/ohne Tal
FnS:	Feinsediment geprägte, verzweigte Gewässer im Sohlental/ohne Tal
OuS:	Organisch geprägte, unverzweigte Gewässer im Sohlental/ohne Tal
OnE:	Organisch geprägte, verzweigte Gewässer im Engtal
OnS:	Organisch geprägte, verzweigte Gewässer im Sohlental/ohne Tal

3.2 Gewässerstrukturkartierung

Die meisten Bundesländer haben eigene standardisierte Methoden zur Erfassung und Bewertung der Gewässerstruktur von Fließgewässern, mit denen die spezifischen Eigenheiten der jeweiligen naturräumlichen Bedingungen und Gewässertypen abgebildet werden. Diese orientieren sich an den beiden bundesweit gültigen LAWA-Verfahrensempfehlungen zur Erhebung der Gewässerstruktur für kleine bis mittelgroße (= „LAWA klein“, LAWA 2019a) sowie mittelgroße bis große Fließgewässer (= „LAWA groß“, LAWA 2019b). Da es bei den verschiedenen Verfahren aber keine vollständige Übereinstimmung gibt, werden z. B. nicht alle Einzelparameter in allen Verfahren erhoben (Tabelle 3).

LAWA-Verfahren als Grundlage der gewässerstrukturellen Orientierungswerte

Grundlage für die Ableitung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte und z. B. die Auswahl biozönotisch relevanter Strukturen der Einzelparameter (Kapitel 4.4) sind die beiden aktuellen, bundesweit gültigen LAWA-Verfahrensempfehlungen zur Erhebung der Gewässerstruktur für kleine bis mittelgroße (= „LAWA klein“, LAWA 2019a) sowie mittelgroße bis große Fließgewässer (= „LAWA groß“, LAWA 2019b).

Im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung werden in sechs Hauptparametern (HP) – Laufentwicklung, Längsprofil, Querprofil, Sohlstruktur, Uferstruktur, Gewässerumfeld – Vor-Ort „Zustandsmerkmale“ einer Vielzahl von Einzelparametern (EP) erhoben, z. B. die EP „Laufkrümmung“, „Längsbänke“, „Krümmungserosion“ und „Besondere Laufstrukturen“ im HP 1 „Laufentwicklung“ für kleine Fließgewässer.

Die erfassten Zustandsmerkmale werden danach gewässertypspezifisch – auf Grundlage der morphologischen Typen (Kapitel 3.1) – bewertet (Kapitel 3.2.1).

Tabelle 3: Beispiele für die Erhebung von Einzelparametern in den Verfahren zur Gewässerstrukturkartierung exemplarisch ausgewählter Bundesländer. x = keine Entsprechung.

LAWA kleine bis mittelgroße FG (LAWA 2019a)	LAWA mittelgroße bis große FG (LAWA 2019b)	NW / HE / SN (LANUV NW 2018, 2023)	MV (LUNG MV 2011)	BY (LfU BY 2019)	BW (LUBW 2010)
Laufkrümmung	Laufkrümmung	Laufkrümmung	Laufkrümmung	Laufkrümmung	Laufkrümmung
Krümmungs- erosion	Krümmungs- erosion	Krümmungs- erosion	Krümmungs- erosion	x	Krümmungs- erosion
Besondere Laufstruktur	Besondere Laufstruktur	Laufstrukturen	Anzahl besonderer Laufstrukturen	x	x
Strömungs- diversität	Strömungs- diversität/ Tiefenvarianz	Strömungs- diversität	Strömungs- diversität	Strömungs- vielfalt	Strömungs- diversität/ Tiefenvarianz
Rückstau	Rückstau	Rückstau	x	Rückstau	Rückstau
Querbänke	Querbänke	Querbänke	Anzahl der Querbänke	x	x
Substrat- diversität	Substrat- diversität	Substrat- diversität	x	x	Substrat- diversität
Längsbänke	x	Längsbänke	Anzahl der Längsbänke	Anlandungen	x
Besondere Sohlstrukturen	Besondere Sohlstruktur	Sohlstrukturen	Anzahl besonderer Sohlstrukturen	Sonder- strukturen	x

3.2.1 Bewertung der Gewässerstruktur

Die Bewertung der Gewässerstruktur im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung nach LAWA erfolgt durch den Abgleich des Ist-Zustands mit gewässertypspezifischen Referenzbedingungen der morphologischen Typen in sieben Strukturklassen. Grundlage dafür sind die sogenannten Indexwerte, die jedem Zustandsmerkmal typspezifisch zugeordnet sind. Ein Indexwert von „1“ definiert einen anthropogen unveränderten Gewässerzustand, einen Indexwert von „7“ erhalten anthropogen vollständig veränderte Zustandsmerkmale. Die typologische Differenzierung erfolgt anhand so genannter morphologischer Typen, die durch Talform und Sohlsubstrat im Referenzzustand charakterisiert sind (Kapitel 3.1).

So ist z. B. dem Zustandsmerkmal „gestreckt“ im Einzelparameter „Laufkrümmung“ für ein grobmaterialreiches Fließgewässer in einem Sohlenkerbtal (morphologischer Typ „S_g“) ein Index von „1“ zugeordnet, für ein sandgeprägtes Fließgewässer in einem breiten Auetal (morphologischer Typ „A_fs“) hingegen ein Index von „6“.

3.2.1.1 Bewertung der Hauptparameter

Die LAWA-Verfahrensempfehlungen unterscheiden jeweils sechs Hauptparameter. Die Verrechnung der Indexwerte (i. d. R. Aufsummieren und arithmetische Mittelwertbildung) erfolgt zunächst auf der Ebene der Hauptparameter. Für jeden der sechs Hauptparameter ergibt sich so ein gebrochenzahliger Wert.

Diese gebrochenzahligen Ergebnisse sind als äquidistante Wertebereiche (= Indexspannen) den Strukturklassen von 1 bis 7 zugeordnet. So umfasst die Strukturklasse 1 z. B. den Wertebereich von 1,0 – 1,7, die Strukturklasse 3 z. B. den Wertebereich von 2,7 – 3,5.

Die Strukturklasse „1“ beschreibt einen Zustand, der keine oder allenfalls sehr geringe Beeinträchtigungen im Vergleich zu seinen gewässertypspezifischen Referenzausprägungen (Kapitel 3.1) aufweist.

3.2.1.2 Bewertung eines Kartierabschnitts

Die Ermittlung der Gewässerstrukturklasse eines Kartierabschnitts (= Gesamtbewertung) gemäß der LAWA-Verfahren erfolgt über die arithmetische Mittelwertbildung der ermittelten Werte für die sechs Hauptparameter (HP).

Das Ergebnis ist i. d. R. ein gebrochenzahliger Wert, der analog zur Klassifizierung der Hauptparameter, einer Strukturklasse zugeordnet wird. So umfasst z. B.

- die Strukturklasse 3 den Wertebereich 2,7 – 3,5 und
- die Strukturklasse 4 den Wertebereich 3,6 – 4,4.

Dementsprechend kann eine Strukturklasse (Gesamtbewertung) in einem Kartierabschnitt über vielfältige Kombinationen von Einzelbewertungen der sechs Hauptparameter erreicht werden. Dies ist am Beispiel der Klassen 3 und 4 in Tabelle 4 verdeutlicht.

Tabelle 4: Beispiele für mittlere Indexwerte von 3,5 und 4,33 und daraus resultierende Gewässerstrukturklassen (GSK) von 3 und 4 auf Basis unterschiedlicher Bewertungen der sechs Hauptparameter (HP) in einem Kartierabschnitt (KA).

HP	Bewertung KA 1	Bewertung KA 2	Bewertung KA 3	Bewertung KA 4	Bewertung KA 5	Bewertung KA 6	Bewertung KA 7	Bewertung KA 8	Bewertung KA 9	Bewertung KA 10
1	1	1	1	1	3	2	2	1	2	4
2	2	2	1	2	3	2	2	2	4	4
3	3	3	1	2	3	4	4	2	5	4
4	4	4	5	2	3	5	4	7	5	4
5	5	4	6	7	3	6	7	7	5	4
6	6	7	7	7	6	7	7	7	5	6
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Ø Index-Wert	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
GSK für Kartierabschnitt	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4

Dies ist insofern relevant, als dass die verschiedenen Hauptparameter in unterschiedlicher Weise mit den Habitatansprüchen der biologischen Qualitätskomponenten zusammenhängen. Gewässerabschnitte mit „mittleren“ Gesamtbewertungen z. B. von 3 oder 4 können so ganz unterschiedlich „gute“ Habitatbedingungen aufweisen.

3.2.1.3 Bewertung eines Wasserkörpers

Die Bewertung der Gewässerstruktur eines ganzen Oberflächenwasserkörpers erfolgt üblicherweise ebenfalls über arithmetische Mittelwertbildung anhand der Gesamtbewertungen der einzelnen Kartierabschnitte. Eine mittlere Strukturklasse z. B. von 3 oder 4 in einem Oberflächenwasserkörper kann daher ebenfalls als Ergebnis einer Verrechnung unterschiedlicher Gesamtbewertungen einzelner Kartierabschnitte erreicht werden (Tabelle 5)

Dies macht deutlich, dass wiederum besonders bei „mittleren“ Strukturklassen sehr unterschiedlich räumlich verteilte strukturelle Ausprägungen zu demselben numerischen Ergebnis führen können. Analog der Bewertung der Kartierabschnitte können daher auch OWK mit einer „mittleren“ Strukturklasse unterschiedlich „gute“ Habitatbedingungen aus Sicht der biologischen Qualitätskomponenten aufweisen.

Tabelle 5: Beispiele für die Erreichung einer mittleren Strukturklassen von 3 oder 4 in einem Wasserkörper (OWK) auf Basis unterschiedlicher Streckenanteile von Strukturklassen (GSK).

Strukturklasse	Strecken- anteil (%) im OWK 1	Strecken- anteil (%) im OWK 2	Strecken- anteil (%) im OWK 3	Strecken- anteil (%) im OWK 4	Strecken- anteil (%) im OWK 5	Strecken- anteil (%) im OWK 6	Strecken- anteil (%) im OWK 7	Strecken- anteil (%) im OWK 8
1	20	20	20	10	-	-	-	10
2	40	20	20	10	20	-	-	10
3	30	20	20	30	30	-	10	10
4	10	20	10	20	20	100	50	25
5	10	20	10	30	30	-	30	15
6	-	-	10	-	-	-	10	10
7	-	-	10	-	-	-	-	20
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Ø Index-Wert	2,8	3	3,4	3,5	3,6	4	4,4	4,35
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
mittlere GSK für den OWK	3	3	3	3	4	4	4	4

3.3 Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept

3.3.1 Grundlegendes Prinzip

Das in Nordrhein-Westfalen entwickelte „Strahlwirkungs- und Trittstein-Konzept“ (LANUV NW 2011) findet bei der Maßnahmenplanung auch bundesweit Berücksichtigung.

Der Begriff „Strahlwirkung“ bezeichnet das Phänomen, dass Gewässerabschnitte zwar eine degradierte Gewässerstruktur aufweisen, die Bewertung der Besiedlung aber deutlich besser ausfällt, als dass die Habitatqualitäten es erwarten lassen würden. Dies kann durch aktive Einwanderung (Immigration) oder passiven Eintrag (Drift) gewässertypspezifischer Arten aus benachbarten, naturnahen Gewässerabschnitten erklärt werden. Gemäß LANUV NW (2011) sind neben der Migration oder Drift von Organismen auch abiotische Wirkungen für die Ausbildung der Lebensgemeinschaften eines Gewässerabschnitts von großer Bedeutung. Darunter wird die Verschleppung von Umweltbedingungen aus oberhalb gelegenen Abschnitten verstanden.

Abbildung 1: Prinzip des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts mit seinen Funktionselementen.



Quelle: LANUV NW (2011)

Das Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept umfasst verschiedene Funktionselemente (Abbildung 1):

- ▶ Strahlursprünge sind naturnahe Gewässerabschnitte, aus denen positive Umweltbedingungen in andere Gewässerabschnitte transportiert werden bzw. Organismen in andere Abschnitte migrieren. Strahlursprünge weisen Strukturklassen von 1 bis 3 auf.
- ▶ Strahlwege sind beeinträchtigte Gewässerabschnitte, auf die die positiven Umweltbedingungen wirken bzw. in die die Organismen des Strahlursprungs migrieren.
 - Aufwertungsstrahlwege erlauben eine Ansiedlung typspezifischer Organismen und können somit durch den Strahlursprung positiv beeinflusst werden. Sie weisen eine Strukturklasse von 4 bis 5 auf.
 - Strahlwege, die nur eine Durchgangsfunktion haben und nicht die Bedingungen für eine Ansiedlung typspezifischer Organismen aufweisen – also nicht durch Strahlwirkung aufgewertet werden können –, werden als „Durchgangsstrahlwege“ bezeichnet. Sie erreichen eine mittlere Strukturklasse von 6.

- ▶ Als Trittsteine werden typgemäße morphologische Bestandteile der Strahlwege bezeichnet, die sowohl Gewässerorganismen die Durchwanderung erleichtern, als auch die notwendigen Habitate für deren dauerhafte An- und Besiedlung bereitstellen können. Dabei kann es sich sowohl um kurze Gewässerabschnitte mit naturnahen morphologischen Bedingungen, als auch um einzelne Strukturelemente handeln.
- ▶ Degradationsstrecken sind Gewässerabschnitte, die die Mindestanforderungen sowohl an Strahlursprünge als auch an Strahlwege verfehlen. Sie weisen eine mittlere Strukturklasse von 7 auf.

Die Anforderungen an die Funktionselemente sind ausschließlich für natürliche Oberflächengewässer folgendermaßen definiert:

- a) sie sollen eine bestimmte Qualität bezogen auf die Anteile der Strukturklassen aufweisen (Abbildung 2 in Kapitel 3.3.2.1) und
- b) sie sollen eine bestimmte Streckenlänge aufweisen (Tabelle 6 in Kapitel 3.3.2.2) und
- c) sie sollen „perlartig“ aufeinanderfolgen (Perlschnurkonzept) (Abbildung 7 in Kapitel 3.3.2.4).

3.3.2 Beispiel zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts für einen OWK

Die verschiedenen Funktionselemente sind in Bezug auf die Qualität und Quantität der Strukturklassen jeweils unterschiedlich für Gewässer im Tiefland und Mittelgebirge definiert (Abbildung 2). Da das „Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept“ in Nordrhein-Westfalen entwickelt worden ist, sind die Typen der Alpen und des Alpenvorlandes nicht berücksichtigt worden. Für diese Typen kann auf die Angaben zu den Mittelgebirgsgewässern zurückgegriffen werden.

Auch für die beiden biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos und Fische werden jeweils unterschiedliche Anforderungen an die jeweiligen Funktionselemente formuliert. Im Vergleich zu den Fischen ist das Makrozoobenthos weniger mobil. Es bedarf also besserer Strukturen in geringeren räumlichen Abständen, um die entsprechende Lebensraumqualität für diese QK herzustellen (Abbildung 2). Daher werden im Folgenden die Anforderungen des Makrozoobenthos zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts für einen Wasserkörper zugrunde gelegt. Denn wenn die Habitatqualitäten für das MZB gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept umgesetzt werden, dann sind diese auch für die Lebensgemeinschaft der Fische ausreichend.

Wie die exemplarische Anwendung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts für einen Wasserkörper aussehen könnte, wird im Folgenden ausgeführt. Dafür sind folgende Rahmenbedingungen angenommen worden.

Exemplarische Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts für einen OWK - Rahmenbedingungen

Für die exemplarische Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts für einen OWK sind folgende Rahmenbedingungen zugrunde gelegt worden:

- ▶ die Anforderungen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept werden eingehalten UND
- ▶ der OWK weist zudem eine mittlere Strukturklasse von 4 auf

3.3.2.1 Anteile der Strukturklassen

Die Empfehlungen des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept zur Verteilung der Gewässerstrukturklassen in einem Planungsraum ist in Abbildung 2 dargestellt. Dieser „Planungsraum“ entspricht nicht zwingend einem OWK, wird hier aber als solcher angenommen.

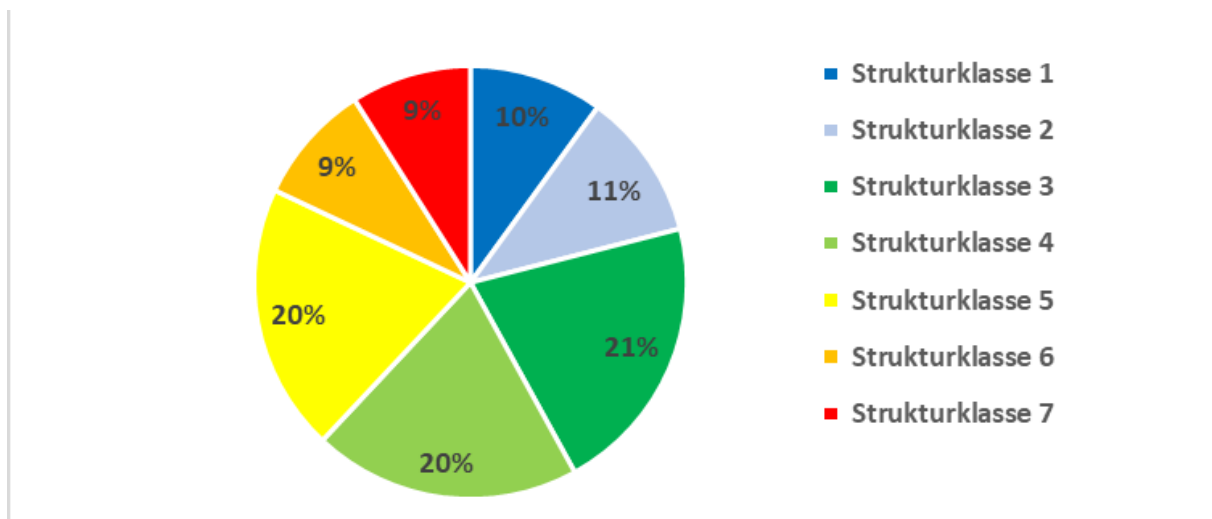
Abbildung 2: Idealtypische Verteilung von Funktionselementen und Gewässerstrukturklassen für die Fischfauna und das Makrozoobenthos in einem Planungsraum. Degradationsstrecken sind keine Funktionselemente.

Ökoregion	Funktionselement	Fischfauna		Makrozoobenthos	
		Anteile des Funktionselements im Planungsraum	Anteile GSG im Planungsraum	Anteile des Funktionselements im Planungsraum	Anteile GSG im Planungsraum
Mittelgebirge	Strahlursprünge	> 25 %	GSG 1/2 > 10 % GSG 3 > 15 %	> 40 %	GSG 1/2 > 20 % GSG 3 > 20 %
	Aufwertungsstrahlwege	~ 50 %	GSG 4 ~ 25 % GSG 5 ~ 25 %	> 40 %	GSG 4 ~ 20 % GSG 5 ~ 20 %
	Durchgangsstrahlwege	< 15 %	GSG 6 < 15 %	< 10 %	GSG 6 < 10 %
	Degradationsstrecken ¹⁾	< 10 %	GSG 7 < 10 %	< 10 %	GSG 7 < 10 %
Tiefland	Strahlursprünge	> 25 %	GSG 1/2 > 10 % GSG 3 > 15 %	> 50 %	GSG 1/2 > 25 % GSG 3 > 25 %
	Aufwertungsstrahlwege	~ 50 %	GSG 4 ~ 25 % GSG 5 ~ 25 %	~ 25 %	GSG 4 ~ 10 % GSG 5 ~ 15 %
	Durchgangsstrahlwege	< 15 %	GSG 6 < 15 %	< 15 %	GSG 6 < 15 %
	Degradationsstrecken ¹⁾	< 10 %	GSG 7 < 10 %	< 10 %	GSG 7 < 10 %

Quelle: LANUV NW (2011)

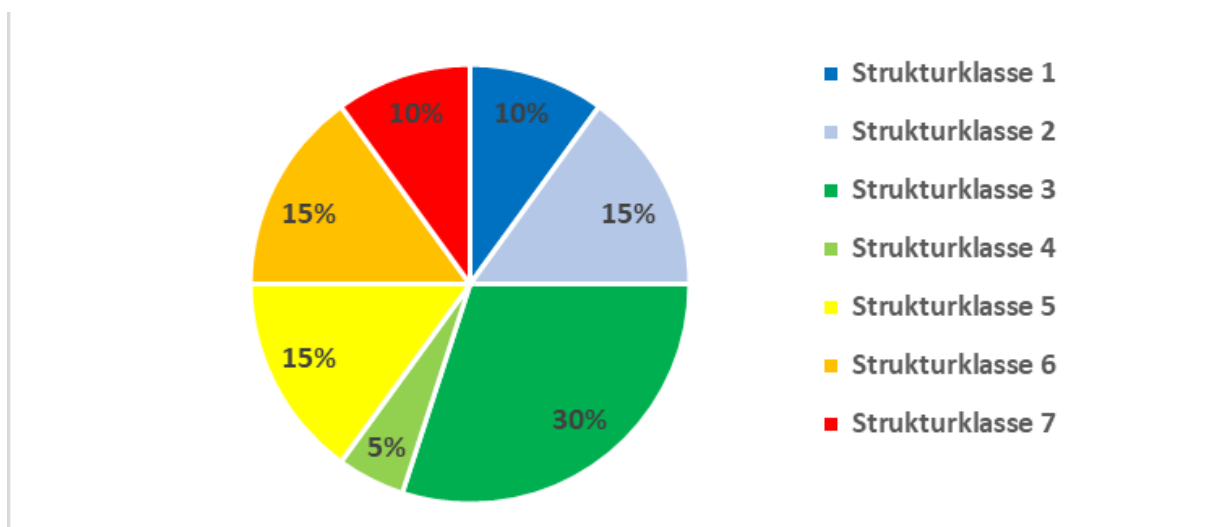
Legt man diese Verteilungen zugrunde und verknüpft diese mit dem Ziel, eine mittlere Gewässerstrukturklasse von 4 in einem OWK zu erreichen (siehe angenommene Rahmenbedingungen in Kapitel 3.3.2), dann erhält man Verteilungen der Gewässerstrukturklassen für die Fließgewässer im Mittelgebirge (inklusive Alpen und Alpenvorland) und im Tiefland, wie sie in Abbildung 3 und Abbildung 4 dargestellt sind.

Abbildung 3: Verteilung der Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse von 4 für alle Fließgewässertypen der Ökoregionen Alpen und Alpenvorland und Mittelgebirge.



Quelle: eigene Darstellung, umweltbüro essen

Abbildung 4: Verteilung der Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse von 4 für alle Fließgewässertypen der Ökoregion Tiefland.



Quelle: eigene Darstellung, umweltbüro essen

3.3.2.2 Streckenlängen

Neben den Anteilen der Strukturklassen in einem OWK ist gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept aber auch entscheidend, dass die einzelnen Funktionselemente bestimmte Mindest- bzw. Maximallängen aufweisen. Für Gruppen von Fließgewässertypen sind die Werte für das Makrozoobenthos aus LANUV NW (2011) in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Längen der Funktionselemente für das Makrozoobenthos gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept (LANUV NW 2011) für Gewässer im Tiefland (TL) und Mittelgebirge (MG).

