

Wasserwirtschaft Nordrhein-Westfalen



Handbuch zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern



Ministerium für Umwelt
und Naturschutz,
Landwirtschaft und
Verbraucherschutz NRW

NRW.

1

Hinweis Stand 2022:

Einzelne Merkblätter innerhalb des Bandes wurden seit der Veröffentlichung des Handbuchs im Jahr 2003 überarbeitet und als aktualisierte LANUV-Publikationen herausgegeben, diese sind im Inhaltsverzeichnis und auf der jeweiligen Kapitelübersichtsseite innerhalb dieses Dokuments verlinkt.

Inhalt Band 1

- I Einleitung
- I.1 Ziele und Aufgaben des Handbuches
- I.2 Inhalt und Vorgehensweise
- I.3 Definitionen
- I.4 Arbeitsschritte zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern

- II Leitbild
- II.1 Leitbilder „Kleine bis mittelgroße Fließgewässer“
- II.2 Leitbilder „Mittelgroße bis große Fließgewässer“
- II.3 Leitbild „Niederrhein“
- II.4 Leitbild „Weser“
- II.5 Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens

aktualisierte Fassung: [Fließgewässertypenkarten Nordrhein-Westfalen, LANUV-Arbeitsblatt 25](#)

Inhalt Band 2

- III Ist-Zustand
- III.1 Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen Kartieranleitung
- III.2 Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen Kartieranleitung für mittelgroße bis große Fließgewässer
- III.3 Nutzungs- und Biotopstrukturkartierung

- IV Entwicklungsziel

- V Strategien zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern
- V.1 Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen
- V.2 Leitfaden zur Aufstellung eines Konzeptes zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern
- V.3 Vorgehen bei naturnahem Gewässer Ausbau
- V.4 Förderungen des Landes

- VI Literatursammlung
- VII.1 Schlagwortverzeichnis
- VII.2 Abkürzungsverzeichnis
- VII.3 Abbildungsverzeichnis
- VII.4 Tabellenverzeichnis
- VIII Gesamtimpresum

Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3
40 476 Düsseldorf

Fachliche Begleitung durch einen Arbeitskreis mit folgenden Mitgliedern:

Dipl.-Ing. Ulrich Detering	Staatliches Umweltamt Lippstadt
Dipl.-Ing. Joachim Drüke	Bezirksregierung Arnsberg
Dipl.-Biol. Thomas Hübner	LÖBF / LAfAO
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Hüsing	Staatliches Umweltamt Münster
Dipl.-Ing. Dieter Klähn	MUNLV NRW
Dipl.-Ing. Robert Kolf	MUNLV NRW
Dipl.-Biol. Jochen Lacombe	Staatliches Umweltamt Düsseldorf
Dipl.-Ing. Bert Lanphen	Niersverband, Viersen
Dipl.-Ing. Christian Mathea	Staatliches Umweltamt Bielefeld
Dipl.-Geogr. Stefan Meyer-Höftzl	Landesumweltamt NRW
Dipl.-Ing. Eberhard Schütz	Staatliches Umweltamt Siegen
Sabine Hänel	Landesbüro der Naturschutzverbände NRW (6. und 7. Arbeitskreissitzung)

Erarbeitet durch:

Planungsbüro Koenzen – Wasser und Landschaft, Hilden
Dipl.-Geogr. Uwe Koenzen
Geographin Ina A. Ihben
Dipl.-Ing. (FH) Dipl.-Ökol. Hans-Peter Henter

Gestaltung:

sid GmbH, Schwelm
Yvonne Schmitz

Druck:

RPS-Satzstudio, Düsseldorf
Wupperdruck, Wuppertal

Das Handbuch erscheint als erweiterungsfähige Loseblattsammlung, bei der Seiten und Kapitel ausgetauscht oder ergänzt werden können.

Ein Gesamtimpresum befindet sich am Ende des Anhangs.

1. Auflage 2003

Inhalt Band 1

I •	Einleitung	1
I.1 •	Ziele und Aufgaben des Handbuchs	2
I.2 •	Inhalt und Vorgehensweise	3
I.3 •	Definitionen	4/5
I.4 •	Arbeitsschritte zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern	6/7
II •	Leitbild	1/2
II.1 •	Leitbilder „Kleine bis mittelgroße Fließgewässer“	1
II.1 • 1	Einleitung	2
II.1 • 2	Was sind Leitbilder – wofür werden sie gebraucht?	3
II.1 • 3	Die natürliche Vielfalt von Tiefland- und Mittelgebirgsbächen	5
II.1 • 4	Fließgewässerlandschaften in Nordrhein-Westfalen	6
II.1 • 5	Typologie von Tiefland- und Mittelgebirgsbächen	13
II.1 • 5.1	Fließgewässertypen der „Sandgebiete“	14
	Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	14
	Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	17
II.1 • 5.2	Fließgewässertypus der „Verwitterungsgebiete und Flussterrassen“	20
	Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen	20
II.1 • 5.3	Fließgewässertypus der „Lössgebiete“	22
	Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften	22
II.1 • 5.4	Fließgewässertypus der „Niederungsgebiete“	24
	Fließgewässer der Niederungen	24
II.1 • 5.5	Fließgewässertypen des „Silikatischen Grundgebirges“	25
	Kerbtalbach im Grundgebirge	25
	Kleiner Talauebach im Grundgebirge	28
	Großer Talauebach im Grundgebirge	30
II.1 • 5.6	Fließgewässertypus des „Vorlandes des Silikatischen Grundgebirges“	33
	Colliner Bach	33
II.1 • 5.7	Fließgewässertypus der „Vulkangebiete“	35
	Bach der Vulkangebiete	35
II.1 • 5.8	Fließgewässertypen des „Schwach-karbonatischen Deckgebirges“	37
	Kleiner Talauebach im Deckgebirge	37
	Großer Talauebach im Deckgebirge	40
II.1 • 5.9	Fließgewässertypus der „Muschelkalkgebiete“	42
	Muschelkalkbach	42

II.1 • 5.10	Fließgewässertypus der „Verkarsteten Kalkgebiete“ Karstbach	44 44
II.1 • 5.11	Hydrologische Bachtypen Grundwassergeprägter Bach Grundwasserarmer / Oberflächenwassergeprägter Bach Sommertrockener Bach Ephemerer Bach	46 46 48 51 53
II.1 • 6	Die Anwendung der Leitbilder in der Praxis	55
II.1 • 6.1	Zuordnung von Fließgewässern zum Leitbild	55
II.1 • 6.2	Leitbild-spezifische Handlungsanweisungen	72
II.1 • 7	Literatur	78
II.1 • 8	Bildnachweis	79
 II.2 •	Leitbilder „Mittelgroße bis große Fließgewässer“	1
II.2 • 1	Einleitung	3
II.2 • 2	Das Bearbeitungsgebiet der mittelgroßen bis großen Fließgewässer Nordrhein-Westfalens.	5
II.2 • 3	Die Besiedlung der Flüsse Nordrhein-Westfalens	7
II.2 • 3.1	Die Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos	8
II.2 • 3.2	Die Lebensgemeinschaft der Fische	9
II.2 • 3.3	Weitere Tiergruppen	11
II.2 • 3.4	Aquatische Makrophyten	12
II.2 • 3.5	Die Ufer- und Auenvegetation	13
II.2 • 4	Erläuterungen und Begriffsbestimmungen	16
II.2 • 5	Entwicklung einer Flusstypologie und Beschreibung von Leitbildern – methodisches Vorgehen	18
II.2 • 6	Rahmenbedingungen der Flusstypologie und Leitbildbeschreibung	20
II.2 • 7	Die Flusstypologie Nordrhein-Westfalens	22
II.2 • 7.1	Flusstypen des Tieflandes	26
II.2 • 7.1.1	Organisch geprägter Fluss des Tieflandes	26
II.2 • 7.1.2	Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes	37
II.2 • 7.1.3	Sandgeprägter Fluss des Tieflandes	44
II.2 • 7.1.4	Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes	56
II.2 • 7.2	Flusstypen des Mittelgebirges	66
II.2 • 7.2.1	Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges	66

II.2 • 7.2.2	Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges	81
II.2 • 7.2.3	Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges	92
II.2 • 7.3	Hydrologische Typen	102
II.2 • 8	Leitbilder für die Praxis	107
II.2 • 8.1	Leitbilder für die Gewässerstrukturgütekartierung	107
II.2 • 8.2	Leitbilder für Gewässer und Laufabschnitte mit irreversiblen anthropogenen Veränderungen der naturräumlichen Rahmenbedingungen	110
II.2 • 8.3	Biozönotische Leitbilder für Flüsse als Planungsinstrument und Bewertungshilfe	110
II.2 • 9	Verzeichnis der Abkürzungen	117
II.2 • 10	Literatur	118
II.2 • 11	Bildnachweis	119
II.3 •	Leitbild „Niederrhein“	1
II.3 • 1	Einleitung	3
II.3 • 1.1	Leitbild	4
II.3 • 1.2	Ziel der Leitbilderstellung	5
II.3 • 2	Niederrhein	6
II.3 • 2.1	Lage und Abgrenzung	6
II.3 • 2.2	Landschaftsgenese und Relief	8
II.3 • 2.3	Hydrologische Verhältnisse	10
II.3 • 3	Morphologisches Leitbild Niederrhein	15
II.3 • 3.1	Typologische Zuordnung	15
II.3 • 3.2	Morphologische Stromabschnittstypen des Kiesgeprägten Tieflandstromes Niederrhein	15
II.3 • 3.2.1	Gewässermorphologische Parameter	18
II.3 • 3.2.2	Totholzsituation	21
II.3 • 3.2.3	Anthropogene Faktoren	22
II.3 • 3.2.3.1	Sondersituation Bergbauregion	22
II.3 • 4	Beispiele für die Anwendung im Gewässerschutz	46
II.3 • 4.1	Veränderungen in historischer Zeit	46
II.3 • 4.2	Gewässerstrukturgütekartierung	50
II.3 • 4.3	Biotopverbund	51
II.3 • 5	Literatur	52
II.3 • 6	Abbildungs- und Tabellennachweis	56

II.4 •	Leitbild „Weser“	1
II.4 • 1	Einleitung	2
II.4 • 2	Übersicht Gewässerabschnitte Weser in Nordrhein-Westfalen	3
II.4 • 3	Abschnittstypen der Weser in Nordrhein- Westfalen (Herstelle - Bevern)	4
II.4 • 4	Abschnittstypen der Weser in Nordrhein - Westfalen (Rinteln - Schlüsselburg)	5
II.4 • 5	Gestreckt-schwach gewundener, schottergeprägter Strom des Deckgebirges (Engtal und schmales Sohllental)	6
II.4 • 6	Gewundener, schottergeprägter Strom des Deckgebirges (weites Sohllental)	7
II.4 • 7	Schwach gewundener-gewundener, kiesgeprägter Strom des Tieflandes mit hohem Schotteranteil (Austrittsbereich aus dem Deckgebirge)	8
II.4 • 8	Mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes	9
II.4 • 9	Schottergeprägter Strom des Deckgebirges	10
II.4 • 10	Kiesgeprägter Strom des Tieflandes	13
II.4 • 11	Anhang: Erläuterung der Flussabschnittstypen	15
II.4 • 12	Literaturverzeichnis	16
II.5 •	Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens	1
II.5 • 1	Einleitung	2
II.5 • 2	Die Karte der Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen – Werkzeug für Gewässerbewertung und -management	3
II.5 • 3	Vorgehensweise und Methodik	6
II.5 • 3.1	Grundsätze und Prinzipien der Atlaserstellung	6
II.5 • 3.2	Beschreibung der GIS-basierten Atlaserstellung	10
II.5 • 3.2.1	Ausweisung der Fließgewässerlandschaften	10
II.5 • 3.2.2	Ausweisung der Bachtypen	13
II.5 • 3.2.3	Ausweisung der Flusstypen und Flussabschnittstypen	16
II.5 • 4	Die Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens und ihre kartographische Darstellung	18

II.5 • 5	Übersicht über die Fließgewässertypen in Tiefland und Mittelgebirge	26
II.5 • 5.1	Bachtypen des Tieflandes	30
II.5 • 5.2	Flusstypen des Tieflandes	34
II.5 • 5.3	Bachtypen des Mittelgebirges	37
II.5 • 5.4	Flusstypen des Mittelgebirges	44
II.5 • 5.5	Stromtypen von Rhein und Weser	46
II.5 • 6	Anwendung in der Planungspraxis	50
II.5 • 6.1	Fließgewässertypologisches Informationssystem FTIS	50
II.5 • 6.2	Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen	50
II.5 • 6.3	Der Fließgewässertypenatlas – ein Instrument für die Planungspraxis	52
II.5 • 7	Literatur	54
II.5 • 8	Zugrunde liegende Forschungsstudien	56
II.5 • 9	Bildnachweis	56

I • Einleitung

Fließgewässer und ihre Auen bilden bedeutende Elemente im Landschaftsgefüge. Neben ihrem landschaftsprägenden Charakter kommt vor allem der Biotop- und Vernetzungsfunktion eine hohe Bedeutung zu. Gleichzeitig stehen sie im Spannungsfeld vielfältiger Nutzungsansprüche, so dass in unserer Kulturlandschaft alle Gewässer mehr oder weniger stark vom Menschen beeinflusst sind.

Nach dem Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) sind Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Flora und Fauna zu sichern.

Sie sind so zu bewirtschaften, dass vermeidbare Beeinträchtigungen ihrer ökologischen Funktionen unterbleiben und sie dem Wohl der Allgemeinheit sowie im Einklang mit diesem ebenso dem Nutzen Einzelner dienen (§ 1 a Abs. 1 WHG).

Natürliche oder naturnahe Gewässer sollen in ihrem Zustand erhalten bleiben und nicht naturnah ausgebaute natürliche Gewässer sollen so weit wie möglich in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden, wenn überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit nicht entgegenstehen (§ 31 Abs. 1 WHG).

Die nordrhein-westfälische Wasserwirtschaftsverwaltung schafft die Grundlagen für eine zunehmend naturorientierte Entwicklung der Gewässer.

Hierzu steht eine Vielzahl von planerisch fachlichen Instrumenten zur Verfügung, deren Zusammenspiel und Funktionalität in diesem Handbuch zusammenfassend dargestellt und erläutert werden. Vor dem Hintergrund der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Kommission (WRRL) als auch der Agenda 21 sind deren übergeordnete Ziele auch auf die naturnahe Entwicklung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen zu übertragen.

Die WRRL zielt auf den Schutz und die Verbesserung der Gewässerökosysteme und die Förderung einer nachhaltigen Wassernutzung ab.

Zur Umsetzung der WRRL werden z. Z. Grundlagen erarbeitet. Sich daraus ergebende mögliche Veränderungen des vorliegenden Handbuches werden in zukünftige Aktualisierungen Eingang finden.

Der Begriff der **nachhaltigen Entwicklung** stammt aus der Agenda 21, einem Aktionsprogramm für das 21. Jahrhundert, das im Juni 1992 auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (United Nations Conference on Environment and Development UNCED) in Rio de Janeiro verabschiedet wurde.

Grundlage der Agenda 21 ist das Konzept des **sustainable development**. Dieser Begriff kann mit nachhaltiger oder auch umweltgerechter, dauerhafter, zukunftssichernder Entwicklung übersetzt werden und bezieht sich auf Gemeinwesen, Wirtschaft und Umwelt.

