

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

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

Ermittlung der typspezifischen Entwicklungsfläche für Fließgewässer in NRW

Handlungsanleitung

LANUV-Arbeitsblatt 55

Inhalt

1	Einleitung	5
1.1	Begriffsdefinitionen	5
1.2	Grundsätzliche Methodik	8
2	Ermittlung von Entwicklungsflächen für Fließgewässer in NRW.....	13
2.1	Ermittlung gewässertypologischer Grundlagen	14
2.2	Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite	14
2.2.1	Bestimmung des bordvollen Abflusses	15
2.2.2	Ermittlung des Talbodengefälles	15
2.2.3	Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Windung	15
2.2.4	Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Sohlgefälles	16
2.2.5	Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Rauheitsbeiwertes	16
2.3	Plausibilisierung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite	19
2.4	Berechnung der Breite des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors	20
2.4.1	Berechnung der Mäanderlänge.....	20
2.4.2	Berechnung der Schwingungsamplitude	20
2.4.3	Berechnung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridorbreite mit Berücksichtigung des Dynamikfaktors	21
2.5	Erzeugung des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors	22
2.6	Erzeugung der Gewässerentwicklungskorridore	23
2.6.1	Gewässerentwicklungskorridore für den sehr guten ökologischen Zustand natürlicher Wasserkörper	23
2.6.2	Gewässerentwicklungskorridore für den guten ökologischen Zustand natürlicher Wasserkörper	23
2.6.3	Gewässerentwicklungskorridore für das höchste ökologische Potenzial erheblich veränderter Wasserkörper	24
2.6.4	Gewässerentwicklungskorridore für das gute ökologische Potenzial erheblich veränderter Wasserkörper	24
2.6.5	Gewässerentwicklungskorridore für das höchste ökologische Potenzial und das gute ökologische Potenzial künstlicher Wasserkörper	25
2.7	Ermittlung und Berücksichtigung der morphologischen Aue.....	26
2.7.1	Ermittlung und Validierung der morphologischen Aue.....	26
2.7.2	Verschneidung mit dem Gewässerentwicklungskorridor	29
2.8	Ermittlung und Berücksichtigung von Restriktionen	32
2.8.1	Ermittlung und Berücksichtigung von Restriktionen	32
2.8.2	Verschneidung der Gewässerentwicklungsfläche mit ermittelten Restriktionen.....	33

3	Sonderfälle und Problembehandlung.....	35
3.1	Wie ist vorzugehen, wenn eine Abgrenzung der morphologischen Aue nicht möglich ist?.....	36
3.2	Wie sind neutrassierte Fließgewässer zu behandeln?	37
3.3	Wie sind entfallene Gewässerentwicklungsflächen bei stärker gewundenen Fließgewässerstrecken auszugleichen?	38
3.4	Wie ist bei künstlichen Wasserkörpern (AWB) zu verfahren?.....	39
	Literatur	40
	Datenquellen	41
	Abbildungsverzeichnis.....	43
	Tabellenverzeichnis.....	43
	Anhang	44

1 Einleitung

Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat im Jahr 2016 die Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“ veröffentlicht. Mit dieser Empfehlung wurden „*allgemein anerkannte und für den Einzelfall anwendbare Regeln und Methoden für die Ausweisung von Gewässerentwicklungsflächen entwickelt, um gemäß EG-WRRL ökologisch funktionsfähige Gewässer in die Kulturlandschaft integrieren zu können*“ (LAWA 2016). Im Jahr 2019 wurden die Ergebnisse eines bundesweiten Praxistests dieses Verfahrens (LAWA 2019a) und die zweite Auflage der o. g. Verfahrensempfehlung veröffentlicht (LAWA 2019b).

Diese Dokumente bilden die Grundlagen der hier vorliegenden Handlungsanleitung. Sie konkretisiert und entwickelt für ihre Anwendung in NRW die von der LAWA empfohlenen Vorgehensweisen weiter.

1.1 Begriffsdefinitionen

Diese Handlungsanleitung bezieht sich ausschließlich auf Fließgewässer. Aus Gründen der Lesbarkeit werden daher die Begriffe „Gewässer“ und „Fließgewässer“ synonym verwendet.

Folgende zentrale Begriffe werden in dieser Handlungsanleitung verwendet, die nachfolgend definiert sind oder aus der LAWA-Verfahrensempfehlung (LAWA 2019b) übernommen und bei Bedarf konkretisiert wurden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Begriffsdefinitionen

Begriff	Bedeutung
Biozönotischer Fließgewässertyp	Auch „LAWA-Fließgewässertyp“; Gruppierung der Fließgewässer anhand von Ökoregion, Fließgewässergröße und naturraumtypischem Sohlsubstrat – relevante Faktoren für die Ausprägung der in ihnen vorkommenden Lebensgemeinschaften
Bordvoller Abfluss	Abfluss (in m ³ /s) bei dem der gesamte Fließgewässerquerschnitt durchflossen wird; als Folge gibt es bei diesem Abfluss die geringsten Reibungsverluste
Böschungsneigung	Quotient aus Böschungshöhe und Böschungsstrecke
Breiten-Tiefen-Verhältnis	Verhältnis von Gerinnebreite zur Gerinnetiefe
Dynamikfaktor	25-prozentiger Aufschlag auf die Breite des Gewässerentwicklungskorridors, welcher sich aus der Kombination von laufabwärts und -seitwärts wandernden Laufbögen und deren Teilradien ableitet. Bei einem Zuschlag von 25 % ist die Ausbildung eines entsprechenden Verlagerungsregimes mit der Bildung von Altläufen gerade möglich. Ohne den Dynamikfaktor ist ausschließlich eine Abwärtsbewegung möglich.

Begriff	Bedeutung
Entwicklungsziel, hydromorphologisches	Hydromorphologische Fließgewässerstrukturen (z. B. Laufentwicklung, Variationen von Breite und Tiefe, Substratbedingungen) die mit einer Gewässerentwicklungsmaßnahme erreicht werden sollen; im Kontext der EG-WRRL: hydromorphologische Ausprägung eines Fließgewässers, welche das Erreichen des jeweiligen Bewirtschaftungszieles (z. B. GÖZ oder GÖP) ermöglicht
Gewässerbett	Teil eines Gewässers, der das Wasser nach unten und zu den Seiten begrenzt (auch: Gerinne)
Gewässerbettbreite	Mittlere Breite des Gewässerbetts
Gewässerbettbreite, heutige potenziell natürliche	Gewässerbettbreite eines Fließgewässers, das dem heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand entspricht
Gewässerbreite	Synonym zu Gewässerbettbreite
Gewässerentwicklungsfläche	Die Gewässerentwicklungsfläche beschreibt ein geometrisches Objekt, das sich aus dem jeweiligen Gewässerentwicklungskorridor nach Verschneiden mit der morphologischen Aue und Restriktionen sowie etwaigen Flächenergänzungen ergibt. Es ist nicht mehr zwangsläufig symmetrisch entlang des Fließgewässers (oder seiner Teilstrecke) angeordnet. Es umgrenzt den Bereich, der für eine WRRL-konforme Gewässerentwicklung benötigt wird.
Gewässerentwicklungskorridor	Korridor entlang eines Fließgewässers, der so beschaffen ist, dass das Fließgewässer sein jeweiliges hydromorphologisches Entwicklungsziel erreichen kann
Gewässerkorridor	Symmetrischer Bereich beidseitig eines Fließgewässers
Gewässerkorridor, heutiger potenziell natürlicher	Korridor entlang eines Fließgewässers, der so beschaffen ist, dass er die Bereiche beidseitig des Fließgewässers umfasst, die für die Ausbildung des heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustandes, insbesondere in Bezug auf den typspezifischen Formenschatz der Aue sowie die heutige potenziell natürliche Windung, Gewässerbreite und Mäanderlänge erforderlich ist
heutiger potenziell natürlicher Gewässerzustand	Zustand, der sich nach Aufgabe vorhandener Nutzungen im und am Gewässer und seiner Aue sowie nach Entnahme sämtlicher Verbauungen einstellen würde; gemäß Bewertungsleitbild der Gewässerstrukturkartierung

Begriff	Bedeutung
Mäanderlänge	Wird ein mäandrierendes Fließgewässer als Schwingungswelle betrachtet, so entspricht die Mäanderlänge der Wellenlänge, gemäß dem Abstand zweier Punkte gleicher Phase, z. B. dem Abstand zweier Mäandermaxima
Morphologische Aue	Terrestrischer Bereich entlang eines Fließgewässers, der natürlicherweise von mehr oder weniger regelmäßig wiederkehrenden Überflutungen geprägt wurde und heute von einem Hochwasser theoretisch erreichbar wäre, wenn keine Maßnahmen zum Hochwasserschutz, wie z. B. Deiche, existieren würden
Morphologischer Typ	Gruppierung der Fließgewässer anhand von Talform und naturraumtypischem Sohlsubstrat, insbesondere relevant für die Bewertung der Gewässerstruktur
Rauheitsbeiwert	Der Rauheitsbeiwert k_{St} eines Fließgewässers ist ein empirischer Parameter, der in der empirischen Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler verwendet wird, um summarisch alle Verlust- und Reibungseinflüsse zu erfassen. Er hängt ab von Sohlbeschaffenheit, Bewuchs und Querschnittsform. Seine Einheit ist $m^{1/3}/s$.
Talbodengefälle	Gefälle, das entlang der kürzesten Talbodenlinie ermittelt wird; es beeinflusst die Ausbildung des Gerinnetts und somit die morphologischen Flussabschnittstypen. Das Talbodengefälle kann kleinräumig erheblich schwanken.
Talbodenlinie	Linie entlang der generellen Tallängsrichtung zwischen zwei Punkten unterschiedlicher Höhenlage in einem Talboden
Tallänge	Kürzeste Talbodenlinie
Windung	Die in gewisser Regelmäßigkeit auftretende Änderung der Fließrichtung eines Fließgewässers
Windungsgrad	Quotient aus Fließlänge und Tallänge

1.2 Grundsätzliche Methodik

Das von der LAWA empfohlene Verfahren ist prinzipiell für alle Fließgewässer in NRW anwendbar. Ausgenommen sind Bundeswasserstraßen. Durchflossene Stillgewässer, die keinen eigenen See-Wasserkörper bilden und Teil eines Fließgewässer-Wasserkörpers sind, werden im Bereich des Stillgewässers von der Anwendung ebenfalls ausgenommen (LAWA 2019b, S. 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 typologischen Rahmenbedingungen berechnet. Die prinzipielle Vorgehensweise ist in der folgenden Abbildung 1 schematisch dargestellt.

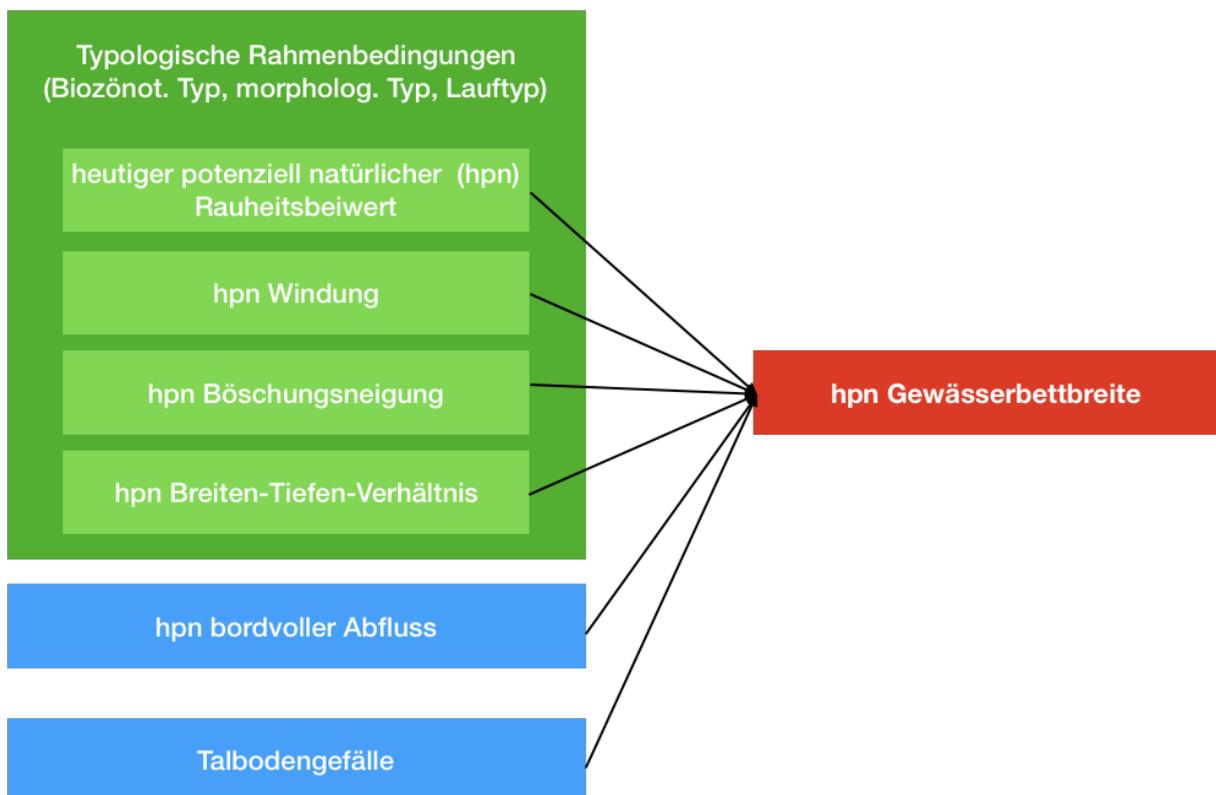


Abbildung 1: Prinzipielle Vorgehensweise zur Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite nach LAWA (2019b)

Die Breite des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors wird anschließend aus der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite anhand der Mäanderlänge und einem sogenannten „Dynamikfaktor“ berechnet.

Die Geometrie des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors ergibt sich sodann als symmetrischer Puffer um den aktuellen Gewässerverlauf (Linie). Die Breite des Puffers ergibt sich als Summe aus heutiger potenziell natürlicher Gewässerbettbreite und der berechneten Breite des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors (Abbildung 2).



Abbildung 2: Heutiger potenziell natürlicher Gewässerkorridor (grün) als symmetrischer Puffer um den aktuellen Gewässerverlauf (blau) und der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite (hellblau)

Es wird davon ausgegangen, dass die morphologischen Strukturen und Bedingungen (z. B. Durchgängigkeit, Wasserführung) und damit verbunden der Flächenbedarf eines Fließgewässers zur Unterstützung des guten ökologischen Zustands (GÖZ) bzw. des höchsten oder des guten ökologischen Potenzials (HÖP, GÖP) geringer sind als zur Unterstützung des sehr guten ökologischen Zustands. Daher kann die Breite des Gewässerkorridors zur Erreichung der Entwicklungsziele GÖZ, HÖP und GÖP geringer ausfallen. Ein in seiner Breite an das jeweilige Entwicklungsziel angepasster Korridor wird in dieser Handlungsanleitung als „Gewässerentwicklungskorridor“ bezeichnet.

