

TEXTE

132/2025

Forschungsbericht

Den Gewässern Raum zurückgeben

Ein bundesweites Flächenziel für die Gewässerentwicklung

von:

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

Tanja Pottgiesser
umweltbüro essen Bolle und Partner GbR, Essen

unter Mitarbeit von:

Stefan Schmidt, Christian Albert
Ruhr-Universität Bochum, Leibniz Universität Hannover

Sandra Greassidis, Harro Stolpe

Ruhr-Universität Bochum

Christian Jolk

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 132/2025

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3721 24 202 0
FB001813

Forschungsbericht

Den Gewässern Raum zurückgeben

Ein bundesweites Flächenziel für die
Gewässerentwicklung

von

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

Tanja Pottgiesser
umweltbüro essen Bolle und Partner GbR, Essen

unter Mitarbeit von:

Stefan Schmidt, Christian Albert
Ruhr-Universität Bochum, Leibniz Universität Hannover

Sandra Greassidis, Harro Stolpe
Ruhr-Universität Bochum

Christian Jolk
Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

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

Durchführung der Studie:

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

Abschlussdatum:

Juni 2025

Redaktion:

Fachgebiet II 2.4 Binnengewässer
Stephan Naumann

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-7894>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Oktober 2025

Zitationsvorschlag:

Müller, A., J. Kranl & T. Pottgiesser (2025): Den Gewässern Raum zurückgeben – Ein bundesweites Flächenziel für die Gewässerentwicklung. - Umweltbundesamt Hrsg. -UBA-Texte 132/2025: 91 Seiten, Dessau.

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

Kurzbeschreibung: Den Gewässern Raum zurückgeben

Ausgehend von der LAWA-Verfahrensempfehlung zur Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs für die Entwicklung von Fließgewässern (LAWA 2019c) wurde eine Methode entwickelt, mit der für alle Fließgewässer Deutschlands auf der Grundlage bundesweit einheitlich vorliegender Daten (Wasserkörper, Gewässernetz, biozönotischer Fließgewässertypen, Teileinzugsgebietsgrößen) der Gesamtflächenbedarf zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele ermittelt werden konnte. Die Anwendung der Methode und anschließende Extrapolation auf das bundesdeutsche Gesamtgewässernetz zeigen plausibel einen Bedarf und damit ein Flächenziel von etwa 2 % der Landesfläche für die Gewässerentwicklung an.

Es konnte gezeigt werden, dass innerhalb der berechneten Korridore die gewässertypischen Strukturen und Habitate eigendynamisch so weit ausgebildet werden können, dass die gewässerstrukturellen Orientierungswerte eingehalten und die Gewässermorphologie einer Erreichung der Bewirtschaftungsziele gemäß WRRL nicht entgegensteht.

Da Flächen entlang von Gewässern aktuell vielfältig genutzt werden und diese Nutzungen häufig längerfristigen Bestand haben und restriktiv auf eine mögliche Gewässerentwicklung wirken können, sind diese Nutzungen im Rahmen konkreter Gewässerentwicklungsplanungen zu berücksichtigen. Daher werden Möglichkeiten und Instrumente der Flächensicherung beschrieben sowie Synergien zu Planungen oder Richtlinien anderer Fachressorts (z. B. Natur- oder Hochwasserschutz), die ebenfalls im konkreten Planungsprozess genutzt werden können.

Abstract: More Space for Rivers

Based on the LAWA recommendation for determining the type-specific area required for the development of watercourses (LAWA 2019c), a method was developed which allowed for the determination of the area required to achieve the management objectives for all watercourses in Germany using nationwide available data (waterbodies, watercourse network, biocenotic watercourse types, sub-catchment sizes). The application of this method and subsequent extrapolation to the entire German river network plausibly indicates a need and thus a target area of around 2% of the national territory for river development.

It could be shown that within the calculated corridors the typical watercourse structures and habitats can be developed to such an extent that the watercourse structural orientation values are complied with, and river morphology does not prevent the achievement of the management objectives in accordance with the WFD.

As areas along watercourses are currently used in a variety of ways and these uses are often long-term and can have a restrictive effect on possible river development, these uses must be considered in the context of specific development plans. Therefore, options and instruments for securing land are described as well as synergies with other objectives (nature conservation, flood protection) that can also be helpful in the concrete planning process.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	6
Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis.....	11
Formelverzeichnis	13
Abkürzungsverzeichnis.....	14
Zusammenfassung.....	16
Summary	20
1 Einleitung	24
2 Begriffserläuterungen	27
3 Beurteilung der bundesweiten Datenverfügbarkeit zur Anwendung des LAWA- Verfahrens zur Berechnung des typspezifischen Flächenbedarfs	29
3.1 Beschreibung des LAWA-Verfahrens (LAWA 2019c) zur Berechnung des typspezifischen Flächenbedarfs	29
3.2 Benötigte Datengrundlagen	33
3.2.1 Berechnung der hpn Gewässerbettbreite	33
3.2.2 Datenerfordernisse zur Bestimmung der hpn Gewässerbettbreite	34
3.2.3 Berechnung der hpn Gewässerentwicklungskorridorbreiten	36
3.2.4 Datenerfordernisse zur Bestimmung der hpn Gewässerentwicklungskorridorbreiten	38
3.2.5 Datenerfordernisse zur Berücksichtigung der Bewirtschaftungsziele	38
3.3 Fazit	38
4 Entwicklung einer Methode zur Berechnung des typspezifischen Flächenbedarfs aller Fließgewässer Deutschlands	40
4.1 Prinzip	40
4.2 Datengrundlagen	40
4.3 Vorgehensweise	41
4.3.1 Bestimmung der mittleren und bordvollen Abflüsse	41
4.3.1.1 Verschneidung der Teil-Einzugsgebiete mit hydrogeologischen Großräumen	41
4.3.1.2 Zuordnung von Gewässersegmenten und Teil-Einzugsgebiete	42
4.3.1.3 Bestimmung des mittleren Abflusses M_Q	44
4.3.1.4 Bestimmung des bordvollen Abflusses	44
4.3.2 Anpassung der Nachschlagetabellen aus LAWA (2019c)	44
4.3.3 Durchführung der Berechnungen	47
4.3.4 Abschätzung der Genauigkeit der Berechnungen	48

4.3.5	Implementierung eines Korrekturfaktors	49
5	Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse	50
5.1	Ableich mit Länderdaten	50
5.1.1	Datengrundlage und Vorgehensweise	50
5.1.2	Ergebnisse.....	51
5.2	Plausibilisierung anhand der gewässerstrukturellen Orientierungswerte	57
5.2.1	Konzeptionelle Grundlagen der Plausibilisierung	57
5.2.2	Datengrundlagen und Vorgehensweise	58
5.2.3	Ergebnisse.....	59
6	Flächenbedarf zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der Fließgewässer in Deutschland	62
6.1	Flächenbedarf für den sehr guten ökologischen Zustand der berechneten berichtspflichtigen Fließgewässer	63
6.2	Flächenbedarf der Bewirtschaftungsziele gemäß WRRL der berechneten berichtspflichtigen Fließgewässer	64
6.2.1	Flächenbedarf für den guten ökologischen Zustand (GÖZ)	64
6.2.1.1	Mittlere Korridorbreiten für den guten ökologischen Zustand.....	65
6.2.2	Abschätzung des Flächenbedarfs für das gute ökologische Potenzial (GÖP)	66
6.2.2.1	Flächenbedarf für das gute ökologische Potenzial (GÖP) erheblich veränderter Fließgewässer	66
6.2.2.2	Flächenbedarf für das gute ökologische Potenzial (GÖP) künstlicher Fließgewässer	68
6.3	Flächenbedarf der berichtspflichtigen Fließgewässer zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der verschiedenen Gewässerkategorien	68
6.4	Flächenbedarf der nicht berichtspflichtigen Fließgewässer Deutschlands	68
6.5	Flächenbedarf aller Fließgewässer Deutschlands	72
6.6	Flächenziel für die Fließgewässer Deutschlands.....	73
7	Operationalisierung eines bundesweiten Flächenziels	74
7.1	Diskussion des Flächenziels.....	74
7.2	Aktuelle Flächennutzung und weitere Flächenansprüche.....	75
7.3	Ebenen einer Operationalisierung des Flächenziels	76
7.3.1	Harmonisierung mit anderen gesellschaftlichen Zielen.....	76
7.3.2	Rechtliche Sicherung des Flächenziels	78
7.3.3	Operationalisierung in der konzeptionellen Gewässerentwicklungsplanung	81
7.3.4	Planung konkreter Gewässerentwicklungsmaßnahmen	82
8	Quellenverzeichnis.....	86
A	Anhang	89

A.1	Detaillierte Darstellungen der typspezifischen Flächenbedarfe der berichtspflichtigen Fließgewässer in den zehn Flussgebietseinheiten in Deutschland.....	90
-----	---	----

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verschiedene Fließgewässer brauchen unterschiedlichen Raum.....	29
Abbildung 2:	Eingangsparameter und ihre Verwendung bei der Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite nach LAWA (2019c).	30
Abbildung 3:	Heutiger potenziell natürlicher Gewässerkorridor (grün) als symmetrischer Puffer um den aktuellen Gewässerverlauf (blau) und dem heutigen potenziell natürlichen Gewässerbett (hellblau).....	31
Abbildung 4:	Amplitude und Mäanderlänge eines Gewässers (aus LAWA 2019c).	37
Abbildung 5:	Schematische Darstellung von Amplitude, Gewässerkorridorbreite und Gewässerentwicklungskorridorbreite (aus LAWA 2019c).....	37
Abbildung 6:	Auswahl der Teileinzugsgebiete, die ein Gewässersegment berührt.....	43
Abbildung 7:	Unterstes Teileinzugsgebiet des Gewässersegments.....	43
Abbildung 8:	Alle Teileinzugsgebiete, die durch das Gewässersegment entwässert werden.....	44
Abbildung 9:	Verhältnis der hier berechneten Korridorbreiten zu denen vergleichbarer berichtspflichtiger Fließgewässer in Mecklenburg-Vorpommern.....	52
Abbildung 10:	Vergleich der Gesamtflächenbedarfe vergleichbarer berichtspflichtiger Gewässer in Mecklenburg-Vorpommern...52	
Abbildung 11:	Verhältnisse verschiedener Eingangsgrößen der Berechnungen.	53
Abbildung 12:	Verhältnis der hier berechneten Korridorbreiten zu denen vergleichbarer berichtspflichtiger Fließgewässer in Thüringen.	54
Abbildung 13:	Vergleich der Gesamtflächenbedarfe vergleichbarer berichtspflichtiger Gewässer in Thüringen.....	55
Abbildung 14:	Verhältnisse verschiedener Eingangsgrößen der Berechnungen.	56
Abbildung 15:	Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung der Einzugsgebietsgrößen im Bereich 1 bis 10 km ² Größe.	70
Abbildung 16:	Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung der Einzugsgebietsgrößen im Bereich 1 bis 10 km ² Größe.	71
Abbildung 17:	Flächennutzung in Deutschland (Stand 31.12.2022).....	75
Abbildung 18:	Kulisse der typkonformen Schutz- und Entwicklungskorridore an Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern.	78

Abbildung 19:	Kartendarstellung der Gewässerentwicklungsflächen in Mecklenburg-Vorpommern.....	82
Abbildung 20:	Gewässerentwicklungsfläche (blau) mit morphologischer Aue (grün) und anthropogenen Restriktionen (Ocker, transparent)	84

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Schritte und Teilschritte zur Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs nach LAWA (2019c).....	32
Tabelle 2:	Kenngößen und Quellen der Nachschlagewerte der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c).....	45
Tabelle 3:	Typische Talbodengefälle des morphologischen Typs „grobmaterialreiche Kerb- und Klammtalgewässer“ (K_g) gemäß LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019c).	46
Tabelle 4:	Typische Talbodengefälle des morphologischen Typs „grobmaterialreiche Sohlenkerbtalgewässer „(S_g) gemäß LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019c).	46
Tabelle 5:	Spannweiten des typischen Talbodengefalles in Promille für verschiedene Fließgewässertypen.	47
Tabelle 6:	Gewässertyp(gruppen) mit größten möglichen relativen Fehlern.....	49
Tabelle 7:	Typspezifische Laufkrümmungen und Windungsgrade zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands.	59
Tabelle 8:	Breiten und Flächeninhalte der Gewässerentwicklungskorridore zur Unterstützung des guten ökologischen Zustands, ermittelt auf Grundlage eines gewässerstrukturellen Orientierungswerts von „3“ für die LAWA-Typen 5 und 14 und den Windungsgrad „geschwungen“.	60
Tabelle 9:	Typspezifische Breiten und Flächeninhalte der Gewässerentwicklungskorridore (gemäß LAWA 2019c) für die LAWA-Typen 5 und 14 zur Unterstützung des sehr guten ökologischen Zustands.	60
Tabelle 10:	Vergleich der Flächeninhalte der Gewässerentwicklungskorridore für den guten ökologischen Zustand der LAWA-Typen 5 und 14.....	61
Tabelle 11:	Übersicht der berechneten typspezifischen Flächenbedarfe des sehr guten ökologischen Zustands der berichtspflichtigen Fließgewässer in den zehn Flussgebietseinheiten in Deutschland.....	63
Tabelle 12:	Übersicht der berechneten Flächenbedarfe für den guten ökologischen Zustand der berichtspflichtigen Fließgewässer in den zehn Flussgebietseinheiten in Deutschland.	64
Tabelle 13:	Mittlere Entwicklungskorridorbreiten für den guten ökologischen Zustand.....	65
Tabelle 14:	Prozentualer Flächenanteil der typspezifischen Gewässerentwicklungsfläche im GÖP unter Berücksichtigung der HMWB-Belastungsfallgruppe (LAWA 2019c).	66

Tabelle 15:	Breiten der Gewässerentwicklungskorridore für verschiedene Einzugsgebietsgrößen der drei häufigsten Bachtypen.	69
Tabelle 16:	Landesrechtliche Regelungen zur Flächensicherung.....	78
Tabelle 17:	Zusammenstellung von Instrumenten zur Flächensicherung. .	84

Formelverzeichnis

Formel 1:	Berechnung der hpn-Gewässerbreite B.	34
Formel 2:	Berechnung des Wertes von QWIK.	34
Formel 3:	Berechnung der hpn-Gewässerbreite B für $B/t=30$ und $m = 1.34$	
Formel 4:	Berechnung der hpn-Gewässerbreite B für $B/t=30$ und $m = 5.34$	
Formel 5:	Berechnung der Mäanderlänge (LAWA 2019c, S. 61 f.).	38
Formel 6:	Berechnung der Amplitude des Mäanders (LAWA 2019c, S. 63 ff.).	38
Formel 7:	Berechnung der Gewässerkorridorbreite (LAWA 2019c, S. 67 f.).....	38
Formel 8:	Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite (LAWA 2019c, S. 69 f.).	38
Formel 9:	Mäanderlänge (M_L) als Funktion der hpn Gewässerbreite (B).58	
Formel 10:	Amplitude (A) als Funktion von Mäanderlänge (M_L) und Windungsgrad (W).....	58
Formel 11:	Breite des Gewässerkorridors (B_K) als Summe von Amplitude (A) und hpn Gewässerbreite (B).	58
Formel 12:	Breite des Gewässerentwicklungskorridors (B_{EK}) als Produkt von Breite des Gewässerkorridors (B_K) und Dynamikfaktor (1,25).....	58

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AWB	artificial waterbody = künstlicher Wasserkörper
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BauGB	Baugesetzbuch
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BRD	Bundesrepublik Deutschland
char.	charakteristisch
EPSG	European Petroleum Survey Group
EZG	Einzugsgebiet
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FlurbG	Flurbereinigungsgesetz
GBK	Gebietskennzahl
GEK	Gewässerentwicklungskonzept
GÖP	gutes ökologisches Potenzial
GÖZ	guter ökologischer Zustand
HMWB	heavily modified waterbody = erheblich veränderter Wasserkörper
HÖP	höchstes ökologisches Potenzial
hpn	heutige potenziell natürliche ... (z. B. Gewässerbreite, Sohlgefälle, ...)
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
KNEF	Konzept zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern
LANUV	Landesamts für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz NRW
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LfU	Landesamts für Umwelt Rheinland-Pfalz
LSG	Landschaftsschutzgebiete

Abkürzung	Erläuterung
LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
max.	maximal
min.	minimal
M_Q	mittlerer Abfluss
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MZB	Makrozoobenthos
NHWSP	Nationales Hochwasserschutzprogramm
NSG	Naturschutzgebiet
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
OW	(gewässerstruktureller) Orientierungswert
QWIK	Hilfsgröße zur Berechnung der h _{pn} Gewässerbreite, steht für „Q“ (Abfluss), Wurzel I (Sohlgefälle), K (Rauheitsbeiwert K _{st}), siehe Formel 2
ROG	Raumordnungsgesetz
SÖZ	sehr guter ökologischer Zustand
TLUBN	Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz
UBA	Umweltbundesamt
VoSa HyMo	Teil-Vorhabens- und Sanierungspläne Hydromorphologie
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie

Zusammenfassung

Intakte Flusslandschaften erfüllen eine Vielzahl materieller und immaterieller Grundbedürfnisse, indem sie z. B. zur Gesundheit und Sicherheit beitragen oder die wirtschaftliche Entwicklung und soziale Interaktionen der Menschen fördern. Damit gehören Fließgewässer und ihre Auen zu den wertvollsten Landschaftsarten.

Die Erbringung dieser Ökosystemleistungen ist aber davon abhängig, dass die ökologischen Funktionen der Flusslandschaft intakt sind. Fließgewässern mehr Raum zur Entwicklung zu überlassen, um einen naturraumtypischen oder zumindest naturnäheren Zustand des Gewässers zu fördern und so die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers wiederherzustellen und zu verbessern, kann das Dargebot vieler Ökosystemleistungen positiv beeinflussen (Schmidt und Albert 2025).

Von Natur aus benötigen Bäche und Flüsse Platz, um in ihrem typischen, meist geschwungenen Verlauf durch die Landschaft zu fließen, damit Bäume am Ufer stehen können und die Gewässer bei kleineren und größeren Hochwässern ihr Bett verlassen und sich in ihre Aue ergießen können. Dabei haben nicht alle Fließgewässer den gleichen Raumanspruch: je nach Größe ihres Einzugsgebiets, der von ihnen transportierten Wassermenge sowie der Breite und dem Gefälle des Tals in dem sie fließen, bilden sie unterschiedlich große Windungen aus und beanspruchen damit unterschiedlich viel Raum.

Durch den Ausbau der Fließgewässer und die Nutzungen in ihrem Umfeld, die nicht selten bis an die Böschungsoberkante heranreichen, haben die meisten Fließgewässer in Deutschland ihren natürlichen Raum weitgehend oder sogar vollständig eingebüßt. Nur knapp 6.000 km oder 7,8 % der Fließgewässer können noch als gewässerstrukturell unverändert oder als gering verändert bezeichnet werden, mit einer Strukturklasse von 1 oder 2. 70.000 Kilometer der kartierten Fließgewässerstrecke in Deutschland weisen dagegen Strukturklassen von 3 bis 7 auf und gelten daher als mäßig bis vollständig verändert. Die Strukturen und Habitate, die die Fließgewässer natürlicherweise ausbilden würden, wie Bänke und Kolke, Schnellen und Stillen, Uferunterstände und Totholzansammlungen, sind hier zumeist nicht mehr anzutreffen. Damit fehlt dann auch besiedelbarer Lebensraum, was sich in Defiziten der biologischen Qualitätskomponenten widerspiegelt.

Zielsetzung des Vorhabens

In Deutschland besteht derzeit ein hohes Umsetzungsdefizit bei Gewässerentwicklungsmaßnahmen. Um die gesetzlich erforderlichen Bewirtschaftungsziele zu erreichen, wird es daher im dritten Bewirtschaftungszyklus der WRRL notwendig sein, in einem erheblichen Umfang hydromorphologische Maßnahmen zur Minderung dieser gewässerstrukturellen Defizite zu planen und umzusetzen.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine effektive Zielerreichung ist die Möglichkeit der eigendynamischen und typkonformen, d. h. dem Raumanspruch des Gewässers entsprechenden Gewässerentwicklung (Naumann et al. 2016). Dieser Raumanspruch ist – in Abhängigkeit von der Art des Bewirtschaftungsziels, des Fließgewässertyps und der Art der durch die jeweiligen Maßnahmen zu kompensierenden Strukturdefizite – mehr oder weniger groß.

Methodische Grundlagen

Für die Ermittlung dieses Raumanspruchs ist von der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) die Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“ (LAWA 2019c) entwickelt worden, die bundesweit erprobt und auch bereits von einigen Bundesländern für die dortigen berichtspflichtigen Fließgewässer angewendet

worden ist. Die LAWA-Verfahrensempfehlung beschreibt eine Methodik, mit der für natürliche und erheblich veränderte Fließgewässer der jeweilige typspezifische Flächenbedarf zur Erreichung des jeweiligen Bewirtschaftungsziels unter Verwendung grundlegender hydraulischer Beziehungen näherungsweise bestimmt werden kann. Minimale Datengrundlage für die Berechnung sind:

- Biozönotischer Fließgewässertyp (LAWA-Typ)
- Morphologischer Fließgewässertyp
- Lauftyp
- Talbodengefälle
- Bordvoller Abfluss

Mit diesen Daten sowie verschiedenen, aus in dem LAWA-Vorhaben erarbeiteten Nachschlagetabellen, z.B. zum typspezifischen Windungsgrad, wird zunächst eine typspezifische, heutige potenziell natürliche Gewässerbreite berechnet. Mit dieser kann wiederum aufgrund empirisch ermittelter, hydromorphologischer Beziehungen die Breite eines typspezifischen Gewässerentwicklungskorridors bestimmt werden, innerhalb dessen sich das Gewässer frei entwickeln und alle typgemäßen Strukturen und Formen ausbilden kann.

Praktische Umsetzung auf Grundlage eines bundesweit einheitlichen Datensatzes

Da die genannten Datengrundlagen nicht bundesweit einheitlich verfügbar sind, wurde ausgehend von der LAWA-Verfahrensempfehlung eine vereinfachte Methodik entwickelt, die als Eingangsgrößen lediglich ein Gewässernetz, die den Wasserkörpern zugewiesenen biozönotischen Fließgewässertypen, die (Teil-)Einzugsgebietsgrößen und die hydrogeologischen Großräume benötigt.

Mit dieser vereinfachten Datengrundlage kann das o.a. LAWA-Verfahren näherungsweise angewendet werden. Durch systematische Fehleranalysen wurde abgeschätzt, wie groß die Abweichung zu einer Berechnung gemäß LAWA (2019c) ausfallen kann. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine Genauigkeit von rund 90 % erwartet werden kann.

Nach Anwendung der Methodik auf das nach WRRL berichtspflichtige Gewässernetz wurden die für die Gewässerabschnitte ermittelten Gewässerentwicklungskorridorbreiten sowie verschiedene verfahrensspezifische Kenngrößen mit Daten der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, NRW, Rheinland-Pfalz und Thüringen verglichen. In allen vier Ländern waren Gewässerentwicklungskorridore nach der LAWA-Verfahrensempfehlung berechnet worden. Diese Plausibilitätsprüfung ergab, dass die mit der vereinfachten Methode bestimmten Korridorbreiten im Mittel um 15 % größer ausfielen, als die für identische Gewässerstrecken in den jeweiligen Ländern berechneten Ergebnisse. Grund dafür ist, dass einige in der vereinfachten Methode verwendeten Nachschlagewerte jeweils so beschaffen sind, dass sie zu entsprechend größere Korridorbreiten führen. Aus diesem Grund wurden die mit der vereinfachten Methode berechneten Werte mit einem entsprechenden Korrekturfaktor versehen.

Plausibilisierung der gewässerstrukturellen Orientierungswerte

Durch Verknüpfung der von Pottgiesser (2025) abgeleiteten gewässerstrukturellen Orientierungswerte mit sich aus dem LAWA-Verfahren ergebenden Entwicklungskorridorbreiten konnte gezeigt werden, dass letztere so groß sind, dass Strukturen und Habitate eigendynamisch ausgebildet werden können, welche die gewässerstrukturellen

Orientierungswerte erfüllen und so die Gewässermorphologie einer Zielerreichung nicht entgegensteht.

Ein bundesweites Ziel für die Gewässerentwicklung

Mit der hier entwickelten Methode wurde der Flächenbedarf für die Erreichung bzw. Unterstützung der Bewirtschaftungsziele (i. d. R. „guter ökologischer Zustand“ für natürliche und „gutes ökologisches Potenzial“ für erheblich veränderte Fließgewässer) für die bundesdeutschen Fließgewässer in mehreren Schritten ermittelt.

- ▶ Die Gesamtlänge der Fließgewässer in Deutschland beträgt 592.772 km.
- ▶ Davon fallen 137.028 km unter die Berichtspflicht gemäß WRRL.
 - Für 17.913 km der berichtspflichtigen Fließgewässer sind die Verfahren zur Bestimmung der typspezifischen Gewässerentwicklungskorridorbreite als Grundlage für die Berechnung des Flächenbedarfs nicht bzw. nicht sinnvoll anwendbar (künstliche Gewässer, Ströme und weitere Bundeswasserstraßen, rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse und Marschengewässer).
 - Für 101.727 km Gewässerstrecke wurden plausible Berechnungen durchgeführt.
 - Auf weitere 9.800 km Gewässerstrecke wurden die Berechnungsergebnisse extrapoliert, da hier erforderliche Datengrundlagen nicht verfügbar waren.
 - Für die insgesamt 111.527 km berichtspflichtigen Fließgewässer, für die die Verfahren anwendbar sind, ergibt sich daraus ein an den Bewirtschaftungszielen ausgerichteter Flächenbedarf von 7.574 km².
- ▶ 455.742 km Gewässerstrecken gelten als nicht berichtspflichtig mit Einzugsgebieten < 10 km².
 - Die Verfahren zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite sind für sie theoretisch anwendbar, es fehlen aber die für die Berechnung erforderlichen Typinformationen.
 - Daher wurden mit hochsignifikanten Näherungsformeln typspezifische Korridorbreiten in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsgröße berechnet.
 - Durch Übertragung der bei den berichtspflichtigen Fließgewässern verwendeten Näherungen wurde für diese Gewässer ein an den Bewirtschaftungszielen ausgerichteter Flächenbedarf von 3.835 km² ermittelt.
- ▶ Es resultiert somit ein Gesamtbedarf von 11.409 km².
- ▶ Dies entspricht rund 3,2 % der Landfläche der Bundesrepublik Deutschland.
- ▶ Da darin die reinen Wasserflächen der Fließgewässer (1 % der Landesfläche) enthalten sind, sind diese entsprechend in Abzug zu bringen.
- ▶ Somit ergibt sich als Flächenbedarf und damit anzustrebende Zielgröße für alle Fließgewässer in Deutschland ein Wert von rund 2,2 % der Landesfläche.

Operationalisierung des Flächenziels

Berücksichtigt man weitere Gegebenheiten und Unsicherheiten, z.B.

- ▶ dass die Werte für einen Teil des Gesamtgewässernetzes aus Extrapolationen abgeleitet sind,
 - ▶ den Umstand, dass aktuell etwas 20 % der Gewässer eine Gewässerstrukturaufweisen, die einen guten ökologischen Zustand bzw. Potenzial unterstützen,
 - ▶ dass keine Daten darüber vorliegen, wieviel des berechneten Flächenziels bereits erreicht ist oder
 - ▶ dass das berechnete Flächenziel nicht allein auf die Anforderungen der WRRL ausgelegt ist,
- erscheint es für die Operationalisierung sinnvoll, ein Flächenziel von 2 % zu formulieren.

Ein nationales Flächenziel der Gewässerentwicklung ist durch entsprechende Regelungen zu operationalisieren. Hierzu bietet das Wasserrecht (vgl. Niedersächsisches Wassergesetz), aber auch die Raum- und Regionalplanung geeignete Instrumente.

Gewässerentwicklung hat außerdem häufig Synergien mit anderen Zielen wie z.B. Naturschutz, Hochwasserschutz und – eingeschränkt – Naherholung oder Tourismus. Diese Synergien können bei entsprechender multifunktionaler Planung genutzt werden.

Dies gilt jedoch nicht immer. Nicht wenige Nutzungen können restriktiv auf die Gewässerentwicklung wirken. Insbesondere wenn diese Nutzungen längerfristigen Bestand haben, sind sie im Rahmen konkreter Gewässerentwicklungsplanungen zu berücksichtigen.

Für die Harmonisierung unterschiedlicher Nutzungen mit Zielen der Gewässerentwicklung gibt es bereits Beispiele. Ebenso stehen verschiedene Instrumente der Flächensicherung zur Verfügung.

In jedem Fall ist die konkrete Ausgestaltung von Gewässerentwicklungsflächen eine lokale planerische Aufgabe, die aber durch ein nationales Flächenziel unterstützt werden kann.

Summary

Intact riverine landscapes fulfil a variety of material and non-material basic needs, for example by contributing to health and safety or promoting economic development and social interactions between people. This makes rivers and their floodplains some of the most valuable landscape types.

However, the provision of these ecosystem services depends on the ecological functions of the river landscape being intact. Giving rivers more space to develop in order to promote a natural or at least more natural state of the water body and thus restore and improve the ecological functionality of the water body can have a positive influence on the provision of many ecosystem services (Schmidt und Albert 2025).

By their very nature, streams and rivers need space to flow through the landscape in their typical, mostly meandering course, so that trees can grow on their banks and the water can leave its bed during smaller and larger floods and pour into its floodplain. Not all flowing waters have the same space requirements: depending on the size of their catchment area, the amount of water they transport, and the width and gradient of the valley in which they flow, they form different sized bends and thus require different amounts of space.

Due to the development of watercourses and the uses in their surroundings, which often extend up to the upper edge of the embankment, most watercourses in Germany have largely or even completely lost their natural space. Only about 6,000 km or 7.8% of flowing waters can still be described as structurally unchanged or only slightly changed, with a structure class of 1 or 2. In contrast, 70,000 kilometres of the mapped flowing waterway in Germany have structure classes from 3 to 7 and are therefore considered to be moderately to completely changed. The structures and habitats that would naturally develop in the watercourses, such as banks and pools, rapids and still waters, bank shelters and accumulations of deadwood, are mostly no longer found here. This also means that there is a lack of habitable space, which is reflected in deficits in the biological quality components.