Fließgewässertypgruppe	Strahlursprung (SU)	Aufwertungsstrahlweg	Durchgangsstrahlweg
Bäche TL (EZG 10 - 100 km²)	zusammenhängend mind. 500 m	max. halbe Länge SU, höchstens 1.000 m	max. viertel Länge SU, höchstens 600 m
kleine Flüsse TL (EZG 100 - 1.000 km²)	zusammenhängend mind. 1.000 m	max. halbe Länge SU, höchstens 1.000 m	max. viertel Länge SU, höchstens 600 m
mittelgroße Flüsse TL (EZG 1.000 - 5.000 km²)	zusammenhängend mind. 2.000 m	max. halbe Länge SU, höchstens 2.000 m	max. viertel Länge SU, höchstens 1.200 m
große Flüsse TL (EZG 5.000 - 10.000 km²)	zusammenhängend mind. 4.000 m	max. halbe Länge SU, höchstens 2.000 m	max. viertel Länge SU, höchstens 1.200 m
Bäche MG (EZG 10 - 100 km²)	zusammenhängend mind. 500 m	max. so lang wie SU, höchstens 2.500 m	max. viertel Länge SU, höchstens 600 m
kleine Flüsse MG (EZG 100 - 1.000 km²)	zusammenhängend mind. 1.000 m	max. so lang wie SU, höchstens 2.500 m	max. viertel Länge SU, höchstens 600 m
mittelgroße Flüsse MG (EZG 1.000 - 5.000 km²)	zusammenhängend mind. 2.000 m	max. so lang wie SU, höchstens 3.000 m	max. viertel Länge SU, höchstens 700 m
große Flüsse MG (EZG 5.000 - 10.000 km²)	zusammenhängend mind. 4.000 m	max. so lang wie SU, höchstens 3.000 m	max. viertel Länge SU, höchstens 700 m

3.3.2.3 Kombination von Funktionselementen und Streckenanteilen

Für die Fließgewässer im Mittelgebirge und im Tiefland sind für verschiedene Gewässergrößen (Bäche, kleine Flüsse, mittelgroße Flüsse und große Flüsse) beispielhaft verschiedene Längen für einen Oberflächenwasserkörper angenommen worden:

- für Bäche eine OWK-Länge von 5 km
- für kleine Flüsse eine OWK-Länge von 10 km
- mittelgroße Flüsse eine OWK-Länge von 50 km
- große Flüsse eine OWK-Länge von 100 km

Für diese sind dann jeweils auf Grundlage der in Kapitel 3.3.1.1 zusammengestellten Anteile von Gewässerstrukturklassen zur Einhaltung einer mittleren Gewässerstrukturklasse von 4 (siehe angenommene Rahmenbedingungen in Kapitel 3.3.2) die Längen der Funktionselemente, der Gewässerstrukturklassen sowie die Zahl der Kartierabschnitte der jeweiligen Gewässerstrukturklassen berechnet worden. Mit den in Kapitel 3.3.1.1 und 5.2 ermittelten Verteilungen der Gewässerstrukturklassen zur Einhaltung einer mittleren Gewässerstrukturklasse von 4 in einem OWK können auch die Anforderungen an die Streckenlängen der jeweiligen Funktionselemente erfüllt werden (Abbildung 5: Länge der Funktionselemente bei einer mittleren Strukturklasse von 4 in einem OWK für die verschiedenen Gewässergrößen im Mittelgebirge. FE = Funktionselement. und Abbildung 6).

Abbildung 5: Länge der Funktionselemente bei einer mittleren Strukturklasse von 4 in einem OWK für die verschiedenen Gewässergrößen im Mittelgebirge. FE = Funktionselement.

Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept für Gewässer im Mittelgebirge				Exemplarische Anwendung mit dem Ziel mittlere Strukturklasse von 4 im OWK		
				5 km langer OWK		
Bäche (EZG 10 - 100 km ²)	GS-Klasse	Anteil (%)	Streckenlänge	Anteil (%)	Länge FE (m)	Länge in (m) bei 100 m langem Kartierabschnitt
Strahlursprung	1	>20	min 500 m	10	500	500
	2			11	550	500
	3	>20		21	1.050	1.100
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	20	max 2.500 m, mind. so lang wie SU	20	1.000	1.000
Aufwertungsstrahlweg	5	20		20	1.000	1.000
Durchgangsstrahlweg	6	<10	max 600 m	9	450	500
Degradationsstrecke (kein Funktionselement!)	7	<10		9	450	400
				10 km langer OWK		
kleine Flüsse (EZG 100 - 1.000 km ²)	GS-Klasse	Anteil (%)	Streckenlänge	Anteil (%)	Länge FE (m)	Länge in (m) bei 200 m langem Kartierabschnitt
Strahlursprung	1	>20	min 1.000 m	10	1.000	1.000
	2			11	1.100	1.000
	3	>20		21	2.100	2.000
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	20	max 3.000 m, mind. so lang wie SU	20	2.000	2.000
Aufwertungsstrahlweg	5	20		20	2.000	2.000
Durchgangsstrahlweg	6	<10	max 700 m	9	900	1.000
Degradationsstrecke (kein Funktionselement!)	7	<10		9	900	1.000
				50 km langer OWK		
mittelgroße Flüsse (EZG 1.000 - 5.000 km ²)	GS-Klasse	Anteil (%)	Streckenlänge	Anteil (%)	Länge FE (m)	Länge in (m) bei 500 m langem Kartierabschnitt
Strahlursprung	1	>20	min 2.000 m	10	5.000	5.000
	2			11	5.500	5.500
	3	>20		21	10.500	10.500
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	20	max 3.000 m, mind. so lang wie SU	20	10.000	10.000
Aufwertungsstrahlweg	5	20		20	10.000	10.000
Durchgangsstrahlweg	6	<10	max 700 m	9	4.500	4.500
Degradationsstrecke (kein Funktionselement!)	7	<10		9	4.500	4.500
				100 km langer OWK		
große Flüsse (EZG 5.000-10.000 km ²)	GS-Klasse	Anteil (%)	Streckenlänge	Anteil (%)	Länge FE (m)	Länge in (m) bei 1.000 m langem Kartierabschnitt
Strahlursprung	1	>20	min 4.000 m	10	10.000	10.000
	2			11	11.000	10.000
	3	>20		21	21.000	20.000
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	20	max 3.000 m, mind. so lang wie SU	20	20.000	20.000
Aufwertungsstrahlweg	5	20		20	20.000	20.000
Durchgangsstrahlweg	6	<10	max 700 m	9	9.000	10.000
Degradationsstrecke (kein Funktionselement!)	7	<10		9	9.000	10.000

Abbildung 6: Länge der Funktionselemente bei einer mittleren Strukturklasse von 4 in einem OWK für die verschiedenen Gewässergrößen im Tiefland. FE = Funktionselement.

Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept für Gewässer im Tiefland				Exemplarische Anwendung mit dem Ziel mittlere Strukturklasse von 4 im OWK		
				5 km langer OWK		
Bäche (EZG 10 - 100 km ²)	GS-Klasse	Anteil (%)	Streckenlänge	Anteil (%)	Länge FE (m)	Länge in (m) bei 100 m langem Kartierabschnitt
Strahlursprung	1	>25	min 500 m	10	500	500
	2	>25		15	750	800
	3	>25		30	1.500	1.500
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	10	max 2.500 m, mind. so lang wie SU	5	250	300
Aufwertungsstrahlweg	5	15		15	750	700
Durchgangsstrahlweg	6	<15	max 600 m	15	750	700
Degradationsstrecke (kein Funktionselement!)	7	<10		10	500	500
				10 km langer OWK		
kleine Flüsse (EZG 100 - 1.000 km ²)	GS-Klasse	Anteil (%)	Streckenlänge	Anteil (%)	Länge FE (m)	Länge in (m) bei 200 m langem Kartierabschnitt
Strahlursprung	1	>25	min 1.000 m	10	1.000	1.000
	2	>25		15	1.500	1.600
	3	>25		30	3.000	3.000
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	10	max 3.000 m, mind. so lang wie SU	5	500	600
Aufwertungsstrahlweg	5	15		15	1.500	1.400
Durchgangsstrahlweg	6	<15	max 700 m	15	1.500	1.400
Degradationsstrecke (kein Funktionselement!)	7	<10		10	1.000	1.000
				50 km langer OWK		
mittelgroße Flüsse (EZG 1.000 - 5.000 km ²)	GS-Klasse	Anteil (%)	Streckenlänge	Anteil (%)	Länge FE (m)	Länge in (m) bei 500 m langem Kartierabschnitt
Strahlursprung	1	>25	min 2.000 m	10	5.000	5.000
	2	>25		15	7.500	5.500
	3	>25		30	15.000	10.500
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	10	max 3.000 m, mind. so lang wie SU	5	2.500	10.000
Aufwertungsstrahlweg	5	15		15	7.500	10.000
Durchgangsstrahlweg	6	<15	max 700 m	15	7.500	4.500
Degradationsstrecke (kein Funktionselement!)	7	<10		10	5.000	4.500
				100 km langer OWK		
große Flüsse (EZG 5.000-10.000 km ²)	GS-Klasse	Anteil (%)	Streckenlänge	Anteil (%)	Länge FE (m)	Länge in (m) bei 1.000 m langem Kartierabschnitt
Strahlursprung	1	>25	min 4.000 m	10	10.000	10.000
	2	>25		15	15.000	10.000
	3	>25		30	30.000	20.000
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	10	max 3.000 m, mind. so lang wie SU	5	5.000	20.000
Aufwertungsstrahlweg	5	15		15	15.000	20.000
Durchgangsstrahlweg	6	<15	max 700 m	15	15.000	10.000
Degradationsstrecke (kein Funktionselement!)	7	<10		10	10.000	10.000

3.3.2.4 „Perlschnurkonzept“

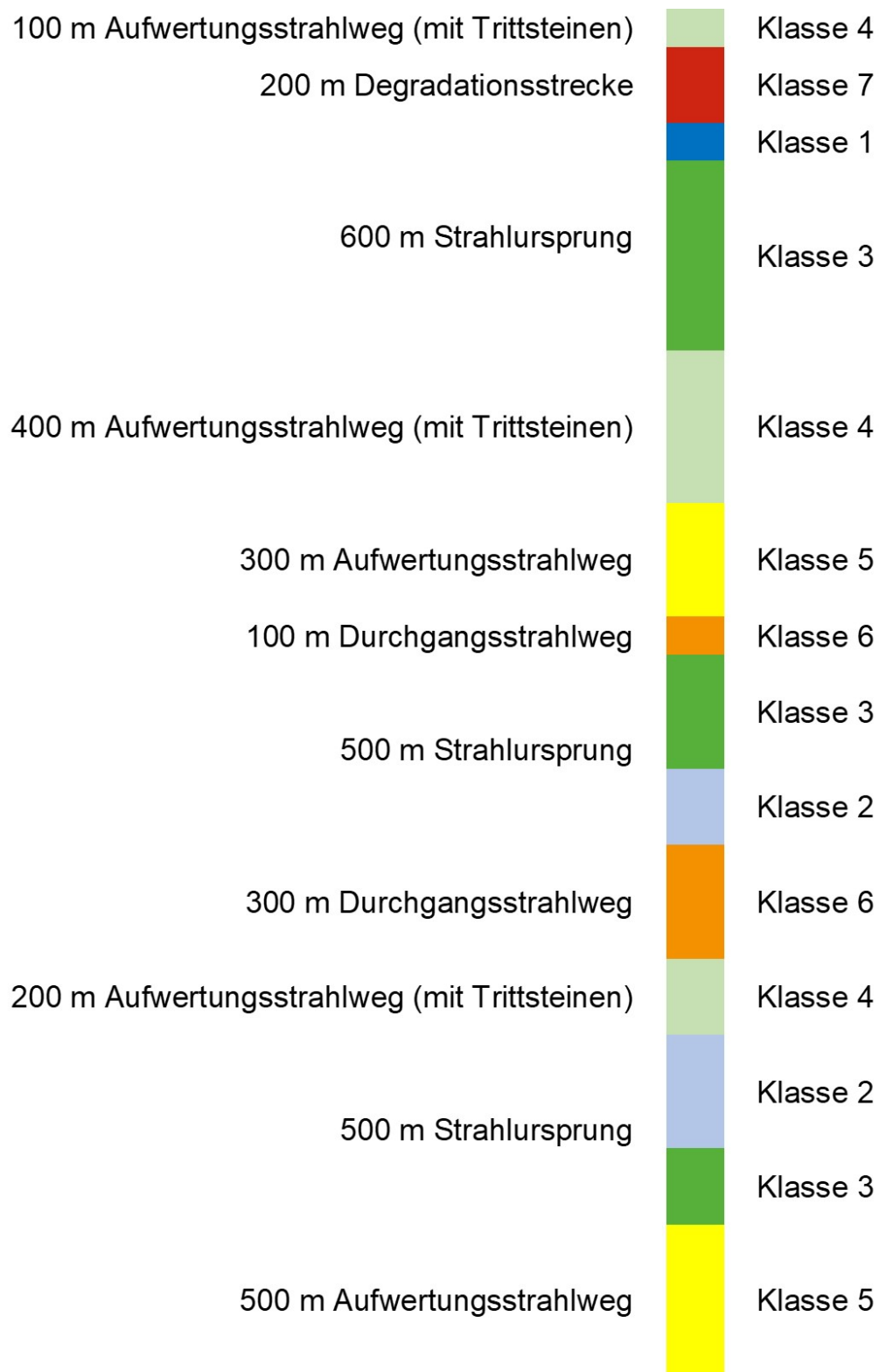
Auf eine Zielerreichung anhand der biologischen Qualitätskomponenten haben aber nicht nur die Anteile und Längen von Strukturklassen in einem Wasserkörper einen Einfluss, sondern auch deren Verteilung im Längskontinuum innerhalb eines Wasserkörpers, ggf. auch der unterhalb und oberhalb angrenzenden Wasserkörper. Gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept sollten Strahlursprünge, Strahlwege und Degradationsstrecken – und die damit verbundenen Gewässerstrukturklassen – alternierend, also „perlschnurartig“ aufeinanderfolgen und sich die „naturnäheren“ Abschnitte nicht nur im „Oberlauf“ eines Wasserkörpers befinden, um so eine gute biologische Bewertung an der Messstelle sicherzustellen.

Wie solch eine idealtypische Verteilung der Funktionselemente und den zugrunde liegenden Strukturklassen zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse von 4 in einem Mittelgebirgsbach aussehen könnte, ist in Abbildung 7 dargestellt.

Darüber hinaus steht jeder Wasserkörper immer in einem gewässersystemaren Kontext und kann damit nicht losgelöst von den ober- und unterhalb angrenzenden Wasserkörpern betrachtet werden. Dies könnte theoretisch bedeuten, dass aufgrund von bestehenden Restriktionen ein ganzer Wasserkörper „nur“ ein Strahlweg ist (OWK 1), während beispielsweise ein oberhalb liegender, besonders naturnaher Wasserkörper komplett als Strahlursprung (OWK 2) fungieren kann. In dem Falle würden im OWK 1 die gewässerstrukturellen Orientierungswerte nicht eingehalten werden, während sie im OWK 2 deutlich überschritten werden.

Die mittlere Länge eines Fließgewässer-Oberflächenwasserkörpers beträgt in Deutschland etwa 15 Kilometer (BMUV/UBA 2022). Aufgrund der im Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept maximalen Längen der verschiedenen Funktionselemente kann demnach ein gesamter Wasserkörper nicht nur ein Funktionselement einnehmen.

Abbildung 7: Idealtypische räumliche Anordnung der Funktionselemente in einem 5 km langen OWK – hier dargestellt am Beispiel eines Mittelgebirgsbaches, z. B. LAWA-Typ 5. Klasse = Bewertungsklasse der Gewässerstrukturkartierung.



Quelle: eigene Darstellung, umweltbüro essen

4 Literaturrecherche

Eine umfassende Literaturrecherche bildete die wesentliche Grundlage für die Ableitung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte.

4.1 Methodisches Vorgehen

Die Recherche von deutsch- oder englischsprachigen Veröffentlichungen zu typspezifischen, Wasserkörper bezogenen gewässerstrukturellen Orientierungswerten (Gewässerstrukturklassen oder -parametern) mit Bezug zur Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten Fische und Makrozoobenthos umfasst:

- ▶ nationale und internationale Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften mit peer review - Prozess sowie
- ▶ „graue“ Literatur (des deutschsprachigen Raumes sowie der EU-Gremien)

Die Literaturrecherche **internationaler Veröffentlichungen** erfolgte mit der Datenbank SCOPUS. Die verwendeten Schlagworte und die damit erzielten Treffer sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Die Schlagworte der einzelnen Spalten sind als „UND“ Verknüpfungen gesucht worden.

Nationale Veröffentlichungen sind mit deutschen Begriffen der in Tabelle 7 zusammengestellten Schlagworten gesucht worden. Die Treffer umfassen Dissertationen, Forschungsberichte und weitere graue Literatur.

„**Graue**“ Literatur der **EU-Gremien** sowie **CEN-Normen** wurden über die Webserver CIRCABC (<https://circabc.europa.eu>) und CENELEC (<https://standards.cencenelec.eu>) recherchiert. Über die LAWA-Expertenkreise „Hydromorphologie“ und „Fließgewässer“ sind gezielt Arbeiten in den **Bundesländern (= „Graue“ Literatur)** abgefragt worden.

Die Fundstellen der wissenschaftlichen Literatur wurden gesichtet und für einen Überblick anhand folgender Punkte ausgewertet (siehe Anhang A2):

- ▶ Land / Bundesland
- ▶ Gewässertyp
- ▶ Gewässerkategorie (NWB / HMWB / AWB)
- ▶ Verfahren GSK
- ▶ Bewertung GSK (Strukturklassen / Strukturparameter)
- ▶ räumlicher Bezug GSK (EZG, Gewässer, OWK, Gewässerabschnitt)
- ▶ biologische QK (Fische, Makrozoobenthos)

Inhaltlich passende Beiträge wurden detaillierter ausgewertet (siehe Kapitel 4.3). „Graue“ Literatur (EU-Gremien, CEN-Normen, Arbeiten der Bundesländer) wurde direkt im Detail ausgewertet.

Tabelle 7: Schlagworte und Treffer der Literaturrecherche in SCOPUS.

Schlagworte 1	Schlagwort 2	Schlagworte 3	Schlagwort 4	Schlagworte 5	Treffer
river or stream		hydromorphology or morphology	assessment		1632
river or stream	europa	hydromorphology or morphology	assessment		165
river or stream	europa	hydromorphology or morphology	good ecological status		36
natural river or natural stream		hydromorphology or morphology	assessment		179
natural river		hydromorphology or morphology	assessment		50
natural river or natural stream	europa	hydromorphology or morphology	assessment		52
natural river or natural stream	europa	hydromorphology or morphology	assessment	fish	5
natural river or natural stream	europa	hydromorphology or morphology	assessment	macroinvertebrate or macrozoobenthos	5
natural river or natural stream	europa	hydromorphology or morphology	good ecological status	water body	11

4.2 Ergebnisüberblick

Von den rund 170 wesentlichen Zitaten der Recherche **internationaler englischsprachiger Veröffentlichungen** wurden 122 Artikel und Abstracts detaillierter ausgewertet, soweit als möglich mit Angaben zu (Anhang A.1):

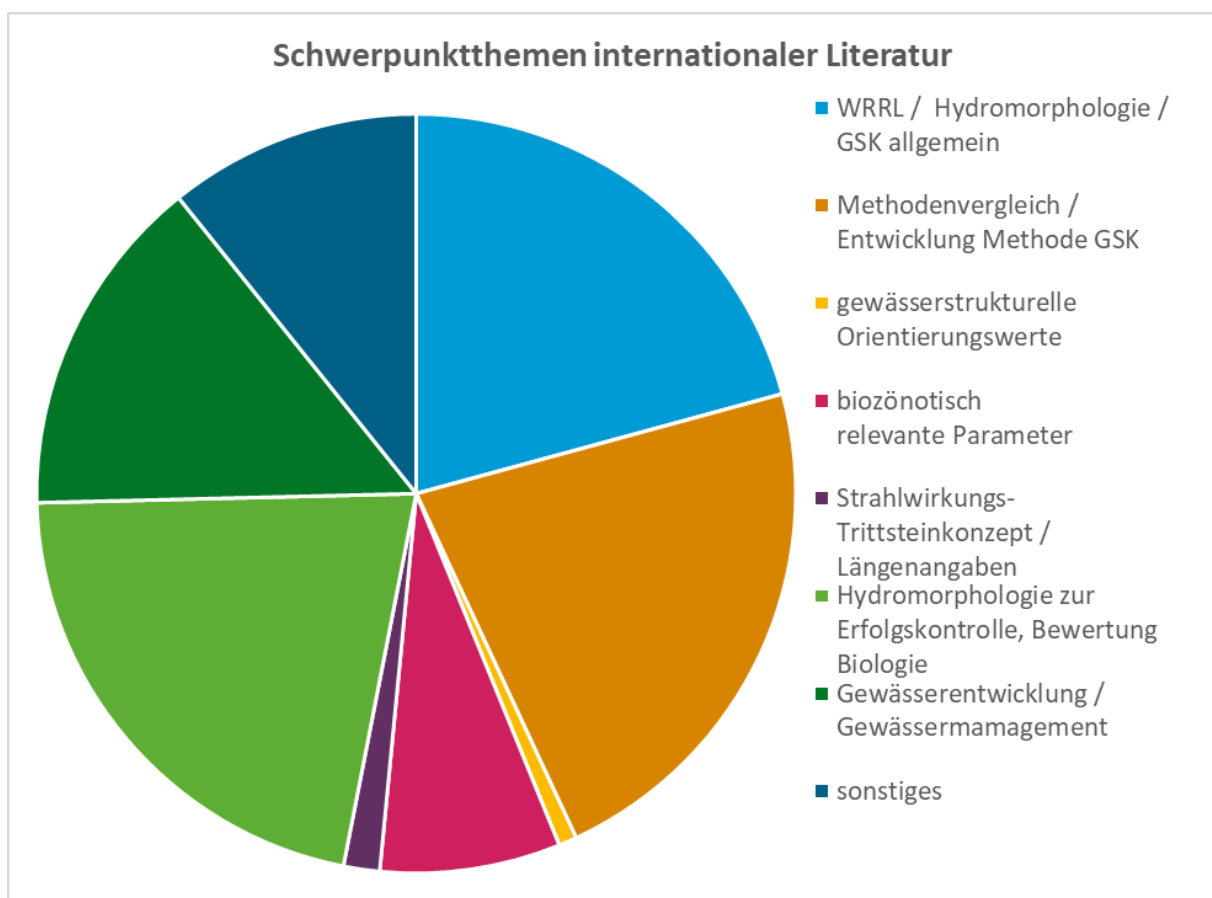
- Land
- Verfahren der Gewässerstrukturkartierung
- berücksichtigte biologische Qualitätskomponenten
- kurzer Inhaltsbeschreibung

Neben Artikeln zu einzelnen Ländern, gibt es auch eine Reihe von Beiträgen mit EU weitem Bezug, z. B. aus internationalen Forschungsprojekten. Das am häufigsten verwendete Verfahren der Gewässerstrukturkartierung ist das britische River Habitat Survey (RHS) (Environmental

Agency 2003), z. T. mit länderspezifischen Adaptierungen. Wenn biologische Qualitätskomponenten in die Auswertungen von morphologischen Daten eingeflossen sind, dann zumeist Daten zum Makrozoobenthos und zu Fischen. Zur systematischen Auswertung der Literatur sind die Artikel, soweit möglich, einem der folgenden thematischen Bereiche zugeordnet worden (vgl. Anhang A.1):

- ▶ WRRL / Hydromorphologie allgemein / Fluvialmorphologie / Geomorphologie / (anthropogen) bedingte Gewässerentwicklung / Anwendung GSK
- ▶ Methodenvergleich / Entwicklung / Beschreibung einer Methode zur Erhebung Hydromorphologie
- ▶ gewässerstrukturelle Orientierungswerte
- ▶ biozönotisch relevante Parameter
- ▶ Strahlwirkungs-Trittsteinkonzept / Längenangaben
- ▶ Hydromorphologie als Komponente zur Bewertung von Erfolgskontrollen, Ökosystemleistung, Biologie
- ▶ Gewässerentwicklung / Gewässermanagement
- ▶ sonstiges (Hochwasserschutz, Naturschutz, Gewässerausbau, Durchgängigkeit, Sedimentdurchgängigkeit...)

Abbildung 8: Schwerpunktthemen der internationalen Literatur.