Nach manueller Korrektur aufgrund der tatsächlichen Gegebenheiten (Lage und Ausdehnung der morphologischen Aue, Lage und Ausdehnung von Restriktionen) resultiert die endgültige Gewässerentwicklungsfläche, die nicht mehr zwangsläufig symmetrisch entlang des Fließgewässers verläuft (Abbildung 3).

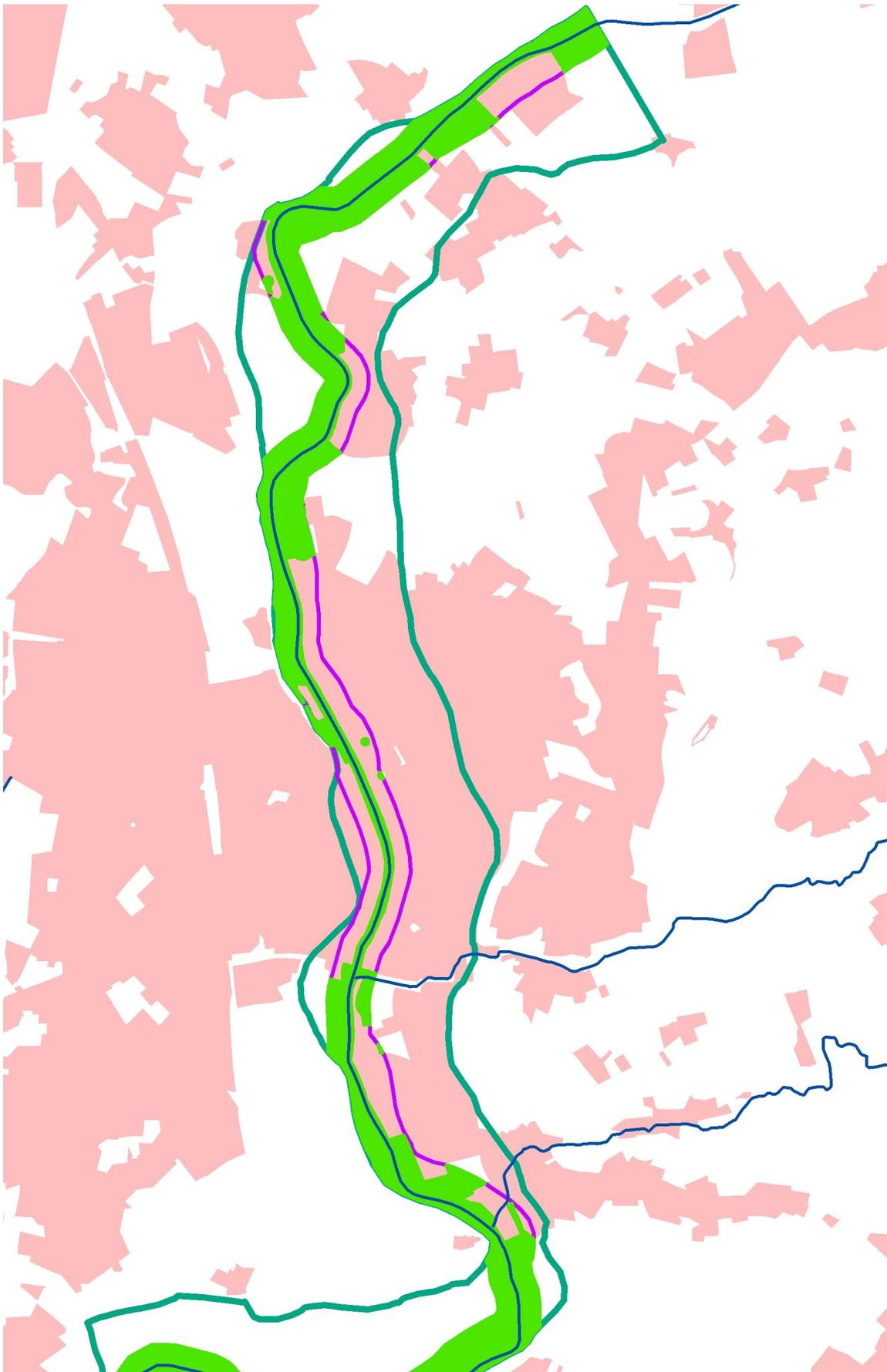


Abbildung 3: Gewässerentwicklungsfläche (grüne Fläche), bei der Lage und Ausdehnung der morphologischen Aue (dunkelgrüne Linie) sowie anthropogene Restriktionen (rosa Flächen) berücksichtigt wurden

Für die Bedarfsermittlung in Vorbereitung einer Gewässerentwicklungsmaßnahme wären also für die betreffende Gewässerstrecke folgende Arbeiten durchzuführen (Abbildung 4).

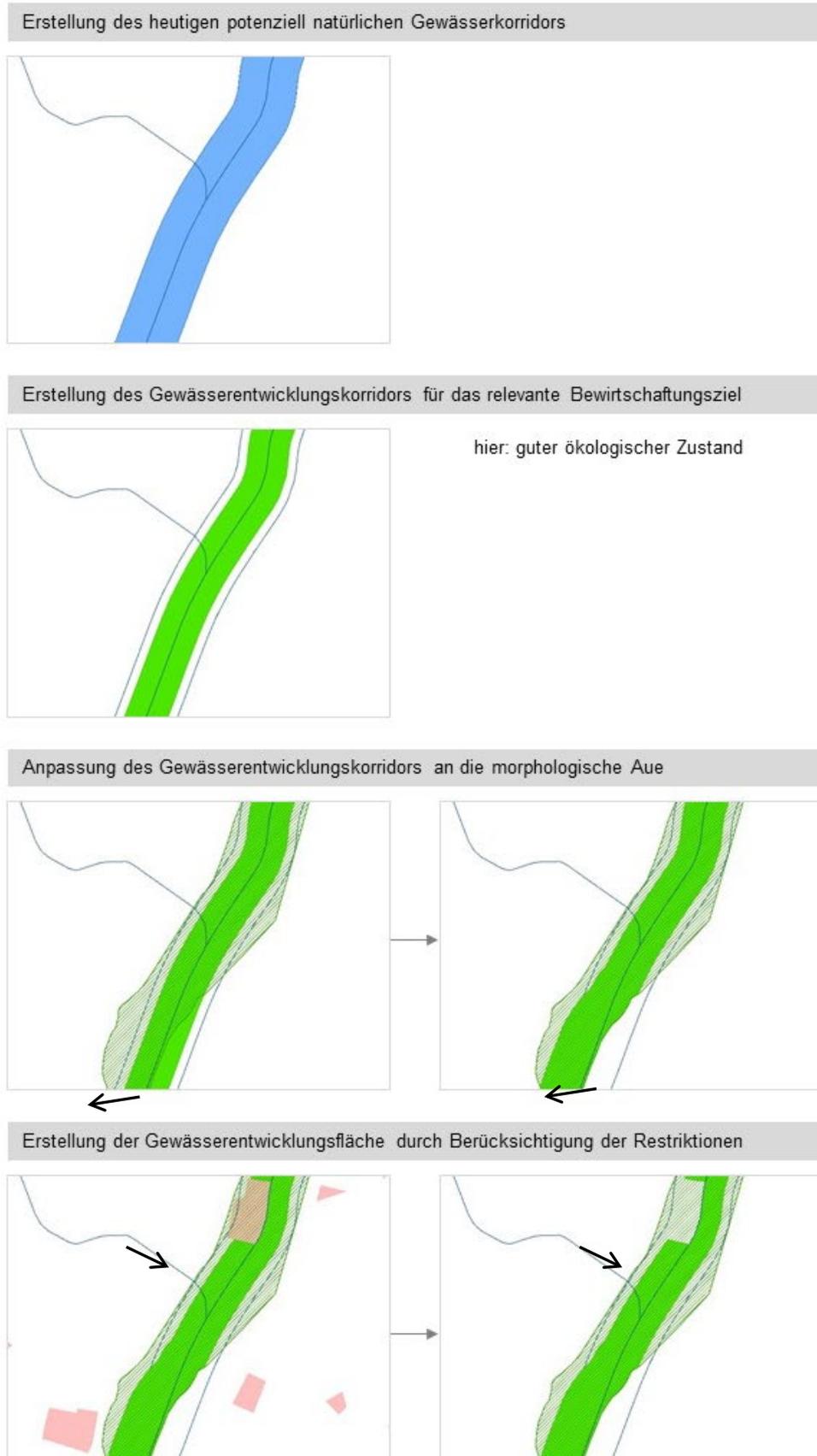


Abbildung 4: Prinzipielle Vorgehensweise zur Ermittlung einer Gewässerentwicklungsfläche

Mit diesem Verfahren können sowohl ganze Fließgewässer als auch Teile von Fließgewässern bearbeitet werden (vgl. LAWA 2019b, z. B. Seite 6 unten, Seite 7 oben oder Seite 11 Mitte). Eine ausdrückliche Vorgabe bzgl. der minimalen oder maximalen Länge der gesamten zu betrachtenden Gewässerstrecke wird nicht gegeben. Allerdings müssen die betrachteten Gewässerstrecken typologisch einheitlich sein – sowohl hinsichtlich des biozönotischen Gewässertyps, des morphologischen Typs und des Lauftyps.

Die heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridore sowie die Gewässerentwicklungskorridore für die Entwicklungsziele guter ökologischer Zustand, höchstes ökologisches Potenzial und gutes ökologisches Potenzial wurden im Rahmen eines vom LANUV beauftragten Projektes für die nach EG-WRRL berichtspflichtigen Fließgewässer landesweit berechnet. Im Ergebnis liegen daher diese Geometrien für alle berichtspflichtigen Fließgewässer (mit Ausnahme der Bundeswasserstraßen Rhein und Weser und der Staustrecken in Talsperren) in Form von Shapefiles vor.

Für die Abgrenzung einer konkreten Gewässerentwicklungsfläche für ein berichtspflichtiges Fließgewässer müssen die Anpassungen an die morphologische Aue sowie die Anpassungen aufgrund etwaiger Restriktionen vorgenommen werden. Spezielle Fragestellungen zu diesem Arbeitsschritt werden in Kapitel 2.7 und 2.8 erörtert.

Mit einer nach der hier beschriebenen Methodik abgegrenzten Gewässerentwicklungsfläche wird der fachlich begründete, typspezifische Flächenbedarf für den guten Zustand von Fließgewässern gemäß den Zielen der EG-WRRL ermittelt und im konkreten räumlichen Kontext unter Bezugnahme auf naturräumliche Gegebenheiten (morphologische Aue) und nutzungsbedingte Restriktionen visualisiert. Es wird jedoch nicht die konkrete Lage und Ausdehnung einer Gewässerentwicklungsmaßnahme festgelegt.

Mit der hier beschriebenen Methodik abgegrenzte Gewässerentwicklungsflächen können z. B. als Grundlageninformation für verschiedene Zwecke herangezogen werden:

- zur Ermittlung und Darstellung der Größenordnung des für eine im Sinne der EG-WRRL typkonforme Gewässerentwicklung bestehenden Flächenbedarfs, sowohl für einzelne Fließgewässer, als auch für ganze (Teil-)Einzugsgebiete oder Zuständigkeitsbereiche
 - als Teil einer strategischen Planung
 - als Grundlage für eine fachliche Stellungnahme im Rahmen der Stadt- und Landschaftsplanung
 - zur Information der Öffentlichkeit oder spezieller interessierter Kreise
- zur Ermittlung des für eine konkrete Gewässerentwicklungsmaßnahme benötigten Flächenbedarfs
 - als Bestandteil einer konkreten Planung
 - als Grundlage für die Anwendung der Entscheidungshilfe zur Auswahl von zielführenden hydromorphologischen Maßnahmen an Fließgewässern (LANUV NRW, 2017).

2 Ermittlung von Entwicklungsflächen für Fließgewässer in NRW

Im Rahmen eines vom LANUV NRW beauftragten Projektes wurden die potenziell natürlichen Gewässerbettbreiten und darauf aufbauend die Gewässerentwicklungskorridore entlang der aktuellen Verläufe der berichtspflichtigen Fließgewässer in NRW nach den Vorgaben der LAWA-Verfahrensanleitung mit einer landesweit einheitlichen Methodik und auf Basis einer einheitlichen Datengrundlage ermittelt. Anschließend wurden die manuellen Arbeitsschritte zur Abgrenzung konkreter Gewässerentwicklungsflächen an 12 Fließgewässern exemplarisch durchgeführt.

Die grundsätzlich erforderlichen Arbeitsschritte sind in der LAWA-Verfahrensanleitung (LAWA 2019b, Seite 8) schematisch dargestellt. Für detailliertere fachliche Hintergründe der gewählten Berechnungsverfahren und weitergehende Informationen wird ebenfalls auf die Original-Dokumente verwiesen (LAWA 2019a, 2019b).

Demgegenüber wurden die Abläufe im Rahmen dieses Projektes aufgrund der spezifischen Aufgabenstellung einer landesweiten Betrachtung für NRW präzisiert. Außerdem wurden einige Begriffsdefinitionen konkretisiert (siehe Tabelle 1). Die verfolgte Vorgehensweise ist daher in Abbildung 5 schematisch dargestellt. Eine detaillierte Erläuterung erfolgt in den folgenden Abschnitten.