Zukunftssicherndes Handeln beruht auf der Einsicht in den wechselseitigen Zusammenhang ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Strukturen.

Ökonomische und soziale Strukturen üben einen erheblichen Einfluss auf die natürliche Umwelt aus, die zugleich deren Voraussetzung darstellt.

Ein Handeln im Einklang mit der Natur ist erforderlich, damit die Umwelt nicht geschädigt oder zerstört wird. Nachhaltige Entwicklung soll die natürliche Erneuerungsfähigkeit des Naturkapitals und somit einen dauerhaften Erhalt verschiedener Ökosystemfunktionen gewährleisten.

Die angestrebte leitbildorientierte Entwicklung von Fließgewässern leistet einen wichtigen Beitrag auf diesem Weg.

I.1 • Ziele und Aufgaben des Handbuches

Das vorliegende Handbuch bildet die Grundlage für eine zielgerichtete naturnahe Entwicklung der nordrhein-westfälischen Fließgewässer.

Das Handbuch aggregiert und verknüpft alle planungsrelevanten Veröffentlichungen des MUNLV sowie des LUA zum Themenkreis „Naturnahe Entwicklung der Fließgewässer“. Es integriert Praxiserfahrungen und neuere Forschungsergebnisse zur naturnahen Gewässerentwicklung.

Mit Hilfe des Handbuches wird eine klare Struktur zur Verwendung dieser Materialien in der wasserwirtschaftlichen Praxis und somit im Planungsprozess vorgegeben.

Die Arbeitsschritte zur Planung naturnaher Gewässerentwicklungen werden übersichtlich aufgezeigt und erläutert.

Die grundlegende Bedeutung der Begriffe **Leitbild**, **Ist-Zustand** und **Entwicklungsziel** als Instrumente einer naturnahen Gewässerentwicklung und ihr Zusammenwirken im Planungsprozess wird veranschaulicht.

Der komplexe Planungsvorgang von der Leitbildentwicklung für Fließgewässer über die Erfassung des Ist-Zustandes bis zur Ermittlung und Umsetzung konkreter naturnaher Entwicklungs- und Planungsziele wird transparent und nachvollziehbar dargestellt.

Diese Vorgehensweise findet ihre inhaltliche Fortsetzung in der WRRL, nach deren Vorgaben für alle Fließgewässer innerhalb von 15 Jahren ein „guter ökologischer Zustand“ erreicht werden muss, bzw. für heavily modified water bodies ein „gutes ökologisches Potenzial“.

Dieses Ziel kann für den ökomorphologischen Zustand der Gewässer erreicht werden, wenn die Vorgaben des Gewässerhandbuches beachtet werden. Darüber hinaus sind gegebenenfalls durch ergänzende Maßnahmen (z.B. zu Wasserqualität und -menge) Rahmenbedingungen zur Entwicklung naturnäherer Lebensgemeinschaften zu schaffen.

Die nachfolgenden Symbole weisen auf Textpassagen mit besonderer Bedeutung hin:

-  Wichtige Informationen
-  Festgelegte Vorgehensweise zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen
-  Definition grundlegender Begriffe

I.2 • Inhalt und Vorgehensweise

Das Handbuch zur naturnahen Entwicklung der Fließgewässer besitzt in seiner analogen Form als Lose-Blatt-Sammlung eine erweiterbare Struktur, die es ermöglicht, gegenwärtig laufende Vorhaben zu ergänzen bzw. Aktualisierungen vornehmen zu können. Die digitale Fassung erlaubt neben einer weiterreichenden Verbreitung als CD-Rom zudem eine schnelle Aktualisierung der Publikationen und die Präsentation des Handbuches im Intra- und Internet.

Folgende Materialien werden durch eine ausführliche Einleitung sowie verknüpfende Texte miteinander verbunden. Die Schwerpunkte liegen auf der Darstellung konkreter Ablaufschemata zur richtigen Handhabung im Planungsprozess.

- Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen. (LUA-Merkblatt Nr. 17, 1999)
- Typologieentwicklung und Leitbildfindung für mittelgroße bis große Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. (LUA-Merkblatt Nr. 34, 2002)
- Leitbild Niederrhein (MUNLV 2003)
- Leitbild Weser (StUA Minden 2002)
- Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens. (LUA-Merkblatt Nr. 36, 2003)
- Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen. Kartieranleitung. (LUA-Merkblatt Nr. 14, 1998)
- Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen. Anleitung für die Kartierung mittelgroßer bis großer Fließgewässer. (LUA-Merkblatt Nr. 26, 2001)

- Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. (MURL 1999)
- Leitfaden zur Aufstellung eines Konzeptes zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern (MUNLV 2002)

Der Leitfaden zur Erstellung von Konzepten zur naturnahen Entwicklung gemäß Kapitel 4 der Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen ("Blaue Richtlinie") wurde vollständig überarbeitet und aktualisiert.

Zusätzlich wurden folgende Texte im Rahmen dieses Handbuches neu erstellt:

- Nutzungs- und Biotopstrukturkartierung im Rahmen der Erstellung von Konzepten zur naturnahen Entwicklung
- Ermittlung von Entwicklungszielen im Planungsprozess

I.3 • Definitionen

In der nordrhein-westfälischen wasserwirtschaftlichen Planung finden die seitens der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) definierten Begriffe „**Leitbild**, **Ist-Zustand** und **Entwicklungsziel**“ weitreichende Berücksichtigung.

Verschiedene Veröffentlichungen der letzten Jahre nehmen explizit Bezug auf die genannten Begriffe und verlangen die Integration in bestehende Planungsinstrumente wie die „Konzepte zur naturnahen Entwicklung“ oder auch Ausbaurverfahren nach § 31 WHG (MURL 1999).

Die LAWA definiert das Leitbild, den Ist-Zustand und das Entwicklungsziel folgendermaßen (MURL 1999, 59-60):

D Das **Leitbild** beschreibt den heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand anhand des Kenntnisstandes über die natürliche Funktion des Ökosystems Fließgewässer. Es ist das aus rein naturwissenschaftlicher Sicht maximal mögliche Sanierungsziel, das keine sozio-ökonomischen Einschränkungen berücksichtigt. Ebenso bleiben Kosten-Nutzenbetrachtungen unberücksichtigt. Eingeschlossen sind nur irreversible anthropogene Veränderungen des Gewässerökosystems.

Das Leitbild kann aus natürlichen oder naturnahen Abschnitten des zu untersuchenden Fließgewässers entwickelt werden. Soweit solche nicht mehr vorhanden sind, kann die gezielte Ermittlung heute noch erkennbarer Reststrukturen im Gelände in Verbindung

mit der Interpretation alter topographischer Karten, heimatkundlicher Beschreibungen oder der Auswertung vorhandener Unterlagen wie Bodenkarten oder Vegetationskarten hilfreich sein. Ein Vergleich mit naturnahen Fließgewässern in gleichartigen Landschaften kann wertvolle Anhaltspunkte liefern. Auch können Veröffentlichungen herangezogen werden.

Zum Leitbild gehören auch Beschreibungen der gewässertypischen Fauna und Flora sowie eine Abschätzung der Abflussverhältnisse und der Wasserbeschaffenheit.

Der **Ist-Zustand** ist der aktuelle ökologische Zustand des Gewässers einschließlich der Abflüsse und der Wasserbeschaffenheit sowie der Nutzungen des Gewässers und der Flächennutzung im Umland. Er wird zweckmäßigerweise nach einem definierten Bewertungsverfahren beschrieben. **D**

Das **Entwicklungsziel** ist die in einem überschaubaren Zeitraum aus gewässerökologischer Sicht maximal erreichbare Annäherung an den natürlichen Zustand des Fließgewässers unter Berücksichtigung der sozio-ökonomischen Bedingungen. Damit ist es ein realistisches Planungsziel unter Abwägung der gesellschaftspolitischen Randbedingungen. **D**

Das Entwicklungsziel ist unter Darlegung der vertretbaren Nutzungen hinsichtlich des künftigen ökologischen Zustandes unter Einschluss der Abflussverhältnisse und der Wasserbeschaffenheit zu erläutern. Notwendige Änderungen am Gewässer, in der Aue und im Einzugsgebiet sind zu beschreiben.

Nähere Ausführungen zu den Funktionen von Leitbild, Ist-Zustand und Entwicklungsziel in der Wasserwirtschaft finden sich bei den einleitenden Texten zu den Materialien II, III und IV.

Nach dem WHG sollen nicht naturgemäß ausgebaute natürliche Gewässer in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden (§ 31 Abs. 1 WHG). Ziel der naturnahen Unterhaltung und des naturnahen Gewässerbaus ist die Renaturierung¹ von Gewässerläufen und ihrer Aue.

D **Renaturierung** ist der Entwicklungsprozess, der zur Wiederherstellung der gewässertypischen hydrologischen, morphologischen und ökologischen Situation in und an einem Gerinnebett und seinem Überflutungsraum entsprechend seines naturnahen, nach Möglichkeit natürlichen Zustandes. Es muss sich ein möglichst gewässertypischer dynamischer Gleichgewichtszustand ausbilden.

Die Renaturierung wird mit Hilfe von naturraumangepassten Unterhaltungs- und Ausbaumethoden herbeigeführt. Als primäres Ziel gilt die Sicherung des Naturhaushaltes. Bei unverzichtbaren Gewässer- oder Umlandnutzungen ist ein gewisser Grad an Naturferne aufgrund der Restriktionen einer Kulturlandschaft nicht zu vermeiden.

Sollte am Ende eines Entwicklungsprozesses der Fließgewässerzustand mit dem Leitbild übereinstimmen, kann von Renaturierung im Wortsinne gesprochen werden.

¹⁾ Häufig synonym verwandt werden *Revitalisierung*, *Reaktivierung*.

I.4 • Arbeitsschritte zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern

Die Vorgehensweise bei der Planung von Maßnahmen, die der naturnahen Entwicklung der Fließgewässer dienen, folgt festen Verfahrensschritten, die jeweils in das Spannungsfeld „Leitbild, Ist-Zustand und Entwicklungsziel“ einzuordnen sind.

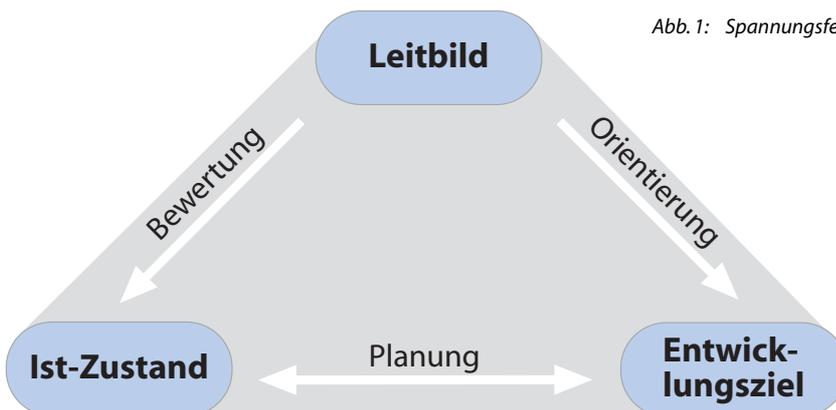


Abb. 1: Spannungsfeld „Leitbild – Ist-Zustand – Entwicklungsziel“

Die **Ermittlung des Leitbildes** erfolgt unter Berücksichtigung der heutigen potenziell natürlichen Rahmenbedingungen. Hierbei ist auf speziell für nordrhein-westfälische Gewässer erstellte Grundlagenarbeiten zurückzugreifen (s. Kap. II). Nach deren Auswertung ist ggf. noch eine Anpassung an die spezifischen Bedingungen des Planungsraumes vorzunehmen.

Die **Erhebung des Ist-Zustandes** erfasst die planungsrelevanten Bestandsdaten des Planungsraumes, so z.B. die realen Nutzungen. Für konzeptionelle Planungen wie „Konzepte zur naturnahen Entwicklung“ oder „Auenprogramme“ ist ein geringerer Detaillierungsgrad notwendig als für Ausbauplanungen (s. Kap. III und V).

Die **Bewertung des Ist-Zustandes** erfolgt leitbildbezogen, d.h. durch die Ermittlung der Abweichung des Ist-Zustandes vom Leitbild (s. Kap. III). Zurzeit liegt für die Erfassung der Gewässerstrukturgüte ein leitbildgestütztes Bewertungsverfahren vor².

Die **Festlegung von Entwicklungszielen** erfolgt auf Grundlage eines Abgleiches von Leitbild, Ist-Zustand und bestehenden wie zukünftigen Nutzungsansprüchen an das Gewässer, seine Auen und sein Einzugsgebiet. Entwicklungsziele sind somit unter Berücksichtigung der sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen festzulegen (s. Kap. IV). Die Analyse der Nutzungsansprüche kann aufzeigen, dass es zur Erreichung eines naturnahen Zustandes erforderlich ist, Nutzungsansprüche zurückzunehmen. Auch bei sehr restriktiven Randbedingungen dient hier das Leitbild der Orientierung, d.h. der naturräumlich angepassten Ausrichtung der Entwicklungsziele. Entwicklungsziele sind unter realistischen Annahmen über die Maßnahmenrealisierung in langfristig und kurz- bis mittelfristig erreichbare Entwicklungsziele zu differenzieren.

²⁾ Im Rahmen der Umsetzung der WRRL werden weitere Verfahren entwickelt.

▼ Die **Erarbeitung von Maßnahmen** folgt aus einer Defizitanalyse zwischen Ist-Zustand und den vorangehend definierten Entwicklungszielen. Jede Differenz muss unter realistischen Annahmen über die Maßnahmenrealisierung auszugleichen sein, anderenfalls sind die Entwicklungsziele kritisch zu prüfen und ggf. anzupassen (s. Kap.V).

▼ Die **Umsetzung der Maßnahmen** steht am Ende des Planungsprozesses und ist durch ein **Monitoring** zu verfolgen. Dies kann durch ein gesondertes Monitoringprogramm geschehen oder auch im Rahmen einer turnusmäßigen Wiederholungserfassung des Ist-Zustandes.

Sind die zuvor definierten Entwicklungsziele erreicht und haben sich keine wesentlichen Änderungen der sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen ergeben, die eine Aktualisierung der Entwicklungsziele notwendig machen würden, ist der Planungsprozess erfolgreich abgeschlossen.