Quelle: eigene Darstellung, umweltbüro essen

Im Hinblick auf die konkrete Fragestellung „Ermittlung typspezifischer gewässerstruktureller Orientierungswerte“ gab es nur in einer Arbeit konkrete Hinweise (siehe Kapitel 3.1.3.2). Vereinzelt gibt es aber Aussagen zu biozönotisch relevanten Parametern (i. d. R. aus Sicht der Fischfauna oder des Makrozoobenthos) sowie erforderliche Längenangaben zur Wiederherstellung „naturnäherer“ Gewässerabschnitte im Rahmen einer Gewässerentwicklungsmaßnahme, um an der unterhalb gelegenen repräsentativen Messstelle das entsprechende Umweltziel gemäß WRRL zu erreichen.

Unter den **nationalen Veröffentlichungen** gibt es zwar ebenfalls nur wenige projektrelevante Literatur, allerdings einige mit Bezug zur Fragestellung (siehe Anhang A.2).

Zur Bewertung der Hydromorphologie von Fließgewässern liegen zwei **CEN-Normen** vor (siehe Kapitel 3.1.3.1). **EU-weite** Leitfäden, Berichte, Ergebnisberichte von Workshops usw., u. a. zu hydromorphologischen Methoden zur Umsetzung der WRRL, existieren zwar eine Reihe, aber auch hier sind, wie in den Normen, keine gewässerstrukturellen Orientierungswerte für OWK formuliert.

In den Beiträgen einiger **Bundesländer** finden sich konkrete Angaben zu (typspezifischen) gewässerstrukturellen Orientierungswerten für Wasserkörper.

4.3 Ergebnisse im Detail

4.3.1 EU-weite Darstellungen

Bei den Ergebnissen der EU-weit verfügbaren Quellen ist zu beachten, dass die Bewertungsergebnisse i. d. R. in einer fünfstufigen Skala dargestellt werden, während das deutsche Verfahren eine siebenstufige Bewertung vorsieht.

Normen

Quelle:

CEN - EN 14614: Water quality - Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers (September 2020), 54 S.

Ergebnis:

Die CEN - EN 14614 empfiehlt Parameter und Methoden u. a. zur Bewertung der Hydromorphologie von Flüssen. Methoden zur Definition des guten Zustands „Hydromorphologie“ gemäß WRRL werden nicht empfohlen. Eine Verbindung zwischen der hydromorphologischen Klassifizierung und der Bewertung des ökologischen Zustands wird nicht aufgezeigt.

Keine Informationen zu gewässerstrukturellen Orientierungswerten oder biologisch bedeutsamen Strukturen / Parametern.

Normen

Quelle:

DS/EN 15843: Water quality - Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology (Mai 2010), 26 S.

Ergebnis:

Die EN 15843 bietet eine Anleitung zur Charakterisierung der in CEN - EN 14614 beschriebenen Veränderungen der hydromorphologischen Merkmale von Flüssen. Hauptziel ist es die „Abweichung von der Natürlichkeit“ als Ergebnis menschlicher Einflüsse auf die

Flusshydromorphologie zu bewerten, um Vergleiche der Hydromorphologie zwischen Flüssen innerhalb eines Landes und zwischen verschiedenen Ländern in Europa zu ermöglichen. Dabei ersetzt sie nicht die Methoden, die für die lokale Bewertung und Berichterstattung entwickelt worden sind.

Keine Informationen zu gewässerstrukturellen Orientierungswerten oder biologisch bedeutsamen Strukturen / Parametern.

CIS-Leitfäden / Berichte / Workshop-Ergebnisse

Quelle:

Kampa, E., M. Bussettini & W. van de Bund (2019): Resource document on Hydromorphology in the WFD. Version 0.9 for presentation to ECOSTAT meeting 2-3 October in Larnaca, Cyprus.

Ergebnis:

Ressourcendokument zu den wichtigsten Schlussfolgerungen und Erkenntnissen aus dem bisherigen CIS-Prozess zum Thema Hydromorphologie mit Verweisen auf bereits vorliegende Informationen (Quellensammlung zu CIS-Leitlinien, Workshop-Zusammenfassungen, Berichten usw.).

Keine Informationen zu gewässerstrukturellen Orientierungswerten oder biologisch bedeutsamen Strukturen / Parametern.

CIS-Leitfäden / Berichte / Workshop-Ergebnisse

Quelle:

Kampa, E. & M. Bussettini (2018): River Hydromorphological Assessment and Monitoring Methodologies – FINAL REPORT. Part 1 – Summary of European country questionnaires.

Ergebnis:

EU-weit werden eine Reihe von unterschiedlichen Verfahren zur Bewertung der Morphologie u. a. zur Umsetzung der WRRL angewendet. Eine größere Anzahl davon wird nur zur Unterstützung der ökologischen Einstufung in den sehr guten Zustand angewandt, da gemäß WRRL ein sehr guter ökologischer Zustand gegeben ist, wenn sich die unterstützenden Elemente in einem sehr guten Zustand befinden. Das erklärt, warum die meisten hydromorphologischen Bewertungsmethoden bisher hauptsächlich zur Unterscheidung zwischen dem sehr guten und guten Zustand entwickelt wurden und nur zwei Klassen umfassen.

In den meisten Ländern, in denen die Hydromorphologie in fünf Klassen bewertet wird, wird sie hauptsächlich als ein Element zur Unterstützung der ökologischen Bewertung verwendet, indem der hydromorphologische Zustand ausschließlich zur Herabstufung vom sehr guten zum guten ökologischen Zustand verwendet wird.

Keine Informationen zu gewässerstrukturellen Orientierungswerten oder biologisch bedeutsamen Strukturen / Parametern.

CIS-Leitfäden / Berichte / Workshop-Ergebnisse

Quelle:

Kampa, E., M. Rinaldi, F. Magdaleno & C. Bromley (2018): Workshop on Methods for River Hydromorphological Assessment and Monitoring, 20-22 November 2017, Madrid. - Part 2 – Summary report of workshop – Key conclusions & recommendations

Ergebnis:

Die biologischen Bewertungsmethoden konzentrieren sich in der Regel auf bestimmte Arten/Gruppen. Die dort verwendeten Bewertungsmaßstäbe reagieren nicht unbedingt umfassend auf hydromorphologische Veränderungen.

Keine Informationen zu gewässerstrukturellen Orientierungswerten oder biologisch bedeutsamen Strukturen / Parametern.

Österreich

Quelle:

BMLFUW (2015): Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern, 86 S.

Daten und Ableitung:

keine Angaben

Ergebnis:

Daten dienen der Bewertung des sehr guten hydromorphologischen Zustands sowie der Abschätzung des guten hydromorphologischen Zustands als Teile der Bewertung des ökologischen Gesamtzustands eines Wasserkörpers entsprechend der Qualitätszielverordnung Ökologie (QZVO 2010).

Richtwerte für den guten hydromorphologischen Zustand eines OWK gemäß QZVO – Morphologie sind:

- ▶ HP Uferdynamik: Die Uferdynamik ist nur stellenweise eingeschränkt, die Ufer sind nur über kurze Strecken, wie z. B. durch lokale Sicherungen, verbaut, wobei zwischen den Bauwerken eine natürliche Dynamik möglich ist.
- ▶ HP Sohldynamik: Die Sohldynamik ist nur stellenweise durch Maßnahmen zur Sohlstabilisierung, wie z. B. durch Sohlswellen, auf kurzen Strecken eingeschränkt, wobei zwischen den Bauwerken offenes Substrat und Dynamik möglich sind.

Dies entspricht den im Leitfaden definierten Bedingungen für eine jeweils gute Bewertung (Klasse 2) von Ufer- und Sohldynamik bei einer fünfstufigen Bewertung.

4.3.2 Relevante deutsche Fundstellen

Bei den Ergebnissen der für Deutschland verfügbaren Quellen ist zu beachten, dass es zwar bundesweit gültige Verfahrensempfehlungen zur Gewässerstrukturkartierung kleiner bis mittelgroßer (LAWA 2019a) bzw. mittelgroßer bis großer Fließgewässer (LAWA 2019b) gibt, die meisten Bundesländer aber mit spezifischen Verfahren arbeiten. Die in den Bundesländern eingesetzten Verfahren zur Erhebung und Bewertung der Gewässerstruktur sind zwar i. d. R. mit den LAWA-Verfahren (mehr oder weniger) kompatibel und vergleichbar aufgebaut, wie z. B. die Bewertung von sechs Hauptparametern, aber die zu erhebenden Einzelparameter und/oder ihre Zustandsmerkmale unterscheiden sich z. T. deutlich, auch in Bezug auf ihre Bezeichnungen oder Definitionen.

Bundesweit

Quelle:

LAWA-AO (2019): Empfehlung für die Begründung von Fristverlängerungen auf Grund von „natürlichen Gegebenheiten“ für die Ökologie, 43. S.

Daten und Ableitung:

keine Angaben

Ergebnis:

Der Zustand eines Wasserkörpers vor Umsetzung hydromorphologischer Maßnahmen bestimmt ebenfalls die Zeitspanne, die für eine Restrukturierung erforderlich ist.

Gewässerstrecken mit beispielsweise „stark“ oder „sehr stark veränderter“ Gewässerstruktur (Strukturklassen 5 und 6, bezogen auf die 7-stufige Klassifizierung) regenerieren sich i. d. R. über längere Zeiträume als Strecken mit „mäßig“ oder „deutlich“ veränderter Struktur (Strukturklasse 3 oder 4). Eine zu sanierende Tiefenerosion kann beispielsweise den Zeitraum für eine Regeneration extrem verlängern, wenn u.a. das erforderliche Geschiebe nur sporadisch nachgeliefert wird.

Im Regelfall ist davon auszugehen, dass die Strukturklasse 4 als Gesamtbewertung für die Zielerreichung ausreichend ist. Allerdings kann es erforderlich sein, dass sich die wichtigsten typspezifischen Einzelparameter in einem besseren Zustand befinden müssen und weitere Randbedingungen, wie beispielsweise die Landnutzung im Einzugsgebiet, dem nicht entgegenstehen.

Die Entwicklung eines strukturell naturnahen Zustands als Voraussetzung für die biotische Entwicklung umfasst auch die Schaffung von typkonformen, standortgerechten und -heimischen Gehölzen, die mit mindestens 20 Jahren anzugeben ist.

Bundesweit

Quelle:

UBA (Umweltbundesamt, Hrsg.) (2014): Strategien zur Optimierung von Fließgewässer - Renaturierungsmaßnahmen und ihre Erfolgskontrolle.– UBA Texte 43/2014: 198 S.

Daten und Ableitung:

Auswertung einer Literaturrecherche und auf statistischen Auswertungen von ökologischen Zustandsdaten von 1.195 Messstellen zur Fischfauna und 3.588 Messstellen zum Makrozoobenthos aus den Bundesländern Hessen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt. Diese Daten sowie Informationen zur Gewässermorphologie bis 15 km stromauf und stromab um die Messstellen wurden mit den statistischen Verfahren „random forest“ und „boosted regression trees“ analysiert.

Ergebnis:

Ausweisung hydromorphologischer Grenzwerte zum Erreichen des guten ökologischen Zustands für bis zu vier Gewässertypgruppen (Mittelgebirgsbäche, Mittelgebirgsflüsse, Tieflandbäche, Tieflandflüsse) – allerdings nicht auf Ebene eines OWK:

- Gewässerstrukturklasse 3 für Mittelgebirgsbäche und Mittelgebirgsflüsse
- Gewässerstrukturklasse 4 für Tieflandbäche und Tieflandflüsse

Diese Gewässerstrukturklassen sind für das Erreichen des guten ökologischen Zustands notwendig über eine Länge von:

- ▶ mindestens 500 m bis 1.000 m in Mittelgebirgsbächen und Mittelgebirgsflüssen
- ▶ mindestens 1.000 m in Tieflandbächen und Tieflandflüssen

Neben der Gewässerstruktur im individuellen Gewässerabschnitt ist die Erreichung des guten ökologischen Zustands auf Einzugsgebietsebene abhängig von einer mittleren Gewässerstruktur zwischen 3 und 5 (bei siebenstufiger Bewertungsskala).

Bundeswasserstraßen

Quelle:

Quick, I.; König, F.; Baulig, Y.; Borgsmüller, C.; Schriever, S. (2017): Das hydromorphologische Erfassungs- und Bewertungsverfahren Valmorph 2 für schiffbare Oberflächengewässer. BfG-Bericht Nr. 1910. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz.

Daten und Ableitung:

keine Angaben

Ergebnis:

Ab Klasse 3 sind bei fünfstufiger Bewertung für schiffbare NWB Handlungsempfehlungen zur Verbesserung des hydromorphologischen Zustandes auszusprechen, d. h. die Klasse 2 wird als Ziel für NWB angestrebt.

Bayern

Quelle:

a) LfU BY (2018): Validierung biologischer Bewertungsverfahren.- Unveröffentlichter Abschlussbericht erarbeitet von J. Wrede, J. Jungmann & K. Kätzel des Referat 83 – Ökologie der Fließgewässer, 38 S. + Anhang.

b) LfU BY (2021): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Bayern Methodenband zur Bewirtschaftungsplanung. (Entwurf 07.05.2021); 130 S.

Daten und Ableitung:

Verschneidung der Daten der bayerischen Gewässerstrukturkartierung (GSK) (LfU BY 2019) für eine Fließlänge von ca. 27.000 km mit den Daten der biologischen Bewertung:

- ▶ Haupt- und Einzelparameter der GSK, wie z. B. Breiten- und Tiefenvariabilität, Sohlverbau usw. sowie die biologische Bewertung
- ▶ Daten der QK MZB und M&P (ausschnittsweise Fische) mit den verschiedenen Modulen bzw. Index-Bewertung bzw. Zustandsklasse des Moduls Degradation (MZB) [und fiBS-Teilergebnis bzw. -Gesamtergebnis (Fische)]

Auswertung von zwei räumlichen Ebenen:

- ▶ Detailbetrachtung des 100-m-Abschnitts, in dem die Messstelle liegt (nur bei Makrozoobenthos und Makrophyten & Phytobenthos)
- ▶ Gesamtbetrachtung des OWK mit Mittelwertwertbildung der GSK-Parameter

Ergebnis:

- ▶ Es lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Gewässerstruktur und der biologischen Bewertung belegen.
- ▶ Die Korrelation zwischen Biologie und GSK-Bewertung ist für den gesamten OWK (Mittelwert) immer stärker als bei alleiniger Berücksichtigung der Bewertung an der Messstelle.
- ▶ Die QK MZB (Modul Allgemeine Degradation) korreliert am stärksten mit der GSK; bei Beschränkung auf chemisch unbelastete Gewässer steigt die Korrelation bei den Fischen, beim MZB sinkt sie leicht ab – bleibt aber meist über der Korrelation der Fische.
- ▶ Eine Parameterkombination aus 4 Einzelparametern (Laufkrümmung, Anlandungen, Uferstreifenfunktion und Auennutzung) korreliert besser mit der Biologie als das GSK-Gesamtergebnis.
- ▶ Es lassen sich für einzelne Hauptparameter und Einzelparameter der Gewässerstruktur Zielwerte ableiten, bei denen die Erreichung des guten Zustands wahrscheinlich wird.
- ▶ Der Zielwert für die Teilkomponente Morphologie der Qualitätskomponente Hydromorphologie lautet:
 - Der Mittelwert der Gewässerstrukturklassen (Gesamtbewertung) ist $\leq 4,0$ UND
 - ≤ 30 % der Gesamtlänge des OWK hat die Gewässerstrukturklasse (Gesamtbewertung) ≥ 5 .

Hessen

Quelle:

HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2008): Handbuch zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – 6. Lieferung, Kapitel 6.1.2 Umweltziele hydromorphologische Komponenten.

Daten und Ableitung:

Ableitung typgruppenbezogener (Tabelle 8) morphologischer Umweltziele (UWZ_{morph}) mit Bezug zum ökologischen Zustand der Qualitätskomponenten Fische und MZB durch GIS-gestützte Auswertungen des Gewässerstrukturdatensatzes für jeden Kartierabschnitt (i. d. R. 100 m-Abschnitte) in Bezug auf festgelegte Wertparameter der GSK mit Bezug zu den Leitfischarten der jeweiligen Fischregionen (Tabelle 9) sowie der Fische- und MZB-Monitoringergebnisse.

Ableitung eines „Zielkorridors“ für die morphologische Mindestausstattung durch Aufsummieren der 100 m-Abschnitte im Längsverlauf des Gewässers, die die Umweltziele (UWZ_{morph}) erfüllen. Bestimmung des Gesamtanteils im Wasserkörper und deren Verteilung.

Tabelle 8: Typgruppen für die Ableitung morphologischer Umweltziele.

Fließgewässertyp	Fischregion
5, 5.1, 7	Obere und Untere Forellenregion (ER, MR)
5, 5.1, 7, 9, 9.1	Äschenregion (HR)
5, 5.1, 9	Barbenregion (EP)
6, 19	Untere Forellen- und Äschenregion (MR, HR)
19	Barben- und Brachsenregion (EP, MP)
9.2, 10	Barben- und Brachsenregion (EP, MP)

Ergebnis:

Für die Typgruppen sind auf Ebene ausgewählter Einzelparameter der GSK morphologische Umweltziele (UWZ_{morph}) als Mindesthabitatausstattung definiert worden (Tabelle 9).

Für die Zielerreichung wird ein Zielkorridor von 35 % strukturell hochwertiger Abschnitte (Strukturklasse 1-3) als Mindestausstattung angenommen.

Tabelle 9: Parameter und Ausprägungen einer morphologischen Mindesthabitatausstattung für verschiedene Typgruppen.

Typgruppe	Morphologische Umweltziele	
Typen 5, 5.1, 7 Obere und Untere Forellenregion (ER, MR)	Einzelparameter	Ausprägung
	Längsbänke	≥ 1
	Querbänke	≥ 1
	Strömungsdiversität	≥ mäßig
	Tiefenvarianz	≥ mäßig
	Breitenvarianz	≥ mäßig
	Nur bei Gewässern mit einer Breite < 10 m zusätzlich:	
	Sohlensubstrat	Sand, Kies, Schotter, Steine, Blockwerk, Fels
	Substratdiversität oder besondere Sohlenstrukt.	≥ groß ≥ 2

Typgruppe	Morphologische Umweltziele	
Typen 5, 5.1, 7, 9, 9.1 Äschenregion (HR)	Einzelparameter	Ausprägung
	Längsbänke oder Querbänke	≥1 ≥ 1
	Rückstau	kein
	Strömungsdiversität	≥ mäßig
	Tiefenvarianz	≥ mäßig
	Breitenvarianz	≥ mäßig
	Nur bei Gewässern mit einer Breite < 10 m zusätzlich:	
	Sohlensubstrat	Sand, Kies, Schotter, Steine, Blockwerk, Fels (Codierung 5-12)
	Substratdiversität oder besond. Sohlenstrukt.	≥mäßig ≥ 2
5, 5.1, 9 Barbenregion (EP)	Einzelparameter	Ausprägung
	Längsbänke oder Besondere Laufstrukturen	≥Ansätze ≥ 1
	Rückstau	kein
	Breitenvarianz	≥ mäßig
Typen 6, 19 Untere Forellen- und Äschenregion (MR, HR)	Einzelparameter	Ausprägung
	Querbänke	≥ 1
	Tiefenvarianz	≥ mäßig
	Breitenvarianz	≥ mäßig
	Substratdiversität	≥ mäßig
	Besondere Sohlenstrukturen	≥ 2
Typ 19 Barben- und Brachsenregion (EP, MP)	Einzelparameter	Ausprägung
	Breitenvarianz	≥ mäßig
	Substratdiversität	≥ gering
	Ufergehölze	Ufergehölze links oder rechts mindestens "Einzelgehölz, bodenständig" (Codierung ≥1, ≤ 4) oder Ufervegetation mindestens „Krautflur, Hochstauden“ (Codierung ≥1, ≤ 3)

Typgruppe	Morphologische Umweltziele	
	Einzelparameter	Ausprägung
Typen 9.2, 10 Barben- und Brachsenregion (EP, MP)	Ufergehölze	Einseitig mind. bodenständiges Einzelgehölz
	Uferverbau	Kein harter Uferverbau wie Pflaster oder Beton/Mauer
	Rückstau	Kein Rückstau
	Längsbänke	Mindestens eine
	Besondere Laufstrukturen	Mindestens eine
	Auengewässer/naturnahe Biotope	GESIS-Abschnitte, die vorgenannten Bedingungen erfüllen werden gezählt, falls im Umkreis von 500 m ein Auengewässer/naturn. Biotop vorhanden

Hessen

Quelle:

HMUKLV - Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2015): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen - Bewirtschaftungsplan 2015-2021.

Daten und Ableitung:

Ableitung aufgrund GSK Daten und Daten zur Fischbewertung

Ergebnis:

Als Voraussetzung zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes gilt, dass – neben der linearen Durchgängigkeit – 35 % der Fließlänge eines jeden Wasserkörpers, hochwertige hydromorphologische Strukturen aufweisen müssen. Diese müssen auf mehrere, möglichst gleichweit voneinander entfernte Abschnitte verteilt sein.

Das Konzept der spezifizierten morphologischen Anforderungen stellt die Habitatstrukturen und deren Verteilung auf Ebene des Wasserkörpers in den Vordergrund. Es geht davon aus, dass je nach Gewässertyp und Fischregion eine bestimmte Mindestausprägung von gewässerunmittelbaren Strukturmerkmalen je Bewertungsabschnitt vorhanden sein muss, damit dieser als „lebensraumgeeignet“ angesehen werden kann. Die Verteilung dieser höherwertigen Gewässerabschnitte (der i. d. R. 100 m langen Abschnitte der Gewässerkartierung nach dem Vor-Ort-Verfahren) im Wasserkörper bzw. deren Anteil an der Wasserkörperlänge zeigen an, ob aus struktureller Sicht ausreichend hochwertige Lebensräume vorhanden sind bzw. ob Maßnahmen zur Entwicklung weiterer lebensraumgeeigneter Gewässerstrukturen zu ergreifen sind.

Nordrhein-Westfalen

Quelle:

LANUV NW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Hrsg.) (2011): Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept in der Planungspraxis. LANUV-Arbeitsblatt 16. Recklinghausen.

Daten und Ableitung:

statistische Ableitung mit Daten zur Gewässerstrukturkartierung (LUA NW 1998,2001) und zur Bewertung des MZB und der Fische sowie Auswertung einer Literaturrecherche

Ergebnis:

Entwicklung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts (Kapitel 3.3).

Nordrhein-Westfalen

Quelle:

a) Foerster, J., Halle, M., & Müller, A. (2017). Entwicklung eines Habitatindex zur Beurteilung biozönotisch relevanter Gewässerstrukturen. Korrespondenz Wasserwirtschaft, 10(8), 466–471.

b) LANUV NW (Hrsg.) (2018). Auswertung der Ergebnisse aus dem biologischen WRRL-Monitoring der Fließgewässer in NW. LANUV-Fachbericht 81, 107 S.

Daten und Ableitung:

Ableitung eines „Habitatindex“ auf Grundlage der biologischen Bewertungen gemäß WRRL (Makrozoobenthos, Makrophyten & Phytobenthos, Fische) aus den Monitoringzyklen 2 und 3 sowie den Daten der Gewässerstrukturkartierung 2012-2013 (Gesamtbewertung anhand der indexgestützten Bewertung der EP).

Drei Komponenten – Strömung, Sohle und Ufer – bilden als arithmetisches Mittel den Habitatindex. Sie werden gemäß Tabelle 10 aus Einzelparameterindizes aus LANUV NW (2012) berechnet.

Tabelle 10: Berechnung der drei Komponenten des Habitatindex

Komponente Strömung	Komponente Sohle	Komponente Ufer
EP 2.3 Rückstau	EP 3.1 Sohlsubstrat	EP 5.1 Uferbewuchs (li und re)
EP 2.4 Querbänke	EP 3.2 Substratdiversität	EP 5.3 Besondere Uferstrukturen (li und re)
EP 2.5 Strömungsdiversität	EP 3.4 Besondere Sohlstrukturen	EP 5.02 Beschattung
EP 2.6 Tiefenvarianz	EP 3.01 Besondere Sohlbelastungen	
EP 2.7 Ausleitung		

Ergebnis:

Die Bewertungen der BQK an der Messstelle korrelieren in vielen Fällen relativ gut mit der mittleren Struktur (Gesamtbewertung der Gewässerstruktur) der Oberflächenwasserkörper.