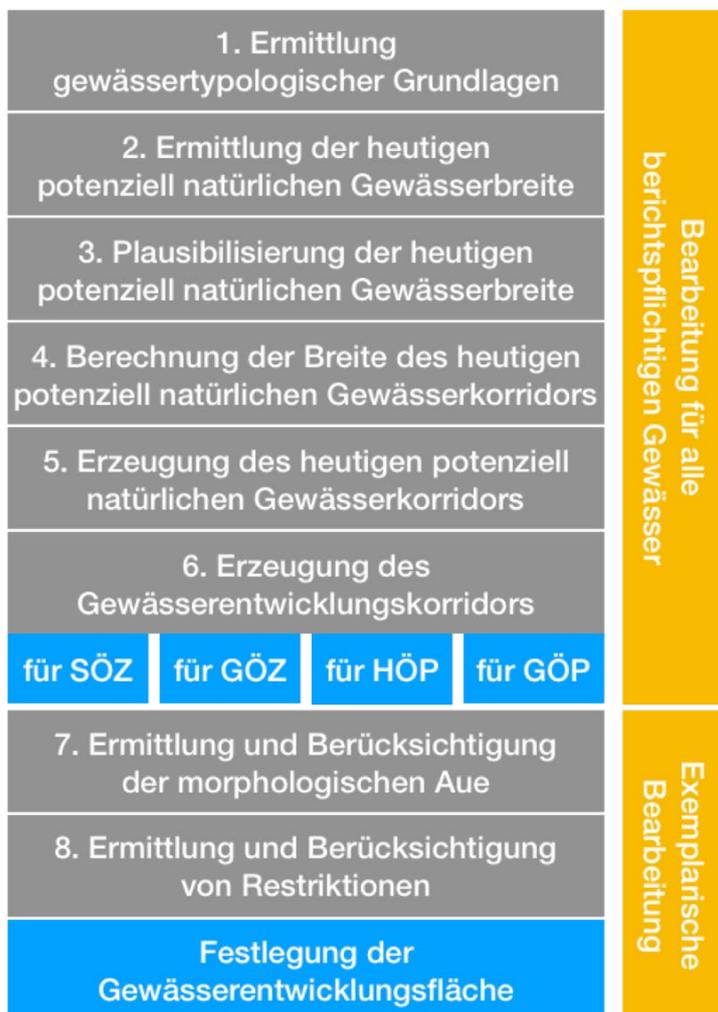


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Vorgehensweise

2.1 Ermittlung gewässertypologischer Grundlagen

In diesem Schritt wurden für alle berichtspflichtigen Fließgewässer in NRW die folgenden Informationen zusammengestellt:

- der biozönotische Fließgewässertyp (LAWA-Typ)
- der morphologische Fließgewässertyp
- der Lauftyp für den biozönotisch-morphologischen Fließgewässertyp

Die **biozönotischen Fließgewässertypen** wurden einer landesweiten Karte entnommen (LANUV NRW 2015).

Die **morphologischen Fließgewässertypen** wurden im Rahmen der gemäß LANUV Arbeitsblatt 18 (LANUV NRW 2012 bzw. LANUV NRW 2018) für alle berichtspflichtigen Fließgewässer durchgeführten Gewässerstrukturkartierung für jeden Kartierabschnitt (in Abhängigkeit von der Gewässergröße in 100-, 500- oder 1.000-m-Abschnitten) ermittelt und konnten daher der entsprechenden Datenbank entnommen werden.

Die Bestimmung der **Lauftypen** erfolgt gemäß LAWA-Verfahrensempfehlung anhand einer Matrix der biozönotischen und morphologischen Fließgewässertypen (LAWA 2019b, Anhang 2). Für eine automatisierte Umsetzung war eine weitergehende fachliche Bearbeitung erforderlich, da für einzelne biozönotische Fließgewässertypen mehrere Lauftypen angegeben sind und der Anwender eine Entscheidung treffen muss. Es wurde eine entsprechend eindeutige Zuordnungstabelle erstellt (siehe Anhang 1).

Auf Grundlage der o. g. drei typologischen Kriterien wurde das berichtspflichtige Gewässernetz in typhomogene Strecken unterteilt.

2.2 Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite

Die Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite erfolgte für alle berichtspflichtigen Fließgewässer in NRW durch Bearbeitung der folgenden Teilschritte, die in der LAWA-Verfahrensempfehlung ausführlich beschrieben sind (LAWA 2019b):

1. Bestimmung des bordvollen Abflusses
2. Ermittlung des Talbodengefälles
3. Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Windung
4. Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Sohlgefälles
5. Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Rauheitsbeiwertes
6. Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Böschungsneigung
7. Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Verhältnisses von Gewässerbreite zu Gewässertiefe
8. Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite

Die konkrete Vorgehensweise in diesem Projekt wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

2.2.1 Bestimmung des bordvollen Abflusses

Der bordvolle Abfluss ist für die jeweilige Gewässerstrecke gemäß Kapitel 3.2.1 des LAWA-Anwenderhandbuchs (LAWA 2019b, 21 ff.) abhängig von der Einzugsgebietsgröße anhand des mittleren Abflusses M_Q zu bestimmen. Für die LAWA-Typen 11, 12 und 18 sind zusätzlich Korrekturen vorgesehen:

- $A_{Eo} > 1.000 \text{ km}^2$: $Q_{\text{bordvoll}} = M_Q$
- $A_{Eo} < 1.000 \text{ km}^2$:
 - LAWA-Typ 11 oder LAWA-Typ 12: $Q_{\text{bordvoll}} = 0,81 \times M_Q$
 - LAWA-Typ 18: $Q_{\text{bordvoll}} = 2,06 \times M_Q$
 - ansonsten: $Q_{\text{bordvoll}} = 1,4 \times M_Q$

2.2.2 Ermittlung des Talbodengefälles

Das LAWA-Anwenderhandbuch befasst sich in Kapitel 3.2.2 mit der Ermittlung des Talbodengefälles (LAWA 2019b, S. 29 ff.), benennt aber keine praktisch anwendbare Methodik hierzu. Aus diesem Grund wurde auf Grundlage eines Vorschlags des LANUV NRW eine eigene Methodik entwickelt, bei der das Talbodengefälle folgendermaßen berechnet wird:

1. Die Gewässerlinie der betrachteten typhomogenen Strecke wird mittels Chaikin-Algorithmus¹ (Chaikin 1974) geglättet.
2. Die Höhendifferenz von Anfangs- und Endpunkt der Strecke wird durch die Länge der gemäß 1. geglätteten Linie dividiert und liefert so einen Gefällewert.
3. Die Höhendifferenz von Anfangs- und Endpunkt der Strecke wird durch die Länge der ungeglätteten Linie dividiert und liefert so einen zweiten Gefällewert.
4. Das arithmetische Mittel der gemäß 2. und 3. berechneten Gefällewerte wird als Talbodengefälle der typhomogenen Strecke festgelegt.

2.2.3 Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Windung

Die heutige potenziell natürliche Windung ist aus einer Nachschlagetabelle des LAWA-Anwenderhandbuchs zu entnehmen (LAWA 2019b, Tabelle 7, S. 33f.). Beispielsweise wird die charakteristische heutige potenziell natürliche Windung bei dem morphologischen Typ

¹ Da der ursprünglich durch das LANUV vorgeschlagene in ESRI ArcGIS implementierte Glättungsalgorithmus nicht publiziert ist, wurde auf ein öffentlich besser zugängliches Glättungsverfahren ausgewichen. Eine prinzipielle Beschreibung des Algorithmus befindet sich in Anhang 2.

„Mulden- und Auetalgewässer, grobmaterialreich“ mit 1,80 angegeben, der Minimalwert wird mit 1,50 und der Maximalwert mit 2,00 angegeben.

2.2.4 Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Sohlgefälles

Das **heutige potenziell natürliche Sohlgefälle** I_S ist gemäß LAWA-Anwenderhandbuch als Quotient aus dem Talbodengefälle und der heutigen potenziell natürlichen Windung zu berechnen (LAWA 2019b, Tabelle 7, S. 35ff.). Es ist gemäß LAWA-Anwenderhandbuch definiert (LAWA 2019b, Anhang 1, S. 13) als Quotient aus der Höhendifferenz zwischen Anfangs- und Endpunkt der Gewässerstrecke Δh und der Lauflänge L_G einer Gewässerstrecke: $I_S = \frac{\Delta h}{L_G}$.

Das **Talbodengefälle** I_T ist gemäß LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019b, Anhang 1, S. 13) der Höhenunterschied Δh zweier Punkte der Talsohle im Verhältnis zu der zwischen den Punkten liegenden Tallänge L_T : $I_T = \frac{\Delta h}{L_T}$.

Die **Windung** (oder der Windungsgrad) W wird gemäß LAWA-Anwenderhandbuch definiert (LAWA 2019b, S. 32) als Verhältnis von Gewässerlänge zu Talbodenlänge ($W = L_G / L_T$)².

2.2.5 Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Rauheitsbeiwertes

Der heutige potenziell natürliche Rauheitsbeiwert ist in Abhängigkeit vom morphologischen Typ der typhomogenen Strecke einer Nachschlagetabelle des LAWA-Anwenderhandbuchs zu entnehmen (LAWA 2019b, Tabelle 8, S. 38 f.).

Beispielsweise wird für grobsedimentgeprägte, unverzweigte Gewässer im Sohlental ein Rauheitsbeiwert k_{St} von 18 m^{1/3}/s angegeben.

2.2.5.1 Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Böschungsneigung

Die heutige potenziell natürliche Böschungsneigung ist in Abhängigkeit vom morphologischen Typ der typhomogenen Strecke einer Nachschlagetabelle des LAWA-Anwenderhandbuchs zu entnehmen (LAWA 2019b, Tabelle 9, S. 41 f.).

Beispielsweise wird für grobmaterialreiche Mulden- und Auetalgewässer eine heutige potenziell natürliche Böschungsneigung von 1 : 5 angegeben.

2.2.5.2 Ermittlung des heutigen potenziell natürlichen Verhältnisses von Gewässerbreite zu Gewässertiefe

Das heutige potenziell natürliche Verhältnis von Gewässerbreite zu Gewässertiefe ist gemäß LAWA-Anwenderhandbuch in Abhängigkeit von der „typischen Profilform“ zu berechnen.

² Hier besteht im LAWA-Anwenderhandbuch ein Widerspruch zur Definition im dortigen Anhang 1 (LAWA 2019b, Anhang 1, S. 14), wo der Windungsgrad als Verhältnis von Gewässerlänge zur Luftlinie zwischen Anfangs- und Endpunkt des betrachteten Abschnittes angegeben wird.

Diese ist einer Nachschlagetabelle des LAWA-Anwenderhandbuchs (LAWA 2019b, Anhang 4) anhand der Kombination von LAWA-Typ und morphologischem Typ der typhomogenen Gewässerstrecke zu entnehmen.

Beispielsweise wird für die Kombination aus biozönotischem Typ „grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche“ (LAWA-Typ 5) und morphologischem Typ „Mulden- und Auetalgewässer, grobmaterialreich“ die typische Profilform „flach“ ermittelt.

Die Berechnung erfolgt anschließend in Abhängigkeit von der jeweils typischen Profilform mittels der folgenden Formeln (Tabelle 2).

Tabelle 2: Formeln zur Berechnung des heutigen potenziell natürlichen Verhältnisses von Gewässerbreite zu Gewässertiefe

Typische Profilform	hpn Verhältnis von Gewässerbreite zu Gewässertiefe
Flach	$\frac{B}{T} = \max(10, 22,849 \times Q_{\text{Bordvoll}}^{0,14})$
Mäßig tief	$\frac{B}{T} = \max(10, 12,868 \times Q_{\text{Bordvoll}}^{0,21})$
Sehr tief	$\frac{B}{T} = \max(10, 9,0 \times Q_{\text{Bordvoll}}^{0,15})$
Sehr flach	$\frac{B}{T} = \max(10, 40,42 \times Q_{\text{Bordvoll}}^{0,294})$

Dabei sind B: hpn Gewässerbreite, T: hpn Gewässertiefe, Q_{Bordvoll} : hpn bordvoller Abfluss.

Beispielsweise ergibt sich für ein Fließgewässer mit typspezifisch flachem Profil und einem bordvollen Abfluss von 0,5 m³/s ein heutiges potenziell natürliches Verhältnis von Gewässerbreite zu Gewässertiefe von 20,74 (22,849 x 0,5^{0,14}).

2.2.5.3 Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite

Die heutige potenziell natürliche Gewässerbreite ist gemäß LAWA-Anwenderhandbuch anhand sogenannter Nomogramme zu ermitteln (LAWA 2019b, Anhang 5). Um die Berechnung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite automatisiert durchführen zu können, wurden die in den Nomogrammen dargestellten Kurven als explizite Formeln ausgedrückt (siehe **Formel 1**).

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

Formel 1: Berechnung der hpn-Gewässerbreite B

mit B: hpn Gewässerbreite, t: hpn Gewässertiefe, Q_{Bordvoll} : hpn bordvoller Abfluss, I_{Sohle} : Sohlgefälle, m: hpn Böschungsneigung, QWIK: $QWIK = \frac{Q_{\text{bordvoll}}}{\sqrt{I_{\text{Sohle}} \times k_{st}}}$

Die Gleichung vereinfacht sich bei vorgegebenen Werten des Breiten-Tiefen-Verhältnisses B/t und der Böschungsneigung m (z. B. B/t = 30 und m = 1, also Böschungsneigung 1 : 1) zu folgender Gleichung:

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

Formel 2: Berechnung der hpn-Gewässerbreite B für B/t=30 und m = 1

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 bei konstant gehaltenem B/t = 30 folgende Formel:

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

Formel 3: Berechnung der hpn-Gewässerbreite B für B/t=30 und m = 5

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.

Die Formeln wurden für die entsprechenden Parameter (B/t bzw. m) vorbereitet, so dass sie in Abhängigkeit von den vorher berechneten Werten automatisiert aufgerufen werden konnten.

2.3 Plausibilisierung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite

Zur Plausibilisierung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite ist gemäß LAWA-Verfahrensempfehlung für alle berichtspflichtigen Fließgewässer unter Verwendung der in Kapitel 2.2 ermittelten Kenngrößen die Sohlschubspannung zu berechnen und der so erhaltene Wert mit einem typspezifischen tabellierten Wert zu vergleichen (LAWA 2019b, Anhang 6).

Die Formel zur Berechnung der Sohlschubspannung τ lautet:

$$\tau = \rho \times g \times I_{\text{Sohle}} \times t$$

Formel 4: Berechnung der Sohlschubspannung

mit ρ : Dichte von Wasser, g : Erdbeschleunigung, I_{Sohle} : Sohlgefälle und t : Gewässertiefe (zu ermitteln als Quotient aus h_{pn} Gewässerbreite und typspezifischem Breiten-Tiefenverhältnis B/t , siehe oben).

Bezüglich der Interpretation dieses Vergleichs wird im LAWA-Anwenderhandbuch ausgeführt:

„Daher ist eine Anpassung der Eingangsparameter in der Regel erst notwendig, wenn die berechnete Sohlschubspannung um ein Vielfaches (Faktor 5 und größer) von der typspezifischen Sohlschubspannung abweicht“ (LAWA 2019b, S. 58).

