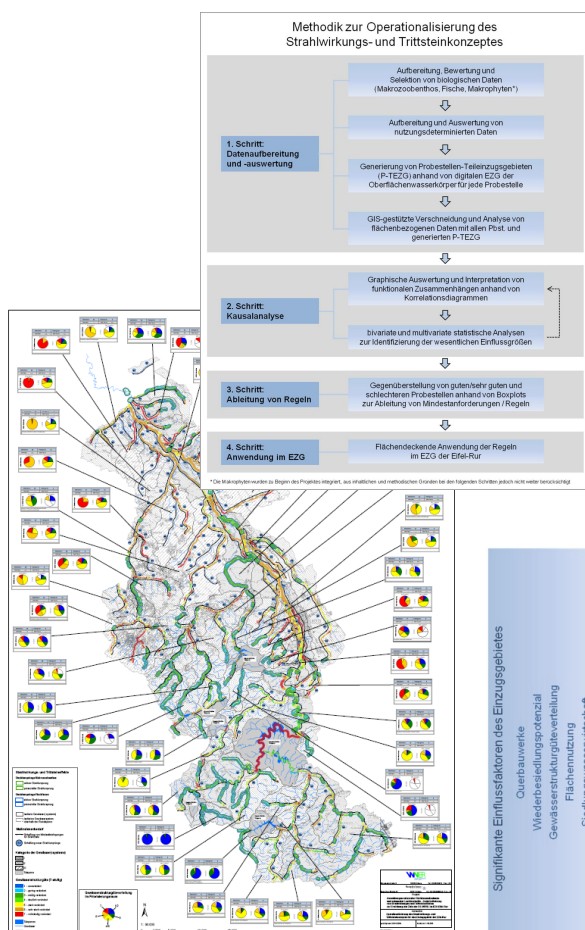


Auswirkungen naturnaher Rückbaumaßnahmen und naturnaher Laufabschnitte – Gezielte Nutzung von Strahlwirkungen und Trittsteineffekten zur Erreichung der Ziele der EG-WRRL im EZG Eifel-Rur

Systemanalyse und Entwicklung einer regelbasierten Entscheidungshilfe
für die Bewirtschaftungsplanung an der Eifel-Rur

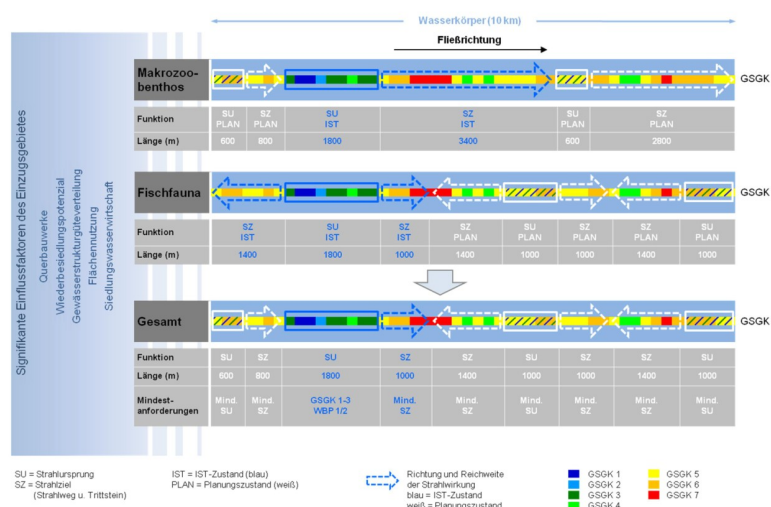


Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen
MG kleine, Saprobie gut / sehr gut (n=35)

Parameter	Einfluss des Parameters (Tendenz)	Wirkung	Maßnahmenklasse
Anzahl Querschnitte im P-TEZ (je 100m)	↑	↑	D/R
Modul Saprobie	↑	↑	S/D/R
WBP im P-TEZ (Mittel)	↑	↑	D/R/S
Entfernung GSK 1/2 CH	↑	↑	H
GSK 7 im P-TEZ	↑	↑	H
WBP CH	↑	↑	D/R/S

Qualität des statistischen Modells: gut bis sehr gut

Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes
Beispiel: kleine Gewässer des Mittelgebirges



Auftraggeber:



Eisenbahnstraße 5
52353 Düren
Tel: 02421 / 494-3404
Fax: 02421 / 494-993404

Auftragnehmer:



Benrather Straße 47
40721 Hilden
Tel: 02103 / 90884-0
Fax: 02103 / 90884-19

Bearbeitung: Dr. Uwe Koenzen
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Döbbelt-Grüne
Dipl.-Geogr. Christian Reuvers

Projektbegleitender
Arbeitskreis:

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz NRW (MUNLV)
Bezirksregierung Köln
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV)
Deutscher Rat für Landespflege
Kreis Düren
Kreis Aachen
Kreis Heinsberg
Landwirtschaftskammer NRW
Landesbetrieb Wald und Holz
Ruhrverband
Erftverband
Niersverband
Waterschap Roer en Overmaas (NL)
Wassernetz NRW
Umweltbüro Essen
Ingenieur- und Planungsbüro Lange

20. April 2009

Inhaltsverzeichnis (BAND 1)

Abbildungsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	II
Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung und Aufgabenstellung.....	2
2 Untersuchungsgebiet Eifel-Rur.....	3
3 Methodik zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes (Überblick).....	6
4 Ergebnisse.....	10
4.1 Statistische Auswertung und Kausalanalyse (Überblick).....	10
4.1.1 Makrozoobenthos	12
4.1.2 Fischfauna.....	23
4.2 Ableitung von Regeln zur Konkretisierung der Bewirtschaftungsplanung (Überblick).....	32
4.2.1 Makrozoobenthos	33
4.2.2 Fischfauna.....	42
4.3 Anwendung der regelbasierten Entscheidungshilfe im Einzugsgebiet der Eifel-Rur (Überblick).....	49
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	54
Abkürzungsverzeichnis	59

Karte: Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes für das Einzugsgebiet der Eifel-Rur

Inhaltsverzeichnis (BAND 2 - Anlagen)

I Methodik zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes (Detail)

- I.1 Biotische Parameter
- I.2 Abiotische Parameter
- I.3 Statistische Auswertung und Kausalanalyse
- I.4 Ableitung von Regeln zur Konkretisierung der Bewirtschaftungsplanung
- I.5 Anwendung der Entscheidungshilfe im Einzugsgebiet der Eifel-Rur

II Statistische Auswertung und Kausalanalyse (Detail)

- II.1 Makrozoobenthos
- II.2 Fischfauna

III Ableitung von Regeln zur Konkretisierung der Bewirtschaftungsplanung (Detail)

- III.1 Makrozoobenthos
- III.2 Fischfauna

IV Anwendung der regelbasierten Entscheidungshilfe im Einzugsgebiet der Eifel-Rur (Detail)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Deutsches Einzugsgebiet der Eifel-Rur	3
Abb. 2: Längenanteile der Fließgewässertypen im Einzugsgebiet der Eifel-Rur	4
Abb. 3: Längenanteile der Fischgewässertypen (FiGt) im Einzugsgebiet der Eifel-Rur	5
Abb. 4: Methodik zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes	6
Abb. 5: Beispielhafte Gegenüberstellung von guten/sehr guten (gut) und mäßigen bis schlechteren (mäßig) Probestellen des Makrozoobenthos als Boxplot-Darstellung (Längenanteil GSGK 7 im P-TEZG in %, Gesamtdatensatz)	9
Abb. 6: Erläuterung der multivariaten statistischen Ergebnistabellen am Beispiel der Fischfauna (Saprobie gut / sehr gut)	11
Abb. 7: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (gesamter Datensatz)	14
Abb. 8: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (Saprobie gut / sehr gut)	14
Abb. 9: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 1-3)	15
Abb. 10: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 1-3, Saprobie gut / sehr gut)	15
Abb. 11: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 4/5)	16
Abb. 12: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 4/5, Saprobie gut / sehr gut)	16
Abb. 13: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 6/7)	17
Abb. 14: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 6/7, Saprobie gut / sehr gut)	17
Abb. 15: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große Gewässer des Mittelgebirges)	18
Abb. 16: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große Gewässer des Mittelgebirges, Saprobie gut / sehr gut)	18
Abb. 17: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (kleine Gewässer des Mittelgebirges)	19
Abb. 18: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (kleine Gewässer des Mittelgebirges, Saprobie gut / sehr gut)	19
Abb. 19: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große Gewässer des Tieflandes)	20
Abb. 20: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große Gewässer des Tieflandes, Saprobie gut / sehr gut)	20
Abb. 21: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große und kleine Gewässer des Tieflandes)	21
Abb. 22: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große und kleine Gewässer des Tieflandes, Saprobie gut / sehr gut)	21

Abb. 23: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (gesamter Datensatz).....	24
Abb. 24: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (gesamter Datensatz, Saprobie gut / sehr gut)	25
Abb. 25: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 1-3)	25
Abb. 26: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 1-3, Saprobie gut / sehr gut)	26
Abb. 27: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 4/5)	26
Abb. 28: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 4/5, Saprobie gut / sehr gut).....	27
Abb. 29: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 6/7)	27
Abb. 30: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 6/7, Saprobie gut / sehr gut).....	28
Abb. 31: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (große Gewässer des Mittelgebirges/Tieflandes und kleine Gewässer des Tieflandes)	28
Abb. 32: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (große Gewässer des Mittelgebirges/Tieflandes und kleine Gewässer des Tieflandes, Saprobie gut / sehr gut).....	29
Abb. 33: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (kleine Gewässer des Mittelgebirges).....	29
Abb. 34: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (kleine Gewässer des Mittelgebirges, Saprobie gut / sehr gut)	30
Abb. 35: Operationalisierte Vorgehensweise zur Ermittlung des Maßnahmenbedarfs zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ am Beispiel eines Wasserkörpers in einem kleinen Gewässer des Mittelgebirges	49

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zuordnung eines Gewässerabschnittes in Bezug auf das Makrozoobenthos als erster Schritt zur Anwendung der tabellarischen Arbeitshilfe	34
Tab. 2: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles für das Makrozoobenthos (Teil 1)	34
Tab. 3: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles für das Makrozoobenthos (Teil 2)	35
Tab. 4: Distanz zwischen Strahlursprung und Strahlziel für das Makrozoobenthos	35
Tab. 5: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges für das Makrozoobenthos (Teil 1).....	36
Tab. 6: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges für das Makrozoobenthos (Teil 2).....	36
Tab. 7: Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes für das Makrozoobenthos (Teil 1).....	37
Tab. 8: Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes für das Makrozoobenthos (Teil 2).....	38
Tab. 9: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für das Makrozoobenthos (Teil 1).....	39
Tab. 10: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für das Makrozoobenthos (Teil 2).....	39
Tab. 11: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für das Makrozoobenthos (Teil 3).....	40
Tab. 12: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für das Makrozoobenthos (Teil 4).....	40
Tab. 13: Zuordnung eines Gewässerabschnittes in Bezug auf die Fischfauna als erster Schritt zur Anwendung der tabellarischen Arbeitshilfe	42
Tab. 14: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles für die Fischfauna (Teil 1).....	42
Tab. 15: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles für die Fischfauna (Teil 2).....	43
Tab. 16: Distanz zwischen Strahlursprung und Strahlziel für die Fischfauna	43
Tab. 17: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges für die Fischfauna (Teil 1).....	44
Tab. 18: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges für die Fischfauna (Teil 2).....	44
Tab. 19: Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes für die Fischfauna (Teil 1).....	45
Tab. 20: Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes für die Fischfauna (Teil 2).....	45
Tab. 21: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für die Fischfauna (Teil 1).....	46

Tab. 22: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für die Fischfauna (Teil 2).....	47
Tab. 23: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für die Fischfauna (Teil 3).....	47
Tab. 24: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für die Fischfauna (Teil 4).....	48
Tab. 25: Kategorisierung der Priorisierungsräume nach Wiederbesiedlungspotenzial und Gewässerstrukturgüteverteilung.....	51
Tab. 26: Anzahl vorhandener aktiver und potenzieller Strahlursprünge des Makrozoobenthos differenziert nach Fließgewässertypkategorien	51
Tab. 27: Anzahl vorhandener aktiver und potenzieller Strahlursprünge der Fischfauna differenziert nach Fischgewässertypkategorien.....	52
Tab. 28: Anzahl neu zu schaffender Strahlursprünge differenziert nach Fließgewässertypkategorien.....	53

Zusammenfassung

Die insbesondere hinsichtlich der biologischen Qualitätskomponenten sehr gute Datengrundlage im Einzugsgebiet der Eifel-Rur erlaubte eine belastbare Kausalanalyse der Auswirkungen von naturnahen Rückbaumaßnahmen und Laufabschnitten auf naturferne Gewässerstrecken, die zu sinnvollen und nachvollziehbaren Ergebnissen zu einer möglichen Strahlwirkung geführt hat. Mit der darauf basierenden Entscheidungshilfe lässt sich unter Berücksichtigung der nachgewiesenen Strahlwirkungs- und Trittsteineffekte für jeden Wasserkörper im Einzugsgebiet der Eifel-Rur der zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ i.S. der WRRL voraussichtlich notwendige Maßnahmenbedarf herleiten.

Insgesamt ergibt sich für die Gewässer des Mittelgebirges ein geringer bis mäßiger und für die Gewässer des Tieflandes ein großer Handlungsbedarf. Neben der Schaffung von neuen Strahlursprüngen sollten vorhandene, aktive und potenzielle Strahlursprünge gezielt genutzt werden, um durch Optimierung von Strahlzielen Aufwertungen defizitärer Bereiche erzielen zu können.

Zudem hat sich gezeigt, dass die im Rahmen des Projektes entwickelte Methode operationalisierbar ist und somit für die wasserwirtschaftliche Praxis Verwendung finden kann. Durch die erzielte Operationalisierung ist es erstmalig gelungen, ein auf dem Strahlwirkungsansatz basierendes Konzept für ein Einzugsgebiet mit einer Größe von mehr als 2000 km² zu erstellen, das einen Gesamtüberblick über den zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ notwendigen Maßnahmenbedarf ermöglicht.

Da die verwertbare Datengrundlage für die Gewässer des Tieflandes im Vergleich zu denen des Mittelgebirges einen relativ geringen Umfang hatte, sollte die entwickelte Methode zukünftig für Tieflandgewässer mit vergleichbarer Einzugsgebietsgröße validiert und ggf. angepasst werden.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass insbesondere in der Anfangsphase der Maßnahmenumsetzung großräumige Erfolgskontrollen – i.S. von Wirkungskontrollen – angezeigt sind, um sowohl die Strategie der Operationalisierung als auch die Effizienz einzelner Maßnahmen kontrollieren zu können und ggf. Lage, Art und Umfang dieser anzupassen.

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Bei der Zustandsbewertung von Fließgewässern ist zu beobachten, dass einige degradierte Bereiche – insbesondere hinsichtlich des Makrozoobenthos – einen „Guten Ökologischen Zustand“ i.S. der WRRL aufweisen, obwohl die für die Ausprägung einer guten typspezifischen Besiedlung notwendigen Habitatstrukturen weitgehend fehlen. Daraus lässt sich die These ableiten, dass benachbarte naturnahe bzw. naturnah besiedelte Abschnitte eine positive Wirkung auf die Besiedlung dieser degradierten Gewässerabschnitte ausüben. Dieser Wirkmechanismus wird in einer Veröffentlichung des Deutschen Rates für Landespflege (DRL) als Strahlwirkung bezeichnet (DRL 2008).

Von September 2007 bis Dezember 2008 wurde durch den Wasserverband Eifel-Rur (WVER) und das Planungsbüro Koenzen ein mit Landesmitteln gefördertes F+E-Vorhaben durchgeführt. Dieses hatte zum Ziel, anhand des Einzugsgebietes der Eifel-Rur in NRW die Thesen zur Strahlwirkung zu verifizieren und diese Mechanismen als Grundlage für die Maßnahmenplanung zu operationalisieren. Neben der Ermittlung von qualitativen und quantitativen Mindestanforderungen an Strahlursprünge (strukturell naturnahe Abschnitte mit guter Besiedlung), Strahlziele (strukturell degradierte Abschnitte mit zu verbessernder Besiedlung) und Teileinzugsgebiete sollte eine regelbasierte Entscheidungshilfe zur Konkretisierung der Bewirtschaftungsplanung erstellt werden. In einem weiteren Schritt sollte diese im Einzugsgebiet Anwendung finden, um somit vorhandene Strahlursprünge zu lokalisieren und den zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ notwendigen Maßnahmenbedarf für sämtliche Gewässer des Einzugsgebietes zu ermitteln.

Der vorliegende Bericht stellt die wesentlichen Ergebnisse des Projektes in zusammenfassender Form dar.

2 Untersuchungsgebiet Eifel-Rur

Im Rahmen des F+E-Vorhabens wurde das gesamte deutsche Einzugsgebiet der Eifel-Rur betrachtet. Die Eifel-Rur entspringt im Hohen Venn in Belgien und mündet bei Roermond in den Niederlanden in die Maas. Das deutsche Einzugsgebiet erstreckt sich mit einer Gesamtgröße von ca. 2100 km² von Monschau in der Eifel bis Heinsberg im Niederrheinischen Tiefland. Die wichtigsten Nebenflüsse sind die Wurm, die Inde und die Urft (s. Abb. 1).