Bei einer kleinräumigeren Betrachtung der Kartierabschnitte, die unmittelbar die biologischen Untersuchungsstellen betreffen, wird dieser Zusammenhang jedoch – insbesondere bezüglich der Gesamtstrukturbewertung – deutlich schwächer.

Der Habitatindex ist stärker mit den Bewertungsergebnissen der BQK korreliert als andere Bewertungseinheiten der Gewässerstrukturkartierung wie z. B. die Gesamtbewertung oder die Bewertung der Sohlenstruktur (Hauptparameter 3):

- ▶ wenn der Habitatindex $< 2,8$ ist und die Orientierungswerte alle eingehalten sind, lag die Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ der MZB-Bewertung fast immer bei „gut“
- ▶ wenn der Habitatindex zwischen 2,8 und 3,6 liegt und die Orientierungswerte alle eingehalten sind, wurde immer noch in mindestens 50% der Fälle eine „gute“ Bewertung des Moduls „Allgemeine Degradation“ der MZB-Bewertung erreicht

Ein Schwellenwert als Zielvorgabe für die Erreichung des guten ökologischen Zustands wurde nicht abgeleitet.

Sachsen

Daten und Ableitung:

<https://luis.sachsen.de/wasser/wrrl/steckbriefe.html>

Der „Habitatindex“ (Foerster et al. 2017, LANUV NW 2018) (siehe auch „Nordrhein-Westfalen“) ist weiterentwickelt worden. Die spezifischen Auswertungen für jeden FWK sind in die Steckbriefe der Oberflächenwasserkörper aufgenommen worden.

Ergebnis:

Für jeden Kartierabschnitt ist die morphologische Habitatqualität der drei Komponenten Strömung, Ufer, Sohle des Habitatindex (HI) klassifiziert worden auf Grundlage der Daten der Gewässerstrukturkartierung gemäß LANUV NW (2012, 2018). Über Zusammenfassung von Abschnitten mit bestimmter Ausprägung der Habitatqualität sind dann die verschiedenen Funktionselemente gemäß Strahlwirkungs- und Trittstein-Prinzip (LANUV NW 2011) ausgewiesen worden (Abbildung 9).

Definition Strahlursprung:

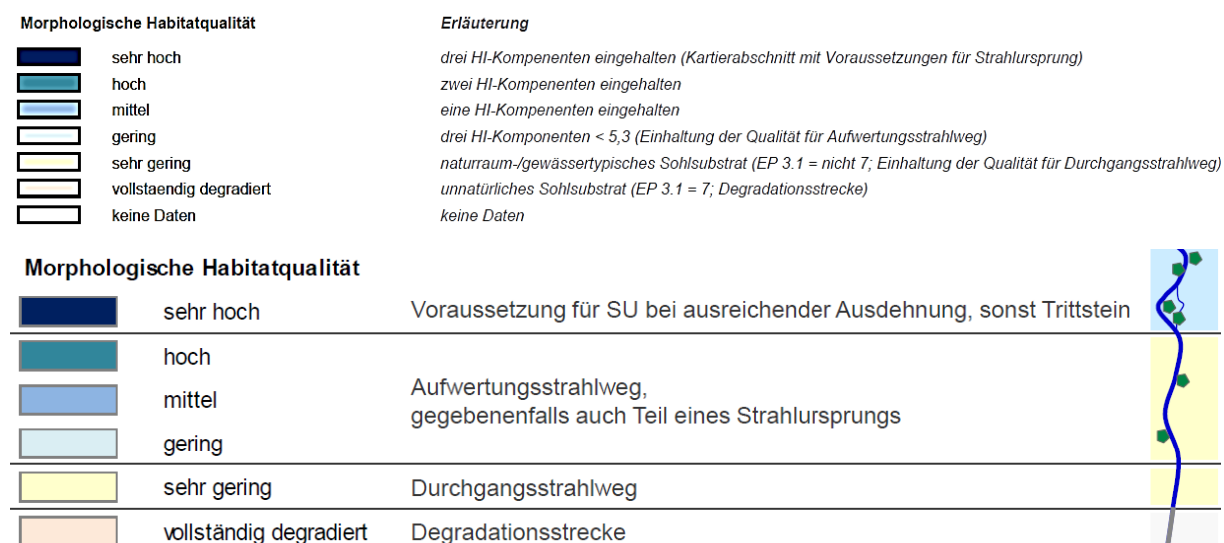
- ▶ Gesamtbewertung der Bereiche Sohle, Ufer und Umfeld jeweils \leq Klasse 3 (7stufig) oder
- ▶ Komponente HI_{Strömung}, Komponente HI_{Sohle} und Komponente HI_{Ufer} jeweils Indexwert $< 3,5$ (d. h. \leq Klasse 3)

Für jeden OWK wird die morphologische Habitatqualität abschnittsscharf in übersichtlicher Form als „barcodes“ dargestellt mit dem Aufzeigen von Strahlursprüngen. Exemplarisch ist in Abbildung 10 der OWK Kemnitzbach dargestellt.

Damit dient der Habitatindex als Planungsgrundlage zur Verbesserung der Morphologie, in dem Planende nun geeignete Funktionselemente wie Trittsteine, Aufwertungs- oder Durchgangsstrahlwege sowie zusätzlich erforderliche Strahlursprünge an geeigneten Stellen im Gewässerverlauf „anordnen“ und entsprechend erforderliche Maßnahmen planen können, mit dem Ziel, das jeweilige Funktionselement in diesem Abschnitt zu entwickeln.

Schwellen- oder Orientierungswerte für die „Morphologie“ sind in Sachsen nicht abgeleitet worden.

Abbildung 9: Erläuterung der morphologischen Habitatqualität. Auszug aus einem OWK-Steckbrief.



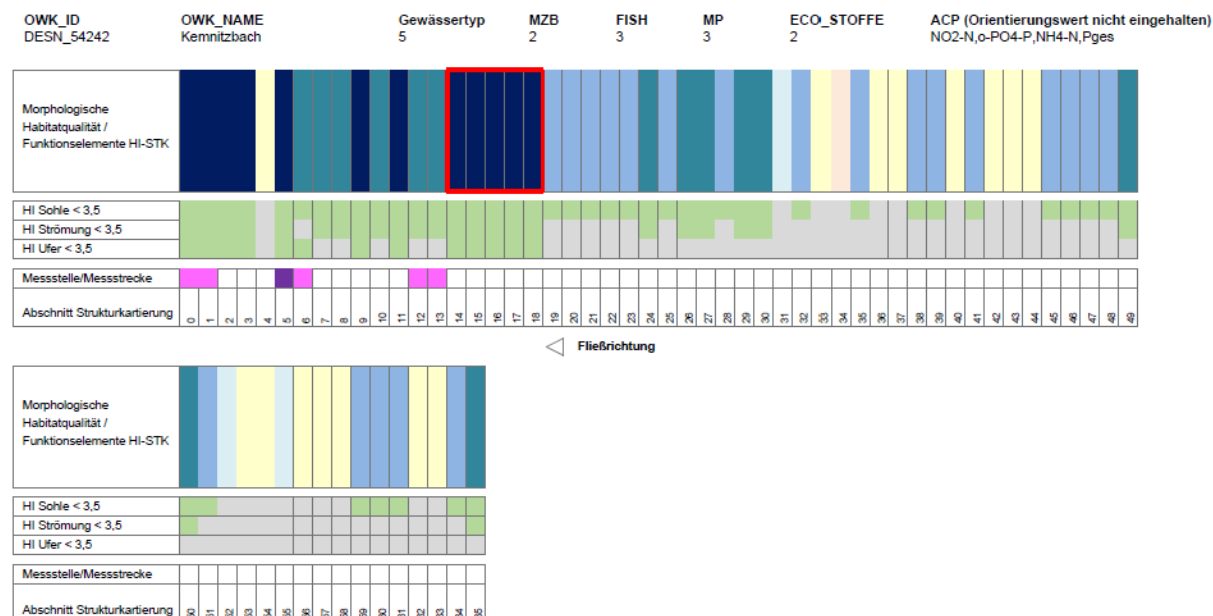
Quelle:

https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/habitatindex/HI_STECKBRIEF_Kemnitzbach_DESN_566152.pdf, aufgerufen am 5.10.2021

Abbildung 10: Beispiel der morphologischen Habitatqualität eines OWK – Auszug aus einem OWK-Steckbrief.

Darstellung der morphologischen Habitatqualität

OWK Kemnitzbach



Quelle:

https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/habitatindex/HI_STECKBRIEF_Kemnitzbach_DESN_566152.pdf, aufgerufen am 5.10.2021

Schleswig-Holstein

Quelle:

Lietz, J., & Brunke, M. (2007). Zusammenhänge zwischen Strukturparametern und Wirbellosenfauna in kiesgeprägten Bächen des Norddeutschen Tieflands – erste statistische Analysen. Jahresbericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, 213–220.

Daten und Ableitung:

Statistische Auswertung mit den Daten der Strukturkartierung nach dem modifizierten Verfahren Schleswig-Holstein (Ahrens 2007) und MZB-Daten aus dem LAWA-Typ 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche.

Ergebnis:

Die Ergebnisse des Moduls „allgemeinen Degradation“ der MZB-Bewertung wird nicht durch die Gesamtbewertung der Strukturkartierung widerspiegelt.

Von den Einzelparametern der Strukturkartierung

- ▶ korreliert die Tiefenvarianz am stärksten mit den Makrozoobenthos-Metrics
- ▶ trennen „Besondere Laufstrukturen“, „Quotient aus Profiltiefe und Wasserspiegelbreite“ sowie „Substratbewertung“ generell die guten von den nicht guten Stellen ab
- ▶ trennen „Profiltyp“ und „Tiefenvarianz“ die strömungsarmen, degradierten von den guten Stellen ab

Keine Ableitung von gewässerstrukturellen Ziel- oder Schwellenwerten.

Thüringen

Quelle:

Arle, J. (2006): Die Bedeutung der Gewässerstruktur für das Erreichen des „guten ökologischen Zustandes“ des Makrozoobenthos in den Fließgewässern des Freistaates Thüringen - Ziele – Defizite – Maßnahmen. Unveröffentlichter Abschlussbericht im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, 105 S.

Daten und Ableitung:

Statistische Ableitung anhand von:

- ▶ MZB-Bewertung gemäß Perlodes (Gesamtbewertung, Module, Core-Merics)
- ▶ Daten zu 1.000 m langen Kartierabschnitten gemäß Übersichtsverfahren zur Gewässerstrukturkartierung in der Bundesrepublik Deutschland (LAWA 2002): neben der lokalen Strukturklasse (Strukturklasse gesamt) einer Probestelle wurden auch alle verfügbaren Einzelparameter und weitere Strukturdaten auf verschiedenen räumlichen Skalen ober- und unterhalb (stromauf und stromab) erfasst. Für die „kleinen“ Gewässertypen (5, 5.1, 6 & 7) wurden Bereiche bis 5 km stromauf und stromab erfasst. Für die „großen“ Gewässertypen (9, 9.1, 9.2 & 18) wurden Bereiche bis 15 km stromauf und stromab erfasst.
- ▶ Chemischen Daten (Phosphor gesamt, Ammoniumstickstoff, Nitratstickstoff, Nitritstickstoff, Chlorid, Sulfat, Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB, gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) und Gesamthärte).

Ergebnis:

Kleine Gewässer benötigen einen größeren Anteil naturnaher strukturierter Gewässerbereiche als große Gewässer (Abbildung 11). Für kleine Fließgewässer umfassen die empfohlenen Werte einer durchschnittlichen Gewässerstruktur (gesamt) einen Bereich von 5 km oberhalb, bei großen FG einen Bereich von 10 km oberhalb.

Die empfohlenen Werte der durchschnittlichen Gewässerstruktur (gesamt) definieren die Mindestanforderung (ausgedrückt durch \leq) zum Erreichen des „guten ökologischen Zustandes“ beim Makrozoobenthos, sofern keine stofflichen Belastungen vorliegen.

Abbildung 11: Abgeleitete Werte der Gewässerstruktur zur Zielerreichung für unterschiedliche Fließgewässertypen aus Arle (2006).

Gewässertyp	Ø Gewässerstruktur gesamt („sicherer Bereich“)*	Ø Gewässerstruktur gesamt („Arbeitsbereich“) [†]
5, 5.1, 6, 7 & 17	Ø Gewässerstruktur gesamt $\leq 2,5$ Gewässer über 350 m: Ø Gewässerstruktur gesamt $\leq 3,0$ Gewässer unter 250 m: Ø Gewässerstruktur gesamt $\leq 2,0$	Ø Gewässerstruktur gesamt $\leq 3,3$
18	Ø Gewässerstruktur gesamt $\leq 3,5$	siehe („sicherer Bereich“)*
9	Ø Gewässerstruktur gesamt $\leq 4,0$	siehe („sicherer Bereich“)*
9.1	Ø Gewässerstruktur gesamt $\leq 4,5$	siehe („sicherer Bereich“)*
9.2	Ø Gewässerstruktur gesamt $\leq 5,0$	siehe („sicherer Bereich“)*

* bei der genannten Gewässerstruktur – Empfehlung („sicherer Bereich“) handelt es sich um Werte, die auf der Basis von Regressionsanalysen und deren Fehlerbereich abgeschätzt wurden, bei Erreichen der empfohlenen Werte sollte bei Einhaltung aller weiteren Voraussetzungen (chemische Qualität) der „gute ökologische Zustand“ sicher erreicht werden.

[†] die genannte Gewässerstruktur – Empfehlung (Arbeitsbereich) wurde für die kleinen Gewässertypen aufgrund von Abschätzungen zur Erreichbarkeit der empfohlenen Werte des „Sicheren Bereichs“ abgestuft, wobei der festgesetzte Wert den auf der Basis des Regressionsmodells errechneten Übergang vom mäßigen in den guten ökologischen Zustand markiert.

Thüringen

Quelle:

a) Wagner, F., & Arle, J. (2007): Die Bedeutung verschiedener Umweltfaktoren für das Erreichen des „guten ökologischen Zustandes“. Analyse vorhandener Daten zum Makrozoobenthos, der Fischfauna der Gewässerstruktur, der chemischen Qualität und der Erosionsdaten aus Thüringer Fließgewässern. Abschlussbericht im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, 51 S. + Anlagen.

b) Arle, J. & Wagner, F. (2011): Die Bedeutung der Gewässerstruktur für das Erreichen des guten ökologischen Zustands in den Fließgewässern des Freistaates Thüringen. In: Jähni, S., Hering, D., Sommerhäuser, M. (Hrsg.), Fließgewässerrenaturierung heute und morgen – Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle, Limnologie aktuell Bd. 13. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, S. 207–233.

Daten und Ableitung:

Daten zu den biologischen Qualitätskomponenten MZB und Fische aus Thüringen sowie Daten der Gewässerstrukturkartierung gemäß Übersichtsverfahren (LAWA 2002).

Ergebnis:

Für die Gesamtbewertung der Gewässerstruktur wurde ein Schwellenwert von 5,5 ermittelt. Zusätzlich wurde ein Empfehlungswert abgeleitet, der für kleine Fließgewässer bei 3,5 (LAWA-Typ 5, 5.1, 6, 7 & 18) und für große Fließgewässer bei 4,5 (LAWA-Typ 9, 9.1, 9.2 & 17) liegt.

Die Empfehlungs- und Schwellenwerte für die durchschnittliche Gewässerstruktur (gesamt) sind abhängig von den räumlichen Skalen. Bei der Anwendung der Werte sollten räumliche Skalen > 1 km bis maximal 15 km Betrachtungsebene gewählt werden.

Die Empfehlungs- und Schwellenwerte für die durchschnittliche Gewässerstruktur (gesamt) gelten nicht für quellnahe Bereiche und Oberläufe < 3 km Abstand vom Beginn des Gewässers an.

Besonders relevante Struktureinzelparameter gemäß LAWA (2002):

- ▶ für die kleinen Fließgewässer: Linienführung, Uferverbau, Auenutzung
- ▶ für die großen Fließgewässer: Ausuferungsvermögen, Hochwasserschutzbauwerke, Linienführung, Gehölzsaum, Auenutzung

4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturrecherche

In die Ableitung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte fließen folgende Ergebnisse der Literaturrecherche ein:

- ▶ Einige Bundesländer haben morphologische Ziel- oder Schwellenwerte für Wasserkörper abgeleitet.
- ▶ Die abgeleiteten Ziel- oder Schwellenwerte sind i. d. R. nicht gewässertypspezifisch differenziert.
- ▶ Morphologische Schwellenwerte zur Zielerreichung des guten ökologischen Zustands v. a. anhand der biologischen Qualitätskomponente Makrozoobenthos liegen bei einer mittleren Gewässerstrukturklasse von 3 bis 4 (Gesamtbewertung, siebenstufig).
- ▶ Ergänzend wird angegeben, dass auf mindestens 30 % der Strecke eines OWK eine mittlere Gewässerstrukturklasse von 1 bis 3 (Gesamtbewertung, siebenstufig) benötigt wird oder

eine mittlere Gewässerstrukturklasse von 5 und schlechter (Gesamtbewertung, siebenstufig) nur auf maximal 30 % der Strecke eines OWK zur Zielerreichung zulässig sind.

- Einige Strukturen werden für die Ausprägung der biologischen QK MZB und Fische als besonders relevant angegeben (Tabelle 11).

Tabelle 11: Biozönotisch relevante Strukturen gemäß Literaturlauswertung.

Biozönotisch relevante Strukturen gemäß Literatur	Fließgewässer
Linienführung / Laufkrümmung	alle
Querbänke	Mittelgebirge
Strömungsdiversität	alle
Rückstau	alle
Ausleitung	alle
Tiefenvarianz	alle
Sohlsubstrat	alle
Substratdiversität	alle
Besondere Sohlstrukturen	alle
Besondere Sohlbelastungen	alle
Uferbewuchs / Ufergehölze	große Fließgewässer
Beschattung	alle
Besondere Uferstrukturen	alle
Auennutzung / Auengewässer	große Fließgewässer

5 Gewässerstrukturelle Orientierungswerte

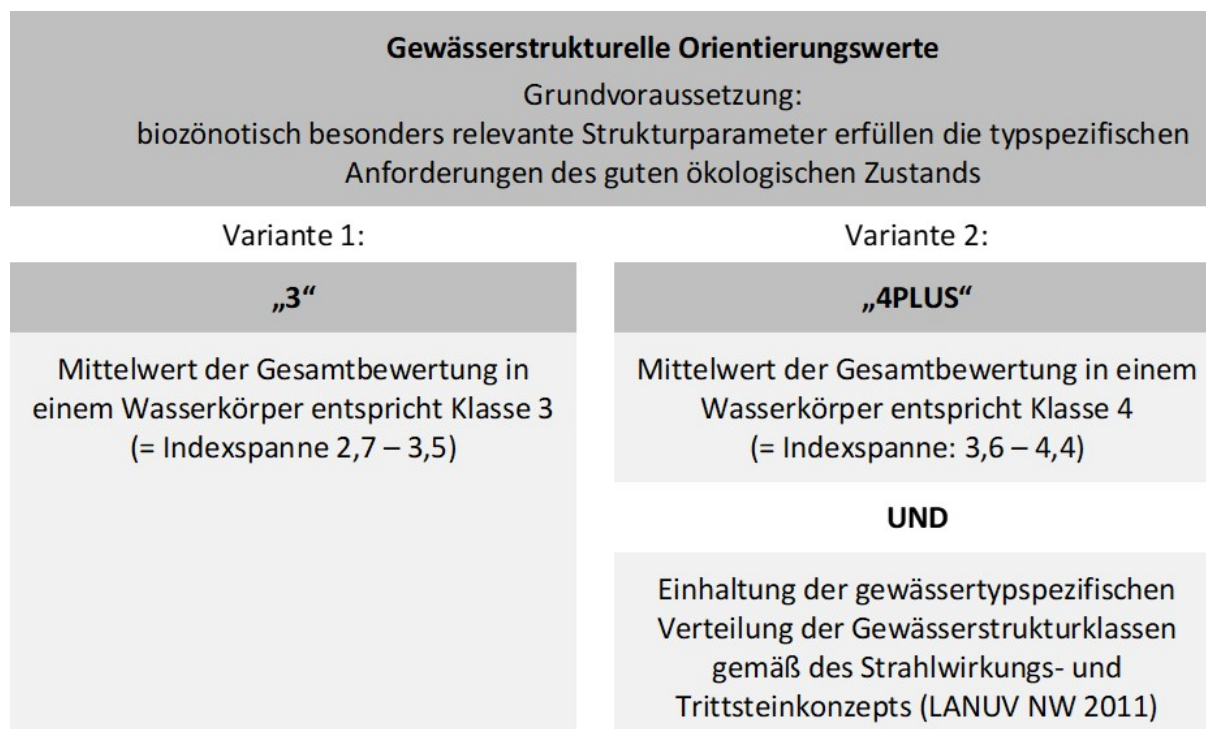
Auf Grundlage der Literaturlauswertung der Bundesländer (Kapitel 4.3.2) werden zwei alternative gewässermorphologische Orientierungswerte für einen Oberflächenwasserkörper vorgeschlagen (Abbildung 12).

Die gewässerstrukturellen Orientierungswerte sind im Rahmen eines Fachworkshops mit Ländervetretern diskutiert und abgestimmt und in Bezug auf ihren Flächenanspruch plausibilisiert worden (Müller et al. 2024).

Grundvoraussetzung für beide ist, dass die biozönotisch besonders relevanten Strukturparameter die typspezifischen Anforderungen an die hydromorphologische Qualität erfüllen, so dass sich ein guter ökologischer Zustand einstellen kann. (siehe Kapitel 4.4).

Wenn diese Grundvoraussetzung erfüllt ist, dann reicht zur hydromorphologischen Zielerreichung ein Mittelwert der Strukturklasse 3 (= Indexspanne 2,7 – 3,5) der Gesamtbewertung in einem Wasserkörper aus (= **gewässerstruktureller Orientierungswert „3“**).

Abbildung 12: Gewässerstrukturelle Orientierungswerte.



Quelle: eigene Darstellung, umweltbüro essen

Alternativ kann der Mittelwert der Gesamtbewertung in einem Wasserkörper der Klasse 4 (= Indexspanne: 3,6 – 4,4) entsprechen, wenn zusätzlich eine weitere Bedingung erfüllt ist (= **gewässerstruktureller Orientierungswert „4PLUS“**). Diese Bedingung lautet, dass die typgemäße Verteilung der Gewässerstrukturklassen auf Ebene eines Oberflächenwasserkörpers unter Berücksichtigung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts mit den Funktionselementen Strahlursprung, Aufwertungsstrahlweg und Durchgangsstrahlweg (LANUV NW 2011) eingehalten wird (Kapitel 3.3.2.1).

Im Rahmen eines Fachworkshops zu dem UBA-Projekt „Den Gewässern mehr Raum geben“ hatten sich die Teilnehmenden mehrheitlich für einen strengerem, aber gewässertypunspezifischen gewässerstrukturellen Orientierungswert der „Strukturklasse 3“ ohne weitere Bedingungen ausgesprochen, auch wenn

- ▶ dieser für die stark aggregierte Gesamtbewertung der Gewässerstrukturkartierung nicht aussagekräftig ist, da solch ein Wert durch die Verrechnung unterschiedlicher Strukturbewertungen einzelner Kartierabschnitte zustande kommen kann (vgl. Kapitel 3.2.1.3)
- ▶ er die biozönotische Relevanz und damit die morphologischen Bedingungen für die Zielerreichung anhand der biologischen QK gemäß WRRL nur unzureichend abbildet
- ▶ er einen etwaigen Maßnahmenbedarf bzw. den Erfolg von Maßnahmen für die Zielerreichung gemäß WRRL nur unzureichend widerspiegelt.

Aus den oben genannten Gründen wird der gewässerstrukturelle Orientierungswert „4PLUS“ mit weiteren Bedingungen empfohlen. Es kann aber alternativ auch der gewässerstrukturelle Orientierungswert „3“ angewendet werden. Zu beachten ist, dass in beiden Varianten die biozönotisch besonders relevante Strukturparameter die typspezifischen Anforderungen des guten ökologischen Zustands erfüllen sollten (Kapitel 5.1).