Da diese Erläuterung unvollständig ist – sie berücksichtigt nicht die Möglichkeit, dass die berechnete Sohlschubspannung kleiner ist als die typspezifische Sohlschubspannung – wurde sie für die Berechnungen in NRW folgendermaßen ergänzt:

Eine Anpassung der Eingangsparameter ist notwendig, wenn

- a) die berechnete Sohlschubspannung mindestens um das Fünffache größer ist als die typspezifische Sohlschubspannung oder
- b) die typspezifische Sohlschubspannung mindestens um das Fünffache größer ist als die berechnete Sohlschubspannung

2.4 Berechnung der Breite des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors

Für alle berichtspflichtigen Fließgewässer in NRW wurden die Breiten der heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridore anhand der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreiten nach der Vorgabe der LAWA-Verfahrensempfehlung folgendermaßen ermittelt:

1. Berechnung der Mäanderlänge
2. Berechnung der Schwingungsamplitude
3. Berechnung der hpn Gewässerkorridorbreite ohne Dynamikfaktor
4. Berechnung der hpn Gewässerkorridorbreite mit Berücksichtigung des Dynamikfaktors

Die folgenden Abschnitte erläutern diese Schritte detailliert.

2.4.1 Berechnung der Mäanderlänge

Die Mäanderlänge L_{Ma} ergibt sich gemäß LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019b, S. 62) anhand folgender Formel:

$$L_{Ma} = 10,9 \times B_{hpn}^{1,01} \quad \text{mit } B_{hpn}: \text{ heutige potenziell natürliche Gewässerbreite}$$

Formel 5: Berechnung der Mäanderlänge

Beispielsweise ergibt sich für ein Fließgewässer mit einer heutigen potenziell natürlichen Gewässerbreite von 22,3 m eine Mäanderlänge von 250 m ($10,9 \times 22,3^{1,01}$).

2.4.2 Berechnung der Schwingungsamplitude

Die Schwingungsamplitude \hat{y} ergibt sich aus der Mäanderlänge L_{Ma} und der heutigen potenziell natürlichen Windung W_{hpn} gemäß LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019b, S. 64) anhand folgender Formel:

$$\hat{y} = \frac{L_{Ma}}{4} \times \left(W_{hpn} - 1 + \sqrt{W_{hpn}^2 - 1} \right)$$

Formel 6: Berechnung der Schwingungsamplitude

Beispielsweise ergibt sich für ein grobmaterialreiches Mulden- und Auetalgewässer mit einer Mäanderlänge von 250 m und einer charakteristischen heutigen potenziell natürlichen Windung von 1,80 eine Schwingungsamplitude von 143,5 m ($250 / 4 \times (1,80 - 1 + (1,80^2 - 1)^{1/2}) = 62,5 \times (0,8 + 2,24^{1/2}) = 62,5 \times (0,8 + 1,5) = 62,5 \times 2,3$).

2.4.3 Berechnung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridorbreite mit Berücksichtigung des Dynamikfaktors

Die hpn Gewässerkorridorbreite ergibt sich als Summe von Schwingungsamplitude und heutiger potenziell natürlicher Gewässerbreite unter Berücksichtigung des Dynamikfaktors von 1,25.

Beispielsweise ergibt sich bei einer Schwingungsamplitude von 143,5 m und einer hpn Gewässerbettbreite von 22,3 m zunächst ein Wert von 165,8 m. Nach Multiplikation mit dem Dynamikfaktor ergibt sich eine hpn Gewässerkorridorbreite von 207,25 m.

Die folgende Abbildung 6 verdeutlicht noch einmal die Bedeutungen der Begriffe.

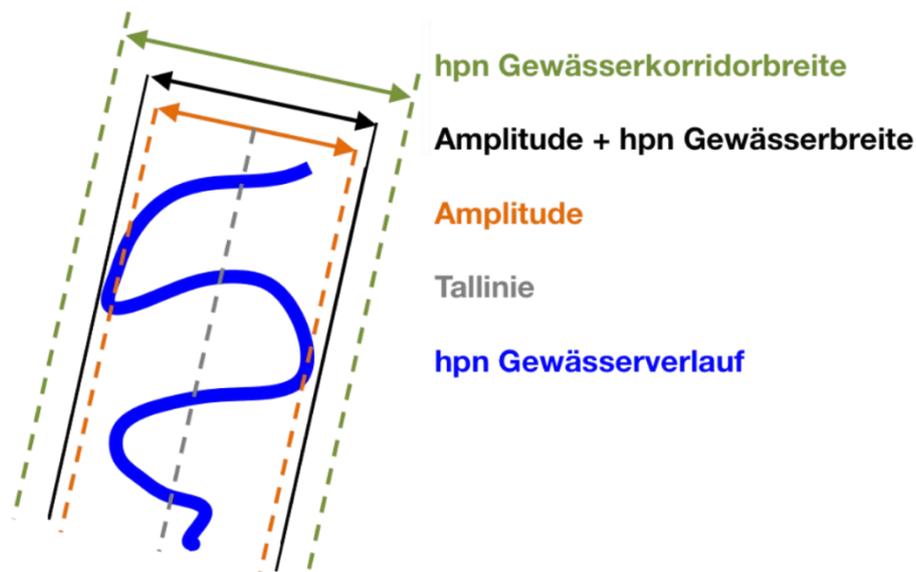


Abbildung 6: Heutige potenziell natürliche (hpn) Gewässerkorridorbreite, nach: LAWA 2019b, Abbildung 36, verändert

2.5 Erzeugung des heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridors

In diesem Schritt werden anhand der Berechnungsergebnisse der vorherigen Schritte unter Verwendung der Gewässerachsen der Gewässerstationierungskarte für jede typhomogene Teilstrecke zwei Buffer entlang der Gewässerlinie erzeugt: die heutige potenziell natürliche Gewässerbettfläche (LAWA 2019b, Kapitel 3.5.2) und der heutige potenziell natürliche Gewässerkorridor (LAWA 2019b, Kapitel 3.5.3).

Als Ergebnis dieses Schrittes liegt ein landesweiter Geodatenbestand vor, der für alle berichtspflichtigen Fließgewässer die heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridore typhomogener Teilstücke enthält, soweit diese mit dem hier beschriebenen Verfahren berechnet werden konnten und die dafür erforderlichen Daten vorlagen. Dies sind – mit Ausnahme der Ströme Rhein und Weser – alle im Rahmen der landesweiten Gewässerstrukturkartierung erfassten Fließgewässer, die einen natürlichen Gewässertyp aufweisen. Ausgenommen von der Berechnung sind außerdem längere Staustrecken, wie z. B. Talsperren. Ein Ausschnitt ist in Abbildung 7 dargestellt.

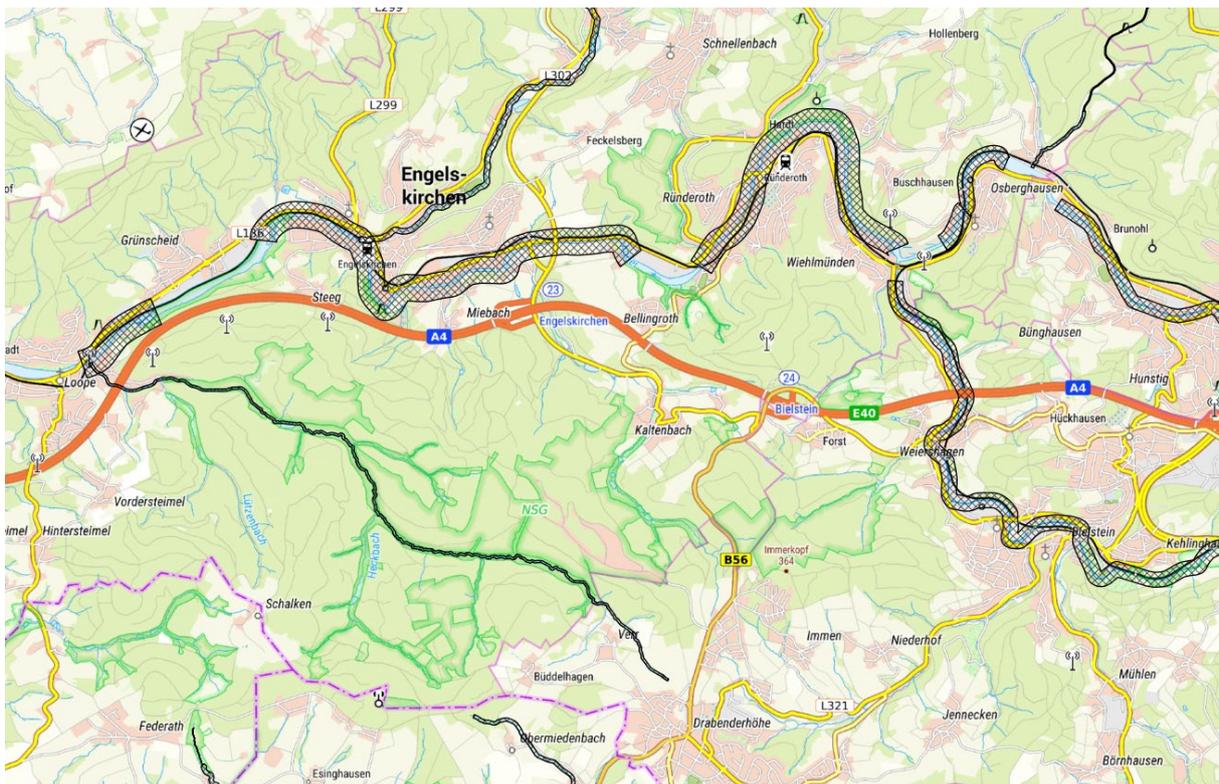


Abbildung 7: Heutige potenziell natürliche Gewässerkorridore. Kartenausschnitt (Hintergrund: Geodaten NRW)

2.6 Erzeugung der Gewässerentwicklungskorridore

Die LAWA-Verfahrensempfehlung beschreibt, wie die jeweiligen Pufferbreiten für die verschiedenen Entwicklungsziele anzupassen sind. Somit lassen sich die Gewässerentwicklungskorridore für die verschiedenen Entwicklungsziele für alle berichtspflichtigen Fließgewässer in NRW berechnen (Tabelle 3). Das generelle Vorgehen ist in der folgenden Übersicht zusammengefasst dargestellt. Detailliertere Erläuterungen finden sich in den folgenden Unterkapiteln.

Tabelle 3: Ausgangswerte zur Abgrenzung der Gewässerentwicklungsflächen

Fließgewässer-kategorie	NWB	HMWB	AWB
Bewirtschaftungsziel	SÖZ	HÖP	HÖP
Ausgangswert zur Abgrenzung der Entwicklungsfläche	Heutige potenziell natürl. Gewässerkorridorbreite	Heutige potenziell natürl. Gewässerkorridorbreite vermindert um 30 bis 100 % in Abhängigkeit von der Fallgruppe (ggf. Einzelfallbetrachtung)	Heutige potenziell natürl. Gewässerkorridorbreite vermindert um 50 %
Bewirtschaftungsziel	GÖZ	GÖP	GÖP
Ausgangswert zur Abgrenzung der Entwicklungsfläche	Heutige potenziell natürl. Gewässerkorridorbreite vermindert um 30 % .	Heutige potenziell natürl. Gewässerkorridorbreite vermindert um 50 bis 100 % in Abhängigkeit von der Fallgruppe (ggf. Einzelfallbetrachtung).	Heutige potenziell natürl. Gewässerkorridorbreite vermindert um 70 %

2.6.1 Gewässerentwicklungskorridore für den sehr guten ökologischen Zustand natürlicher Wasserkörper

Der Gewässerentwicklungskorridor für den sehr guten ökologischen Zustand eines natürlichen Wasserkörpers ist identisch mit dem heutigen potenziell natürlichen Gewässerkorridor. Für dieses Entwicklungsziel ist keine Anpassung erforderlich.

2.6.2 Gewässerentwicklungskorridore für den guten ökologischen Zustand natürlicher Wasserkörper

In der LAWA-Verfahrensanleitung ist festgelegt, dass die Breite des Gewässerentwicklungskorridors für den guten ökologischen Zustand natürlicher Wasserkörper einheitlich um 30 % geringer anzusetzen ist als für den sehr guten ökologischen Zustand (LAWA 2019b, S. 96). Der oben beschriebene landesweite Datenbestand ermöglicht, die verschiedenen Korridorbreiten vorauszuberechnen und Polygone mit passenden Pufferbreiten zu erzeugen (siehe Abbildung 8).

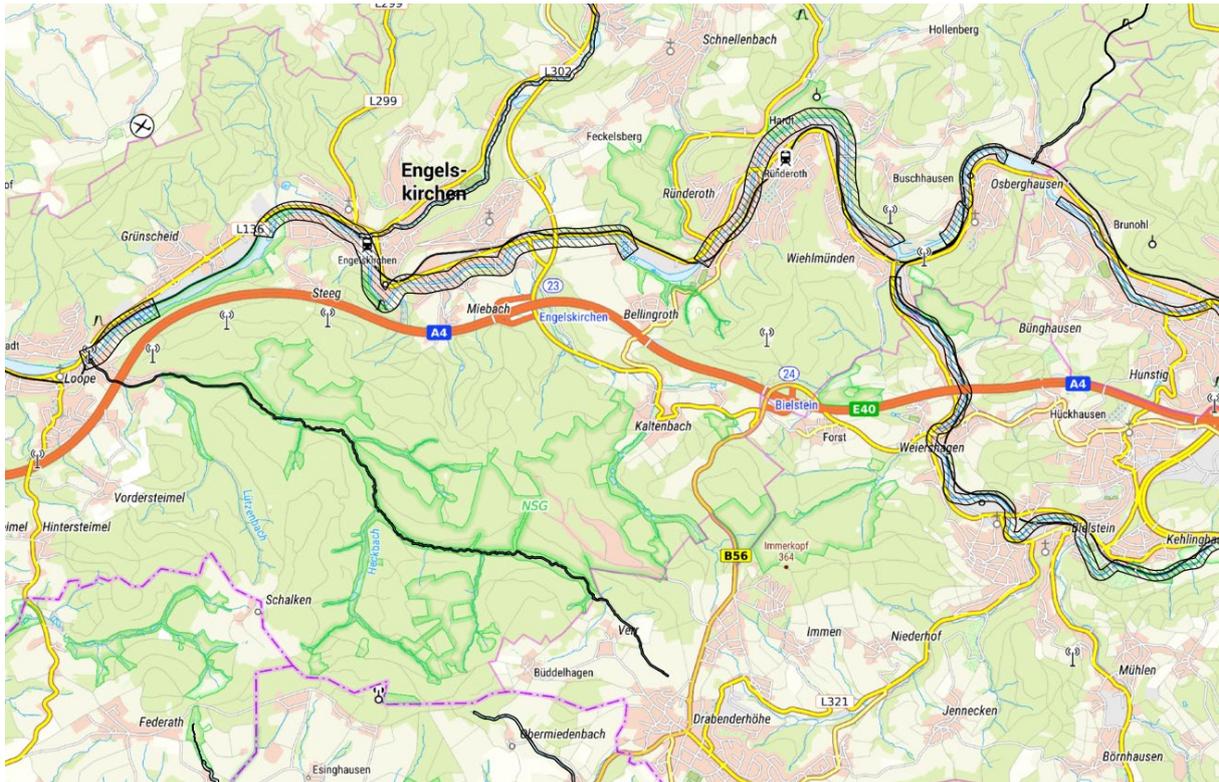


Abbildung 8: Gewässerentwicklungskorridore für den guten ökologischen Zustand, Kartenausschnitt (Hintergrund: Geodaten NRW)

2.6.3 Gewässerentwicklungskorridore für das höchste ökologische Potenzial erheblich veränderter Wasserkörper

Gemäß der LAWA-Verfahrensanleitung sind die Korridorbreiten für das höchste ökologische Potenzial anzupassen, indem abhängig von der jeweiligen Belastungsfallgruppe eine Verminderung um 30 % bis 100 % vorzunehmen ist (siehe LAWA 2019b, Tabelle 12, Seite 91). Für einige Fallgruppen ist allerdings eine Einzelfallbetrachtung vorgesehen (z. B.: Bergbau oder Wasserkraft), so dass die Berechnung nicht in allen Fällen vorab durchgeführt werden konnte.