Durch die Rurtalsperre wird das Einzugsgebiet in zwei große, voneinander getrennte Bereiche geteilt. Neben der Rurtalsperre finden sich weitere kleinere Talsperren in der Mittelgebirgsregion, die vor allem durch Wald- und Grünlandnutzung geprägt ist. Im Tiefland finden sich hingegen hauptsächlich Ackerflächen und Siedlungsbereiche.

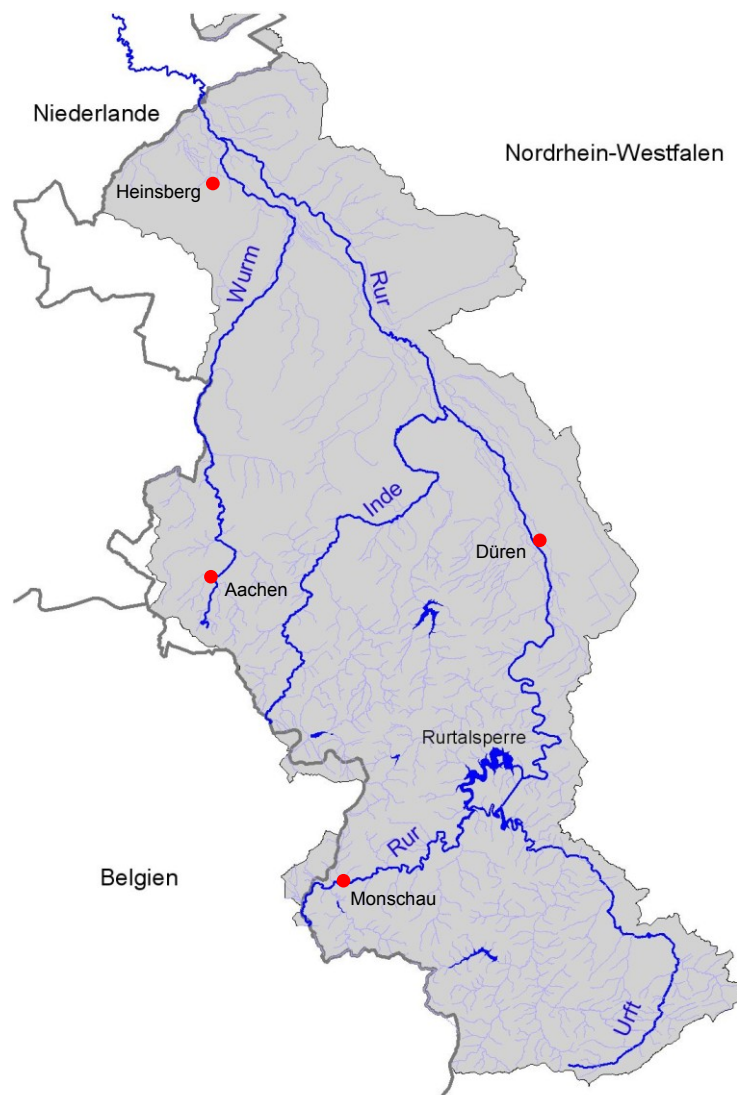


Abb. 1: Deutsches Einzugsgebiet der Eifel-Rur

(© Geobasisdaten: Landesvermessungsamt NRW, Bonn 2001)

Das für die Umsetzung der WRRL besonders relevante Gewässernetz (Gewässer mit EZG >10km²) im deutschen Einzugsgebiet hat eine Gesamtlänge von ca. 930 km. Davon entfällt etwa ein Drittel auf die „Grobmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbäche“ (Typ 5 nach der BRD-Typologie der LAWA, s. POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2006, 2008). Weitere im Hinblick auf die Gewässerlänge bedeutende Fließgewässertypen sind v.a. die „Löss-lehmgeprägten Tieflandbäche“ (Typ 18), die „Silikatischen, fein- bis grobmaterialreichen Mittelgebirgsflüsse“ (Typ 9) und die „Kleinen Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern“ (Typ 19), die zusammen mit den Gewässern des Typs 5 mehr als drei Viertel der Gesamtlänge ausmachen. Abb. 2 gibt eine Übersicht über die Längenanteile der verschiedenen Fließgewässertypen.

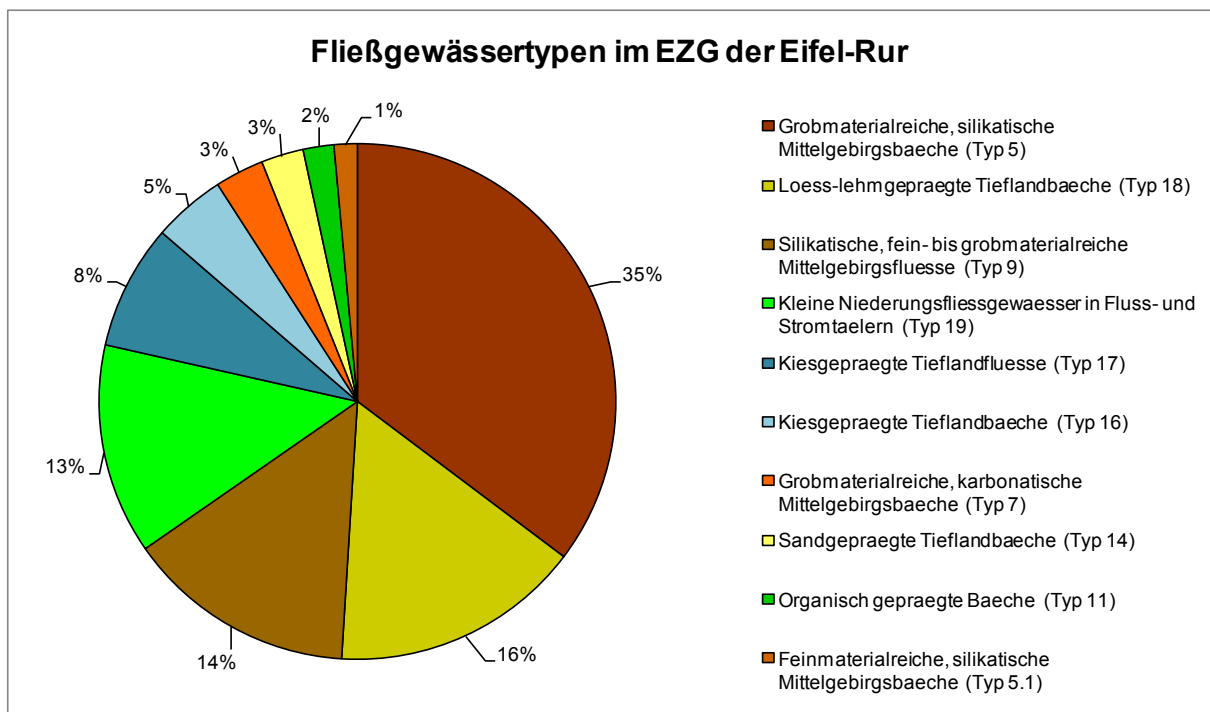


Abb. 2: Längenanteile der Fließgewässertypen im Einzugsgebiet der Eifel-Rur

(© Geobasisdaten: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf 2007)

Aggregiert nach Großlandschaft (Mittelgebirge / Tiefland) und Gewässergröße (kleine Gewässer / große Gewässer) ergeben sich für die genannten Fließgewässertypen vier Typkategorien mit deutlich unterschiedlichen Längenanteilen im Einzugsgebiet. Während die kleinen Gewässer des Mittelgebirges (40 %) und die kleinen Gewässer des Tieflandes (38 %) überwiegen, nehmen die großen Gewässer des Mittelgebirges (14 %) und die großen Gewässer des Tieflandes (8 %) erwartungsgemäß geringere Längenanteile ein.

In Bezug auf die Fischfauna wird das i.S. der WRRL besonders relevante Gewässernetz gemäß MUNLV (2007) in Fischgewässertypen eingeteilt. Die höchsten Anteile nehmen diesbezüglich der „untere Forellentyp Tiefland“ (FiGt 06) und der „obere Forellentyp Mittelgebirge“ (FiGt 01) ein, die zusammen über 60 % der Fischgewässertypen im Einzugsgebiet darstellen. Mit insgesamt ca. einem Drittel der Gewässerlänge treten zudem der „Äschentyp Mittelgebirge“ (FiGt 09) und der „untere Forellentyp Mittelgebirge“ (FiGt 02) sowie der „obere Barbentyp Mittelgebirge“ (FiGt 10) auf. Vereinzelt finden sich ferner der „obere Forellentyp Karstbereiche“ (FiGt 03) sowie mehrere Fischgewässertypen, für die bislang keine Referenzzönosen erstellt wurden (FiGt oR, s. Abb. 3).

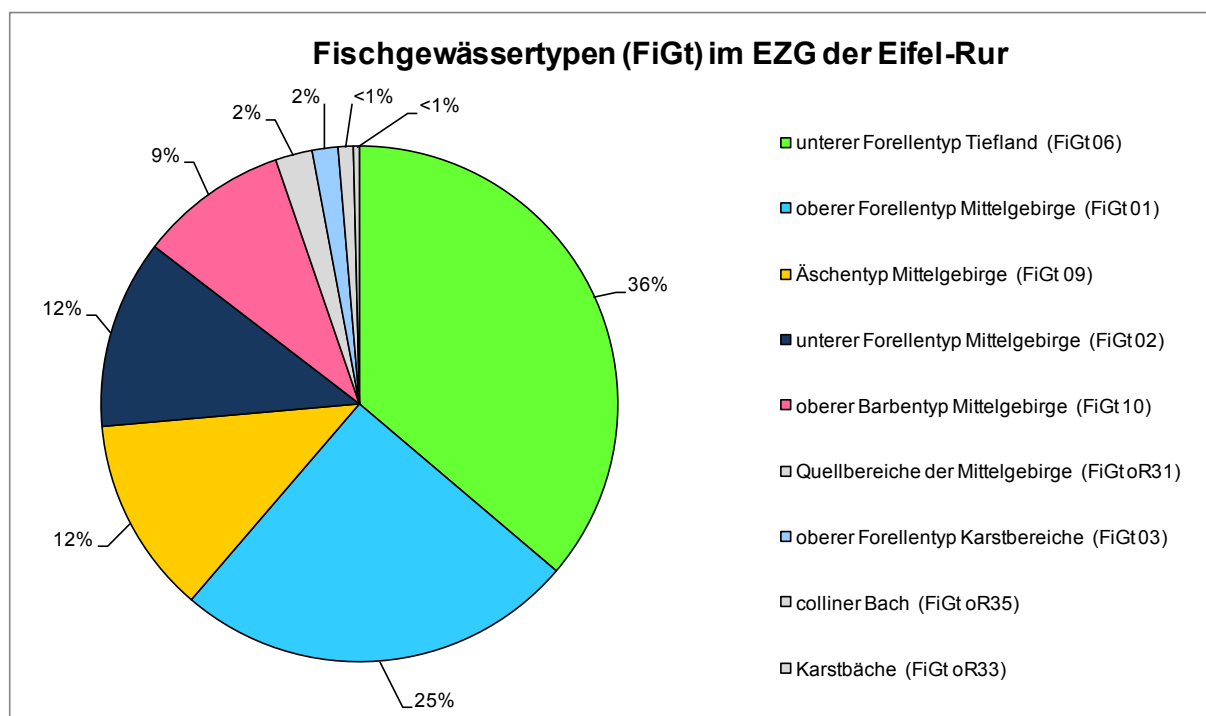


Abb. 3: Längenanteile der Fischgewässertypen (FiGt) im Einzugsgebiet der Eifel-Rur

(© Geobasisdaten: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Düsseldorf 2007)

Zusammengefasst nach Großlandschaft (Mittelgebirge / Tiefland) und Gewässergröße (kleine Gewässer / große Gewässer) ergeben sich für die im Rur-Einzugsgebiet ausgewiesenen Fischgewässertypen drei Typkategorien mit unterschiedlichen Längenanteilen (die großen Gewässer des Mittelgebirges beinhalten auch die großen Gewässer des Tieflandes, da diese in der Fischgewässertypologie als mittelgebirgsgeprägte Typen eingestuft sind). Während die kleinen Gewässer des Mittelgebirges (38 %) und die kleinen Gewässer des Tieflandes (36 %) dominieren, nehmen die großen Gewässer des Mittelgebirges (22 %) einen geringeren Längenanteil ein (Fischgewässertypen, für die bislang keine Referenzzönosen vorliegen, nehmen die verbleibenden 4 % Längenanteil ein).

3 Methodik zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes (Überblick)

Im Folgenden wird die im Rahmen des Projektes entwickelte Methodik zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes im Überblick dargestellt (s. Abb. 4). Detailinformationen – insbesondere zur Datenaufbereitung und -analyse sowie zur statistischen Auswertung und Kausalanalyse und zur Ableitung von Regeln – finden sich im zweiten Band des vorliegenden Berichtes.

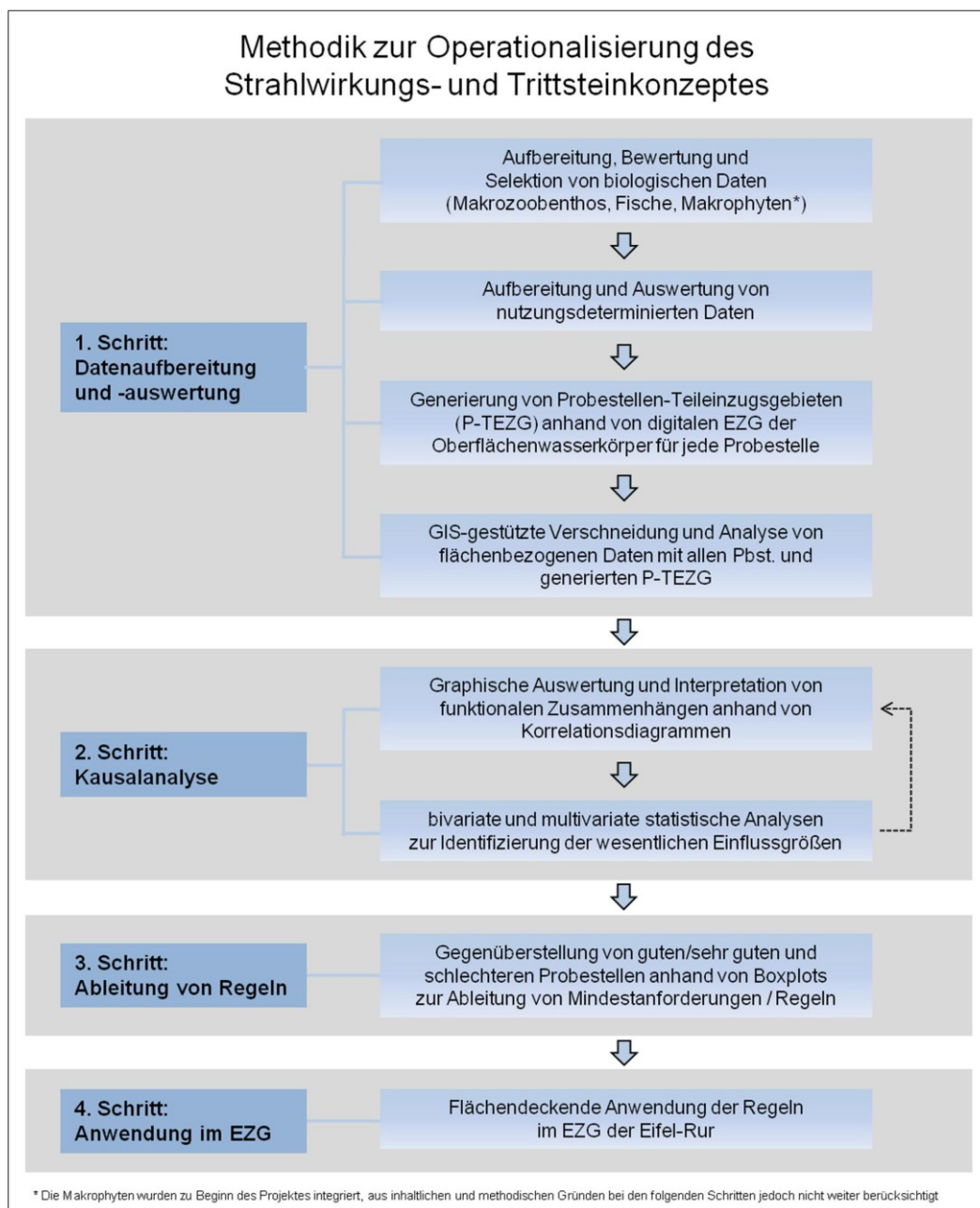


Abb. 4: Methodik zur Operationalisierung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzeptes

Datenaufbereitung und -auswertung

Die Basis für eine Analyse von Strahlwirkungs- und Trittsteineffekten stellt die Besiedlung unterschiedlich geprägter Laufabschnitte durch Gewässerorganismen dar, deren aktive oder passive Bewegungen (z.B. Migration, Drift) diese Effekte verursachen können.