5.1 Grundvoraussetzung: Einhaltung einer Mindestqualität biozönotisch relevanter Strukturparameter

Die Bewertung der Gewässerstrukturkartierung erfolgt durch die Verrechnung der verschiedenen Einzel- und Hauptparameter. Dabei haben nicht alle Parameter einen direkten Einfluss auf die Lebensgemeinschaften der Fische und des MZB, wie z. B. die Einzelparameter Krümmungserosion, Breitenvarianz oder Umfeldbelastungen. Dafür sind andere Einzelparameter aus Sicht der biologischen QK MZB und Fische von direkter Bedeutung.

Die Auswertung der Literatur hat ergeben (Kapitel 4.4), dass einige Strukturen für die Ausprägungen der biologischen QK MZB und Fische (typspezifisch) besonders relevant sind, z. B. als Laichsubstrat (Fische) oder Aufenthalts- oder Anheftungssubstrat (MZB). Dabei handelt es sich z. B. um Querbänke, Lauf-, Sohl- Ufer- oder Umfeldstrukturen sowie die Sohlsubstrate und deren Diversität, die in der Gewässerstrukturkartierung als „Wert-Parameter“ bezeichnet werden. Parameter, die anthropogene Schad-Strukturen beschreiben, wie z. B. technisch bedingter Rückstau oder Sohlbelastungen, erklären zwar das Fehlen typspezifischer Arten und das Vorkommen ubiquitärer Arten, aus Sicht der Besiedlung sind aber für diese keine „Mindestqualitäten“ zur Einhaltung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte zu fordern.

Des Weiteren wurde nachgewiesen, dass die stark aggregierte Gesamtbewertung der Gewässerstrukturkartierung nicht zwingend für die biologische Besiedlungsqualität aussagekräftig ist, da solch ein Wert durch die Verrechnung unterschiedlicher Strukturbewertungen einzelner Kartierabschnitte zustande kommen kann (vgl. Kapitel 3.2.1.3).

Ausgehend von den Ergebnissen der Literatursauswertung sind die in Tabelle 12 dargestellten Strukturen und ihnen zugeordnete Einzelparameter (EP) als „biozönotisch relevant“ identifiziert worden. Diese sind in den „Hydromorphologischen Steckbriefen“ (Pottgiesser et al. 2024) in den Tabellen zur „Morphologie“ als „Parameter mit den potenziell stärksten Effekten auf die biologischen Qualitätskomponenten (Makrozoobenthos, Fische, Makrophyten)“ besonders hervorgehoben (blau hinterlegt).

Tabelle 12: Biozönotisch relevante Wert-Strukturen und deren Erfassung in den LAWA-GSK Verfahren. EP = Einzelparameter.

Biozönotisch relevante Strukturen	EP gemäß LAWA-Verfahren kleiner FG	EP gemäß LAWA-Verfahren großer FG
Laufkrümmung	EP 1.1 Laufkrümmung	EP 1.1 Laufkrümmung
Lauftyp	--	EP 1.2 Lauftyp
Laufstrukturen	EP 1.4 Besondere Laufstrukturen	EP 1.4 Besondere Laufstrukturen
Querbänke	EP 2.4 Querbänke	EP 2.3 Querbänke
Strömungsdiversität	EP 2.5 Strömungsdiversität	EP 2.4 Strömungsdiversität/ Tiefenvarianz
Tiefenvarianz	EP 2.6 Tiefenvarianz	EP 2.4 Strömungsdiversität/ Tiefenvarianz
Sohlsubstrat	EP 4.1 Sohlsubstrat	EP 4.1 Sohlsubstrat
Substratdiversität	EP 4.2 Substratdiversität	EP 4.2 Substratdiversität
Sohlstrukturen	EP 4.4 Besondere Sohlstrukturen	EP 4.4 Besondere Sohlstrukturen
Uferbewuchs	EP 5.1 Uferbewuchs (Gehölze)	EP 5.1 Uferbewuchs (Gehölze)
Uferstrukturen	EP 5.3 Besondere Uferstrukturen	EP 5.4 Besondere Uferstrukturen
Beschattung	--	--
Uferstreifen	EP 6.2 Uferstreifen	EP 6.2 Uferstreifen
Umfeldstrukturen	--	EP 6.3 Besondere Umfeldstrukturen

Diese biozönotisch besonders relevanten Strukturparameter müssen „Mindestqualitäten“ einhalten, damit sich ein guter ökologischer Zustand einstellen kann. Die Mindestqualität eines Einzelparameters ist erreicht, wenn er ein Zustandsmerkmal aufweist, dem eine Indexziffer von mindestens „3“ oder „4“ entsprechend der LAWA-Verfahren zugeordnet ist. Jeder Indexziffer liegt ein Zustandsmerkmal zugrunde (z. B. Index 3 = geschwungene Laufkrümmung). Es ist zu beachten, dass je nach EP eine unterschiedliche Anzahl von Zustandsmerkmalen erfasst werden können, bzw. je nachdem wie die Zustandsmerkmale mit Indexziffern belegt worden sind, keine 1:1 Zuordnung der Zustandsmerkmale zu den Bewertungsklassen möglich ist.

Jeder morphologische Typ erfordert eine bestimmte Ausprägung eines Zustandsmerkmals. Die Mindestqualität eines Einzelparameters steht daher im unmittelbaren Zusammenhang zum morphologischen Gewässertyp. In Tabelle 13 und Tabelle 14 sind exemplarisch „Mindestausprägungen“ der Zustandsmerkmale der EP für die morphologischen Typen kleiner und großer Fließgewässer angegeben.

Nicht alle biozönotisch relevanten Wert-Strukturen werden mit den beiden LAWA-Verfahren zur Gewässerstrukturkartierung erfasst (Tabelle 12). Für die Einhaltung dieser Grundvoraussetzung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte ist das nicht relevant. Wichtig ist, dass diverse Strukturen und Habitate eine typspezifische „Mindestqualität“ einhalten müssen, damit sie als Lebensraum für die typgemäßen Lebensgemeinschaften fungieren können und so die Bewirtschaftungsziele nicht verfehlt werden.

Tabelle 13: Beispiele typspezifischer Mindestqualitäten biozönotisch relevanter Einzelparameter für die morphologischen Typen kleiner Fließgewässer. x = kein Zustandsmerkmal zugordnet.

Morpholog. Typ	Laufkrümmung	Strömungsdiversität	Tiefenvarianz	Substratdiversität	Sohlstrukturen	Uferbewuchs (Gehölze)
K_g	x	mäßig	mäßig	mäßig	zwei	tlw. Wald/Galerie
S_g	schwach geschwungen	mäßig	mäßig	mäßig	zwei	tlw. Wald/Galerie
M_g	x	mäßig	mäßig	mäßig	zwei	tlw. Wald/Galerie
A_g / OT_g	geschwungen	mäßig	mäßig	mäßig	zwei	tlw. Wald/Galerie
A_g / OT_o	geschwungen	mäßig	mäßig	mäßig	zwei	tlw. Wald/Galerie
OT_fsf	geschwungen	mäßig	gering	x	eine	x
S_fl	schwach geschwungen	mäßig	gering	gering	eine	tlw. Wald/Galerie
A_fl / OT_fl	geschwungen	mäßig	gering	gering	eine	tlw. Wald/Galerie
S_fs	geschwungen	mäßig	mäßig	gering	eine	tlw. Wald/Galerie
A_fs / OT_fs	geschwungen	mäßig	mäßig	gering	eine	tlw. Wald/Galerie

Tabelle 14: Beispiele typspezifischer Mindestqualitäten biozönotisch relevanter Einzelparameter für die morphologischen Typen großer Fließgewässer.

Morpholog. Typ	Laufkrümmung	Laufotyp	Strömungsdiversität/ Tiefenvarianz	Substratdiversität	Besondere Sohlstrukturen
GuE	geschwungen/ schw. geschwungen	unverzweigt	mäßig	mäßig	mittlerer Strukturreichtum
GuS	geschwungen/ schw. geschwungen	unverzweigt	mäßig	mäßig	mittlerer Strukturreichtum
GnE	geschwungen/ schw. geschwungen	≠ unverzweigt	mäßig	mäßig	mittlerer Strukturreichtum
GnS	geschwungen/ schw. geschwungen	≠ unverzweigt	mäßig	mäßig	mittlerer Strukturreichtum
FuE	geschwungen/ schw. geschwungen	unverzweigt	gering	mäßig (gering)	mittlerer Strukturreichtum
FuS	geschwungen/ schw. geschwungen	unverzweigt	gering	mäßig (gering)	mittlerer Strukturreichtum
FnS	geschwungen/ schw. geschwungen	≠ unverzweigt	gering	mäßig (gering)	mittlerer Strukturreichtum
OuS	geschwungen/ schw. geschwungen	unverzweigt	gering	mäßig (gering)	mittlerer Strukturreichtum
OnE	geschwungen/ schw. geschwungen	≠ unverzweigt	gering	mäßig (gering)	mittlerer Strukturreichtum
OnS	geschwungen/ schw. geschwungen	≠ unverzweigt	gering	mäßig (gering)	mittlerer Strukturreichtum

5.2 Bedingung für „4PLUS“: Einhaltung der typgemäßen Verteilung von Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept

Die Bewertung eines Oberflächenwasserkörpers gemäß Gewässerstrukturkartierung erfolgt durch die Verrechnung verschiedener Bewertungsergebnisse (Kapitel 3.2.1.3). Eine mittlere Strukturklasse von 4 des gewässerstrukturellen Orientierungswertes „4PLUS“ kann grundsätzlich durch eine unterschiedliche Verteilung von Bewertungsergebnissen erreicht werden. Damit die Gesamtbewertung eines OWK mit einer mittleren Strukturklasse von 4 eine Zielerreichung anhand der biologischen Qualitätskomponenten ermöglicht, ist auf eine ausgewogene Verteilung der Bewertungen zu achten, wie sie den Charakterisierungen der Funktionselemente des „Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts“ (LANUV NW 2022) (Kapitel 3.3) zugrunde liegt.

Die Anforderungen der biologischen QK Makrozoobenthos an die Beschaffenheit der Funktionselemente des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts (siehe Kapitel 3.3.2.1) sind „strenger“ als für die biologische QK Fische. Von daher werden im Folgenden ausschließlich diese Verteilungen der Strukturklassen zur Charakterisierung der Funktionselemente herangezogen. Dies folgt dem „worst case“ Prinzip der WRRL. Demnach ist für die Angaben zur

Verteilung der Strukturklassen die anspruchsvollste QK zu Grunde zu legen (siehe auch die Ergebnisse der Auswertung der Literatur aus Hessen und Bayern in Kapitel 4.3.2).

In der Tabelle 15 sind die Anforderungen an die Verteilung der Gewässerstrukturklassen für die Gewässer im Mittelgebirge und Tiefland in Verbindung mit den Funktionselementen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept (LANUV NW 2011) dargestellt. Die Ermittlung der Häufigkeiten der Gewässerstrukturklassen, mit denen eine mittlere Gewässerstrukturklasse 4 (also einen Wert innerhalb der Indexspanne 3,6 – 4,4) zu erreichen wäre, ergibt sich aus der Formel: $3,6 \leq \frac{\sum_{i=1}^7 i \cdot x_i}{100} \leq 4,4$ unter der Nebenbedingung, dass $\sum_{i=1}^7 x_i = 100$. Jedes x_i beschreibt also den prozentualen Längenanteil, mit dem die jeweilige Strukturklasse (1 ... 7) in einem OWK vertreten ist.

Die sieben Variablen x_i können eine Vielzahl von gültigen Kombinationen bilden. In der Tabelle 15 ist jeweils die „pessimistischste“ (= mindestens einzuhaltende) Verteilung der Gewässerstrukturklassen in einem OWK zur Erreichung einer mittleren Strukturklasse von 4 aufgeführt. Dies entspricht der in 2 aufgeführten Definition eines Orientierungswerts.

Tabelle 15: Anforderungen an die typgemäße Verteilung von Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept im Mittelgebirge (MG) und Tiefland (TL) unter Einhaltung einer mittleren Strukturklasse von 4 in dem OWK. FE = Funktionselement.

Funktionselement	GS-Klasse	Anteile (%) im MG gemäß Strahlwirkungs-konzept	Anteile (%) im MG zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse 4	Anteile (%) im TL gemäß Strahlwirkungs-konzept	Anteile (%) im TL zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse 4
Strahlursprung	1	>20	10	>25	10
	2		11		15
	3	>20	21	>25	25
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	4	20	20	10	4
Aufwertungsstrahlweg	5	20	20	15	18
Durchgangsstrahlweg	6	<10	9	<15	17
Degradationsstrecke (kein FE!)	7	<10	9	<10	11
			↓		↓
			Index-Wert von 3,92		Index-Wert von 3,85

Auch die Einhaltung der Mindestqualität von biozönotisch relevanten Einzelparametern auf Ebene von typgemäßen Zustandsmerkmalen sollte sich an den Verteilungen des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts orientieren. D. h. für einen OWK des morphologischen Typs „A_g“ sollte z. B. nicht auf kompletter Länge ein homogener, „geschwungener“ Verlauf angestrebt werden, sondern eine Verteilung von Zustandsmerkmalen von „mäandrierend“ bis hin zu „schwach geschwungenen“ Verläufen. Dies ist für ausgewählte Strukturen und morphologische Typen exemplarisch in Tabelle 16 zusammengestellt.

Tabelle 16: Beispielhafte Verteilung von Zustandsmerkmalen für ausgewählte Strukturen und morphologische Typen. FE = Funktionselement.

Funktionselemente	Anteil (%) zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse 4	Zustandsmerkmale der Laufkrümmung für AT_g/OT_g	Zustandsmerkmale der Querbänke für AT_g/OT_g	Zustandsmerkmale der Substratdiversität für AT_g/OT_g	Anteil (%) zur Einhaltung einer mittleren Strukturklasse 4	Zustandsmerkmale der Substratdiversität für AT_fs/OT_fs
Strahlursprung	10	stark mäandrierend (Index 1)	viele (Index 1)	sehr groß (Index 1)	10	(sehr) groß (Index 1)
	11	mäandrierend (Index 2)	mehrere (Index 2)	groß (Index 2)	15	mäßig (Index 2)
	21	geschwungen (Index 4)	zwei (Index 3)	mäßig (Index 4)	25	gering (Index 4)
Aufwertungsstrahlweg (mit Trittsteinen)	20	geschwungen (Index 4)	zwei (Index 3)	mäßig (Index 4)	4	gering (Index 4)
Aufwertungsstrahlweg	20	schwach geschwungen (Index 5)	eine (Index 4)	mäßig (Index 4)	18	gering (Index 4)
Durchgangsstrahlweg	9	gestreckt (Index 6)	Ansätze (Index 5)	gering (Index 5)	17	gering (Index 4)
Degradationsstrecke (kein FE!)	9	geradlinig (Index 7)	keine (Index 7)	keine (Index 7)	11	keine (Index 7)

Die Einhaltung der typgemäßen Verteilung von Gewässerstrukturklassen gemäß Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept ist die Zusatzbedingung für den gewässerstrukturellen Orientierungswert „4PLUS“. Grundsätzlich sind aber für Maßnahmenplanungen auf Grundlage des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts noch weitere Anforderungen, wie Streckenlängen der Funktionselemente oder das „Perlschnurkonzept“ (siehe Kapitel 3.3.2) zu berücksichtigen.

5.3 Operationalisierung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte

In die Überarbeitung der „Hydromorphologischen Steckbriefe“ (Pottgiesser et al. 2024) sind die gewässerstrukturellen Orientierungswerte bereits eingeflossen:

- In den tabellarischen Zusammenstellungen zur Ausprägung der Parameter der Morphologie des sehr guten und guten Zustands sind biozönotisch relevante Parameter blau hervorgehoben. Für mindestens eine der biologischen Qualitätskomponenten Fische, Makrozoobenthos oder Makrophyten sind sie von besonderer Bedeutung. Bei der Planung, Umsetzung und anschließenden Erfolgskontrolle von Maßnahmen (LAWA 2020) ist v. a. auf diese Parameter ein besonderes Augenmerk zu richten. Für diese biozönotisch relevanten Parameter ist als Grundvoraussetzung zur Zielerreichung des guten ökologischen Zustands eine „Mindestqualität“ einzuhalten (Kapitel 5.1).
- Für die tabellarische Charakterisierung der Morphologie des guten ökologischen Zustands sind die Ausprägungen herangezogen worden, denen gemäß LANUV NW (2023) i. d. R. ein Indexwert von „3“ oder „4“ zugeordnet ist, so dass damit die beiden gewässerstrukturellen Orientierungswerte eingehalten werden.
- Die „Mindestanforderungen an einen OWK zur Erreichung des guten ökologischen Zustands“ sind so angelegt, dass sie die gewässerstrukturellen Orientierungswerte erfüllen.

- Die in den Kreisdiagrammen dargestellten strukturellen Mindestanforderungen in Bezug auf die Verteilung der Gewässerstrukturklassen zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes unter Einhaltung einer mittleren Strukturklasse 4 gemäß des gewässerstrukturellen Orientierungswertes „4PLUS“ basieren auf den im Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept formulierten Anforderungen an die Verteilung von Gewässerstrukturklassen für Stahlsprünge, Aufwertungs- und Durchgangsstrahlwege.

6 Quellenverzeichnis

- Ahrens, U. (2007): Gewässerstruktur: Kartierung und Bewertung der Fließgewässer in Schleswig-Holstein, Jahresbericht 2006/2007 des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 115-126.
- Arle, J. & Wagner, F. (2011): Die Bedeutung der Gewässerstruktur für das Erreichen des guten ökologischen Zustands in den Fließgewässern des Freistaates Thüringen. In: Jähmig, S., Hering, D., Sommerhäuser, M. (Hrsg.), Fließgewässerrenaturierung heute und morgen – Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle, Limnologie aktuell Bd. 13. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, S. 207–233.
- Arle, J. (2006): Die Bedeutung der Gewässerstruktur für das Erreichen des „guten ökologischen Zustandes“ des Makrozoobenthos in den Fließgewässern des Freistaates Thüringen. Ziele – Defizite – Maßnahmen. Unveröffentlichter Abschlussbericht im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, 105 S.
- BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Hrsg.) (2010): Bericht Verfahren zur Bewertung in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung an Bundeswasserstraßen. UVU-Bewertungsrahmen Hydromorphologie, S. 47-53. BfG-Bericht 1559, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
- BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Hrsg.): Erfassung und Bewertung des hydromorphologischen Zustandes in Wasserstraßen. 13. Gewässermorphologisches Kolloquium am 27./28. Oktober 2010 in Koblenz. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG-Veranstaltungen, 1/2011).
- BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Hrsg.): Hydro-ökologische Modellierungen und ihre Anwendungen. 1. Ökologisches Kolloquium am 14./15. Februar 2012 in Koblenz. – Veranstaltungen 6/2012, Koblenz, Juli 2012, 180 S.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich, Hrsg.) (2015): Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern. Autorin: Helena Mühlmann, 86 S.
- BMUV/UBA (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz /Umweltbundesamt, Hrsg.) (2022): Die Wasserrahmenrichtlinie — Gewässer in Deutschland 2021. Fortschritte und Herausforderungen. Autoren: J. Völker, S. Naumann, J. Arle, C. Baumgarten, K. Blondzik, J. Frauenstein, F. Hilliges, M. Hofmeier, M. Krakau, J. Mönnich, V. Mohaupt, D. Osiek, J. Rechenberg, N. Richter, A. Schnäckel, C. Schulte, A. Ullrich, F. Vetter. Bonn, Dessau-Roßlau, 120 S.
- CEN - EN 14614: Water quality - Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers (September 2020), 54 S.
- DS/EN 15843: Water quality - Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology (Mai 2010), 26 S.
- Environmental Agency (2003): River Habitat Survey in Britain and Ireland - Field Survey Guidance Manual: 2003 Version (2022 Reprint), 172 p.
- Foerster, J., Halle, M., & Müller, A. (2017): Entwicklung eines Habitatindex zur Beurteilung biozönotisch relevanter Gewässerstrukturen. Korrespondenz Wasserwirtschaft, 10(8), 466–471.
- Gellert, G., S. Behrens & M. Raschke (2012): The return of degraded stream ecosystems by using positive impacts from near-natural sections: a new practical guide for restorations. - Water and Environment Journal 26 (2012), 415–421. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2012.00307.x>
- Halle, M. & A. Müller (2012): Korrelationen zwischen biologischen Qualitätskomponenten und allgemeinen chemischen und physikalisch-chemischen Parametern in Fließgewässern.- Endbericht zu dem LAWA-Projekt O 3.12. <http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/static/LFP/Dateien/LAWA/AO/o-3-12-endbericht.pdf>

HMU KL V (Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hrsg.) (2015): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen - Bewirtschaftungsplan 2015-2021.

HMU LV (Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Hrsg.) (2008): Handbuch zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – 6. Lieferung, Kap. 6.1.2 Umweltziele hydromorphologische Komponenten.

Kampa, E. & M. Bussettini (2018): River Hydromorphological Assessment and Monitoring Methodologies – FINAL REPORT. Part 1 – Summary of European country questionnaires.

Kampa, E., M. Bussettini & W. van de Bund (2019): Resource document on Hydromorphology in the WFD. Version 0.9 for presentation to ECOSTAT meeting 2-3 October in Larnaca, Cyprus.

Kampa, E., M. Rinaldi, F. Magdaleno & C. Bromley (2018): Workshop on Methods for River Hydromorphological Assessment and Monitoring, 20-22 November 2017, Madrid. - Part 2 – Summary report of workshop – Key conclusions & recommendations.

LANUV NW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Hrsg.) (2018). Auswertung der Ergebnisse aus dem biologischen WRRL-Monitoring der Fließgewässer in NW. LANUV-Fachbericht 81, Recklinghausen: 107 S.

LANUV NW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Hrsg.) (2011): Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept in der Planungspraxis. LANUV-Arbeitsblatt 16. Recklinghausen.

LANUV NW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Hrsg.) (2018): Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen. Kartieranleitung für die kleinen bis großen Fließgewässer. 2. überarbeitete Auflage. Projektbearbeitung: T. Pottgiesser & A. Müller. - LANUV-Arbeitsblatt 18, Recklinghausen: 308 S.

LANUV NW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Hrsg.) (2012): Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen. Kartieranleitung für die kleinen bis großen Fließgewässer. Projektbearbeitung: T. Pottgiesser & A. Müller. - LANUV-Arbeitsblatt 18, Recklinghausen 214 S.

LANUV NW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NW, Hrsg.) (2023): Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen. Kartieranleitung für die kleinen bis großen Fließgewässer. 3. überarbeitete Auflage. Projektbearbeitung: T. Pottgiesser & A. Müller. - LANUV-Arbeitsblatt 18, Recklinghausen: 308 S.

LAWA (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Hrsg.) (2019a): LAWA Verfahrensempfehlung zur Gewässerstrukturkartierung. Verfahren für kleine bis mittelgroße Gewässer. Bearbeitung: T. Pottgiesser, A. Müller, U. Koenzen & R. Bonn. – Kulturbuchverlag, Berlin-Buckow, 251 S.

LAWA (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Hrsg.) (2019b): LAWA Verfahrensempfehlung zur Gewässerstrukturkartierung. Verfahren für mittelgroße bis große Gewässer. Bearbeitung: U. Koenzen, R. Bonn, A. Müller & T. Pottgiesser. – Kulturbuchverlag, Berlin-Buckow, 273 S.

LAWA (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Hrsg.) (2019c): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“ – Anwenderhandbuch. Projektbearbeitung: U. Koenzen, R. Bonn, R. Rittner, T. Wiese, J. Steinrücke, J. Melcher & B. Fröhling.

LAWA AO (2015): Rahmenkonzeption Monitoring Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL.

LAWA-AO (2019): Empfehlung für die Begründung von Fristverlängerungen auf Grund von „natürlichen Gegebenheiten“ für die Ökologie, 43. S.