Der oben beschriebene landesweite Datenbestand erlaubt – sofern keine Einzelfallbetrachtung erforderlich ist (s.o.) – die verschiedenen Korridorbreiten vorzuberechnen und Polygone mit passenden Pufferbreiten zu erzeugen. Dabei wurden die HMWB-Fallgruppen gemäß Zweitem Bewirtschaftungsplan 2016–2021 zugrunde gelegt.

2.6.4 Gewässerentwicklungskorridore für das gute ökologische Potenzial erheblich veränderter Wasserkörper

Gemäß der LAWA-Verfahrensanleitung sind die Korridorbreiten für das gute ökologische Potenzial anzupassen, indem abhängig von der jeweiligen Belastungsfallgruppe eine Verminderung um 50 % bis 100 % vorzunehmen ist (siehe LAWA 2019b, Tabelle 13, Seite 98). Für einige Fallgruppen ist eine Einzelfallbetrachtung vorgesehen (z. B.: Bergbau oder Wasserkraft). Somit konnte die Berechnung nicht in allen Fällen durchgeführt werden.

Der oben beschriebene landesweite Datenbestand erlaubt – sofern keine Einzelfallbetrachtung erforderlich ist (s.o.) – die verschiedenen Korridorbreiten vorzuberechnen und Polygone mit passenden Pufferbreiten zu erzeugen. Dabei wurden die HMWB-Fallgruppen gemäß Zweitem Bewirtschaftungsplan 2016–2021 zugrunde gelegt.

2.6.5 Gewässerentwicklungskorridore für das höchste ökologische Potenzial und das gute ökologische Potenzial künstlicher Wasserkörper

Für Gewässerstrecken, die als künstliche Wasserkörper ausgewiesen sind oder einen Anteil an einem künstlichen Wasserkörper enthalten, können ebenfalls Gewässerentwicklungskorridore erstellt werden. Voraussetzungen sind die Zuordnungen des LAWA-Fließgewässertyps und vorliegende Gewässerstrukturdaten. Da im LAWA-Anwenderhandbuch hierzu konkrete Angaben fehlen, wurde in Anlehnung an die Werte in den Tabellen 12 und 13 im LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019b, Seite 91 und 99) folgendes festgelegt:

Bei künstlichen Wasserkörpern erfolgt ohne weitere Differenzierung für das höchste ökologische Potenzial eine Verringerung der Gewässerentwicklungsfläche auf 50 % und für das gute ökologische Potenzial auf 30 % (jeweils ausgehend von den Werten für natürliche Fließgewässer).

Der oben beschriebene landesweite Datenbestand erlaubt die verschiedenen Korridorbreiten vorzuberechnen und Polygone mit entsprechenden Pufferbreiten zu erzeugen.

2.7 Ermittlung und Berücksichtigung der morphologischen Aue

2.7.1 Ermittlung und Validierung der morphologischen Aue

Landesweit liegen keine einheitlichen Informationen über die Ausdehnungen der Auen zu berichtspflichtigen Fließgewässern vor. Deshalb sind zunächst die fehlenden, morphologischen Auen festzulegen, um die vorberechneten Korridore in den festgelegten morphologischen Auen anpassen zu können.

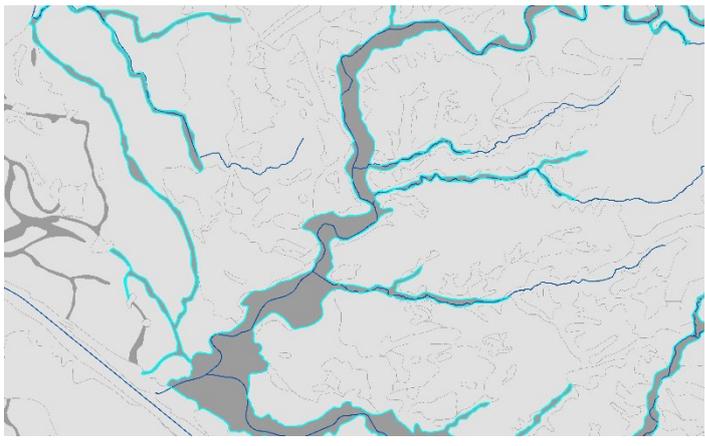
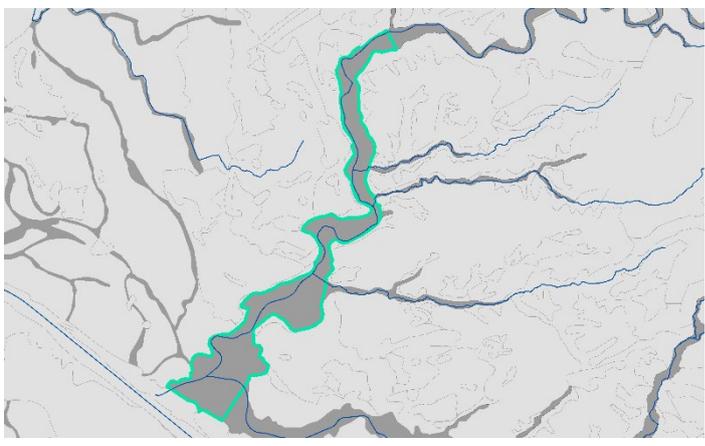
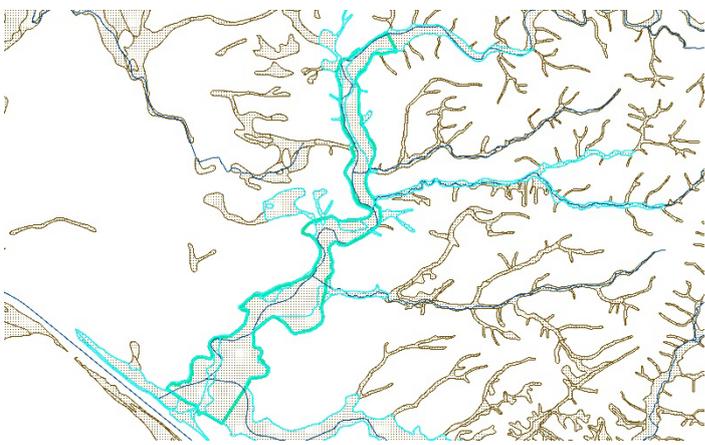
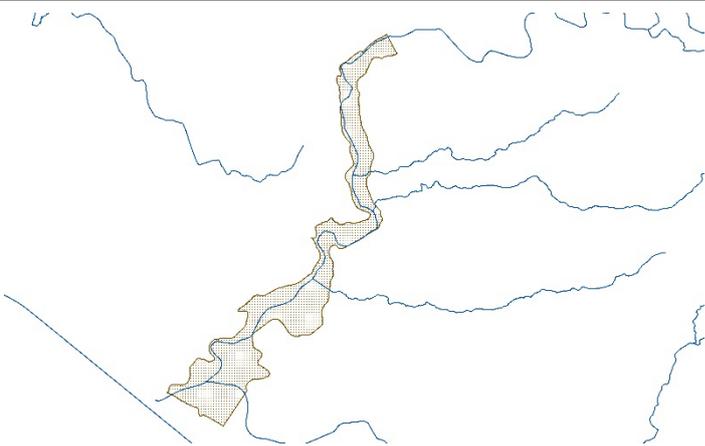
An verschiedenen Beispielgewässern wurde erprobt, wie eine Abgrenzung möglichst effizient erfolgen kann. Ergebnis war, dass sinnvollerweise folgende Datengrundlagen für die Abgrenzung herangezogen werden sollten:

- Geologische Karte (1: 100.000): geologische Einheiten: z. B. Ablagerungen in Bach- und Flusstälern, Niedermoor, Auenlehm, Auensand
- Bodenkarte (1: 50.000): Bodentypen mit Gley, Kolluvisol, Vega, Moor, Aue im Namen. Ausgenommen sind Bodentypen mit Podsol oder Pseudogley im Namen, da diese in der Regel nicht in den Auenbereichen vertreten sind.
- Digitales Geländemodell (DGM)
(verfügbar als Web Map Service:
https://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_gelaendeneigung)
- Überschwemmungsflächen (HQ_{extrem})

Primär sollte die Abgrenzung der morphologischen Aue anhand der Bodenkarte erfolgen. Da insbesondere im Tiefland die genannten Bodentypen auch außerhalb der eigentlichen Auenbereiche großflächig auftreten können, ist es allerdings hilfreich, zunächst anhand der geologischen Karte den relevanten Bereich grob räumlich abzugrenzen. Die Mehrzahl der berichtspflichtigen Fließgewässer verläuft in der geologischen Einheit *Ablagerungen in Bach- und Flusstälern*. Im Einzugsgebiet von Niers und Schwalm liefern hingegen die geologischen Einheiten *Niedermoor* und *Auensand* Hinweise auf die Ausdehnung der morphologischen Aue.

Die auf Basis der Bodentypen und in Ausnahmefällen allein anhand der geologischen Einheiten ermittelten Auenflächen sind zu validieren. Für Gewässerstrecken im Mittelgebirge ist hierzu das digitale Geländemodell (DGM) heranzuziehen. Im Tiefland ist dies jedoch aufgrund der geringen Höhenunterschiede nicht immer möglich. Es kann außerdem hilfreich sein, die ausgewiesenen Überschwemmungsflächen heranzuziehen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass diese den aktuellen Ist-Zustand abbilden und anthropogene Strukturen berücksichtigen. In eingedeichten Bereichen oder bei aktuell stark eingetieften Fließgewässern ergeben sich somit oft sehr schmale Überschwemmungsflächen, während die ursprüngliche Aue dort oft sehr viel breiter war. Dies ist bei der Validierung zu berücksichtigen.

Am Beispiel des Unterlaufs der Wupper wird das konkrete Vorgehen dargestellt:

	<p>Geologische Karte: Die Einheit der ‚Ablagerungen in Bach- und Flusstälern‘ wird für den betrachteten Bereich selektiert und in ein neues Shapefile gespeichert.</p>
	<p>Geologische Karte: Die Einheit der ‚Ablagerungen in Bach- und Flusstälern‘ wird auf den betrachteten Bereich reduziert (grün umrandetes Polygon).</p>
	<p>Bodenkarte: Anhand der aus der geologischen Karte extrahierten Fläche erfolgt die Selektion der relevanten Flächen aus der Bodenkarte. Die Bodenkarte wurde bereits auf die ausgewählten Bodentypen reduziert.</p>
	<p>Bodenkarte: Reduzierung der Flächen aus der Bodenkarte auf die der Aue zuzuordnenden Flächen.</p>

Validierung der Auenflächen anhand des Digitalen Geländemodells:



Digitales Geländemodell:

Die Validierung der Flächen aus der Bodenkarte (gelbe Linie) erfolgt anhand des DGM.

In Bereichen, in denen die Abgrenzung unplausibel ist, weil z. B. eine Hangkante angeschnitten wird, wird die Fläche dort entsprechend zurückgenommen (1).

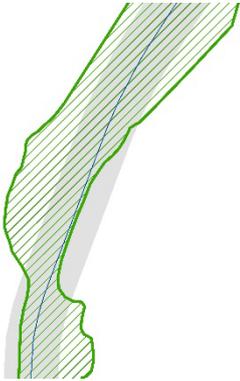
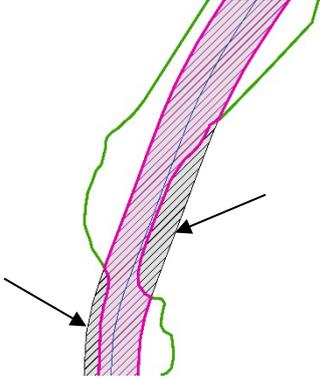
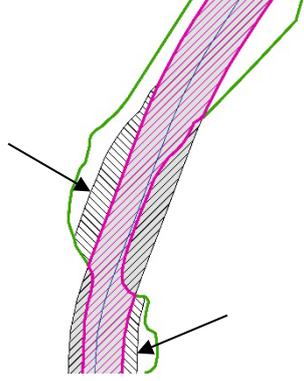
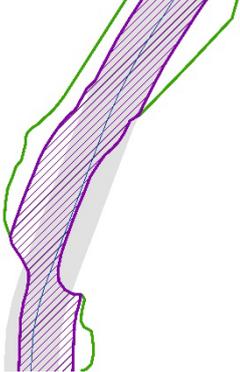
In Bereichen, in denen die Abgrenzung unplausibel ist, weil die Ausdehnung der Aue an der Stelle weiter zu fassen ist, wird die Fläche entsprechend ausgedehnt (2).

Endergebnis: **Morphologische Aue** (grüne Linie)

2.7.2 Verschneidung mit dem Gewässerentwicklungskorridor

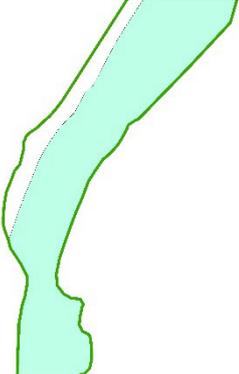
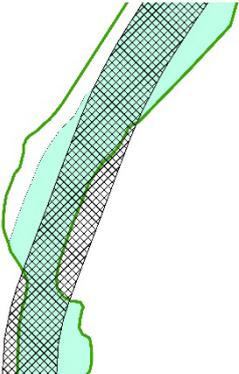
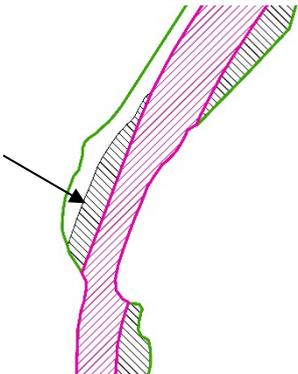
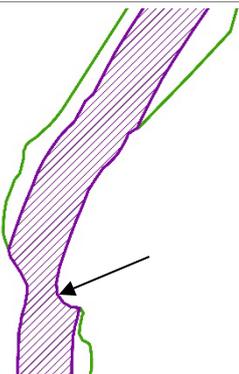
In diesem Schritt wird der Gewässerentwicklungskorridor mit der validierten morphologischen Aue verschnitten (s. LAWA 2019b, S. 81 ff).