Project objective

In Germany, there is currently a high implementation deficit in river development measures. In order to achieve the legally required management objectives, it will therefore be necessary in the third management cycle of the WFD to plan and implement a considerable number of hydromorphological measures to reduce these deficits in river structure.

An essential prerequisite for effective target achievement is the possibility of a self-dynamic and type-conforming, i.e. corresponding to the spatial requirement of the water body, development (Naumann et al. 2016). This spatial requirement is more or less extensive, depending on the type of management objective, the type of flowing water and the type of structural deficit to be compensated by the respective measures.

Methodological principles

To determine this spatial requirement, the German Working Group of the Federal States and the Federal Government on Water Issues (LAWA) has developed a procedural recommendation 'Type-specific area requirements for the development of flowing waters' (LAWA 2019c), which has been tested nationwide and is already being used by some federal states for the flowing waters subject to reporting requirements in their area. The LAWA recommendation describes a methodology that can be used to determine the respective type-specific area requirements for achieving the management objective for natural and heavily modified watercourses, using basic hydraulic relationships. The minimum data basis for the calculation is:

- Biocenotic river type (LAWA type)
- Morphological river type
- Flow type
- Slope of valley floor
- Bankful discharge

Using this data and various reference tables developed by LAWA, e.g. on type-specific winding, a type-specific, current potential natural river width is first calculated. Based on empirically determined hydro-morphological relationships, the width of a type-specific river development corridor can then be determined within which the river can develop freely and all type-appropriate structures and forms can be formed.

Practical implementation on the basis of a standardised nationwide data set

Since the aforementioned data is not uniformly available nationwide, a simplified method was developed based on the LAWA procedural recommendation, which only requires a river network, the biocenotic river types assigned to the water bodies, the (sub-)catchment sizes and the hydrogeological regions as input variables.

Due to the simplified data basis, the above-mentioned LAWA procedure can only be used as an approximation. Systematic error analyses were used to estimate the extent of the deviation from a calculation according to LAWA (2019c). It was shown that an accuracy of around 90% can be expected.

After applying the methodology to the network of watercourses subject to reporting requirements under the WFD, the widths of the river development corridors determined for the river sections, as well as various procedure-specific parameters, were compared with data from the federal states of Mecklenburg-Western Pomerania, North Rhine-Westphalia, Rhineland-Palatinate and Thuringia. In all four federal states, river development corridors had been calculated according to the LAWA procedural recommendation. This plausibility check showed that the corridor widths determined using the simplified method were on average 15% greater than the results calculated for identical river sections in the respective federal states. The reason for this is that some of the reference values used in the simplified method are designed in such a way that they lead to correspondingly larger corridor widths. For this reason, the values calculated using the simplified method were given a corresponding correction factor.

Plausibility check of the river-structure reference values

By linking the river structural orientation values derived by Pottgiesser (2025) with the development corridor widths resulting from the LAWA procedure, it was possible to show that the latter are so large that structures and habitats can be formed with their own dynamics that fulfil the river structural orientation values and thus the river morphology does not stand in the way of achieving the objective.

A nationwide goal for river development

The method developed was used to determine the area required to achieve or support the management objectives (usually 'good ecological status' for natural watercourses and 'good ecological potential' for heavily modified watercourses) for Germany's watercourses in several steps.

- The total length of watercourses in Germany is 592,772 km.

- ▶ Of this, 137,028 km fall under the reporting requirement of the WFD.
 - For 17,913 km of the reportable watercourses, the methods for determining the type-specific river development corridor width as a basis for calculating the area requirement are not or not in a meaningful way applicable (artificial waters, streams and other federal waterways, backwater-affected or brackish water-affected Baltic Sea tributaries and marsh waters).
 - Plausible calculations were carried out for 101,727 km of watercourses.
 - For a further 9,800 km of watercourses, the calculation results were extrapolated because the necessary data was not available.
 - For the total of 111,527 km of reportable watercourses for which the methods are applicable, the area requirement based on the management objectives is 7,574 km².
- ▶ 455,742 km of watercourses are not subject to reporting requirements with catchment areas below 10 km².
 - The methods for determining the width of the river development corridor can be applied to them in theory, but the type information required for the calculation is missing.
 - Therefore, type-specific corridor widths were calculated with highly significant approximation formulas depending on the size of the catchment area.
 - By transferring the approximations used for the reportable watercourses, a land requirement of 3,835 km² was determined for these watercourses, based on the management objectives.
- ▶ This results in a total requirement of 11,459 km².
- ▶ This corresponds to around 3.2% of the land area of the Federal Republic of Germany.
- ▶ Since this includes the pure water surfaces of the flowing waters (1% of the land area), these are to be deducted accordingly.
- ▶ This results in a land area target of around 2,2 % of the land area for all flowing waters in Germany.

Operationalisation of the area target

Taking into account further circumstances and uncertainties, e.g.

- ▶ that the values for part of the overall river network are derived from extrapolations,
- ▶ the fact that about 20% of water bodies currently have a morphological structure that supports good ecological status or potential,
- ▶ that no data is available on how much of the calculated area target has already been reached, or
- ▶ that the calculated target area is not based solely on the requirements of the WFD,

it seems sensible for the operationalisation to formulate an area target of 2%.

A national area target for river development is to be operationalised by means of appropriate regulations. Water legislation (cf. the Lower Saxony Water Act), but also spatial and regional planning, offers suitable instruments for this purpose.

River development also often has synergies with other objectives, such as nature conservation, flood protection and, to a limited extent, local recreation or tourism. These synergies can be exploited with appropriate multifunctional planning.

However, this is not always the case. Quite a few uses can have a restrictive effect on river development. In particular, if these uses are long-term, they must be taken into account in the context of specific river development plans.

There are already examples of the harmonisation of different uses with the aims of river development. Similarly, various instruments for the securing of land are available.

In any case, the specific design of river development areas is a local planning task, but one that can be supported by a national land use target.

1 Einleitung

In Fließgewässern und ihren Auen kommen ca. 9-12 % aller Arten Deutschlands vor. Sie gehören damit als „Hotspots“ der Biodiversität zu den artenreichsten Ökosystemen weltweit (Wirth et al. 2024).

Flusslandschaften tragen zudem in vielfältiger Weise zum Wohlergehen der Menschen bei, indem sie bis zu vierzig Ökosystemleistungen bereitstellen. Diese sind gemeinhin als kostenlose Beiträge der Natur zum menschlichen Wohlbefinden definiert (Schmidt und Albert 2025).

Intakte Flusslandschaften erfüllen eine Vielzahl materieller und immaterieller Grundbedürfnisse, indem sie z. B. zur Gesundheit und Sicherheit beitragen oder die wirtschaftliche Entwicklung und soziale Interaktionen der Menschen fördern. Damit gehören Fließgewässer und ihre Auen zu den wertvollsten Landschaftsarten (Schmidt und Albert 2025).

Die bis zu 40 unterschiedlichen Ökosystemleistungen von Fluss- und Auenlandschaften können vier zentralen Funktionen zugeordnet werden:

- **Bereitstellung:** z. B. von Trinkwasser und Nahrungsmitteln
- **Regulierung:** z. B. von Nährstoffen und Treibhausgasen
- **Unterstützung:** z. B. von Aufwuchs- oder Migrationslebensräumen
- **Kultur:** z. B. Raum für Freizeitaktivitäten und Erholung

Die Erbringung dieser Ökosystemleistungen ist aber davon abhängig, dass die ökologischen Funktionen der Flusslandschaft intakt sind. McGabe et al. (2025) schreiben dazu in einem aktuellen Review: „Wenn einem Fluss mehr Raum zur Verfügung steht, entstehen durch dynamische Strömungs- und Sedimentregime und deren Wechselwirkung mit dem Flussbettmuster vielfältige geomorphologische Strukturen. Dies ist die Grundlage für äußerst heterogene Lebensräume, die die Biodiversität auf mehreren räumlich-zeitlichen Skalen und biologischen Auflösungsebenen (von Genen über Arten bis hin zu ganzen Nahrungsnetzen) fördern können. Diese größere regionale Biodiversität unterstützt in Wechselwirkung mit physikalischen Prozessen entscheidende Ökosystemprozesse, darunter die hydrologische Konnektivität und die Meta-Ökosystem-Konnektivität. Zusammen bilden die physikalischen und ökologischen Prozesse der Flusslandschaft und die Wechselwirkungen zwischen ihnen die unschätzbare Widerstandsfähigkeit dieser Ökosysteme.“

Fließgewässern mehr Raum zur Entwicklung zu überlassen, um einen naturraumtypischen oder zumindest naturnäheren Zustand des Gewässers zu fördern und so die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers wiederherzustellen und zu verbessern, kann das Dargebot vieler Ökosystemleistungen positiv beeinflussen (Schmidt und Albert 2025).

Von Natur aus benötigen Bäche und Flüsse Platz, um in ihrem typischen, meist geschwungenen Verlauf durch die Landschaft zu fließen, damit Bäume am Ufer stehen können und die Gewässer bei kleineren und größeren Hochwässern ihr Bett verlassen und sich in ihre Aue ergießen können. Dabei haben nicht alle Fließgewässer den gleichen Raumanspruch: je nach Größe ihres Einzugsgebiets, der von ihnen transportierten Wassermenge sowie der Breite und dem Gefälle des Tals in dem sie fließen, bilden sie unterschiedlich große Windungen aus und beanspruchen damit unterschiedlich viel Raum.

Kleine Bäche in steilen Kerbtälern verlaufen mehr oder weniger gestreckt, fast geradlinig und benötigen außerhalb ihrer Ufer kaum Platz. Bäche im Mittelgebirge bilden häufig mehrere geschwungene Gewässerläufe aus und beanspruchen daher mehr Raum. Große Flüsse und

Ströme, die in weiten Mäandern in ihren breiten und mit dem Auge kaum noch erkennbaren Tälern fließen, verlassen ihr Gewässerbett bei jedem größeren Hochwasser und überschwemmen dann oft kilometerweit ihre Aue. Der natürliche Flächenbedarf unserer Fließgewässer ist also je nach Naturraum und innerhalb der Naturräume je nach Gewässergröße und Sohlsubstrat und Gefälle sehr unterschiedlich, was als „typspezifischer Flächenbedarf“ bezeichnet wird.

Durch den Ausbau der Fließgewässer und die Nutzungen in ihrem Umfeld, die nicht selten bis an die Böschungsoberkante heranreichen, haben die meisten Fließgewässer in Deutschland ihren natürlichen Raum weitgehend oder sogar vollständig eingebüßt.

Deutschland steht gegenwärtig an der Schwelle zum dritten Bewirtschaftungszyklus der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Am Ende dieses Zyklus' im Jahr 2027 sollen u. a. alle Fließgewässerkörper einen guten ökologischen Zustand oder ein gutes ökologisches Potenzial aufweisen. Als ökologisch „gut und besser“ gelten allerdings derzeit rund 9 % der knapp 9.000 Oberflächenwasserkörper (Völker et al. 2022). Dieser geringe Prozentsatz ist insbesondere auf übermäßige Nähr- und Schadstoffeinträge, eine mangelnde Durchgängigkeit aber auch morphologische Defizite zurückzuführen.

Nur knapp 6.000 km oder 7,8 % der Fließgewässer können noch als gewässerstrukturell unverändert oder als gering verändert bezeichnet werden, mit einer Strukturklasse von 1 oder 2 (Arle et al. 2017). 70.000 Kilometer der kartierten Fließgewässerstrecke in Deutschland weisen dagegen Strukturklassen von 3 bis 7 auf und gelten daher als mäßig bis vollständig verändert. Die Strukturen und Habitate, die die Fließgewässer natürlicherweise ausbilden würden, wie Bänke und Kolke, Schnellen und Stillen, Uferunterstände und Totholzansammlungen, sind hier zumeist nicht mehr anzutreffen. Damit fehlt dann auch besiedelbarer Lebensraum, was sich in Defiziten der biologischen Qualitätskomponenten widerspiegelt.

In Deutschland besteht derzeit ein hohes Umsetzungsdefizit bei Gewässerentwicklungsmaßnahmen (Völker et al. 2022). Um die gesetzlich erforderlichen Bewirtschaftungsziele zu erreichen, wird es daher im dritten Bewirtschaftungszyklus der WRRL notwendig sein, in einem erheblichen Umfang hydromorphologische Maßnahmen zur Minderung dieser gewässerstrukturellen Defizite zu planen und umzusetzen.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine effektive Zielerreichung ist die Möglichkeit der eigendynamischen und typkonformen, d. h. dem Raumanspruch des Gewässers entsprechenden Gewässerentwicklung (Naumann et al. 2016). Dieser Raumanspruch ist – in Abhängigkeit von der Art des Bewirtschaftungsziels, des Fließgewässertyps und der Art der durch die jeweiligen Maßnahmen zu kompensierenden Strukturdefizite – mehr oder weniger groß.

Für die Ermittlung dieses Raumanspruchs ist von der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) die Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“ (LAWA 2019c) entwickelt worden, die auch bereits von einigen Bundesländern für die berichtspflichtigen Fließgewässer angewendet worden ist. Voraussetzung für die Anwendung dieser LAWA-Verfahrensempfehlung sind zahlreiche Datengrundlagen, die allerdings nicht alle bundesweit einheitlich zur Verfügung stehen.

Um das Verfahren mit einem bundesweit zur Verfügung stehenden Datensatz auf alle – nicht nur die berichtspflichtigen – Fließgewässer Deutschlands anwenden zu können, ist im Rahmen des UBA-Projektes „Den Gewässern mehr Raum geben - Chancen und Synergien eines bundesweiten Flächenziels für die Gewässerentwicklung“ eine angepasste, auf der LAWA-Verfahrensempfehlung aufbauende Methode, entwickelt worden. Sie dient – im Unterschied zum LAWA-Verfahren – ausdrücklich nicht dazu, konkrete Entwicklungsflächen für einzelne

Gewässerstrecken zu ermitteln. Ziel dieser Methode ist es vielmehr, den bundesweiten Flächenbedarf für die typspezifische Gewässerentwicklung im Sinne eines Flächenziels zu berechnen, ohne aber Entwicklungsflächen bereits genau zu verorten.

Da die Belange des Gewässerschutzes bisher nur unzureichend in anderen Politikbereichen wahrgenommen werden, sollten die Anforderungen des Gewässerschutzes fachlich gut begründet und mit umweltpolitischen Zielen untersetzt werden. Mit einem bundesweiten Flächenziel für die Gewässerentwicklung ist in diesem Sinne eine fachliche Grundlage geschaffen worden.

Die Bereitstellung von mehr Entwicklungsraum für morphodynamische Prozesse und breitere Flussverläufe führt zur Erhöhung der Biodiversität im und am Gewässer, zur Förderung einer naturnahen Bodenbildung, zum Sedimentrückhalt und Schutz vor Schadstoffeintrag, zur Verbesserung der Bereitstellung von Wasser und Grundwasserneubildung, zur Dämpfung von Hochwasserereignissen sowie zur Aufwertung des Naturraums und – damit verbunden – zu einer Erhöhung der Ästhetik, des Erholungs-, Bildungs- und Inspirationswertes (Schmid und Albert 2025).

2 Begriffserläuterungen

Zum besseren Verständnis werden im Folgenden wichtige Begrifflichkeiten näher erläutert, da sie hier im Bericht z. T. anders verwendet werden als z. B. im Anwenderhandbuch zum „typspezifischen Flächenbedarf“ (LAWA 2019c).

Flächenbedarf

Der Flächenbedarf beschreibt die Flächen an einem Fließgewässer, die für die Entwicklung oder Schaffung von Strukturen und Habitaten z. B. zur Erreichung oder Unterstützung der jeweiligen Bewirtschaftungsziele gemäß WRRL benötigt werden.

Flächenziel

Der prozentuale Anteil an der Fläche Deutschlands, der z. B. zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele gemäß WRRL benötigt wird, wird als Flächenziel bezeichnet.

Gewässerentwicklungsfläche

Die Gewässerentwicklungsfläche beschreibt ein Flächenobjekt im GIS, das sich aus dem jeweiligen Gewässerentwicklungskorridor nach Verschneiden mit der morphologischen Aue und Restriktionen sowie sich daraus ergebenden Flächenergänzungen an anderen Stellen ergibt. Es ist daher im Unterschied zum Gewässerentwicklungskorridor nicht mehr zwangsläufig symmetrisch entlang des Fließgewässers (oder seiner Teilstrecke) angeordnet. Die Gewässerentwicklungsfläche umgrenzt den Bereich, der für eine konkret durchzuführende (oder zuzulassende) Gewässerentwicklung z. B. zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele gemäß WRRL benötigt wird.

Gewässerkorridor

Im GIS erzeugter Streifen entlang eines Fließgewässers, der sich, ausgehend von der aktuellen Gewässermittenlinie, symmetrisch beidseitig des Gewässers erstreckt.

Seine Breite ergibt sich als Summe aus h_{pn} Gewässerbreite und daraus (über die Zwischengröße Mäanderlänge) berechneter Amplitude.

Aufgrund seiner symmetrischen Form wird als Maßeinheit seine Breite angegeben.

Gewässerentwicklungskorridor

Im GIS erzeugter Streifen entlang eines Fließgewässers, der sich, ausgehend von der aktuellen Gewässermittenlinie, symmetrisch beidseitig des Gewässers erstreckt.

Seine Breite ergibt sich durch Multiplikation der Breite des Gewässerkorridors (s. o.) mit einem sogenannten Dynamikfaktor von 1,25, was der natürlichen Variabilität der Mäanderformen Rechnung tragen soll.

Er ist so breit, wie es die heutige potenziell natürliche Gewässerbreite, -windung und die sich daraus ergebende Mäanderlänge sowie das typspezifische Strukturinventar des Gewässers und ggf. seiner Aue erfordern.

Für den guten ökologischen Zustand werden mindestens 70 % dieser Breite benötigt (LAWA 2019c). So kann die Ausprägung des notwendigen typgemäßen Strukturinventars als Voraussetzung für den guten Zustand gewährleistet werden.

Aufgrund seiner symmetrischen Form wird als Maßeinheit seine Breite angegeben.

Potenziell natürliche Gewässerbettbreite

Die heutige potenziell natürliche Gewässerbettbreite ist die Gewässerbreite, welche sich ohne anthropogene Einflüsse aufgrund der natürlichen hydromorphologischen Charakteristik abhängig vom jeweiligen Gewässertyp entwickeln würde.

Als Gewässerbettbreite gilt die mittlere Breite der Querprofile zwischen den beiden Böschungsoberkanten (entspricht der Breite des Wasserspiegels bei bordvollem Abfluss) zuzüglich eines Dynamikfaktors von 1,25, der Breitenvarianzen durch z. B. Längsbänke oder besondere Laufstrukturen abdeckt (LAWA 2019c).

Typspezifischer Flächenbedarf

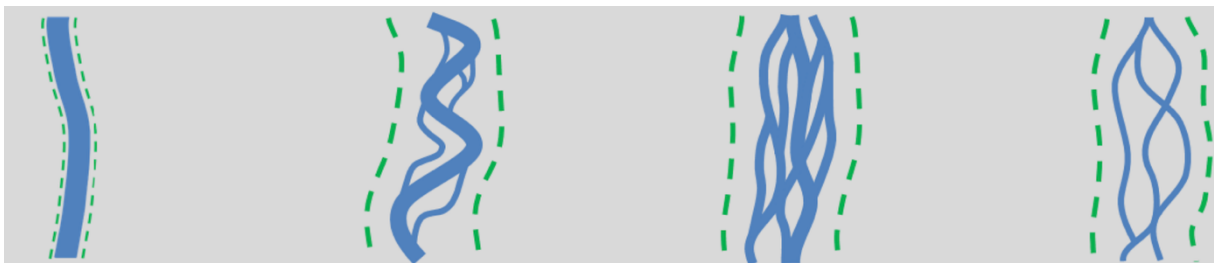
Die verschiedenen Fließgewässertypen benötigen unterschiedlich viel Platz, um ihre natürlichen Strukturen und Habitate im Gewässer, im Ufer und ggf. ihrer Aue ausbilden zu können. Der typspezifische Flächenbedarf umfasst die Flächen an einem Fließgewässer, die die Gewässer benötigen, um die Strukturen und Habitate des sehr guten ökologischen Zustands ausbilden zu können.

3 Beurteilung der bundesweiten Datenverfügbarkeit zur Anwendung des LAWA-Verfahrens zur Berechnung des typspezifischen Flächenbedarfs

3.1 Beschreibung des LAWA-Verfahrens (LAWA 2019c) zur Berechnung des typspezifischen Flächenbedarfs

Der Raum, den Fließgewässer zur Ausbildung ihrer typgemäßen Strukturen und Habitate benötigen, ist sehr unterschiedlich. Naturraum, Gewässergröße und Abflussverhältnisse sowie die jeweilige Talform und die durch die geologischen Verhältnisse vorgegebenen Untergrundbeschaffenheit beeinflussen maßgeblich ihre typische Gewässerbettbreite, ihren typischen Windungsgrad und damit ihren natürlichen Raumanspruch. Die verschiedenen Fließgewässertypen – die durch die genannten Faktoren charakterisiert werden – beanspruchen somit unterschiedlich breiten Raum. Daher unterscheidet sich zum einen der Flächenbedarf für gleich große Gewässer verschiedener Typen, zum anderen ist aber auch für Gewässer desselben Fließgewässertyps die Spanne – abhängig von Größe und Abfluss – beträchtlich. Jedes Fließgewässer hat also einen für seine natürliche Entwicklung erforderlichen „typspezifischen Flächenbedarf“ (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).

Abbildung 1: Verschiedene Fließgewässer brauchen unterschiedlichen Raum.



Quelle: LAWA (2019c) „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“

Die LAWA-Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“ (LAWA 2019c) beschreibt eine Methodik, mit der für die natürlichen und erheblich veränderten Fließgewässer Deutschlands der typspezifische Flächenbedarf zur Erreichung des jeweiligen Bewirtschaftungsziels unter Verwendung grundlegender hydraulischer Beziehungen näherungsweise bestimmt werden kann.

Durch diese wissenschaftlich abgeleitete Methode wird der Flächenbedarf für die Ausprägung zentraler Attribute eines Fließgewässers in demjenigen Umfang abgeleitet, der der ökosystemaren Funktionsfähigkeit des Fließgewässers nicht entgegensteht. Dazu zählen:

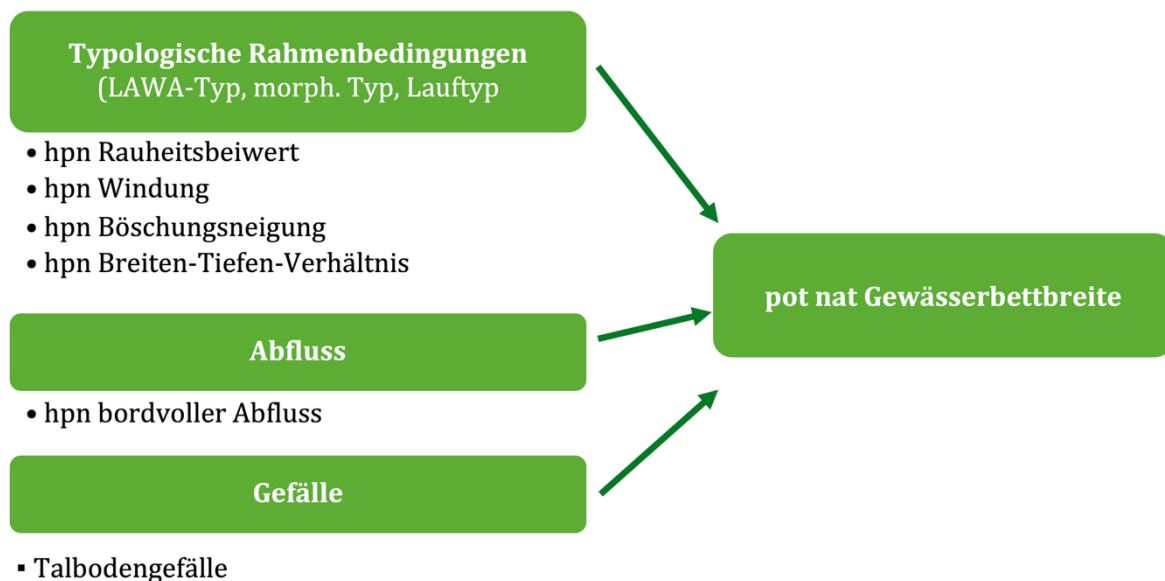
- ▶ eine abflussangepasste Gewässerbreite
- ▶ eine gefälleabhängige Laufentwicklung
- ▶ eine gewässertypspezifische Ufer- und Umfeldvegetation

Seit seiner Einführung wurde dieses Verfahren bereits in mehreren Bundesländern angewendet.

Das von der LAWA empfohlene Verfahren ist prinzipiell für alle Fließgewässer in Deutschland – mit Ausnahme von Strömen (LAWA-Typen 10 und 20), Marschengewässern (LAWA-Typ 22) und rückstau- bzw. brackwasserbeeinflussten Ostseezuflüssen (LAWA-Typ 23) anwendbar, für einige Gewässertypen sind Anpassungen erforderlich. Auf die LAWA Typen 10 und 20 könnte das Verfahren zwar grundsätzlich angewendet werden. Da diese Fließgewässertypen aber als Bundeswasserstraßen ausgewiesen sind, gelten hier weitreichende Restriktionen, so dass Gewässerentwicklungskorridore in ihrer potenziell natürlichen Ausprägung nicht realisierbar sind. Durchflossene Stillgewässer, die keinen eigenen See-Wasserkörper bilden und Teil eines Fließgewässer-Wasserkörpers sind, sind im Bereich des Stillgewässers auch von der Anwendung ausgenommen (LAWA 2019c, Seite 2).

Das Verfahren ermittelt den typspezifischen Flächenbedarf eines Fließgewässers bzw. eines Teils eines Fließgewässers anhand der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite. Diese wird mit Hilfe der empirischen Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler unter Berücksichtigung der jeweiligen typologischen Rahmenbedingungen berechnet (Abbildung 2).

Abbildung 2: Eingangsparameter und ihre Verwendung bei der Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite nach LAWA (2019c).



Quelle: eigene Darstellung, umweltbüro essen

Die Breite des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors wird anschließend aus der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite anhand der Mäanderlänge und ggf. einem sogenannten „Dynamikfaktor“ berechnet. Die Geometrie des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors ergibt sich als symmetrischer Puffer um den aktuellen Gewässerverlauf (Abbildung 3).

Abbildung 3: Heutiger potenziell natürlicher Gewässerkorridor (grün) als symmetrischer Puffer um den aktuellen Gewässerverlauf (blau) und dem heutigen potenziell natürlichen Gewässerbett (hellblau).



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Die Bestimmung der Gewässerentwicklungsfläche auf regionaler oder nationaler Ebene umfasst nach der LAWA-Verfahrensempfehlung die folgenden Schritte und Teilschritte (Tabelle 1).

Tabelle 1: Schritte und Teilschritte zur Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs nach LAWA (2019c).

Vorgehensweise zur Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs nach LAWA (2019c)

1. Ermittlung der gewässertypologischen Grundlagen

1.1 Ermittlung des biozönotischen Fließgewässertyps (= LAWA-Typ)

1.2 Ermittlung des morphologischen Fließgewässertyps (Kombination von typspezifischem Substrat im Referenzzustand und Talform)

1.3 Ermittlung des Lauftyps für den biozönotisch-morphologischen Fließgewässertyp

2. Ermittlung und Plausibilisierung der hpn Gewässerbettbreite

2.2 Bestimmung des hpn bordvollen Abflusses

2.2 Ermittlung des Talbodengefälles

2.3 Ermittlung der hpn Windung

2.4 Ermittlung des hpn Sohlgefälles

2.5 Ermittlung des hpn Rauheitsbeiwertes

2.6 Ermittlung der hpn Böschungsneigung

2.7 Ermittlung des hpn Verhältnisses von Gewässerbreite zu Gewässertiefe

2.8 Ermittlung der hpn Gewässerbreite

2.9 Plausibilisierung der hpn Gewässerbreite

3. Berechnung der Breite und Erzeugung des hpn Gewässerkorridors

3.1 Berechnung der Mäanderlänge

3.2 Berechnung der Schwingungsamplitude

3.3 Berechnung der hpn Gewässerkorridorbreite ohne Dynamikfaktor

3.4 Berechnung der hpn Gewässerkorridorbreite mit Berücksichtigung des Dynamikfaktors

3.5 Erzeugung des hpn Gewässerkorridors

4. Erzeugung des Gewässerentwicklungskorridors für das relevante Bewirtschaftungsziel

4.1 Erzeugung der Gewässerentwicklungskorridore für den sehr guten ökologischen Zustand natürlicher Wasserkörper

Vorgehensweise zur Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs nach LAWA (2019c)

4.2 Erzeugung der Gewässerentwicklungskorridore für den guten ökologischen Zustand natürlicher Wasserkörper

4.3 Erzeugung der Gewässerentwicklungskorridore für das höchsten ökologische Potenzial erheblich veränderter Wasserkörper

4.4 Erzeugung der Gewässerentwicklungskorridore für das guten ökologische Potenzial erheblich veränderter Wasserkörper

5. Ermittlung und Berücksichtigung der morphologischen Aue

6. Ermittlung und Berücksichtigung relevanter Restriktionen

Für eine konkrete Maßnahmenplanung sieht das Verfahren eine Anpassung der Korridorbreiten an die Bewirtschaftungsziele sowie eine manuelle Korrektur aufgrund der tatsächlichen Gegebenheiten (Lage und Ausdehnung der morphologischen Aue, Lage und Ausdehnung von Restriktionen) vor, und es resultiert die jeweilige endgültige Gewässerentwicklungsfläche, die nicht mehr zwangsläufig symmetrisch entlang des Fließgewässers verläuft (Abbildung 20).