In einem ersten Schritt wurden daher das Makrozoobenthos und die Fischfauna an zahlreichen Probestellen betrachtet und der ökologische Zustand anhand der aktuellen Bewertungsverfahren (PERLODES, FIBS) determiniert. Die aquatischen Makrophyten wurden zu Beginn des Projektes ebenfalls begleitend hinzugezogen, wurden jedoch aufgrund einer relativ geringen validen Datengrundlage sowie methodischer Unsicherheiten innerhalb der Bewertungsverfahren für die weiteren Analyseschritte nicht berücksichtigt. In Bezug auf das Makrozoobenthos wurden innerhalb des Bewertungssystems vor allem die Module „Allgemeine Degradation“ und „Saprobie“ (MEIER et al. 2006) sowie für die Fischfauna das Gesamtergebnis der FIBS-Bewertung (Index) (DIEKMANN et al. 2005) berücksichtigt. Ferner wurden die biologischen Bewertungsergebnisse großräumig analysiert, um das vorhandene biologische „Wiederbesiedlungspotenzial“ (WBP) innerhalb der Gewässersysteme zu quantifizieren. Für das Makrozoobenthos wurde dazu der Deutsche Faunaindex (MEIER et al. 2006) und für die Fischfauna das Qualitätsmerkmal „Arten- und Gildeninventar“ (DIEKMANN et al. 2005) herangezogen. Nach Selektion von z.B. nicht gesicherten bzw. veralteten Probenahmeergebnissen standen für die Analysen insgesamt 219 (Fischfauna) bzw. 138 (Makrozoobenthos) valide Datensätze zur Verfügung.

Neben einer Analyse der Biozönosen war es notwendig, abiotische (nutzungsdeterminierte) Parameter zu betrachten, die potenziell einen Einfluss auf die Besiedlung ausüben. Dazu wurden Daten zur Gewässerstrukturgüte (GSG), Flächennutzung, Siedlungswasserwirtschaft (Kläranlagen und Sonderbauwerke) und zu Querbauwerken auf verschiedenen räumlichen Skalen ausgewertet.

Um die raumbezogenen Daten möglichst flächenscharf mit den lokalen Bereichen der biologischen Probenahmen zu verknüpfen, wurde auf Basis der digitalen Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper für jede Probestelle ein eigenes Teileinzugsgebiet (P-TEZG) generiert. Diese wurden GIS-gestützt mit den flächenbezogenen Datengrundlagen verschnitten und somit konnte eine differenzierte Herleitung der großräumigen Belastungssituation für jede Probestelle erfolgen. Zudem wurden die relevanten Einflussgrößen in den Bereichen der Probestellen sowie in definierten Abständen ober- und unterhalb dieser ausgewertet (z.B. GSG).

Eine detaillierte Auflistung aller analysierten Parameter findet sich im zweiten Band des vorliegenden Berichtes.

Kausalanalyse

In einem zweiten Schritt wurden zunächst Korrelationsdiagramme aufgestellt, anhand derer mögliche kausale Zusammenhänge zwischen den ausgewerteten Umweltvariablen und den biologischen Bewertungsergebnissen sichtbar gemacht wurden.

Darüber hinaus wurden verschiedene bivariate und multivariate statistische Verfahren eingesetzt, um eine statistische Analyse des Einflusses der genannten Parameter auf die biologischen Bewertungsergebnisse zu ermöglichen. Diese Vorgehensweise erlaubte es, diejenigen Parameter herauszufiltern (nach räumlicher Skala differenziert), die einen signifikanten Anteil der Bewertungsergebnisse erklären. Ferner sollte durch die multivariaten Analysen eine Differenzierung in der Stärke des Einflusses der betrachteten Parameter herausgearbeitet werden.

Die multivariaten statistischen Analysen wurden zunächst jeweils für den gesamten Datensatz einer Qualitätskomponente (z.B. Makrozoobenthos) vorgenommen und im Anschluss daran in Teildatensätze aufgeteilt und in analoger Vorgehensweise analysiert. Die Differenzierung der Datensätze erfolgte nach organischer Belastung (nur Pbst. mit einer „guten“ oder „sehr guten“ Bewertung des Moduls Saprobie) und nach der Gesamtbewertung der Gewässerstrukturgüte an einer Probestelle (nur Pbst. mit GSGK 1-3, nur GSGK 4/5, nur GSGK 6/7). Zur Erreichung einer Differenzierung nach Fließgewässertypen bzw. Fischgewässertypen wurden die Gesamtdatensätze anschließend nach Typkategorien in vier Gruppen aufgeteilt (Mittelgebirge: kleine Gewässer / große Gewässer; Tiefland: kleine Gewässer / große Gewässer; Fischfauna nur drei Gruppen, da die großen Gewässer des Tieflandes als mittelgebirgsgeprägte Typen klassifiziert sind). Die wesentlichen Ergebnisse der Kausalanalyse werden in Kap. 4.1 dargestellt und erläutert.

Ableitung von Regeln

In einem dritten Schritt wurde eine Auswertung in Form von Boxplots genutzt, um für jeden der relevanten Parameter die zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ notwendigen Mindestbedingungen abzuleiten, indem Probestellen mit guten bis sehr guten solchen mit mäßigen und schlechteren Bewertungsergebnissen gegenübergestellt wurden. Es erfolgte eine getrennte Betrachtung für das Makrozoobenthos und die Fischfauna.

Abb. 5 verdeutlicht diese Vorgehensweise beispielhaft anhand des Längenanteils der Gewässerstrukturgüteklasse 7 im P-TEZG für das Makrozoobenthos (Gesamtdatensatz). Basierend auf der vorliegenden Gegenüberstellung lässt sich als Mindestanforderung an das Einzugsgebiet ein maximaler Anteil der GSGK 7 von ca. 15 % ableiten.

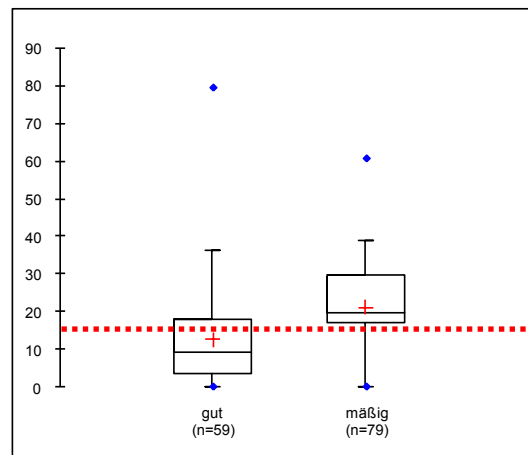


Abb. 5: Beispielhafte Gegenüberstellung von guten/sehr guten (gut) und mäßigen bis schlechteren (mäßig) Probestellen des Makrozoobenthos als Boxplot-Darstellung (Längenanteil GSGK 7 im P-TEZG in %, Gesamtdatensatz)

Die nach diesem Analyse-Prinzip abgeleiteten Mindestanforderungen wurden in einer tabellarischen Entscheidungshilfe zusammengeführt, die als Grundlage für die Anwendung herangezogen werden kann. Die regelbasierte Entscheidungshilfe findet sich in Kap. 4.2.

Anwendung im Einzugsgebiet

Als letzter Schritt der operationalisierten Vorgehensweise wurde die auf den Mindestanforderungen basierende tabellarische Entscheidungshilfe an allen relevanten Gewässern des Einzugsgebietes der Eifel-Rur angewendet. Somit konnte für sämtliche Gewässer der zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ voraussichtlich notwendige Maßnahmenbedarf konzeptionell hergeleitet werden.

Als Grundlage für eine räumlich/zeitliche Priorisierung zur Umsetzung der notwendigen Maßnahmen unter Berücksichtigung der Belastungssituation der Teileinzugsgebiete wurde darüber hinaus eine Kategorisierung entwickelt. Dazu wurden zunächst homogene Priorisierungsräume auf Basis der Einzugsgebiete der Oberflächenwasserkörper abgegrenzt und diese anhand des Wiederbesiedlungspotenzials (WBP) im jeweiligen Teileinzugsgebiet (P-TEZG) und der Gewässerstrukturgüteverteilung im Priorisierungsraum analysiert. Basierend auf dieser Auswertung wurden drei Kategorien gebildet und im Anschluss daran jedem Priorisierungsraum eine Kategorie zugeordnet.

Die Ergebnisse sind in Kap. 4.3 dargestellt und in der beiliegenden Karte konzeptionell abgebildet.

4 Ergebnisse

4.1 Statistische Auswertung und Kausalanalyse (Überblick)

Im vorliegenden Kapitel werden die wesentlichen Ergebnisse der statistischen Auswertungen und der Kausalanalyse überblicksweise dargestellt. Sämtliche Ergebnisse der (multivariaten) statistischen Analysen sind im zweiten Band des Berichtes aufgeführt.

Im Folgenden sind die gewonnenen Ergebnisse der multivariaten Statistik für das Makrozoobenthos und die Fischfauna getrennt abgebildet. Aufgeführt sind jeweils folgende Modelle:

- Gesamtdatensatz
- Pbst. mit der Bewertung „gut“ / „sehr gut“ des Moduls Saprobie
- Pbst. mit GSGK 1-3, 4/5, 6/7 – gesamter Datensatz der jeweiligen Kategorie
- Pbst. mit GSGK 1-3, 4/5, 6/7 – nur Saprobie „gut“ / „sehr gut“ der jeweiligen Kategorie
- Pbst. getrennt nach Typkategorien – gesamter Datensatz der jeweiligen Kategorie
- Pbst. getrennt nach Typkategorien – nur Saprobie „gut“ / „sehr gut“ der jeweiligen Kategorie

Die Darstellung wurde derart komprimiert, dass nur diejenigen signifikanten Parameter in den Modellen enthalten sind, die für die Planungspraxis Relevanz besitzen, da sie im Rahmen der Bewirtschaftungsplanung (unmittelbar) verändert werden können. Die aufgeführten Parameter sind nach Ihrer Relevanz für die Bewertung der Biologie absteigend von links nach rechts sortiert. Zudem werden für jeden Parameter die Wirkung auf die Bewertung der Biologie (Daumen hoch/grün: positiv, Daumen runter/rot: negativ) aufgeführt und Maßnahmenklassen zugeordnet, die zur Optimierung des jeweiligen Einflussfaktors notwendig sind. Dabei werden folgende Maßnahmenklassen differenziert:

- Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit / Verminderung bzw. Beseitigung von Rückstau (D/R)
- Maßnahmen zur Verminderung von siedlungswasserwirtschaftlichen Belastungen (S)
- Maßnahmen zur Verbesserung der hydromorphologischen Verhältnisse (H)

In Abb. 6 wird der Aufbau der Tabellen anhand eines Modells zur Fischfauna (Datensatz: Saprobie gut/sehr gut) exemplarisch erläutert.

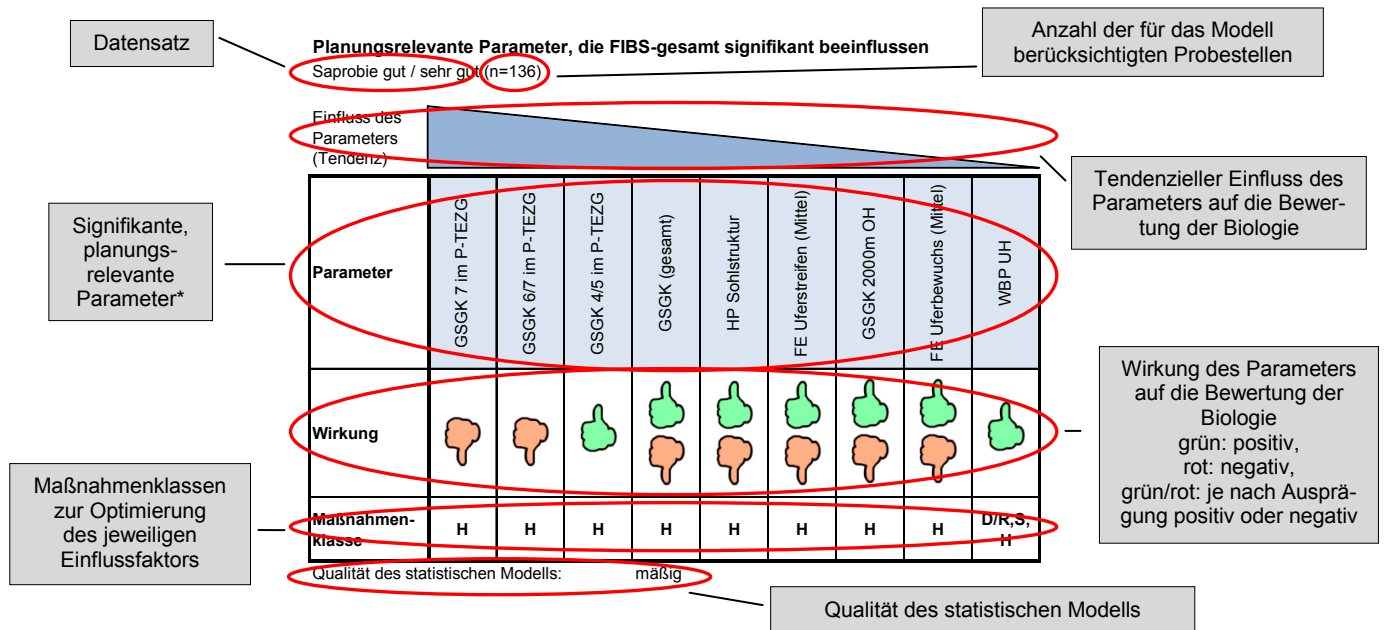


Abb. 6: Erläuterung der multivariaten statistischen Ergebnistabellen am Beispiel der Fischfauna (Saprobie gut / sehr gut)

(* Parameter in grauer Schrift sind statistisch nicht signifikant, sondern liefern redundante Informationen, sie sind jedoch als planungsrelevante Größen aufgeführt)

Die Einstufung der Qualität der statistischen Modelle richtet sich nach dem Bestimmtheitsmaß (R^2), das angibt, welcher Anteil der Varianz in dem Ergebnis der biologischen Bewertung (Index) durch die im Modell enthaltenen Parameter erklärt wird. Im Zuge der Kompriemierung wurden den statistisch ermittelten Werten der Bestimmtheitsmaße folgende Qualitätsklassen für die Modelle zugeordnet:

- sehr gut ($R^2 > 0,75$)
- gut ($R^2 > 0,5$)
- mäßig ($R^2 > 0,25$)
- unbefriedigend ($R^2 < 0,25$)

Darüber hinaus wurden Zwischenstufen vergeben (z.B. gut bis sehr gut), wenn sich der errechnete Wert nahe der nächst höheren Grenze befindet.

4.1.1 Makrozoobenthos

Die komprimierten multivariaten statistischen Ergebnistabellen für das Makrozoobenthos sind in den Abbildungen 7 bis 22 dargestellt.

Insgesamt wird ersichtlich, dass die Qualität der Modelle überwiegend als gut bis sehr gut eingestuft werden kann. Die analysierten Umweltvariablen erklären somit einen großen Anteil des Bewertungsergebnisses (Modul „Allgemeine Degradation“). Insbesondere die typspezifischen Modelle für die kleinen und großen Gewässer des Mittelgebirges lassen eine sehr hohe statistische Erklärungskraft erkennen (s. Abb. 15 bis 18). Die typspezifischen Modelle für die großen Gewässer des Tieflandes erklären hingegen einen deutlich geringeren Teil des Bewertungsergebnisses für diese Gewässertypkategorie (s. Abb. 19, 20). Da für die kleinen Gewässer des Tieflandes kein signifikantes Modell erstellt werden konnte, wurden die kleinen und großen Gewässer des Tieflandes in einem Modell verknüpft. Dieses zeigt auch eine hohe Erklärungskraft des biologischen Bewertungsergebnisses (s. Abb. 21, 22).

Zusammengefasst betrachtet lassen sich aus den dargestellten statistischen Modellen v.a. folgende planungsrelevante Einflussfaktoren ableiten, die die Bewertung der Allgemeinen Degradation an einer Probestelle signifikant beeinflussen:

- Organische Belastung im Bereich der Probestelle (Saprobie)
- Querbauwerksdichte im Teileinzugsgebiet
- Wiederbesiedlungspotenzial im näheren Oberlauf und im Teileinzugsgebiet
- Gewässerstrukturgüteverteilung im Teileinzugsgebiet
- Gewässerstrukturgüte oberhalb der Probestelle
- Gewässerstrukturgüte im Bereich der Probestelle
- Entfernung naturnaher Abschnitte oberhalb der Probestelle
- Rückstau im Bereich der Probestelle
- Durchgängigkeit

Neben der lokalen Hydromorphologie und organischen Belastung sowie großflächigen Einflussfaktoren des Einzugsgebietes sind damit auch Parameter von Bedeutung, die eindeutig auf Einflüsse durch Strahlwirkungseffekte hinweisen. Diese spiegeln sich insbesondere im Wiederbesiedlungspotenzial und darüber hinaus auch in der Gewässerstrukturgüte oberhalb

der Probestelle und in der Entfernung naturnaher Abschnitte wider. Positive Strahlwirkungseffekte treten demnach höchst wahrscheinlich nur abwärts gerichtet auf.