Folgende Schritte müssen zwingend im Rahmen einer Planung und ihrer Umsetzung abgearbeitet³ werden:

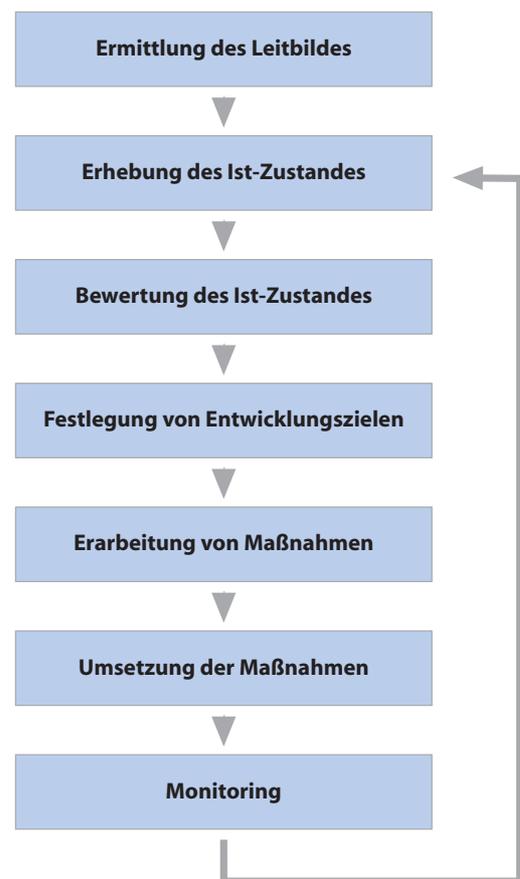


Abb. 2: Arbeitsschritte zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern

³⁾ detaillierte Darstellung s. Kap. IV, V.2, V.3

II • Leitbild	1/2
II.1 • Leitbilder „Kleine bis mittelgroße Fließgewässer“	1-79
II.2 • Leitbilder „Mittelgroße bis große Fließgewässer“	1-120
II.3 • Leitbild „Niederrhein“	1-56
II.4 • Leitbild „Weser“	1-17
II.5 • Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens	1-58

Kapitel II

II • Leitbild

Das **Leitbild** beschreibt den heutigen potenziell natürlichen Zustand eines Gewässers (hpnG). Jedoch existieren auch **irreversible Faktoren**, die die Ausprägung des Leitbildes bestimmen können. Im Rahmen der Leitbildprojekte in Nordrhein-Westfalen werden derzeit folgende anthropogen bedingte Veränderungen als irreversibel benannt:

D

- Auenlehmsedimentation
- Mineralisierung organischer Böden
- großflächige Abgrabungen (z.B. Braunkohlentagebaue) und ggf. Aufschüttungen (Halden)
- bergbaulich induzierte Reliefveränderungen
- Sohleneintiefung des Rheins bei Erreichen des tertiären Untergrundes

Zur Formulierung eines naturraumspezifischen und gewässertypischen Leitbildes eignen sich untersuchte natürliche oder naturnahe Referenzgewässer bzw. -abschnitte, die über einen anthropogen nahezu unbeeinflussten Gewässerzustand verfügen. Da solche naturnahen Parallelen in der heutigen Kulturlandschaft kaum mehr vorhanden sind, müssen die typspezifischen Referenzbedingungen insbesondere für größere Gewässer auch theoretisch hergeleitet werden.

Eine morphologische Leitbildentwicklung basiert auf der Auswertung umfangreicher Daten, wie z.B.:

- hydrologischer Verhältnisse
- historischer, geologischer, bodenkundlicher und topographischer Karten
- Neigungsverhältnissen
- Höhenlagen
- naturräumlich-heimatkundlicher Beschreibungen
- flussmorphologischer Grundlagen
- morphologisch-sedimentologischer Untersuchungen
- morphologischer Kartierungen
- physikalisch-chemischer Untersuchungen
- digitaler Höhenmodelle usw.

Für bioökologische Leitbildentwicklungen wird auf die Auswertung von aktuellen und historischen Faunadaten und weitgehende theoretische Grundlagen zurückgegriffen.

Um die Eigenschaften zu kennzeichnen, die einem Gewässertyp in unbelastetem Stadium eigen sind, wird der hpnG mit Hilfe eines Parameterkataloges beschrieben, der abiotische und biotische Einzel- und Hauptparameter enthält, so beispielsweise

- Ausdehnung, geologische Verhältnisse und Relief des Einzugsgebietes
- hydrologische Verhältnisse
- Substrat von Sohle und Aue
- Talform und Talbodenbreite
- Talboden- und Flusssohlengefälle
- Gerinnegrundriss, -längsprofil und -querprofil
- Fließgewässerdynamik
- das Auenrelief mit seinem morphologischen Formenschatz
- die heutige potenziell natürliche Vegetation
- die heutige potenziell natürliche Besiedlung verschiedener Tiergruppen

Je nach Fließgewässertyp und Größenkategorie sind ggf. Modifizierungen des Untersuchungsumfanges oder der Parameterdefinitionen vorzunehmen.

Die Merkmalsausprägungen der Idealsituation entsprechen keinem exakt definierten Gewässerzustand, sondern sind innerhalb gewisser Spannbreiten variabel. Ziel ist die Aufstellung laufabschnittsbezogener Flusslauf- und Auetyphen.

Das Leitbild darf nicht mit den Bezeichnungen „natürlicher Zustand“ oder „historischer Zustand“ gleichgesetzt werden. Es handelt sich um ein Konstrukt des heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustandes, das irreversible Faktoren miteinbezieht.

i Das Leitbild besitzt verschiedene **Funktionen im Planungsprozess**.

- Es stellt die Bewertungsgrundlage für den Ist-Zustand dar, da es der höchsten Wertstufe von Verfahren zur Bewertung von Gewässerökosystemzuständen entspricht. Anthropogen bedingte Abweichungen von dem Idealtypus werden anhand verschiedener Merkmale klassifiziert
- dient der Orientierung bei der Ermittlung und Definition naturnaher gewässertypischer Entwicklungsziele durch die Beschreibung der heutigen potenziell natürlichen Verhältnisse und kann infolgedessen gewässeruntypische Gestaltungen verhindern
- nimmt Einfluss auf die konzeptionelle Maßnahmenentwicklung
- gibt leitbildspezifische Handlungsanweisungen im gesamten wasserwirtschaftlichen Planungsprozess
- soll den Erhalt naturraumtypischer Gewässer mit einem naturnahen Abflussgeschehen einschließlich standortgerechter Biozönosen unterstützen

Die Zuweisung von Planungsobjekten zum adäquaten Fließgewässertypus und Leitbildzustand ist sorgfältig zu prüfen. Laufabschnittsspezifische Eigenheiten eines Gewässers, die die Ausprägung des heutigen potenziell natürlichen Zustandes bestimmen, können die Übertragbarkeit von Typologien und Leitbildern einschränken. Diese müssen in jeder Planung anhand der lokalen Gegebenheiten kontrolliert und gegebenenfalls angepasst werden.

Das Leitbildkonstrukt entspricht inhaltlich den so genannten Referenzberechnungen im Sinne der WRRL. Für Gewässer ohne belastbare reale Referenzen können somit die nachfolgend beschriebenen Leitbilder herangezogen werden. Hinsichtlich der Typologie für die Umsetzung der WRRL muss auf die Vorgaben der LAWA zurückgegriffen werden. Die NRW-spezifischen Arbeiten sind in die aktuelle LAWA-Typologie (2003) eingeschlossen



II.1 • Leitbilder „Kleine bis mittelgroße Fließgewässer“

Die „Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen - Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen“ beschreiben die heutigen potenziell natürlichen Zustände für Fließgewässer bis ca. 10 m Spiegelbreite.

Nach Begriffsdefinitionen und Erläuterungen zur natürlichen Vielfalt von Tiefland- und Mittelgebirgsbächen werden die einzelnen Fließgewässerlandschaften - von denen insgesamt vier für das Tiefland und sechs für das Mittelgebirge unterschieden werden können - sowohl deskriptiv als auch in Form einer Karte der Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens (s. Kap. II.4) dargelegt.

Anhand der zehn Gewässerlandschaften werden die jeweils vorherrschenden Fließgewässertypen vorgestellt, zu deren Abgrenzung und Beschreibung grundsätzliche Merkmale von Geologie und Böden des Einzugsgebietes, zu Gewässermorphologie, Hydrologie, Chemismus sowie Flora und Fauna herangezogen werden.

Das Typensystem ist durch zwei Gliederungsebenen gekennzeichnet. Die erste Gliederungsebene ist eine räumliche Ebene, die im Tiefland als geologisch-pedologische Ebene bezeichnet wird und anhand derer sich fünf regionale Sohlsubstrattypen ausweisen lassen.

Im Mittelgebirge wird sie als geologisch-längszonale Ebene benannt, die zur Ausweisung von neun geologisch-längszonalen Fließgewässertypen führt. Bei der zweiten Gliederungsebene handelt es sich um eine funktionale Ebene, die durch die Hydrologie der Bäche repräsentiert wird und mit deren Hilfe sich vier hydrologische Typen differenzieren lassen.

Beide Gliederungsebenen sind miteinander zu kombinieren und veranschaulichen durch Beschreibungen der einzelnen Typen und Illustrationen typusspezifischer Gewässerstrukturen, Pflanzen- und Tierarten die Leitbilder für Tiefland- und Mittelgebirgsbäche.

Die leitbildgemäßen Ausprägungen der verschiedenen Fließgewässertypen werden in tabellarischer Form beschrieben, so dass eine Zuordnung vom Planungsobjekt Fließgewässer zum adäquaten Leitbild erleichtert wird. Abschließend finden sich allgemeine Handlungsanweisungen zur Anwendung von Leitbildern in der Praxis.

Die erarbeiteten Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen stellen die Bewertungsgrundlage für die Gewässerstrukturgüte dar (s. Kap. III.1).

Die beschriebenen Leitbilder bilden zudem die Grundlage für eine naturorientierte Gewässerplanung, da sie unmittelbar Eingang in den Planungsprozess finden (s. Kap. IV).



II.1 • 1 Einleitung

Die folgende Ausarbeitung fasst die Ergebnisse zweier Studien zur Typologie und Leitbildbeschreibung von Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen zusammen. Beide Studien wurden vom Institut für Ökologie (Abteilung Hydrobiologie) der Universität-GH Essen im Auftrag des MURL erstellt (Dezember 1991 bis Dezember 1994: „Zielvorgaben und Handlungsanweisungen für die Renaturierung von Tieflandbächen in Nordrhein-Westfalen“, September 1995 bis Juni 1998: „Typisierung und Leitbildfindung für kleine und mittelgroße Fließgewässer des Mittelgebirgsraumes NRW“). Die Studien sind eingebunden in das Gewässerrenaturierungsprogramm und die Zielvorgaben der Naturschutzpolitik des Landes.

Damit liegt für Nordrhein-Westfalen flächendeckend für alle Fließgewässer bis ca. 10 m Spiegelbreite eine Unterteilung in Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen vor.

Ziel der Untersuchungen ist es, das in Nordrhein-Westfalen vorhandene Spektrum an Gewässertypen aufzuzeigen und Morphologie, Chemismus und Fauna naturnaher Gewässer zu beschreiben. Es werden damit wesentliche Grundlagen und Maßstäbe zu allen Fragen der Bewertung von Fließgewässern dargestellt. Für das Verfahren der Strukturgütekartierung definieren die beschriebenen Fließgewässertypen in ihrem potenziell natürlichen Zustand die Gewässermorphologie der Strukturgüteklasse 1.

Darüber hinaus stellen die Beschreibungen der unterschiedlichen Gewässercharakteristika Wegweiser dar für ökologische Verbesserungsmaßnahmen bis hin zu Renaturierungen. Damit wird die „Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen“ in Teilen ergänzt und konkretisiert.

II.1 • 2 Was sind Leitbilder – wofür werden sie gebraucht?

Das Leitbild eines Fließgewässers orientiert sich an der natürlichen Funktionsfähigkeit des Gewässerökosystems. In den Leitbildern der nordrhein-westfälischen Fließgewässertypen werden die wesentlichen Merkmale zu Geologie und Boden des Einzugsgebietes, zu Hydrologie, Chemismus und Gewässermorphologie herangezogen, um die Spannen zu kennzeichnen, die den Gewässertypen in naturnahem Zustand eigen sind. Arten der Fauna und Flora, die in den Bachtypen regelmäßig vorkommen und charakteristisch sind, gehören ebenfalls zum Leitbild.

Mit Hilfe der erarbeiteten Leitbilder ist es möglich, Fließgewässer individuell und den einzelnen Gewässerlandschaften und Naturräumen gemäß zu betrachten und gegebenenfalls zu entwickeln.

Das Leitbild ist Grundlage für die Bewertung von Fließgewässerökosystemen und besitzt dabei als Maßstab die höchste Wertstufe. Es bietet weiterhin eine Orientierung bei der Planung von ökologischen Verbesserungen wie der naturnahen Unterhaltung und dem naturnahen Ausbau. Dabei muss das Entwicklungsziel (Soll-Zustand) nicht notwendigerweise mit dem Leitbild deckungsgleich sein, da in der Praxis vielfach neben den ökologischen Funktionen auch andere gesellschaftspolitische Rahmenbedingungen und Ansprüche der verantwortlichen Interessenträger und Nutzer berücksichtigt werden müssen. Das Leitbild definiert jedoch den ökologischen Maßstab, gegenüber welchem andere Planungsvorhaben abgewogen werden müssen. Stimmen am Ende eines Entwicklungsprozesses der Zustand des Fließgewässers und das Leitbild überein, so kann von „Renaturierung“ gesprochen werden.

Die Vorgehensweise vom Planungsobjekt Fließgewässer zu entsprechenden Maßnahmen und die Bedeutung naturraumtypischer Leitbilder wird in Abbildung 1 verdeutlicht.

Der einheitliche Gebrauch der verwendeten Fachbegriffe ist eine Grundvoraussetzung für die Verständigung zwischen unterschiedlichen Fachdisziplinen. Daher werden im Folgenden die wichtigsten Begriffe definiert:

Nach der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) definiert das **Leitbild** den Zustand eines Gewässers anhand des heutigen Naturpotentials des Gewässerökosystems auf der Grundlage des Kenntnisstandes über dessen natürliche Funktionen. Das Leitbild schließt insofern nur irreversible anthropogene Einflüsse auf das Gewässerökosystem ein. Das Leitbild beschreibt kein konkretes Sanierungsziel, sondern dient in erster Linie als Grundlage für die Bewertung des Gewässerökosystems. Es kann lediglich als das aus rein fachlicher Sicht maximal mögliche Sanierungsziel verstanden werden, wenn es keine sozio-ökonomischen Beschränkungen gäbe. Kosten-Nutzen-Betrachtungen fließen daher in die Ableitung des Leitbildes nicht ein. Das Leitbild besitzt keinen Bezug zu einem konkreten historischen Zustand.

Das **Entwicklungsziel** definiert den möglichst naturnahen, aber unter gegebenen sozio-ökonomischen Bedingungen realisierbaren Zustand eines Gewässers nach den jeweils bestmöglichen Umweltbewertungskriterien unter Einbeziehung des gesamten Einzugsgebietes. Es ist das realistische Sanierungsziel unter Abwägung der gesellschaftspolitischen Randbedingungen der verantwortlichen Interessenträger und Nutzer. Die Abwägung bezieht Kosten-Nutzen-Betrachtungen ein.

Der **Ist-Zustand** beschreibt den aktuellen Zustand des Ökosystems Gewässer. Er wird nach definierten Bewertungsverfahren beschrieben (z.B. Gewässerstrukturgütekartierung, Saprobienindex) und umfasst darüber hinaus Angaben zum Geochemismus, zur Wasserführung, zur Makrozoobenthos- und Fischbesiedlung, zur Vegetation und zur Nutzung. Aus der Differenz des Ist-Zustandes zum Entwicklungsziel ergibt sich der aktuelle Sanierungsbedarf.

Unter einer **Fließgewässerlandschaft** wird ein Landschaftsraum verstanden, der in Bezug auf die gewässerprägenden geologischen und geomorphologischen Bildungen als weitgehend homogen zu bezeichnen ist, jedoch in Abhängigkeit von den Böden, der Hydrologie oder der Lage im Längsverlauf eines Gewässers mehrere Gewässertypen enthalten kann. Die geographische Lage der Gewässerlandschaften ist als orientierender Überblick kartographisch darstellbar, die Gewässertypen selbst können innerhalb der Gewässerlandschaften kleinräumig wechseln.