Dieser Bearbeitungsschritt ist jedoch für eine bundesweite Bestimmung des Flächenbedarfs nicht leistbar und auch nicht erforderlich. Es ist aber bei der Beurteilung des ohne diese Korrekturen ermittelten Flächenbedarfs zu berücksichtigen, dass das so ermittelte Flächenziel die obere Grenze für den tatsächlichen Flächenbedarf darstellt, weil Teilflächen aufgrund lokaler Restriktionen entfallen und u.U. nicht immer ortsnahe ersetzt werden können.

Schlussfolgerung für eine derzeitige bundesweite Anwendbarkeit des LAWA-Verfahrens

Für eine bundesweite Betrachtung sind die Schritte 5 und 6 nicht relevant und auch nicht praktikabel bearbeitbar.

Daher beschränkt sich die weitere Beschreibung auf die Schritte 1 bis 4.

3.2 Benötigte Datengrundlagen

In die Berechnung der Breiten der hpn Gewässerentwicklungskorridore (Schritte 3) fließen nur die hpn Gewässerbettbreite, der Windungsgrad und der Lauftyp ein.

Für die Anpassung der Breiten der hpn Gewässerentwicklungskorridore für die jeweils relevanten Bewirtschaftungsziele werden die wasserkörperscharfen Zuordnungen der Einstufung (künstlich, erheblich verändert oder natürlich) sowie – im Falle erheblich veränderter Wasserkörper – die HMWB-Fallgruppe benötigt.

3.2.1 Berechnung der hpn Gewässerbettbreite

Die hpn Gewässerbettbreite berechnet sich nach der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) gemäß Formel 1 und Formel 2. Für die Berechnung werden bordvoller Abfluss, Breiten-Tiefen-Verhältnis, Böschungsneigung, Sohlgefälle und Rauigkeitsbeiwert für den heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand benötigt. Für die vier letztgenannten Parameter sind in der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) entsprechende typspezifische Informationen hinterlegt.

Formel 1: Berechnung der hpn-Gewässerbreite B.

$$B = \frac{B}{t} \left(\frac{Q_{\text{bordvoll}}}{\sqrt{I_{\text{Sohle}} \times k_{st}}} \right)^{\frac{3}{8}} \times \frac{\left(\frac{B}{t} - 2m + 2\sqrt{1+m^2} \right)^{\frac{1}{4}}}{\left(\frac{B}{t} - m \right)^{\frac{5}{8}}} = \frac{B}{t} \times QWIK^{\frac{3}{8}} \times \frac{\left(\frac{B}{t} - 2m + 2\sqrt{1+m^2} \right)^{\frac{1}{4}}}{\left(\frac{B}{t} - m \right)^{\frac{5}{8}}}$$

mit B: hpn Gewässerbreite, t: hpn Gewässertiefe, Q_{bordvoll} : hpn bordvoller Abfluss, k_{st} : hpn Rauheitsbeiwert, I_{Sohle} : hpn Sohlgefälle, m: hpn Böschungsneigung, QWIK: siehe Formel 2

Formel 2: Berechnung des Wertes von QWIK.

$$QWIK = \frac{Q_{\text{bordvoll}}}{\sqrt{I_{\text{Sohle}} \times k_{st}}}$$

mit Q_{bordvoll} : hpn bordvoller Abfluss, I_{Sohle} : hpn Sohlgefälle, k_{st} : hpn Rauheitsbeiwert

Diese Gleichung vereinfacht sich bei vorgegebenen Werten für das Breiten-Tiefen-Verhältnis B/t und für die Böschungsneigung m. So ergibt sich z. B. bei B/t = 30 und m = 1 (also Böschungsneigung 1 : 1) die Formel 3.

Formel 3: Berechnung der hpn-Gewässerbreite B für B/t=30 und m = 1.

$$B = \left(\frac{Q_{\text{bordvoll}}}{\sqrt{I_{\text{Sohle}} \times k_{st}}} \right)^{\frac{3}{8}} \times \frac{(28 + 2\sqrt{2})^{\frac{1}{4}}}{29^{\frac{5}{8}}} = 30 \times QWIK^{\frac{3}{8}} \times 0,2872$$

mit B: hpn Gewässerbreite, Q_{bordvoll} : hpn bordvoller Abfluss, I_{Sohle} : hpn Sohlgefälle, QWIK: siehe Formel 2

Für einen Wert des Terms QWIK von 1 ergibt sich dann z. B. ein Wert von B = 8,6 m, für QWIK = 10 resultiert B = 20,4 m usw. Bei einer Böschungsneigung von 1 : 5 (also m = 5) resultiert z. B. bei konstant gehaltenem B/t = 30 die Formel 4:

Formel 4: Berechnung der hpn-Gewässerbreite B für B/t=30 und m = 5.

$$B = 30 \times QWIK^{\frac{3}{8}} \times 0,3135$$

mit B: hpn Gewässerbreite, QWIK: siehe Formel 2

Für einen Wert für QWIK von 1 ergibt sich dann z. B. ein Wert von 9,4 m, für QWIK = 10 resultiert B = 22,3 m usw. Bei flacheren Böschungen ist die hpn Gewässerbreite also größer, wenn alle anderen Variablen konstant gehalten werden.

3.2.2 Datenerfordernisse zur Bestimmung der hpn Gewässerbreite

Die Datenerfordernisse zur Bestimmung der hpn Gewässerbreite ergeben sich aus den für die o.g. Formeln – jeweils in ihrer heutigen potenziell natürlichen Ausprägung – benötigten

Parameter bordvoller Abfluss, Sohlgefälle, Breiten-Tiefen-Verhältnis, Böschungsneigung und Rauigkeitsbeiwert. Dies wird im Folgenden genauer erläutert.

hpn Bordvoller Abfluss

- Der bordvolle Abfluss liegt nicht in einem bundesweit einheitlichen Datensatz vor. Er kann aber gemäß LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c, Seite 21 ff.) anhand des mittleren Abflusses M_Q bestimmt werden. Für die LAWA-Typen 11: Organisch geprägte Bäche, 12: Organisch geprägte Flüsse und 18: Löss-lehmgeprägte Fließgewässer des Tieflands sind zusätzlich Korrekturen vorgesehen. Der mittlere Abfluss M_Q liegt allerdings auch nicht in einem bundesweit einheitlichen Datensatz vor. Differenziert nach hydrogeologischen Großräumen sind jedoch in der LAWA-Verfahrensempfehlung spezifische Regressionsgleichungen publiziert, anhand derer der mittlere Abfluss M_Q aus der Einzugsgebietsgröße ermittelt werden kann.

hpn Sohlgefälle

- Das hpn Sohlgefälle wird gemäß LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) aus dem hpn Windungsgrad und dem Talbodengefälle des Gewässers berechnet.

hpn Windungsgrad

- Der hpn Windungsgrad kann bei Kenntnis des morphologischen Gewässertyps einer Tabelle der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c, Seite 32 ff.) entnommen werden.

Talbodengefälle

- Das Talbodengefälle liegt nicht in einem bundesweit einheitlichen Datensatz vor. Bei Vorliegen eines ausreichend hoch aufgelösten Digitalen Geländemodells und einem darauf abgestimmten Gewässernetz könnte es prinzipiell GIS-technisch ermittelt werden. Alternativ kann das Talbodengefälle bei Kenntnis von biozönotischem und morphologischem Fließgewässertyp aus einer Tabelle der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c, Anhang 3) näherungsweise ermittelt werden.

hpn Breiten-Tiefen-Verhältnis

- Das hpn Breiten-Tiefen-Verhältnis kann bei Kenntnis von biozönotischem und morphologischem Fließgewässertyp aus einer Tabelle der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c, Anhang 4) ermittelt werden.

hpn Böschungsneigung

- Die hpn Böschungsneigung kann bei Kenntnis des morphologischen Gewässertyps einer Tabelle der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c, Seite 40 ff.) entnommen werden.

hpn Rauigkeitsbeiwert

- Der Rauigkeitsbeiwert hpn kann bei Kenntnis des morphologischen Gewässertyps einer Tabelle der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c, Seite 37 ff.) entnommen werden.

Wie die obige Zusammenstellung zeigt, erstreckt sich der Datenbedarf für die benötigten Kenngrößen auf die Größen der für die Berechnung erforderlichen Einzugsgebiete, auf die Abgrenzung der hydrogeologischen Großräume, auf die biozönotischen und morphologischen

Fließgewässertypen sowie auf die Lauftypen der betrachteten Gewässerstrecken. Dieser Datenbedarf kann bundesweit wie folgt abgedeckt werden:

Einzugsgebiete der deutschen Fließgewässer

- Die Einzugsgebiete der Fließgewässer sind als bundesweiter Datensatz in guter Auflösung verfügbar.

Abgrenzung der hydrogeologischen Großräume

- Die Abgrenzung der hydrogeologischen Großräume ist als bundesweiter Datensatz verfügbar.

Biozönotischer Fließgewässertyp

- Der biozönotische Fließgewässertyp nach Pottgiesser (2018) ist auf Wasserkörperebene bekannt und liegt als Attribut eines bundesweit einheitlichen Gewässernetzes in der Differenzierung der MZB-Typen vor, wie es in der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) vorgesehen ist.

Morphologischer Fließgewässertyp

- Der morphologische Gewässertyp liegt derzeit nicht bundesweit vor. Der morphologische Fließgewässertyp (LAWA 2019 a, b) ergibt sich in Abhängigkeit von der Gewässergröße aus der Kombination von typspezifischem Substrat im Referenzzustand und der jeweiligen Talform sowie dem Lauftyp. Für die bundesweite Anwendung des Verfahrens wurde das typspezifische Substrat daher aus dem biozönotischen Fließgewässertyp abgeleitet. Die Talform liegt jedoch nicht in einem bundesweit einheitlichen Datensatz vor. Zum Umgang mit den fehlenden Datensatz siehe Kapitel 4.3.2.

Lauftyp

- Der Lauftyp unterscheidet Ein- oder Mehrbettgerinne sowie Gewässer ohne Talboden. Er kann bei Kenntnis von biozönotischem und morphologischem Fließgewässertyp aus einer Tabelle der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) ermittelt werden. Der Lauftyp eines Fließgewässers entscheidet über die Anwendung eines Dynamikfaktors bei der Berechnung der Gewässerkorridorbreite (LAWA 2019c, Seite 5). Da der morphologische Fließgewässertyp nicht in einem bundesweit einheitlichen Datensatz vorliegt (s. o.), kann auch der Lauftyp nicht bundesweit ermittelt werden. Zum Umgang mit den fehlenden Datensatz siehe Kapitel 4.3.2.

Als weitere Datengrundlage wird ein bundesweit einheitliches Gewässernetz benötigt. Es ist erforderlich, um die verschiedenen Datengrundlagen, z.B. den bordvollen Abfluss bei Verwendung der o.g. Regressionsgleichungen, miteinander räumlich zu verknüpfen.

Gewässernetz

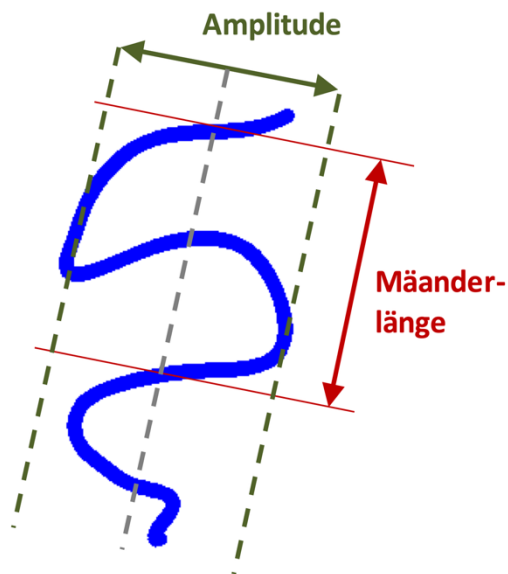
- Ein Fließgewässernetz ist als bundesweiter Datensatz in ausreichender Detaillierung verfügbar.

3.2.3 Berechnung der hpn Gewässerentwicklungskorridorbreiten

Die Berechnung der hpn Gewässerentwicklungskorridorbreiten erfolgt zunächst über den Zusammenhang zwischen hpn Gewässerbettbreite, Mäanderlänge und Amplitude. Die

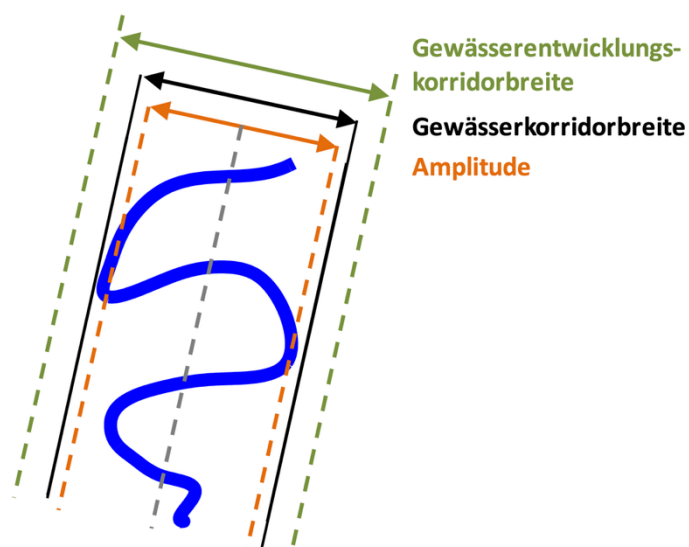
Zusammenhänge der verwendeten Kenngrößen können anhand von zwei Abbildungen aus LAWA (2019c) verdeutlicht werden (Abbildung 4, Abbildung 5).

Abbildung 4: Amplitude und Mäanderlänge eines Gewässers (aus LAWA 2019c).



Quelle: LAWA (2019c) „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“

Abbildung 5: Schematische Darstellung von Amplitude, Gewässerkorridorbreite und Gewässerentwicklungskorridorbreite (aus LAWA 2019c).



Quelle: LAWA (2019c) „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“

Die Berechnung erfolgt anhand der folgenden, im LAWA-Verfahren ausführlich begründeten Formeln:

Formel 5: Berechnung der Mäanderlänge (LAWA 2019c, Seite 61 f.).

$$L_M = 10,9 \times B_{hpn}^{1,01}$$

mit L_M : Mäanderlänge, B_{hpn} : hpn Gewässerbettbreite

Formel 6: Berechnung der Amplitude des Mäanders (LAWA 2019c, Seite 63 ff.).

$$A_M = \frac{L_M}{4} \times \left(W_{hpn} - 1 + \sqrt{W_{hpn}^2 - 1} \right)$$

mit A_M : Amplitude, W_{hpn} : hpn Windungsgrad

Formel 7: Berechnung der Gewässerkorridorbreite (LAWA 2019c, Seite 67 f.).

$$KB = B_{hpn} + A_M$$

mit KB : Gewässerkorridorbreite

Formel 8: Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite (LAWA 2019c, Seite 69 f.).

$$KB_E = KB \times F_{dyn}$$

mit KB_E : Gewässerentwicklungskorridorbreite, F_{dyn} : Dynamikfaktor

3.2.4 Datenerfordernisse zur Bestimmung der hpn Gewässerentwicklungskorridorbreiten

Für die Bestimmung der hpn Gewässerentwicklungskorridorbreiten werden nur Daten benötigt, die auch bereits für die Bestimmung der hpn Gewässerbettbreiten erforderlich sind: hpn Windungsgrad und Lauftyp. Beide Größen können aus dem morphologischen Gewässertyp abgeleitet werden, der jedoch nicht bundesweit vorliegt. Zum Umgang mit den fehlenden Datensatz siehe Kapitel 4.3.2.

3.2.5 Datenerfordernisse zur Berücksichtigung der Bewirtschaftungsziele

Ein Fließgewässernetz der berichtspflichtigen Gewässer mit Ausweisung der Wasserkörper als natürlich, künstlich oder erheblich verändert liegt bundesweit vor.

Die Anpassungen der Korridorbreiten der erheblich veränderten Wasserkörper bedürfen laut LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) jedoch zu einem großen Teil explizit einer „Einzelfallprüfung“ oder hängen von kleinräumig zu ermittelnden Faktoren wie der „Grenze der Bebauung“ oder der „Winterdeichlinie“ ab (vgl. Tabelle 14 in Kapitel 6.2.2). In den – bundesweit vorliegenden – Daten für die Berichterstattung zur Umsetzung der WRRL werden den HMWB-Ausweisungen zudem i. d. R. mehrere Ausweisungsgründe bzw. spezifizierte Nutzungen zu Grunde gelegt.

3.3 Fazit

Schlussfolgerung für die derzeitige bundesweite Anwendbarkeit des LAWA-Verfahrens

Für eine deutschlandweite Anwendung des LAWA-Verfahrens ist eine einheitliche Datengrundlage nicht gegeben.

Das Verfahren kann aber so modifiziert werden, dass mit bundesweit einheitlich verfügbaren Daten eine ausreichend gute Annäherung erzielt werden kann (siehe Kapitel 4).

4 Entwicklung einer Methode zur Berechnung des typspezifischen Flächenbedarfs aller Fließgewässer Deutschlands

Da verschiedene für das LAWA-Verfahren benötigten Datengrundlagen nicht bundesweit in einem einheitlichen Datensatz zur Verfügung stehen, wurde auf der Grundlage der LAWA-Verfahrensempfehlung eine Methode entwickelt, die nur auf folgende Daten angewiesen ist:

- ▶ Einzugsgebietsgrößen der typeinheitlichen Gewässerteilstrecken (i. d. R. Fließwasserkörper)
- ▶ Hydrogeologische Raumgliederung von Deutschland
- ▶ Biozönotische Fließgewässertypen
- ▶ Gewässernetz

4.1 Prinzip

Es wird grundsätzlich der gleiche methodische Ansatz verfolgt wie bei dem in Kapitel 4 beschriebenen LAWA-Verfahren.

Entsprechend gilt der in Abbildung 2 beschriebene Verfahrensablauf zur Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite in genau gleicher Weise. Der Unterschied besteht im Wesentlichen darin, dass einige Eingangsgrößen für die Berechnung aufgrund der fehlenden Kenntnis des morphologischen Gewässertyps mit geringerer Genauigkeit ermittelt werden. Die geringere Genauigkeit erklärt sich aus den größeren Wertebereichen, die sich als Folge der Verschneidung der morphologischen Gewässertypen mit den LAWA Fließgewässertypen ergeben. Die Verschneidung erfolgt entsprechend der Angaben aus LAWA 2019c, Anhang 2 (siehe dazu Kapitel 4.3.2). Betroffen sind die Eingangsgrößen Sohlgefälle bzw. h_{pn} Windungsgrad und Talbodengefälle, Breiten-Tiefen-Verhältnis, Böschungsneigung und Rauigkeitsbeiwert.

Nachdem die heutige potenziell natürliche Gewässerbettbreite ermittelt worden ist, sind die anschließenden Schritte bis zur Berechnung der typspezifischen Gewässerentwicklungskorridorbreiten in beiden Verfahren annähernd identisch. Lediglich die für die Berechnung erforderlichen Kenngrößen h_{pn} Windungsgrad (zur Ermittlung der Amplitude) und Lauftyp (zur Bestimmung des sogenannten Dynamikfaktors) werden wiederum aufgrund der fehlenden Kenntnis des morphologischen Gewässertyps mit geringerer Genauigkeit durch die Verschneidung mit den LAWA Fließgewässertypen (LAWA 2019c, Anhang 2) ermittelt.

Eine Anpassung der Korridorbreiten an die jeweiligen Bewirtschaftungsziele kann nur näherungsweise erfolgen, da insbesondere die für die Anpassung der erheblich veränderten Wasserkörper benötigten Informationen nicht in der nötigen Detailschärfe vorliegen (siehe Kapitel 3.2.5).

Der infolge der Beschränkung auf eine gröbere Datenbasis resultierende Verlust an Genauigkeit kann als relativer Fehler von maximal 20 % abgeschätzt werden (siehe dazu Kapitel 4.3.4).

4.2 Datengrundlagen

Es werden die mittleren Abflüsse (M_0) für die Ermittlung des bordvollen Abflusses der betrachteten Gewässerstrecken sowie ein gewässertypologisch segmentiertes Gewässernetz

benötigt. Die benötigten Datengrundlagen sind über die Bundesanstalt für Gewässerkunde zur Verfügung gestellt worden:

LAWA-Fließgewässertypen der Wasserkörper

- Quelle: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Copyright: WasserBLIcK/BfG sowie zuständige Behörden der Länder, Format: ESRI Shapefile, Letztes Update (Angabe Webseite): Februar 2016, Koordinatenreferenzsystem: ETRS89 (EPSG:25832)

Fließgewässernetz (RWSEGGEOM)

- Quelle: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Copyright: WasserBLIcK/BfG sowie zuständige Behörden der Länder, Format: ESRI file geodatabase, Letztes Update (Angabe Webseite): 4. April 2022, Koordinatenreferenzsystem: WGS84 (EPSG:4326)

Wassereinzugsgebiete der Fließgewässer (Catchment-DE)

- Quelle: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Copyright: WasserBLIcK/BfG sowie zuständige Behörden der Länder, Format: ESRI file geodatabase, Letztes Update (Angabe Webseite): 4. April 2022, Koordinatenreferenzsystem: WGS84 (EPSG:4326)

Hydrogeologische Raumgliederung von Deutschland (HYRAUM)

- Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Copyright: BGR, Format: ESRI Shapefile, Letztes Update (Angabe Webseite): 1. Juni 2016, Koordinatenreferenzsystem: ETRS89 (EPSG:25832)

Die vier Geodatenätze wurden in eine PostgreSQL-Geodatenbank (Version 9.6.24 mit Erweiterung PostGIS 2.3.11) importiert. Alle Daten wurden – soweit erforderlich – in das Koordinatenreferenzsystem ETRS89 (EPSG:25832) transformiert.

Fortschreibung von Geodaten

Die oben für die Berechnung zugrunde gelegten Daten unterliegen wie alle Geodaten einer kontinuierlichen Fortschreibung. Das führt z. B. zu veränderten Geometrien (z. B. bei den Gewässernetzen) aber auch überarbeiteten inhaltlichen Attributen (z. B. ausgewiesene Gewässerkategorien oder Gewässertypen).

Von daher können Berechnungsergebnisse, die auf anderen Geodaten aufbauen, zu abweichenden Ergebnissen führen, wie sie in Kapitel 6 vorgestellt werden.

4.3 Vorgehensweise

4.3.1 Bestimmung der mittleren und bordvollen Abflüsse

Nach LAWA (2019c, Kapitel 3.2.1.1) kann der bordvolle Abfluss aus dem mittleren Abfluss (M_Q) bestimmt werden. Letzterer kann anhand der Einzugsgebietsgröße mittels für hydrogeologische Großräume festgelegter Regressionsgleichungen näherungsweise berechnet werden. Dieses Vorgehen wurde unverändert übernommen.

4.3.1.1 Verschneidung der Teil-Einzugsgebiete mit hydrogeologischen Großräumen

Das Gebiet der BRD ist lückenlos in zehn hydrogeologische Großräume aufgeteilt. Allerdings liegen die Grenzen der Großräume nicht auf Einzugsgebietsgrenzen. Aus diesem Grund wurden die Einzugsgebiete zunächst mit den Polygonen der hydrogeologischen Großräume verschnitten.

Für sämtliche aus der Verschneidung resultierende Polygone wurde zunächst jeweils die Flächengröße und mit dieser anschließend anhand der Regressionsgleichungen in LAWA (2019c, Tabelle 4) der M_Q berechnet.

4.3.1.2 Zuordnung von Gewässersegmenten und Teil-Einzugsgebiete

Jedem Gewässersegment wurden sämtliche über dieses Segment entwässernden Teil-Einzugsgebiete zugeordnet. Bezugspunkt ist dabei grundsätzlich das mündungsnähere Ende des Segments. Die mittlere Differenz zwischen der kumulierten Größe der zugeordneten Teil-Einzugsgebiete und der tatsächlichen Einzugsgebietsgröße des Bezugspunkts variiert regional deutlich, auch innerhalb von Naturräumen, wenn sich diese über Bundeslandgrenzen erstrecken. Letzteres ist in der unterschiedlich feinen Regionalisierung der Landesflächen in Teil-Einzugsgebiete begründet.

Im ersten Schritt wurden den Gewässersegmenten jeweils sämtliche Teil-Einzugsgebiete zugeordnet, die sowohl dieselbe Gewässerkennzahl als auch eine zumindest minimale räumliche Überschneidung aufweisen (ermittelt mit der PostGIS-Funktion `ST_Intersects`).

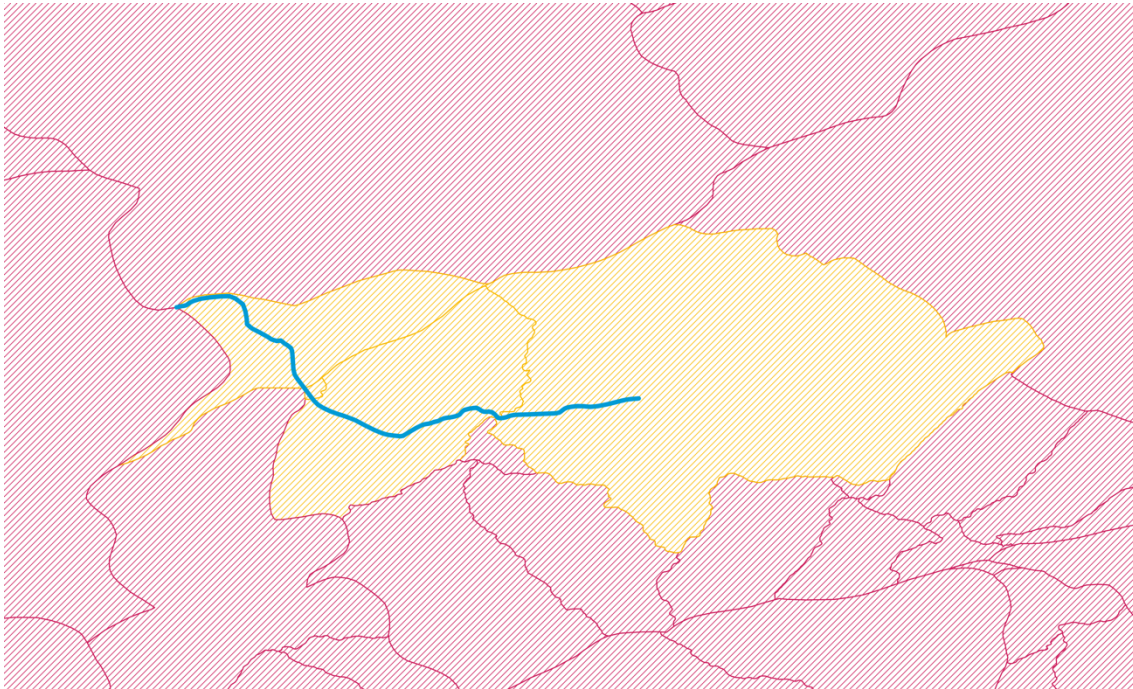
Im zweiten Schritt wurden sämtliche im ersten Schritt zugeordneten Teileinzugsgebiete nach ihrer Gebietskennzahl (GBK) absteigend alphanumerisch sortiert. Das in der resultierenden Reihenfolge erste Teileinzugsgebiet ist – aufgrund der Logik der Kennzahlvergabe – das am weitesten flussabwärts gelegene Teileinzugsgebiet.

Das einem Gewässersegment im zweiten Schritt zugeordnete Teileinzugsgebiet enthält den unteren Punkt des jeweiligen Gewässersegments und wird im Folgenden als „unterstes Teileinzugsgebiet“ bezeichnet. Hiervon ausgehend werden dem Gewässersegment nun alle weiteren Teileinzugsgebiete zugeordnet, die über dieses Segment entwässert werden. Dies sind sämtliche Teileinzugsgebiete, die folgende Kriterien erfüllen:

- a) Die auf die Anzahl von Stellen der Gewässerkennzahl des Segments gekürzte GBK entspricht der auf dieselbe Stellenzahl gekürzten GBK des untersten Teileinzugsgebietes.
- b) Die unmittelbar auf die in Schritt a verglichene Ziffernfolge anschließende Ziffer der GBK ist kleiner als die an gleicher Stelle stehende Ziffer der GBK des untersten Teileinzugsgebietes.
- c) Falls die Ziffer gemäß Kriterium b nicht kleiner, sondern gleich der des untersten Teileinzugsgebietes ist, wird auf der nachfolgenden Hierarchieebene, also durch Vergleich der unmittelbar folgenden Stelle der GBK, geprüft, ob das jeweilige Teileinzugsgebiet über das Segment entwässert. Eine Zuordnung erfolgt, wenn an dieser Stelle die Ziffer des betrachteten Teileinzugsgebietes kleiner oder gleich der Ziffer des untersten Teileinzugsgebietes ist. Auf die Betrachtung der nächsten Hierarchieebene wird also verzichtet.

Diese Vorgehensweise wird anhand der folgenden Abbildungen verdeutlicht. Abbildung 6 zeigt ein Gewässersegment und (hervorgehoben) die von ihm ganz oder teilweise durchflossenen Teileinzugsgebiete, wie sie durch den ersten Schritt ermittelt werden.