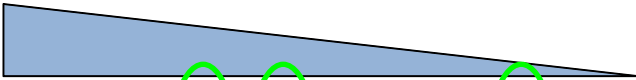
In nahezu allen dargestellten Modellen sind die zu diesen „Strahlwirkungsfaktoren“ gehörenden Parameter mit einem hohen Einfluss auf das Bewertungsergebnis abgebildet (die grünen Markierungen kennzeichnen diese Parameter in den Modellen). Betrachtet man alle Makrozoobenthos-Probestellen mit einer guten bis sehr guten Bewertung der Saprobie, so ist das Wiederbesiedlungspotenzial – oberhalb und im gesamten Teileinzugsgebiet – sogar der bedeutendste Faktor (s. Abb. 8).

Desweiteren ist erkennbar, dass diese „Strahlwirkungsfaktoren“ für die Bewertung der Allgemeinen Degradation in unterschiedlich stark degradierten Gewässerabschnitten von Bedeutung sind. In gut bis sehr gut strukturierten Bereichen (GSGK 1-3, s. Abb. 9, 10) spielen diese eine wichtige Rolle. Darin zeigt sich, dass gut strukturierte Bereiche nur dann eine gute Bewertung der Biologie aufweisen oder erlangen können, wenn das typspezifische Arteninventar im Teileinzugsgebiet (oberhalb) vorhanden ist. Darüber hinaus sind diese Faktoren insbesondere für die Bewertung von strukturell mäßig ausgestatteten Abschnitten (GSGK 4/5) von großer Bedeutung (s. Abb. 11, 12). Die Entfernung zu naturnahen Abschnitten spielt für diese Bereiche eine wichtige Rolle. Auch in stark degradierten Gewässerabschnitten wird die Bewertung der Allgemeinen Degradation durch „Strahlwirkungsfaktoren“ beeinflusst (s. Abb. 13, 14). Die Modelle weisen jedoch eine deutlich geringere Qualität auf und nach Entfernung der saprobiellen Belastung treten die relevanten Parameter nicht mehr signifikant auf (s. Abb. 14). Die ausreichende Aufwertung solcher Abschnitte (v.a. GSGK 7) durch Strahlwirkungseffekte erscheint daher weniger wahrscheinlich.

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

gesamter Datensatz (n=138)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	Modul Saprobie	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	WBP OH	WBP im P-TEZG (Mittel)	GSGK 1-3 im P-TEZG	GSGK 1/2 im P-TEZG	GSGK 5000m OH	Rückstau
Wirkung								
Maßnahmenklasse	S,D/R	D/R	D/R,S, H	D/R,S, H	H	H	H	D/R

Qualität des statistischen Modells:

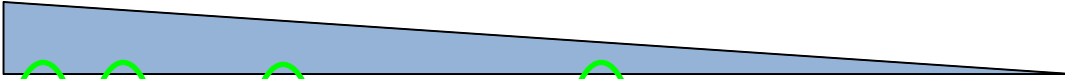
gut

Abb. 7: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (gesamter Datensatz)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

gesamter Datensatz, Saprobie gut / sehr gut (n=124)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	WBP OH	WBP im P-TEZG (Mittel)	GSGK (gesamt)	GSGK 500m OH	FE Uferstreifen (Mittel)	HP Sohlstruktur	HP Längsprofil	Entfernung GSGK 1/2 OH	Durchgängige Gewässerstrecke (Hauptgewässer)	Modul Saprobie	GSGK 1-3 im P-TEZG	GSGK 7 im P-TEZG	Rückstau
Wirkung													
Maßnahmenklasse	D/R,S, H	D/R,S, H	H	H	H	H	H	H	D/R	S,D/R	H	H	D/R

Qualität des statistischen Modells:

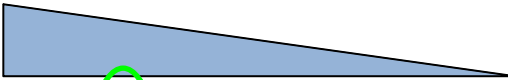
mäßig

Abb. 8: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (Saprobie gut / sehr gut)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

GSGK 1-3 (n=36)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	GSGK 6/7 im P-TEZG	WBP OH	Modul Saprobie	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	Durchgängige Gewässerstrecke (Hauptgewässer)	FE Uferstreifen (Mittel)
Wirkung						 
Maßnahmenklasse	H	D/R, S, H	S, D/R	D/R	D/R	H

Qualität des statistischen Modells: sehr gut

Abb. 9: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 1-3)**Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen**

GSGK 1-3, Saprobie gut / sehr gut (n=32)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	WBP OH	GSGK 6/7 im P-TEZG
Wirkung		
Maßnahmenklasse	D/R, S, H	H

Qualität des statistischen Modells: gut

Abb. 10: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 1-3, Saprobie gut / sehr gut)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

GSGK 4/5 (n=46)

Einfluss des Parameters (Tendenz) 

Parameter	Modul Saprobie	WBP OH	Entfernung GSGK 1/2 OH	Rückstau	GSGK 1/2 im P-TEZG	GSGK 1-3 im P-TEZG
Wirkung						
Maßnahmen-klasse	S,D/R	D/R,S, H	H	D/R	H	H

Qualität des statistischen Modells: gut bis sehr gut

Abb. 11: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 4/5)**Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen**

GSGK 4/5, Saprobie gut / sehr gut (n=41)

Einfluss des Parameters (Tendenz) 

Parameter	Modul Saprobie	Entfernung GSGK 1/2 OH	WBP OH
Wirkung			
Maßnahmen-klasse	S,D/R	H	D/R,S, H

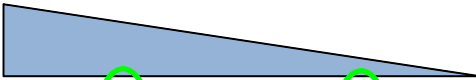
Qualität des statistischen Modells: mäßig bis gut

Abb. 12: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 4/5, Saprobie gut / sehr gut)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

GSGK 6/7 (n=56)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



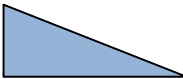
Parameter	Modul Saprobie	WBP im P-TEZG (Mittel)	GSGK 6/7 im P-TEZG	GSGK 1/2 im P-TEZG	Entfernung GSGK 1/2 OH	Rückstau
Wirkung						
Maßnahmen-klasse	S,D/R	D/R,S,H	H	H	H	D/R

Qualität des statistischen Modells: mäßig bis gut

Abb. 13: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 6/7)**Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen**

GSGK 6/7, Saprobie gut / sehr gut (n=51)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	Rückstau	GSGK 1-3 im P-TEZG
Wirkung		
Maßnahmen-klasse	D/R	H

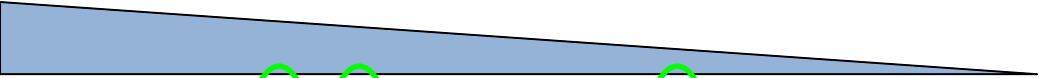
Qualität des statistischen Modells: unbefriedigend bis mäßig

Abb. 14: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (GSGK 6/7, Saprobie gut / sehr gut)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

MG große (n=47)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	GSGK 6/7 im P-TEZG	Rückstau	Saprobienindex (neue Version)	WBP OH	GSGK 5000m OH	Modul Saprobie	GSGK 4/5 im P-TEZG	GSGK 7 im P-TEZG	GSGK 2000m OH	GSGK (gesamt)	FE Uferbewuchs (Mittel)	FE Uferstreifen (Mittel)	HP Längsprofil
Wirkung													
Maßnahmenklasse	H	D/R	S,D/R	D/R,S,H	H	S,D/R	H	H	H	H	H	H	H

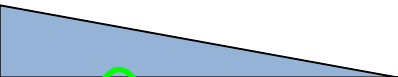
Qualität des statistischen Modells: sehr gut

Abb. 15: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große Gewässer des Mittelgebirges)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

MG große, Saprobie gut / sehr gut (n=46)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	GSGK 6/7 im P-TEZG	WBP OH	Rückstau	HP Sohlistruktur	HP Längsprofil
Wirkung					
Maßnahmenklasse	H	D/R,S,H	D/R	H	H

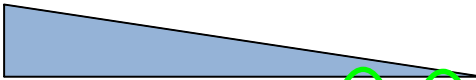
Qualität des statistischen Modells: sehr gut

Abb. 16: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große Gewässer des Mittelgebirges, Saprobie gut / sehr gut)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

MG kleine (n=41)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	Modul Saprobie	Saprobienindex (neue Version)	GSGK 7 im P-TEZG	WBP OH	WBP im P-TEZG (Mittel)
Wirkung						
Maßnahmen-klasse	D/R	S,D/R	S,D/R	H	D/R,S, H	D/R,S, H

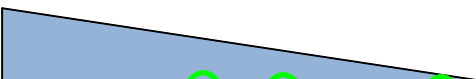
Qualität des statistischen Modells: sehr gut

Abb. 17: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (kleine Gewässer des Mittelgebirges)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

MG kleine, Saprobie gut / sehr gut (n=35)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	Modul Saprobie	WBP im P-TEZG (Mittel)	Entfernung GSGK 1/2 OH	GSGK 7 im P-TEZG	WBP OH
Wirkung						
Maßnahmen-klasse	D/R	S,D/R	D/R,S, H	H	H	D/R,S, H

Qualität des statistischen Modells: gut bis sehr gut

Abb. 18: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (kleine Gewässer des Mittelgebirges, Saprobie gut / sehr gut)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

TL große (n=35)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	GSGK 6/7 im P-TEZG	WBP OH	GSGK 1-3 im P-TEZG	Modul Saprobie	Saprobienindex (neue Version)	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	Durchgängige Gewässerstrecke (Hauptgewässer)
Wirkung							
Maßnahmenklasse	H	D/R, S, H	H	S, D/R	S, D/R	D/R	D/R

Qualität des statistischen Modells: mäßig bis gut

Abb. 19: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große Gewässer des Tieflandes)**Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen**

TL große, Saprobie gut / sehr gut (n=34)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	Saprobienindex (neue Version)	WBP OH	GSGK 1/2 im P-TEZG
Wirkung			
Maßnahmenklasse	S, D/R	D/R, S, H	H

Qualität des statistischen Modells: mäßig bis gut

Abb. 20: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große Gewässer des Tieflandes, Saprobie gut / sehr gut)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

TL große & kleine (n=50)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	GSGK 6/7 im P-TEZG	Modul Saprobie	FE Uferstreifen (Mittel)	WBP im P-TEZG (Mittel)
Wirkung				
Maßnahmen-klasse	H	S,D/R	H	D/R,S, H

Qualität des statistischen Modells: gut bis sehr gut

Abb. 21: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große und kleine Gewässer des Tieflandes)

Planungsrelevante Parameter, die die Allgemeine Degradation signifikant beeinflussen

TL große & kleine, Saprobie gut / sehr gut (n=43)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	GSGK 6/7 im P-TEZG	WBP OH	Modul Saprobie	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	GSGK 1/2 im P-TEZG	Durchgängige Gewässerstrecke (Hauptgewässer)	GSGK 1-3 im P-TEZG	GSGK 2000m OH
Wirkung								
Maßnahmen-klasse	H	D/R,S, H	S,D/R	D/R	H	D/R	H	H

Qualität des statistischen Modells: gut

Abb. 22: Planungsrelevante signifikante Parameter für die Allgemeine Degradation (große und kleine Gewässer des Tieflandes, Saprobie gut / sehr gut)

Bei der Analyse der typspezifischen Modelle (s. Abb. 15 bis 22) ist erkennbar, dass „Strahlwirkungsfaktoren“ vor allem in den kleinen und großen Gewässern des Mittelgebirges zur Erklärung der Bewertung der Allgemeinen Degradation beitragen. Auch in den großen Gewässern des Tieflandes liefert das Wiederbesiedlungspotenzial oberhalb einer Probestelle einen Beitrag zur Erklärung der Bewertung (s. Abb. 19, 20). Ferner zeigt das Modell der großen und kleinen Gewässer des Tieflandes (s. Abb. 21, 22) ebenfalls einen Einfluss von Parametern, die Strahlwirkungseffekte widerspiegeln. Die Qualität der Modelle zu den Tieflandgewässern ist verglichen mit denen des Mittelgebirges jedoch teilweise deutlich geringer. Es lässt sich schließen, dass die Beeinflussung einer Probestelle durch Strahlwirkungseffekte in den Mittelgebirgsgewässern eine etwas größere Bedeutung einnimmt als in Gewässern des Tieflandes. Aufgrund unterschiedlich hoher Strömungsgeschwindigkeiten und damit verbundenen Unterschieden in der Stärke der organismischen Drift – durch die Strahlwirkungseffekte vermutlich hauptsächlich verursacht werden – erscheint dies plausibel.

Insgesamt sind die in den Modellen auftretenden Einflussfaktoren im Vergleich der Typkategorien sehr ähnlich. Auffällig ist, dass die lokale Situation (v.a. die Gewässerstrukturgüte) in den großen Gewässern des Mittelgebirges einen deutlich höheren Einfluss erkennen lässt als in den kleinen Gewässern des Mittelgebirges, die in erster Linie durch die Beschaffenheit des Einzugsgebietes beeinflusst werden. Außerdem scheint die Ausprägung der Uferstreifen für die Gewässer des Tieflandes eher von Bedeutung zu sein als für die Gewässer des Mittelgebirges.

Bezüglich der Maßnahmenklassen, die zur Verringerung der Defizite in den Gewässern des Einzugsgebietes geeignet sind, lässt sich insgesamt ableiten, dass sowohl hydromorphologische Maßnahmen (H) als auch Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und zur Beseitigung von Rückstau (D/R) sowie siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen (S) notwendig sind. Während in den großen Gewässern des Mittelgebirges v.a. hydromorphologische Maßnahmen und Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und Beseitigung von Rückstau für die Zielerreichung von Bedeutung sind, lassen die kleinen Gewässer des Mittelgebirges überwiegend Bedarf an Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und Beseitigung von Rückstau sowie an siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen erkennen. In den Gewässern des Tieflandes ist überwiegend Handlungsbedarf bezüglich der Hydromorphologie angezeigt. Zudem spielen auch in diesen Gewässern Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und Beseitigung von Rückstau eine wesentliche Rolle für die Verbesserung des Ökologischen Zustandes.

4.1.2 Fischfauna

Die komprimierten multivariaten statistischen Ergebnistabellen für die Fischfauna sind in den Abbildungen 23 bis 34 dargestellt.

Insgesamt wird ersichtlich, dass die Qualität der Modelle überwiegend als mäßig bis gut eingestuft werden kann, wobei die Modelle für die kleinen Gewässer des Mittelgebirges eine höhere Qualität aufweisen (gut bis sehr gut). Die analysierten Umweltvariablen erklären somit überwiegend einen mäßigen bis großen Anteil des Bewertungsergebnisses (FIBS-Gesamtbewertung). Die typspezifischen Modelle für die kleinen Gewässer des Mittelgebirges lassen sogar eine sehr hohe statistische Erklärungskraft erkennen (s. Abb. 33, 34). Da anhand der betrachteten Parameter für die kleinen Gewässer des Tieflandes und die großen Gewässer des Mittelgebirges (beinhalten große Gewässer des Tieflandes) separat keine aussagekräftigen signifikanten Modelle erstellt werden konnten, wurden diese Datensätze in einem Modell zusammengefasst. Dieses zeigt zumindest eine mäßige Erklärungskraft des biologischen Bewertungsergebnisses (s. Abb. 31, 32).

Zusammengefasst betrachtet lassen sich aus den dargestellten statistischen Modellen v.a. folgende planungsrelevante Einflussfaktoren ableiten, die die FIBS-Gesamtbewertung an einer Probestelle signifikant beeinflussen:

- Querbauwerksdichte im Teileinzugsgebiet
- Organische Belastung im Bereich der Probestelle (Saprobie)
- Gewässerstrukturgüteverteilung im Teileinzugsgebiet
- Wiederbesiedlungspotenzial im näheren Ober- und Unterlauf und im Teileinzugsgebiet
- Rückstau im Bereich der Probestelle
- Gewässerstrukturgüte im Bereich der Probestelle
- Gewässerstrukturgüte ober- und unterhalb der Probestelle
- Entfernung naturnaher Abschnitte ober- und unterhalb der Probestelle
- Durchgängigkeit

Neben der lokalen Hydromorphologie und organischen Belastung sowie großflächigen Einflussfaktoren des Einzugsgebietes sind damit auch bezüglich der Fischfauna Parameter von Bedeutung, die eindeutig auf Einflüsse durch Strahlwirkungseffekte hindeuten. Diese spiegeln sich insbesondere in der Gewässerstrukturgüte ober- und unterhalb der Probestelle

sowie im Wiederbesiedlungspotenzial und in der Entfernung naturnaher Abschnitte ober- und unterhalb wider. Positive Strahlwirkungseffekte treten demnach sowohl aufwärts als auch abwärts gerichtet auf.

In nahezu allen dargestellten Modellen sind die zu diesen „Strahlwirkungsfaktoren“ gehörenden Parameter mit einem mehr oder weniger starken Einfluss auf das Bewertungsergebnis abgebildet (die grünen Markierungen kennzeichnen diese Parameter in den Modellen).