LfU BY (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (2018): „Validierung biologischer Bewertungsverfahren.- Unveröffentlichter Abschlussbericht erarbeitet von J. Wrede, J. Jungmann & K. Kätzel des Referat 83 – Ökologie der Fließgewässer, 38 S. + Anhang.

LfU BY (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (2019): Gewässerstrukturkartierung von Fließgewässern in Bayern - Erläuterungen zur Erfassung und Bewertung, 161 S.

LfU BY (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (2021): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Bayern Methodenband zur Bewirtschaftungsplanung. (Entwurf 07.05.2021); 130 S.

Lietz, J., & Brunke, M. (2007). Zusammenhänge zwischen Strukturparametern und Wirbellosenfauna in kiesgeprägten Bächen des Norddeutschen Tieflands – erste statistische Analysen. Jahresbericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, 213–220.

LUNG MV (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Hrsg.): Fließgewässerstrukturgütekartierung in Mecklenburg-Vorpommern. – Materialien zur Umwelt 2001, Heft 2: 96 S.

Müller, A., J. Kranl, T. Pottgiesser (2024): Den Gewässern mehr Raum geben. Chancen und Synergien eines bundesweiten Flächenziels für die Gewässerentwicklung. - Umweltbundesamt Hrsg. - UBA-Texte im Druck, Dessau.

Müller, A. (2005): Die Bildung von Oberflächenwasserkörpern als nichtlineares Optimierungsverfahren. Wasser & Abfall 3/2005. Frankfurt.

Müller, A., Zumbroich, T. (2004): Data Mining über Strukturgütekartierungsergebnisse – Wissen aus Daten. In: DGL Tagungsbericht 2004.

OGewV (2016): Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1429).

Pottgiesser, T. (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie. Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen. FE-Vorhaben des Umweltbundesamtes „Gewässertypenatlas mit Steckbriefen“ (FKZ 3714 24 221 0). www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=78&clang=0, aufgerufen am 5.10.2021

Pottgiesser, T., S. Naumann, A. Müller (2024): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Erste Überarbeitung.- Umweltbundesamt Hrsg. - UBA-Texte im Druck, 406 Seiten, Dessau.

Quick, I. (2009): Entwicklung und Anwendung hydromorphologischer Bewertungsverfahren zur Evaluierung in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung an Bundeswasserstraßen am Beispiel des Ästuars der Tide-Ems. In: Deutsche Gesellschaft für Limnologie – Erweiterte Zusammenfassungen 2009 (Oldenburg). S. 386-391. Hamburg, Berlin.

Quick, I. (2011): Ermittlung und Bewertung hydromorphologischer Indikator-Parameter an Bundeswasserstraßen. In: 13. Gewässermorphologisches Kolloquium - Erfassung und Bewertung des hydromorphologischen Zustandes in Wasserstraßen. 27-40. Koblenz.

Quick, I.; König, F.; Baulig, Y.; Borgsmüller, C.; Schriever, S. (2017): Das hydromorphologische Erfassungs- und Bewertungsverfahren Valmorph 2 für schiffbare Oberflächengewässer. BfG-Bericht Nr. 1910. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz.

QZVO (2010): QZV - Ökologie OG; Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer. BGBl. in prep. 2010.

Rasper, M. (2001): Morphologische Fließgewässertypen in Niedersachsen – Leitbilder und Referenzgewässer. – Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.): 98 S.

Rosenzweig, S.; Quick, I.; Vollmer, S. & Schleuter, M. (2011): Hydromorphologische Komponenten im Flussauenmodell INFORM - Entwicklung und Anwendung der morphologischen Systemkomponente MORPHO und des Bewertungsmoduls Valmorph zur quantitativen Erfassung und Bewertung hydromorphologischer Veränderungen in Fluss und Aue. BfG-Bericht Nr. 1657, Koblenz.

UBA (Umweltbundesamt, Hrsg.) (2014): Strategien zur Optimierung von Fließgewässer - Renaturierungsmaßnahmen und ihre Erfolgskontrolle.– Autoren: V. Dahm, B. Kupilas, P. Rolaufts, D.Hering, P. Haase, H. Kappes, M. Leps, A. Sundermann, S. Döbbelt-Grüne, C. Hartmann, U. Koenzen, C. Reuvers, U. Zellmer, C. Zins, F. Wagner UBA Texte 43/2014: 198 S.

UBA (Umweltbundesamt, Hrsg.) (2017): Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung. Autoren: J. Arle, K. Blondzik, U. Claussen, A. Duffek, S. Grimm, F. Hilliges, B. Kirschbaum, I. Kirst, D. Koch, J. Koschorreck, P. Lepom, W. Leujak, V. Mohaupt, S. Naumann, U. Pirntke, J. Rechenberg, P. Schilling, A. Ullrich, J. Wellmitz, S. Werner, R. Wolter. Dessau-Roßlau, 132 S.

Wagner, F., & Arle, J. (2007). Die Bedeutung verschiedener Umweltfaktoren für das Erreichen des "guten ökologischen Zustandes". Analyse vorhandener Daten zum Makrozoobenthos, der Fischfauna der Gewässerstruktur, der chemischen Qualität und der Erosionsdaten aus Thüringer Fließgewässern. Abschlussbericht im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, 51 S. + Anlagen.

A Anhang

A.1 Auswertung ausgewählter internationaler Veröffentlichungen der SCOPUS Literaturrecherche

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Tritteinkeinsparung / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Acreman, M., Aldrick, J., Binnie, C., Black, A., Cowx, I., Dawson, H., Dunbar, M., Extence, C., Hannaford, J., Harby, A., Holmes, N., Jarritt, N., Old, G., Peirson, G., Webb, J., & Wood, P. (2009). Environmental flows from dams: The water framework directive. Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability, 162(1), 13–22.			Kieselalgen MZB Fische	Entwicklung von Leitkriterien für die Festlegung von ökologischen Abflussregelungen für britische Flüsse								x
Alric, B., Dézerald, O., Meyer, A., Billoir, E., Coulaud, R., Larras, F., Mondy, C. P., & Usseglio-Polatera, P. (2021). How diatom-, invertebrate- and fish-based diagnostic tools can support the ecological assessment of rivers in a multi-pressure context: Temporal trends over the past two decades in France. Science of the Total Environment, 762	Frankreich			Entwicklung eines Diagnose-Tools: Abschätzung der Beeinträchtigungswahrscheinlichkeiten biotischer Lebensgemeinschaften durch verschiedene Belastungskategorien, Verwendung taxonomischer und weiterer Metriks, die Veränderung der Wasserqualität, der Hydromorphologie und der Landnutzung durch anthropogene Aktivitäten beschreiben						x		
Balestrini, R., Cazzola, M., & Buffagni, A. (2004). Characterising hydromorphological features of selected	Italien	River Habitat Survey, RHS	MZB gemäß AQEM	Testung der Anwendbarkeit verschiedener Methoden zur Bewertung von		x						

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Italian rivers: A comparative application of environmental indices. Hydrobiologia, 516(1–3), 365–379.		Verfahren aus Italien (Index of Fluvial Functioning, Buffer Strip Index and Wild State Index)		Flusslebensräumen und ihrer jeweiligen Indizes an einer Reihe von Probestellen in Italien								
Belletti, B., M. Rinaldi a, A.D. Buijseb, A.M. Gurnellc, E. M. (2015). A review of assessment methods for river hydromorphology. Environmental Earth Sciences, 73, 2079–2100.				Vergleich von Verfahren zur Bewertung der Hydromorphologie		x						
Belletti, B., Nardi, L., Rinaldi, M., Poppe, M., Brabec, K., Bussettini, M., Comiti, F., Gielczewski, M., Golfieri, B., Hellsten, S., Kail, J., Marchese, E., Marcinkowski, P., Okruszko, T., Paillex, A., Schirmer, M., Stelmaszczyk, M., & Surian, N. (2018). Assessing Restoration Effects on River Hydromorphology Using the Process-based Morphological Quality Index in Eight European River Reaches. Environmental Management, 61(1), 69–84.	EU	Morphological Quality Index (MQI) and the Morphological Quality Index for monitoring (MQIm)	--	Anwendung Morphologischer Qualitätsindex (MQI) und Morphologischer Qualitätsindex für das Monitoring (MQIm) auf acht Fallstudien in Europa, Analyse der hydromorphologischen Reaktion auf verschiedene Renaturierungsmaßnahmen; Vergleich der morphologischen Bewertungsergebnisse des MQI und des MQIm mit einer herkömmlichen Methode zur Bewertung des physischen Lebensraums						x		
Benjankar, R., Koenig, F., & Tonina, D. (2013). Comparison of hydromorphological assessment methods:	USA	LAWA - Überblicksverfahren		Methodenvergleich		x						

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Application to the Boise River, USA. Journal of Hydrology, 492, 128–138.		n, (2) a special approach for a hydromorphological assessment of urban rivers and (3) a hydraulic-based method										
Bernard, V. B., Dahms, H., Salomon, M., Steup, L., & Niekisch, M. (2020). "Good ecological status" of water bodies – using synergies between the Water Framework Directive and nature conservation. Naturschutz Und Landschaftsplanung, 52(12), 570–577.				Aufzeigen von Synergien zwischen WRRL, Hochwasserschutz und Naturschutz; die Nutzung vorhandener Synergien bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen hilft Hemmnisse abzubauen und weitere Umweltziele zu erreichen								x
Bertalan, L., Rodrigo-Comino, J., Surian, N., Šulc Michalková, M., Kovács, Z., Szabó, S., Szabó, G., & Hooke, J. (2019). Detailed assessment of spatial and temporal variations in river channel changes and meander evolution as a preliminary work for effective floodplain management. The example of Sajó River, Hungary. Journal of Environmental Management, 248.	Ungarn			Quantifizierung von Geschwindigkeit und Ausmaß von Gerinneverschiebungen, Entwicklung von Kurven sowie Flächen von Erosion/Akkumulation	x							

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Birk, S., Bonne, W., Borja, A., Brucet, S., Courrat, A., Poikane, S., Solimini, A., Van De Bund, W., Zampoukas, N., & Hering, D. (2012). Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. Ecological Indicators, 18, 31–41.				Methodenvergleich, welche BQK die verschiedenen Stressoren am besten abbildet						x		
BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Hrsg.) (2015): Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern, 86 S.	Österreich	österreichisches Verfahren	--	Verfahrensanleitung inkl. Angaben zu gewässerstrukturellen Orientierungswerten		x	x					
Böhmer, J., Rawer-Jost, C., Zenker, A., Meier, C., Feld, C. K., Biss, R., & Hering, D. (2004). Assessing streams in Germany with benthic invertebrates: Development of a multimetric invertebrate based assessment system. Limnologia, 34(4), 416–432.	Deutsch-land		MZB	Entwicklung des MZB-Bewertungssystems AQEM						x		
Böhmer, J., Zenker, A., Ackermann, B., Kappus, B., Ducrot, V., Usseglio-Polatera, P., Péry, A. R. R., Mouthon, J., Lafont, M., Roger, M.-C., Garric, J., Féard, J.-F., Ilnicki, P., Górecki, K., Grzybowski, M., Krzemińska, A., Lewandowski, P., Sojka, M., Irmer, U., ... Hering, D. (2004). The influence of adjacent stream reaches on the	EU	River Habitat Survey, RHS		Untersuchung und Vergleich der Habitatqualität von Fließgewässern in verschiedenen Ökoregionen	x							

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
local ecological status of central european mountain streams. Hydrobiologia, 516(1), 267–280.												
Boon, P. J., Holmes, N. T., & Raven, P. J. (2010). Developing standard approaches for recording and assessing river hydromorphology: The role of the European Committee for Standardization (CEN). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 20(SUPPL. 1), S55–S61.				Entwicklung der CEN Norm 14614		x						
Brown, A. G. (1997). Biogeomorphology and diversity in multiple-channel river systems. Global Ecology and Biogeography Letters, 6(3–4), 179–185.	Irland		MZB	Ursachen für die hohe Artenvielfalt in bewaldeten Auen: Mehrgerinne-Auenwälder weisen ein hohes Ökoton/Flächen-Verhältnis auf, was auf die große Länge der Gerinneufer und das Vorhandensein von Kies-/Sandbänken und Paläokanälen zurückzuführen ist	x							
Brunke, M. (2008). Hydromorphological indicators for the ecological status of fish inhabiting the lower trout region in streams in the North-German lowlands. Hydrologie Und Wasserbewirtschaftung, 52(5), 234–244.	Deutschland, SH	DAV SH	Fische in der unteren Forellenregion	positive Indikatoren: Auwälder aus Weichholz und eine große Variabilität der Wassertiefe negative Indikatoren: z. B. intensive Grünland-Nutzung, hoher Schlammanteil im Sohlsubstrat				x				

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Bucała, A., & Wiejaczka, Ł. (2015). Evaluation of the hydromorphological state of mountain streams under the influence of contemporary human activity (Polish Carpathians). Environmental Earth Sciences, 73(7), 3451–3463.	Polen	River Habitat Survey, RHS		Analyse des hydromorphologischen Zustands von Gebirgsbächen unter den heutigen anthropogenen Bedingungen	x							
Buffagni, A., Armanini, D. G., & Erba, S. (2009). Does the lentic-lotic character of rivers affect invertebrate metrics used in the assessment of ecological quality? Journal of Limnology, 68(1), 92–105.	EU	River Habitat Survey, RHS	MZB	Untersuchung des Einflusses lokaler hydraulischer Bedingungen auf die Metriks des MZB; Bewertung der Hydromorphologie anhand des Lentic-lotic River Descriptor und des Habitat Modification Score				x				
Bujakowski, F., Falkowski, T., & Podlasek, A. (2021). Geomorphological immaturity as a factor conditioning the dynamics of channel processes in Rządza River. Open Geosciences, 13(1), 27–38	Polen			Identifizierung von Unterschieden der Talmorphologie sowie der geologischen Struktur und der Dynamik fluvialer Prozesse; Beantwortung der Frage, warum ein Fluss im Tiefland einem Gebirgsbach ähnelt	x							
Cencetti, C., De Rosa, P., & Fredduzzi, A. (2017). Geoinformatics in morphological study of River Paglia, Tiber River basin, Central Italy. Environmental Earth Sciences, 76(3).	Italien			Nachvollziehen der historischen Entwicklung eines Fließgewässers anhand geomorphologischer Daten	x							
Corneil, D., Villeneuve, B., Piffady, J., Chandesris, A., Usseglio-Polatera, P., & Souchon, Y. (2018). Introducing	Frankreich	französisches Verfahren zur	MZB: französische	der MZB-Metrik I2M2 wird stärker durch physikalische und chemische Belastungen als						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittsinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
nested spatial scales in multi-stress models: towards better assessment of human impacts on river ecosystems. Hydrobiologia, 806(1), 347–361.		Gewässerstrukturkartierung	wirbellose multimetrische Index (I2M2)	durch hydromorphologische Veränderungen beeinträchtigt								
Dahlström, N., & Nilsson, C. (2004). Influence of woody debris on channel structure in old growth and managed forest streams in central Sweden. Environmental Management, 33(3), 376–384.	Schweden			die Häufigkeit von Schwemmhohldämmen nimmt mit der Anzahl der Totholzstücke zu; die Holzmenge in Bächen in bewirtschafteten Wäldern ist zu erhöhen, wenn die Bewirtschaftung auf ursprüngliche Bedingungen abzielt	x							
Davies, T. R., & McSaveney, M. J. (2006). Geomorphic constraints on the management of bedload-dominated rivers. Journal of Hydrology New Zealand, 45(2), 111–130.	Japan, Schweiz, Neuseeland			Sedimenttransport								x
Davy-Bowker, J., & Furse, M. T. (2006). Hydromorphology - Major results and conclusions from the STAR project. Hydrobiologia, 566(1), 263–265.	EU	River Habitat Survey, RHS	MZB	Uferveränderung und Gerinneveränderung sind stark mit MZB korreliert	x			x				
Dobrzańska, H., & Kalicki, T. (2015). Morphology and land use of floodplains in the western part of Sandomierz				zur Verringerung von Hochwassergefahren sind Maßnahmen zur Erhaltung der natürlichen Sedimenttransportkapazität notwendig; jede	x							

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Basin (southern Poland, Central Europe) in the Roman period. Quaternary International, 370, 100–112.				Veränderung führt zu einer Verringerung der Sedimenttransportkapazität, was zu einer Vergrößerung des Gefälles und zu Ufererosion führt								
Dufour, S., Piégay, H., Landon, N., & Moulin, B. (2005). Production, pattern and hydromorphic effects of woody debris in a stream of the Massif Central (France). Zeitschrift Fur Geomorphologie, 49(3), 391–409.	Frankreich			Untersuchungen zum Einfluss von Totholz							x	
Erba, S., Buffagni, A., Holmes, N., O'Hare, M., Scarlett, P., & Stenico, A. (2006). Preliminary testing of River Habitat Survey features for the aims of the WFD hydro-morphological assessment: An overview from the STAR Project. Hydrobiologia, 566(1), 281–296.	EU	River Habitat Survey, RHS	MZB	Korrelation des MZB zur Hydromorphologie der drei Bereiche Ufer, Gerinne, Umfeld; Habitat. Quality Assessment spielt wichtigste Rolle ebenso der lentisch-lotische Charakter der Flüsse				x				
Feld, C. K. (2004). Identification and measure of hydromorphological degradation in Central European lowland streams. Hydrobiologia, 516(1–3), 69–90.	Schweden , Niederlande, Deutschland			kontinuierlichen Messung der hydromorphologischen Degradation: Entwicklung eines Degradationsgradient German Structure Index (GSI) aus Totholz, organische Substrate, Beschattung, Gewässerrandstreifen, positive und negative Strukturelemente, Landnutzung, Auskolkung und Uferbefestigung				x				

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Fernández, D., Barquín, J., & Raven, P. J. (2011). A review of river habitat characterisation methods: Indices vs. characterisation protocols. <i>Limnetica</i> , 30(2), 217–234.				Methodenvergleich von 50 weltweit vorhandenen Verfahren		x						
Friberg, N., Sandin, L., & Pedersen, M. L. (2009). Assessing the effects of hydromorphological degradation on macroinvertebrate indicators in rivers: Examples, constraints, and outlook. <i>Integrated Environmental Assessment and Management</i> , 5(1), 86–96.	Schweden , Dänemark	River Habitat Survey, RHS		Analyse von Strukturdaten und MZB: relativ schwache Zusammenhänge zwischen hydromorphologischer Belastung und der MZB-Bewertung						x		
Friend, P. L., Velegrakis, A. F., Weatherston, P. D., & Collins, M. B. (2006). Sediment transport pathways in a dredged ria system, southwest England. <i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i> , 67(3), 491–502.	England			Sedimentverteilung und Sedimenttransportwege werden bestimmt; mit Trendanalysen der Korngröße werden die Ausbreitungsmuster der Sedimente abseits des Ablagerungsortes untersucht								x
Garcia-Burgos, E., Bardina, M., Solà, C., Real, M., Capela, J., & Munné, A. (2016). Hydromorphological Methodologies to Assess Ecological Status in Mediterranean Rivers: Applied Approach to the Catalan River Basin District. In <i>Handbook of Environmental Chemistry</i> (Vol. 42, pp. 221–247).	Spanien	HIDRI		Untersuchung von Methoden zur Bewertung der hydromorphologischen Merkmale von Mittelmeerflüssen; Vorstellen des hydromorphologischen Protokolls, das in Katalonien gemäß Umsetzung WRRL entwickelt worden ist		x						

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
González del Tánago, M., Gurnell, A. M., Belletti, B., & García de Jalón, D. (2016). Indicators of river system hydromorphological character and dynamics: understanding current conditions and guiding sustainable river management. <i>Aquatic Sciences</i> , 78(1), 35–55.	Schottland			Entwicklung von prozessbasierten hydromorphologischen Indikatoren: die Bewertung ermöglicht die Identifizierung von natürlichen und anthropogenen Prozessen räumlicher und historischer hydromorphologischer Veränderungen		x						
Gottardo, S., Semenzin, E., Giove, S., Zabeo, A., Critto, A., de Zwart, D., Ginebreda, A., von der Ohe, P. C., & Marcomini, A. (2011). Integrated Risk Assessment for WFD Ecological Status classification applied to Llobregat river basin (Spain). Part II - Evaluation process applied to five environmental Lines of Evidence. <i>Science of the Total Environment</i> , 409(22), 4681–4692.				Entwicklung eines GIS basierten Entscheidungsunterstützungssystems mit den Umweltindikatoren (Biologie, Chemie, Ökotoxikologie, Physikochemie und Hydromorphologie)						x		
Grabowski, R. C., Gurnell, A. M., Burgess-Gamble, L., England, J., Holland, D., Klaar, M. J., Morrissey, I., Uttley, C., & Wharton, G. (2019). The current state of the use of large wood in river restoration and management. <i>Water and Environment Journal</i> , 33(3), 366–377.	United Kingdom			Zusammenstellung von Untersuchungen zum Einfluss von Totholz							x	
Grizzetti, B., Pistocchi, A., Liqueste, C., Udias, A., Bouraoui, F., & Van De Bund, W. (2017). Human pressures and				Quantifizierung der vielfältigen menschlichen Belastungen (Verschmutzung, hydrologische und hydromorphologische Veränderungen)	x							

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Tritsteinkeilkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
ecological status of European rivers. Scientific Reports, 7(1).				und ihre Beziehung zum ökologischen Zustand aller europäischen Flüsse								
Groll, M., & Opp, C. (2007). River bed morphology and habitats in a renaturated section of the river Iahn - Exemplary application of the TRiSHa-method. Naturschutz Und Landschaftsplanung, 39(12), 369–376.		TRiSHa-Methode		Vorstellung der TRiSHa-Methode (Typologie der Flussbettstrukturen und Lebensräume), die eine mikromorphologische Kartierung von Fließgewässern und eine damit verbundene Lebensraumtypologie ermöglicht							x	
Grünebaum, T., Morgenschweis, G., Nusch, E. A., Schweder, H., & Weyand, M. (2003). Measures for structural improvement with regard to the good status of water bodies - Estimation of expenditure for a river basin in Germany. Water Science and Technology, 48(10), 39–46.	Deutschland, NW			Abschätzung des Finanzbedarfs zur Erreichung des "guten Zustands" durch hydromorphologische Veränderungen für das Einzugsgebiet der Ruhr; Umsetzung der Maßnahmen im Rahmen eines integrierten, räumlich und zeitlich optimierten Gewässerentwicklungskonzeptes	x							
Hajdukiewicz, H., Wyzga, B., Zawiejska, J., Amirowicz, A., Oglęcki, P., & Radecki-Pawlik, A. (2017). Assessment of river hydromorphological quality for restoration purposes: An example of the application of RHQ method to a Polish Carpathian river. Acta Geophysica, 65(3), 423–440.	Polen		Fische, MZB, Vegetation	Bewertung der Veränderungen ausgewählter hydromorphologischer Parameter zwischen 1954 und 2009: Wechsel von einem Mehrbett- zu einem Einbettgerinne, Verengung des Flusses, Umwandlung der kiesigen Sohle in eine felsig-alluviale oder felsige Sohle,							x	

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
				Ufersicherung und Unterbrechung der Durchgängigkeit durch Querbauwerke								
Harnischmacher, S. (2007). Thresholds in small rivers? Hypotheses developed from fluvial morphological research in western Germany. Geomorphology, 92(3–4), 119–133.	Deutsch- land, NW			Ableitung von Referenzbedingungen anhand einer statistischen Korrelation zwischen unabhängigen und abhängigen morphologischen Variablen (Talbodenneigung, Abfluss und Stromstärke einerseits und verschiedenen Variablen, die das Längsprofil und die Flussform beschreiben)		x						
Harvey, G. L., Clifford, N. J., & Gurnell, A. M. (2008). Towards an ecologically meaningful classification of the flow biotope for river inventory, rehabilitation, design and appraisal purposes. Journal of Environmental Management, 88(4), 638–650.	Untied Kingdom	River Habitat Survey, RHS		Aufzeigen der Verbindungen zwischen den Oberflächenabflussbedingungen (Abflussbiotope), der lokalen Gerinnemorphologie (physikalische Biotope) und biologisch unterschiedlichen vegetativen und mineralischen Lebensraumeinheiten (funktionale Lebensräume)								x
Hauer, C., Frangez, C., Jungwirth, M., Hofbauer, S., Muhar, S., Preis, S., Unfer, G., & Habersack, H. (2006). River-morphologic changes at the Kamp River by the flood in 2002 and their meaning for flood protection and	Österreich			Ergebnisse des Projekts „Nachhaltige Entwicklung der Flusslandschaft Kamptal“: Dokumentation bzw. Prozessanalyse von flussmorphologischen Veränderungen durch das Hochwasserereignis 2002								x