Dies wird im Folgenden anhand eines fiktiven Gewässerabschnittes, für den eine Planung erfolgen soll, erläutert.

	<p>Die Verschneidung des Korridors mit der morphologischen Aue erfolgt, indem aus der Korridorfläche anhand der Fläche der morphologischen Aue die sich überlagernde Fläche ausgeschnitten wird („clipping“ im GIS).</p>
	<p>Durch die Verschneidung entsteht die <i>angepasste Gewässerentwicklungsfläche</i> (vgl. LAWA 2019b, S. 82). In diesem Schritt können Flächen für die Gewässerentwicklung verloren gehen (entsprechende Bereiche sind durch Pfeile gekennzeichnet).</p>
	<p>Entfallene Flächen können auf der gegenüberliegenden Seite ergänzt werden, sofern die morphologische Aue in dem Bereich eine ausreichende Breite aufweist (entsprechende Bereiche sind durch Pfeile gekennzeichnet). Damit wird das Ziel verfolgt, die erforderliche Korridorbreite überall dort zu gewährleisten, wo die Ausdehnung der morphologischen Aue dies erlaubt.</p>
	<p>Im Endergebnis liegt die <i>typspezifische Gewässerentwicklungsfläche</i> vor (vgl. LAWA 2019b, S. 82).</p>

Im Folgenden wird die GIS-technische Erzeugung der zu ergänzenden Flächen beschrieben.

	<p>Durch die Verschneidung der morphologischen Aue mit dem Korridor geht Fläche verloren (schwarz schraffiert). Um diese auf der gegenüberliegenden Seite zu ergänzen, sind die im Folgenden beschriebenen Schritte erforderlich.</p>
	<p>Da die Teilfläche (grau, ungeschraffiert) auf der rechten Gewässerseite verloren geht, wird für den nächsten Schritt entlang der rechten Begrenzung der morphologischen Aue eine Linie erzeugt.</p>
	<p>Diese Linie wird mit einem Puffer („buffer“) in der Breite des Korridors (hier: Korridor für den guten ökologischen Zustand) versehen.</p>
	<p>Um sicher zu stellen, dass nur Flächen innerhalb der morphologischen Aue berücksichtigt werden, wird die so erzeugte Fläche mit der morphologischen Aue verschritten („clipping“), so dass von ihr die sich mit der morphologischen Aue überlagernde Fläche, also die Schnittmenge, übrigbleibt.</p>

	<p>Die grün gefüllte Fläche ist das Ergebnis des vorherigen Schrittes. Die dunkelgrünen Linien sind die Begrenzung der morphologischen Aue.</p>
	<p>Nun wird die so entstandene Fläche auf die Bereiche außerhalb des Korridors reduziert. Dazu wird sie mit dem Korridor verschnitten. Diesmal werden aber die Bereiche beibehalten, die sich nicht mit dem Korridor überlappen (Differenz).</p>
	<p>Die in diesem Beispiel an der rechten Seite des Korridors verloren gegangene Fläche steht somit an der gegenüberliegenden Seite zur Verfügung (siehe Pfeil).</p>
	<p>Im Ergebnis liegt dann für diesen Bereich die typspezifische <i>Gewässerentwicklungsfläche</i> vor. In diesem Beispiel konnte somit die vorgegebene Korridorbreite erhalten werden. In Bereichen, in denen die morphologische Aue nicht die entsprechende Breite aufweist, verbleibt der schmalere Korridor; hier im Bild nur auf einer sehr kurzen Strecke (siehe Pfeil).</p>

Das hier für die rechte Begrenzung der Gewässerentwicklungsfläche beschriebene Vorgehen ist dann für die linke Begrenzung analog durchzuführen. Je nachdem an welcher Korridorseite Fläche verloren geht, ist dann aus dem jeweiligen Shape die Fläche auf der anderen Seite, soweit möglich, zu ergänzen.

2.8 Ermittlung und Berücksichtigung von Restriktionen

2.8.1 Ermittlung und Berücksichtigung von Restriktionen

Gemäß LAWA-Anwenderhandbuch (LAWA 2019b, S. 98ff) sind als relevante Restriktionen Siedlungslagen, Verkehrswege und Leitungstrassen (Tabelle 4) anzusehen. Die zu betrachtenden Restriktionen können dem Digitalen Basis-Landschaftsmodell (ATKIS Basis-DLM) entnommen werden.

Tabelle 4: Relevante Restriktionen aus dem ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM – NRW-Erfassung

Objektartengruppe	Ebene	Objektart	
Siedlung	sie02_f.shp	AX_Wohnbaufläche	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Industrie und Gewerbefläche	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Halde	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Bergbaubetrieb	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Tagebau, Grube, Steinbruch	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Fläche Gemischter Nutzung	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Fläche Besonderer Funktionaler Prägung	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Sport Freizeit und Erholungsfläche	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Friedhof	flächenhaft
Leitung	sie03_l.shp	AX_Leitung* ¹	linienhaft
Verkehr	ver01_f.shp	AX_Straßenverkehr	flächenhaft
	ver01_f.shp	AX_Platz	flächenhaft
	ver01_l.shp	AX_Straßenachse	linienhaft
	ver01_l.shp	AX_Fahrbahnachse	linienhaft
	ver02_l.shp	AX_Fahwegachse* ²	linienhaft
	ver03_f.shp	AX_Bahnverkehr	flächenhaft
	ver03_l.shp	AX_Bahnstrecke	linienhaft
	ver04_f.shp	AX_Flugverkehr	flächenhaft
	ver05_f.shp	AX_Schiffsverkehr	flächenhaft
	sie02_f.shp	AX_Wohnbaufläche	flächenhaft

Datenlizenz Deutschland – Digitales Basis-Landschaftsmodell – Version 2.0; Download 05.09.2019

*¹ Objektart AX_Leitung: gemäß der Codierung (BWF: 1110) handelt es sich hier ausschließlich um oberirdische Freileitungen.

*² Objektart AX_Fahwegachse: Diese Objektart ist keine harte Restriktion, da alle Objekte dieser Objektart mit dem Wert 5212 (leicht oder unbefestigter Wirtschaftsweg) codiert sind. Ein Wirtschaftsweg wird nicht generell als Restriktion für Gewässerentwicklung angesehen.

2.8.2 Verschneidung der Gewässerentwicklungsfläche mit ermittelten Restriktionen

Die Restriktionen werden in einem mehrstufigen Verfahren berücksichtigt.

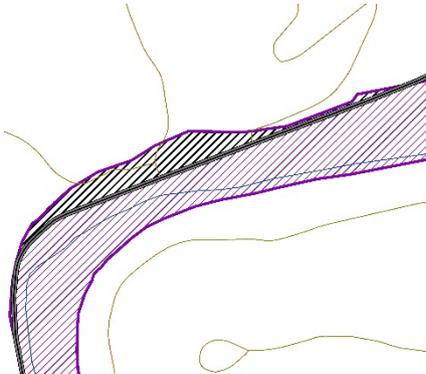
1. Verschneidung der *Gewässerentwicklungsfläche* mit den flächenhaften Restriktionen (s. Tabelle 4) – automatisiert
2. Berücksichtigung linienhafter Restriktionen (s. Tabelle 4) – händisch
3. Berücksichtigung weiterer planungsrelevanter Aspekte – händisch

Zunächst wird die Vorgehensweise der automatisierten Verschneidung der flächenhaften Restriktionen mit der *Gewässerentwicklungsfläche* beschrieben.

	<p>In einem ersten Schritt werden die flächenhaften Restriktionen (s. Tabelle 4) in einem Shape zusammengefasst. Anschließend werden die Restriktionsflächen aus der <i>typspezifischen Gewässerentwicklungsfläche</i> herausgeschnitten (vgl. Schritt 8.2 LAWA-Anwenderhandbuch).</p>
	<p>Im Ergebnis liegt dann die um die Restriktionen reduzierte <i>typspezifische Gewässerentwicklungsfläche</i> vor.</p>
	<p>Die durch die Berücksichtigung der Restriktionen entfallenden Flächen können analog zu der in Kapitel 2.7.2 beschriebenen Vorgehensweise auf der jeweils gegenüberliegenden Seite, soweit möglich, ergänzt werden. Die morphologische Aue gibt allerdings auch hier die Begrenzung vor (vgl. Schritt 8.3 LAWA-Anwenderhandbuch).</p>

Datenlizenz Deutschland – Digitales Basis-Landschaftsmodell – Version 2.0; download 05.09.2019

Die Berücksichtigung linienhafter Restriktionen kann nicht automatisiert erfolgen, da z. B. durch eine Autobahn, die die Gewässerentwicklungsfläche durchschneidet, nicht nur die Fläche der Autobahn selbst verloren geht, sondern auch die dahinterliegende Fläche, da die Autobahn i. d. R. wie ein Deich wirkt und somit eine Ausuferung über den Verkehrsweg hinweg nicht möglich ist. Die Berücksichtigung der linienhaften Restriktionen kann daher nur händisch erfolgen.

 <p>Das Diagramm zeigt eine Gewässerentwicklungsfläche (schraffierte Fläche) in einem Gelände mit Geländekonturen (gelbe Linien). Eine Bundesstraße (dunkle Linie) durchschneidet die Fläche. Ein schwarzer Pfeil weist auf die Straße hin.</p>	<p>In diesem Beispiel durchschneidet eine Bundesstraße die Gewässerentwicklungsfläche.</p>
 <p>Das Diagramm zeigt die gleiche Gewässerentwicklungsfläche (schraffierte Fläche) und Bundesstraße. Die Straße quert die Fläche zweimal, was durch eine gestrichelte Linie angedeutet wird.</p>	<p>Die vom Fließgewässer aus gesehen dahinter liegende Fläche steht somit nicht für die Gewässerentwicklung zur Verfügung. Im Einzelfall kann auch eine zweimalige Querung der Straße geplant werden, was in der Regel jedoch nur dann sinnvoll ist, wenn dadurch viel Fläche gewonnen wird. Hier ist dann hinsichtlich der entstehenden Kosten abzuwägen.</p>
 <p>Das Diagramm zeigt die Gewässerentwicklungsfläche (schraffierte Fläche) und Bundesstraße. Eine grüne Linie markiert die morphologische Aue, die die Gewässerentwicklungsfläche begrenzt.</p>	<p>Ein Ausgleich der entfallenden Fläche auf der gegenüberliegenden Seite ist in diesem Fall nicht möglich, da die morphologische Aue bereits die Begrenzung der Gewässerentwicklungsfläche darstellt.</p>

Datenlizenz Deutschland – Digitales Basis-Landschaftsmodell – Version 2.0; download 05.09.2019

Weitere planungsrelevante Aspekte ergeben sich z. B. durch Festsetzungen in Bebauungsplänen oder aufgrund von Eigentumsverhältnissen. Letztere können dem ALKIS-Datenbestand entnommen werden. Liegen Daten der Bauleitplanung in Form von GIS-Daten vor, sollten diese in das GIS eingeladen werden, zumindest sollte versucht werden, die Festsetzung als georeferenzierte Rasterkarte im GIS zu verwenden. Welche planungsrelevanten Aspekte berücksichtigt werden, hängt von der Planungsphase ab und ist im Einzelfall zu entscheiden.

3 Sonderfälle und Problembehandlung

Für alle berichtspflichtigen Fließgewässer in NRW wurden die Gewässerentwicklungskorridore für die verschiedenen Entwicklungsziele vorberechnet (siehe Kapitel 2.6). Entsprechende Polygone können den vorberechneten Shapefiles entnommen werden.

Der für die weiteren Arbeiten zugrunde zu legende Korridor ergibt sich aus der individuellen Aufgabenstellung. Da das Bewirtschaftungsziel der EG-WRRL der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial ist, wird in der Vorbereitung von Maßnahmenplanungen wahrscheinlich in den meisten Fällen mit diesem Korridor in den folgenden Schritten weitergearbeitet. Die Einstufung des betreffenden Oberflächenwasserkörpers kann den Planungseinheitensteckbriefen (MUNLV NRW 2015) entnommen werden. Nach Auswahl der geeigneten Datei kann anhand der Gewässerkennzahl (gewkz) das gewünschte Fließgewässer selektiert werden. Diese Vorgehensweise ist in Abbildung 9 schematisch dargestellt.