Es ist erkennbar, dass diese Faktoren für die FIBS-Bewertung in unterschiedlich stark degradierten Gewässerabschnitten von Bedeutung sind. In gut bis sehr gut strukturierten Bereichen (GSGK 1-3, s. Abb. 25, 26) übt das Wiederbesiedlungspotenzial im Teileinzugsgebiet einen signifikanten Einfluss aus, sofern deutliche saprobielle Belastungen im Modell nicht berücksichtigt werden. Darin zeigt sich, dass die Bewertung der Fischfauna in gut strukturierten Bereichen durch das im Einzugsgebiet vorhandene Arteninventar beeinflusst wird. Insbesondere für die Bewertung von strukturell mäßig ausgestatteten Abschnitten (GSGK 4/5) scheinen Strahlwirkungseffekte von Bedeutung zu sein, v.a. aus dem näheren Ober- und Unterlauf (s. Abb. 27, 28). In stark degradierten Gewässerabschnitten (GSGK 6/7) wird die FIBS-Bewertung durch „Strahlwirkungsfaktoren“ demgegenüber nur geringfügig beeinflusst (s. Abb. 29, 30); die lokale Gewässerstruktur hat einen deutlich größeren Einfluss. Während Bereiche mit GSGK 6 zumindest bedingt aufgewertet werden können, kann in Abschnitten mit GSGK 7 durch Strahlwirkungseffekte keine gute Bewertung erzielt werden.

Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen
gesamter Datensatz (n=219)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	Modul Saprobie	GSGK 7 im P-TEZG	GSGK 6/7 im P-TEZG	GSGK 4/5 im P-TEZG	GSGK (gesamt)	HP Sohlstruktur	GSGK 500m UH	GSGK 500m OH	FE Uferbewuchs (Mittel)	GSGK 1-3 im P-TEZG	FE Uferstreifen (Mittel)	GSGK 1/2 im P-TEZG
Wirkung						 	 	 	 	 		 	
Maßnahmenklasse	D/R	S,D/R	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

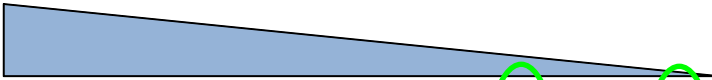
Qualität des statistischen Modells: mäßig bis gut

Abb. 23: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (gesamter Datensatz)

Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen

Saprobie gut / sehr gut (n=136)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	GSGK 7 im P-TEZG	GSGK 6/7 im P-TEZG	GSGK 4/5 im P-TEZG	GSGK (gesamt)	HP Sohlstruktur	FE Uferstreifen (Mittel)	GSGK 2000m OH	FE Uferbewuchs (Mittel)	WBP UH
Wirkung				 	 	 	 	 	
Maßnahmen-klasse	H	H	H	H	H	H	H	H	D/R,S, H

Qualität des statistischen Modells: mäßig

Abb. 24: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (gesamter Datensatz, Saprobie gut / sehr gut)**Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen**

GSGK 1-3 (n=72)

Parameter	GSGK 6/7 im P-TEZG
Wirkung	
Maßnahmen-klasse	H

Qualität des statistischen Modells: mäßig bis gut

Abb. 25: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 1-3)

Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen

GSGK 1-3, Saprobie gut / sehr gut (n=49)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	GSGK 7 im P-TEZG	WBP im P-TEZG (Mittel)
Wirkung		
Maßnahmenklasse	H	D/R,S, H

Qualität des statistischen Modells: mäßig

Abb. 26: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 1-3, Saprobie gut / sehr gut)**Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen**

GSGK 4/5 (n=73)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	GSGK 7 im P-TEZG	Modul Saprobie	GSGK 4/5 im P-TEZG	HP Längsprofil	HP Sohlstruktur	GSGK (gesamt)	GSGK 2000m OH	Entfernung GSGK 1-3 OH	FE Uferbewuchs (Mittel)
Wirkung					 	 	 	 		 
Maßnahmenklasse	D/R	H	S,D/R	H	H	H	H	H	H	H

Qualität des statistischen Modells: gut

Abb. 27: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 4/5)

Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen

GSGK 4/5, Saprobie gut / sehr gut (n=47)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	GSGK 6/7 im P-TEZG	Durchgängige Gewässerstrecke (Hauptgewässer)	GSGK 2000m OH	FE Uferstreifen (Mittel)	Entfernung GSGK 1-3 OH	WBP im P-TEZG (Mittel)	WBP UH	WBP OH
Wirkung								
Maßnahmen-klasse	H	D/R	H	H	H	D/R,S, H	D/R,S, H	D/R,S, H

Qualität des statistischen Modells: mäßig

Abb. 28: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 4/5, Saprobie gut / sehr gut)

Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen

GSGK 6/7 (n=74)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	GSGK 7 im P-TEZG	GSGK 1-3 im P-TEZG	GSGK 1/2 im P-TEZG	GSGK 5000m OH	GSGK (gesamt)
Wirkung					
Maßnahmen-klasse	H	H	H	H	H

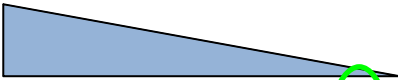
Qualität des statistischen Modells: mäßig bis gut

Abb. 29: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 6/7)

Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen

GSGK 6/7, Saprobie gut / sehr gut (n=40)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	GSGK 1-3 im P-TEZG	FE Uferstreifen (Mittel)	GSGK (gesamt)	HP Sohlstruktur	GSGK 500m OH
Wirkung		 	 	 	 
Maßnahmen-klasse	H	H	H	H	H

Qualität des statistischen Modells: mäßig

Abb. 30: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (GSGK 6/7, Saprobie gut / sehr gut)**Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen**

MG / TL große und TL kleine (n=74)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	Entfernung GSGK 1/2 OH	GSGK 7 im P-TEZG
Wirkung		
Maßnahmen-klasse	H	H

Qualität des statistischen Modells: mäßig

Abb. 31: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (große Gewässer des Mittelgebirges/Tieflandes und kleine Gewässer des Tieflandes)

Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen

MG / TL große und TL kleine, Saprobie gut / sehr gut (n=61)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	Entfernung GSGK 1/2 OH	GSGK 6/7 im P-TEZG
Wirkung		
Maßnahmen-klasse	H	H

Qualität des statistischen Modells: mäßig

Abb. 32: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (große Gewässer des Mittelgebirges/Tieflandes und kleine Gewässer des Tieflandes, Saprobie gut / sehr gut)**Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen**

MG kleine (n=145)

Einfluss des Parameters (Tendenz)

Parameter	Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)	Modul Saprobie	GSGK 7 im P-TEZG	GSGK 6/7 im P-TEZG	GSGK 5000m OH	GSGK 2000m OH	GSGK 5000m UH	GSGK 4/5 im P-TEZG	GSGK 1/2 im P-TEZG	Rückstau	FE Uferbewuchs (Mittel)	HP Sohlstruktur
Wirkung												
Maßnahmen-klasse	D/R	S,D/R	H	H	H	H	H	H	H	D/R	H	H

Qualität des statistischen Modells: gut bis sehr gut

Abb. 33: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (kleine Gewässer des Mittelgebirges)

Planungsrelevante Parameter, die FIBS-gesamt signifikant beeinflussen

MG kleine, Saprobie gut / sehr gut (n=75)

Einfluss des Parameters (Tendenz)



Parameter	Wirkung	Maßnahmen-klasse
GSGK 5000m UH		H
GSGK 6/7 im P-TEZG		H
GSGK 7 im P-TEZG		H
WBP UH		D/R,S, H
Entfernung GSGK 1-3 UH		H
Rückstau		D/R
Modul Saprobie		S,D/R
Entfernung GSGK 1/2 OH		H
Anzahl Querbauwerke im P-TEZG (pro km)		D/R

Qualität des statistischen Modells:

gut

Abb. 34: Planungsrelevante signifikante Parameter für die FIBS-Gesamtbewertung (kleine Gewässer des Mittelgebirges, Saprobie gut / sehr gut)

Bei der Analyse der typspezifischen Modelle wird ersichtlich, dass „Strahlwirkungsfaktoren“ in den kleinen Gewässern des Mittelgebirges erheblich zur Erklärung der FIBS-Bewertung beitragen (s. Abb. 33, 34). Auffällig ist, dass dieser Einfluss offensichtlich aufwärts von größerer Bedeutung ist als abwärts. Im Modell für die Gewässer der anderen Typkategorien ist hingegen die Entfernung zu naturnahen Abschnitten oberhalb der Probestelle der bedeutendste Parameter (s. Abb. 31, 32). Auch in diesen Gewässern lassen sich somit Strahlwirkungseffekte nachweisen. Die Qualität der Modelle ist verglichen mit denen der kleinen Gewässer des Mittelgebirges jedoch wesentlich geringer.

Insgesamt sind die in den Modellen auftretenden Einflussfaktoren im Vergleich der beiden Datensätze sehr ähnlich. Auffällig ist allerdings, dass Rückstau, Querbauwerke im Teileinzugsgebiet und die organische Belastung in den kleinen Gewässern des Mittelgebirges einen sehr starken Einfluss ausüben, während diese Parameter in den anderen Modellen nicht signifikant in Erscheinung treten. Vermutlich sind diese Unterschiede u.a. durch die verschiedenen, zusammengefassten Typkategorien bedingt.

Bezüglich der Maßnahmenklassen, die zur Verringerung der Defizite in den Gewässern des Einzugsgebietes geeignet sind, lässt sich insgesamt ableiten, dass hydromorphologischen Maßnahmen (H) eine große Bedeutung zukommt. Gleichsam sind Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und zur Beseitigung von Rückstau (D/R) zielführend, u.a. in den kleinen Gewässern des Mittelgebirges. Zudem besteht Handlungsbedarf für siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen (S) zur Verringerung der saprobiellen Belastung.

4.2 Ableitung von Regeln zur Konkretisierung der Bewirtschaftungsplanung (Überblick)

Basierend auf der Auswertung von Boxplots wurden für ausgewählte planungsrelevante Parameter Mindestanforderungen für die Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ abgeleitet. Auch für die nicht bzw. nur geringfügig veränderbaren Rahmenbedingungen wurden solche formuliert, um auch für diese Parameter eine Einschätzung in Bezug auf die Belastungssituation der Einzugsgebiete zu ermöglichen.

Die Regeln wurden in tabellarischer Form für das Makrozoobenthos und die Fischfauna separat aufbereitet, um die komplexen Wirkmechanismen und differenzierte Mindestanforderungen in übersichtlicher und nachvollziehbarer Form als Entscheidungshilfe verfügbar zu machen. Für die Anwendung sind die jeweils strengeren Mindestanforderungen heranzuziehen, die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ führen (s. Kap. 4.3).

Die Regeln sind nach Typkategorien (Fließgewässertypen bzw. Fischgewässertypen) und nach Klassen der Gewässerstrukturgüte differenziert (von oben nach unten). Die Unterscheidung der Gewässertypen ist notwendig, da teilweise sehr deutliche Abweichungen zwischen den Mindestanforderungen für die verschiedenen Typen auftreten und somit eine an die gewässertypspezifischen Besonderheiten angepasste Maßnahmenherleitung vorgenommen werden kann. Die Differenzierung nach Klassen der Gewässerstrukturgüte ergibt sich aus der verschiedenartigen Reaktion der Abschnitte auf Einflüsse des Ober- und Unterlaufes und des Einzugsgebietes sowie der damit in Verbindung stehenden funktionalen Trennung von Strahlursprüngen (= Strahlquellen) und Strahlzielen (= Strahlwege und Trittsteine). Da sich gezeigt hat, dass Abschnitte mit GSGK 1-3 als Strahlursprünge fungieren können, werden Abschnitte mit GSGK 1-3 als potenzielle Strahlursprünge eingestuft. Solche Abschnitte mit GSGK 4/5 reagieren scheinbar sehr gut auf Strahlwirkungseffekte, sodass diese ebenfalls eine eigene Klasse bilden. Stark degradierte Bereiche mit GSGK 6/7 reagieren hingegen deutlich weniger (GSGK 6) bis nahezu gar nicht (GSGK 7) auf derartige Effekte. Daher wurden auch diese in eine eigene Klasse eingeteilt.

Darüber hinaus sind die Tabellen funktional wie folgt gegliedert (von links nach rechts):

- Einordnung eines Gewässerabschnittes/Wasserkörpers
- Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles
- Distanz zwischen Strahlursprung und Strahlziel
- Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges
- Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes
- Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung

Außerdem sind die in den Tabellen enthaltenen Felder mit den Werten für die Mindestanforderungen farblich in drei verschiedene Kategorien eingeteilt:

- Dunkelblau: Parameter in typspezifischen Modellen signifikant
- Mittelblau: Parameter in Gesamtmodellen oder in GSGK-differenzierten Modellen signifikant
- Hellblau: Parameter in statistischen Modellen nicht signifikant, aber anhand der Boxplots überwiegend deutliche Unterschiede zwischen guten bis sehr guten und mäßigen bis schlechten Bewertungen sichtbar

Im Folgenden werden die für das Makrozoobenthos und die Fischfauna abgeleiteten Regeln in Ausschnitten der Tabellen dargestellt. Erläuterungen zu besonderen Kennzeichnungen in den einzelnen Tabellen sind im zweiten Band im Rahmen der differenzierten Regelherleitung sortiert nach Parametern aufgeführt.

4.2.1 Makrozoobenthos

Die für das Makrozoobenthos entwickelte tabellarische Entscheidungshilfe ist in den Tabellen 1 bis 13 abgebildet. Tab. 1 enthält die Zuordnung eines Gewässerabschnittes nach Großlandschaft, Gewässergröße und Gewässerstrukturgüteklasse als ersten Schritt zur Anwendung der tabellarischen Arbeitshilfe. Die übrigen Tabellen geben die konkreten Werte der Mindestanforderungen wieder.

Tab. 1: Zuordnung eines Gewässerabschnittes in Bezug auf das Makrozoobenthos als erster Schritt zur Anwendung der tabellarischen Arbeitshilfe

Großlandschaft	Kategorie der Fließgewässertypen	Fließgewässertypen (BRD)	GSGK-Klasse (gesamt)
Mittelgebirge	kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	Typ 5, 5.1 ⁴⁾ , 7	GSGK 1-3
			GSGK 4/5
			GSGK 6/7
	große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	Typ 9	GSGK 1-3
			GSGK 4/5
			GSGK 6/7
Tiefland	kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	Typ 11 ⁴⁾ , 14, 16, 18, 19 ⁴⁾	GSGK 1-3
			GSGK 4/5
			GSGK 6/7
	große Gewässer des Tieflandes (TL große)	Typ 17	GSGK 1-3
			GSGK 4/5
			GSGK 6/7

Tab. 2 und 3 enthalten die Mindestanforderungen für solche Gewässerabschnitte, die bezüglich des Makrozoobenthos als Strahlziele klassifiziert sind. Die Bewertung des Moduls „Saprobie“ sollte mindestens gut sein und es sollten keine signifikanten toxischen Belastungen vorliegen. Die Gewässerstrukturgüte ausgewählter Parameter der Sohle und der Ufer sollte je nach Typkategorie zwischen 2 bis 3 und 6 betragen (s. Tab. 2).

Tab. 2: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles für das Makrozoobenthos (Teil 1)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Saprobie	Gewässerstrukturgüte			
		Modul Saprobie	HP Sohlstruktur	HP Längsprofil	FE Uferbewuchs (Mittel)	FE Uferstreifen (Mittel)
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	mind. gut	mind. 6	mind. 5	mind. 4	mind. 6
	GSGK 6/7					
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	mind. gut	mind. 5	mind. 6	mind. 5	mind. 5
	GSGK 6/7					
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	mind. gut	mind. 5	mind. 6	mind. 2 - 3	mind. 4
	GSGK 6/7					
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	mind. gut	mind. 5	mind. 6	mind. 6	mind. 6
	GSGK 6/7					

Darüber hinaus darf der betrachtete Gewässerabschnitt keine erheblichen Rückstaubereiche aufweisen und die lineare Durchgängigkeit muss gegeben sein (s. Tab. 3).

Tab. 3: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles für das Makrozoobenthos (Teil 2)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Querbauwerke	
		Durchgängigkeit	Rückstau
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 6/7		
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 6/7		
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 6/7		
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 6/7		

Tab. 4 enthält die maximale Reichweite der Strahlwirkung (Distanz zwischen Strahlursprung und Strahlziel), die beim Makrozoobenthos mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nur abwärts bedeutsam ist. Die ermittelten Werte liegen zwischen ca. 3000 m in kleinen Gewässern des Tieflandes und ca. 5000 m in großen Gewässern des Tieflandes.

Tab. 4: Distanz zwischen Strahlursprung und Strahlziel für das Makrozoobenthos

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Reichweite der Strahlwirkung
		max. Reichweite der Strahlwirkung**
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	
	GSGK 4/5	3500 m
	GSGK 6/7	
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3	
	GSGK 4/5	4000 m
	GSGK 6/7	
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	
	GSGK 4/5	3000 m
	GSGK 6/7	
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3	
	GSGK 4/5	5000 m ²⁾
	GSGK 6/7	

Weiterhin enthalten Tab. 5 und 6 die Mindestanforderungen an neu zu schaffende Strahlursprünge. Für diese Bereiche sollte neben der mindestens guten Saprobie auch der Saprobienindex je nach Typkategorie einen bestimmten Wert unterschreiten (<1,6 bis < 2,1) und

es sollten keine signifikanten toxischen Belastungen vorliegen. Außerdem sollte die Gewässerstrukturgüte der ausgewählten Parameter von Sohle und Ufer im Bereich von 2 bis 4 liegen (s. Tab. 5).