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittsinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
ecology. Österreichische Wasser- Und Abfallwirtschaft, 58(11–12), 175–183.												
Hering, D., Aroviita, J., Baattrup-Pedersen, A., Brabec, K., Buijse, T., Ecke, F., Friberg, N., Gielczewski, M., Januschke, K., Köhler, J., Kupilas, B., Lorenz, A. W., Muhar, S., Paillex, A., Poppe, M., Schmidt, T., Schmutz, S., Vermaat, J., Verdonschot, P. F. M., Kail, J. (2015). Contrasting the roles of section length and instream habitat enhancement for river restoration success: A field study of 20 European restoration projects. Journal of Applied Ecology, 52(6), 1518–1527.	EU		aquatische Makrophyten , benthische MZB und Fische	Empfehlung bei Flussrenaturierungsprojekten den Schwerpunkt auf die Verbesserung der Lebensräume zu legen, die Länge der Maßnahmen sind weniger entscheidend							x	
Hering, D., Gerhard, M., Kiel, E., Ehlert, T., & Pottgiesser, T. (2001). Review study on near-natural conditions of Central European Mountains streams, with particular reference to Debris and Beaver dams: Results of the "REG meeting" 2000. Limnologica, 31(2), 81–92.	eu			mehr lenitische Bereiche im Naturzustand				x				
Hering, D., Johnson, R. K., Kramm, S., Schmutz, S., Szoszkiewicz, K., & Verdonschot, P. F. M. (2006).	EU		MZB, Makrophyten	Korrelationsanalysen zwischen Landnutzungs-/hydromorphologischen Parametern und						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskizzenkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Assessment of European streams with diatoms, macrophytes, macroinvertebrates and fish: A comparative metric-based analysis of organism response to stress. <i>Freshwater Biology</i> , 51(9), 1757–1785.			, Diatomeen, Fische	metrischen Ergebnissen für die einzelnen Fließgewässertypen; Entwicklung eines multimetrischen Index								
Ilnicki, P., Górecki, K., Grzybowski, M., Krzemińska, A., Lewandowski, P., & Sojka, M. (2010). Ecological quality classes of river hydromorphology in Poland. <i>Journal of Water and Land Development</i> , 14(1), 15–27.	Polen	River Hydromorphological Monitoring (MHR)		Methodenentwicklung: Die MHR-Methode für NWB, HMWB und AWB schlägt eine Klassifizierung vor, die Grenzwerte für fünf Zustandsklassen und vier Klassen des ökologischen Potenzials umfasst		x						
Ioana-Toroimac, G. (2016). Inventory of Long-Term Braiding Activity at a Regional Scale as a Tool for Detecting Alterations to a Rivers' Hydromorphological State: A Case Study for Romania's South-Eastern Subcarpathians. <i>Environmental Management</i> , 58(1), 93–106.	Rumänien			Bestandsaufnahme der langfristigen Verzweigungsaktivität; Ableitung von Referenzen für verzweigte Gewässer	x	x						
Jähnig, S. C., Brunzel, S., Gacek, S., Lorenz, A. W., & Hering, D. (2009). Effects of re-braiding measures on hydromorphology, floodplain vegetation, ground beetles and benthic invertebrates in mountain rivers. <i>Journal of Applied Ecology</i> , 46(2), 406–416.				Untersuchung der Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen auf Hydromorphologie, Auenvegetation, Laufkäfer und benthische Wirbellose in mitteleuropäischen Gebirgsflüssen						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Jähnig, S. C., Lorenz, A. W., Hering, D., Antons, C., Sundermann, A., Jedicke, E., & Haase, P. (2011). River restoration success: A question of perception. Ecological Applications, 21(6), 2007–2015.				Bewertung des objektiven und subjektiven Erfolgs von Maßnahmen						x		
Kail, J., & Hering, D. (2005). Using large wood to restore streams in Central Europe: Potential use and likely effects. Landscape Ecology, 20(6), 755–772.				Renaturierung mit Totholz							x	
Kail, J., & Hering, D. (2009). The influence of adjacent stream reaches on the local ecological status of central european mountain streams. River Research and Applications, 25(5), 537–550.			MZB	Auswertungen zeigen, dass die flussaufwärts gelegene Morphologie von ähnlicher Bedeutung ist, wie die lokale Habitatqualität und dass sie in Fließgewässerabschnitten mit einer mittleren lokalen Habitatqualität besonders hoch ist					x			
Kail, J., Arle, J., & Jähnig, S. C. (2012). Limiting factors and thresholds for macroinvertebrate assemblages in European rivers: Empirical evidence from three datasets on water quality, catchment urbanization, and river restoration. Ecological Indicators, 18, 63–72.				Entwicklung statistischer Methoden, zum Nachweis von Belastungen, die auf großer räumlicher Ebene wirken, aber die lokalen Lebensraumbedingungen beeinflussen und die Auswirkungen lokaler Sanierungsmaßnahmen einschränken können						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskizzenkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Kail, J., Hering, D., Muhar, S., Gerhard, M., & Preis, S. (2007). The use of large wood in stream restoration: Experiences from 50 projects in Germany and Austria. Journal of Applied Ecology, 44(6), 1145–1155.				Renaturierung mit Totholz							x	
Kail, J., Lorenz, A., & Hering, D. (2014). Effects of large- and small-scale river restoration on hydromorphology and ecology. Ecologic.Ecologic-Events.De, 1.				Entwicklung von Leitlinien und Instrumenten, um die Kostenwirksamkeit von Renaturierungsmaßnahmen zu erhöhen							x	
Käiro, K., Haldna, M., Timm, H., & Virro, T. (2017). The effect of channelization on the biological quality of lowland streams using macroinvertebrates as proxies. Hydrobiologia, 794(1), 167–177.	Estland			die Shannon-Diversität, der Index der organischen Verschmutzung und die multimetrische Qualität sind an veränderten Standorten deutlich geringer als an den natürlichen Standorten								x
Kamp, U., Binder, W., & Hölzl, K. (2007). River habitat monitoring and assessment in Germany. Environmental Monitoring and Assessment, 127(1–3), 209–226.	Deutsch-land	LAWA Übersicht / Vor-Ort		Ergebnisse der bundesweiten Gewässerstrukturkartierung 2001	x							
Kampa, E. & M. Bussetini (2018): River Hydromorphological Assessment and Monitoring Methodologies – FINAL REPORT. Part 1 – Summary of European country questionnaires.	EU			Methodenvergleich		x		x				

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs- Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Kampa, E., M. Rinaldi, F. Magdaleno & C. Bromley (2018): Workshop on Methods for River Hydromorphological Assessment and Monitoring, 20-22 November 2017, Madrid. - Part 2 – Summary report of workshop – Key conclusions & recommendations	EU			biologische Bewertungsmethoden reagieren nicht unbedingt umfassend auf hydromorphologische Veränderungen						x		
Knehtl, M., Petkovska, V., & Urbanič, G. (2018). Is it time to eliminate field surveys from hydromorphological assessments of rivers — Comparison between a field survey and a remote sensing approach. Ecohydrology, 12p.	Slowenien			Vergleich von Fernerkundungsdaten (RS) und Felderhebungen (FS) zur Kartierung großer Flüsse; beide Verfahren liefern vergleichbare Bewertungsergebnisse, aber FS ist detaillierter		x						
Kupilas, B., Hering, D., Lorenz, A., Knuth, C., & Gucker, B. (2017). Hydromorphological restoration stimulates river ecosystem metabolism. Biogeosciences, 14(7), 1989–2002.				Verbindung funktionaler Messungen mit Bewertungen der Ökosystemstruktur						x		
Langhammer, J. (2009). Applicability of hydromorphological monitoring data to locate flood risk reduction measures: Blanice river basin, Czech Republic. Environmental Monitoring and Assessment, 152(1–4), 379–392.		EN 14614		neuer methodischer Ansatz: Identifizierung von Fließgewässerelementen aus hydromorphologische Überwachungsdaten, die den Verlauf von Hochwassern negativ beeinflussen bzw. das natürliche Rückhaltepotenzial der Aue verstärken können		x						

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittsstein-konzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Langhans, S. D., Lienert, J., Schuwirth, N., & Reichert, P. (2013). How to make river assessments comparable: A demonstration for hydromorphology. Ecological Indicators, 32, 264–275.	Schweiz, Deutsch- land, USA			Ansatz der multikriteriellen Entscheidungsanalyse: Verbesserung der Vergleichbarkeit ökologischer Bewertungsmethoden unterschiedlicher Herkunft und Kombination zu einem gemeinsamen Verfahren						x		
Lemm, J. U., Venohr, M., Globovnik, L., Stefanidis, K., Panagopoulos, Y., van Gils, J., Posthuma, L., Kristensen, P., Feld, C. K., Mahnkopf, J., Hering, D., & Birk, S. (2021). Multiple stressors determine river ecological status at the European scale: Towards an integrated understanding of river status deterioration. Global Change Biology, 27(9), 1962–1975.				im Schnitt werden 39,4 % der Abweichungen vom guten ökologischen Zustand durch veränderte Hydromorphologie (Morphologie: 23,2 %; Hydrologie: 16,2 %), 34,4 % durch Nährstoffanreicherung und 26,2 % durch toxische Stoffe erklärt						x		
Lewandowski, P. (2012). Polish Investigations on River Hydromorphology. Polish Journal of Environmental Studies, 21(4), 957–965.	Polen			Ergebnisse einer Analyse auf Grundlage aller in den Jahren 1995-2008 durchgeführten und veröffentlichten Studien zum hydromorphologischen Zustand der polnischen Flüsse		x						
Löfgren, S., Kahlert, M., Johansson, M., & Bergengren, J. (2009). Classification of two swedish forest streams in				Ergebnisse zeigen, dass ein offensichtliches Risiko besteht, dass viele schwedische						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
accordance with the European union water framework directive. Ambio, 38(7), 394–400.				Waldbäche den "guten" ökologischen Zustand nicht erreichen werden								
Lorenz, A. W., & Feld, C. K. (2013). Upstream river morphology and riparian land use overrule local restoration effects on ecological status assessment. Hydrobiologia, 704(1), 489–501.				Bewertung der Einflüsse des Einzugsgebiets aufwärts auf den ökologischen Zustand nach Renaturierungen; Teileinzugsgebiete beeinflussen den ökologischen Zustand stärker als lokale Habitatverbesserungen					x		x	
Lorenz, A. W., Jähnig, S. C., & Hering, D. (2009). Re-meandering german lowland streams: Qualitative and quantitative effects of restoration measures on hydromorphology and macroinvertebrates. Environmental Management, 44(4), 745–754.	Deutsch- land, NW		MZB	Auswirkungen von zwei Renaturierungsprojekten auf die Hydromorphologie und das MZB in zwei deutschen Tieflandflüssen						x		
Lorenz, A., Hering, D., Feld, C. K., & Rolauffs, P. (2004). A new method for assessing the impact of hydromorphological degradation on the macroinvertebrate fauna of five German stream types. Hydrobiologia, 516(1–3), 107–127.			MZB	neuer multimetrischer Index zur Bewertung von Auswirkungen der hydromorphologischen Degradation auf die MZB						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Lüderitz, V., Jüpner, R., Müller, S., & Feld, C. K. (2004). Renaturalization of streams and rivers- the special importance of integrated ecological methods in measurement of success. An example from Saxony-Anhalt (Germany). <i>Limnologica</i> , 34(3), 249–263.	Deutsch- land, Sachsen- Anhalt		MZB	Erfolgskontrolle: Kombination aus biologischen Indizes, hydromorphologischer Kartierung und dem Vergleich mit dem Referenzzustand ermöglicht eine aussagekräftige Bewertung von Renaturierungsmaßnahmen und präzise Schlussfolgerungen für deren Verbesserung						x		
Mader, H., & Maier, C. (2008). A method for prioritizing the reestablishment of river continuity in Austrian rivers. <i>Hydrobiologia</i> , 609(1), 277–288.			Fische	Priorisierung der Beseitigung von Wanderhindernissen anhand von ökologischem Zustand, Kosten-Nutzen-Verhältnis und die Entfernung zwischen den Hindernissen							x	
Magdaleno, F., & Martinez, R. (2014). Evaluating the quality of riparian forest vegetation: The Riparian Forest Evaluation (RFV) index. <i>Forest Systems</i> , 23(2), 259–272.				Entwicklung Index zur Bewertung des ökologischen Zustands von Auwäldern (RFV), ermöglicht eine Bewertung der Qualität und des Veränderungsgrades von Auwäldern		x						
Mannes, S., Robinson, C.-T., Uehlinger, U., Scheurer, T., Ortlepp, J., Mürle, U., & Molinari, P. (2008). Ecological effects of a long-term flood program in a flow-regulated river. <i>Revue de Géographie Alpine</i> , 96(1), 113–134.			Periphyton, MZB und Fische	Auswirkungen eines Langzeit-Hochwasserprogramms (15 Hochwasser über 8 Jahre) auf die Wasserphysik und die Flussbiota (Periphyton, Makroinvertebraten und Fische)								x

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Marcinkowski, P., Grabowski, R. C., & Okruszko, T. (2017). Controls on anastomosis in lowland river systems: Towards process-based solutions to habitat conservation. Science of the Total Environment, 609, 1544–1555.				Studie zur Ausbildung der Anastomosen in Tieflandflüssen; Managementlösungen zum Erhalt	x						x	
Marti, C. (2006). Morphology of branched channels. Mitteilungen Der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie Und Glaziologie an Der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 199, 1–281.				neue Ansätze zur Berechnung der Fließtiefe, der Geschiebetransportkapazität und der Struktur der Flusssohle in kiesgeprägten Mehrbettgerinnen								
Matoušková, M., & Dvořák, M. (2011). Assessment of physical habitat modification in the Bílina River Basin. Limnetica, 30(2), 293–306.		LAWA-Übersichts- verfahren, EcoRivHa		Bewertung des Flusslebensraums mit Hilfe der ökomorphologischen Flusslebensraum-methode (EcoRivHab) und der LAWa-Übersichtserhebungsmethode (LAWa-OS)		x						
Mikoš, M., & Bizjak, A. (2007). Ecomorphological mapping in Slovenia using different methods. Österreichische Wasser- Und Abfallwirtschaft, 59(11–12), 163–167.	Slovenien			Methodenvergleich zur Entwicklung einer Methode für Slovenien		x						
Modrak, P., Brunzel, S., & Lorenz, A. W. (2017). Riparian plant species preferences indicate diversification of site conditions after river restoration. Ecohydrology, 10(5).				Vergleich der Zusammensetzung der Ufervegetation in Maßnahmenstrecken zu nicht wiederhergestellten Strecken						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Mount, N. J., Sambrook Smith, G. H., & Stott, T. A. (2005). An assessment of the impact of upland afforestation on lowland river reaches: The Afon Trannon, mid-Wales. Geomorphology, 64(3–4), 255–269.	Untited Kingdom			Geschiebeeintrag aus dem Oberlauf des Einzugsgebiets ist in Tieflandbächen wahrscheinlich nicht vollständig für die hohen Raten an Gerinneveränderungen verantwortlich; die Instabilität des Gerinnes scheint eher mit der Art des lokalen Ufereintrags zusammenzuhängen, da diejenigen Abschnitte, in denen kein Kies im Ufermaterial vorhanden ist, stabil sind							x	
Newson, M. D., & Large, A. R. G. (2006). “Natural” rivers, “hydromorphological quality” and river restoration: A challenging new agenda for applied fluvial geomorphology. Earth Surface Processes and Landforms, 31(13), 1606–1624.	Untited Kingdom			Diskussion der Definition der "natürlichen" hydromorphologischen Qualität von Flüssen, die Bewertung von Abweichungen davon und die ökologisch orientierten Strategien zur Wiederherstellung	x	x						
O’Briain, R., Shephard, S., & Coghlan, B. (2018). A river vegetation quality metric in the eco-hydromorphology philosophy. River Research and Applications, 34(3), 207–217.	Irland		Vegetation	Vorschlag für eine ganzheitliche Metrik der Flussvegetationsqualität (RVQM)						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Ojeda, A. O., Ferrer, D. B., Díaz Bea, E., Mur, D. M., & Sánchez Fabre, M. (2006). Hydromorphological quality of rivers in Aragon. <i>Tecnologia Del Agua</i> , 26(278), 36–40.	Spanien			neues Bewertungssystem auf Grundlage hydromorphologischer Parameter (Natürlichkeit des Einzugsgebiets und des Abflusses, Durchgängigkeit, Gerinnemorphologie, Verbindung mit Hängen und Grundwasser, Gerinneveränderungen und Uferkorridor) zur Bestimmung des ökologischen Zustands						x		
Ollero, A. (2007). Channel adjustments, floodplain changes and riparian ecosystems of the middle ebro river: Assessment and management. <i>International Journal of Water Resources Development</i> , 23(1), 73–90.				Managementplan, um unterbundene Mäanderdynamik, veränderte Landnutzung im Einzugsgebiet und Einengung des Gerinnes zu verbessern	x							
Ondruch, J., & Máčka, Z. (2015). Response of lateral channel dynamics of a lowland meandering river to engineering-derived adjustments - An example of the Morava River (Czech Republic). <i>Open Geosciences</i> , 7(1), 588–605.	Tschechien			Beschreibung GIS-gestützter Analyse von Luftbildern zur Analyse der räumlich-zeitlichen Dynamik von Ufererosion und der quantitativen Zuwachsraten	x							
Orr, H. G., Large, A. R. G., Newson, M. D., & Walsh, C. L. (2008). A predictive typology for characterising hydromorphology. <i>Geomorphology</i> , 100(1–2), 32–40.				Entwicklung Gerinnetypologie	x							

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Ostrowski, P., Falkowski, T., & Utratna-Żukowska, M. (2021). The effect of geological channel structures on floodplain morphodynamics of lowland rivers: A case study from the Bug River, Poland. Catena, 202.	Polen			Bedeutung der Schwemmsubstrate für die Morphodynamik der Talsohle eines Tieflandflusses								x
Paweł, Ł., Małgorzata, W., Ewa, J., & Małgorzata, D. (2020). Application of the Unified Stream Assessment Method to Determine the Direction of Revitalization of Heavily Transformed Urban Rivers. Water Resources, 47(4), 521–529.	Polen	Unified Stream Assessment, USA		Modifizierung der USA-Methode: Revitalisierungsmaßnahmen sollten das gesamten Wassereinzugsgebiets und nicht nur des Flusskorridors berücksichtigen							x	
Pedersen, M. L., Friberg, N., Skriver, J., Baattrup-Pedersen, A., & Larsen, S. E. (2007). Restoration of Skjern River and its valley-Short-term effects on river habitats, macrophytes and macroinvertebrates. Ecological Engineering, 30(2 SPEC. ISS.), 145–156.	Dänemark		MZB Makrophyten	Untersuchung von Renaturierungsmaßnahmen auf Lebensräume, Makrophyten und MZB						x		
Petit, S. (2006). Reconstitution of the dynamics of the alluvial landscape of three functional sectors of the Allier River (1946-2000), Central Massif, France. Geographie Physique et Quaternaire, 60(3), 271–288.	Frankreich			Auswertung von Luftbildserien zwischen 1946 und 2000, um die Dynamik der Auenlandschaft zu verdeutlichen; Bodenbedeckungsarten, Breite des aktiven Gerinnes und die Erosionsrate der Flusssufer wurden bewertet und ihre Veränderung in Raum und Zeit statistisch analysiert und kartiert	x							

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Petkovska, V., & Urbanič, G. (2015). The links between river morphological variables and benthic invertebrate assemblages: comparison among three European ecoregions. <i>Aquatic Ecology</i> , 49(2), 159–173.	Slovenien			Erfassung von Habitatqualität (River Habitat Quality, RHQ) und Habitatveränderungsmerkmalen, (River Habitat Modification, RHM); Analyse der Reaktion des MZB auf einzelne morphologische Merkmale	x							
Petkovska, V., Urbanič, G., & Mikoš, M. (2015). Variety of the guiding image of rivers - defined for ecologically relevant habitat features at the meeting of the alpine, mediterranean, lowland and karst regions. <i>Ecological Engineering</i> , 81, 373–386.	Slovenien			Leitbilder für Flüssen in vier Regionen (alpin, Tiefland, mediterran und Karst); Analyse der ökologisch wichtigen Habitatqualität-merkmale zeigen Unterschiede zwischen den Habitatmerkmalen in den untersuchten Regionen		x						
Poikane, S., Salas Herrero, F., Kelly, M. G., Borja, A., Birk, S., & van de Bund, W. (2020). European aquatic ecological assessment methods: A critical review of their sensitivity to key pressures. <i>Science of the Total Environment</i> , 740, 140075.	EU			Übersicht über EUweite Methoden und Diagnoseinstrumente zur Bewertung hydromorphologischer Belastungen		x						
Poppe, M., Kail, J., Aroviita, J., Stelmaszczyk, M., Gielczewski, M., & Muhar, S. (2016). Assessing restoration effects on hydromorphology in European mid-sized rivers by key hydromorphological parameters. <i>Hydrobiologia</i> , 769(1), 21–40.	EU			Untersuchung von Renaturierungsprojekten: Renaturierungen verbessern v. a. Makro- und Mesohabitatvielfalt, aber weniger die Mikrohabitatbedingungen, wie z. B. Substratdiversität						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Rigon, E., Moretto, J., Delai, F., Picco, L., Ravazzolo, D., Rainato, R., & Lenzi, M. A. (2013). Application of the new Morphological Quality Index in the Cordevole river (BL, Italy). Journal of Agricultural Engineering, 44, 48–53.	Italien	IDRAIM		integrierte Methode „IDRAIM“ für die hydromorphologische Analyse von Fließgewässern		x						
Rinaldi, M., Belletti, B., Bussetini, M., Comiti, F., Golfieri, B., Lastoria, B., Marchese, E., Nardi, L., & Surian, N. (2017). New tools for the hydromorphological assessment and monitoring of European streams. Journal of Environmental Management, 202, 363–378.	EU			Vergleich hydromorphologischer Bewertungsmethoden, Morphologischer Qualitätsindex (MQI), Morphologischer Qualitätsindex für die Überwachung (MQIm) und das System zur Erfassung und Klassifizierung geomorphischer Einheiten (GUS)		x						
Rodrigues, C., Alves, P., Bio, A., Vieira, C., Guimarães, L., Pinheiro, C., & Vieira, N. (2019). Assessing the ecological status of small Mediterranean rivers using benthic macroinvertebrates and macrophytes as indicators. Environmental Monitoring and Assessment, 191(9).	Spanien		MZB Vegetation	Ableitung geeigneter Zeitfenster für die Erhebung durch Analyse der Schwankungen der biotischen und abiotischen Parameter (z. B. zwischen Jahreszeiten)	x							
Scheifhacken, N., Haase, U., Gram-Radu, L., Kozovyi, R., & Berendonk, T. U. (2012). How to assess hydromorphology? A comparison of Ukrainian and German approaches. Environmental Earth Sciences, 65(5), 1483–1499.	Ukraine	UA-FS LAWA-Vor-Ort		Methodenvergleich: ukrainische (UA-FS) und deutsche (LAWA-Vor-Ort); Ergebnisse zeigen Übereinstimmungen, aber auch einige Unterschiede und Lücken		x						