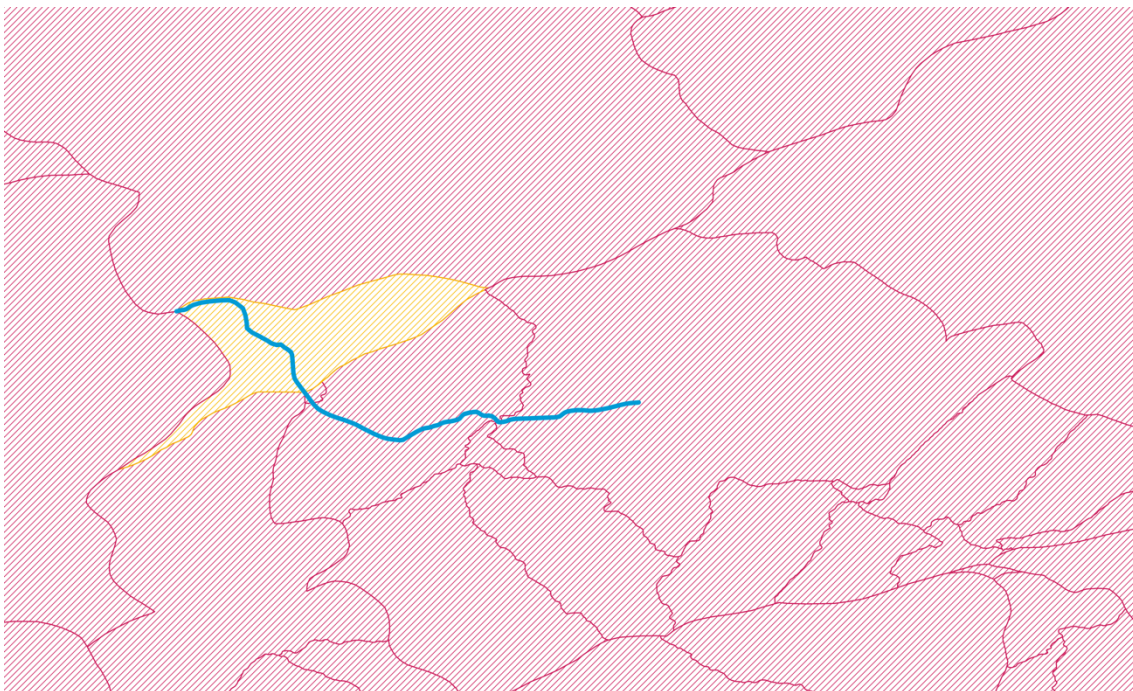
Abbildung 6: Auswahl der Teileinzugsgebiete, die ein Gewässersegment berührt



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

In Abbildung 7 ist das hydrologisch am tiefsten gelegene Teileinzugsgebiet des Gewässersegments farbig hervorgehoben, das im zweiten Schritt ermittelt wurde.

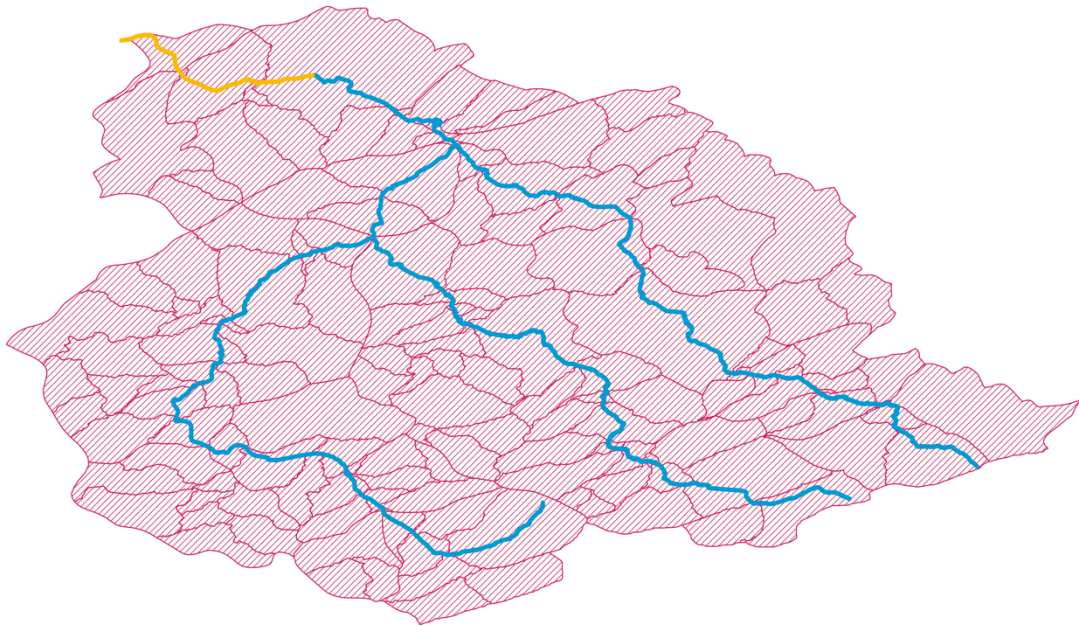
Abbildung 7: Unterstes Teileinzugsgebiet des Gewässersegments



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Abbildung 8 zeigt das Gesamteinzugsgebiet, das zur Bestimmung des mittleren Abflusses des Gewässersegments herangezogen wird, wobei das betrachtete Gewässersegment farbig hervorgehoben ist.

Abbildung 8: Alle Teileinzugsgebiete, die durch das Gewässersegment entwässert werden



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

4.3.1.3 Bestimmung des mittleren Abflusses M_Q

Nach der zuvor beschriebenen Zuordnung von Gewässersegmenten und Teileinzugsgebieten sowie der Verschneidung der Teileinzugsgebiete mit hydrogeologischen Großräumen konnte für jedes Gewässersegment der mittlere Abfluss M_Q unter Berücksichtigung der Verteilung seines Einzugsgebiets auf die hydrogeologischen Großräume anhand der jeweils passenden Regressionsgleichung aus Tabelle 4 in LAWA (2019c) berechnet werden.

Die Regressionsgleichungen wurden in der Projektdatenbank hinterlegt und über die hydrogeologischen Großräume mit den Teileinzugsgebieten verknüpft, so dass die segment-spezifische Berechnung von M_Q vollständig automatisiert ist.

4.3.1.4 Bestimmung des bordvollen Abflusses

Das LAWA-Verfahren gibt zur Bestimmung des bordvollen Abflusses in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsgröße und dem biozönotischen Fließgewässertyp Faktoren an, mit denen dieser aus dem mittleren Abfluss M_Q errechnet werden kann (LAWA 2019c, Seite 27). Diese Formeln wurden ebenfalls in der Projektdatenbank hinterlegt, so dass auch dieser Schritt automatisiert erfolgt.

4.3.2 Anpassung der Nachschlagetabellen aus LAWA (2019c)

Die weiteren, für die Berechnung der typspezifischen Gewässerentwicklungskorridorbreiten erforderlichen Kenngrößen, sind in der LAWA-Verfahrensbeschreibung als typabhängige Nachschlagewerte tabellarisch hinterlegt. Die jeweiligen Quellen sind Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Kenngrößen und Quellen der Nachschlagewerte der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c).

Kenngröße	Quelle
hpn Breiten-Tiefen-Verhältnis	LAWA 2019c, Anhang 4
hpn Böschungsneigung	LAWA 2019c, Tabelle 9
hpn Windungsgrad (für Sohlgefälle und Amplitude)	LAWA 2019c, Tabelle 7
hpn Talbodengefälle (für Sohlgefälle)	LAWA 2019c, Anhang 3
hpn Rauigkeitsbeiwert	LAWA 2019c, Tabelle 8
Laufotyp	LAWA 2019c, Anhang 2

Die Auswahl des jeweiligen Nachschlagewertes kann dabei von verschiedenen typologischen Informationen abhängen, insbesondere vom biozönotischen Typ und vom morphologischen Typ der jeweiligen Gewässerstrecke. In einigen Fällen ist auch noch der Laufotyp vonnöten.

In den Fällen, in denen der biozönotische Typ allein für eine Zuordnung der jeweiligen Kenngröße nicht ausreichte (weil z. B. die Kenntnis des morphologischen Typs notwendig ist), war es erforderlich, die Nachschlagetabellen für die relevanten Kenngrößen entsprechend der fehlenden Daten anzupassen. Die Anpassung erfolgte dergestalt, dass z.B. den LAWA Fließgewässertypen morphologische Typen zugeordnet wurden (LAWA 2019c, Anhang 2). Da sich daraus u.U. größere Spannweiten von Kenngrößen ergaben, wurden die Werte der Größe nach sortiert und jeweils der minimale, mittlere und maximale Wert über alle „Untertypen“ ermittelt.

Dies soll am Beispiel des typischen Talbodengefälles verdeutlicht werden. Tabelle 3 und Tabelle 4 zeigen Auszüge der entsprechenden Nachschlagetabelle des LAWA-Anwenderhandbuchs (LAWA 2019c, Tabelle 1, Anhang 3). Sie geben für verschiedene Kombinationen von biozönotischem Fließgewässertyp und den morphologischen Typen „Grobmaterialreiche Kerb- und Klammtalgewässer“ (K_g) (Tabelle 3) bzw. „Grobmaterialreiche Sohlenkerbtalgewässer“ (S_g) (Tabelle 4) jeweils unterschiedliche minimale, „charakteristische“ und maximale Talbodengefällewerte an.

Tabelle 3: Typische Talbodengefälle des morphologischen Typs „grobmaterialreiche Kerb- und Klammtalgewässer“ (K_g) gemäß LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019c).

Fließgewässertyp	Kombination morphologischer Typ und Fließgewässertyp	Typisches Talbodengefälle „min.“ [‰]	Typisches Talbodengefälle „char.“ [‰]	Typisches Talbodengefälle „max.“ [‰]
Typ 1: Fließgewässer der Alpen	K_g_1	6	30	50
Typ 1.1: Bäche der Kalkalpen	K_g_1.1	40	70	100
Typ 3: Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes	K_g_3	10	30	40
Typ 3.1: Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes	K_g_3.1	10	30	40
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	K_g_5	10	30	50
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	K_g_7	10	30	50
Typ 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche	K_g_16	1	15	50
Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse	K_g_17	1	5	20

Tabelle 4: Typische Talbodengefälle des morphologischen Typs „grobmaterialreiche Sohlenkerbtalgewässer“ (S_g) gemäß LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019c).

Fließgewässertyp	Kombination morphologischer Typ und Fließgewässertyp	Typisches Talbodengefälle „min.“ [‰]	Typisches Talbodengefälle „char.“ [‰]	Typisches Talbodengefälle „max.“ [‰]
Typ 1: Fließgewässer der Alpen	S_g_1	6	30	50
Typ 1.1: Bäche der Kalkalpen	S_g_1.1	40	70	100
Typ 2: Fließgewässer des Alpenvorlandes	S_g_2	2	10	30
Typ 2.1: Bäche des Alpenvorlandes	S_g_2.1	5	20	40
Typ 3: Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes	S_g_3	2	20	40
Typ 3.1: Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes	S_g_3.1	5	20	40
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	S_g_5	10	30	50
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	S_g_7	10	30	50

Mit der hier entwickelten Methode vereinfacht sich diese Zuordnung, indem nur nach biozönotischen Fließgewässertypen unterschieden wird (Tabelle 5). Diese Vereinfachung hat allerdings zur Folge, dass sich für mehrere Fälle (z. B. Typ 2, Typ 5) statt Einzelwerten Wertebereiche ergeben. Führt man die notwendigen Berechnungen jeweils mit den unteren und oberen Werten dieser Wertebereiche durch, kann man die maximal möglichen Fehlerbreiten und die sich daraus ergebenden möglichen relativen Fehler bestimmen (siehe Kapitel **Fehler!** **Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Tabelle 5: Spannweiten des typischen Talbodengefälles in Promille für verschiedene Fließgewässertypen.

Fließgewässertyp	Talboden- gefälle „min“ [‰]	Talboden- gefälle „char“ [‰]	Talboden- gefälle „max“ [‰]	möglicher relativer Fehler*
Typ 1: Fließgewässer der Alpen	6	30	50	0
Typ 1.1: Bäche der Kalkalpen	40	70	100	0
Typ 2: Fließgewässer der Jungmoräne des Alpenvorlandes	2 – 10	20 – 30	40	8 %
Typ 2.1: Bäche der Jungmoräne des Alpenvorlandes	5 – 10	20 – 30	40	8%
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	5 – 10	30	50	0
Typ 5.1: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	4 – 5	15 – 30	50	13%
Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche	1	4	7	0
Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	0,1	1	2	0

*: Bei Verwendung der charakteristischen Werte (Spalte „Talbodengefälle „char“ [Promille]“)

Diese angepassten Nachschlagetabellen (z. B. für das Talbodengefälle, den hpn Rauheitsbeiwert, den hpn Windungsgrad, die hpn Böschungsneigung, das hpn Breiten-Tiefen-Verhältnis) wurden als Tabellen in die Datenbank übernommen.

Als Verknüpfungskriterium der Gewässersegmente mit den Nachschlagetabellen diene jeweils der den Gewässersegmenten zugeordnete biozönotische Typ. Nach Abschluss dieser Arbeiten waren so jedem Gewässersegment, das eine entsprechende Typ-Einstufung aufweist, die für die weitere Berechnung benötigten Daten zugeordnet.

4.3.3 Durchführung der Berechnungen

Alle für die Berechnung erforderlichen Formeln wurden in Form von Datenbanksichten (SQL-Views) implementiert, so dass bei Datenaktualisierungen unmittelbar (unter Berücksichtigung der Rechenzeiten) aktuelle Ergebnisse vorliegen.

Zur Berechnung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite wurden zunächst jeweils die in der LAWA-Verfahrensempfehlung als „charakteristisch“ bezeichneten Nachschlagewerte verwendet. Ein erster Abgleich mit den im Rahmen des LAWA-Vorhabens „Praxistest Flächen für die Entwicklung von Fließgewässern“ (LFP Projekt O 9.18)

dokumentierten Berechnungsergebnissen für ca. 50 Gewässerstrecken ergab jedoch, dass die dort berechneten Entwicklungskorridore tendenziell deutlich größere Breiten aufwiesen, was darauf zurückzuführen war, dass für die verschiedenen Berechnungsparameter Zahlenwerte verwendet wurden, die im Falle des Windungsgrades und der Rauheitsbeiwerte größer sowie im Falle des Talbodengefälles deutlich geringer ausfielen als die vergleichbaren „charakteristischen“ Werte aus den entsprechenden Tabellenwerken.

Daher wurde die Berechnung wiederholt, und es wurden für Windungsgrade und Rauheitsbeiwerte jeweils die maximalen, für die Talbodengefälle entsprechend die minimalen typspezifischen Werte verwendet. Aus den so bestimmten hpn Gewässerbettbreiten wurden dann die hpn Entwicklungskorridore gemäß LAWA (2019c) berechnet.

4.3.4 Abschätzung der Genauigkeit der Berechnungen

Durch Fehleranalysen wurde abgeschätzt, wie groß die Abweichung zu einer Berechnung gemäß LAWA (2019c) ausfallen kann. Diese Analyse wird hier exemplarisch für das Talbodengefälle dargestellt.

Das Talbodengefälle wird anhand der hpn Windung in das hpn Sohlgefälle umgerechnet. Dieses fließt gemäß Formel 1 mit einer Potenz von $-3/16$ in die Berechnung der hpn Gewässerbettbreite ein. Da für die Berechnung die minimalen Werte herangezogen wurden (Spalte „Talbodengefälle „char“ [Promille]“ in Tabelle 5), ergibt sich ein besonders großer möglicher Fehler bei den feinmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbächen (LAWA-Typ 5.1). Eine Berechnung mit der unteren Intervallgrenze 15 ‰ resultiert in einem Faktor 2,198 in der Formel. Mit der oberen Intervallgrenze 30 ‰ ergibt sich 1,930. Das ist ein Unterschied von etwa 13 %. Die möglichen relativen Fehler für die anderen Fälle sind in der Spalte „möglicher rel. Fehler“ in Tabelle 5 dargestellt.

Diese überschlägigen Betrachtungen machen deutlich, dass eine Genauigkeit von 90 % bei Verwendung der jeweiligen Intervallmitten näherungsweise für alle Gewässertypen bis auf einen erreicht würde. Im Falle der feinmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbäche (LAWA-Typ 5.1) würde die Zielmenge mit 87 % knapp verfehlt. Es kann also davon ausgegangen werden, dass ein Gesamtfehler unter 20 % liegen wird.

Folgende Faktoren führen dazu, dass der Gesamtfehler eher kleiner ausfallen wird:

- ▶ Der Anteil der jeweiligen LAWA-Typen am Gesamtnetz ist in die Gesamtbetrachtung einzubeziehen: Im Falle des LAWA-Typ 5.1: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche sind dies z. B. nur rund 3,7 % (vgl. https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=11&clang=1).
- ▶ Die maximal möglichen Fehler treten mit großer Wahrscheinlichkeit nicht bei allen Gewässern des jeweiligen Typs auf.
- ▶ Bei den verschiedenen – wie beschrieben fehlerbehafteten – Berechnungsfaktoren treten die jeweils maximal möglichen Fehler bei verschiedenen LAWA-Typen auf (Tabelle 6), so dass es nicht zu einer Aggregation der maximal möglichen Fehler kommen kann.

Tabelle 6: Gewässertyp(gruppen) mit größten möglichen relativen Fehlern.

Parameter	Gewässertyp(gruppen)
Talbodengefälle	Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche
Sohlschubspannung	Fließgewässer der Alpen
h _{pn} Windung	grobmaterialreiche Gewässer
h _{pn} Rauheitsbeiwert	grobmaterialreiche Gewässer

Es ist bei dieser Bewertung außerdem zu berücksichtigen, dass es nicht das Ziel dieses Verfahrens ist, für jede einzelne Gewässerstrecke eine korrekte, planungsreife Entwicklungsfläche zu bestimmen, sondern ein bundesweites „Gesamt-Flächenziel“ zu berechnen. Wenn Fehler also – wie zu erwarten ist – näherungsweise normalverteilt auftreten, kann angenommen werden, dass sich Über- und Unterschätzungen aufgrund der Summenbildung zumindest zu einem Teil kompensieren.

4.3.5 Implementierung eines Korrekturfaktors

Die vereinfachte Methode überschätzt die berechneten Entwicklungskorridorbreiten um 15 %.

Die Herleitung dieses Korrekturfaktors ergibt sich aus dem Abgleich der Berechnungsergebnisse der hier entwickelten Methode mit den Berechnungsergebnissen ausgewählter Bundesländer, die den typspezifischen Flächenbedarf auf Grundlage der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) berechnet haben (siehe Kapitel 5.1)

5 Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse

5.1 Abgleich mit Länderdaten

5.1.1 Datengrundlage und Vorgehensweise

Die für die Gewässerabschnitte ermittelten Eingangsdaten und Gewässerentwicklungskorridorbreiten konnten mit Daten des Landesamts für Umwelt, Naturschutz u. Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), des Landesamts für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz NRW (LANUV), des Landesamts für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU) sowie des Thüringer Landesamts für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) verglichen werden. Diese Landesämter hatten Gewässerentwicklungsflächen nach der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) berechnen lassen.

Ziel war die Plausibilisierung der Ergebnisse sowie ggf. die Ermittlung maßgeblicher Ursachen für größere Abweichungen. Hierfür wurden die Gewässerabschnitte mit korrespondierenden Abschnitten aus den bereitgestellten Daten verknüpft. Da die Abschnittsbildungen jeweils in unterschiedlichen Weisen erfolgt sind, konnten nicht alle Abschnitte exakt zugeordnet werden.

Im Folgenden ist das Vorgehen exemplarisch anhand der Daten aus Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen beschrieben, da hier jeweils verschiedene Verknüpfungsmethoden angewendet werden mussten.

Im Fall der Daten aus Mecklenburg-Vorpommern erfolgte die Verknüpfung der Abschnitte nach dem folgenden Schema:

1. Ermitteln der geographischen Koordinaten des Mittelpunktes.
2. Wahl des Vergleichs-Abschnittes mit der geringsten Distanz dazu.
3. Zuordnung des Abschnitts, wenn sämtliche der folgenden Bedingungen erfüllt waren:
 - a. Die Gewässerkennzahlen beider Abschnitte stimmen überein.
 - b. Start- und Endpunkte des Vergleichs-Abschnitts sind jeweils nicht mehr als einen Meter vom Abschnitt entfernt.
4. Prüfen, ob daraus eine eindeutige Zuordnung zu einem Vergleichs-Abschnitt resultiert, wenn nicht: Abschnitt verwerfen (kann nicht sinnvoll verglichen werden).

Da im Fall der thüringischen Daten hier deutlichere Lageabweichungen berücksichtigt werden mussten, erfolgte die Verknüpfung etwas anders:

1. Ermitteln der geographischen Koordinaten des Mittelpunktes.
2. Ermitteln der Distanz zu allen Anfangspunkten der Vergleichs-Abschnitte (= Wasserkörper). Diese Punkte sollten in der Regel dem unteren, also mündungsnäheren Ende des Abschnitts entsprechen. Die Distanz bezieht sich grundsätzlich auf die jeweils kürzeste mögliche Verbindung.
3. Wahl der zwei Vergleichs-Abschnitte mit der geringsten Distanz gemäß 1.
4. Von den unter 3. ausgewählten Vergleichs-Abschnitten wurde nur der Abschnitt zugeordnet, der sämtliche der folgenden Bedingungen erfüllte¹.

¹ Prinzipiell lässt das Vorgehen die Zuordnung beider TLUBN-Abschnitte zu. Diese Fälle wurden mit den Schritten 4. und 5. gelöst. Auch der Fall, dass kein TLUBN-Abschnitt die Bedingungen erfüllt, ist aufgetreten.

- a. Die Gewässerkennzahl stimmte überein.
 - b. Anfangs- und Endpunkt des Vergleichs-Abschnitts liegen weniger als 200 Meter vom Abschnitt entfernt.
5. Prüfen, ob daraus eine eindeutige Zuordnung der Abschnitte resultiert, wenn nicht: Abschnitt verwerfen (kann nicht sinnvoll verglichen werden).

Um eine möglichst große Aussagekraft der Vergleiche zu erzielen, sollten Fehlzuordnungen möglichst vermieden werden. Deshalb wurde eine hohe Schwelle für akzeptierte Zuordnungen gesetzt, dafür aber eine Reduktion der Fallzahlen in Kauf genommen.

Um die Flächengrößen der Gewässerentwicklungsflächen zugeordneter Abschnitte vergleichen zu können, wurden die berechneten Gewässerentwicklungsflächenbreiten grundsätzlich mit identischen Längen multipliziert (auch wenn sich die tatsächlichen Längen der Geometrien im Einzelfall unterscheiden). Im Fall der Thüringer Daten wurden die Abschnittslängen der thüringischen Abschnitte (= Wasserkörper) zu Grunde gelegt, im Fall der Daten aus Mecklenburg-Vorpommern die Längen der im Projekt bearbeiteten Abschnitte.

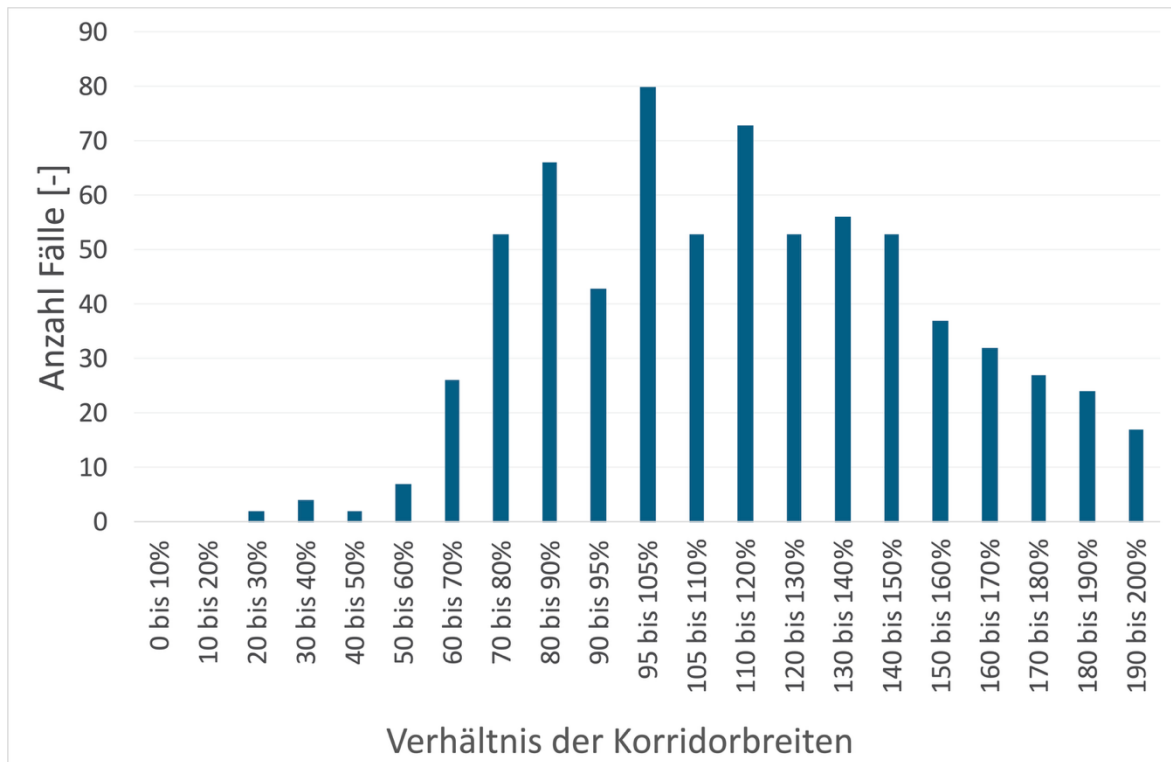
5.1.2 Ergebnisse

Exemplarisch werden hier die Ergebnisse der Plausibilitätsprüfungen anhand der Daten aus Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen vorgestellt, da damit die meisten Gewässertypen Deutschlands abgedeckt sind.

Vergleich mit den Berechnungsergebnissen aus Mecklenburg-Vorpommern

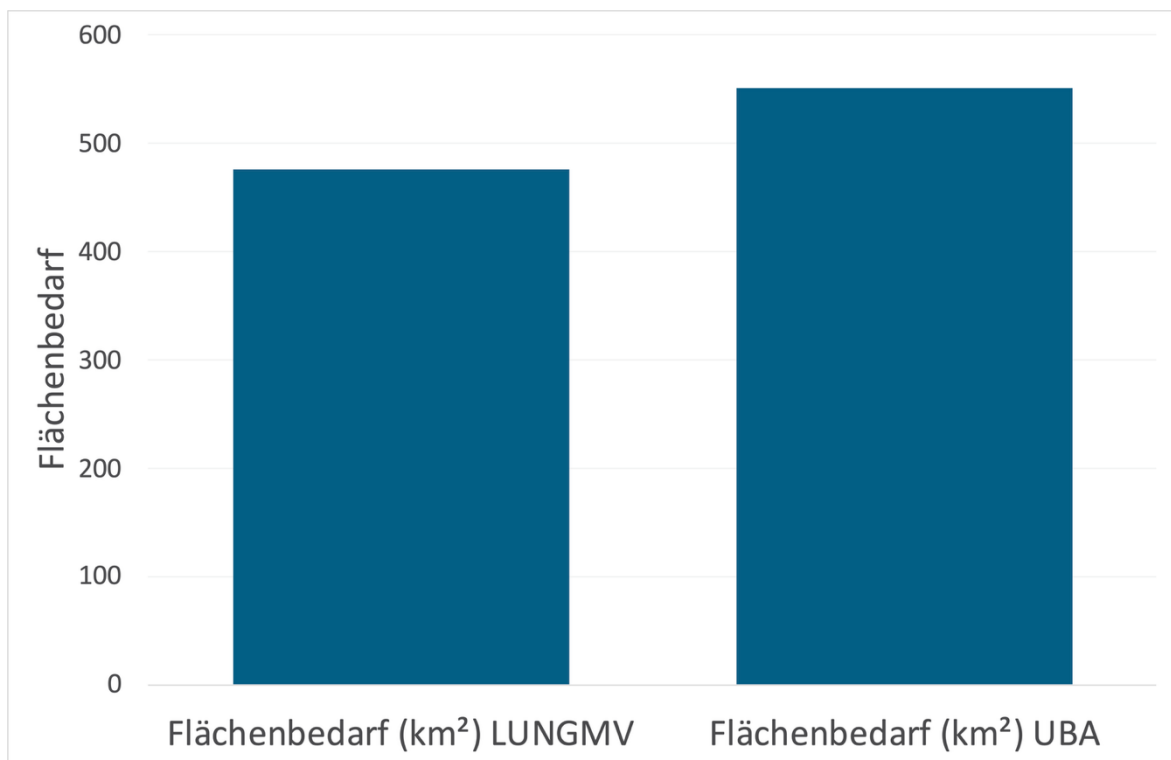
Abbildung 9 zeigt, dass die nach der hier entwickelten Methode berechneten Korridorbreiten tendenziell etwas größer sind als die nach dem LAWA-Verfahren durch das LUNG MV ermittelten Werte. Die Häufigkeitsverteilung ist nur geringfügig linksschief. Das Maximum des Histogramms liegt im zentralen Intervall 95-105 %.

Abbildung 9: Verhältnis der hier berechneten Korridorbreiten zu denen vergleichbarer berichtspflichtiger Fließgewässer in Mecklenburg-Vorpommern.



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Abbildung 10: Vergleich der Gesamtflächenbedarfe vergleichbarer berichtspflichtiger Gewässer in Mecklenburg-Vorpommern.