Leitarten sind Arten des Makrozoobenthos oder der Fischfauna, die in einem Gewässertyp herrschenden Lebensbedingungen charakterisieren und diesen in der Regel auch bevorzugt besiedeln. Ein vereinzelt Auftreten in anderen Gewässertypen ist möglich, jedoch sind die Stetigkeit ihres Auftretens und ihre Abundanz dort deutlich geringer als in dem von ihnen bevorzugten Gewässertyp.

Begleiter sind Taxa, die aspektbeherrschend und mit hoher Stetigkeit und Abundanz in einem Gewässertyp vorkommen. Ihr Vorkommen ist nicht auf einen einzelnen Gewässertyp beschränkt, sondern sie können mit vergleichbarer Stetigkeit und Abundanz auch in mehreren Gewässertypen oder Gewässerlandschaften vorkommen. Erst wenn sie in allen Gewässertypen auftreten, werden sie dem Grundarteninventar zugerechnet.

Unter **Grundarten** werden Taxa zusammengefasst, die weitgehend typusunspezifisch die meisten naturnahen Gewässer der jeweiligen Region – Tiefland oder Mittelgebirge – besiedeln. Das Vorfinden mehrerer der aufgeführten Grundarten in einem Untersuchungs-gewässer gibt bereits erste Hinweise auf einen naturnahen Zustand des Gewässers.

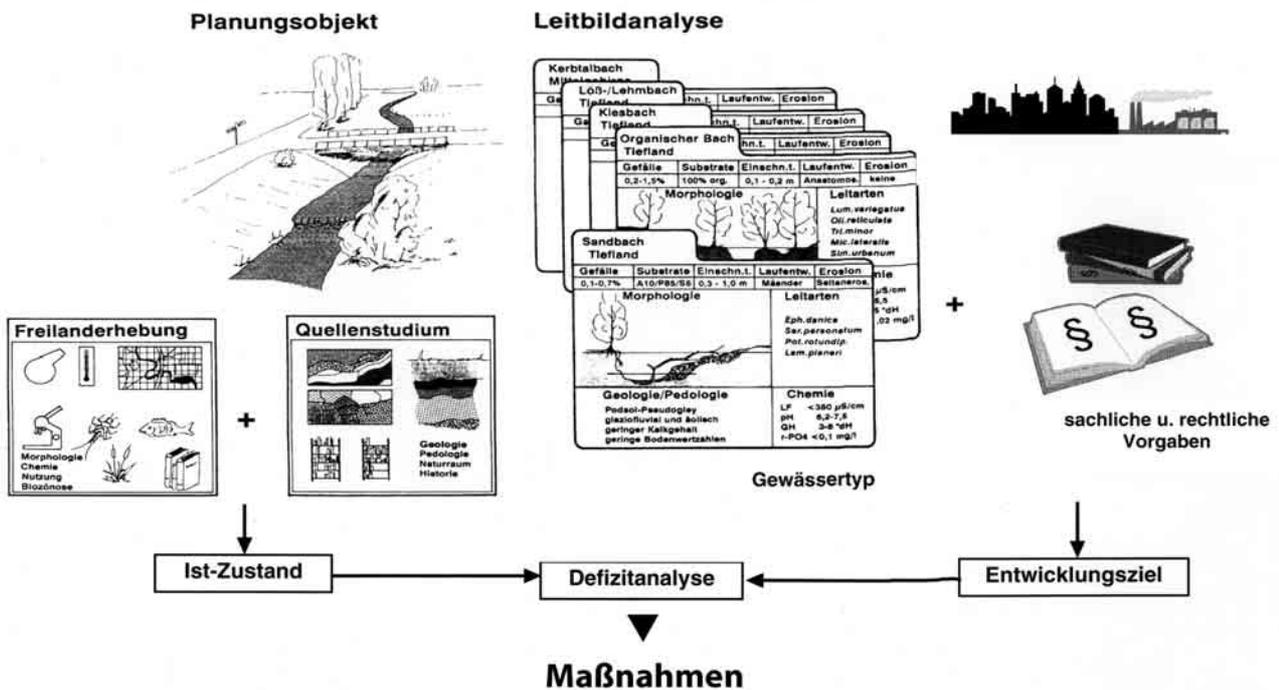


Abb. 1: Der Weg von der Analyse des Planungsobjektes über die Festlegung des Entwicklungszieles zur Ableitung von Maßnahmen.

II.1 • 3 Die natürliche Vielfalt von Tiefland- und Mittelgebirgsbächen

Fließgewässer werden aufgrund ihrer Höhenlage in Tiefland- und Mittelgebirgsbäche eingeteilt. Diese Abgrenzung findet im Wesentlichen in einem unterschiedlichen Gefälle Ausdruck und führt zu den vorherrschenden Erscheinungsbildern von starker Strömung und steiniger Bachsohle im Mittelgebirge und schwacher Strömung und feinkörnigen Substraten im Tiefland.

Aber auch innerhalb dieser beiden Naturräume gibt es eine große Vielfalt von regionalen Bachtypen, die sich in den Talformen, in der Laufentwicklung, den Sohlsubstraten und in der jahreszeitlichen Abflussverteilung unterscheiden. Im Tiefland beruht diese Vielfalt in erster Linie auf den prägenden Bedingungen des Eiszeitalters (Quartär) (Abb. 2), aber auch der Nacheiszeit: Grund- und Endmoränen, Urstromtäler mit ihren Terrassen, Schmelzwassersande, Flugsande und Lössablagerungen des Eiszeitalters und Moorbildungen der Nacheiszeit bestimmen bis heute das Landschaftsrelief und die Substratbedingungen in den Tieflandfließgewässern und nehmen Einfluss auf deren hydrologisches Regime und den Chemismus des Wassers.

Die Geländeformen der Mittelgebirgsregion sind älter als die des Tieflandes. Ihre Entstehung reicht bis in das Tertiär zurück. Vorkommen und Verbreitung von zertalten Rumpfflächen, Schichtstufen und Bruchschollen erklären sich aus der unterschiedlichen Verwitterungsbeständigkeit der Gesteine, der Beanspruchung und Umwandlung (Metamorphose) während der Gebirgshebung sowie dem Zeitpunkt der Hebung.

Durch linienhafte Erosion des fließenden Wassers wirkten die Gewässer entscheidend an der Entstehung der heutigen Oberflächengestalt mit (Abb. 3). Die den jeweiligen Landschaften eigenen Talformen und Substratbedingungen in den Gewässern sind Ausdruck ihrer Entstehungsgeschichte (Genese). Wie im Tiefland ist somit auch im Mittelgebirge die unterschiedliche Genese der Landschaftsräume Grundlage der Vielfalt der Fließgewässertypen, die heute anhand der Gewässerstruktur, der Abflussverhältnisse und des Wasserchemismus unterschieden werden können.

Die naturräumliche Gliederung des Tieflandes und des Mittelgebirges in Haupt- und Untereinheiten richtet sich nach diesen Gegebenheiten.

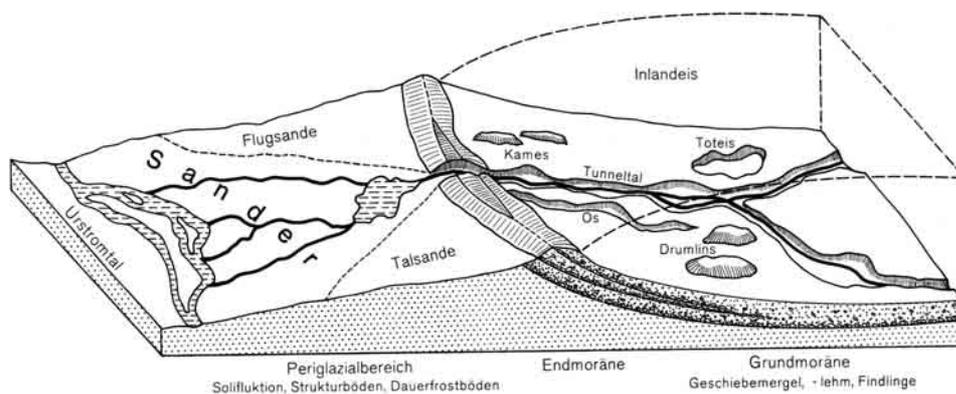
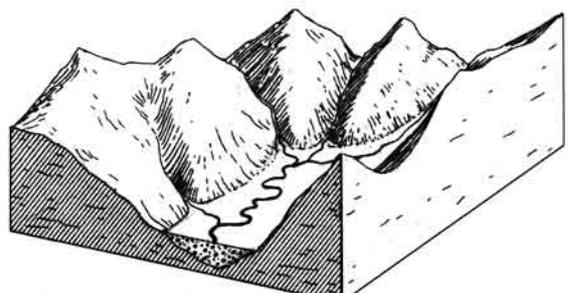


Abb. 2: Ausbildungsformen von Fließgewässern und ihren Tälern im Tiefland durch die Eiszeit (so genannte „glaziale Serie“) (aus Teglitz 1991).

Abb. 3: Kerbtäler, Kerbsohlentäler und Auensedimente als Beispiel für Ausbildungsformen von Fließgewässern und ihren Tälern im Mittelgebirge (aus Briem im Druck).



II.1 • 4 Fließgewässerlandschaften in Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen liegt im Übergang vom Norddeutschen Tiefland zur deutschen Mittelgebirgsschwelle und ist zu etwa gleichen Anteilen diesen Naturräumen zuzurechnen. Die Zuordnung der Fließgewässerlandschaften zum Tiefland oder zum Mittelgebirge richtet sich nach dieser Einteilung. Nordrhein-Westfalen lässt sich in zehn Fließgewässerlandschaften gliedern, die sich aufgrund ihrer naturräumlichen Gegebenheiten deutlich voneinander unterscheiden (Abb. 4). Vier dieser Gewässerlandschaften liegen im Tiefland, sechs im Mittelgebirge.

- Die Fließgewässerlandschaft der „*Sandgebiete*“ ist von quartären Sandablagerungen geprägt, die als Flugdecksande oder als Schmelzwassersande (Sander) in mehr oder weniger mächtiger Lage dem Deckgebirge aufliegen. Die Sandgebiete sind hügelig oder flachwellig, teilweise sanft geneigt oder fast eben, dabei finden sich durch Sandverwehungen lokale Dünenbildungen. Als Bodentypen sind Podsol oder Podsolgley kennzeichnend. Der Kalkgehalt des Bodens ist von Natur aus gering bis mittel, die Böden und Gewässer sind in den Sandgebieten des Niederrheins oft silikatisch und dann tendenziell sauer, im Münsterländer Kreidebecken dagegen in der Regel karbonatisch.
- Die Fließgewässerlandschaft der „*Verwitterungsgebiete und Flussterrassen*“ ist einerseits von Sedimenten gekennzeichnet, die vor der Quartärzeit (Eiszeitalter) abgelagert wurden. Hierbei handelt es sich bei den Verwitterungsgebieten überwiegend um kreidezeitliche Sedimente. Diese stellen ein Festgestein dar, das als Schichtstufenland mit Plateaus und einer Folge von treppenförmigen Absätzen aus der umliegenden Landschaft herausgehoben ist. Die Reliefenergie ist somit besonders an den Rändern dieser Gewässerlandschaft bedeutend größer als in den anderen Gewässerlandschaften des Tieflandes. Als Verwitterungsprodukt des Gesteins sind die Bodentypen Braunerde, Rendzina und Pseudogley charakteristisch. Der Kalkgehalt ist mäßig bis hoch. Verwitterungsgebiete sind die Eckpfeiler des Kernmünsterlandes: die Baumberge im Nordwesten, die Beckumer Berge im Südosten und die Lipper Höhen im Südwesten.
- Die Fließgewässerlandschaft der „*Lössgebiete*“ ist von tonig-schluffigen, äolischen Ablagerungen der Eiszeitalter geprägt. Die Lösszone erstreckt sich als ebene, sanft geneigte Fläche im Vorland der Mittelgebirge. Kennzeichnender Bodentyp ist die Braunerde mit mittlerem bis hohem Kalkgehalt. Zu den Lössgebieten zählen die gesamte Niederrheinische Bucht, der Westenhellweg und die Hellwegbörden.
- Die Fließgewässerlandschaft der „*Niederungsgebiete*“ ist durch holozäne Flussablagerungen (Auelehm, Niedermoor) gekennzeichnet. Niederungsgebiete begleiten als ausgedehnte Schwemmebenen die großen Flussläufe und ihre Nebengewässer. Hauptsächliche Bodentypen sind Gley, Anmoorgley und Niedermoor. Der Kalkgehalt wird in hohem Grad von der Beschaffenheit des Grundwassers in den benachbarten Gewässerlandschaften beeinflusst. Niederungsgebiete sind weite Teile des Niederrheinischen Tieflandes, die Ebenen der Ems, Lippe, Emscher und einiger kleinerer Flüsse.
- Die Fließgewässerlandschaft des „*Silikatischen Grundgebirges*“ zeichnet sich durch das Vorkommen von sauren metamorphen Gesteinen, hauptsächlich Tonschiefer aus dem Devon und Karbon, aus. Die daraus hervorgehenden Braunerden weisen einen geringen bis mäßigen Kalkgehalt auf. Die reich gegliederte Landschaft wird von einem fein verästelten, dichten Gewässernetz durchzogen, dessen Ausbildung durch die hohen Niederschläge, das steile Relief und die geringe Durchlässigkeit des Untergrundes begünstigt wird. Die Abflusspenden sind dementsprechend hoch. Das Silikatische Grundgebirge nimmt von allen Fließgewässerlandschaften den größten Flächenanteil ein. Es umfasst große Teile des Süderberglandes und der Eifel.