Tab. 5: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges für das Makrozoobenthos (Teil 1)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Saprobie		Gewässerstrukturgüte			
		Modul Saprobie	Saprobienindex (neue Version)	HP Sohlstruktur	HP Längsprofil	FE Uferbewuchs (Mittel)	FE Uferstreifen (Mittel)
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	mind. gut	< 1,6	mind. 3	mind. 3	mind. 2	mind. 4
	GSGK 4/5						
	GSGK 6/7						
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3	mind. gut	< 1,8	mind. 3	mind. 3	mind. 3	mind. 4
	GSGK 4/5						
	GSGK 6/7						
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	mind. gut	< 2,0	mind. 3	mind. 3	mind. 2	mind. 3
	GSGK 4/5						
	GSGK 6/7						
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3	mind. gut	< 2,1	mind. 3	mind. 3	mind. 4	mind. 3
	GSGK 4/5						
	GSGK 6/7						

Tab. 6: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges für das Makrozoobenthos (Teil 2)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	räumliche Ausdehnung	Wiederbesiedlungspotenzial (WBP)***	Querbauwerke	
		Länge des Strahlursprunges	WBP (Bewertung dt. Faunaindex, 5-stufig)	Durchgängigkeit	Rückstau
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	400 - 700 m	1 - 2	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3	700 - 1000 m	1 - 2	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	300 - 500 m	1 - 2	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3	500 - 1500 m ²⁾	1 - 2	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				

Ferner muss ein als Strahlursprung fungierender Gewässerabschnitt eine bestimmte Mindestlänge aufweisen, auf der die Anforderungen erfüllt werden (s. Tab. 6). Die Werte liegen zwischen etwa 300 bis 500 m (kleine Gewässer des Tieflandes) und 500 bis 1500 m (große Gewässer des Tieflandes). Von sehr großer Bedeutung ist zudem das Wiederbesiedlungs-

potenzial, das gut bis sehr gut ausgeprägt sein muss. Außerdem sollte der ökologische Zustand (Allgemeine Degradation) gut bis sehr gut sein (aber auch mäßige, nahezu gute Bereiche können als Strahlursprünge fungieren). Ferner muss die Durchgängigkeit gegeben sein und es dürfen keine erheblichen Rückstaubereiche vorhanden sein.

Neben den lokalen Mindestanforderungen an diese funktionalen Abschnitte müssen auch im Einzugsgebiet verschiedene Anforderungen erfüllt werden, um Strahlwirkungseffekte gezielt zur Aufwertung degradierter Gewässerabschnitte nutzen zu können (s. Tab. 7 und 8). Tab. 7 enthält die Verteilung der Gewässerstrukturgüte im Teileinzugsgebiet, durch die der „Gute Ökologische Zustand“ mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit flächendeckend erreicht werden kann. Während strukturell gute bis sehr gute Abschnitte (GSGK 1-3) in Längenanteilen von etwa 25 bis 40 % ausgeprägt sein sollten, sollten schlechte Abschnitte (GSGK 6/7) höchstens zu 20 bis 45 % vorhanden sein und sehr schlechte nur sehr begrenzt auftreten (GSGK 7, 5 bis 15 %).

Tab. 7: Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes für das Makrozoobenthos (Teil 1)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Gewässerstrukturgüte im Einzugsgebiet				
		GSGK 1/2 im P-TEZG	GSGK 1-3 im P-TEZG	GSGK 4/5 im P-TEZG	GSGK 6/7 im P-TEZG	GSGK 7 im P-TEZG
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3				< 20 %	
	GSGK 4/5	> 25 %	> 40 %	> 40 %	< 20 %	< 5 %
	GSGK 6/7				< 20 %	
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 25 %	> 40 %	< 35 %	< 15 %
	GSGK 6/7					
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 25 %	> 30 %	< 45 %	< 15 %
	GSGK 6/7					
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 25 %	> 30 %	< 45 %	< 15 %
	GSGK 6/7					

Des Weiteren zeigt Tab. 8 die Anteile von gutem und sehr gutem Wiederbesiedlungspotenzial, die im Teileinzugsgebiet der betrachteten Gewässerabschnitte vorhanden sein sollten. Etwa die Hälfte der Probestellen im Teileinzugsgebiet sollte zumindest eine gute Bewertung des WBP aufweisen und etwa ein Viertel sogar eine sehr gute (bei repräsentativer Verteilung der Pbst.).

Tab. 8: Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes für das Makrozoobenthos (Teil 2)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Wiederbesiedlungspotenzial (WBP)***	
		Anteil Pbst. mit WBP 1 im P-TEZG****	Anteil Pbst. mit WBP 1/2 im P-TEZG****
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	> 25 %	> 50 %
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3	> 25 %	> 50 %
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	> 25 %	> 50 %
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3	> 25 %	> 50 %
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		

Über die Mindestanforderungen an das Teileinzugsgebiet – die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ im gesamten Bereich ermöglichen – hinaus wurden günstige Bedingungen für Parameter des Einzugsgebietes abgeleitet, die als Grundlage für eine räumlich/zeitliche Priorisierung der Maßnahmenumsetzung herangezogen werden können (s. Tab. 9 bis 12). Insbesondere die Verteilung der Gewässerstrukturgüte und das Wiederbesiedlungspotenzial stellen geeignete Parameter als Grundlage für eine Priorisierung dar, weil diese (unmittelbar) planerisch verändert werden können und somit eine den aktuellen Anforderungen angepasste Priorisierung erlauben. Auch die nicht bzw. kaum veränderbaren Rahmenbedingungen (Flächennutzung, Siedlungswasserwirtschaft) liefern wichtige Grundlagen zur Priorisierung.

Tab. 9 zeigt zunächst die Verteilungen der Gewässerstrukturgüteklassen im Teileinzugsgebiet auf, die als günstige Rahmenbedingungen anzusehen sind. Die Anteile entsprechen den in Tab. 8 enthaltenen Mindestanforderungen.

Tab. 9: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für das Makrozoobenthos (Teil 1)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Gewässerstrukturgüte im Einzugsgebiet				
		GSGK 1/2 im P-TEZG	GSGK 1-3 im P-TEZG	GSGK 4/5 im P-TEZG	GSGK 6/7 im P-TEZG	GSGK 7 im P-TEZG
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3				< 20 %	
	GSGK 4/5	> 25 %	> 40 %	> 40 %	< 20 %	< 5 %
	GSGK 6/7				< 20 %	
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 25 %	> 40 %	< 35 %	< 15 %
	GSGK 6/7					
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 25 %	> 30 %	< 45 %	< 15 %
	GSGK 6/7					
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 25 %	> 30 %	< 45 %	< 15 %
	GSGK 6/7					

Tab. 10 zeigt die Anteile von Probestellen mit gutem und sehr gutem Wiederbesiedlungspotenzial im Teileinzugsgebiet, die als günstige Rahmenbedingungen anzusehen sind. Die abgeleiteten Werte entsprechen den in Tab. 7 enthaltenen Mindestanforderungen. Neben der flächenbezogenen Bewertung des Wiederbesiedlungspotenzials im Teileinzugsgebiet ist die Bewertung des WBP im näheren Oberlauf von entscheidender Bedeutung, da durch diese das Potenzial der vorhandenen Strahlwirkung erkennbar wird. Daher sollte diese Kenngröße bei der Priorisierung der Maßnahmenumsetzung im Detail auch herangezogen werden.

Tab. 10: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für das Makrozoobenthos (Teil 2)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Wiederbesiedlungspotenzial (WBP)***		
		Anteil Pbst. mit WBP 1 im P-TEZG****	Anteil Pbst. mit WBP 1/2 im P-TEZG****	WBP OH
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3			
	GSGK 4/5	> 25 %	> 50 %	1 - 2
	GSGK 6/7			
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3			
	GSGK 4/5	> 25 %	> 50 %	1 - 2
	GSGK 6/7			
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3			
	GSGK 4/5	> 25 %	> 50 %	1 - 2 ³⁾
	GSGK 6/7			
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3			
	GSGK 4/5	> 25 %	> 50 %	1 - 2 ³⁾
	GSGK 6/7			

Die in Bezug auf die Flächennutzung im Teileinzugsgebiet als günstig anzusehenden Werte sind in Tab. 11 aufgeführt. Siedlungsanteile von < 10 bis < 20 % stellen je nach Typkategorie günstige Bedingungen zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ dar. Die für den Waldanteil abgeleiteten Werte liegen zwischen > 25 und > 50 %, Ackeranteil < 5 bis < 40 % und Grünlandanteil zwischen > 15 bis > 25 % und < 20 %. Der Anteil an Grünlandflächen in den Einzugsgebieten der kleinen Gewässer des Mittelgebirges lässt einen negativen Einfluss erkennen, wohingegen diese Nutzungsform – insbesondere im Vergleich zu Siedlungs- und Ackerflächen – in den Einzugsgebieten der übrigen Typkategorien als positiv anzusehen ist.

Tab. 11: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für das Makrozoobenthos (Teil 3)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Flächennutzung im Einzugsgebiet***			
		Siedlungsanteil im P-TEZG	Waldanteil im P-TEZG	Ackeranteil im P-TEZG	Grünlandanteil im P-TEZG
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	< 10 %	> 50 %	< 5 %	< 20 %
	GSGK 4/5			< 5 %	
	GSGK 6/7	< 10 %			
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3	< 10 %	> 50 %	< 15 %	> 25 % ¹⁾
	GSGK 4/5		> 50 %		> 25 % ¹⁾
	GSGK 6/7				
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	< 20 %	> 25 %	< 40 %	> 15 % ¹⁾
	GSGK 4/5		> 25 %		
	GSGK 6/7				
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3	< 20 %	> 30 %	< 30 %	> 20 % ¹⁾
	GSGK 4/5			< 30 %	
	GSGK 6/7				

Tab. 12: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für das Makrozoobenthos (Teil 4)

Kategorie der Fließgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Siedlungswasserwirtschaft im Einzugsgebiet***	
		Einwohnerwerte der KA im P-TEZG (pro ha)	Anzahl Sonderbauwerke im P-TEZG (pro 1000 ha)
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	< 3	< 2
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		
große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	GSGK 1-3	< 3	< 2
	GSGK 4/5		< 2
	GSGK 6/7		
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	< 6	< 3
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		
große Gewässer des Tieflandes (TL große)	GSGK 1-3	< 8	< 3
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		

Abschließend ist in Tab. 12 die Siedlungswasserwirtschaft als flächenbezogener Einflussfaktor aufgeführt. Diesbezüglich sind Werte für die summierten Einwohnerwerte der Kläranlagen in einem Teileinzugsgebiet (pro ha) von < 3 bis < 8 sowie für die Anzahl von Sonderbauwerken im Teileinzugsgebiet (pro 1000 ha) von < 2 bis < 3 als günstige Bedingungen zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ für das Makrozoobenthos an einer Probestelle im Einzugsgebiet anzusehen.

4.2.2 Fischfauna

Die für die Fischfauna entwickelte tabellarische Entscheidungshilfe ist in den Tabellen 13 bis 24 abgebildet. Tab. 13 enthält die Zuordnung eines Gewässerabschnittes nach Großlandschaft, Gewässergröße und Gewässerstrukturgüteklasse als ersten Schritt zur Anwendung der tabellarischen Arbeitshilfe. Die übrigen Tabellen geben die konkreten Werte der Mindestanforderungen wider.

Tab. 13: Zuordnung eines Gewässerabschnittes in Bezug auf die Fischfauna als erster Schritt zur Anwendung der tabellarischen Arbeitshilfe

Großlandschaft	Kategorie der Fischgewässertypen	Fischgewässertypen (FiGt)	GSGK-Klasse (gesamt)
Mittelgebirge	kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	FiGt 01, 02, 03	GSGK 1-3
			GSGK 4/5
			GSGK 6/7
	große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	FiGt 09, 10, 11 ³⁾	GSGK 1-3
			GSGK 4/5
			GSGK 6/7
Tiefland	kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	FiGt 06	GSGK 1-3
			GSGK 4/5
			GSGK 6/7

Tab. 14: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles für die Fischfauna (Teil 1)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Saprobie	Gewässerstrukturgüte				
		Modul Saprobie	GSGK (gesamt)	HP Sohlstruktur	HP Längsprofil	FE Uferbewuchs (Mittel)	FE Uferstreifen (Mittel)
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3						
	GSGK 4/5	mind. gut	mind. 5	mind. 4	mind. 5	mind. 4	mind. 6
	GSGK 6/7				mind. 5		
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3						
	GSGK 4/5	mind. gut	mind. 5	mind. 4	mind. 5	mind. 4	mind. 6
	GSGK 6/7				mind. 5		
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3						
	GSGK 4/5	mind. gut	mind. 5 ²⁾	mind. 4 ²⁾	mind. 5 ²⁾	mind. 4 ²⁾	mind. 6 ²⁾
	GSGK 6/7				mind. 5 ²⁾		

Tab. 14 und 15 enthalten die Mindestanforderungen für Strahlziele bezüglich der Fischfauna. Die Bewertung des Moduls „Saprobie“ sollte mindestens gut sein und es sollten keine signifikanten toxischen Belastungen auftreten. Ferner sollte die Gewässerstrukturgüte ausgewählt

ter Parameter der Sohle und der Ufer je nach Typkategorie zwischen 4 und 6 betragen (s. Tab. 14).

Tab. 15: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlzieles für die Fischfauna (Teil 2)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Querbauwerke	
		Durchgängigkeit	Rückstau
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 6/7	keine Durchgängigkeitsdefizite	
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 6/7	keine Durchgängigkeitsdefizite	
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 6/7	keine Durchgängigkeitsdefizite	

Darüber hinaus darf der betrachtete Gewässerabschnitt keine erheblichen Rückstaubereiche aufweisen und die lineare Durchgängigkeit muss gegeben sein (s. Tab. 15).

Tab. 16 enthält die maximale Reichweite der Strahlwirkung (Distanz zwischen Strahlursprung und Strahlziel), die bei der Fischfauna mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auf- und abwärts bedeutsam ist. Die ermittelten Werte liegen zwischen ca. 1600 m aufwärts und ca. 900 m abwärts für alle Typkategorien.

Tab. 16: Distanz zwischen Strahlursprung und Strahlziel für die Fischfauna

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Reichweite der Strahlwirkung	
		max. Reichweite der Strahlwirkung aufwärts***	max. Reichweite der Strahlwirkung abwärts***
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	1600 m	900 m
	GSGK 6/7		
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	1600 m	900 m ²⁾
	GSGK 6/7	1600 m	
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3		
	GSGK 4/5	1600 m ²⁾	900 m ²⁾
	GSGK 6/7	1600 m ²⁾	

Tab. 17: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges für die Fischfauna (Teil 1)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Saprobie	Gewässerstrukturgüte			
		Modul Saprobie	HP Sohlstruktur	HP Längsprofil	FE Uferbewuchs (Mittel)	FE Uferstreifen (Mittel)
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	mind. gut	mind. 2 - 3	mind. 2 - 3	mind. 3	mind. 3 - 4
	GSGK 4/5					
	GSGK 6/7					
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3	mind. gut	mind. 3	mind. 3	mind. 3	mind. 3
	GSGK 4/5					
	GSGK 6/7					
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	mind. gut	mind. 3 ²⁾	mind. 3 ²⁾	mind. 3 ²⁾	mind. 3 - 4 ²⁾
	GSGK 4/5					
	GSGK 6/7					

Weiterhin enthalten Tab. 17 und 18 die Mindestanforderungen an neu zu schaffende Strahlursprünge. Für diese Gewässerabschnitte sollten neben der mindestens guten Saprobie keine signifikanten toxischen Belastungen vorliegen und die Gewässerstrukturgüte der ausgewählten Parameter sollte im Bereich von 2 bis 3 und 3 bis 4 liegen (s. Tab. 17).

Tab. 18: Mindestanforderungen an die Qualität eines Strahlursprunges für die Fischfauna (Teil 2)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	räumliche Ausdehnung	Wiederbesiedlungspotenzial (WBP)****	Querbauwerke	
		Länge des Strahlursprunges	WBP (Bewertung Arten- und Gildeninventar, 5-stufig)	Durchgängigkeit	Rückstau
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	800 - 2000 m	1 - 2	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3	800 - 2000 m	1 - 2	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	800 - 2000 m ²⁾	1 - 2	keine Durchgängigkeitsdefizite	kein Rückstau
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				

Ferner muss ein als Strahlursprung fungierender Gewässerabschnitt eine bestimmte Mindestlänge aufweisen, auf der die Anforderungen erfüllt werden (s. Tab. 18). Die Werte liegen zwischen etwa 800 bis 2000 m für alle Typkategorien. Von großer Bedeutung ist zudem das Wiederbesiedlungspotenzial, das gut bis sehr gut ausgeprägt sein sollte. Außerdem sollte der ökologische Zustand (FIBS-Gesamtbewertung) gut bis sehr gut sein (aber auch mäßige, nahezu gute Bereiche können als Strahlursprünge fungieren). Außerdem muss die Durchgängigkeit gegeben sein und es dürfen keine erheblichen Rückstaubereiche vorhanden sein.