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

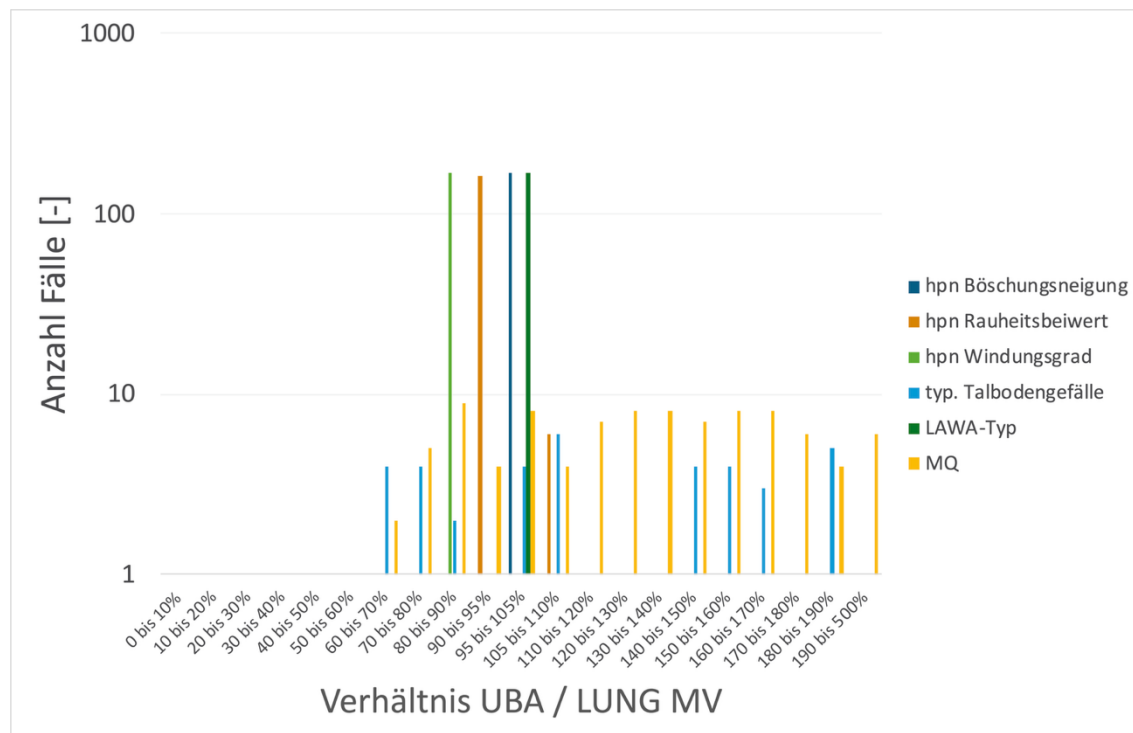
Dies spiegelt sich auch im Vergleich der Gesamtsummen wider (Abbildung 10). Der nach der hier entwickelten Methode berechnete typspezifische Flächenbedarf (551 km²) ist um ca. 15 % höher als der nach der LAWA-Methode ermittelte Wert (477 km²). Es ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die angegebenen Flächengrößen nur die einander sicher zuordbaren Datensätze umfassen und nicht etwa den für Mecklenburg-Vorpommern insgesamt ermittelten Flächenbedarf beschreiben.

Ursächlich hierfür sind Unterschiede in den Eingangsgrößen der Berechnung, wie in Abbildung 11 deutlich wird:

- Die in diesem Projekt verwendeten typspezifischen Rauheitsbeiwerte sind in der überwiegenden Zahl der Fälle etwas geringer.
- Die in diesem Projekt verwendeten typspezifischen Windungsgrade sind in der überwiegenden Zahl der Fälle etwas geringer.
- Die in diesem Projekt verwendeten typspezifischen Talbodengefälle sind – mit einer geringen Linksschiefe – gleichmäßig über das Spektrum (von 60-70 % bis 180-190 %) verteilt.
- Die verwendeten Werte für den mittleren Abfluss M_Q sind in diesem Projekt häufig höher.

Es ist daher davon auszugehen, dass insbesondere die tendenziell höheren Abflusswerte für den Unterschied in der Summe verantwortlich sind: höherer M_Q entspricht höherem bordvollen Abfluss und somit höherer hpn Gewässerbreite und damit auch Korridorbreite.

Abbildung 11: Verhältnisse verschiedener Eingangsgrößen der Berechnungen.

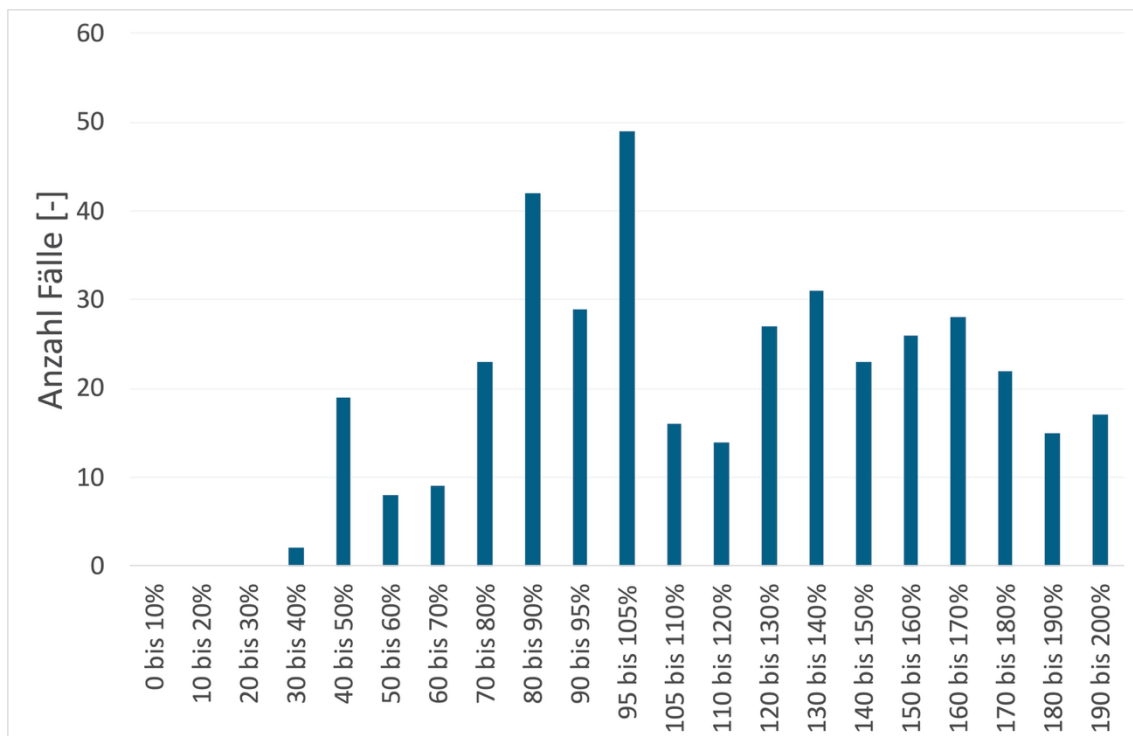


Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Vergleich mit den Berechnungsergebnissen aus Thüringen

Abbildung 12 zeigt, dass die nach der hier entwickelten vereinfachten Methode berechneten Korridorbreiten tendenziell etwas größer sind als die nach der LAWA-Methode durch das TLUBN ermittelten Werte. Die Häufigkeitsverteilung ist etwas stärker linksschief als die in der Abbildung 9. Das Maximum des Histogramms liegt allerdings ebenfalls im zentralen Intervall 95-105 %.

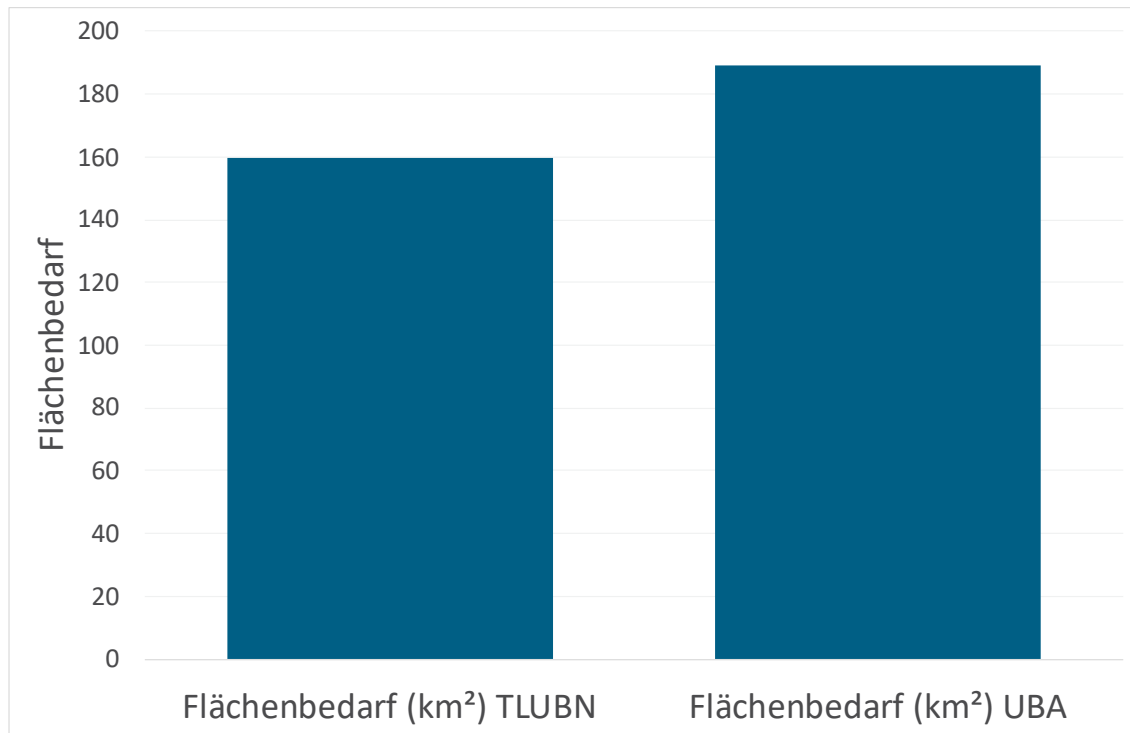
Abbildung 12: Verhältnis der hier berechneten Korridorbreiten zu denen vergleichbarer berichtspflichtiger Fließgewässer in Thüringen.



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Dies spiegelt sich auch im Vergleich der Gesamtsummen wider (Abbildung 13). Der nach der hier entwickelten Methode berechnete typspezifische Flächenbedarf (189 km²) ist um ca. 19 % höher als der nach dem LAWA-Verfahren ermittelte Wert (159 km²). Es ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die angegebenen Flächengrößen nur die einander sicher zuordbaren Datensätze umfassen und nicht etwa den für Thüringen insgesamt ermittelten Flächenbedarf beschreiben.

Abbildung 13: Vergleich der Gesamtflächenbedarfe vergleichbarer berichtspflichtiger Gewässer in Thüringen.



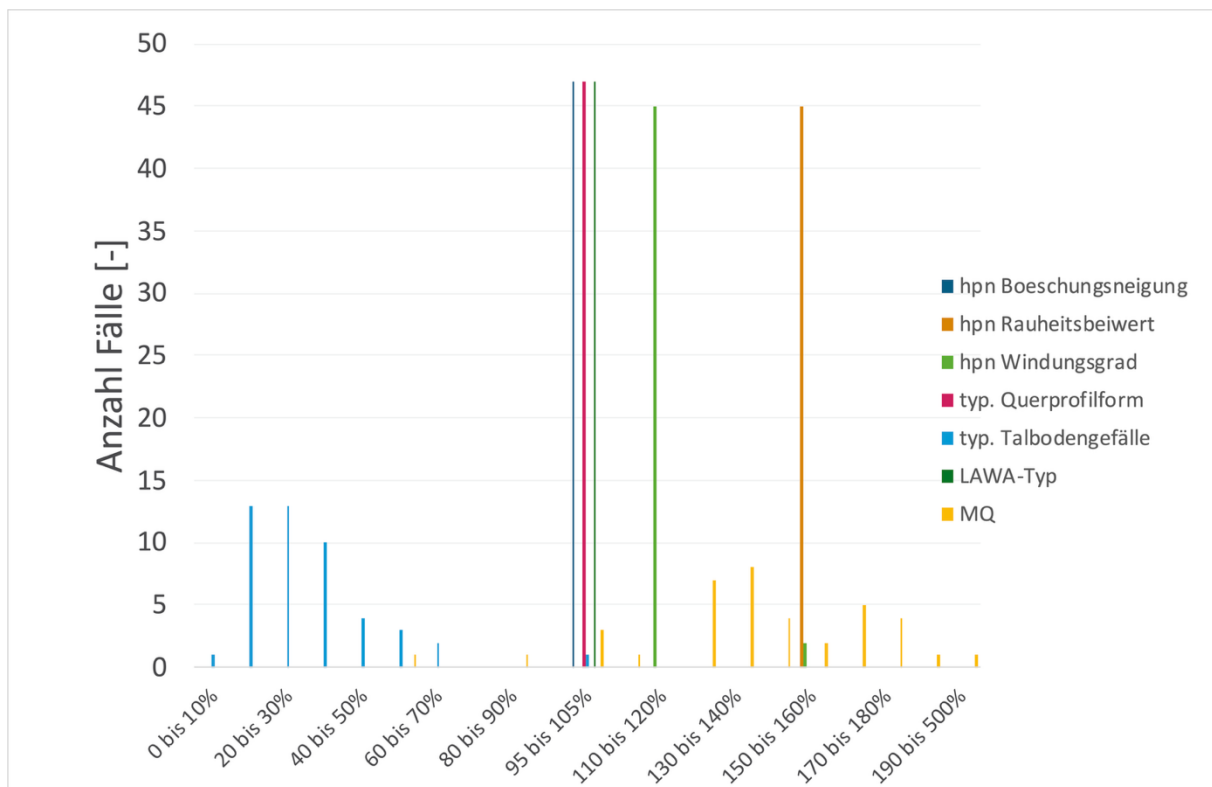
Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Ursächlich sind auch hier systematische Unterschiede in einigen Eingangsgrößen der Berechnung, wie in Abbildung 14 deutlich wird:

- ▶ Die in diesem Projekt verwendeten typspezifischen Rauheitsbeiwerte sind in allen Fällen deutlich größer.
- ▶ Die in diesem Projekt verwendeten typspezifischen Windungsgrade sind in der überwiegenden Zahl der Fälle etwas höher.
- ▶ Die in diesem Projekt verwendeten typspezifischen Talbodengefälle sind deutlich geringer.
- ▶ Die verwendeten Werte für den mittleren Abfluss M_Q sind in diesem Projekt ebenfalls tendenziell höher.

Alle abweichenden Faktoren begünstigen tendenziell höhere Korridorbreiten, was die Abweichungen in Größe und Tendenz erklärt.

Abbildung 14: Verhältnisse verschiedener Eingangsgrößen der Berechnungen.



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Die hier nicht dargestellten Vergleiche mit Daten aus Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz lieferten ähnliche Ergebnisse mit Abweichungen der ermittelten Gesamtflächen von +10 und +15 %.

Fazit

Der Vergleich der hier berechneten Entwicklungskorridorbreiten mit den nach der LAWA-Verfahrensempfehlung berechneten Ergebnissen der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Thüringen hat die generelle Plausibilität der Berechnungen bestätigt.

Die aufgrund der Fehlerabschätzung prognostizierte mögliche Abweichung von maximal 20 % (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) wurde bestätigt.

Da die hier verwendete vereinfachte Methode in allen Fällen eine mittlere „Überschätzung“ der Entwicklungskorridorbreiten gegenüber den auf detaillierteren Daten berechneten Ergebnissen der Länder in Höhe von 15 % zeigte, erscheint es angemessen, die hier ermittelten Ergebnisse mit diesem Faktor zu korrigieren (siehe dazu auch Kapitel 6).

5.2 Plausibilisierung anhand der gewässerstrukturellen Orientierungswerte

Ein wichtiger Faktor für die bisherige Verfehlung der Bewirtschaftungsziele sind anthropogene morphologische Veränderungen, die eine Verschlechterung der Gewässerstruktur zur Folge haben. Als Grundlage für die Bewertung und für die Planung von Verbesserungsmaßnahmen zur Zielerreichung wurden daher folgende gewässerstrukturelle Orientierungswerte vorgeschlagen (Pottgiesser 2025):

► **Variante 1: Gewässerstruktureller Orientierungswert „3“**

Mittelwert der Gesamtbewertung in einem Wasserkörper entspricht Strukturklasse 3 (= Indexspanne 2,7 – 3,5)

► **Variante 2: Gewässerstruktureller Orientierungswerte „4PLUS“**

Mittelwert der Gesamtbewertung in einem Wasserkörper entspricht Strukturklasse 4 (= Indexspanne: 3,6 – 4,4). Zusätzlich („PLUS“) ist die typgemäße Verteilung der Gewässerstrukturklassen zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes auf Ebene eines Oberflächenwasserkörpers unter Berücksichtigung des Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzepts mit den Funktionselementen Strahlursprung, Aufwertungsstrahlweg und Durchgangsstrahlweg (LANUV NRW 2011) einzuhalten.

5.2.1 Konzeptionelle Grundlagen der Plausibilisierung

Grundvoraussetzung für das Erreichen des gewässerstrukturellen Orientierungswertes ist in beiden Fällen, dass die biozönotisch besonders relevanten Strukturparameter (Pottgiesser 2025) die jeweiligen typspezifischen Mindestanforderungen erfüllen. In beiden Fällen können die notwendigen morphologischen Randbedingungen für das Erreichen des guten ökologischen Zustands anhand der biologischen Qualitätskomponenten (im Wesentlichen Fische und Makrozoobenthos) abgeleitet werden. In den hydromorphologischen Steckbriefen werden diese als Mindestanforderungen bei den Beschreibungen des guten ökologischen Zustands verwendet (Pottgiesser et al. 2025).

Das von der LAWA empfohlene Verfahren zur Bestimmung des typspezifischen Flächenbedarfs führt für abgegrenzte Gewässerstrecken zu Flächen, die so dimensioniert sind, dass sie die Ausbildung des typspezifischen Formenschatzes unter Berücksichtigung der heutigen potenziell natürlichen Windung, der potenziell natürlichen Gewässerbreite und der sich daraus ergebenden Mäanderlänge und Schwingungsamplitude ermöglichen. Das Verfahren legt außerdem fest, wie auf die jeweiligen Bewirtschaftungsziele abgestimmte reduzierte Flächen durch entsprechende prozentuale Abschläge ermittelt werden.

Anhand der den Verfahren zur Gewässerstrukturkartierung zugrunde liegenden Indextabellen können für jeden Einzelparameter diejenigen Merkmalsausprägungen identifiziert werden, die gegeben sein müssen, um die ermittelten gewässerstrukturellen Orientierungswerte zu erreichen. Diese Ausprägungen gehen mit einem parameter- und typspezifischen Raumbedarf einher, welcher mit den nach LAWA (2019c) bzw. den mit der hier abgeleiteten Methode berechneten Flächengrößen bzw. Korridorbreiten abgeglichen werden kann. Ziel dieser Plausibilisierung ist es daher, abzuprüfen, ob die vorgeschlagenen gewässerstrukturellen Orientierungswerte (Pottgiesser 2025) mit der berechneten Flächenkulisse für den guten ökologischen Zustand erfüllt werden können.

5.2.2 Datengrundlagen und Vorgehensweise

Es ist bekannt (Müller und Zumbroich 2004, Müller 2005), dass der Einzelparameter „Laufkrümmung“ der Gewässerstrukturkartierung mit den meisten anderen Einzelparametern der Gewässerstruktur hoch korreliert ist, da eine naturnahe Laufkrümmung die Voraussetzung für die Ausbildung entsprechender naturnaher Sohl- und Uferstrukturelemente bildet. Diese wiederum bilden diejenigen Habitate aus, welche für Erreichung und Aufrechterhaltung eines guten ökologischen Zustands benötigt werden. In den Verfahren zur Gewässerstrukturkartierung wird der Einzelparameter „Laufkrümmung“ durch textlich beschriebene Zustandsmerkmale charakterisiert (z. B. „mäandrierend“, „stark geschwungen“, „geradlinig“ usw.). Diese Beschreibungen sind mit Spannen von numerisch definierten Windungsgraden unterlegt.

Auf diese Weise kann die LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) ebenso wie die hier abgeleitete Methode mit den Gewässerstrukturdaten verknüpft werden, da bei Ersterer der hpn Windungsgrad eine zentrale Größe im Formelwerk zur Berechnung der typspezifischen Gewässerentwicklungskorridorbreite darstellt (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und die folgenden Formeln).

Bei gegebener heutiger potenziell natürlicher Breite eines Gewässers kann die typspezifische Gewässerentwicklungskorridorbreite direkt aus dem Windungsgrad berechnet werden (vgl. LAWA 2019c bzw. Kapitel 4.3.3 in diesem Bericht²):

Formel 9: Formel zur Berechnung der Mäanderlänge.

$$M_L = 10,9 \times B^{1,01}$$

mit M_L : Mäanderlänge, B: hpn Gewässerbreite

Formel 10: Formel zur Berechnung der Schwingungsamplitude.

$$A = \frac{M_L}{4} \times (W - 1 + \sqrt{W^2 - 1})$$

mit A: Amplitude, M_L : Mäanderlänge, W: Windungsgrad

Formel 11: Formel zur Berechnung der Gewässerkorridorbreite.

$$B_K = A + B$$

mit B_K : Breite des Gewässerkorridors, A: Amplitude, B: hpn Gewässerbreite

Formel 12: Formel zur Berechnung der Gewässerentwicklungskorridorbreite.

$$B_{EK} = 1,25 \times B_K$$

mit B_{EK} : Breite des Gewässerentwicklungskorridors, B_K : Breite des Gewässerkorridors, Dynamikfaktor 1,25

² Die für das LAWA-Verfahren verwendeten Formeln werden bei der hier entwickelten Methode ohne Änderungen übernommen. Insofern werden bei der hier vorgenommenen Analyse beide Methoden plausibilisiert.

Die Plausibilisierung wurde exemplarisch für die beiden bundesweit häufigsten LAWA-Gewässertypen 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche und 14: Sandgeprägte Tieflandbäche durchgeführt.

Zunächst wurde ermittelt, welche Ausprägung der Laufkrümmung mindestens als Grundlage für einen guten ökologischen Zustand erforderlich ist (Tabelle 7).

Tabelle 7: Typspezifische Laufkrümmungen und Windungsgrade zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands.

LAWA-Typ	Laufkrümmung im GÖZ gemäß Hydromorphologischem Steckbrief (Pottgiesser et al. 2025)	Zustandsmerkmal des EP „Laufkrümmung“ (LANUV NW 2023)	Indexwert des Zustandsmerkmals (LANUV NW 2023)	Windungsgrad gemäß Kartieranleitung (LANUV NW 2023)
5	gestreckt bis geschwungen	geschwungen	3	>1,25-1,5
14	geschwungen; wenn grundwasser geprägt: eher gestreckt	geschwungen	3	>1,25-1,5

Wie oben beschrieben, kann die typspezifische Gewässerentwicklungskorridorbreite bei gegebener hpn Gewässerbreite anhand des Windungsgrades berechnet werden. Da der Windungsgrad in Intervallform angegeben ist, wurden die folgenden Berechnungen jeweils für Minimum (unterer Windungsgrad von 1,26), Maximum (oberer Windungsgrad von 1,5) und Intervallmitte (mittlerer Windungsgrad von 1,38) durchgeführt. Als hpn Gewässerbreite wurden exemplarisch jeweils die Werte 1, 2, 5, 10, 15 und 20 m angenommen.

Es wurden die Korridorbreiten und -flächen für Gewässer der LAWA-Typen 5 und 14 mit den oben verwendeten Abmessungen berechnet. Die typspezifischen Windungsgrade sind für die verschiedenen morphologischen Typen in der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c, Seite 32/33) angegeben. Da ein einzelner LAWA-Typ verschiedenen morphologischen Typen zugeordnet werden kann, ergibt sich eine entsprechende Spannweite.

Für die Plausibilisierungsbetrachtungen wurden daher für die LAWA-Typen 5 und 14 Berechnungen mit folgenden Werten durchgeführt:

- unterer Windungsgrad: 1,5
- charakteristischer Windungsgrad: 1,8
- oberer Windungsgrad: 2

5.2.3 Ergebnisse

Unter Anwendung der obigen Formeln und unter exemplarischer Annahme einer Wasserkörperlänge von 5.000 m ergeben sich – ausgehend von dem strengeren gewässerstrukturellen Orientierungswert von „3“ für den guten ökologischen Zustand – in Abhängigkeit vom Windungsgrad folgende Werte für die LAWA-Typen 5 und 14 (Tabelle 8).

Tabelle 8: Breiten und Flächeninhalte der Gewässerentwicklungskorridore zur Unterstützung des guten ökologischen Zustands, ermittelt auf Grundlage eines gewässerstrukturellen Orientierungswerts von „3“ für die LAWA-Typen 5 und 14 und den Windungsgrad „geschwungen“.

hpn Gewässerbreite [m]	min. B _{EK} [m]	mittl. B _{EK} [m]	max. B _{EK} [m]	min. A _{EK} [m ²]	mittl. A _{EK} [m ²]	max. A _{EK} [m ²]
1	5	6	7	23.733	28.919	33.807
2	10	12	14	47.710	58.153	67.998
5	24	29	34	120.086	146.432	171.271
10	48	59	69	241.407	294.466	344.490
15	73	89	104	363.201	443.113	518.454
20	97	118	139	485.302	592.159	692.903

B_{EK}: Breite des Gewässerentwicklungskorridors, A_{EK}: Flächeninhalte des Gewässerentwicklungskorridors

Die Anwendung des LAWA-Verfahrens zur Ermittlung typspezifischer Gewässerentwicklungskorridore führt zu den in Tabelle 9 dargestellten Resultaten.

Tabelle 9: Typspezifische Breiten und Flächeninhalte der Gewässerentwicklungskorridore (gemäß LAWA 2019c) für die LAWA-Typen 5 und 14 zur Unterstützung des sehr guten ökologischen Zustands.

hpn Gewässerbreite [m]	min. B _{EK} [m]	charakt. B _{EK} [m]	max. B _{EK} [m]	min. A _{EK} [m ²]	charakt. A _{EK} [m ²]	max. A _{EK} [m ²]
1	7	9	11	33.807	45.365	52.780
2	14	18	21	67.998	91.274	106.208
5	34	46	54	171.271	229.998	267.676
10	69	93	108	344.490	462.761	538.641
15	104	139	162	518.454	696.582	810.863
20	139	186	217	692.903	931.091	1.083.905

B_K: Breite des Gewässerentwicklungskorridors, A_E: Flächeninhalte des Gewässerentwicklungskorridors

Die in den Tabelle 9 dargestellten typspezifischen Breiten und Flächeninhalte der Gewässerentwicklungskorridore korrespondieren gemäß LAWA-Verfahren mit dem Flächenbedarf von Gewässern im sehr guten ökologischen Zustand.

Der Flächenbedarf für den guten ökologischen Zustand ergibt sich gemäß LAWA (2019c) durch pauschale Breitenverminderung um 30 %. Ein Vergleich der Ergebnisse ist in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Vergleich der Flächeninhalte der Gewässerentwicklungskorridore für den guten ökologischen Zustand der LAWA-Typen 5 und 14.

hpn Breite [m]	min. A _{EK} [m ²] gemäß OW	min. A _{EK} [m ²] gemäß LAWA (2019c)	mittl. A _{EK} [m ²] gemäß OW	char. A _{EK} [m ²] gemäß LAWA (2019c)	max. A _{EK} [m ²] gemäß OW	max. A _{EK} [m ²] gemäß LAWA (2019c)
1	23.733	23.665	28.919	31.756	33.807	36.946
2	47.710	47.598	58.153	63.892	67.998	74.345
5	120.086	119.890	146.432	160.999	171.271	187.373
10	241.407	241.143	294.466	323.933	344.490	377.048
15	363.201	362.918	443.113	487.607	518.454	567.604
20	485.302	485.032	592.159	651.764	692.903	758.734

A_{EK}: Flächeninhalt des Gewässerentwicklungskorridors, OW: Orientierungswert

Die nach LAWA (2019c) mit den charakteristischen und maximalen Windungsgraden berechneten Korridore sind durchweg breiter als die auf Grundlage des mittleren und maximalen Windungsgrades der gewässerstrukturellen Zustandsmerkmale ermittelten Breiten. Die unteren Windungsgrade gemäß gewässerstruktureller Orientierungswerte und LAWA (2019c) führen zu annähernd gleichen Ergebnissen.

Ergebnisse der Plausibilisierung der berechneten Korridore anhand der gewässerstrukturellen Orientierungswerte

Die Strukturen und Bedingungen eines gewässerstrukturellen Orientierungswertes von "3" können in dem für den guten ökologischen Zustand gemäß LAWA-Verfahrensempfehlung (2019c) bzw. gemäß der hier entwickelten Methode berechneten Korridor realisiert werden.

Aufgrund der strukturell abgeschwächten Anforderungen des gewässerstrukturellen Orientierungswertes von "4PLUS" können in den Korridoren des guten ökologischen Zustands ebenfalls die benötigten Ausprägungen der Strukturen und Habitate zur Zielerreichung realisiert werden.

6 Flächenbedarf zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der Fließgewässer in Deutschland

Das für die Berechnung des Flächenbedarfs gemäß Kapitel 4 herangezogene Gewässernetz der BfG mit Stand 4. April 2022 (siehe Kapitel 4.2 Datengrundlagen) umfasste eine Gewässerstrecke von 143.464 km. Eine Verschneidung mit dem Wasserkörpernetz der BfG mit Stand 02.11.2021 und einer Länge von 137.028 km ergibt ein Netz von 129.440 km Länge. Diese Differenz resultiert daraus, dass das zusammenhängende und auf die Wassereinzugsgebiete abgestimmte Gewässernetz RWSEG teilweise auch nicht berichtspflichtige Gewässer sowie Seen durchfließende Strecken umfasst.

Für das hier entwickelte Verfahren gelten prinzipiell die gleichen Anwendungsgrenzen wie für das LAWA-Verfahren. Danach sind folgende Gewässer vom Verfahren ausgenommen (die folgenden Angaben beziehen sich auf die vorgenannte, mit dem Wasserkörpernetz verschnittene Teilmenge des Fließgewässernetz „RWSEGGEOM“ der BfG (siehe Kapitel 4.2 Datengrundlagen):

- ▶ Ströme (kiesgeprägte Ströme Typ 10 und sandgeprägte Ströme Typ 20) — 2.762 km
- ▶ Marschengewässer (Typ 22 und Subtypen) — 2.916 km sowie
- ▶ rückstau- bzw. brackwasserbeeinflussten Ostseezuflüsse (Typ 23) — 326 km

Außerdem wird in der LAWA-Verfahrensempfehlung darauf hingewiesen, dass sich die Anwendung „in der Praxis aufgrund der weitreichenden Restriktionen bei Bundeswasserstraßen allerdings nicht“ empfiehlt. Aus diesem Grund wurden auch die Strecken entfernt, deren Attribut „SHIP_CHAN“ die Ausprägungen 2 oder 3 aufwies („Segment ist teilweise oder vollständig Bestandteil der Bundeswasserstraßen“, laut „WFD-Codelist 2022“, siehe <https://www.wasserblick.net/servlet/is/192027/>). Diese machen im zugrunde liegenden Netz 3.909 km aus.