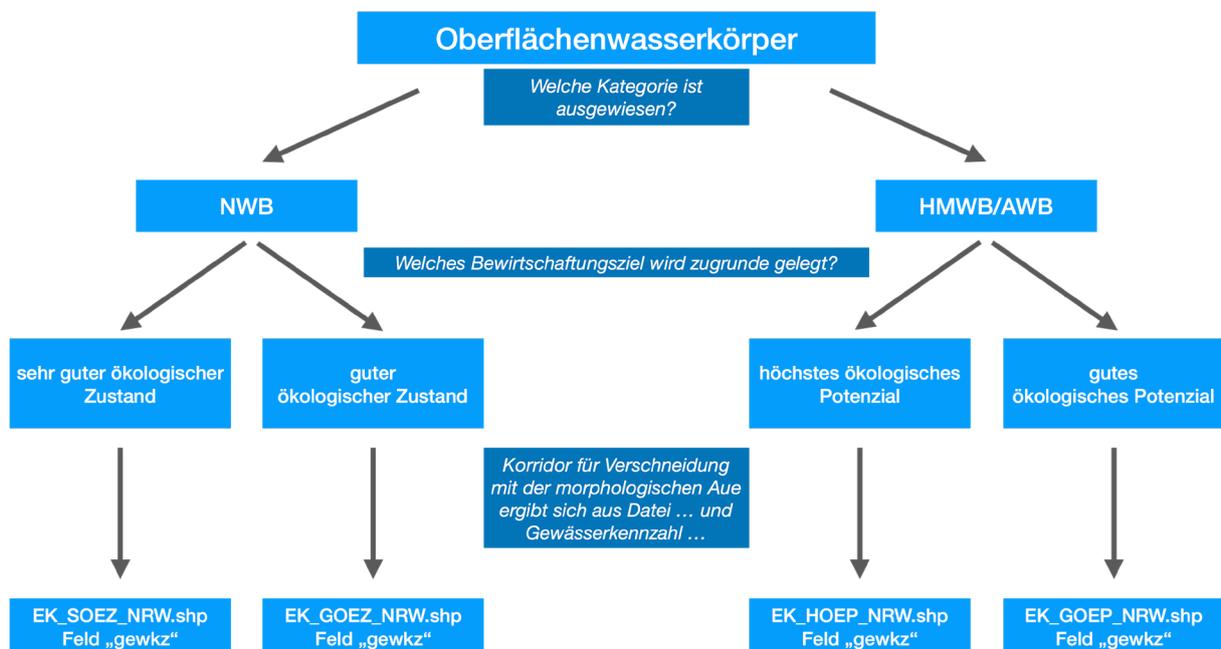


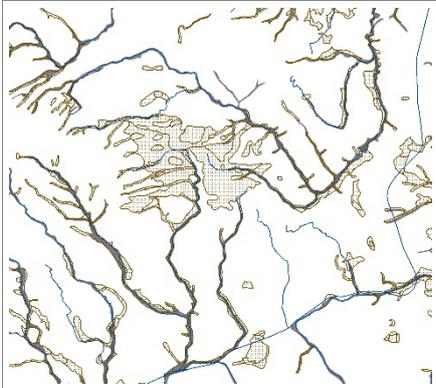
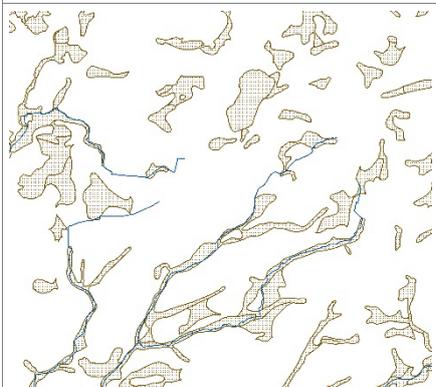
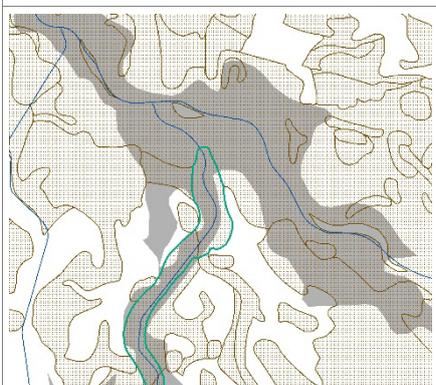
Abbildung 9: Auswahl des Gewässerentwicklungskorridors.

3.1 Wie ist vorzugehen, wenn eine Abgrenzung der morphologischen Aue nicht möglich ist?

Es kann vorkommen, dass eine Abgrenzung der morphologischen Aue anhand der in Kapitel 2.7 beschriebenen Vorgehensweise nicht möglich ist. Im Mittelgebirge kann dann hilfsweise eine Abgrenzung anhand des Digitalen Geländemodells und – sofern sie vorliegen – der Überschwemmungsflächen vorgenommen werden. Hier ist zu beachten, dass die Überschwemmungsflächen den Ist-Zustand abbilden und anthropogene Strukturen berücksichtigen. Im Tiefland können nur die Überschwemmungsflächen herangezogen werden. Weitere Kartenwerke wie z. B. die potenziell natürliche Vegetation können ebenfalls Hinweise liefern, sofern entsprechende Daten in hinreichender Genauigkeit vorliegen.

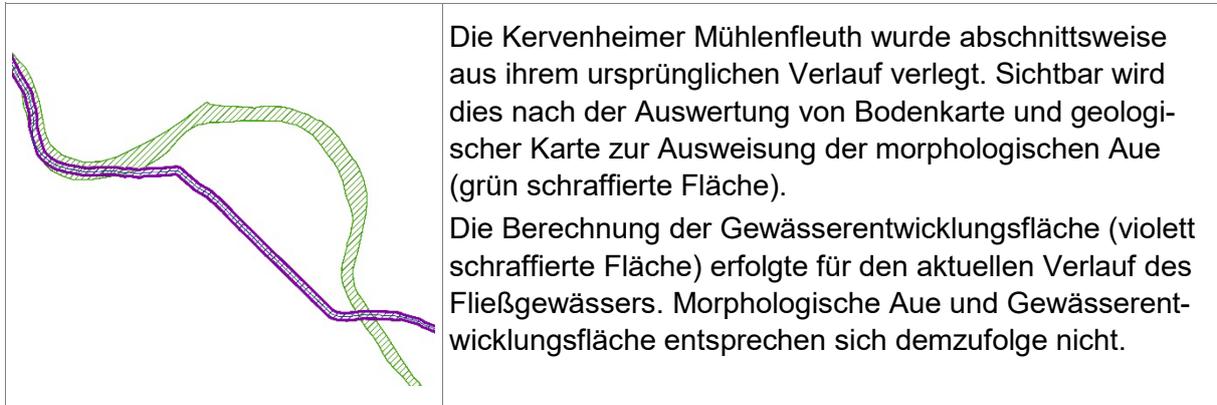
Ist keine morphologische Aue abgrenzbar, so entfällt die Verschneidung des Korridors mit der morphologischen Aue und es wird der näherungsweise berechnete Korridor verwendet.

Im Folgenden werden einige Beispiele dargestellt:

	<p>Für einige Fließgewässer bzw. Gewässerabschnitte ermöglichen weder die Bodenkarte noch die geologische Karte die Abgrenzung der morphologischen Aue – Beispiel 1.</p>
	<p>Für einige Fließgewässer bzw. Gewässerabschnitte ermöglichen weder die Bodenkarte noch die geologische Karte die Abgrenzung der morphologischen Aue – Beispiel 2.</p>
	<p>Für den Unterlauf der Wurm wurde die morphologische Aue auf Basis der Bodenkarte abgegrenzt. Mit Eintritt in die Auenterrassen der Rur ist eine Abgrenzung der morphologischen Aue für die Wurm im Mündungsbereich nicht möglich.</p>

3.2 Wie sind neutrassierte Fließgewässer zu behandeln?

Verläuft ein Fließgewässer aktuell vollständig außerhalb seiner morphologischen Aue, ist eine besondere Vorgehensweise erforderlich. Dies wird am Beispiel der Kervenheimer Mühlenfleuth beschrieben.



Im Planungsprozess ist zu entscheiden, ob

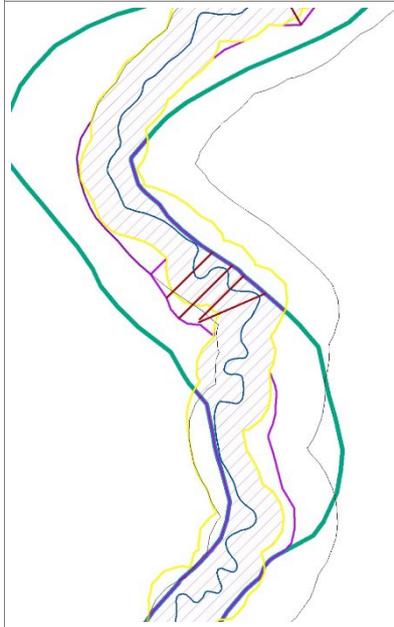
1. die Möglichkeit besteht, das Fließgewässer in sein ehemaliges Gewässerbett zurückzuverlegen oder
2. die Gewässerentwicklung im Bereich des rezenten Verlaufs erfolgen soll.

Wird ersteres in Betracht gezogen, so kann die Breite der Gewässerentwicklungsfläche (die ja aus der potenziell natürlichen Gewässerbreite in Verbindung mit dem Gewässertyp abgeleitet wurde) des rezenten Verlaufs auf den Bereich des ehemaligen Verlaufs übertragen werden. Die konkreten Arbeitsschritte der Handlungsanleitung sind dann für diesen Bereich durchzuführen.

Erfolgt die Gewässerentwicklung dagegen im Bereich des rezenten Verlaufs, so entfällt der Schritt der Verschneidung der Gewässerentwicklungsfläche mit der morphologischen Aue und es wird mit der Berücksichtigung der Restriktionen fortgefahren.

3.3 Wie sind entfallene Gewässerentwicklungsflächen bei stärker gewundenen Fließgewässerstrecken auszugleichen?

An stärker gewundenen Fließgewässerstrecken funktioniert die in Kapitel 2.7.2 beschriebene Vorgehensweise zum Ausgleich der durch die Verschneidung der morphologischen Aue mit dem Gewässerkorridor entfallenden Gewässerentwicklungsfläche nicht, da hier der Korridor etwas breiter ist als in geradlinig verlaufenden Abschnitten.



Hier ist es erforderlich, Hilfslinien (dunkelrote Linien) in der Breite des Korridors zu zeichnen und die Fläche dann händisch nach zu digitalisieren.

3.4 Wie ist bei künstlichen Wasserkörpern (AWB) zu verfahren?

Für künstliche Wasserkörper (AWB) wurden ebenfalls Entwicklungskorridorbreiten berechnet, sofern ihnen ein LAWA-Typ zugewiesen ist und Daten aus der Gewässerstrukturkartierung vorliegen.

Da künstliche Wasserkörper nicht über eine natürliche morphologische Aue verfügen, kann diese weder Aue ausgewiesen noch mit dem Korridor verschnitten werden. Es wird daher mit der Berücksichtigung der Restriktionen fortgefahren.

Im Folgenden wird das Vorgehen am Beispiel von Große Wässerung, Wallwässerung, Moorwässerung und Kranenburger Bach in Kranenburg dargestellt.

	<p>Künstliche Wasserkörper (pinkfarbene Linie), für die die Ausweisung der morphologischen Aue auf Basis der naturräumlichen Grundlagen nicht möglich ist.</p>
	<p>Berechneter Korridor für die künstlichen Wasserkörper.</p>
	<p>Verschneidung des Korridors mit den flächenhaften Restriktionen.</p>

Literatur

- CHAIKIN, G.M (1974): An algorithm for high-speed curve generation. Computer Graphics and Image Processing, 3, S. 346–349, 1974.
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (2012): Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen Kartieranleitung für die kleinen bis großen Fließgewässer. LANUV-Arbeitsblatt 18. Recklinghausen
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (2015): Fließgewässertypenkarten Nordrhein-Westfalens. LANUV- Arbeitsblatt 25. Korrigierte Fassung Mai 2015. Recklinghausen.
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (2017): Entscheidungshilfe zur Auswahl von zielführenden hydromorphologischen Maßnahmen an Fließgewässern – Handlungsanleitung. LANUV-Arbeitsblatt 32. Recklinghausen
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (2018): Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen Kartieranleitung für die kleinen bis großen Fließgewässer. LANUV-Arbeitsblatt 18 (2. überarbeitete Auflage 2018). Recklinghausen
- LAWA (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER) (Hrsg.) (2016): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“. LFP Projekt O 4.13. Schwerin.
- LAWA (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER) (Hrsg.) (2019a): Praxistest Flächen für die Entwicklung von Fließgewässern“ LFP Projekt O 9.18. Ergebnisbericht. Schwerin.
- LAWA (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER) (Hrsg.) (2019b): LAWA Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“. LFP Projekt O 4.13. 2. Auflage. Schwerin.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MUNLV) (Hrsg.) (2010): Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. „Blaue Richtlinie“. Düsseldorf

Datenquellen

Die folgende Tabelle stellt die erforderlichen Datenquellen zusammen, die für die Bearbeitung gemäß dieser Handlungsanleitung zu verwenden sind. Genannt sind nur diejenigen Datengrundlagen, die nicht in dieser Handlungsanleitung oder in der LAWA-Verfahrensanleitung enthalten sind.

Die Darstellung erfolgt getrennt nach den Arbeitsschritten wie sie in der **Abbildung 5** dargestellt sind.

Arbeitsschritt 1 Ermittlung gewässertypologischer Grundlagen:

- Fließgewässertypenkarten Nordrhein-Westfalens
<https://www.elwasweb.nrw.de>
- Gewässerstrukturkartierung NRW
<https://www.elwasweb.nrw.de>

Arbeitsschritt 2 Ermittlung der hpn Gewässerbreite:

- Hydrologische Kennwerte
<https://www.elwasweb.nrw.de>
- Fließgewässertypenkarten Nordrhein-Westfalens (s.o.)
- Hydrologische Großräume (HAD)
BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTOSICHERHEIT)
HRSG. (2003): Hydrologischer Atlas von Deutschland. Erweiterte Ausgabe 2003. Freiburg
- Digitales Geländemodell DGM1
GEOBASIS NRW (Hrsg.) (2019): Digitales Geländemodell – Gitterweite 1m (XYZ) –
Paketierung: Gemeinden. https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/hm/dgm1_xyz/ (zuletzt abgerufen am 10.1.2020).

Arbeitsschritt 6 Erzeugung des Gewässerentwicklungskorridors:

- Planungseinheitensteckbriefe
MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND
VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MUNLV) (Hrsg.) (2015):
Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrhein-westfälischen Anteilen von Rhein,
Weser, Ems und Maas. Bewirtschaftungsplan 2016–2021. Düsseldorf
<https://www.flussgebiete.nrw.de/planungseinheiten-steckbriefe-2016-2021-5696> (zu-
letzt abgerufen am 10.1.2020)

Arbeitsschritt 7 Ermittlung und Berücksichtigung der morphologischen Aue:

- Planungseinheitensteckbriefe (s.o.)
- Bodenkarte (1:50.000)
GEOBASIS NRW (Hrsg.) (2018): Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1:50.000
https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geologie/boden/BK/ISBK50/ISBK50_EPSG25832_Shape.zip (zuletzt abgerufen am 10.1.2020).