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskizzenkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Schmutz, S., Jurajda, P., Kaufmann, S., Lorenz, A. W., Muhar, S., Paillex, A., Poppe, M., & Wolter, C. (2016). Response of fish assemblages to hydromorphological restoration in central and northern European rivers. <i>Hydrobiologia</i> , 769(1), 67–78.	EU		Fische	Erfolgskontrolle: Faktoren, die den Erfolg der Renaturierung möglicherweise beeinflussen: (1) Länge des sanierten Flussabschnitts, (2) Zeit nach der Sanierung und (3) hydromorphologische Qualität der Maßnahme						x		
Schwarz, U. (2015). Hydromorphology of the Danube. In <i>Handbook of Environmental Chemistry</i> (Vol. 39, pp. 469–480).				Donauuntersuchung mit Ergebnissen zur hydromorphologischen Veränderung; Bewertung großer Flüsse anhand von drei Hauptkategorien (1. Gerinne; 2. Ufer; 3. Auen)	x							
Shuker, J. L., Moggridge, H. L., & Gurnell, A. M. (2015). Assessment of hydromorphology following restoration measures in heavily modified rivers: Illustrating the potential contribution of the Urban River Survey to Water Framework Directive investigations. <i>Area</i> , 47(4), 396–407.				Anwendung der Urban River Survey (URS)-Methode zur Bewertung des hydromorphologischen Zustands eines erheblich veränderten Wasserkörpers vor und nach der Durchführung von Maßnahmen	x							
Simaika, J. P., Stoll, S., Lorenz, A. W., Thomas, G., Sundermann, A., & Haase, P. (2015). Bundles of stream restoration measures and their effects on fish communities. <i>Limnologia</i> , 55, 1–8.			Fische	Erfolgskontrolle: Veränderungen der Artenvielfalt und des Artenumsatzes vom Alter eines Sanierungsprojekts ab; Erfolgskontrolle nach mehr als zehn Jahren						x		

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Šípek, V., Matoušková, M., & Dvořák, M. (2010). Comparative analysis of selected hydromorphological assessment methods. Environmental Monitoring and Assessment, 169(1–4), 309–319.	Tschechien			Methodenvergleich: EcoRivHab, LAWA-Feld- und Übersichtserhebung und Rapid Bioassessment Protocol		x						
Škarpich, V., Macurová, T., Galia, T., Ruman, S., & Hradecký, J. (2020). Degradation of multi-thread gravel-bed rivers in medium-high mountain settings: Quantitative analysis and possible solutions. Ecological Engineering, 148.	Rumänien			Maßnahmen (künstliche Zufuhr von kies- und kopfsteingroßem Sedimentmaterial) zum Schutz von Mehrbettgerinnen	x							
Stefanidis, K., Latsiou, A., Kouvarda, T., Lampou, A., Kalaitzakis, N., Gritsalis, K., & Dimitriou, E. (2020). Disentangling the main components of hydromorphological modifications at reach scale in rivers of Greece. Hydrology, 7(2).	Griechenland	River Habitat Survey, RHS		Untersuchung: Veränderungen, wie Reprofilierung und Uferbefestigung, beeinflussen Gesamt-HMS am stärksten	x							
Stott, T., & Mount, N. (2004). Plantation forestry impacts on sediment yields and downstream channel dynamics in the UK: A review. Progress in Physical Geography, 28(2), 197–240.	United Kingdom			Untersuchung der Auswirkungen von Nadelwäldern auf den natürlichen Schwebstoffeintrag (SSY), den Geschiebeeintrag (BLY) und die Ufererosion								x
Suska, K., & Parasiewicz, P. (2020). Application of the mesohabitat simulation system (Mesohabsim) for			Fische	Anwendung des Modells MesoHABSIM, um Veränderungen der Habitatverfügbarkeit für Fischgilden nach der Durchführung von							x	

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
assessing impact of river maintenance and restoration measures. Water (Switzerland), 12(12).				Maßnahmen zu simulieren und vorherzusagen, für welche Gilden geeignete Lebensräume im Überfluss vorhanden sind und für welche zu wenig								
Szozkiewicz, K., Buffagni, A., Davy-Bowker, J., Lesny, J., Chojnicki, B. H., Zbierska, J., Staniszewski, R., & Zgola, T. (2006). Occurrence and variability of River Habitat Survey features across Europe and the consequences for data collection and evaluation. Hydrobiologia, 566(1), 267–280.	EU	River Habitat Survey, RHS		Anwendung RHS: Attribute „Habitat Quality Assessment (HQA)“ (einem Maß für die Vielfalt natürlicher Lebensräume) und „Habitat Modification Score (HMS)“ (einem Maß für die anthropogene Veränderung) indizieren deutliche Unterschiede zwischen Gewässern im Flachland, Gebirge, Alpen und Mittelmeer								x
Szozkiewicz, K., Jusik, S., Gebler, D., Achtenberg, K., Adyniewicz-Piragas, M., Radecki-Pawlik, A., Okruszko, T., Gielczewski, M., Marcinkowski, P. Ł., Pietruczuk, K., Przesmycki, M., Nawrocki, P. Ł., Chmista, J., & Szostak, M. (2020). Hydromorphological Index for Rivers (HIR): A New Method for Hydromorphological Assessment and Classification for Flowing Waters in Poland. Journal of Ecological Engineering, 21(8), 261–271.	Polen	HIR		Verfahrensentwicklung Hydromorphologischer Index für Flüsse (HIR): auf der Grundlage der Feldbegehung kann der Haupt-HIR-Wert für den betreffenden Flusstandort geschätzt und im Vergleich mit den Referenzbedingungen im Fünf-Klassen-System berechnet werden		x						
Thonon, I., Middelkoop, H., & van der Perk, M. (2007). The influence of floodplain morphology and river works				Untersuchung der Unterschiede in der Sedimentablagerung in zwei Flüssen								x

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
on spatial patterns of overbank deposition. Geologie En Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences, 86(1), 63–75.												
Trepel, M., & Kieckbusch, J. J. (2005). Influence of macrophytes on river water levels and flood dynamics in the			Makrophyten	die Einstellung der Makrophytenbewirtschaftung ist eine kostengünstige Technik zur Wiederherstellung eines natürlichen Abflussmusters in Tieflandflüssen								x
Urbanič, G. (2014). Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia. Hydrobiologia, 729(1), 191–207.			MZB	Entwicklung SMEIHVR: multimetrischer Index zur Bewertung der hydromorphologischen Auswirkungen auf MZB in großen Flüssen						x		
Urbanic, G., Mihaljevic, Z., Petkovska, V., & Urbanic, M. P. (2020). Disentangling the effects of multiple stressors on large rivers using benthic invertebrates-a study of southeastern european large rivers with implications for management. Water (Switzerland), 12(3).			MZB	MZB-Analyse (pCCA) um Stressoren der Hydromorphologie, Landnutzung und Wasserqualität in großen Flüssen zu identifizieren: Auswirkungen der Hydromorphologie dominieren, Auswirkungen von Wasserqualität und Landnutzung sind gleich wichtig						x		
Van Looy, K., Meire, P., & Wasson, J.-G. (2008). Including riparian vegetation in the definition of morphologic reference conditions for large rivers: A case study for Europe's Western Plains. Environmental Management, 41(5), 625–639.				Methoden zur Definition und Ermittlung von Referenzbedingungen für große Flüsse		x		x				

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittskonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Verdonschot, P. F. M. (2009). Impact of hydromorphology and spatial scale on macroinvertebrate assemblage composition in streams. Integrated Environmental Assessment and Management, 5(1), 97–109.			MZB	Untersuchung der Rolle der Hydromorphologie: geografische, morphologische und physikochemische Variablen erklären MZB-Verteilung stärker als Variablen des Mikrohabitats						x		
Verdonschot, P. F. M., & Nijboer, R. C. (2004). Testing the European stream typology of the Water Framework Directive for macroinvertebrates. Hydrobiologia, 516(1–3), 35–54.	EU		MZB	Entwicklung eines MZB-Bewertungssystems: großräumige Faktoren (Geologie, Geomorphologie und Hydrologie) beeinflussen die MZB-Verteilung auf einer sehr feinen Skala						x		
Vesna Petkovska, G. U. (2015). The links between river morphological variables and benthic invertebrate assemblages: comparison among three European ecoregions. Aquat Ecol, 49, 159–173.	Slowenien	River Habitat Survey, RHS	MZB	Untersuchung der Morphologie natürlicher Flüsse anhand der Variablen Lebensraumqualität (RHQ) und -veränderung (RHM) gemäß der slowenischen hydromorphologischen Bewertungsmethode				x				
Von Schmutz, S., Melcher, A., Muhar, S., Zitek, A., Poppe, M., Trautwein, C., & Jungwirth, M. (2008). MIRR - Model-based Instrument for River Restoration. Developing a strategic instrument for the integrated assessment of ecological stream restoration measures. Österreichische Wasser- Und Abfallwirtschaft, 60(5–6), 95–103.			Fische	Entwicklung MIRR - Model-based Instrument for River Restoration: strategisches Instrument zur Identifizierung von hydromorphologischen Sanierungsmaßnahmen						x	x	

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	biozönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittschneckenkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Weiß, A., Matouskova, M., & Matschullat, J. (2008). Hydromorphological assessment within the EU-Water Framework Directive-trans-boundary cooperation and application to different water basins. Hydrobiologia, 603(1), 53–72.		LAWA Vor-Ort und Übersichtsverfahren; EcoRivHab		Methodenvergleich: zwei deutsche Feld- und Übersichtserhebungen der LAWa und eine neue tschechische Felduntersuchungsmethode EcoRivHab		x						
Wiatkowski, M., & Tomczyk, P. (2018). Comparative assessment of the hydromorphological status of the rivers Odra, Bystrzyca, and Ślęza using the RHS, LAWa, QBR, and HEM methods above and below the hydropower plants. Water (Switzerland), 10(7).		RHS-Methode		Methodenvergleich: RHS-Methode (Bewertung der physischen Lebensräume in Polen), LAWa (Bewertung der physischen Lebensräume, Deutschland), QBR (Bewertung der Uferlebensräume, Spanien) und HEM (umfassende morphologische Bewertung, Tschechische Republik)		x						
Wyzga, B., Amirowicz, A., Radecki-Pawlik, A., & Zawiejska, J. (2009). Hydromorphological conditions, potential fish habitats and the fish community in a mountain river subjected to variable human impacts, the Czarny Dunajec, polish Carpathians. River Research and Applications, 25(5), 517–536.			Fische	Untersuchung: Zunahme der Variabilität der Lebensraumbedingungen und nicht die einfache Vergrößerung des Lebensraums ist für die erhöhte Abundanz und Vielfalt der Fischfauna verantwortlich				x				

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	bioönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Trittssteinkonzept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
Wyźga, B., Mikuś, P., Zawiejska, J., Ruiz-Villanueva, V., Kaczka, R. J., & Czech, W. (2017). Log transport and deposition in incised, channelized, and multithread reaches of a wide mountain river: Tracking experiment during a 20-year flood. <i>Geomorphology</i> , 279, 98–111.				Untersuchung von Holzverschiebungen und Ablagerungsbedingungen mit Funksendern markierten Baumstämmen in Gewässerabschnitten unterschiedlicher Morphologie	x							
Wyźga, B., Zawiejska, J., & Hajdukiewicz, H. (2016). Multi-thread rivers in the Polish Carpathians: Occurrence, decline and possibilities of restoration. <i>Quaternary International</i> , 415, 344–356.				Umweltveränderungen in den Flusseinzugsgebieten und die Unterbrechung der Kontinuität des Sedimenttransports durch Staudämme schränken die Möglichkeit der Wiederherstellung von verzweigten Gerinnemustern in polnischen Karpatenflüssen ein	x							
Zajicek, P., Radinger, J., & Wolter, C. (2018). Disentangling multiple pressures on fish assemblages in large rivers. <i>Science of the Total Environment</i> , 627, 1093–1105.			Fische	das Flussmanagement muss die Hydromorphologie der Flüsse und die Binnenschifffahrt berücksichtigen, um die Potamalregion großer Flüsse effizient zu sanieren							x	
Zerega, A., Simões, N. E., & Feio, M. J. (2021). How to improve the biological quality of urban streams? Reviewing the effect of hydromorphological alterations				Empfehlung für einen integrierten ökohydrologischen Ansatz, der das gesamte Einzugsgebiet und die Wechselwirkungen zwischen Ökosystemen und anthropologischen							x	

Zitat	Land	Verfahren Gewässerstruktur- kartierung	BKQ	Inhalt	WRRL / Hydromorphologie / GSK allgemein	Methodenvergleich / Entwicklung Methode GSK	gewässerstrukturelle Orientierungswerte	bioönotisch relevante Parameter	Strahlwirkungs-Tritteinkezept / Längenangaben	Morphologie zur Erfolgskontrolle, Bewertung Biologie	Gewässerentwicklung/-management	sonstiges
and rehabilitation measures on benthic invertebrates. Water (Switzerland), 13(15).				Aktivitäten berücksichtigt zur Verbesserung der biologischen Situation von urbanen Fließgewässern								

A.2 Auswertung ausgewählter Veröffentlichungen der deutschlandweiten Literaturrecherche

Teil 1

Lfd. Nr.	Langzitat der Veröffentlichung	Bundesland	Gewässertyp	Gewässerkategorie (NWB / HMWB / AWB)	Verfahren der Gewässerstrukturkartierung/ hydromorphologischen Erfassungs- und Bewertungsverfahren
1	Aßmann, S. (2016). Der Einfluss naturnaher und renaturierter Gewässer auf die Makrozoobenthos-Fauna strukturell defizitärer Fließgewässerabschnitte. Dissertation an der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg, 147 S. + Anhang.	BW	LAWA-Typ 5	NWB	LAWA (2000)
2	Bundesamt für Naturschutz; Bundesanstalt für Gewässerkunde; Bundesanstalt für Immobilienaufgaben; Bundesanstalt für Wasserbau; Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt; Umweltbundesamt (Hrsg.) (2020): Hintergrunddokument „Fallgruppen“ zum „Fachkonzept Biotopverbund Gewässer und Auen“ im Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“. Bonn: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.	bundesweit	--	HMWB AWB	diverse Verfahren
3	Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.): Hydro-ökologische Modellierungen und ihre Anwendungen. 1. Ökologisches Kolloquium am 14./15. Februar 2012 in Koblenz. – Veranstaltungen 6/2012, Koblenz, Juli 2012, 180 S. Quick, I. et al. Hydromorphologische Bewertung und Praxisprojekte mit Schnittstelle zur Ökologie. S. 43 ff	bundesweit	Bundeswasserstraßen Bsp.: Binnenelbe: LAWA-Typ 20	NWB/AWB/HMWB NWB	Entwicklung des Verfahrens „Bewertungsrahmen Hydromorphologie“ zur Bewertung von Umweltverträglichkeitsuntersuchung an Bundeswasserstraßen (BfG 2010; QUICK 2010, 2011), zur Ermittlung und Beurteilung hydromorphologischer Veränderungen, hydromorphologisches Erfassungs- und Bewertungsverfahren Valmorph ROSENZWEIG et al. 2012; QUICK 2010, 2011), Konzept zum Sedimentmanagement unter hydromorphologischen Aspekten (QUICK 2009)
4	Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hg.) (2011): Erfassung und Bewertung des hydromorphologischen Zustandes in Wasserstraßen. 13. Gewässermorphologisches Kolloquium am 27./28. Oktober 2010 in Koblenz. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG-Veranstaltungen, 1/2011).	bundesweit	Bundeswasserstraßen Bsp.: Binnenelbe: LAWA-Typ 20	NWB/AWB/ HMWB	
5	Fischer, P. (2016). Fluviale Morphodynamik und eigendynamische Entwicklung. Untersuchungen an einem naturnahen Umgehungsbach im	BY	LAWA-Typ 10	AWB neu geschaffener,	Gewässerstrukturkartierung in Anlehnung an das Klassifikations- und Bewertungsverfahren (BAYLFW 2002); Habitatkartierung von BARTH und GUMPINGER (2008);

Lfd. Nr.	Langzitat der Veröffentlichung	Bundesland	Gewässertyp	Gewässerkategorie (NWB / HMWB / AWB)	Verfahren der Gewässerstrukturkartierung/ hydromorphologischen Erfassungs- und Bewertungsverfahren
	Auwald zwischen Neuburg und Ingolstadt. Dissertation an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt, 341 S.			naturnaher Umgehungsbach	UAV-Methode; Vermessung Riffle/Pool
6	Foerster, J., Halle, M., & Müller, A. (2017). Entwicklung eines Habitatindex zur Beurteilung biozönotisch relevanter Gewässerstrukturen. Korrespondenz Wasserwirtschaft, 10(8), 466–471.	NW	Bachtypen	--	Vor-Ort-Verfahren (LANUV 2012)
7	Karrasch, P., Hunger, S., Helm, B., & Wiek, S. (2016). Bestimmung der hydromorphologischen Qualität von kleinen und mittleren Fließgewässern. AGIT - Journal Für Angewandte Geoinformatik, 2, 245–250.	MV SN	LAWA-Typ 12 LAWA-Typ 5 LAWA-Typ 9 LAWA-Typ 9.2	NWB HMWB	Übersichts- und Vor-Ort-Verfahren nach LAWA
8	Lietz, J., & Brunke, M. (2007). Zusammenhänge zwischen Strukturparametern und Wirbellosenfauna in kiesgeprägten Bächen des Norddeutschen Tieflands – erste statistische Analysen. Jahresbericht des Landesamtes für Natur Und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, 213–220.	SH	LAWA-Typ 16	--	Strukturkartierung (Ahrens 2007)
9	Lüderitz, V., & Langheinrich, U. (2010). Hydromorphologische und biologische Bewertung von Verbesserungen der Gewässerstruktur. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen, 40, 361–372.	ST BB NW	LAWA-Typ 14 LAWA-Typ 15 LAWA-Typ 18 LAWA-Typ 5	--	Gewässerstrukturkartierung (LAWA 2000)
10	Meier, G., Ribbe, L., & Zumbroich, T. (2015). Gewässerstrukturkartierung in Deutschland: Variabilität der Bewertungsergebnisse. Poster auf dem Tag der Hydrobiologie 2015. Meier, G. (2016). Bewertungsrobustheit der Gewässerstrukturkartierung nach dem Deutschen Vor-Ort-Verfahren. Dissertation	NW	LAWA-Typ 14		Vor-Ort-Verfahren (LANUV 2012)
11	LANUV NW (Hrsg.) (2018). Auswertung der Ergebnisse aus dem biologischen WRRRL-Monitoring der Fließgewässer in NW. LANUV-Fachbericht 81, 107 S.	NW	Bachtypen	--	Vor-Ort-Verfahren (LANUV 2012)
12	Sukdolak, D. (2012). Gewässerökologische Zielkontrolle von strukturverbessernden Renaturierungsmaßnahmen i.R.d. WRRRL – Analyse der morphologischen Wirkung in Abhängigkeit der aufgewendeten Kosten an Fließgewässern im Einzugsgebiet der Hunte. Masterarbeit an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, 151 S.	NI	Typen nach Rasper 2001 (Hunte-EZG)	--	Vor-Ort-Verfahren (LAWA 2000)
13	Wagner, F., & Arle, J. (2007). Die Bedeutung verschiedener Umweltfaktoren für das Erreichen des "guten ökologischen Zustandes".	Thüringen	LAWA-Typ 5 LAWA-Typ 5.1	vermutl. nur NWB	LAWA-Übersichtsverfahren (2002); Feldprotokolle PN

Lfd. Nr.	Langzitat der Veröffentlichung	Bundesland	Gewässertyp	Gewässerkategorie (NWB / HMWB / AWB)	Verfahren der Gewässerstrukturkartierung/ hydromorphologischen Erfassungs- und Bewertungsverfahren
	Analyse vorhandener Daten zum Makrozoobenthos, der Fischfauna der Gewässerstruktur, der chemischen Qualität und der Erosionsdaten aus Thüringer Fließgewässern. Abschlussbericht im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, 51 S. + Anlagen.		LAWA-Typ 6 LAWA-Typ 7 LAWA-Typ 9 LAWA-Typ 9.1 LAWA-Typ 9.2 LAWA-Typ 17 LAWA-Typ 18		

Teil 2

Lfd. Nr.	Bewertung gemäß Gewässerstrukturkartierung (Strukturklassen / Strukturparameter)	Räumlicher Bezug (Einzugsgebiet, Gewässer, Wasserkörper, Gewässerabschnitt)	BQK	Anmerkungen (Inhalt/Ziel/Zusammenfassung)	geeignet für Detailauswertung
1	Strukturklassen	Gewässerabschnitt	MZB	Prüfung des Konzepts der Strahlwirkung an konkreten Fallbeispielen; Identifizierung bedeutsamer Faktoren für eine effektive Umsetzung in der Gewässerbewirtschaftung und -entwicklung; Quantifizierung der Reichweite der Strahlwirkung; Ermittlung von einflussnehmenden GSK-Parametern	nein
2	Strukturparameter	Bundeswasserstraßenabschnitte	--	Fachkonzept „Biotopverbund Gewässer und Auen“: praxisnahe und handhabbare Konkretisierung der Programmziele für unterschiedliche Bundeswasserstraßenabschnitte; Beschreibung potenziell erreichbarer Zustände für die Gewässerstruktur und den Auenzustand, indem zugrunde gelegt wird, ob übergeordnete Restriktionen einer naturnahen Entwicklung entgegenstehen bzw. fehlende Restriktionen (Schifffahrt, Stau einfluss, Bebauung) diese begünstigen	ja
3	Indikator-Parameter	Gewässerabschnitt	--	Entwicklung eines Bewertungsverfahrens, basierend auf der gewässertypspezifischen und laufabschnittsbezogenen Herleitung von Referenz-Zuständen, zur Ermittlung, Dokumentation, Prognose und Evaluierung der vorherrschenden hydromorphologischen Situation und hydromorphologischer Veränderungen an Bundeswasserstraßen	
4	--	--	--	--	--
5	Strukturelemente	Gewässer	--	Untersuchung der Hydro- und Morphodynamik in Fluss und Aue durch Renaturierungsmaßnahmen; Kombination unterschiedlicher Methoden, zur Dokumentation der räumlichen und zeitlichen Veränderungen	nein
6	Strukturparameter	Gewässerabschnitt	Fische MZB M&P PoD	Entwicklung des „Habitatindex“ anhand biologisch relevanter Einzelparameter der Gewässerstrukturkartierung, die die Strömungsverhältnisse, die Sohle und die Beschattung des Gewässers beschreiben	ja
7	Strukturparameter	Gewässer	--	Entwicklung eines bootgestützten Messsystems, das Morphometrie, Wasserqualität und Hydrologie entlang kleiner und mittlerer Fließgewässer erfasst	nein
8	Strukturklassen Strukturparameter	Gewässerabschnitt	MZB	statistische Auswertungen, ob und welche direkten Zusammenhänge es zwischen den Ergebnissen der für das WRRL-Monitoring erhobenen Daten des MZB und der Strukturkartierung gibt	ja
9	Kombination einer „indexgesteuerten Bewertung“ und einer Bewertung anhand „funktionaler Einheiten“	Gewässerabschnitt	MZB	Methode zur Bewertung des Renaturierungserfolgs: Entwicklung einer multimetrischen Methode, die Aspekte der Wasserqualität, der Biodiversität und biologisch-ökologische Effizienz hydromorphologischer Veränderungen berücksichtigt	nein
10	Strukturparameter	Gewässerabschnitt	--	Ermittlung möglicher Bewertungsunterschiede und deren Ursachen für das LAWA Vor-Ort-Verfahren	nein

Lfd. Nr.	Bewertung gemäß Gewässerstrukturkartierung (Strukturklassen / Strukturparameter)	Räumlicher Bezug (Einzugsgebiet, Gewässer, Wasserkörper, Gewässerabschnitt)	BQK	Anmerkungen (Inhalt/Ziel/Zusammenfassung)	geeignet für Detailauswertung
11	Strukturparameter	Gewässerabschnitt	Fische MZB Makrophyten Diatomeen PoD		ja
12	Strukturparameter	Gewässerabschnitt	--	Entwicklung eines Bewertungsverfahrens anhand gewässermorphologischer Parameter zur Darstellung der Zielerfüllung mit Berücksichtigung der Kosten von Maßnahmen	nein
13	diverse "Strukturvariablen"	Gewässerabschnitt	MZB (250 PS) Fische (105 PS)		ja