Aufgrund der fehlenden natürlichen Dynamik ist die Verfahrensanwendung auf künstliche Fließgewässer nicht sinnvoll. Diese wurden ebenfalls ausgeschlossen. Das Attribut „artificial“ weist für 12.615 km die Ausprägung „Y“ aus³.

Da diese verschiedenen Attribute sich auch überlappen können, ergibt sich insgesamt eine Gewässerstrecke von 111.527 km, die von der Anwendung der Methode nicht aus fachlichen Gründen ausgeschlossen werden. Dies entspricht rund 81% der berichtspflichtigen Fließgewässer (ermittelt auf Grundlage des o.a. Wasserkörpernetz).

Für 9.800 km davon (ca. 7,2 % der berichtspflichtigen Fließgewässer) konnte keine Berechnung durchgeführt werden. Die Ursachen dafür waren:

- ▶ Für ca. 2.000 km (1,5 %) konnten den Gewässersegmenten keine LAWA-Typen zugeordnet werden.
- ▶ Für ca. 7.800 km (5,7 %) war eine Zuordnung von Teil-Einzugsgebieten nicht möglich. Dies war begründet in Fehlern in bzw. Abweichungen zwischen den Grundlagendaten:
 - fehlerhafte Gewässer- und/oder Gebietskennzahlen der Gewässersegmente oder der Einzugsgebiete
 - Lagefehler der Gewässersegmente oder der Einzugsgebiete

³ Was gemäß genannter WFD-Codelist 2022 „Ja“ bedeutet.

Insgesamt wurden somit Berechnungen mittels der hier vorgestellten Methode für 101.727 km berichtspflichtiger Gewässer durchgeführt.

6.1 Flächenbedarf für den sehr guten ökologischen Zustand der berechneten berichtspflichtigen Fließgewässer

Das angewendete Verfahren liefert als Berechnungsergebnis die Breiten der typspezifischen Gewässerentwicklungskorridore für den sehr guten ökologischen Zustand. Bei dieser typspezifischen Betrachtung wird nicht berücksichtigt, ob es sich bei dem jeweiligen Gewässer aktuell um ein natürliches oder ein erheblich verändertes Fließgewässer handelt. Die typspezifischen Gewässerentwicklungskorridore sind identisch mit den Gewässerentwicklungskorridoren für den sehr guten ökologischen Zustand.

Flächenbedarf für den sehr guten ökologischen Zustand der Fließgewässer

Der Flächenbedarf für den sehr guten ökologischen Zustand der Fließgewässer ergibt sich als Summe der Flächeninhalte der berechneten Gewässerentwicklungskorridore.

Der Flächenbedarf für den sehr guten ökologischen Zustand der 101.727 km berechneten berichtspflichtigen Gewässer beträgt 14.446 km², unter Vernachlässigung der Gewässerkategorie (NWB, HMWB).

Eine Darstellung der im Projekt ermittelten Ergebnisse (unter Berücksichtigung der unter Kapitel 4 genannten Einschränkungen) befindet sich in Tabelle 11.

Tabelle 11: Übersicht der berechneten typspezifischen Flächenbedarfe des sehr guten ökologischen Zustands der berichtspflichtigen Fließgewässer in den zehn Flussgebietseinheiten in Deutschland.

Flussgebiet	Größe [km ²]	Berechneter Flächenbedarf [km ²]	Berechneter Anteil [%]
Donau	56.251	2.850	5
Eider	4.670	52	1
Elbe	96.700	3.178	3
Ems	14.036	530	4
Maas	3.972	186	5
Oder	9.553	415	4
Rhein	105.434	5.151	5
Schlei/Treene	6.244	103	2
Warnow/Peene	13.537	302	2
Weser	47.302	1.679	4
Summe	357.699	14.446	4

Innerhalb insbesondere der größeren Flussgebietseinheiten bestehen abflussbedingt teilweise erhebliche Unterschiede. Dies ist im Anhang A.1 in zwei Abbildungen dargestellt, welche die Daten für die Flussgebietseinheiten zusätzlich nach hydrogeologischen Großräumen differenzieren.

6.2 Flächenbedarf der Bewirtschaftungsziele gemäß WRRL der berechneten berichtspflichtigen Fließgewässer

Die in Tabelle 11 dargestellten Flächenbedarfe beschreiben den typspezifischen Idealzustand des „sehr guten ökologischen Zustands“. Das Bewirtschaftungsziel gemäß WRRL ist jedoch im Regelfall der davon abweichende „gute ökologische Zustand“ und für „erheblich veränderte Wasserkörper“ (HMWB) das „gute ökologische Potenzial“.

6.2.1 Flächenbedarf für den guten ökologischen Zustand (GÖZ)

Bei der hier erarbeiteten Methode wird der Flächenbedarf zur Ermöglichung eines „guten ökologischen Zustands“ in gleicher Weise wie in der LAWA-Verfahrensempfehlung vorgesehen ermittelt, indem die Breite des berechneten Entwicklungskorridors pauschal um 30 % reduziert wird (LAWA 2019c, Seite 94/95).

Flächenbedarf für den guten ökologischen Zustand der Fließgewässer

Der Flächenbedarf für den guten ökologischen Zustand ergibt sich dadurch, dass pauschal der Flächenbedarf des sehr guten ökologischen Zustands rechnerisch um 30 % verringert wird.

Damit würde der Flächenbedarf der berichtspflichtigen Gewässer für den guten ökologischen Zustand 10.111 km² ausmachen, wenn es sich bei allen Gewässern um natürliche Gewässer handeln würde.

Das Resultat dieser Anpassung ist in Tabelle 12 dargestellt. Auch hier gelten die zu Beginn des Kapitels 6 genannten Einschränkungen.

Tabelle 12: Übersicht der berechneten Flächenbedarfe für den guten ökologischen Zustand der berichtspflichtigen Fließgewässer in den zehn Flussgebietseinheiten in Deutschland.

Flussgebiet	Größe [km ²]	Flächenbedarf SÖZ [km ²]	Flächenbedarf GÖZ [km ²]	Anteil Fläche GÖZ [%]
Donau	56.251	2.850	1.995	4
Eider	4.670	52	36	1
Elbe	96.700	3.178	2.224	2
Ems	14.036	530	371	3
Maas	3.972	186	130	3
Oder	9.553	415	291	3
Rhein	105.434	5.151	3.605	3

Flussgebiet	Größe [km ²]	Flächenbedarf SÖZ [km ²]	Flächenbedarf GÖZ [km ²]	Anteil Fläche GÖZ [%]
Schlei/Treene	6.244	103	72	1
Warnow/Peene	13.537	302	212	2
Weser	47.302	1.679	1.175	2
Summe	357.699	14.446	10.111	3

Da nicht alle berichtspflichtigen Fließgewässer als natürlich eingestuft sind, sind die hier dargestellten Werte hypothetisch. Diese Auswertung wird jedoch im weiteren Verlauf noch benötigt.

6.2.1.1 Mittlere Korridorbreiten für den guten ökologischen Zustand

Um eine Vorstellung von den Größenordnungen der Korridore zu erhalten, wurden die durchschnittlichen Breiten als arithmetische Mittel bestimmt. Für die bei der Berechnung berücksichtigten Gewässerstrecken ergibt sich eine mittlere Breite der Gewässerentwicklungskorridore von 49 m. Eine nach Flussgebietseinheiten differenzierte Auswertung der mittleren Korridorbreiten ist in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Mittlere Entwicklungskorridorbreiten für den guten ökologischen Zustand.

Flussgebietseinheit	Durchschnittliche Entwicklungskorridorbreite [m]
Donau	51
Eider	36
Elbe	50
Ems	49
Maas	60
Oder	55
Rhein	49
Schlei/Trave	29
Warnow/Peene	46
Weser	49

Übersicht über die mittlere Breite der Gewässerentwicklungskorridore im guten ökologischen Zustand verschiedener Fließgewässertypen

- Für kleine Bäche mit einem Einzugsgebiet von weniger als 10 Quadratkilometer wurden Gewässerentwicklungsbreiten zwischen 7 und 21 m ermittelt.
- Bäche mit einem Einzugsgebiet größer als 10 km² benötigen im Mittel je nach Einzugsgebietsgröße und Gewässertyp 20 bis 40 m breite Gewässerentwicklungskorridore. Ihre

Gewässerbreite beträgt natürlicherweise 4 bis 9 m, wobei die organisch geprägten Bäche auch über 10 m breit werden können.

- Die Gewässerentwicklungskorridore der kleinen Flüsse der Alpen und des Alpenvorlandes und die Mittelgebirgsflüsse sind im Mittel 70 bis 110 m breit. Die potenziell natürliche Gewässerbreite dieser Gewässer beträgt 15 bis 22 m.
- Organisch geprägte Flüsse und Tieflandflüsse werden in der Regel bis 40 m breit. Ihre Entwicklungskorridore erreichen dabei Breiten von 150 bis über 200 m.
- Bei Flüssen mit einem Einzugsgebiet größer 1.000 bis 10.000 km² nehmen Abfluss und ihre Gewässerbreite zu. Diese großen Flüsse können bis zu 130 m breit werden. Im Normalfall beträgt die potenziell natürliche Gewässerbreite 40 bis 100 m. Daher können sie über 500 m breite Korridore beanspruchen, um ihr vollständiges Strukturinventar entwickeln zu können.

6.2.2 Abschätzung des Flächenbedarfs für das gute ökologische Potenzial (GÖP)

6.2.2.1 Flächenbedarf für das gute ökologische Potenzial (GÖP) erheblich veränderter Fließgewässer

In Deutschland sind rund 36,5 % aller Flusswasserkörper als „erheblich verändert“ eingestuft (Völker 2022, S. 22). In Bezug auf die Gewässerstrecke nehmen sie einen Anteil von 29,6 Prozent (40.541,5 km) ein. Für diese Fließgewässer sind laut LAWA-Verfahrensempfehlung „fallgruppenspezifische Reduktionen“ vorzunehmen (LAWA 2019c, Seite 96/97), die bis zu 100 % des typspezifischen Flächenbedarfs betragen und ihn so im Einzelfall sogar auf 0 reduzieren können.

Die verschiedenen Reduktionen bedürfen zu einem großen Teil explizit einer „Einzelprüfung“ und hängen von kleinräumig zu ermittelnden Faktoren wie der „Grenze der Bebauung“ oder der „Winterdeichlinie“ ab (vgl. Tabelle 14). In den Daten für die Berichterstattung zur Umsetzung der WRRL werden den HMWB Ausweisungen zudem i. d. R. mehrere Ausweisungsgründe bzw. spezifizierte Nutzungen zu Grunde gelegt. Auf Bundesebene kann daher keine exakte Berechnung, sondern nur eine Schätzung der Entwicklungskorridorbreiten für die erheblich veränderten Wasserkörper vorgenommen werden. Da die Entwicklungskorridorbreiten erheblich veränderter Fließgewässer zwischen 0 und 50 % der typspezifischen Werte liegen (LAWA-AH 2019), wird für HMWB daher pauschal ein mittlerer Wert von 25 % der typspezifischen Werte angenommen.

Tabelle 14: Prozentualer Flächenanteil der typspezifischen Gewässerentwicklungsfläche im GÖP unter Berücksichtigung der HMWB-Belastungsfallgruppe (LAWA 2019c).

HMWB-Belastungsfallgruppe	Flächenanteil der typspezifischen Gewässerentwicklungsfläche im GÖP
Landentwässerung & Hochwasserschutz	50 %
Landentwässerung & -bewässerung (Kulturstau)	30 %
Urbanisierung & Hochwasserschutz (mit Vorland)	max 50 % (bis Grenze Bebauung (ATKIS))
Urbanisierung & Hochwasserschutz (ohne Vorland)	max 50 % (bis Grenze Bebauung (ATKIS))

HMWB-Belastungsfallgruppe	Flächenanteil der typspezifischen Gewässerentwicklungsfläche im GÖP
Hochwasserschutz	max 50 % (bis Winterdeichlinie)
Schifffahrt auf frei fließenden Gewässern	20 % (Schaffung von Vorlandstrukturen)
Schifffahrt auf staugeregelten Gewässern	10 % (Schaffung von Vorlandstrukturen)
Schifffahrt auf Kanälen	0 %
Bergbau	Einzelfallprüfung
Wasserkraft	Einzelfallprüfung

Abschätzungen zur näherungsweisen Ermittlung des Flächenbedarfs für das gute ökologische Potenzial (GÖP) erheblich veränderter Fließgewässer

- ▶ Der berechnete typspezifische Flächenbedarf für 101.727 km Gewässerstrecke, für die Berechnungen technisch und fachlich möglich waren, beträgt 14.446 km².
- ▶ Dies entspricht im Mittel ca. 0,142 km² pro Kilometer Gewässerstrecke.
- ▶ Überträgt man diesen Wert auf die Gesamtstrecke, für die das Verfahren anwendbar ist (111.527 km), ergeben sich 15.838 km² als typspezifischer Flächenbedarf.
- ▶ Die prozentualen Anteile der als natürlich, erheblich verändert sowie als künstlich ausgewiesenen Gewässerstrecken betragen in den verwendeten Daten recht genau 60 : 30 : 10 % (genau 60,3 : 29,6 : 10,1 %). Als künstlich ausgewiesene Gewässer wurden jedoch bereits von der Verfahrensanwendung ausgeschlossen.
- ▶ Damit beträgt das Verhältnis der Gewässerstrecken von natürlichen zu erheblich veränderten Wasserkörpern in den verwendeten Daten mit guter Näherung 2 : 1 (genau 2,04 zu 1).
- ▶ Bei der o.g. Gesamtstrecke, für die das Verfahren anwendbar ist, ist somit von 37.176 km als erheblich verändert eingestuften Gewässern (HMWB) und von 74.351 km als natürlich eingestuften Gewässern (NWB) auszugehen.
- ▶ Gemäß LAWA-Verfahrensempfehlung liegen die Entwicklungskorridorbreiten erheblich veränderter Fließgewässer zwischen 0 und 50 % der typspezifischen Werte.
- ▶ Für HMWB wird daher pauschal ein mittlerer Wert von 25 % der typspezifischen Werte angenommen.
- ▶ Somit kann für die berichtspflichtigen erheblich veränderten Gewässer, für die das Verfahren anwendbar ist, ein Flächenbedarf von $37.176 \text{ km} \times 0,142 \text{ km}^2 / \text{km} = 5.279 \text{ km}^2 \times 0,25 = 1.320 \text{ km}^2$ abgeschätzt werden.

6.2.2.2 Flächenbedarf für das gute ökologische Potenzial (GÖP) künstlicher Fließgewässer

Künstliche Gewässer (AWB) machen im berichtspflichtigen Netz ca. 14.000 Kilometer aus. Sie sind von der Berechnung ausgenommen, da sie keine Eigenentwicklung aufweisen. Für die Berechnung wurde daher kein potenziell natürlicher Flächenbedarf angesetzt.

6.3 Flächenbedarf der berichtspflichtigen Fließgewässer zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der verschiedenen Gewässerkategorien

Auf Grundlage der oben beschriebenen Überlegungen kann der Flächenbedarf der berichtspflichtigen Fließgewässer insgesamt abgeschätzt werden, unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anteile von natürlichen und erheblich veränderten Fließgewässern am berichtspflichtigen Gewässernetz.

Abschätzung des Flächenbedarfs zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele

- ▶ Von der gesamten Fließstrecke berichtspflichtiger Gewässer (137.028 km) ist das hier entwickelte Verfahren auf 111.527 km anwendbar⁴.
- ▶ Davon sind 74.351 km als natürlich (NWB) eingestuft und haben einen typspezifischen Flächenbedarf für den sehr guten ökologischen Zustand von $74.351 \text{ km} \times 0,142 \text{ km}^2/\text{km} = 10.558 \text{ km}^2$.
- ▶ Für das Bewirtschaftungsziel „guter ökologischer Zustand“ reduziert sich dieser Wert um 30 %, auf 7.390 km^2 .
- ▶ Für die berichtspflichtigen, erheblich veränderten Gewässer wurde der Flächenbedarf auf 25 % des typspezifischen Bedarfs und damit auf 1.320 km^2 abgeschätzt (siehe Kapitel 6.2.2.1).
- ▶ Somit ergeben sich in der Summe 8.710 km^2 ($7.390 \text{ km}^2 + 1.320 \text{ km}^2$).
- ▶ Wie in Kapitel 5 dargestellt wurde, überschätzt das hier angewendete Verfahren die mit dem detaillierteren Verfahren nach LAWA ermittelten Entwicklungskorridorbreiten um rund 15 %.
- ▶ Als korrigierter Wert resultiert also für die berichtspflichtigen Gewässer, für die das Verfahren anwendbar ist, ein Flächenbedarf zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele von 7.574 km^2 .

6.4 Flächenbedarf der nicht berichtspflichtigen Fließgewässer Deutschlands

Das Fließgewässernetz in Deutschland umfasst laut ATKIS (Version: 7.1.2, Stand: 09.07.2024) 592.772 km. Die nach WRRL berichtspflichtigen Fließgewässer machen davon 137.030 km aus (Völker 2022). Will man zu einer Aussage für alle Fließgewässer in Deutschland kommen, ist für 455.742 km Fließgewässer mit Einzugsgebieten unter 10 km^2 ist also noch der Flächenbedarf zu ermitteln, um.

Das LAWA-Verfahren zur Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs ist grundsätzlich auch für nicht berichtspflichtige Fließgewässer anwendbar (LAWA 2019c, Seite. 3). Somit ist auch das hier entwickelte Verfahren für diese Gewässer anwendbar. Allerdings fehlen für sie die erforderlichen Datengrundlagen (insbesondere biozönotische Typen), so dass nur eine näherungsweise Abschätzung möglich ist.

⁴ Tatsächlich angewendet wurde das Verfahren auf 101.527 km berichtspflichtiger Gewässer.

Das hier entwickelte Verfahren benutzt als Eingangsgrößen lediglich den mittleren Abfluss (M_Q) der betrachteten Gewässerstrecken und ihren jeweiligen biozönotischen Typ.

Bei gegebenem LAWA-Typ hängt die berechnete Gewässerentwicklungskorridorbreite also nur noch vom mittleren Abfluss (M_Q) ab, der wiederum anhand der in Kapitel 4.3.1 beschriebenen Regressionsbeziehungen aus den Einzugsgebietsgrößen berechnet wird.

Die in Deutschland bei den berichtspflichtigen Gewässern am häufigsten auftretenden Bachtypen sind die LAWA-Typen 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche, 14: Sandgeprägte Tieflandbäche und 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern die zusammen 33 % aller berichtspflichtigen Gewässerstrecken abdecken. Nur bezogen auf Bäche wird ihr Anteil entsprechend noch deutlich größer sein. Für diese drei Gewässertypen wurden daher anhand der Berechnungsergebnisse Regressionsbeziehungen zwischen der Einzugsgebietsgröße und der Gewässerentwicklungskorridorbreite abgeleitet. Es ergaben sich folgende, hochsignifikante Beziehungen zwischen der Entwicklungskorridorbreite B_K und der Einzugsgebietsgröße A_{Eo} .

Beziehung von Entwicklungskorridorbreite und Einzugsgebietsgröße für verschiedene Gewässertypen

- Typ 5 $\log B_K = 0,4291 \times \log A_{Eo} + 1,067$ mit $R^2 = 0,991$, $p < 10^{-16}$, $N = 10.254$
- Typ 14 $\log B_K = 0,3927 \times \log A_{Eo} + 1,078$ mit $R^2 = 0,922$, $p < 10^{-16}$, $N = 4.142$
- Typ 19 $\log B_K = 0,4304 \times \log A_{Eo} + 1,133$ mit $R^2 = 0,947$, $p < 10^{-16}$, $N = 2.140$

Mit diesen Gleichungen lassen sich für diese drei LAWA-Typen Gewässerentwicklungskorridorbreiten für exemplarische Einzugsgebietsgrößen bestimmen (Tabelle 15).

Tabelle 15: Breiten der Gewässerentwicklungskorridore für verschiedene Einzugsgebietsgrößen der drei häufigsten Bachtypen.

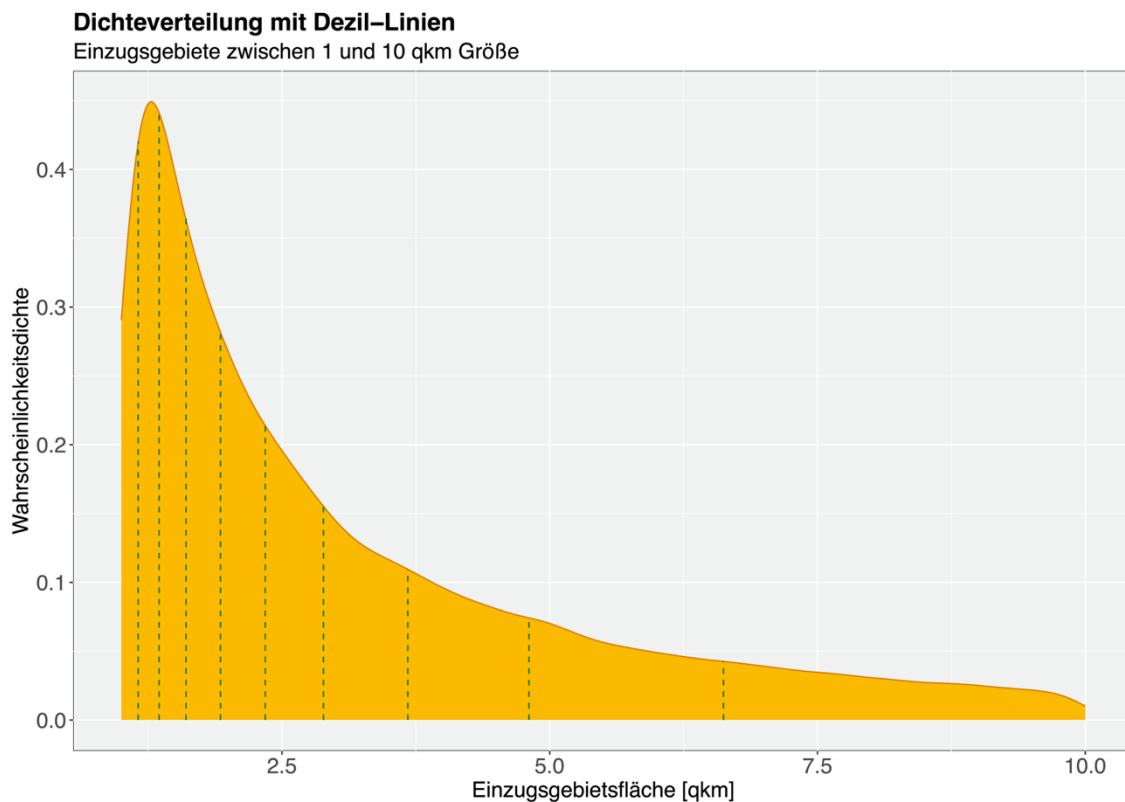
A_{Eo} [km ²]	B_{EK} (Typ 5) [m]	B_{EK} (Typ 14) [m]	B_{EK} (Typ 19) [m]
1	11,7	12,0	13,6
2	15,7	15,7	18,3
3	18,7	18,4	21,8
4	21,2	20,6	24,7
5	23,3	22,5	27,2
6	25,2	24,2	29,4
7	26,9	25,7	31,4
8	28,5	27,1	33,2
9	30,0	28,4	35,0
10	31,3	29,6	36,6

A_{Eo} : Einzugsgebietsgröße, B_{EK} : Breite des Gewässerentwicklungskorridors

Es ergeben sich somit Korridorbreiten zwischen 10 und 30 m, was einer Fläche zwischen 0,01 und 0,03 km² pro km Fließstrecke entspricht.

Die Abbildung 15 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Einzugsgebietsgrößen zwischen 1 und 10 km² Größe. 90% dieser Einzugsgebiete sind weniger als 7 km² groß, und die Hälfte aller Einzugsgebiete ist weniger als 2,5 km² groß.

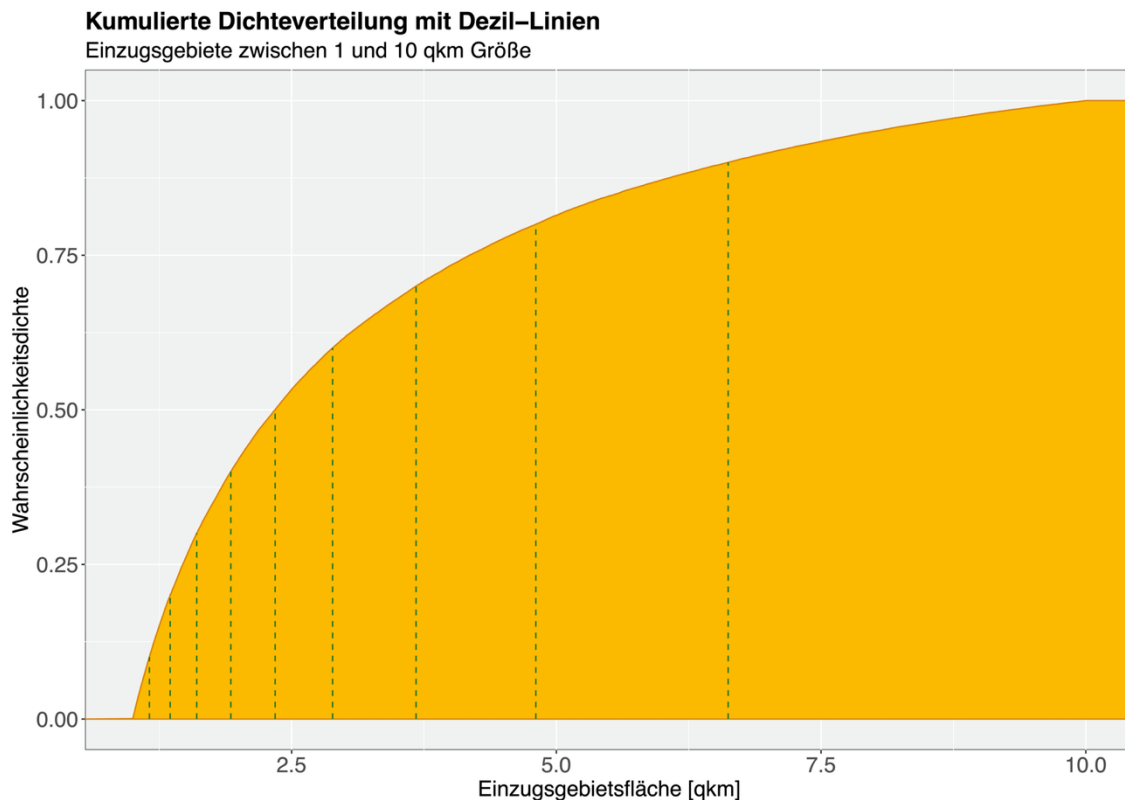
Abbildung 15: Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung der Einzugsgebietsgrößen im Bereich 1 bis 10 km² Größe.



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Da die reine Anzahl nicht ausreichend aussagekräftig ist, wurde die kumulierte Dichteverteilung bestimmt. Sie ist in Abbildung 16 dargestellt.

Abbildung 16: Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung der Einzugsgebietsgrößen im Bereich 1 bis 10 km² Größe.



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Das arithmetische Mittel aller Einzugsgebietsgrößen zwischen 1 und 10 km² Größe liegt bei 3,15 km². Aufgrund der Schiefe der Verteilung (siehe Abbildung 15) ist diese Kenngröße aber als „Mittelwert“ nicht gut geeignet. Der Median als alternatives Maß ergibt sich zu 2,34 km², hier sind aber wiederum die größeren Einzugsgebiete unterrepräsentiert. Aus diesem Grund wurde das arithmetische Mittel der 10 Dezile bestimmt, welches sich zu 2,64 km² ergibt. Setzt man diesen Wert in die obigen Gleichungen für die drei repräsentativen LAWA-Typen ein, ergeben sich Werte zwischen 17,5 und 20,6 m für die Breite des Gewässerentwicklungskorridors. Aus diesem Grund wird ein Wert von 20 m als näherungsweise repräsentativ angenommen. Als Fläche ergeben sich daraus im Mittel 0,02 km² pro km Fließstrecke und somit ein typspezifischer Flächenbedarf von 455.742 km x 0,02 km² / km, also 9.115 km².

Abschätzung des Flächenbedarfs der nicht berichtspflichtigen Fließgewässer in Anlehnung an die Bewirtschaftungsziele

Geht man für die Betrachtung des Flächenbedarfs für reale Bewirtschaftungsziele von der gleichen Verteilung der Kategorien natürlich, erheblich verändert und künstlich aus wie bei den berichtspflichtigen Gewässern, also etwa 6 : 3 : 1, ergibt sich:

- Für rund 273.445 km (60 %) natürlicher Fließgewässer besteht ein Flächenbedarf von 70 % der typspezifischen Fläche, also: 273.445 km x 0,02 km² / km x 0,7 = 3.828 km².
- Für rund 136.722 km (30 %) erheblich veränderter Fließgewässer besteht ein Flächenbedarf von 25 % der typspezifischen Fläche (siehe 6.2.2.1), also: 136.722 km x 0,02 km² / km x 0,25 = 684 km².

- ▶ Für etwa 45.574 (10 %) künstlicher Fließgewässer besteht aufgrund fehlender Eigendynamik kein Flächenbedarf.
- ▶ In der Summe ergeben sich somit 4.512 km².
- ▶ **Wegen der bereits beschriebenen verfahrensbedingten „Überschätzung“ ist diese Summe um 15 % zu reduzieren auf 3.835 km².**

6.5 Flächenbedarf aller Fließgewässer Deutschlands

Auf der entwickelten Grundlage lässt sich der Flächenbedarf für die Erreichung bzw. Unterstützung der Bewirtschaftungsziele (i. d. R. „guter ökologischer Zustand“ für natürliche und „gutes ökologisches Potenzial“ für erheblich veränderte Fließgewässer) für die Gesamtheit⁵ der Fließgewässer abschätzen.