Neben den lokalen Mindestanforderungen an diese funktionalen Abschnitte müssen auch im Einzugsgebiet verschiedene Anforderungen erfüllt werden, um Strahlwirkungseffekte gezielt zur Aufwertung degradierter Gewässerabschnitte hinsichtlich der Fischfauna nutzen zu können (s. Tab. 19, 20). Tab. 19 enthält die Verteilung der Gewässerstrukturgüte im Teileinzugsgebiet, durch die der „Gute Ökologische Zustand“ hinsichtlich der Fischfauna mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit flächendeckend erreicht werden kann. Während strukturell gute bis sehr gute Abschnitte (GSGK 1-3) in Längenanteilen von etwa 25 bis 30 % ausgeprägt sein sollten, sollten schlechte Abschnitte (GSGK 6/7) höchstens zu 20 bis 30 % vorhanden sein und sehr schlechte nur sehr begrenzt auftreten (GSGK 7, 5 bis 15 %). Zudem zeigt Tab. 20 die Anteile von gutem bis sehr gutem Wiederbesiedlungspotenzial, die im Teileinzugsgebiet der betrachteten Gewässerabschnitte vorhanden sein sollten. Die abgeleiteten Werte liegen zwischen etwa 10 und 25 % (bei repräsentativer Verteilung der Pbst.).

Tab. 19: Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes für die Fischfauna (Teil 1)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Gewässerstrukturgüte im Einzugsgebiet				
		GSGK 1/2 im P-TEZG	GSGK 1-3 im P-TEZG	GSGK 4/5 im P-TEZG	GSGK 6/7 im P-TEZG	GSGK 7 im P-TEZG
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	> 10 %	> 30 %	> 50 % (4 und 5 je 25%)	< 20 %	< 5 %
	GSGK 4/5					
	GSGK 6/7					
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3	> 10 %	> 25 %	> 45 % (4 und 5 je 22,5%)	< 30 %	< 15 %
	GSGK 4/5					
	GSGK 6/7					
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	> 10 %	> 25 %	> 45 % (4 und 5 je 22,5%)	< 30 %	< 15 %
	GSGK 4/5					
	GSGK 6/7					

Tab. 20: Mindestanforderungen an die Qualität des Einzugsgebietes für die Fischfauna (Teil 2)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Wiederbesiedlungspotenzial (WBP)****
		Anteil Pbst. mit WBP 1/2 im P-TEZG*****
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	> 20 %
	GSGK 4/5	
	GSGK 6/7	
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3	> 15 %
	GSGK 4/5	
	GSGK 6/7	
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	> 10 %
	GSGK 4/5	
	GSGK 6/7	

Über die Mindestanforderungen an das Teileinzugsgebiet – die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ im gesamten Bereich ermöglichen – hinaus wurden auch für die Fischfauna günstige Bedingungen für Parameter des Einzugsgebietes abgeleitet, die als Grundlage für eine räumlich/zeitliche Priorisierung der Maßnahmenumsetzung herangezogen werden können (s. Tab. 21 bis 24). Insbesondere die Verteilung der Gewässerstrukturgüte und das Wiederbesiedlungspotenzial stellen geeignete Parameter als Grundlage für eine Priorisierung dar, weil diese (unmittelbar) planerisch verändert werden können und somit eine den jeweils aktuellen Anforderungen angepasste Priorisierung erlauben. Auch die nicht bzw. kaum veränderbaren Rahmenbedingungen (Flächennutzung, Siedlungswasserwirtschaft) liefern wichtige Grundlagen zur Priorisierung.

Tab. 21 enthält die Verteilung der Gewässerstrukturgüteklassen im Teileinzugsgebiet, die als günstige Rahmenbedingung anzusehen ist. Die Anteile entsprechen den in Tab. 19 enthaltenen Mindestanforderungen.

Tab. 21: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für die Fischfauna (Teil 1)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Gewässerstrukturgüte im Einzugsgebiet				
		GSGK 1/2 im P-TEZG	GSGK 1-3 im P-TEZG	GSGK 4/5 im P-TEZG	GSGK 6/7 im P-TEZG	GSGK 7 im P-TEZG
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 30 %	> 50 % (4 und 5 je 25%)	< 20 %	< 5 %
	GSGK 6/7					
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 25 %	> 45 % (4 und 5 je 22,5%)	< 30 %	< 15 %
	GSGK 6/7					
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3					
	GSGK 4/5	> 10 %	> 25 %	> 45 % (4 und 5 je 22,5%)	< 30 %	< 15 %
	GSGK 6/7					

Tab. 22 zeigt die Anteile von Probestellen mit mindestens gutem Wiederbesiedlungspotenzial im Teileinzugsgebiet, die als günstige Rahmenbedingungen anzusehen sind. Die abgeleiteten Werte entsprechen den in Tab. 20 enthaltenen Mindestanforderungen. Neben der flächenbezogenen Bewertung des Wiederbesiedlungspotenzials im Teileinzugsgebiet ist die Bewertung des WBP im näheren Ober- und Unterlauf hinsichtlich der Fischfauna von entscheidender Bedeutung. Daher sollte diese Kenngröße bei der Priorisierung der Maßnahmenumsetzung im Detail auch herangezogen werden. Während überwiegend Bereiche mit gutem bis sehr gutem WBP priorisiert werden sollten, ist in großen Gewässern des Mittelgebirges in Bezug auf die Schaffung von Strahlursprüngen (GSGK 1-3) ein mäßiges WBP im Ober- oder Unterlauf ausreichend.

Tab. 22: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für die Fischfauna (Teil 2)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Wiederbesiedlungspotenzial (WBP)****		
		Anteil Pbst. mit WBP 1/2 im P-TEZG*****	WBP OH	WBP UH
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	> 20 %	1 - 2	1 - 2
	GSGK 4/5		1 - 2	
	GSGK 6/7	> 20 %	1 - 2	
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3	> 15 %	1 - 3	1 - 3
	GSGK 4/5	> 25 %	1 - 2	1 - 2
	GSGK 6/7	> 25 %	1 - 2	
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	> 10 %	1 - 2	1 - 2
	GSGK 4/5		1 - 2	
	GSGK 6/7	> 10 %	1 - 2	

Tab. 23: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für die Fischfauna (Teil 3)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Flächennutzung im Einzugsgebiet****			
		Siedlungsanteil im P-TEZG	Waldanteil im P-TEZG	Ackeranteil im P-TEZG	Grünlandanteil im P-TEZG
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	< 10 %	> 35 %	< 5 %	k.A. ¹⁾
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3	< 15 %	> 35 %	< 20 %	> 20 % ¹⁾
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	< 10 %	> 30 %	< 40 %	> 10 % ¹⁾
	GSGK 4/5				
	GSGK 6/7				

Die bezüglich der Flächennutzung im Teileinzugsgebiet als günstig anzusehenden Werte sind in Tab. 23 aufgeführt. Siedlungsanteile von < 10 bis < 15 % stellen je nach Typkategorie günstige Bedingungen zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ dar. Die für den Waldanteil abgeleiteten Werte liegen zwischen > 30 und > 35 %, für den Ackeranteil zwischen < 5 bis < 40 % und für den Grünlandanteil bei > 10 und > 20 %.

Tab. 24: Grundlagen für die räumliche/zeitliche Priorisierung und Planung für die Fischfauna (Teil 4)

Kategorie der Fischgewässertypen	GSGK-Klasse (gesamt)	Siedlungswasserwirtschaft im Einzugsgebiet****	
		Einwohnerwerte der KA im P-TEZG (pro ha)	Anzahl Sonderbauwerke im P-TEZG (pro 1000 ha)
kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	GSGK 1-3	< 3	< 2
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		
große Gewässer des Mittelgebirges* (MG große)	GSGK 1-3	< 8	< 3
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		
kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	GSGK 1-3	< 3	< 3
	GSGK 4/5		
	GSGK 6/7		

Abschließend ist in Tab. 24 die Siedlungswasserwirtschaft als flächenbezogener Einflussfaktor aufgeführt. Diesbezüglich sind Werte für die summierten Einwohnerwerte der Kläranlagen in einem Teileinzugsgebiet (pro ha) von < 3 bis < 8 sowie für die Anzahl von Sonderbauwerken im Teileinzugsgebiet (pro 1000 ha) von < 2 bis < 3 als günstige Bedingungen zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ für die Fischfauna an einer Probestelle im Einzugsgebiet anzusehen.

4.3 Anwendung der regelbasierten Entscheidungshilfe im Einzugsgebiet der Eifel-Rur (Überblick)

In Anlehnung an die regelbasierte Entscheidungshilfe wurden sämtliche Gewässer im Einzugsgebiet der Eifel-Rur betrachtet. Abb. 35 veranschaulicht die Vorgehensweise exemplarisch anhand eines fiktiven Wasserkörpers in einem kleinen Gewässer des Mittelgebirges. Zur Ermittlung des notwendigen Maßnahmenbedarfs wird ein Abgleich zwischen den Wirkmechanismen und Mindestanforderungen in Bezug auf das Makrozoobenthos und die Fischfauna vorgenommen. Maßgebend für die Ableitung des Handlungsbedarfs sind die jeweils strengeren Anforderungen. Daraus ergibt sich der konzeptionell insgesamt notwendige Maßnahmenbedarf, der zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ für den Wasserkörper voraussichtlich notwendig ist. Neben den lokalen Ausprägungen von Besiedlung und Hydromorphologie innerhalb des Wasserkörpers spielen auch großräumigere Einflussfaktoren innerhalb des Einzugsgebietes eine wesentliche Rolle, die es bei der Maßnahmenplanung zu berücksichtigen gilt.

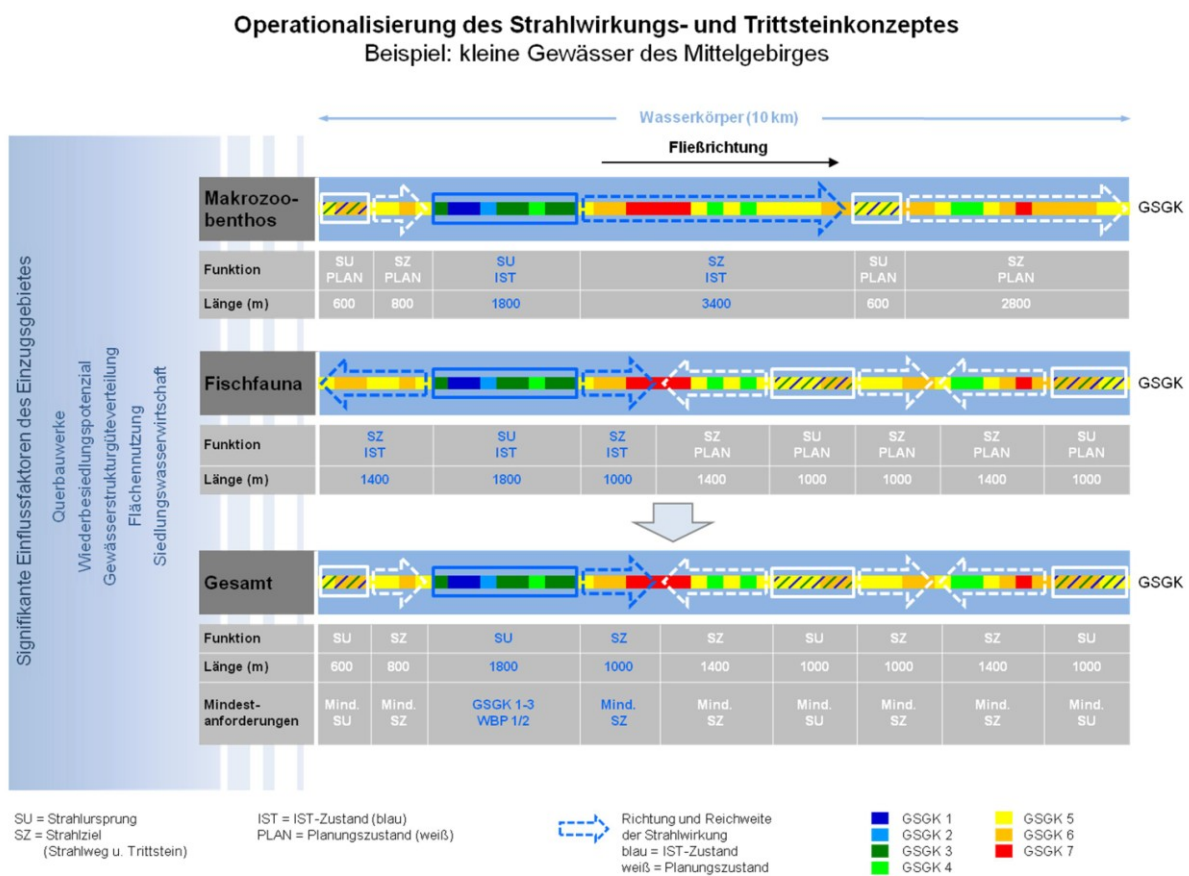


Abb. 35: Operationalisierte Vorgehensweise zur Ermittlung des Maßnahmenbedarfs zur Erreichung des „Guten Ökologischen Zustandes“ am Beispiel eines Wasserkörpers in einem kleinen Gewässer des Mittelgebirges

Entsprechend dieser Vorgehensweise wurden die Gewässer im Einzugsgebiet der Eifel-Rur einzeln analysiert.

Grundlage war zunächst die Lokalisierung von bereits vorhandenen, aktiven und potenziellen Strahlursprüngen innerhalb der Gewässersysteme. **Aktive Strahlursprünge** sind solche Abschnitte, die in die Klasse „GSGK 1-3“ einzuordnen sind und dauerhaft ein „Wiederbesiedlungspotenzial“ von sehr gut bis gut (WBP 1 bis 2) aufweisen. **Potenzielle Strahlursprünge** gehören ebenfalls der Klasse „GSGK 1-3“ an, das „Wiederbesiedlungspotenzial“ ist jedoch mäßig und schlechter (WBP 3 bis 5) oder unbekannt (k.A.). Diese Einstufungen ergeben sich aus der hohen Bedeutung des „Wiederbesiedlungspotenzials“ zur Charakterisierung von Strahlwirkungseffekten. Insbesondere Bereiche mit sehr guten bis guten Bewertungen lassen deutliche Effekte auf benachbarte Gewässerabschnitte erkennen (vgl. Kap. 4.2).

Ausgehend von den Strahlursprüngen wurden unter Berücksichtigung der maximalen Reichweite der Strahlwirkung mögliche **Strahlziele** identifiziert sowie Bereiche für neu zu schaffende Strahlursprünge konzeptionell lokalisiert. Während die Ausweisung vorhandener Strahlursprünge für das Makrozoobenthos und die Fischfauna getrennt vorgenommen wurde, wurden bei der Planung von Strahlursprüngen und -zielen die jeweils strengeren Kriterien der sensibleren Qualitätskomponente zugrunde gelegt (z.B. Mindestqualitäten, Ausdehnung, Distanzen).

Zur Berücksichtigung der großräumigen Belastungssituation wurden darüber hinaus die generierten Priorisierungsräume nach der Gewässerstrukturgüteverteilung (IST- und ZIEL-Zustand) im Priorisierungsraum und nach dem „Wiederbesiedlungspotenzial“ im Teileinzugsgebiet (IST-Zustand) kategorisiert. Entsprechend der Verknüpfung vom Wiederbesiedlungspotenzial mit der Gewässerstrukturgüte in Tab. 25 wurden die genannten Räume in eine von drei Kategorien eingeteilt. Während die Kategorie I einen relativ geringen Zielabstand und somit wenig Handlungsbedarf anzeigt, lässt die Kategorie III einen hohen Maßnahmenbedarf erkennen.

Die Ergebnisse der konzeptionellen Anwendung der Entscheidungshilfe im Einzugsgebiet sind in der beiliegenden Karte dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass zahlreiche Strahlursprünge vorhanden sind, wobei die Mehrzahl der Abschnitte als potenzielle Strahlursprünge anzusehen sind, da in diesen Bereichen keine validen Datensätze zur Beschreibung des Wiederbesiedlungspotenzials vorliegen oder die Besiedlung nicht typspezifisch ausgeprägt ist. Während die räumliche Konzentration der vorhandenen (aktiven und potenziellen) Strahlursprünge in der Mittelgebirgsregion liegt, finden sich solche Gewässerabschnitte im Tiefland lediglich vereinzelt. Dementsprechend ist die Anzahl der neu zu schaffenden Strahlursprünge im Tiefland insgesamt deutlich größer.

Tab. 25: Kategorisierung der Priorisierungsräume nach Wiederbesiedlungspotenzial und Gewässerstrukturgüteverteilung

Wiederbesiedlungspotenzial (WBP) im P-TEZG (Makrozoobenthos/Fische oder Fische/Makrozoobenthos)	Abweichung der GSGK-Verteilung im IST-Zustand vom ZIEL-Zustand	Kategorie
++ / ++	keine bis hoch	I
++ / +	keine bis gering	I
	mäßig bis hoch	II
+ / +	keine bis gering	I
	mäßig bis hoch	II
++ / - oder k.A.	keine bis hoch	II
+ / - oder k.A.	keine bis gering	II
+ / - oder k.A.	mäßig bis hoch	III
- oder k.A. / - oder k.A.	keine bis gering	II
	mäßig bis hoch	III

- ++ Das Teileinzugsgebiet erfüllt die Anforderungen an das WBP (Anteil WBP 1 und 2 weicht höchstens geringfügig von den Mindestanforderungen ab)
- + Geringe bis mäßige Abweichungen von den Anforderungen an das WBP (Anteil WBP 1 und 2 deutlich geringer als in den Mindestanforderungen, zumindest WBP 2 aber vorhanden)
- Deutliche Abweichungen von den Anforderungen an das WBP (WBP 1 und 2 fehlen)
- k.A. Keine validen typspezifischen Daten zur Charakterisierung des WBP vorhanden

Einzelne Gewässersysteme im Tiefland, wie z.B. das Merzbachsystem, weisen einen besonders hohen Maßnahmenbedarf auf. Auch im Mittelgebirge gibt es jedoch zumindest Teile von Gewässersystemen, die einen relativ hohen Handlungsbedarf erkennen lassen, z.B. Teile des Olefsystems.