- Die Fließgewässerlandschaft „*Vorland des Silikatischen Grundgebirges*“ besteht aus einem Mosaik von mesozoischen und devonischen Gesteinen, unter denen Sandsteine sowie Ton- und Mergelsteine dominieren. Ihre flachwelligen Geländeformen heben sich gegenüber den reliefreichen, tief zertalten Schiefergebieten des Silikatischen Grundgebirges im Süden und Südwesten deutlich ab und leiten als schräge Rampe in die Gewässerlandschaften des Tieflandes über. Der Kalkgehalt der Böden wechselt kleinräumig in Abhängigkeit vom Ausgangsgestein. Die geringen Niederschlagsmengen von 600 – 700 mm sind bedingt durch die Lage im Regenschatten des Hohen Venn. Soweit die Einzugsgebiete der Fließgewässer innerhalb des Vorlandes des Silikatischen Grundgebirges liegen, sind ihre Abflussspenden niedrig. Neben der Mechernicher Voreifel gehören die nördlichen Randgebiete der Eifel zum Vorland des Silikatischen Grundgebirges.
- Die Fließgewässerlandschaft der „*Vulkangebiete*“ ist durch tertiären Vulkanismus geprägt. Harte verwitterungsbeständige Ergussgesteine (Basalt, Latit, Trachyt) bilden den Kern der steil aufragenden Bergkegel, die von einer Decke aus weichen Trachyttuffen ummantelt werden. Die Nähe zur tief liegenden Erosionsbasis des Rheins begünstigt die Ausbildung tief eingeschnittener Täler. Der Kalk- und Basengehalt der Braunerden ist mäßig und liegt nur im Bereich basischer Magmatite höher. Durch die Lage im Regenschatten der Eifel sind die Abflussspenden gering. Die Verbreitung der Vulkangebiete beschränkt sich in Nordrhein-Westfalen auf das Siebengebirge.
- Die Fließgewässerlandschaft des „*Schwach-karbonatischen Deckgebirges*“ ist durch eine Vielzahl mesozoischer Sedimentgesteine geprägt. Die Ausbildung der vielgestaltigen Geländeformen beruht auf der intensiven Beanspruchung der Gesteine während der saxonischen Gebirgsbildung (Hebung, Senkung und Überschiebung von Schichten, Bruchschollenbildung) und reicht daher von steilen Schichtrippen über Berg- und Hügelländer bis hin zu Gräben und Mulden. Der Kalk- und Basengehalt der dominierenden Mergel- und Tonsteine ist mäßig, im Sandstein gering. Die Lage der Bergkämme führt zu einer unausgeglichene Niederschlagsverteilung mit hohen Niederschlägen entlang des Teutoburger Waldes und Eggegebirges und geringeren Niederschlägen in den östlich anschließenden Berg- und Hügelländern. Dies macht sich durch eine von Westen nach Osten abnehmende Gewässernetzdichte bemerkbar.
- Das Schwach-karbonatische Deckgebirge ist vor allem im Nord-Westen glazial beeinflusst. Löss bedeckt fleckenhaft das Festgestein und beeinflusst je nach Mächtigkeit der Auflage und der Steilheit des Reliefs die Gewässermorphologie. Da im Unterschied zu den durchweg gefällearmen Lössgebieten des Tieflandes im Mittelgebirge höhere Gefälle auftreten und die Gewässersohle regelmäßig gröberes Geschiebe enthält, wurden die lössbeeinflussten Gebiete im Schwach-karbonatischen Deckgebirge nicht als eigenständige Fließgewässerlandschaft ausgewiesen. Das Schwach-karbonatische Deckgebirge nimmt einen Großteil des Weserberglandes (Ravensberger Hügelland, Lipper Bergland, Steinheimer und Warburger Börde) ein.
- Die Fließgewässerlandschaft der „*Muschelkalkgebiete*“ wird durch die Eigenschaften der mesozoischen Karbonatgesteine geprägt. Die verwitterungsbeständigen Kalksteine ragen als Schwellen (z. B. Brakeler Schwelle) aus weichen Keuperschichten heraus. Kennzeichnende Bodentypen der Muschelkalkgebiete sind Rendzinen und basen- und kalkreiche Braunerden. Durch Karsterscheinungen im Untergrund ist die Quell- und Gewässernetzdichte gering. Viele Bäche entspringen daher im angrenzenden Schwach-karbonatischen Deckgebirge und treten in ihrem Verlauf in die Gewässerlandschaft der Muschelkalkgebiete ein. Die Fließgewässerlandschaft der Muschelkalkgebiete ist im Oberen Weserbergland verbreitet, mit einem Kerngebiet im Bereich der Brakeler Schwelle.
- Die Fließgewässerlandschaft der „*Verkarsteten Kalkgebiete*“ zeichnet sich durch das Vorkommen klüftiger Kalkgesteine aus. Der Kalk- und Basengehalt der vorherrschenden Bodentypen Rendzina und Braunerde ist hoch. Die Landschaft ist eben bis hügelig, aber durch tief eingeschnittene Kastentäler gegliedert. Die Gewässernetzdichte

der Verkarsteten Kalkgebiete ist sehr gering, da ein Großteil der Niederschläge im unterirdischen Kluftwassersystem fließt. Viele Fließgewässer werden als „Fremdlingsgewässer“ durch Zuflüsse aus angrenzenden Gewässerlandschaften gespeist. Zu den Verkarsteten Kalkgebieten zählen die Paderborner Hochfläche, der Südwestrand des Teutoburger Waldes und die Massenkalkinseln des Rheinischen Schiefergebirges.

Die Übersichtskarte der Fließgewässerlandschaften dient dem Anwender für die Praxis als Orientierungshilfe, welchem Bachtyp ein Planungsobjekt räumlich zuzuordnen ist und welches Leitbild demnach zugrunde gelegt werden muss. Die Ausweisung großräumiger Gewässerlandschaften und ihre kleinmaßstäbliche Darstellung führen zwangsläufig zu einer Verallgemeinerung der natürlichen Verhältnisse. So lassen sich Übergänge zwischen den Fließgewässerlandschaften, hervorgerufen z. B. durch die unterschiedliche Mächtigkeit der Lössbedeckung oder den kleinräumigen Schichtwechsel im Mittelgebirge, nicht immer trennscharf abbilden. Daher bleibt die Auswertung weiterer, detaillierter naturräumlicher und hydrogeologischer Beschreibungen sowie geologischer und bodenkundlicher Karten ein unverzichtbarer Bestandteil bei der Zuordnung von Planungsobjekten zum Leitbild.

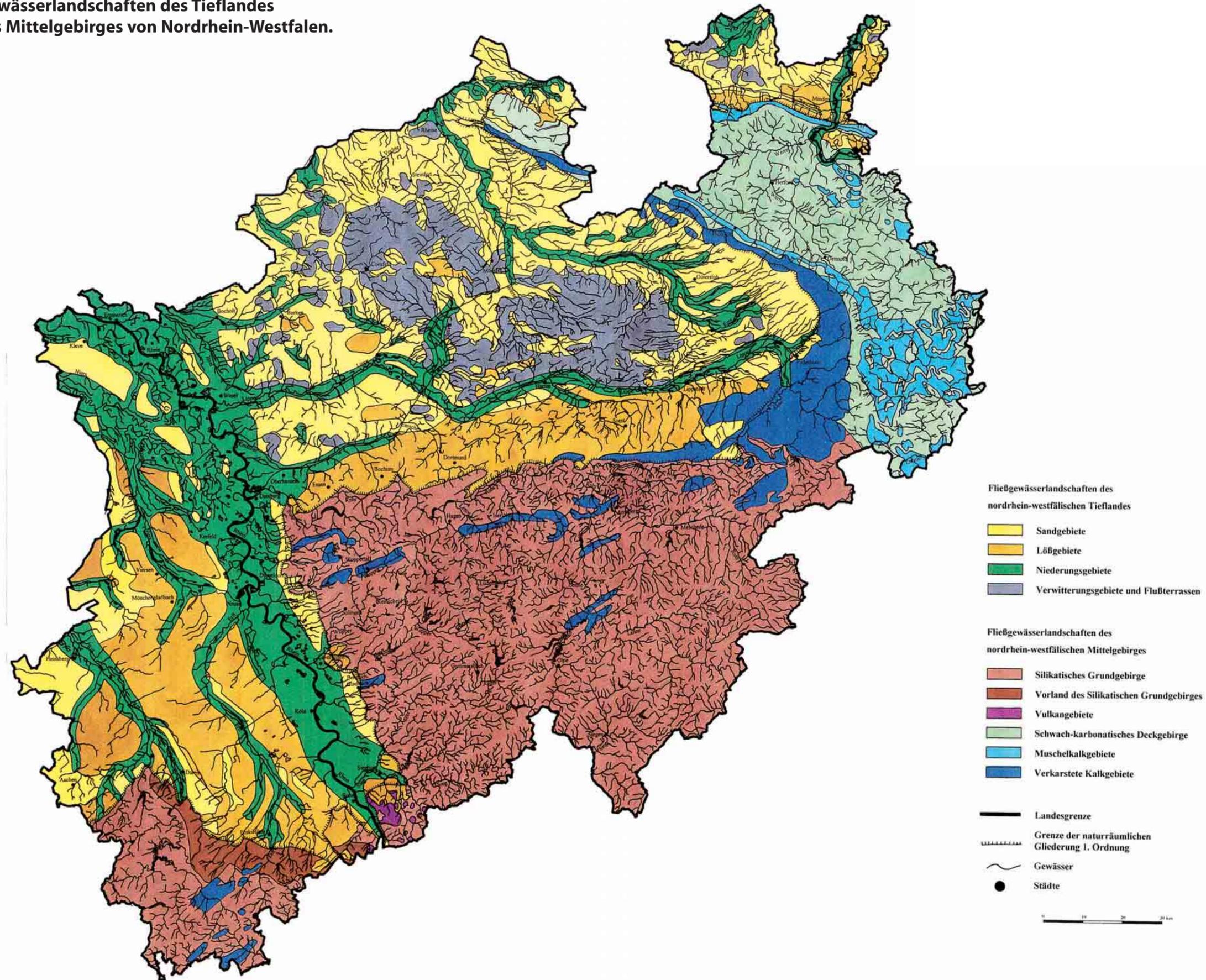
Übersichtskarte der Fließgewässerlandschaften des Tieflandes und des Mittelgebirges von Nordrhein-Westfalen. (Abb. 4)

Das Tiefland besteht aus den Großlandschaften

- I: Niederrheinisches Tiefland,
- II: Niederrheinische Bucht,
- III: Westfälische Bucht, das Mittelgebirge aus den Großlandschaften
- IV: Weserbergland,
- V: Eifel / Siebengebirge und
- VI: Süderbergland gemäß DINTER, W. (1986):
Naturräumliche Grundlagen zur Regionalisierung der Roten Liste. -
Schriftenreihe der LÖLF NW Band 4.

Eine aktualisierte und feiner geliederte Karte der Fließgewässerlandschaften
findet sich in Kap. II.5.

**Fließgewässerlandschaften des Tieflandes
und des Mittelgebirges von Nordrhein-Westfalen.**



Bearbeitung: Abteilung Hydrobiologie der Universität GH Essen, 1998
 Kartengrundlage: Gewässernetzkarte 1 : 300.000 (LUA)

II.1 • 5 Typologie von Tiefland- und Mittelgebirgsbächen

Die Fließgewässertypen des Tieflandes und des Mittelgebirges lassen sich in einem gemeinsamen System darstellen (Abb. 5). Neben einer „räumlichen“ Betrachtungsebene wurde eine „funktionale“ Ebene als Gliederungskriterium ausgewiesen. Die räumliche Ebene umfasst „sichtbare“ Eigenschaften der Gewässer wie z. B. die Sohlsubstrate und die Talformen und wird im Tiefland als geologisch-pedologische, im Mittelgebirge als geologisch-längszonale Ebene bezeichnet. Die funktionale Ebene wird durch die Hydrologie der Bäche repräsentiert.

Das Typensystem wurde für Fließgewässer mit einer Wasserspiegelbreite bis etwa 10 m entwickelt. Flüsse sowie Quellen und Quellabflüsse werden mit diesem System nicht erfasst.

Im Tiefland spiegeln sich vor allem die Verhältnisse der Geologie und der Böden in den Sohlsubstraten der Fließgewässer wider. In jeder Gewässerlandschaft hat deshalb mindestens ein Fließgewässertyp („Sohlsubstrattyp“) seinen Verbreitungsschwerpunkt. Im nordrhein-westfälischen Tiefland werden fünf regionale Typen unterschieden: Der Gewässerlandschaft der *Sandgebiete* sind als vorherrschende Sohlsubstrattypen das „Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen“ und das „Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen“ zugeordnet, der Gewässerlandschaft der *Verwitterungsgebiete und Flussterrassen* das „Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen“ und der Gewässerlandschaft der *Lössgebiete* das „Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften“. In der Gewässerlandschaft der *Niederungsgebiete* befindet sich das „Fließgewässer der Niederungen“.

Im Mittelgebirge spielt neben den Verhältnissen der Geologie die Längszonierung der Fließgewässer bei der Typisierung eine bedeutende Rolle. Sie findet in unterschiedlichen Gefälleverhältnissen und Talformen eines Gewässers Ausdruck. Wo es für die Beschreibung der Leitbilder notwendig erschien, wurde eine längszonale Gliederung innerhalb der Gewässerlandschaften vorgenommen. In den neun Gewässertypen des Mittelgebirges sind die wichtigsten geologisch-längszona-

len Typen zusammengefasst: die Gewässerlandschaft des *Silikatischen Grundgebirges* beinhaltet die drei Typen „Kerbtalbach im Grundgebirge“ sowie „Kleiner und Großer Talauebach im Grundgebirge“, die Gewässerlandschaft *Vorland des Silikatischen Grundgebirges* den „Collinen Bach“, die Gewässerlandschaft der *Vulkangebiete* den „Bach der Vulkangebiete“, die Gewässerlandschaft des *Schwach-karbonatischen Deckgebirges* die zwei Typen „Kleiner und Großer Talauebach im Deckgebirge“, die Gewässerlandschaft der *Muschelkalkgebiete* den „Muschelkalkbach“ und die Gewässerlandschaft der *Verkarsteten Kalkgebiete* den „Karstbach“.

Die zweite wichtige Gliederungsebene ist die Hydrologie der Bäche: Je nach Lage und Mächtigkeit wasserleitender und stauender geologischer Schichten sowie der Durchlässigkeit und Speicherfähigkeit des Grundwasserleiters lassen sich als hydrologische Typen der „Grundwassergeprägte Bach“, der „Grundwasserarme (= Oberflächenwassergeprägte) Bach“, der „Sommer-trockene Bach“ und der „Ephemere Bach“ unterscheiden. Der Grundwassergeprägte Bach wurde ausschließlich im Tiefland, der Ephemere Bach nur im Mittelgebirge gefunden.

Das Kreissymbol verdeutlicht, dass es prinzipiell Übergänge zwischen den Sohlsubstrattypen bzw. den geologisch-längszonalen Typen innerhalb der Kreise geben kann. Des Weiteren kommen z. B. im Tiefland sandgeprägte Fließgewässer in Einzelfällen in „Verwitterungsgebieten und Flussterrassen“ vor oder im Mittelgebirge Colline Bäche im „Silikatischen Grundgebirge“. Gleichermaßen treten Übergänge bei den hydrologischen Typen auf.

Beide Gliederungsebenen (Geologie/Boden bzw. Längszonierung und Hydrologie) sind miteinander zu kombinieren. Die tatsächlich vorgefundenen Verknüpfungsmöglichkeiten sind in Tabelle 1.1 und 1.2 aufgeführt. Daraus resultieren je 13 Kombinationen für das nordrhein-westfälische Tiefland und Mittelgebirge.

Die Definitionen der Sohlsubstrat- bzw. geologisch-längszonalen Typen sowie der hydrologischen Typen und ihre charakteristischen Eigenschaften werden in den folgenden Abschnitten ausführlich dargestellt. Diese Beschreibungen stellen die Leitbilder für Tiefland- und Mittelgebirgsbäche dar. Nur die gemeinsame Betrachtung der räumlichen und der funktionalen Ebene führt zu einer vollständigen Erfassung des Leitbildes. Zur Beschreibung gehören die Tabellen 1.1, 1.2 und 2 (s. Kapitel II.1 • 6), in denen die Spannen der charakteristischen Parameter für die Sohlsubstrat- bzw. geologisch-längszonalen Typen sowie der hydrologischen Typen nebeneinander gestellt sind. Die Terminologie der gewässermorphologischen Parameter richtet sich nach dem Verfahren der Struktur-gütekartierung.

II.1 • 5.1 Fließgewässertypen der „Sandgebiete“

In den Sandgebieten, die im letzten Jahrhundert vielfach als Heiden genutzt wurden (Hinweis: Flurnamen!), sind zwei deutlich unterscheidbare Sohlsubstrattypen verbreitet, die hier als *Organisch geprägtes* und als *Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* bezeichnet werden.

Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen

Das Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen (Bild 1) besitzt eine Sohle aus Torf, Detritus, Holz und anderen organischen Materialien (Bild 2, Abb. 6). Es ist tendenziell sauer und führt weiches, dystrophes, durch Huminstoffe oft bräunlich gefärbtes Wasser. Kennzeichnende Talform ist das Sohlen-Auental, auf dessen flacher Sohle der Bach unregelmäßige, untereinander verbundene Lauf-rinnen (Anastomosen) bildet.

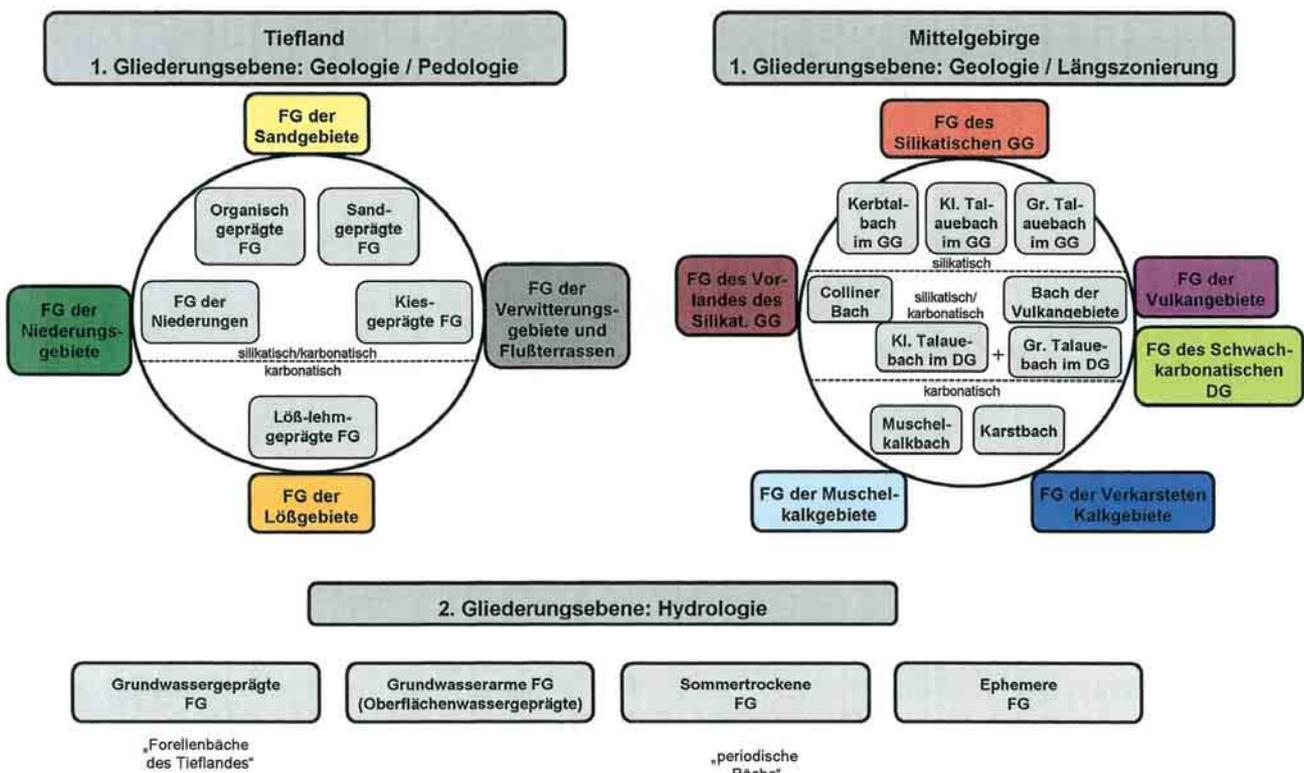


Abb. 5: Das Typensystem für die Tiefland- und Mittelgebirgsbäche Nordrhein-Westfalens mit den Gliederungsebenen Geologie/Pedologie (Tiefland) bzw. Geologie/Längszonierung (Mittelgebirge) und Hydrologie (FG: Fließgewässer; GG: Grundgebirge; DG: Deckgebirge).

Das Bachbett ist nur relativ gering in das umgebende Sohlental eingeschnitten, die einzelnen Laufrinnen können jedoch lokal schmal und tief sein. Längere tiefe Abschnitte wechseln mit kurzen, schnell überrieselten Flachstellen an Erlenwurzeln, Moospolstern oder Holzbarrieren ab. Kennzeichnend für das organisch geprägte Fließgewässer ist, dass der Wasserspiegel bei Mittelwasser nur ganz geringfügig unter Flur liegt, so dass jedes Hochwasser die gesamte Talsohle überflutet. Erosionen des Bachbettes kommen kaum vor.

Das organisch geprägte Fließgewässer ist besonders eng mit seiner Aue verzahnt, die als Erlen- oder Birkenbruchwald ausgebildet ist (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*). Im Unterwuchs sind Torfmoose (*Sphagnum* spp.) und Kleinseggen (*Carex* spp.) sowie der Frauenfarn (*Athyrium filixfemina*) aspektbildend. Im Bach erreicht das Knöterichlauchkraut (*Potamogeton polygonifolius*) (Bild 3) stellenweise hohe Deckungsgrade, daneben sind das Weichwassermoos *Scapania undulata*, die flutende Moorbirse (*Isolepis fluitans*) oder der Wasserschwaden (*Glyceria fluitans*) anzutreffen.



Bild 1: Das kaum eingeschnittene Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen fließt in verzweigten Laufrinnen auf der Sohle eines vertorfte Auentales.



Bild 2: Die Bachsohle des Organisch geprägten Fließgewässers der Sander und sandigen Aufschüttungen besteht fast ausschließlich aus Torf, feineren und gröberen organischen Ablagerungen sowie aus lebenden Pflanzen.



Bild 3: Das Knöterichlauchkraut *Potamogeton polygonifolius* bedeckt an manchen Stellen den Wasserkörper des Organisch geprägten Fließgewässers der Sander und sandigen Aufschüttungen flächendeckend.

Das Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen ist artenarm und als extremer Lebensraum durch das Fehlen ganzer Tiergruppen bestimmt, die sonst in Bächen allgemein verbreitet sind: Wegen der Kalkarmut und Säure sowie der spezifischen Substrat- und Ernährungsbedingungen fehlen fast alle Strudelwürmer, Schneckenarten, die Flohkrebsarten (*Gammarus*), alle Eintagsfliegenarten, Hakenkäfer, netzbauenden Köcherfliegen der Gattung *Hydropsyche*

und die Fische. Leitarten sind der Ringelwurm *Lumbricus variegatus*, die Köcherfliegen *Oligostomis reticulata* (Bild 4), *Micropterna lateralis* und *Trichostegia minor* sowie die Kriebelmücke *Simulium urbanum*. Begleiter sind die Libellenarten *Pyrrhosoma nymphula*, *Cordulegaster boltoni* (Bild 5), *Aeshna cyanea*, die Steinfliegen *Nemoura cinerea*, *Leuctra nigra*, die Köcherfliegen *Plectrocnemia conspersa*, *Limnephilus sparsus*, *Glyptotaelius pellucidus* und die Kriebelmücke *Simulium vernum*.

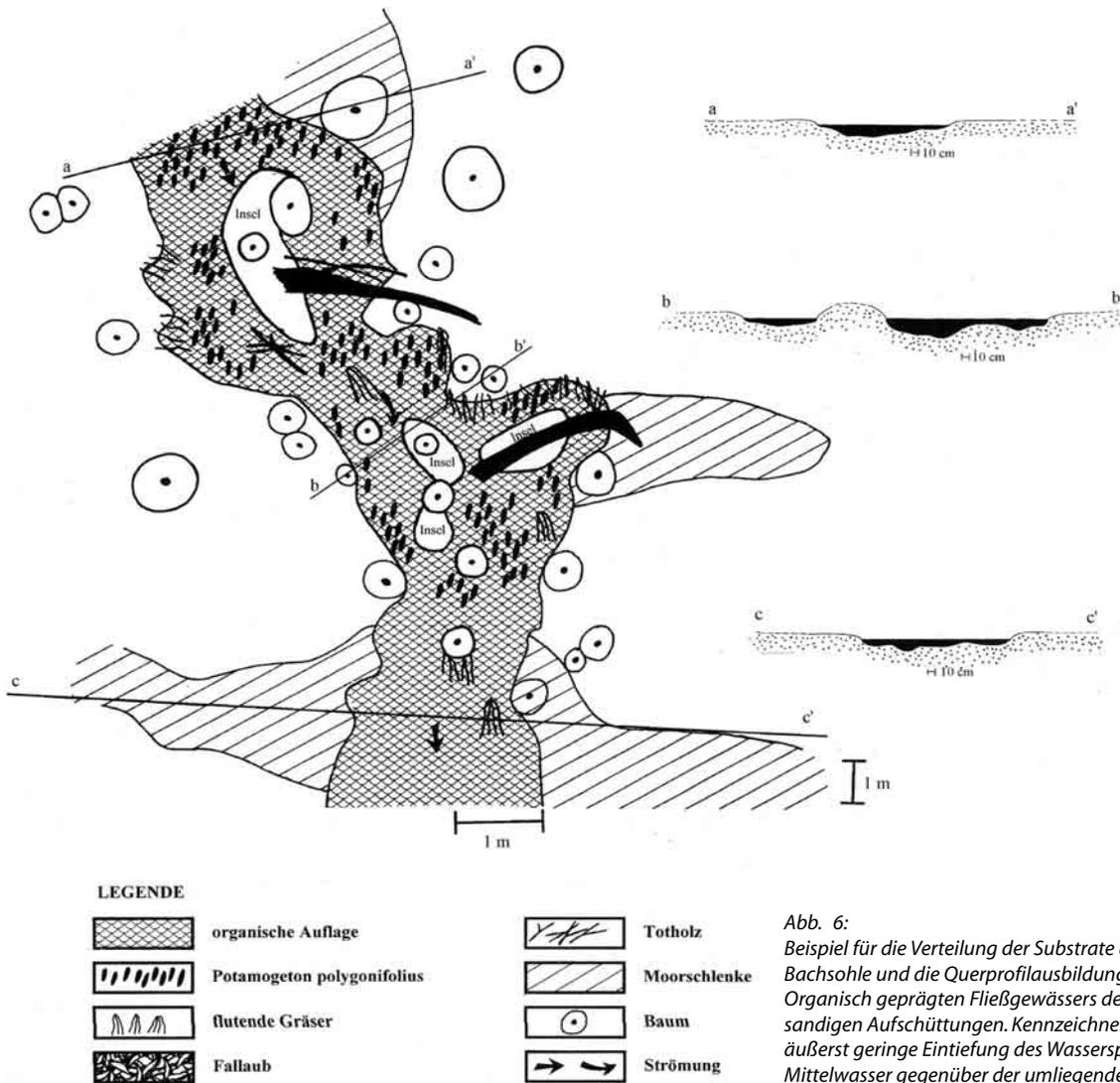


Abb. 6: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querschnittsbildung eines Organisch geprägten Fließgewässers der Sander und sandigen Aufschüttungen. Kennzeichnend ist die äußerst geringe Eintiefung des Wasserspiegels bei Mittelwasser gegenüber der umliegenden Aue.

Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen

Das Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen (Bild 6) besitzt überwiegend eine Sohle aus Sand (Bild 7). Das Wasser ist nährstoffarm und klar, in kalkarmen Sandgebieten kann es sehr weich und sauer sein. Auf dem Boden eines mehr oder weniger ausgeprägten Sohlentales bildet das sandgeprägte Fließgewässer Mäander mit steilen Prallhängen und flach ansteigenden Gleithängen aus.



Bild 4: Die in Nordrhein-Westfalen seltene Köcherfliege *Oligostomis reticulata*, die in den letzten 50 Jahren als verschollen galt und jetzt wiederentdeckt wurde, ist ein typischer Vertreter der Wirbellosenfauna Organisch geprägter Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen.



Bild 6: Typisches Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen mit für einen Tieflandbach außergewöhnlich steilen Talflanken. In ruhigen Flachwasserstellen sind deutlich die dunkleren Ablagerungen von organischem Feinmaterial zu erkennen.



Bild 5: Die Zweigestreifte Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* lebt für etwa fünf Jahre eingegraben in den organischen Ablagerungen an der Bachsohle, bevor die erwachsene Libelle aus-schlüpft. Intakte Populationen der Quelljungfer zeigen die Ungestörtheit der Bachsedimente (keine Sohlräumungen) und die durchgehend nur geringe Belastung des Wassers an.



Bild 7: Die Sohle eines Sandgeprägten Fließgewässers der Sander und sandigen Aufschüttungen mit den charakteristischen Rippelmarken im Stromstrich.

Die Wassertiefe im kastenförmigen Bachbett des sandgeprägten Fließgewässers ist durchschnittlich flach, jedoch gibt es regelmäßig Tiefenrinnen im Stromstrich der Mäander sowie Sandbänke und Kolke im Bereich von Strömungshindernissen (Abb. 7). Der Mittelwasserspiegel liegt 0,5 – 1,0 m unter dem Geländeniveau. Nur während höherer Hochwässer vermag es sein Bett zu verlassen und Sand im Auenbereich abzulagern. Jedoch ist eine lebhaftere Verlagerung des Laufs (Seitenerosion) mit Uferabbrüchen, Mäanderdurchbrüchen und Laufabschnürungen von Altarmen kennzeichnend.

Entlang des en Fließgewässers der Sander und sandigen Aufschüttungen bildet sich ein Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald oder ein Eichen-Hainbuchenwald, jeweils in krautarmer Variante, aus. Charakteristische Pflanzen im Fließgewässer sind der Wasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*) (Bild 8), die Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) und die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*).

Auch das sandgeprägte Fließgewässer ist faunistisch eher artenärmer. Nur wenige Arten leben im Sandsubstrat selbst, die meisten sind auf die Sekundärsubstrate (Erlenwurzeln, Totholz, Falllaubpackungen, Wasserpflanzen) angewiesen. Die mit dem Sand verbundenen Arten sind Leitarten: Die grabende Eintagsfliege *Ephemera danica* (Bild 9), die grabende Steinfliege



Bild 8: Mächtige Büschel des Wasserhahnenfußes *Ranunculus peltatus* stellen reich besiedelte, strömungsarme Habitate für Bachtiere in lichtdurchfluteten Bereichen des Sandgeprägten Fließgewässers der Sander und sandigen Aufschüttungen dar.

Isoptena serricornis, die Sandköcherbauenden Köcherfliegen *Sericostoma personatum* und *Notidobia ciliaris* oder die im Sand lebenden Larven (Querder) des Bachneunauges (*Lampetra planeri*). Begleiter sind die Libelle *Cordulegaster boltoni*, die Steinfliegen *Nemoura avicularis*, *Leuctra nigra*, *Taeniopteryx nebulosa*, die Köcherfliegen *Hydropsyche saxonica*, *Micropterna sequax*, *Athripsodes cinereus*, *Mystacides longicornis*, *Mystacides nigra*, *Lasiocephala basalis* und unter den Kleinfischen die Bachschmerle (*Barbatula barbatula*).