- ▶ Die Gesamtlänge der Fließgewässer in Deutschland beträgt 592.772 km (siehe Kapitel 6.4).
- ▶ Davon fallen 137.028 km unter die Berichtspflicht gemäß WRRL. Das für die Berechnungen verwendete Netz umfasst davon 129.440 km (siehe Kapitel 6).
 - Für 17.913 km der berichtspflichtigen Fließgewässer sind die Verfahren zur Bestimmung der typspezifischen Gewässerentwicklungskorridorbreite als Grundlage für die Berechnung des Flächenbedarfs nicht bzw. nicht sinnvoll anwendbar (künstliche Gewässer, Ströme und weitere Bundeswasserstraßen, rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse und Marschengewässer).
 - Für 101.727 km Gewässerstrecke wurden plausible Berechnungen durchgeführt.
 - Auf weitere 9.800 km Gewässerstrecke wurden die Berechnungsergebnisse extrapoliert, da hier erforderliche Datengrundlagen nicht verfügbar waren.
 - Für die insgesamt 111.527 km berichtspflichtiger Fließgewässer, für die die Verfahren anwendbar sind, ergibt sich daraus ein an den Bewirtschaftungszielen ausgerichteter Flächenbedarf von 7.574 km².
- ▶ 455.742 km Gewässerstrecken gelten als nicht berichtspflichtig mit Einzugsgebieten < 10 km².
 - Die Verfahren zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite sind für sie theoretisch anwendbar, es fehlen aber die für die Berechnung erforderlichen Typinformationen.
 - Daher wurden mit hochsignifikanten Näherungsformeln typspezifische Korridorbreiten in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsgröße berechnet.
 - Durch Übertragung der bei den berichtspflichtigen Fließgewässern verwendeten Näherungen wurde für diese Gewässer ein an den Bewirtschaftungszielen ausgerichteter Flächenbedarf von 3.835 km² ermittelt.
- ▶ Es resultiert somit ein Gesamtbedarf von 11.409 km².

⁵ Gemeint sind alle Fließgewässer, für die die Verfahren zur Bestimmung der Gewässerentwicklungskorridorbreite anwendbar sind.

6.6 Flächenziel für die Fließgewässer Deutschlands

Ausgehend von der LAWA-Verfahrensempfehlung zur Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs von Fließgewässern (LAWA 2019c) wurde eine vereinfachte, bundesweit einheitlich anwendbare Methode mit einem deutlich geringeren Anspruch an Eingangsdaten entwickelt und angewendet.

Es konnte gezeigt werden, dass diese Methode nur unter Heranziehung bundesweit einheitlich verfügbarer Daten für die berichtspflichtigen Fließgewässer, die innerhalb des Anwendungsbereichs der LAWA-Verfahrensempfehlung liegen, innerhalb des vorab geschätzten Genauigkeitsintervalls plausible Ergebnisse liefert. Dies umfasst rund 80 % der berichtspflichtigen Fließgewässer.

Auf dieser Basis konnten valide Extrapolationen für die Gewässer vorgenommen werden (berichtspflichtige und nicht berichtspflichtige), für die die zur Berechnung erforderlichen Daten nicht verfügbar waren.

Ein Flächenziel für die Erreichung der Bewirtschaftungsziele

- ▶ Als Flächenbedarf für die Erreichung der Bewirtschaftungsziele der Fließgewässer in Deutschland wurden 11.409 km² ermittelt.
- ▶ Bezogen auf die Landfläche Deutschlands (357.588 km²) sind dies 3,2 %.
- ▶ Laut Statistischem Bundesamt betragen die aktuellen Wasserflächen aller Fließgewässer etwa 1 % der Landesfläche. Da die berechneten Entwicklungskorridore diese Flächen umfassen, sind diese bei der Ermittlung des Flächenbedarfs zu subtrahieren.
- ▶ Damit ergibt sich für die Erreichung und Aufrechterhaltung der Bewirtschaftungsziele der Fließgewässer in Deutschland ein Flächenziel von 2,2 % der Landesfläche, das sich etwa im Verhältnis 2 : 1 zwischen berichtspflichtigen und nicht berichtspflichtigen Fließgewässern aufteilt.

7 Operationalisierung eines bundesweiten Flächenziels

7.1 Diskussion des Flächenziels

Das Flächenziel wie es hier berechnet worden ist, findet gegenwärtig in der Literatur nur sehr wenige Entsprechungen. In Linnenweber et. al (2021) ist für die berichtspflichtigen Fließgewässer von Rheinland-Pfalz auf Grundlage der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019c) ein Flächenziel von 1 % der Landesfläche berechnet worden. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass es sich hierbei überwiegend um Mittelgebirgsgewässer handelt, deren Flächenbedarf deutlich geringer ist als der von Tieflandgewässern, so dass das Flächenziel für Rheinland-Pfalz geringer ausfällt als der hier berechnete Wert von 2,2 % für alle Fließgewässer Deutschlands. Für den Landkreis Vorpommern-Rügen geben Mehl et al. (2020) einen Flächenbedarf für einen erweiterten Gewässerentwicklungsraum von 1,8 Prozent und für den engeren Gewässerentwicklungsraum von 1,3 Prozent an. Sowohl in Rheinland-Pfalz als auch im Landkreis Vorpommern-Rügen wurden die Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet von weniger als 10 km² Größe nicht in die Berechnungen einbezogen.

Das Flächenanspruch für den guten gewässerökologischen Zustand beträgt insgesamt 3,2 Prozent. Bis auf die bereits heute zur Verfügung stehende Wasserfläche von 1 Prozent der Fläche Deutschlands kann derzeit nicht quantitativ angegeben werden, in welchem Umfang bereits heute genügend Gewässerentwicklungsflächen für Fließgewässer zur Verfügung stehen. Aktuell weisen 19,7 % der Fließgewässer anhand der Bewertung der Gewässerstrukturkartierung Klassen von 1 bis 3 auf, die einen sehr guten bis guten ökologischen Zustand unterstützen (Umweltbundesamt 2024). Betrachtet man die Bewirtschaftungsziele gemäß WRRL, so weisen 9 % der berichtspflichtigen Fließgewässer einen guten Zustand oder ein gutes ökologisches Potenzial auf (Völker 2022, S. 53). Da das Berichtsnetz indikativ für das Kleingewässernetz sein soll, könnte man diese Werte auch für das Gesamtnetz annehmen, was allerdings mit Unsicherheiten behaftet ist, da für die nicht berichtspflichtigen Gewässer nur sporadische Bewertungsdaten bzgl. Morphologie und Ökologie vorhanden sind. Außerdem liegen keine Daten darüber vor, ob ein guter morphologischer Zustand oder die Zielerreichung gemäß WRRL stets mit ausreichend breiten Gewässerentwicklungskorridoren einhergeht und damit auch nicht, wieviel des berechneten Flächenziels für alle Fließgewässer Deutschland bereits erreicht ist.

Neben der Erfüllung der Anforderungen der WRRL in Bezug auf den morphologischen Zustand dürfte das ermittelte Flächenziel auch andere Ökosystemfunktionen fördern. Die eigendynamische Entwicklung in naturnahen und naturbelassenen Gewässerentwicklungsflächen haben verschiedene ökologische Vorteile (McCabe et al. 2025), was eine Vielzahl von Ökosystemleistungen erfüllt oder unterstützt (Schmidt und Albert 2025). Auf dauerhaft gesicherten Gewässerentwicklungsflächen können sich Lebensräume mit einem hohen Strukturreichtum und in der Folge resiliente terrestrische Biotope entwickeln, die vielfältige wichtige Aufgaben an der Schnittstelle von Klimaanpassung, Klimaschutz und Erhaltung der biologischen Vielfalt übernehmen können. So besitzen sie große Kapazitäten zur Einlagerung von Kohlenstoff und übernehmen wichtige Funktionen zur Regulierung des Wasserhaushalts, z. B. als Wasserspeicher und Retentionsräume zum Schutz vor Überschwemmungen.

Vor diesem Hintergrund und unter Einbeziehung der hier diskutierten – in erster Linie aus fehlenden Daten resultierenden – Unsicherheiten erscheint es sinnvoll, ein Flächenziel von 2 % zu formulieren.

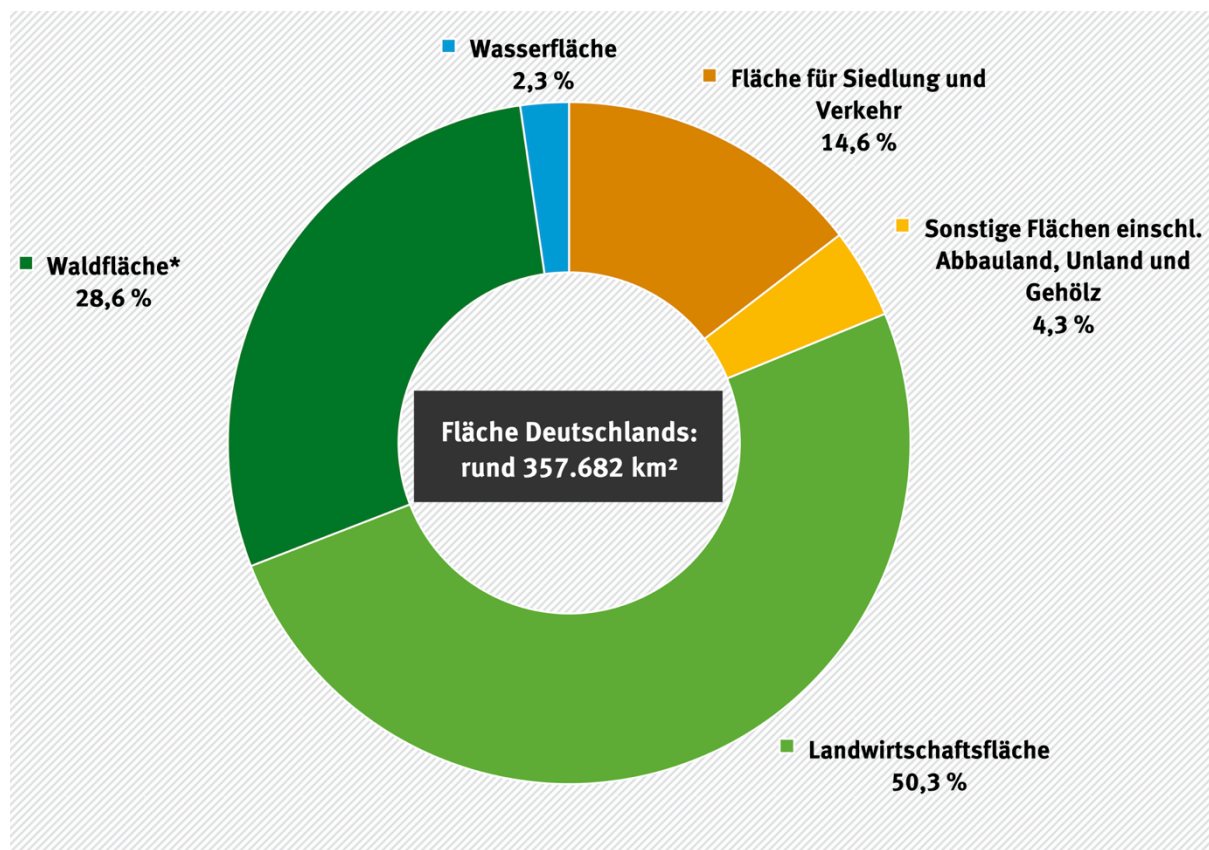
Interessant ist ein Vergleich mit einer aktuellen Studie von Nyberg et al. (2023). In dieser – nach Aussage der Autoren – ersten globalen quantitativen Studie über die Ausdehnung von „Flussbettgürteln“ (die in etwa den Schwingungsamplituden der Gewässer entsprechen) zeigen sie basierend auf einem Mustererkennungsalgorithmus, dass die von Flussbettgürteln eingenommene Fläche bei einer Auflösung von ca. 1 km $30,5 \times 10^5 \text{ km}^2$ beträgt. Setzt man dies mit der Größe der globalen Landfläche (ca. 148 Mio. km^2) in Beziehung, ergibt sich ein Wert von rund 2,1%.

7.2 Aktuelle Flächennutzung und weitere Flächenansprüche

Gewässerentwicklung findet vor dem Hintergrund der bestehenden Flächennutzungen sowie weiterer formal gesicherter Nutzungs- und/oder Schutzansprüchen statt.

Im Jahr 2022 machten Landwirtschaftsflächen mit über 50 % den größten Anteil der Flächennutzung in Deutschland aus. Etwas weniger als ein Drittel entfiel auf Wald, während der durch Siedlungs- und Verkehrsflächen genutzte Anteil der Landesfläche etwas mehr als 14 % ausmachte (Abbildung 17). Diese Nutzungsverteilung spiegelt sich grob auch für die Flächen wider, die zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele benötigt würden.

Abbildung 17: Flächennutzung in Deutschland (Stand 31.12.2022).



Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/struktur-der-flaechennutzung#die-wichtigsten-flaechennutzungen>, aufgerufen am 17.10.2024

Neben diesen Nutzungen bestehen für potenzielle Gewässerentwicklungsflächen noch eine Reihe weiterer Gebietsfestsetzungen. Diese resultieren insbesondere aus dem Naturschutzrecht (Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Natura 2000 Gebiete, Biosphärenreservate, Naturparke, Nationalparke usw.), dem Denkmalschutz und dem Bodenschutz.

Hinzu kommen zwar möglicherweise nicht formal abgesicherte, aber aufgrund von „Gewohnheiten“ bestehende Nutzungen wie z. B. des Tourismus oder der Naherholung.

7.3 Ebenen einer Operationalisierung des Flächenziels

Die Operationalisierung des hier formulierten Flächenziels erfordert Entscheidungen, Rahmensetzungen und Handlungen auf verschiedenen Ebenen:

- ▶ Das Flächenziel muss zu den Flächenansprüchen anderer Nutzungen und gesellschaftlicher Ziele in Beziehung gesetzt werden. Für die Kommunikation und Begründung des Flächenziels sollten die mit der Gewässerentwicklung einhergehenden Ökosystemleistungen nach Möglichkeit quantifiziert werden.
- ▶ Es muss entschieden werden, ob und in welcher Form der mit der Gewässerentwicklung verbundene Flächenanspruch rechtlich verankert wird. Hier bestehen vielfältige Optionen z. B. im Wasserrecht, im Planungsrecht, im Naturschutzrecht oder im Baurecht (siehe Kapitel 7.3.2).
- ▶ In der Bewirtschaftungsplanung sowie in der großräumigen Gewässerentwicklungsplanung (z. B. GEK, KNEF o. ä. (siehe Kapitel 7.3.3)) sollten die Flächenbedarfe von den für die Gewässerbewirtschaftung zuständigen Bundesländern konkretisiert und die konkreten Raumkulissen der Gewässerentwicklungskorridore in die Planungsinstrumente überführt werden (siehe Kapitel 7.3.3).
- ▶ Bei Planungen von Einzelmaßnahmen ist der konkrete Interessensausgleich zwischen unterschiedlichen Nutzungen und Zielen mit dem Ziel der Gewässerentwicklung herbeizuführen und die für die Gewässerentwicklung benötigten Flächen sind rechtlich zu sichern (siehe Kapitel 7.3.4).

7.3.1 Harmonisierung mit anderen gesellschaftlichen Zielen

Die Vorgabe strategischer Flächenziele für bestimmte Nutzungen (oder Schutzzwecke) hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen.

Während auf Bundesebene zunächst insbesondere im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie flächenbezogene Ziele formuliert wurden (Erhöhung des Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf 20 % bis 2030, Senkung des Anstiegs der Siedlungs- und Verkehrsfläche auf durchschnittlich unter 30 ha pro Tag bis 2030 (vgl. Bundesregierung 2021)), sind in jüngerer Zeit weitere flächenbezogene Ziele hinzugekommen, z. B. im Windenergieflächenbedarfsgesetz (2022) oder im Entwurf der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030 (BMUV 2024).

Mit diesen strategischen Ansprüchen wäre ein Flächenziel für die Gewässerentwicklung zu harmonisieren. Dabei sind in Hinblick auf die in der Nachhaltigkeitsstrategie sowie der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt formulierten strategischen Flächenziele auf dieser Ebene Synergien zu erwarten, was bezogen auf das Windenergieflächenbedarfsgesetz eher nicht der Fall ist.

Auch die **Nutzung von Synergien mit Planungen anderer Fachressorts** kann die Durchführung von Gewässerentwicklungsmaßnahmen fördern (TMLFUN 2012).

In Fließgewässern und ihren Auen greifen neben der WRRL v. a. die Anforderungen von NATURA 2000 (FFH- und Vogelschutz-Richtlinie) sowie die Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL).

Eine Reihe von Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes bezieht sich auf die Flächenvorsorge oder den natürlichen Wasserrückhalt, wie z. B. Maßnahmen zur Aktivierung ehemaliger Feuchtgebiete, Förderung einer naturnahen Auenentwicklung, naturnahe Ausgestaltung von Gewässerrandstreifen, naturnahe Aufweitungen des Gewässerbettes, Wiederanschluss von Geländestrukturen (z. B. Altarme, Seitengewässer) mit Retentionspotenzial (LAWA-AH 2019). Im Zusammenspiel mit den Maßnahmen zur angepassten Flächennutzung in den Überschwemmungsgebieten sowie Deichrückverlegungen und der Wiedergewinnung von natürlichen Rückhalteräumen könnten den Fließgewässern auch ihr notwendiger Entwicklungskorridor zur Verfügung gestellt werden (TMLFUN 2012). Auch das nationale Hochwasserschutzprogramm hat sich zum Ziel gesetzt, den Flüssen mehr Raum zu geben und Synergien für den Naturschutz zu nutzen (Mehl et al. 2019). Für die Synergiebewertung liegt dazu ein Verfahren von Mehl et al. (2023) vor, u. a. aufbauend auf dem Konzept der Ökosystemleistungen.

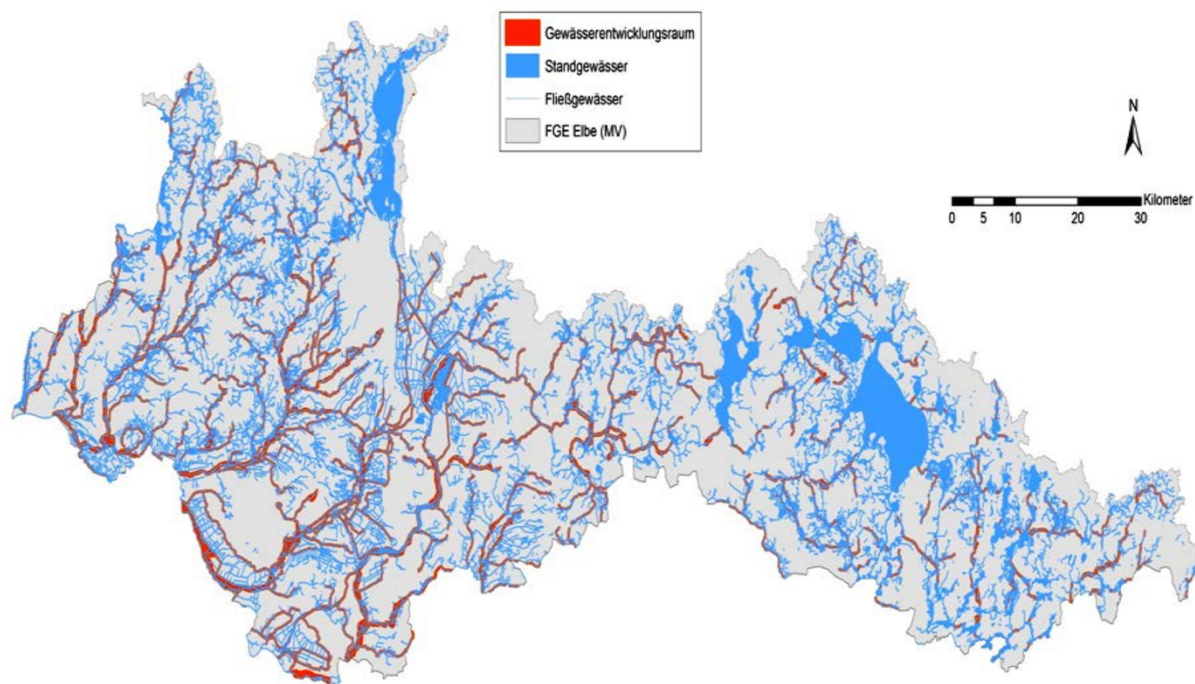
Positive Beispiele zur gemeinsamen Umsetzung von FFH-Richtlinie und WRRL stammen z. B. aus Bayern (Rehklau et al. 2022) oder Brandenburg (Mehl et al. 2023). Auch hier konnten in einer abgestimmten Planung auf einer Fläche z. B. gewässertypspezifische Strukturen geschaffen und die Bedingungen für bestimmte FFH-Lebensraumtypen verbessert werden.

Für eine Sicherung von Vorrangflächen für die Gewässerentwicklung müssen die wasserwirtschaftlichen Zielstellungen und Planungen auch in andere kommunale Planungen und Projekte eingebracht werden (TMLFUN 2012), wie z. B.

- ▶ Bebauungspläne
- ▶ Flächennutzungspläne
- ▶ Landschaftspläne
- ▶ Grünordnungspläne

So hat z. B. das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern eine Kulisse der typkonformen Schutz- und Entwicklungskorridore an Fließgewässern erarbeitet (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Diese Kulisse wurde in die Fortschreibung des Landesraumentwicklungsprogramms Mecklenburg-Vorpommerns mit dem Ziel der raumordnerischen Flächenvorsorge eingebracht. Die Ausweisung von „Vorbehaltsgebieten zur Gewässerentwicklung“ in den Regionalen Raumentwicklungsprogrammen ist vorgesehen.

Abbildung 18: Kulisse der typkonformen Schutz- und Entwicklungskorridore an Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern.



Quelle: Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe (2021)

7.3.2 Rechtliche Sicherung des Flächenziels

Um den Stand der rechtlichen Flankierung von Flächenzielen, der Festlegung von Entwicklungsflächen oder den Erwerb solcher Flächen zu überprüfen, wurden die Wassergesetze der Länder systematisch nach den dort getroffenen Regelungen anhand der Begriffe „Entwicklungskorridor“, „Entwicklungsfläche“, „Gewässerrandstreifen“ und „Vorkaufsrecht“ durchsucht⁶ (Tabelle 16).

Tabelle 16: Landesrechtliche Regelungen zur Flächensicherung.

Bundesland	Regelungsaspekt	Regelung im Landesgesetz
Baden-Württemberg	Gewässerrandstreifen	Festsetzen breiterer Gewässerrandstreifen, soweit dies zur Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen der Gewässer erforderlich ist. Festsetzen schmalerer Gewässerrandstreifen, soweit dies mit den Grundsätzen des § 38 WHG vereinbar ist und Gründe des Wohls der Allgemeinheit nicht entgegenstehen.
Baden-Württemberg	Vorkaufsrecht	Dem Land oder der Gemeinde als Träger der Unterhaltungslast nach § 32 Absatz 1 und 2 steht ein Vorkaufsrecht an Grundstücken zu, auf denen sich Gewässerrandstreifen zu öffentlichen Gewässern befinden.
Bayern	Gewässerrandstreifen	Über Abs. 1 hinaus können im Rahmen der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel die Zwecke des Gewässerrandstreifens an allen Gewässern durch

⁶ Die Recherche wurde im März 2023 durchgeführt. Im Juli 2024 wurde noch einmal geprüft, ob seitdem noch Änderungen vorgenommen worden sind.

Bundesland	Regelungsaspekt	Regelung im Landesgesetz
		Einbeziehung der Grundstücke oder der Flächen in eine Fördermaßnahme erreicht werden, die auch dem Schutz des jeweiligen Gewässers dient.
Bayern	Vorkaufsrecht	Die Ausübung des Vorkaufsrechts nach § 99a WHG erfolgt durch den Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt. Die Mitteilung gemäß § 469 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) über den Verkauf eines Grundstücks im Sinn des § 99a Abs. 1 WHG ist gegenüber dem Wasserwirtschaftsamt abzugeben. Das Vorkaufsrecht beschränkt sich auf Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes und des natürlichen Rückhalts.
Berlin	Gewässerrandstreifen	Von den Anforderungen und Verboten nach Absatz 2 kann die nach § 85 zuständige Behörde im Einzelfall Ausnahmen zulassen, sofern ein überwiegendes öffentliches Interesse dies erfordert.
Hamburg	Gewässerrandstreifen	Von den Anforderungen und Verboten nach Absatz 2 kann die nach § 85 zuständige Behörde im Einzelfall Ausnahmen zulassen, sofern ein überwiegendes öffentliches Interesse dies erfordert.
Hamburg	Vorkaufsrecht	V. für den öffentlichen Hochwasserschutz 1. Der Freien und Hansestadt Hamburg steht beim Verkauf von Grundstücken ein gesetzliches Vorkaufsrecht zu. 2. an den Flächen, die an eine öffentliche Hochwasserschutzanlage angrenzen und für Zwecke des Hochwasserschutzes gegenwärtig oder zukünftig benötigt werden.
Hessen	Vorkaufsrecht	Einer Gemeinde, der nach § 25 Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 die Pflicht zur Unterhaltung oberirdischer Gewässer obliegt, steht beim Kauf von Grundstücken, auf denen sich ein Gewässerrandstreifen befindet, ein Vorkaufsrecht zu.
Niedersachsen	Entwicklungskorridor	Festsetzen von Entwicklungskorridoren zur Förderung der eigendynamischen Entwicklung der Gewässer (§59a NWG)
Niedersachsen	Vorkaufsrecht	Ergänzend zu §99 a Abs. 1 Satz 1 WHG steht dem Land ein Vorkaufsrecht zu 1. An Grundstücken an Gewässern zweiter Ordnung, auf denen sich Gewässerrandstreifen befinden, und 2. an Grundstücken an Gewässern zweiter Ordnung, die innerhalb eines Entwicklungskorridors nach § 59 a Abs. 1 liegen. Das Vorkaufsrecht nach Satz 1 darf nur ausgeübt werden, wenn dies zur Erhaltung oder Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit oder zur eigendynamischen Entwicklung des Gewässers oder des Gewässerabschnitts erforderlich ist.

Lediglich das Land Niedersachsen hat in Folge einer Änderung im Jahr 2021 den Begriff des „Entwicklungskorridors“ und eine Ermächtigung für ein entsprechendes Vorkaufsrecht in das Landesrecht aufgenommen.

Gemäß § 59a NWG können die Wasserbehörden, *„für Fließgewässer oder Abschnitte davon Entwicklungskorridore im Außenbereich festsetzen, soweit dies erforderlich ist, um durch eine eigendynamische Entwicklung der Gewässer die Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach Maßgabe der §§ 27 bis 31 WHG zu ermöglichen“*. Die Breite der Korridore wird im Gesetz auf 50 Meter begrenzt, was – wie in Tabelle 13 erkennbar – im Durchschnitt für den guten ökologischen Zustand als Bewirtschaftungsziel ausreicht, zumal die Wasserfläche selbst ausgenommen wird, da die Ermittlung *„ab der Mittelwasserlinie, bei ausgeprägten Böschungen ab der Böschungsoberkante“* erfolgen soll (NWG 2021). Zur Flächensicherung ist im Gesetz außerdem eine erweiterte Vorkaufsermächtigung vorgesehen.

Das Windenergieflächenbedarfsgesetz (2022) gibt den Ländern konkrete Vorgaben und setzt verbindliche Umsetzungsfristen. Ähnlich verbindliche Konkretisierungen bestehen in den anderen genannten Bereichen nicht bzw. noch nicht.

Janssen et al. (2022) treffen zwar keine ausdrückliche Aussage zur rechtlichen Formalisierung eines Flächenziels der Gewässerentwicklung, untersuchen aber *„welchen Beitrag die Raumordnung - Bauleitplanung und die wasserwirtschaftliche Planung zur Sicherung von Flächen für die Gewässerentwicklung leisten, wie sie dahingehend optimiert und wie sie besser aufeinander abgestimmt werden können.“* (Janssen et al. 2022, S. 4).

Dabei machen sie u. a. folgende Vorschläge:

► Nationale Ebene

- Aufnahme der „Sicherung von Gewässerentwicklungskorridoren“ als Grundsatz der Raumordnung in § 2 Abs. 2 Nr. 6 Raumordnungsgesetz (ROG)
- Aufstellung eines Grundsätze Plans des Bundes auf der Grundlage des § 17 Abs. 3 ROG, damit die Belange der Gewässerentwicklung in den Abwägungsprozess für die Raumordnungspläne sicher aufgenommen werden
- Konkretisierung des §85 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) durch „informelle Gewässerentwicklungspläne“
- Ergänzung der Raumordnungspläne auf der Grundlage von § 17 Abs. 2 ROG für „Gewässerentwicklungspläne“ (entsprechend „Hochwasserschutzplänen“) und Ergänzung um das Themenfeld „raumbedeutsamer Gewässerschutz“
- Einführung einer eigenen wasserrechtlichen Schutzgebietskategorie „Gebiete zur Gewässerentwicklung“ im WHG

► Länder- und regionale Ebene

- Ausweisung von Gewässerentwicklungsflächen als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete gemäß § 7 ROG in landesweiten Raumordnungsplänen, ggf. auch in Form eines festgelegten Prozentsatzes an zu sichernden Flächen entlang der Fließgewässer
- Sicherung von Flächen für die Gewässerentwicklung in Regionalplänen als Ziel der Raumordnung (und in Folge: Verankerung von Flächen für die Gewässerentwicklung in den kommunalen Bauleitplänen)

- Harmonisierung der Regionalpläne mit dem wasserrechtlichen Bewirtschaftungszyklus auf der Grundlage des § 7 Abs. 1 Satz 3 ROG durch Teilfortschreibung mit den Schwerpunkten Gewässerentwicklung und Hochwasserschutz

► Kommunale / Maßnahmenebene

- Frühzeitige wechselseitige Beteiligungen betroffener Planungsträger an den Planungsprozessen und Einbindung von Stakeholdern
- Festsetzung von Flächen zur Gewässerentwicklung in Flächennutzungsplänen gemäß § 5 Baugesetzbuch (BauGB) und Bebauungsplänen nach § 9 BauGB

Auch wenn Janssen et al. (2022) keine explizite Aussage zur rechtlichen Verankerung eines Flächenziels machen, können ihre Vorschläge in der Summe genau diesen Zweck erfüllen. Die in diesem Projekt abgeleiteten Ergebnisse sind zwar nicht ortsgenau anwendbar. Die bezogen auf Flussgebiete, Einzugsgebietsgrößen oder auch Gewässertypen abgeleiteten aggregierten Werte können allerdings als Grundlage für eine strategische Festlegung auf Länderebene bzw. in der Bewirtschaftungsplanung dienen. Zur Konkretisierung steht den Ländern mit dem LAWA-Verfahren außerdem ein Instrument zur Verfügung, mit dem eine ortsscharfe Ermittlung des typspezifischen Flächenbedarfs möglich ist. Mehrere Bundesländer haben dieses Instrument auch bereits angewendet und nutzen die Ergebnisse für eine Flächensicherung.