Tab. 26: Anzahl vorhandener aktiver und potenzieller Strahlursprünge des Makrozoobenthos differenziert nach Fließgewässertypkategorien

Großlandschaft	Fließgewässertypkategorie	Anteil der Typkategorie im EZG	Strahlursprung	Anzahl
Mittelgebirge	kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	40 %	aktiv	14
			potenziell	77
	große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	14 %	aktiv	6
			potenziell	12
Tiefland	kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	38 %	aktiv	4
			potenziell	26
	große Gewässer des Tieflandes (TL große)	8 %	aktiv	4
			potenziell	2

Tab. 26 enthält eine Übersicht über die Anzahl der vorhandenen aktiven und potenziellen Strahlursprünge hinsichtlich des Makrozoobenthos. Es wird deutlich, dass der größte Anteil dieser Abschnitte auch bei alleiniger Betrachtung des Makrozoobenthos im Mittelgebirge – insbesondere in den kleinen Gewässern – zu finden ist. Zumindest in den kleinen Gewässern des Tieflandes ist jedoch auch eine relativ hohe Anzahl potenzieller Strahlursprünge vorhanden, wohingegen solche Gewässerabschnitte in den großen Gewässern des Tieflandes nur in geringer Anzahl vertreten sind. Insgesamt sind über 80 % der in Bezug auf das Makrozoobenthos ausgewiesenen Strahlursprünge als potenzielle Strahlursprünge anzusehen. 28 Strahlursprünge wurden als „aktiv“ eingestuft.

Darüber hinaus sind in Tab. 27 die vorhandenen Strahlursprünge in Bezug auf die Fischfauna aufgeführt. Es wird ersichtlich, dass auch hier die meisten Abschnitte in den kleinen Gewässern des Mittelgebirges verortet sind. Ebenso ist ein relativ hoher Anteil potenzieller Strahlursprünge in den kleinen Gewässern des Tieflandes vorhanden. Insgesamt sind auch bezüglich der Fischfauna über 80 % der vorhandenen Strahlursprünge als potenziell einzustufen. Es wurden 21 aktive Strahlursprünge ermittelt.

Tab. 27: Anzahl vorhandener aktiver und potenzieller Strahlursprünge der Fischfauna differenziert nach Fischgewässertypkategorien

Großlandschaft	Fischgewässertypkategorie	Anteil der Typkategorie im EZG	Strahlursprung	Anzahl
Mittelgebirge	kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	38 %	aktiv	15
			potenziell	83
	große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)*	22 %	aktiv	6
			potenziell	17
Tiefland	kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	36 %	aktiv	0
			potenziell	24

* Die als große Gewässer des Mittelgebirges ausgewiesenen Fischgewässertypen im Einzugsgebiet der Rur beinhalten auch die großen Gewässer des Tieflandes, da diese in der Fischgewässertypologie als mittelgebirgsgeprägte Typen eingestuft sind

Insgesamt wurden im Einzugsgebiet der Eifel-Rur neun Bereiche lokalisiert, die sowohl in Bezug auf das Makrozoobenthos als auch in Bezug auf die Fischfauna mit großer Sicherheit als aktive Strahlursprünge angesehen werden können. Sechs dieser Gewässerabschnitte befinden sich in den kleinen Gewässern des Mittelgebirges und drei in den großen Gewässern des Tieflandes (bzw. in den großen Gewässern des Mittelgebirges bezüglich der Fischfauna).

Aus den vorliegenden Ergebnissen ergibt sich zusammengefasst für die Gewässer des Mittelgebirges ein geringer bis mäßiger und für die Gewässer des Tieflandes ein großer Handlungsbedarf. Neben der Erreichung der abgeleiteten Mindestbedingungen in den Gewässerabschnitten, die als Strahlziele ausgewiesen wurden, sollten an etwa 137 weiteren Gewässerabschnitten die Mindestanforderungen für Strahlursprünge erzielt werden, um mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit flächendeckend den „Guten Ökologischen Zustand“ erreichen zu können (s. Tab. 28). Der funktional größte Maßnahmenbedarf ergibt sich für die kleinen Gewässer des Tieflandes, in denen mehr als die Hälfte der neu zu schaffenden Strahlursprünge verortet wurde.

Tab. 28: Anzahl neu zu schaffender Strahlursprünge differenziert nach Fließgewässertypkategorien

Großlandschaft	Fließgewässertypkategorie	Anteil der Typkategorie im EZG	Anzahl
Mittelgebirge	kleine Gewässer des Mittelgebirges (MG kleine)	40 %	29
	große Gewässer des Mittelgebirges (MG große)	14 %	16
Tiefland	kleine Gewässer des Tieflandes (TL kleine)	38 %	77
	große Gewässer des Tieflandes (TL große)	8 %	15

Neben der Schaffung von neuen Strahlursprüngen sollten verstärkt auch vorhandene potenzielle Strahlursprünge genutzt werden, um defizitäre Gewässerabschnitte unter Berücksichtigung von Strahlwirkungs- und Trittsteineffekten aufzuwerten. Dazu sollten diese Abschnitte zunächst gezielt in Ihrer Funktionalität validiert und ggf. optimiert werden sowie die Mindestbedingungen für eine effektive Aufwertung von defizitären Bereichen durch Strahlwirkungs- und Trittsteineffekte geschaffen werden.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- ASTERICS/PERLODES (2008): ASTERICS - einschließlich PERLODES - Deutsches Bewertungssystem auf Grundlage des Makrozoobenthos. Version 3.1.1. Software und Software-Handbuch für die deutsche Version. - Stand Mai 2008. Verfügbar unter: www.fliessgewaesserbewertung.de
- BUNZEL-DRÜKE, M., SCHÜTZ, C. & O. ZIMBALL (2008): Untersuchungen zum Einfluss naturnah umgestalteter Flussabschnitte auf die Fischfauna ausgebauter Gewässer am Beispiel der Lippe. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 54-62.
- DIEKMANN, M., DUSSLING, U. & R. BERG (2005): Handbuch zum fischbasierten Bewertungssystem für Fließgewässer (FIBS). Hinweise zur Anwendung. - Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg (FFS), Langenargen. Verfügbar unter: www.lvvg-bw.de
- DRL, Deutscher Rat für Landespflege e. V. (2008): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81.
- DUSSLING, U. (2007): FIBS 8.0.4 – Softwareanwendung zum Bewertungsverfahren aus dem Verbundprojekt zur Entwicklung eines Bewertungsschemas zur ökologischen Klassifizierung von Fließgewässern anhand der Fischfauna gemäß EG-WRRL. Stand April 2007. - Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg (FFS), Langenargen. Verfügbar unter: www.lvvg-bw.de
- EG, Europäische Gemeinschaft (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. - Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L 327 vom 22. Dezember 2000.
- HERING, D., JANUSCHKE, K., LORENZ, A., SUNDERMANN, A., ANTONS, C. & P. HAASE (2008): Bewertung von Revitalisierungsmaßnahmen an Gewässern. - In: DLR, Deutscher Rat für Landespflege, Hrsg.: Verbesserungsmöglichkeiten für die biologische Vielfalt in ausgebauten Gewässerabschnitten. - Tagungsmappe zur Fachtagung am 24. Nov. 2008, Bonn.
- KAIL, J. & M. HALLE (2008): Identifizierung und Quantifizierung des Strahlwirkungskonzeptes an Fließgewässern und Bemessung von Entwicklungskorridoren. - In: DLR, Deutscher Rat für Landespflege, Hrsg.: Verbesserungsmöglichkeiten für die biologische Vielfalt in ausgebauten Gewässerabschnitten. - Tagungsmappe zur Fachtagung am 24. Nov. 2008, Bonn.

- KOENZEN, U. (2008): Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern – Hinweise für gezielte Maßnahmen zur Kompensation von Strukturdefiziten unter Berücksichtigung der Strahlwirkung. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 35-42.
- LACOMBE, J. (2008): Die Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens – Besonderheiten der Mittelgebirge. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 81-85.
- LEYER, I. & K. WESCHE (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie. Eine Einführung. - Heidelberg.
- LORENZ, A. (2008): Wiederbesiedlung und potenzielle Strahlwirkung am Beispiel des Makrozoobenthos. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 63-66.
- LOZÁN, J. L. & H. KAUSCH (2007): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. - Hamburg.
- MEIER, C., HAASE, P., ROLAUFFS, P., SCHINDEHÜTTE, K., SCHÖLL, F., SUNDERMANN, A. & D. HERING (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung. Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie. - Stand Mai 2006. Verfügbar unter: www.fliesssgewaesserbewertung.de
- MEIER, C., BÖHMER, J., ROLAUFFS, P. & D. HERING (2006): Kurzdarstellungen „Bewertung Makrozoobenthos“ & „Core Metrics Makrozoobenthos“. - Stand Mai 2006. Verfügbar unter: www.fliesssgewaesserbewertung.de
- MEYER, E. I. (2008): Wiederbesiedlung sommertrockener Gewässer – Hinweise zu Mechanismen und Potenzialen der Strahlwirkung. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 106-112.
- MUNLV, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW, Hrsg. (2007): Erarbeitung von Instrumenten zur gewässerökologischen Beurteilung der Fischfauna. - MUNLV, Düsseldorf. Verfügbar unter: www.flussgebiete.nrw.de
- NIEMANN, A. & U. KOENZEN (2008): Unterstützung der Strahlwirkung durch Maßnahmen an Fließgewässern im Zusammenhang mit der Regenwasserbehandlung. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 128-134.
- Planungsbüro Koenzen (2009): Effizienzmonitoring Baumaßnahmen – Kirchberg, Millich Körrenzig, Jülich. - Unveröff. Gutachten im Auftrag des Wasserverbandes Eifel-Rur (WVER), Düren.

- Planungsbüro Koenzen (2009): Monitoring an der Wurm bei Frelenberg – In Anlehnung an den „Leitfaden zur Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern“. - Unveröff. Gutachten im Auftrag des Wasserverbandes Eifel-Rur (WVER), Düren.
- PODRAZA, P. (2008): Strahlwirkung in Fließgewässern – erste Herleitungen aus vorliegenden Untersuchungen und Empfehlungen zur Methodik weitergehender Auswertungen. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 21-25.
- POPP, H. & O. LEHR (2008): Renaturierungsprojekte in Hessen am Beispiel der Wisper und der Nidda – Versuch einer Erfolgsbewertung. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 93-95.
- POTTGIESSER, T. & M. SOMMERHÄUSER (2006): Aktualisierung der Steckbriefe der bundes-deutschen Fließgewässertypen. Erste Überarbeitung Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. - Stand November 2006.
- POTTGIESSER, T. & M. SOMMERHÄUSER (2008): Aktualisierung der Steckbriefe der bundes-deutschen Fließgewässertypen (Teil A) und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente (Teil B). - Stand April 2008.
- SCHATTMANN, A. (2008): Einschätzungen zu den Anforderungen an Strahlquellen – Fließgewässer des Mittelgebirges (Typ 5). - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 86-92.
- SCHIMMER, H. (2008): Die Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens – Besonderheiten im Tiefland. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 43-46.
- SCHMUTZ, S., MELCHER, A., MUHAR, S., ZITEK, A., POPPE, M., TRAUTWEIN, C. & M. JUNGWIRTH (2008): MIRR - Model-based Instrument for River Restoration - Entwicklung eines strategischen Instruments zur integrativen Bewertung ökologischer Restaurationsmaßnahmen an Fließgewässern. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 119-122.
- SCHÜTZ, C., NEITZKE, A. & M. BUNZEL-DRÜKE (2008): Anmerkungen zur Fernwirkung strukturell intakter Fließgewässerabschnitte auf die Fischfauna. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 29-34.
- SOMMERHÄUSER, M. & R. HURCK (2008): Aufbau des Arteninventars in isolierten, renaturierten Gewässerabschnitten im städtischen Bereich – Trittsteine und Strahlwirkung im Emschergebiet. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 101-105.

- SPÄH, H. (2001): Fischereibiologisches Gutachten Rur – Bereich Luchtenberg-Orsbeck, Bereich Rurdorfer Wehr, Rurmonitoring Düren und Jülich und Wehr Köttenich bis Pierer Wald. - Unveröff. Gutachten im Auftrag von Viebahn & Sell Landschaftsplanung, Witten.
- SPÄH, H. (2007): Schadensgutachten Gewässerschäden Rur und Mühlengräben. - Unveröff. Gutachten im Auftrag des Wasserverbandes Eifel-Rur (WVER), Düren.
- SPÄH, H. (2008): Schadensgutachten Gewässerschäden Rur und Mühlengräben – Fischbestandsuntersuchungen Frühjahr 2008. - Unveröff. Gutachten im Auftrag des Wasserverbandes Eifel-Rur (WVER), Düren.
- SCHARBERT, A., STAAS, ST. & A. MÜLLER (2007): Gewässerökologische Untersuchung zu den Auswirkungen der Einleitung von Sumpfungswässern auf die Fischfauna und das Makrozoobenthos der Inde – Zwischenbericht zu den Untersuchungsjahren 2006 und 2007. - Unveröff. Gutachten im Auftrag der RWE Power AG, Köln.
- Viebahn & Sell Landschaftsplanung und Gewässerentwicklung (2001): Modellprojekt Ökologisches Monitoring der Rur – Vergleichende Effizienzkontrolle der Umgestaltung, Entfesselung und Unterhaltungsaufgabe an ausgewählten Flussabschnitten. Berichtsjahr 2001. - Unveröff. Gutachten im Auftrag des Wasserverbandes Eifel-Rur (WVER), Düren.
- Viebahn & Sell Landschaftsplanung und Gewässerentwicklung (2002): Modellprojekt Ökologisches Monitoring der Rur – Vergleichende Effizienzkontrolle der Umgestaltung, Entfesselung und Unterhaltungsaufgabe an ausgewählten Flussabschnitten. Abschlussbericht 1993 - 2001. - Unveröff. Gutachten im Auftrag des Wasserverbandes Eifel-Rur (WVER), Düren.
- Viebahn & Sell Landschaftsplanung und Gewässerentwicklung (2002): RIPARIA – Retentionsoptimierung in priorisierten Abschnitten der Rur-Inde-Auen im deutsch-niederländischen Grenzraum. Teilprojekt 1: Retentionsraumplanung Untere Rur. CDs. - Unveröff. Gutachten im Auftrag des Wasserverbandes Eifel-Rur (WVER) unter Federführung von Viebahn & Sell.
- VÖLKER, J. & D. BORCHARDT (2007): Hydromorphologische Bedingungen und deren Wechselwirkungen mit der Makrozoobenthosbesiedlung – Ergebnisse und Schlussfolgerungen für die Umsetzung der WRRL in Bezug auf die Monitoringplanung und im Hinblick auf lokale, regionale und überregionale Umweltziele. Abschlussbericht. -Gutachten im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Universität Kassel. Verfügbar unter: www.usf.uni-kassel.de

- WAGNER, F. & J. ARLE (2008): Zusammenhang zwischen ökologischem Zustand und der Gewässerstruktur – Hinweise auf eine mögliche Strahlwirkung. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 123-127.
- WEYER, K. VAN DE (2008): Aquatische Makrophyten in Fließgewässern des Tieflandes – Mögliche Maßnahmen zur Initiierung der Strahlwirkung. - Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 81, 67-70.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ASTERICS	AQEM/STAR Ecological River Classification System
BRD	Bundesrepublik Deutschland
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
D/R	Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit und zur Beseitigung von Rückstau
DRL	Deutscher Rat für Landespflege
EG-WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
EZG	Einzugsgebiet
FE	Funktionale Einheit
F+E-Vorhaben	Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
FIBS	fischbasiertes Bewertungssystem
FiGt	Fischgewässertyp
ggf.	gegebenenfalls
GIS	Geographisches Informationssystem
GSG	Gewässerstrukturgüte
GSGK	Gewässerstrukturgüteklasse
H	hydromorphologische Maßnahmen
HP	Hauptparameter
i.S.	im Sinne
k.A.	keine Angabe(n)
Kap.	Kapitel
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
m	Meter
max.	maximal(e)
MG große	große Gewässer des Mittelgebirges
MG kleine	kleine Gewässer der Mittelgebirges
mind.	mindestens
MUNLV	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
n	Umfang der Stichprobe
NRW	Nordrhein-Westfalen
OH	oberhalb
oR	ohne Referenz
Pbst.	Probestelle(n)
PERLODES	Deutsches Bewertungssystem auf Grundlage des Makrozoobenthos
P-TEZG	Probestellen-Teileinzugsgebiet
R ²	Bestimmtheitsmaß
S	siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen
s.	siehe
Tab.	Tabelle
TL große	große Gewässer des Tieflandes
TL kleine	kleine Gewässer des Tieflandes
UH	unterhalb
v.a.	vor allem
vgl.	vergleiche
WBP	Wiederbesiedlungspotenzial
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
z.B.	zum Beispiel