- Geologische Karte (1: 100.000)
GEOLOGISCHER DIENST NRW (Hrsg.) (2018): IS GK 100 AF – Informationssystem Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000 https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geologie/geologie/GK/ISGK100/ISGK100vektor/ISGK100_EPSG25832_Shape.zip (zuletzt abgerufen am 14.1.2020).
- Digitales Geländemodell – Geländeneigung
GEOBASIS NRW (Hrsg.) (2019): Digitales Geländemodell – Geländeneigung-
https://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_gelaendeneigung?
(zuletzt abgerufen am 09.01.2020).
- Überschwemmungsflächen (HQextrem)
LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (2019): Fachdaten extremer Hochwasserereignisse (niedrige Wahrscheinlichkeit, > HQ250) als Shape https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/wasser/hwrm/HQextrem-Ueberschwemmungsgrenzen_EPSG25832_Shape.zip (zuletzt abgerufen am 10.1.2020)

Arbeitsschritt 8 Ermittlung und Berücksichtigung von Restriktionen:

- Digitales Basis-Landschaftsmodell Shape
GEOBASIS NRW (Hrsg.) (2019): Digitales Basis-Landschaftsmodell Shape.
https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/dlm/basis-dlm/basis-dlm_EPSG25832_Shape.zip (zuletzt abgerufen am 10.1.2020).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prinzipielle Vorgehensweise zur Ermittlung der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite nach LAWA (2019b).....	8
Abbildung 2: Heutiger potenziell natürlicher Gewässerkorridor (grün) als symmetrischer Puffer um den aktuellen Gewässerverlauf (blau) und der heutigen potenziell natürlichen Gewässerbettbreite (hellblau)	9
Abbildung 3: Gewässerentwicklungsfläche (grüne Fläche), bei der Lage und Ausdehnung der morphologischen Aue (dunkelgrüne Linie) sowie anthropogene Restriktionen (rosa Flächen) berücksichtigt wurden	10
Abbildung 4: Prinzipielle Vorgehensweise zur Ermittlung einer Gewässerentwicklungsfläche.....	11
Abbildung 5: Schematische Darstellung der Vorgehensweise	13
Abbildung 6: Heutige potenziell natürliche (hpn) Gewässerkorridorbreite, nach: LAWA 2019b, Abbildung 36, verändert.....	21
Abbildung 7: Heutige potenziell natürliche Gewässerkorridore. Kartenausschnitt (Hintergrund: Geodaten NRW)	22
Abbildung 8: Gewässerentwicklungskorridore für den guten ökologischen Zustand, Kartenausschnitt (Hintergrund: Geodaten NRW)	24
Abbildung 9: Auswahl des Gewässerentwicklungskorridors.	35
Abbildung 10: Ausgangssituation – Polylinie mit fünf Stützpunkten.	46
Abbildung 11: Erster Schritt des Algorithmus – Polylinie mit acht Stützpunkten.....	46
Abbildung 12: Zweiter Schritt des Algorithmus – Polylinie mit 14 Stützpunkten.	46
Abbildung 13: Ergebnis des Algorithmus – geglättete Kurve.	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Begriffsdefinitionen.....	5
Tabelle 2: Formeln zur Berechnung des heutigen potenziell natürlichen Verhältnisses von Gewässerbettbreite zu Gewässertiefe	17
Tabelle 3: Ausgangswerte zur Abgrenzung der Gewässerentwicklungsflächen.....	23
Tabelle 4: Relevante Restriktionen aus dem ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM – NRW-Erfassung.....	32

Anhang

Anhang 1: Zuordnung des Lauftyps

Biozönotischer Typ	Morphologischer Typ	Lauftyp
Typ 11: Organisch geprägte Bäche	AT_o	E
Typ 11: Organisch geprägte Bäche	AT_o	M_a
Typ 11: Organisch geprägte Bäche	OT_o	E
Typ 11: Organisch geprägte Bäche	OT_o	M_a
Typ 11: Organisch geprägte Bäche	ST_o	M_a
Typ 12: Organisch geprägte Flüsse	AT_o	M_a
Typ 12: Organisch geprägte Flüsse	OT_o	M_a
Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche	AT_fs	E
Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche	AT_fs	M_a
Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche	KT_fs	oT
Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche	OT_fs	E
Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche	OT_fs	M_a
Typ 14: Sandgeprägte Tieflandbäche	ST_fs	E
Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	AT_fl	E
Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	AT_fs	E
Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	OT_fl	E
Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	OT_fs	E
Typ 15: Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	ST_fs	E
Typ 15_g: Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	AT_fs	E
Typ 15_g: Große sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	FuS	E
Typ 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche	AT_g	E
Typ 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche	KT_g	oT
Typ 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche	OT_g	E
Typ 16: Kiesgeprägte Tieflandbäche	ST_g	E
Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse	AT_g	E
Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse	GnS	E
Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse	GnS	N
Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse	OT_g	E
Typ 17: Kiesgeprägte Tieflandflüsse	ST_g	E
Typ 18: Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	AT_fl	E
Typ 18: Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	AT_fl	M_a
Typ 18: Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	KT_fl	oT
Typ 18: Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	OT_fl	E
Typ 18: Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	OT_fl	M_a
Typ 18: Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	ST_fl	E
Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	OT_fl	E
Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	OT_fl	M_a
Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	OT_fs	E
Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	OT_fs	M_a
Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	OT_g	E
Typ 19: Kleine Niederungsfließgewässer in Fluss- und Stromtälern	OT_o	E
Typ 5.1: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	AT_fs	E
Typ 5.1: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	KT_fs	oT
Typ 5.1: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	OT_fs	E
Typ 5.1: Feinmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	ST_fs	E

Biozönotischer Typ	Morphologischer Typ	Laufotyp
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	AT_g	E
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	AT_g	N oder M_v
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	KT_g	oT
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	OT_g	N oder M_v
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	ST_g	E
Typ 5: Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche	ST_o	M_a
Typ 6: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	AT_fl	E
Typ 6: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	AT_fl	M_a
Typ 6: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	KT_fl	oT
Typ 6: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	OT_fl	E
Typ 6: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	ST_fl	E
Typ 6: Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	ST_fl	N oder M_v
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	AT_g	E
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	AT_g	N oder M_v
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	AT_o	M_a
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	KT_g	oT
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	OT_g	E
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	OT_g	N oder M_v
Typ 7: Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	ST_g	E
Typ 9.1: Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	AT_g	N oder M_v
Typ 9.1: Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	GuS	E
Typ 9.1: Karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	OT_g	N oder M_v
Typ 9.2: Große Flüsse des Mittelgebirges	AT_g	N oder M_v
Typ 9.2: Große Flüsse des Mittelgebirges	GuE	E
Typ 9.2: Große Flüsse des Mittelgebirges	GuS	E
Typ 9.2: Große Flüsse des Mittelgebirges	ST_g	E
Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	AT_g	N oder M_v
Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	GnS	N
Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	GuE	E
Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	KT_g	oT
Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	OT_g	N oder M_v
Typ 9: Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse	ST_g	E

Anhang 2: Prinzipielle Beschreibung des Chaikin-Algorithmus

Die Glättung einer Polylinie, die durch N Stützpunkte P_0 bis P_{N-1} beschrieben wird, erfolgt mit dem Chaikin-Algorithmus, indem zunächst in jede Teillinie $P_i - P_{i+1}$ zwei neue Stützpunkte Q_i und R_i eingetragen werden. Anschließend werden die Stützpunkte P_0 bis P_{N-1} entfernt und durch die neu erzeugten Stützpunkte $Q_0, R_0, Q_1, R_1, \dots, Q_{N-1}, R_{N-1}$ ersetzt. Die Vorgehensweise ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

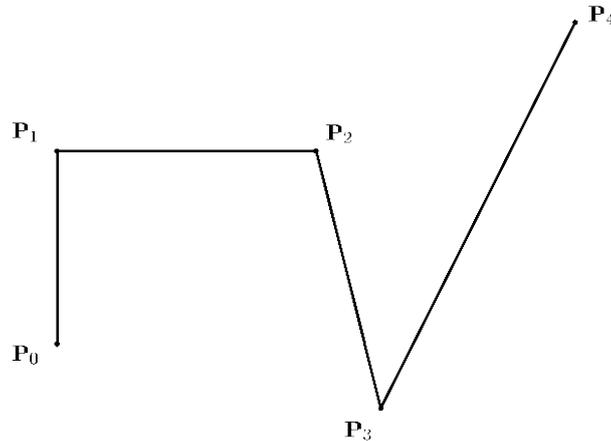


Abbildung 10: Ausgangssituation – Polylinie mit fünf Stützpunkten.

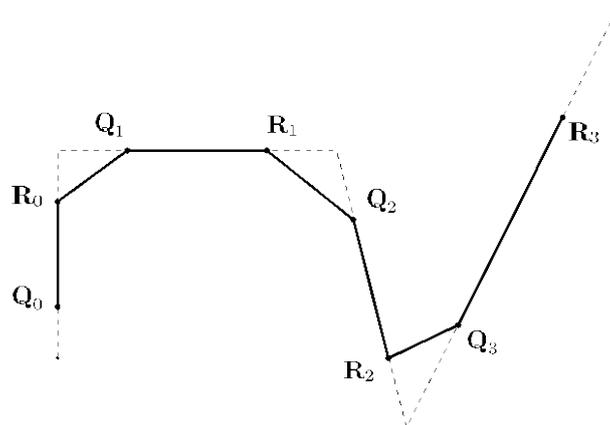


Abbildung 11: Erster Schritt des Algorithmus – Polylinie mit acht Stützpunkten.

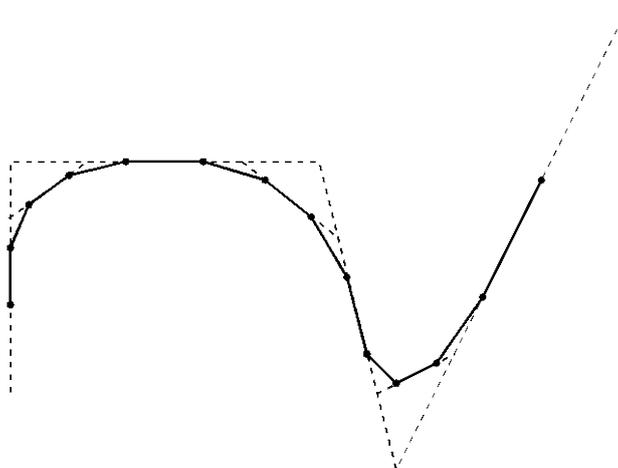


Abbildung 12: Zweiter Schritt des Algorithmus – Polylinie mit 14 Stützpunkten.

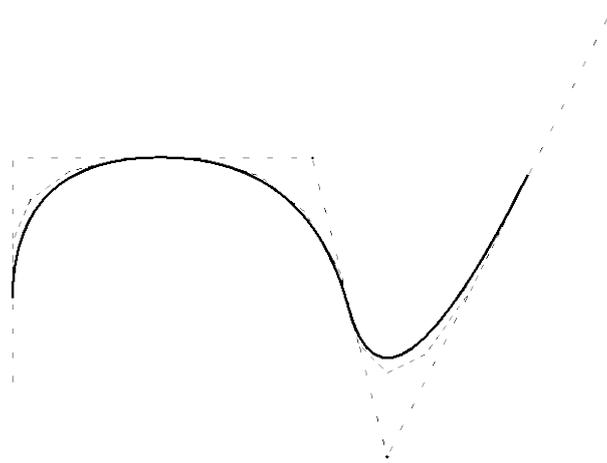


Abbildung 13: Ergebnis des Algorithmus – geglättete Kurve.

Anhang 3: Vorberechnete Gewässerentwicklungskorridore

Im Rahmen dieses Projektes wurden, wie in Kapitel 2.6 beschrieben, die Gewässerentwicklungskorridore für die verschiedenen Bewirtschaftungsziele vorberechnet und als Polygonshapen erzeugt. Die Daten liegen in vier Shapefiles vor:

- EK_SOEZ_NRW.shp
Vorberechnete Entwicklungskorridore für den sehr guten ökologischen Zustand
- EK_GOEZ_NRW.shp
Vorberechnete Entwicklungskorridore für den guten ökologischen Zustand
- EK_HOEP_NRW.shp
Vorberechnete Entwicklungskorridore für das höchste ökologische Potenzial
(enthält nur Daten von als HMWB / AWB ausgewiesenen Oberflächenwasserkörpern)
- EK_GOEP_NRW.shp
Vorberechnete Entwicklungskorridore für das gute ökologische Potenzial
(enthält nur Daten von als HMWB / AWB ausgewiesenen Oberflächenwasserkörpern)

Das Shapefile für den sehr guten ökologischen Zustand enthält die folgenden Informationen:

Feld	Bedeutung
id	Lfd. Nr. im Datensatz
gewkz	Gewässerkennzahl
gewaessern	Gewässername
stat_von	Stationierung der unteren Grenze der Strecke
stat_bis	Stationierung der oberen Grenze der Strecke
lawa-typ	Name des LAWA-Typs
mqmittel	Mittelwert der der Strecke zugeordneten M_Q -Werte
aeomittel	Mittelwert der Größen der Strecke zugeordneten oberirdischen Einzugsgebiete
lauftyp	Lauftyp gemäß LAWA-Anwenderhandbuch
morphtyp	Morphologischer Typ gemäß LAWA-Anwenderhandbuch
talform	Talform
shlsbtrt	hpn Sohlsubstrat
taumin	Unterer Wert der typspezifischen Sohlschubspannung
verh_tau_m	Verhältnis der berechneten Sohlschubspannung zur typspezifischen Sohlschubspannung (unterer Wert)
taucalc	Berechnete Sohlschubspannung
taumax	Oberer Wert der typspezifischen Sohlschubspannung
verh_tau_1	Verhältnis der berechneten Sohlschubspannung zur typspezifischen Sohlschubspannung (oberer Wert)
taunplsb	1, wenn die berechnete Sohlschubspannung unplausibel ist
shlgefll	hpn Sohlgefälle
talgfmin	Minimalwert des berechneten Talbodengefälles
talgfll	Berechnetes Talbodengefälle
talgfmax	Maximalwert des berechneten Talbodengefälles
tgtest	Plausibilitätsprüfung des berechneten Talbodengefälles (Vergleich mit typspezifischem Gefälle gemäß Gewässertypsteckbrief)
qbordv	hpn bordvoller Abfluss
hpnbneig	hpn Böschungsneigung
hpnraubw	hpn Rauigkeitsbeiwert
hpnwndg	hpn Windungsgrad
hpn_gewb	hpn Gewässerbettbreite
entwkorr	Pufferwert des Entwicklungskorridors

Die Shapefiles zu den Degradationsstufen (GÖZ, GÖP und HÖP) enthalten folgende Informationen:

Feld	Bedeutung
id	Lfd. Nr. im Datensatz
gewkz	Gewässerkennzahl
gewaessern	Gewässername
ofwk	ID des Oberflächenwasserkörpers (nur HOEP und GOEP)
stat_von	Stationierung der unteren Grenze der Strecke
stat_bis	Stationierung der oberen Grenze der Strecke
ausweisung	Ausweisung als AWB oder HMWB
fallgruppe	Fallgruppe der AWB- oder HMWB-Ausweisung
hpn_gewb	hpn Gewässerbettbreite
bufferwert_X	Breite des Puffers für das jeweilige Bewirtschaftungsziel (X = goez/hoep/goep)

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Projektbearbeitung	Dr. Andreas Müller, Julius Kranl M.Sc. (chromgruen Planungs- und Beratungs- GmbH & Co. KG) Susanne Paster (umweltbüro essen Bolle und Partner GbR)
Fachliche Begleitung und Redaktion	Stefan Behrens, Dr. Armin Münzinger, Dr. Karin Schäfer, Ann-Kristin Schultze (alle LANUV NRW)
Layout	Dr. Andreas Müller (chromgruen Planungs- und Beratungs- GmbH & Co.KG)
Bildnachweis	Susanne Paster (umweltbüro essen Bolle und Partner GbR), Kartengrundlagen: LANUV NRW
Stand	30.11.2020
ISSN	2197-8336 (Print), 1864-8916 (Internet), LANUV-Arbeitsblätter
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucher- schutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de