7.3.3 Operationalisierung in der konzeptionellen Gewässerentwicklungsplanung

Die Nationale Wasserstrategie (BMUV 2023) sieht als Aktion 21 vor: „Flächenbedarfe für Auenentwicklung und Gewässerentwicklungskorridore ermitteln und planerisch verankern“. Dazu müsste das bundesweite Flächenziel mit konkreten Raumkulissen untersetzt und diese in die Raum- und Regionalplanung überführt werden.

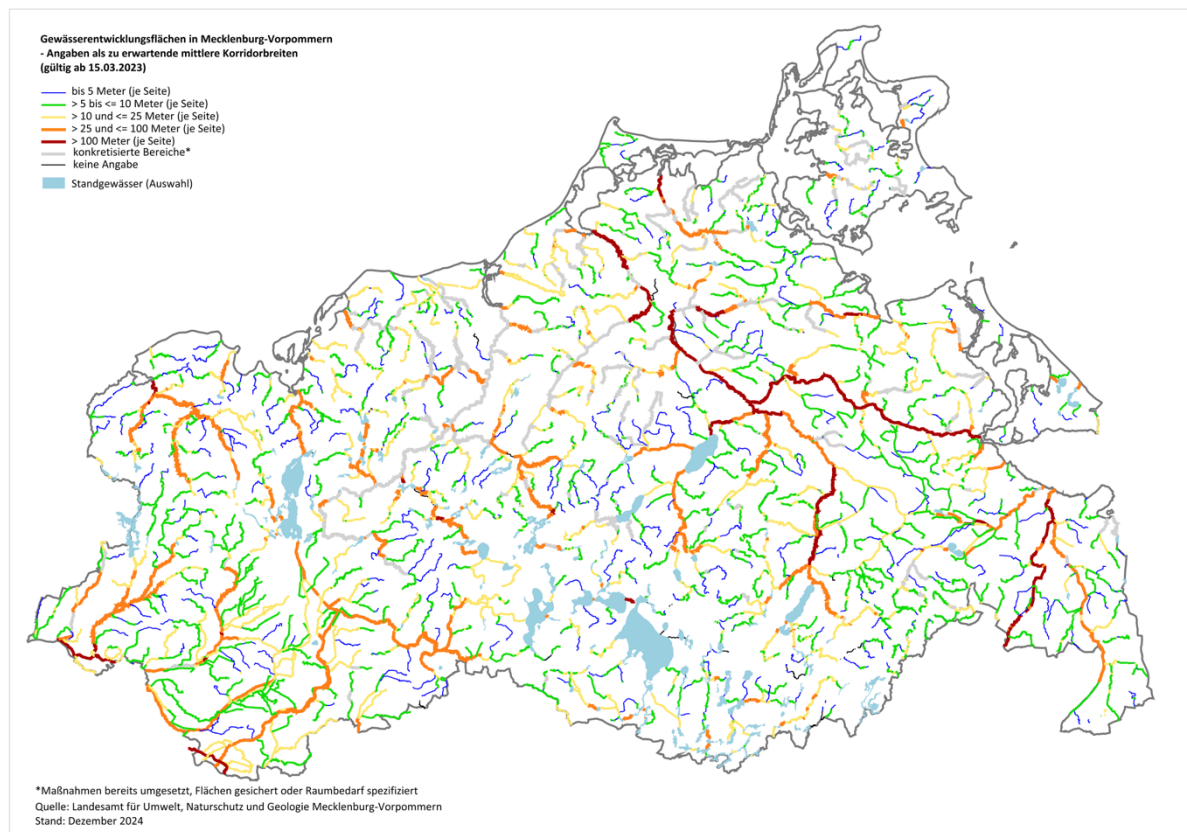
Viele der für die Gewässerentwicklung (außer Bundeswasserstraßen) zuständigen Bundesländer haben außerdem Regelungen für eine konzeptionelle Gewässerentwicklungsplanung getroffen (z. T. bereits vor Inkrafttreten der WRRL). Zu nennen sind hier exemplarisch die „Konzepte zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern“ (siehe MUNLV NRW 2010), die „Gewässerentwicklungskonzepte“ (GEK) des Landes Brandenburg oder die Teil-Vorhabens- und Sanierungspläne Hydromorphologie (Teil VoSa HyMo) des Freistaats Sachsen (SMEKUL 2022). Diese haben i. d. R. den Charakter von Vorplanungen, decken u. U. ganze Teileinzugsgebiete ab und setzen damit den strategischen Rahmen für konkrete Einzelmaßnahmen.

Dabei sieht beispielsweise die entsprechende nordrhein-westfälische Richtlinie aus dem Jahr 2010 bereits die Ermittlung von Gewässerentwicklungskorridoren vor.

Durch Integration der z. B. mit dem LAWA-Verfahren bestimmten Flächenbedarfe in diese strategischen Pläne könnten kleinräumigere, aber immer noch regionale Flächenziele formuliert und die sich daraus ergebenden Ansprüche an die Regionalplanung kommuniziert werden, wie es Janssen et al. (2022) ja bereits vorgeschlagen haben.

Verschiedene Bundesländer haben bereits den typspezifischen Flächenbedarf nach dem LAWA-Verfahren ermittelt, z. B. Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz oder Thüringen. Diese Daten stehen den mit dem Vollzug des Wasserrechts befassten Aufgabenträgern und Behörden für ihre Planungszwecke zur Verfügung. Auch zur Kommunikation des Flächenbedarfs werden diese Daten eingesetzt. So hat das Land Mecklenburg-Vorpommern eine Karte der Gewässerentwicklungsflächen auf seiner Website veröffentlicht (Abbildung 19).

Abbildung 19: Kartendarstellung der Gewässerentwicklungsflächen in Mecklenburg-Vorpommern.



Quelle: <https://www.wrrl-mv.de/service/materialien/GewEntwfl/>, zuletzt abgerufen am 22. Juli 2024

Mit der dort gewählten Art der Darstellung (klassifizierte Breiten statt tatsächlicher Flächen) wird ein Problem gelöst, das den Ergebnissen dieser großräumigen, schematischen und daher lokale Restriktionen nicht berücksichtigenden Berechnungen zwangsläufig eigen ist: es wird der Eindruck vermieden, dass bereits konkrete Flächenansprüche bestehen. Dies ist zwar ausdrücklich nicht der Fall. Die parzellenscharfe Flächenermittlung ist immer Teil eines konkreten Planungsprozesses für einzelne Gewässerstrecken, für den die ermittelten Entwicklungskorridore lediglich Orientierung geben. Dennoch ist es schwierig, den Eindruck zu vermeiden, dass bereits ein konkreter Anspruch besteht, wenn eine Karte mit abgegrenzten Flächen existiert. Mit dieser klassifizierten Darstellung wird dieses Problem gelöst, indem der Umfang der nach Gewässertyp und -größe unterschiedlichen Ansprüche dokumentiert und entlang der Gewässer verortet wird, ohne jedoch durch eine scheinbar ortsscharfe Abgrenzung den Eindruck bereits getroffener Festlegungen zu erwecken.

7.3.4 Planung konkreter Gewässerentwicklungsmaßnahmen

Auf der Ebene der gewässer- oder abschnittsbezogenen Gewässerentwicklungsplanung ist naturgemäß der Abstimmungsbedarf am größten, da hier konkrete Einzelansprüche und Nutzungen miteinander in Einklang gebracht werden müssen. Auf dieser Ebene ist aber auch am deutlichsten erkennbar, wo tatsächlich Antagonismen bestehen und wo unterschiedliche Nutzungsansprüche durch eine integrierte Planung in Einklang gebracht werden können.

Außerdem bietet ein Vorgehen nach dem Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept (LANUV NW 2011) die notwendigen Freiheitsgrade, um eine zielgerichtete und wirksame

Gewässerentwicklungsplanung mit bestehenden Restriktionen in Einklang bringen zu können. Ein für den konkreten Fall berechneter Flächenbedarf ist damit weniger als lokal festgelegter Raum zu interpretieren, als vielmehr als betragsmäßige Flächengröße, die der Gewässerentwicklung an geeigneten Teilstrecken in der Summe zur Verfügung gestellt werden muss – aber nicht gleichmäßig beidseitig entlang der Gesamtstrecke.

Die hier entwickelte Methode zur Ermittlung des Flächenziels für alle Gewässer Deutschlands basiert auf der LAWA-Verfahrensempfehlung (Tabelle 1), umfasst aber nur die Schritte 1 – 4 des Verfahrens. Ein Abgleich mit der morphologischen Aue (Schritt 5) zur kleinräumigen Plausibilisierung und ggf. Korrektur der Lage des Gewässerentwicklungskorridors ist auf nationaler Ebene ebenso wenig möglich, wie die Ermittlung und Berücksichtigung relevanter Restriktionen (Schritt 6). Für eine konkrete und abwägungsfähige Planung sind diese Schritte aber unverzichtbar.

Schritt 5. Ermittlung und Berücksichtigung der morphologischen Aue

Die LAWA-Verfahrensempfehlung sieht vor (LAWA 2019c, S. 81 ff.), dass die erzeugten Gewässerentwicklungsflächen mit der „morphologischen Aue“ GIS-technisch verschnitten wird. Die morphologische Aue ist dort definiert als „... *der flussbegleitende Bereich, der natürlicherweise von mehr oder weniger regelmäßig wiederkehrenden Überflutungen geprägt wurde und heute von einem Hochwasser theoretisch erreichbar wäre, wenn keine Maßnahmen, wie z. B. Profilausbau und Deiche, existieren würden.*“ (LAWA 2019c, Anhang 1)

Da die im GIS erzeugten Gewässerentwicklungsflächen als symmetrische Flächen links und rechts der aktuellen Gewässerachse liegen, kommt es vor, dass die so erzeugten Gewässerentwicklungsflächen nicht oder nur teilweise in der morphologischen Aue liegen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Das ist z. B. dann der Fall, wenn die Gewässer an den Talrand verlegt worden sind. In solchen Fällen kann die ermittelte Gewässerentwicklungsflächen den Talhang „hinauflaufen“, eine Fläche, die für die Gewässerentwicklung nicht zur Verfügung steht.

Schritt 6. Ermittlung und Berücksichtigung relevanter Restriktionen

Die LAWA-Verfahrensempfehlung nennt als mögliche Restriktionen sowohl flächenhafte Strukturen wie z. B. Siedlungslagen, aber auch linienhafte Strukturen wie Verkehrswege oder Leitungstrassen, die aus den erzeugten Gewässerentwicklungskorridoren „ausgestanzt“ werden müssen (Abbildung 20), da diese Flächen nicht für eine Gewässerentwicklung zur Verfügung stehen.

Abbildung 20: Gewässerentwicklungsfläche (blau) mit morphologischer Aue (grün) und anthropogenen Restriktionen (Ocker, transparent)



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Um schließlich die konkret ermittelten Flächen für die Gewässerentwicklung zu sichern, stehen bereits vielfältige Instrumente zur Verfügung (Tabelle 17).

Tabelle 17: Zusammenstellung von Instrumenten zur Flächensicherung.

Instrument der Flächensicherung	Kurzbeschreibung
Flächenkauf/Grunderwerb	dauerhafte Flächensicherung durch Erwerb einer Fläche mit Grundbucheintragung
privater Flächentausch	notariell beglaubigte dauerhafte Flächensicherung mit Grundbucheintragung
Flurbereinigungsverfahren (FlurbG): 1. Neugestaltung des Flurbereinigungsgebiets (§ 37 FlurbG) 2. Vereinfachte Flurbereinigung (§ 86 FlurbG) 3. Unternehmensflurbereinigung (§ 87 FlurbG) 4. Beschleunigtes Zusammenlegungsverfahren (§ 91 FlurbG) 5. Freiwilliger Landtausch (§ 103a ff FlurbG)	dauerhafte Flächensicherung mit verschiedenen Elementen: 1. Neugestaltung eines Gebietes, so dass es den größtmöglichen Nutzen für die Beteiligten und die Allgemeinheit bringt 2. Beschleunigung der Flurbereinigung bei Verfahren mit geringem Neuordnungsbedarf 3. bei Großbaumaßnahmen, um den Landverlust jedes einzelnen Eigentümers möglichst klein und erträglich zu halten 4. eine Neuordnung von Grundstücken ohne Neuanlage von Wegen oder Gewässernetzes 5. schnelle und einfache Neuordnung ländlicher Grundstücke
Verpachtung	zeitlich begrenzte bis dauerhafte Flächensicherung, aber kein Eigentumsübergang; durch die Verpachtung werden weiterhin Einnahmen generiert

Instrument der Flächensicherung	Kurzbeschreibung
Eintrag von Dienstbarkeiten ins Grundbuch	dauerhafte Flächensicherung mit Duldung oder Unterlassung gerichteter Rechte mit Grundbucheintragung; kein Eigentumsübergang
Vorkaufsrecht (§ 99a WHG)	Den Ländern steht ein Vorkaufsrecht an Grundstücken zu, die für Maßnahmen des Hochwasser- oder Küstenschutzes benötigt werden; dauerhafte Flächensicherung; in einigen Ländern besteht auch ein Vorkaufsrecht von Gewässerrandstreifen zu öffentlichen Gewässern
Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nach BNatSchG	dauerhafte Flächensicherung durch Lenkung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in Gewässerentwicklungsflächen; Einsatz von Ökopunkten möglich

8 Quellenverzeichnis

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

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Hrsg. (2024): Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt 2030. Download unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nbs_2030_strategie_bf.pdf

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Hrsg. (2023): Nationale Wasserstrategie. Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023. Download unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/BMUV_Wasserstrategie_bf.pdf

Bundesregierung (2021): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021. (2020). Download unter: [Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Weiterentwicklung 2021](#)

FGG Elbe – Flussgebietsgemeinschaft Elbe (2021): Anhang A5-2: Liste der Oberflächenwasserkörper mit Angaben zum Zustand/Potenzial und zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele. Download unter: [Bewirtschaftungsplan_FGG_Elbe_2021_Anhang_A5-2.pdf](#)

Janssen, G.; Wittig, S.; Garack, S.; Koenzen, U.; Reuvers, C.; Wiese, T.; Wetzels, N. (2022): Kohärenz der flächenbezogenen Gewässerentwicklungsplanung gemäß WRRL mit der Raumplanung. Wissenschaftlich fachliche Unterstützung der Nationalen Wasserstrategie. UBA-Texte 71/2022. Dessau-Roßlau. Download unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kohaerenz-der-flaechenbezogenen>

Koenzen, U.; Kurth, A.; Günther-Diringer, D. (2021): Auenzustandsbericht 2021: Flussauen in Deutschland. <https://doi.org/10.19217/brs211>

LANUV NRW – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Hrsg. (2011): Strahlwirkungs- und Trittsteinkonzept in der Planungspraxis. LANUV-Arbeitsblatt 16. Recklinghausen, 95 S. Download unter: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/40016.pdf

LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Hrsg. (2019a): LAWA Verfahrensempfehlung zur Gewässerstrukturkartierung. Verfahren für kleine bis mittelgroße Gewässer, Kulturbuchverlag, Berlin-Buckow, 251 S.

LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Hrsg. (2019b): LAWA Verfahrensempfehlung zur Gewässerstrukturkartierung. Verfahren für mittelgroße bis große Gewässer, Kulturbuchverlag, Berlin-Buckow, 273 S.

LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Hrsg. (2019c): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“, LFP Projekt O 4.13 – Anwenderhandbuch. Download unter: https://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/static/LFP/Dateien/LAWA/AO/O9.18_GEF_LAWA_AHB.pdf

LAWA- Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Hrsg. (2019): Empfehlungen zur Aufstellung, Überprüfung und Aktualisierung von Hochwasserrisikomanagementplänen. Download unter: https://www.lawa.de/documents/lawa-empfehlung-hwrmp_1588147036.pdf

LAWA-AH – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Ständiger Ausschuss Hochwasserschutz und Hydrologie, Hrsg. (2019): Empfehlungen zur Aufstellung, Überprüfung und Aktualisierung von

Hochwasserrisikomanagementplänen. Download unter: https://www.lawa.de/documents/lawa-empfehlung-hwrmp_1588147036.pdf

Linnenweber, C.; Koenzen, U.; Steinrücke, J. (2021): Gewässerentwicklungsflächen. Auenmagazin 20/2021, S. 4-9, Download unter: <https://www.auenzentrum-neuburg-ingolstadt.de/auenforum/auenmagazin/auenmagazin-20-2021.html>

LUNG MV – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2023): Kartendarstellung der Gewässerentwicklungsflächen in Mecklenburg-Vorpommern. Download unter: <https://www.wrrl-mv.de/service/materialien/GewEntwfl/>

McCabe, C. L.; Matthaei, C.D.; Tonkin, J.D. (2025): The ecological benefits of more room for rivers. Nature Water 3, 260–270, <https://doi.org/10.1038/s44221-025-00403-0>

Mehl, D.; Iwanowski, J.; Hausmann, B. (2019): Synergien des Nationalen Hochwasserschutzprogramms mit naturschutzfachlichen, gewässerökologischen und klimapolitischen Zielsetzungen (2019), Wasser und Abfall 21/2019, Wiesbaden: Springer Vieweg, doi:10.1007/s35152-019-0103-2

Mehl, D.; Iwanowski, J.; Endler, R.; Trosien, F.; Blumrich, H.; Herrn, N. (2024): Synergiepotenziale der Maßnahmen des NHWSP, der EU-WRRL und der FFH-RL. – Wasser Abfall 03/2024. Wiesbaden: Springer Vieweg

Mehl, D.; Iwanowski, J.; Hausmann, B. (2023): Ein Verfahren zur Bewertung umweltfachlicher Synergien von Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (NHWSP). – BfN-Schriften 638, Bonn 73 S., Download unter: [Ein Verfahren zur Bewertung umweltfachlicher Synergien von Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms](#)

Mehl, D.; Schentschischin, J.; Hoffmann, T.G.; Krauß, D.; Schimmelmann, M.; Watzek, F.; Blodow, F.; Bunzel, S. (2020): Aktives Flächenmanagement zur Vorbereitung von Fließgewässerrenaturierung. Wasser und Abfall 10/2020, doi:10.1007/s35152-020-0267-9

MUNLV NRW – Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Hrsg. (2010): Blaue Richtlinie – Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen, Download unter: https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/blauereichtlinie_2010.pdf

Müller, A.; Zumbroich, T. (2004): Data Mining über Strukturdatenbestände – Wissen aus Daten. In: DGL Tagungsbericht 2004, Download unter: [2004-DGL-Tagungsbericht Potsdam WEB.pdf](#)

Müller, A. (2005): Die Abgrenzung von Oberflächenwasserkörpern als nicht-lineares Optimierungsverfahren. Wasser und Abfall 3/2005, doi:10.1007/BF03247316

Naumann, S.; Pottgiesser, T.; Arle, J.; Mohaupt, V. (2016): Erfolgsfaktoren der Gewässerentwicklung - Ergebnisse des Workshops Hydromorphologie III. - KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 09/16: 520-524.

NWG – Niedersächsisches Wassergesetz vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl. S. 64). Zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 12. Dezember 2023 (Nds. GVBl. S. 289) und Verordnung vom 6. Dezember 2023 (Nds. GVBl. S. 339).

Nyberg, B., Henstra G.; Gawthorpe, R. L.; Ravnås, R.; Ahokas, J. (2023): Global scale analysis on the extent of river channel belts. Nature Communications 14: 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37852-8>

Pottgiesser, T. (2018): Die deutsche Fließgewässertypologie. Zweite Überarbeitung der Steckbriefe der Fließgewässertypen. - FE-Vorhaben des Umweltbundesamtes „Gewässertypenatlas mit Steckbriefen“ (FKZ 3714 24 221 0). Download unter: https://www.gewaesserbewertung.de/media/steckbriefe_fliessgewaessertypen_dez2018.pdf

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

Roßlau. Download unter:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/43_2025_texte.pdf

Pottgiesser, T.; Naumann, S.; Müller, A. (2025): Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Erste Überarbeitung. – Umweltbundesamt, Hrsg. - UBA-Texte 41/2025, Dessau-Roßlau.

Download unter:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/41_2025_texte.pdf

Rehklau, W., Stein, C.; Riehl, S.; Kraier, W. (2022): Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und FFH-Richtlinie gemeinsam umsetzen – Konzepte und Umsetzungsbeispiele aus Bayern. -KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 2022 (15) Nr. 10, 609-619, doi: 10.3243/kwe2022.10.003, Download unter: [Wasserrahmenrichtlinie \(WRRL\) und FFH-Richtlinie gemeinsam umsetzen](#)

SMEKUL – Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft, Hrsg. (2022): Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in Sachsen hinsichtlich hydromorphologischer Veränderungen und Abflussregulierungen an Fließgewässern in Unterhaltungslast des Freistaates Sachsen, Dresden, Download unter:

https://www.wasser.sachsen.de/download/Erlass_LTV_Gewaesserentwicklungskonzepte_220822.pdf

Schmidt, S.; Albert, C. (2025): Mit der Gewässerentwicklung verbundene Ökosystemleistungen. - Umweltbundesamt, Hrsg. - UBA-Texte 42/2025, Dessau-Roßlau. Download unter:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/42_2025_texte.pdf

TMLFUN – Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Hrsg. (2012): Flächensicherung an Gewässern zweiter Ordnung für Maßnahmen gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie, 26 S. Bearbeitung: TMLFUN, Referat 44: Wasserbau, Gewässerschutz, Flussgebietsmanagement sowie Thüringer Landesgesellschaft mbH, Abteilung Wasserwirtschaftliche Dienstleistungen, Download unter: <https://aktion-fluss.de/wp-content/uploads/flaechensicherung-wrrl-grundsaeetze.pdf>

Umweltbundesamt (2024): Hydromorphologischer Zustand. Download unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/zustand/hydromorphologischer-zustand>

Völker, J.; Naumann, S.; Arle, J.; Baumgarten, C.; Blondzik, K.; Frauenstein, J.; Hilliges, F.; Hofmeier, M.; Krakau, M.; Mönnich, J.; Mohaupt, V.; Osiek, D.; Rechenberg, R.; Richter, N.; Schnäckel, A.; Schulte, C.; Ullrich, A.; Vetter, A. (2022): Die Wasserrahmenrichtlinie — Gewässer in Deutschland 2021. Fortschritte und Herausforderungen. Download unter:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/221010_uba_fb_wasserrichtlinie_bf.pdf

Wachholz, A. (2024). German small lake and pond inventory (GSLPI) [Data set]. Zenodo.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14228168>

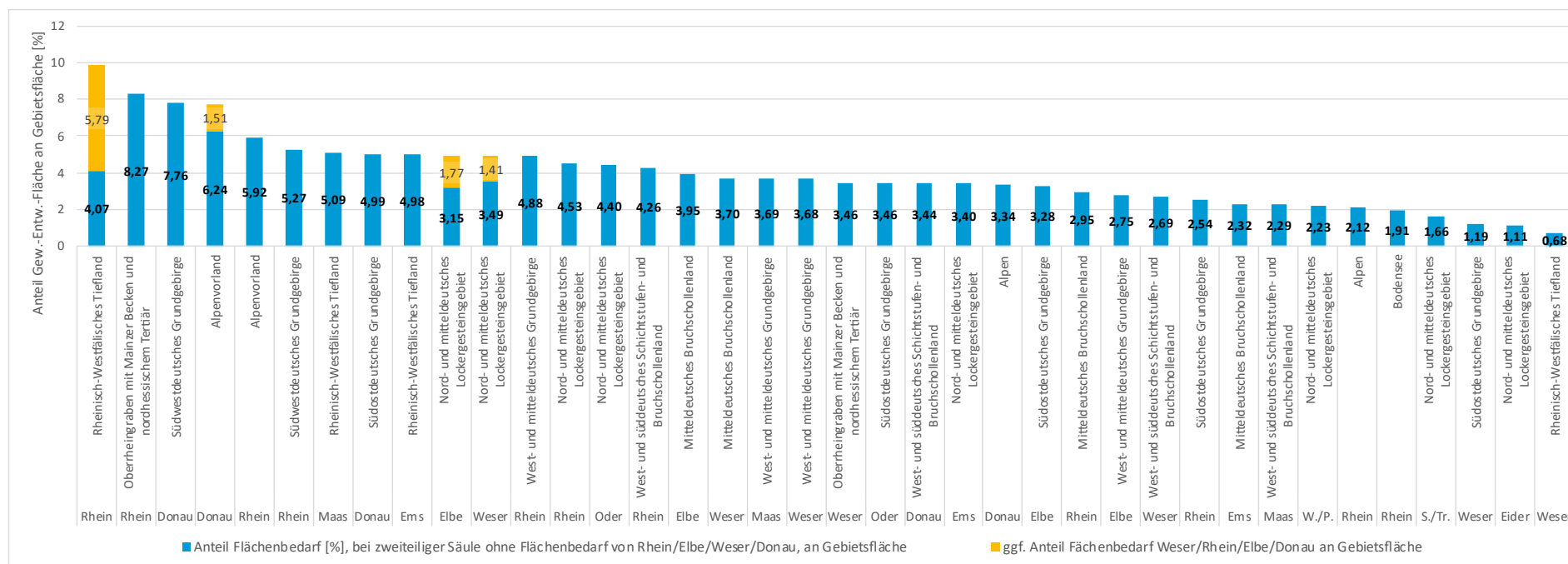
Windenergieflächenbedarfsgesetz vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1353), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 8. Mai 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 151) geändert worden ist. Download unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/windbg/BJNR135310022.html>

Wirth, C.; Bruelheide, H.; Farwig, N.; Marx, J.; Settele, J. (2024): Faktencheck Artenvielfalt –Bestandsaufnahme und Perspektiven für den Erhalt der biologischen Vielfalt in Deutschland. ÖKOM Verlag, München, 1.256 Seiten. DOI: <https://doi.org/10.14512/9783987263361>

A Anhang

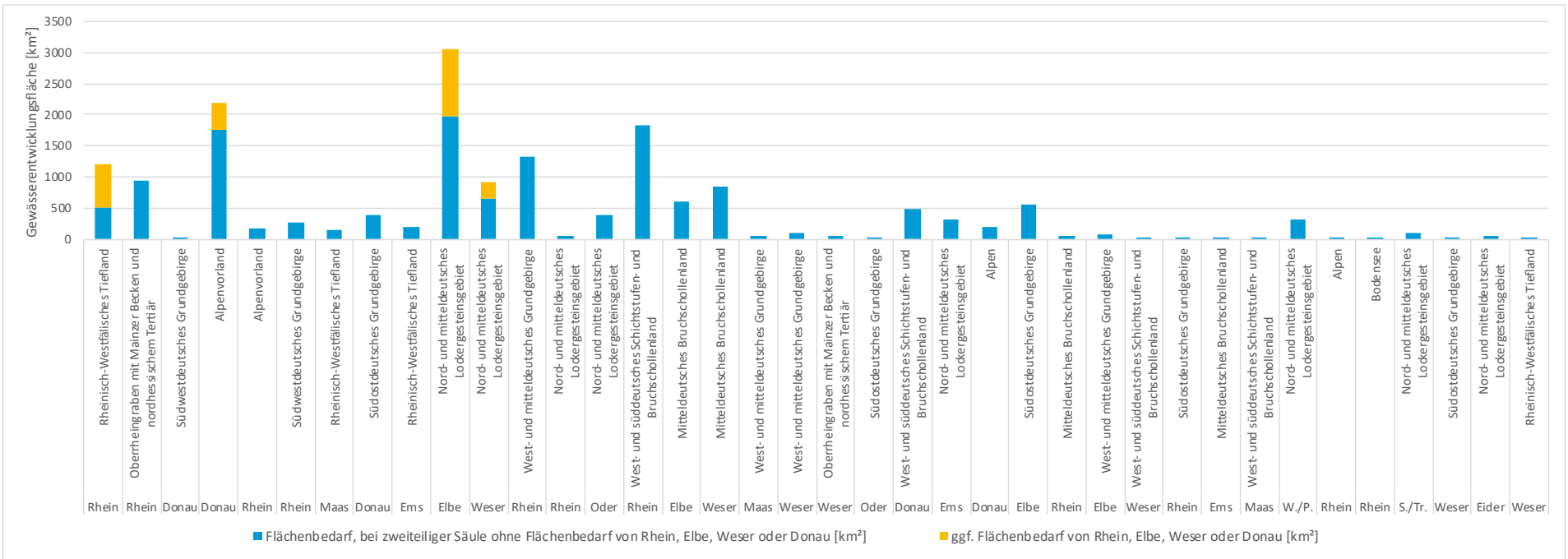
A.1 Detaillierte Darstellungen der typspezifischen Flächenbedarfe der berichtspflichtigen Fließgewässer in den zehn Flussgebietseinheiten in Deutschland

Abbildung A-1: Flächenanteile der typspezifischen Flächenbedarfe der berichtspflichtigen Fließgewässer in den zehn Flussgebietseinheiten in Deutschland, differenziert nach hydrogeologischen Großräumen.



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen

Abbildung A-2: Übersicht der typspezifischen Flächenbedarfe der berichtspflichtigen Fließgewässer in den zehn Flussgebietseinheiten in Deutschland, differenziert nach hydrogeologischen Großräumen



Quelle: eigene Darstellung, chromgruen