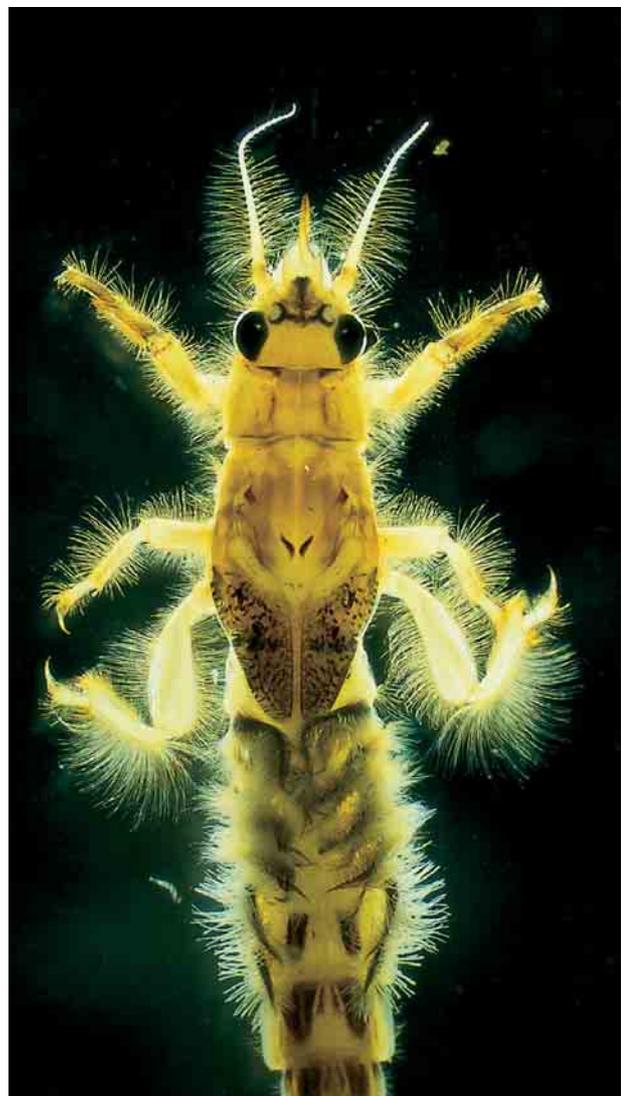


Bild 9: In den Randbereichen des sandigen Bachbettes gräbt die Eintagsfliege *Ephemera danica* ihre Wohnröhren, wo sie sich von Detritusablagerungen ernährt.

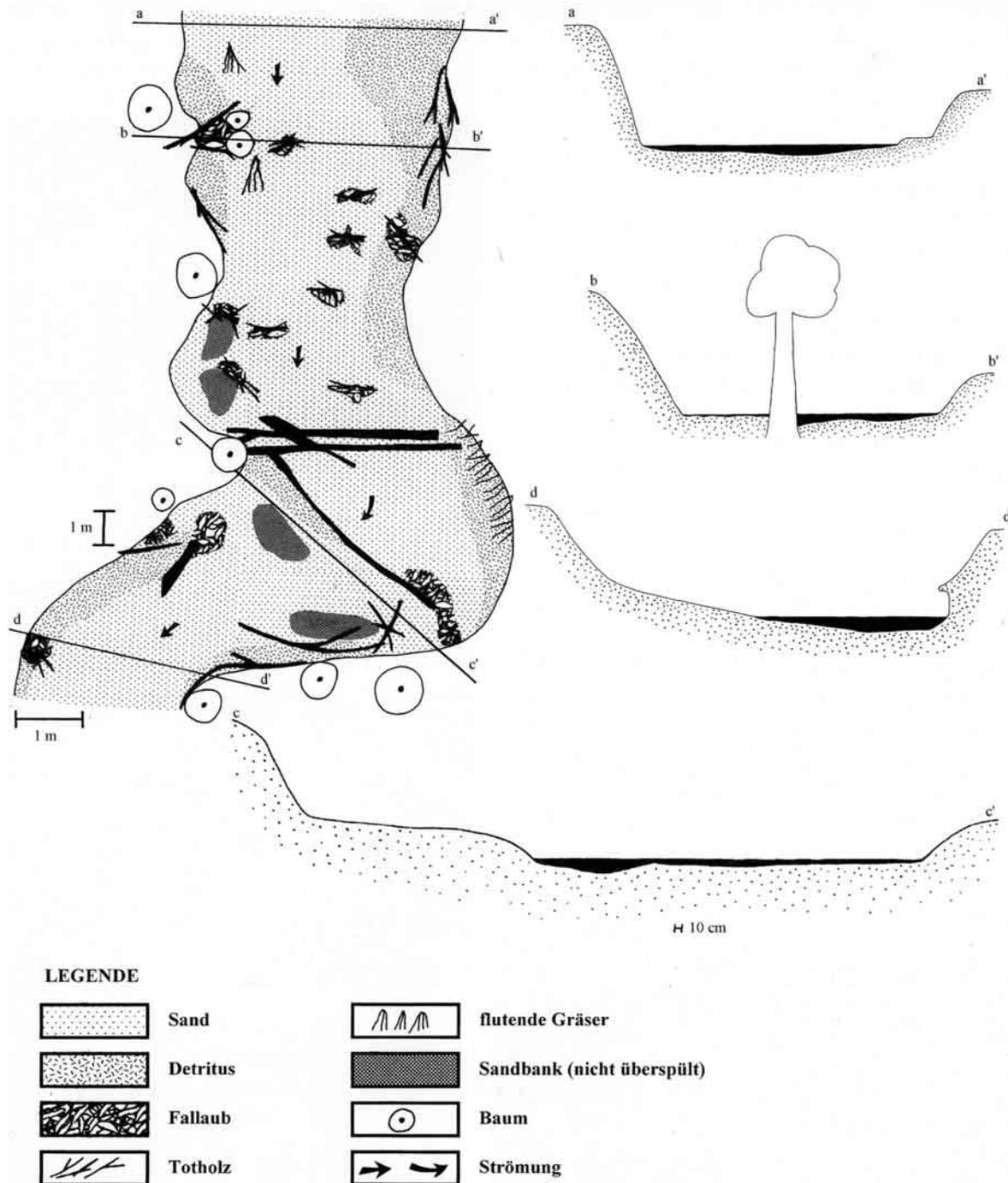


Abb. 7: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilbildung eines Sandgeprägten Fließgewässers der Sander und sandigen Aufschüttungen.

II.1 • 5.2 Fließgewässertypus der „Verwitterungsgebiete und Flussterrassen“

In der Gewässerlandschaft der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen, die in Nordrhein-Westfalen zum einen das Schichtstufenland des Kernmünsterlandes, zum anderen die relikttärenden Terrassen der größeren Flussläufe umfasst, dominiert der Sohlsubstrattyp des kiesgeprägten Fließgewässers der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen. Die aus der Landschaft herausgehobenen, durch verwitternde Kreidesteine geprägten Hügel des Kernmünsterlandes sind nur von dünnen eiszeitlichen Ablagerungen, vor allem Sandschichten, verschleiert. Hier sind die eigentlichen *kiesgeprägten Fließgewässer* ausgebildet.

Auf den Terrassenstufen vor allem des Rheins sind vom ehemaligen Flusslauf abgelagerte Kiese vorhanden, die ebenfalls lokal *kiesgeprägte Fließgewässer* hervorgehoben haben.

Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen

Das kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen (Bild 10) besitzt eine Sohle aus überwiegend fein- bis grobkiesigem Material mit mehr oder weniger großen Beimengungen von Sand (Bild 11). Es ist tendenziell neutral bis leicht basisch und hat kalkreiches und gut gepuffertes, nährstoffreicheres klares Wasser. Kennzeichnende Talformen sind Mulden- oder Sohlen-Auentäler, an deren Grund der Bach bei größerem Gefälle gestreckt, bei kleinerem Gefälle geschlängelt verläuft.



Bild 10: Das kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen mit seinem Wechsel zwischen flach überrieselten Schnellen und tieferen, langsam durchströmten Stillen erinnert am ehesten an einen klassischen Mittelgebirgsbach.



Bild 11: Die Sohle des kiesgeprägten Fließgewässers der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen besteht überwiegend aus Steinen oder Kiesen, häufig mit Beimengungen von Sand in den langsam fließenden Bereichen.



Bild 12: Das Fieberquellmoos *Fontinalis antipyretica* ist auf die stabil lagernden Hartsubstrate des kiesgeprägten Fließgewässers der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen angewiesen.

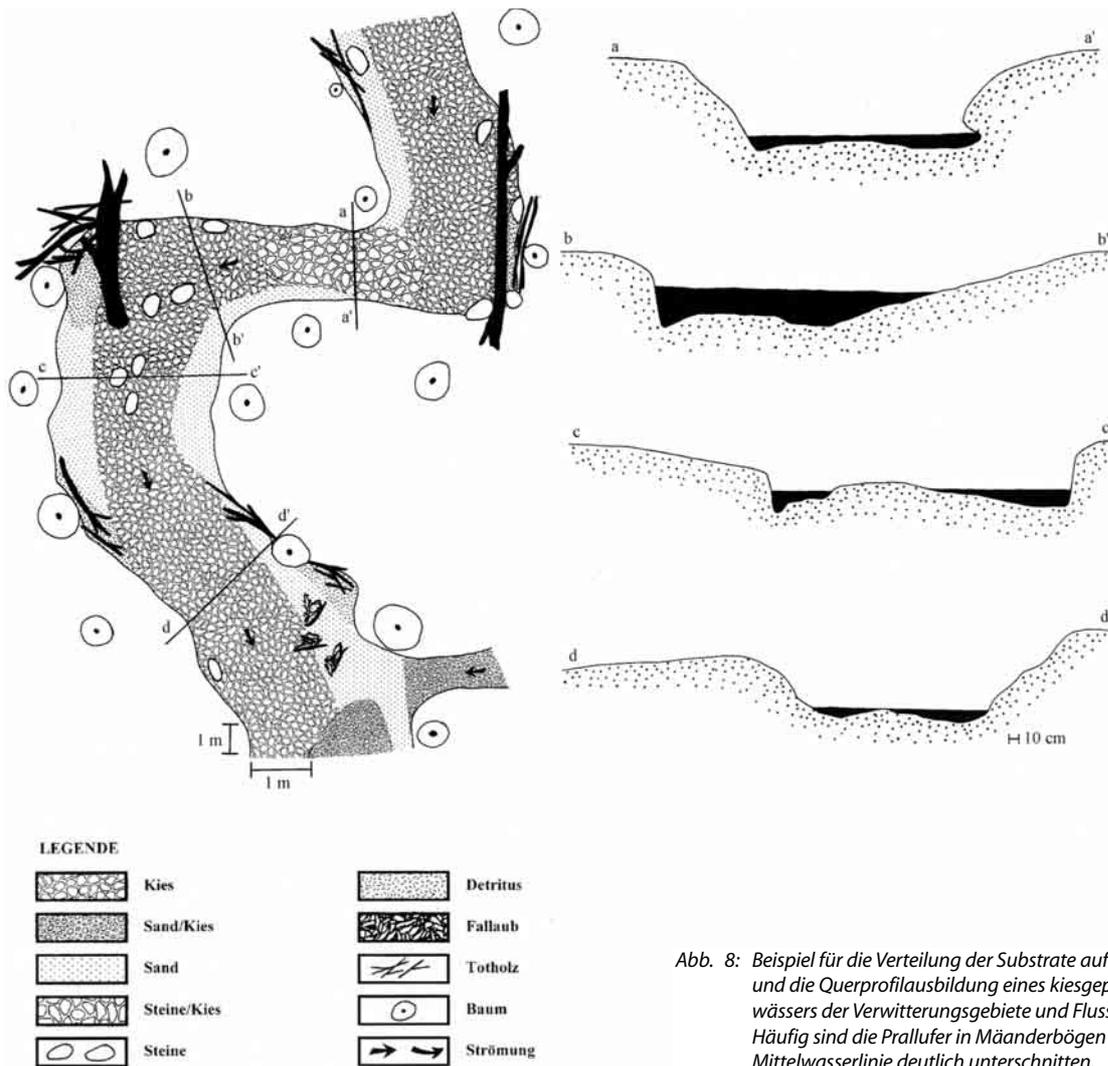


Abb. 8: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilbildung eines kiesgeprägten Fließgewässers der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen. Häufig sind die Prallufer in Mäanderbögen unterhalb der Mittelwasserlinie deutlich unterschritten.

Das Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen weist im Querprofil eine Kastenform (Abb. 8) und im Längsverlauf eine unregelmäßige Uferlinie auf. Prall- und Gleithänge sind weniger ausgeprägt als beim Sandgeprägten Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen, weil durch die Stabilität des Sohlmaterials die Erosion lokal begrenzt ist. Die Breitenvariabilität ist dagegen größer; häufig sind Uferunterspülungen. Die Einschnitttiefe im Gelände beträgt 0,5 – 1,5 m und ist abhängig von der Tiefenlage der erosionshemmenden Kiesschicht. Die Wassertiefe eines kiesgeprägten Fließgewässers ist recht gering und im Querprofil gleichmäßig, während im Längsverlauf ein regel-

mäßiger Wechsel von kürzeren, flach überströmten Schnellen und längeren, tieferen Stillen auftritt. Nur selten tritt der Bach bei hohen Hochwässern über seine Ufer und überflutet seine Aue.

Das kiesgeprägte Fließgewässer wird von einer Aue aus Traubeneichen-Erlen-Eschenwald oder Eichen-Hainbuchenwald mit einer reich entwickelten, frischen bis feuchten Krautschicht begleitet. Im Wasserkörper treten Arten auf, die auf stabilem Untergrund haften, wie das Fieberquellmoos (*Fontinalis antipyretica*) (Bild 12) oder die Berle (*Berula erecta*). Daneben finden sich häufiger auch die Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) und die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*).

Das kiesgeprägte Fließgewässer zeichnet sich wegen seiner lagestabilen Substrate und seines natürlichen Spektrums an Kleinlebensräumen (Kies, Sand, Schlamm, schnellströmende und ruhige Bereiche) durch höhere Artenzahlen aus. Die Leitarten der Fauna sind auf Kies als Hartsubstrate und die entsprechenden hydraulischen Bedingungen angewiesen oder besitzen eine besondere Affinität zu hohen Kalkgehalten (bis hin zu Kalkversinterungen): Zur „Hartsubstratfauna“ zählen die Köcherfliegen *Agapetus fuscipes* und *Lithax obscurus* (Bild 13), in Versinterungsstrecken lebt der Hakenkäfer *Riolus subviolaceus*. Begleiter sind in kiesgeprägten Fließgewässern viele strömungsliebende, hartsubstratbewohnende Arten aus unterschiedlichen Familien: dazu gehören der Strudelwurm *Dugesia gonocephala*, die Schnecke *Ancylus fluviatilis*, Eintagsfliegen wie

Habrophlebia fusca, *Siphonurus aestivalis* und *Siphonurus armatus*, die Steinfliege *Capnia bifrons*, die Hakenkäfer *Elmis maugetii* oder *Elmis aenea* sowie die Köcherfliegen *Hydropsyche siltalai*, *Hydropsyche pellucidula*, *Goera pilosa* und *Chaetopteryx villosa*.

II.1 • 5.3 Fließgewässertypus der „Lössgebiete“

Die Lössgebiete sind wegen ihrer fruchtbaren Böden schon seit Jahrhunderten in intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Die Zahl naturnaher Vorbildbäche ist deshalb gering. Als Sohlsubstrattyp dieser Gewässerlandschaft ist das *Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften* ausgebildet.

Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften

Das Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften (Bild 14) ist an seiner natürlichen, häufig milchig-trüben Wasserfärbung und an den bindigen, feinklastischen Uferböschungen und Sohlsubstraten zu erkennen, die überwiegend aus feinen, zum Teil zu Klumpen verbackenen Ton- und Schluffteilchen bestehen (Bild 15). Sein Wasser ist kalkreich, neutral bis leicht basisch und nährstoffreicher. Talformen sind das Muldental und das Sohlen-Muldental, auf deren Talsohle der Bach in unregelmäßigen Bögen geschlängelt verläuft.



Bild 13: Die Köcherfliege *Lithax obscurus* weidet in den rasch überrieselten Flachstrecken des Kiesgeprägten Fließgewässers der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen Algenüberzüge von den Kiesen ab. Sie besiedelt bevorzugt sommertrockene Bäche.



Bild 14: Typisches Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften mit unregelmäßig geschlängeltem Verlauf, großer Einschnittstiefe und steilen Uferböschungen. Das Wasser ist häufig milchig-trübe.



Bild 15: Die Sohle des Löss-lehmgeprägten Fließgewässers der Bördenlandschaften besteht aus feinen tonig-schluffigen Partikeln, im Einzugsgebiet vorhandener Mergel findet sich im Bachbett in Form auffälliger, plattiger Mergelsteine wieder.

Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften haben eine ausgeprägte Kastenform mit nahezu senkrechten, stabilen Uferkanten (Abb. 9) und einer uneinheitlichen Uferlinie im Längsverlauf. In Mäanderbögen ist häufig eine Unterschneidung des Prallufers anzutreffen, die im bindigen Lössmaterial jedoch stabil ist. Im Querprofil zeigt das löss-lehmgeprägte Fließgewässer ausgeprägte Tiefenrinnen im Stromstrich mit flacheren seitlichen Partien. Die Wassertiefe wechselt auch im Längsverlauf des Gewässers zwischen tiefen und flach überströmten Bereichen.

Der Einschnitt des Wasserlaufs im Gelände durch Tiefenerosion ist mit 0,8 – 1,5 m beträchtlich, weil der Bach selbst bei Niedrigwasser Material von der Sohle aufnimmt. Entsprechend selten und nur bei den höchsten Hochwässern wird die umgebende Aue überflutet.

Die Vegetation der Aue der Löss-lehmgeprägten Fließgewässer der Bördenlandschaften wird von Eichen-Ulmenwald oder Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald mit einer reichen Krautvegetation im Unterwuchs gebildet. Die Wasservegetation ist wegen der ständigen Wassertrübung, die die Photosynthese der Unterwasser-

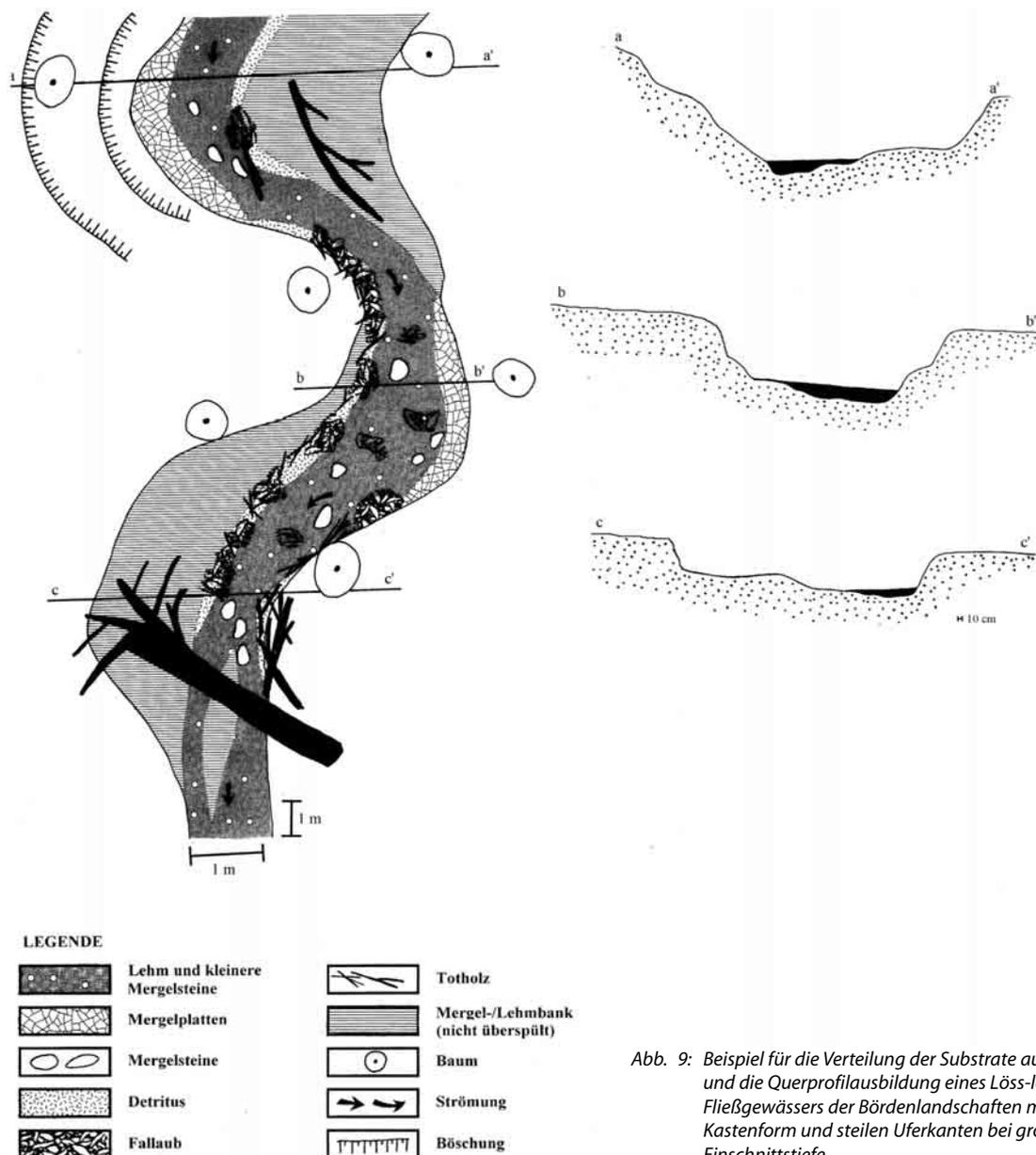


Abb. 9: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilbildung eines Löss-lehmgeprägten Fließgewässers der Bördenlandschaften mit ausgeprägter Kastenform und steilen Uferkanten bei großer Einschnittstiefe.

pflanzen stark einschränkt, nur spärlich ausgebildet. Dabei sind einige Arten, z. B. *Potamogeton pectinatus*, aufgrund ihrer Wuchsform mit flottierenden Blättern nahe der Wasseroberfläche im Vorteil.

Die Substratbedingungen und die ständige Trübung des Wassers lassen im löss-lehmgeprägten Fließgewässer nur recht geringe Artenzahlen und Individuendichten der Fauna zu. Als Leitart kann die Eintagsfliegenart *Metreletus balcanicus* angeführt werden, die karbonatreiche, lehmreiche (aber ausschließlich sommertrockene) Bäche besiedelt. Als Begleiter treten ähnliche Artenkombinationen auf, wie für die Kiesgeprägten Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen angegeben; die Tiere halten sich nicht im Lehmbett, sondern auf den plattigen Mergelsteinen, auf Totholz, Falllaub oder an Wasserpflanzen auf.

II.1 • 5.4 Fließgewässertypus der „Niederungsgebiete“

Alle Niederungsgebiete in Nordrhein-Westfalen sind heute mehr oder weniger stark entwässert. Zu diesem Zweck wurden die kleinen Fließgewässer begradigt, stark eingetieft (Bild 16) und zum Teil eingedeicht. Das für diese Gewässerlandschaft charakteristische *Fließgewässer der Niederungen* ist deshalb in naturnaher Ausprägung nicht mehr vorhanden und muss aus der Anschauung des Bachtypus aus anderen Ländern sowie von im Charakter ähnlichen Bachtypen abgeleitet werden.



Bild 16: Fließgewässer der Niederungen gibt es in Nordrhein-Westfalen als naturnahe Vorbilder nicht mehr. Die einstmals besonders intensiv verzahnten Beziehungen zwischen Fließgewässer und Aue sind entkoppelt, die Bäche zu reinen Vorflutern degradiert.

Fließgewässer der Niederungen

Das Fließgewässer der Niederungen (Bild 17) hat eine Sohle aus feinem, tonig-schluffigem oder organischem Material, es führt durch Huminstoffe und Schwebstofftransport bräunlich gefärbtes Wasser. Eine eigentliche Talform ist nicht ausgebildet, sondern der Bach durchfließt in mehreren untereinander verbundenen Laufrippen („Anastomosen“) eine breite, flache Ebene.

Das Fließgewässer der Niederungen besitzt ähnliche morphologische Eigenschaften wie das Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen und weist eine in Tiefe und Breite unregelmäßige Kastenform auf. Die Wassertiefe des Fließgewässers der Niederungen ist vergleichsweise groß, aber im Querprofil stark wechselnd. Der Wasserspiegel der kleinen Bäche liegt bei Mittelwasser nur wenige Dezimeter, der größeren bis zu 0,5 m unter dem Niveau des umgebenden Geländes, so dass das Gewässer bei jedem Hochwasser weit in die umgebende Niederung ausufernt. Die Auen können besonders im Winterhalbjahr für Wochen mit Wasser bedeckt sein.



Bild 17: Fließgewässer der Niederungen sind kaum im Gelände eingetieft, so dass sie bei jedem Hochwasser in die Aue weitflächig ausufernt. Aufspaltungen in Haupt- und Nebengerinne und Altarme sind häufig, die Bäche zeigen wegen des geringen Längsgefälles auf weiten Strecken nahezu Stillgewässercharakter.

Das Fließgewässer der Niederungen wird von einem Erlen-Auenwald, einem Erlenbruchwald oder in basenreicher Ausprägung auch von einem Eichen-Ulmenwald begleitet. Kennzeichnend sind ebenfalls ausgedehnte Röhrichte oder Großseggenbestände. Als Wasserpflanzen treten Arten hervor, die keinen ausgesprochenen Fließgewässercharakter mehr anzeigen, sondern auch in Stillgewässern zu finden sind (Bild 18), wie z. B. *Potamogeton natans*, *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum*, *Nuphar lutea* oder *Polygonum amphibium*.



Bild 18: Unterwasservegetation bedeckt oft großflächig die Sohle des Fließgewässers der Niederungen.

Die Fauna des Fließgewässers der Niederungen ist arten- und individuenreich, wird aber kaum durch spezifische Fließwasserformen, sondern eher durch einen hohen Anteil von Arten der Stillgewässer, der zum Teil sommerlich austrocknenden Gewässertypen (Auwaldtümpel, Verlandungszonen) sowie durch Ubiquisten gekennzeichnet. Leitarten sind die Großmuschel *Anodonta anatina* und verschiedene Köcherfliegen aus der Familie der Phryganeidae, z. B. *Agrypnia varia* und *Trichostegia minor*. Als Begleiter können Arten der vegetationsreichen Gewässerabschnitte gelten, wie die Schneckenarten der Familie Lymnaeidae, die Libellen *Calopteryx splendens* (Bild 19) und *Aeshna cyanea*, Eintagsfliegen der Gattung *Cloeon*, mehrere Schwimmkäfer der Gattung *Dytiscus*, Köcherfliegen aus der Familie der Leptoceridae und aus dem Tribus der Limnephilini (z. B. *Anabolia nervosa*, viele *Limnephilus*-Arten) oder einige Kriebelmückenarten (*Simulium erythrocephalum*, *Simulium angustipes*). Der bei weitem dominante, oft einzige Flohkrebs ist *Gammarus roeseli*.



Bild 19: Eine charakteristische Libelle der vegetationsreichen, besonnten Fließgewässer der Niederungen ist die Gebänderte Prachtlibelle *Calopteryx splendens*.

II.1 • 5.5 Fließgewässertypen des „Silikatischen Grundgebirges“

Aufgrund des steilen Reliefs und der flachgründigen Böden sind in der Fließgewässerlandschaft des Silikatischen Grundgebirges ausgedehnte Wälder erhalten geblieben. Die Anzahl naturnaher Gewässerabschnitte in den Waldgebieten ist verhältnismäßig hoch. Schotter verschiedener Größe bestimmen das Erscheinungsbild der Bachsohle. Das Wasser der Bäche ist schwach sauer bis neutral, schwach gepuffert und kalkarm. Dem Fließgewässerverlauf folgend, lassen sich längszonal drei Bachtypen unterscheiden: der an die Quellregion anschließende *Kerbtalbach im Grundgebirge*, der *Kleine Talauebach im Grundgebirge* und der bis zu 10 m breite *Große Talauebach im Grundgebirge*.

Kerbtalbach im Grundgebirge

Der Kerbtalbach (Bild 10) schließt sich im Längsverlauf an die Quellregion an. Bei ausreichender Abflussmenge und großem Gefälle entstehen durch Tiefenerosion Kerbtäler. Durch die Talform ist die gestreckt bis leicht geschwungene Linienführung des Bachtyps und das Fehlen einer Aue vorgegeben. Die Gewässersohle besteht hauptsächlich aus dem steinigen und blockigen Verwitterungsschutt der Talhänge (Bild 21). Durchschneiden die Kerbtäler harte Gesteinsriegel, treten Kaskaden mit hohen Fließgeschwindigkeiten auf. Neben Querriegeln aus Steinen beeinflussen vor allem Totholzbarrieren das Strömungsbild und führen zu einer Retention von Laubpaketen und feinkörnigen Substraten. Kerbtalbäche besitzen flache, strukturreiche Querprofile

(Abb. 10), nur lokal an Engstellen tritt eine erkennbare Seitenerosion auf. Durch die enge Verzahnung von Bach und Umfeld gehen die schotterreichen Ufer häufig ohne deutliche Böschungskante in die Talhänge über.

Eine eigenständige bachbegleitende Auenwaldgesellschaft fehlt den Kerbtalbächen weitgehend. Lediglich unmittelbar am Ufer wachsen Feuchtezeiger in der Krautschicht und mischen sich einzelne Eschen (*Fraxinus excelsior*) und Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) in den bodensauren Hainsimsen-Buchenwald des Umfeldes. In schattigen luftfeuchten Lagen mit guter Nährstoffversorgung wachsen ahorn- und eschenreiche Mischwälder, die durch Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Berg-Ulme (*Ulmus glabra*)



Bild 21: Die Bachsohle des Kerbtalbaches im Grundgebirge besteht aus grobem Schotter und Blöcken, über die das Wasser mit hoher Fließgeschwindigkeit kaskadenartig abfließt.



Bild 20: Die gestreckte Laufentwicklung des Kerbtalbaches im Grundgebirge ist durch die Talform vorgegeben. Eine eigenständige, bachbegleitende Auenwaldgesellschaft fehlt weitgehend.



Bild 22: Die Eintagsfliege *Baetis alpinus* bewohnt kühle, stark strömende Bachoberläufe. Sie ist ein charakteristischer Vertreter der Fauna der Kerbtalbäche des Grundgebirges mit einem Verbreitungsschwerpunkt in den Hochlagen des Rheinischen Schiefergebirges.



Bild 23: Die räuberische Steinfliege *Perla marginata* gehört durch ihre Größe von bis zu 3 cm und ihre gelb-schwarze Zeichnung zu den auffälligsten Bewohnern der Kerbtalbäche und der Kleinen Talauebäche im Grundgebirge.

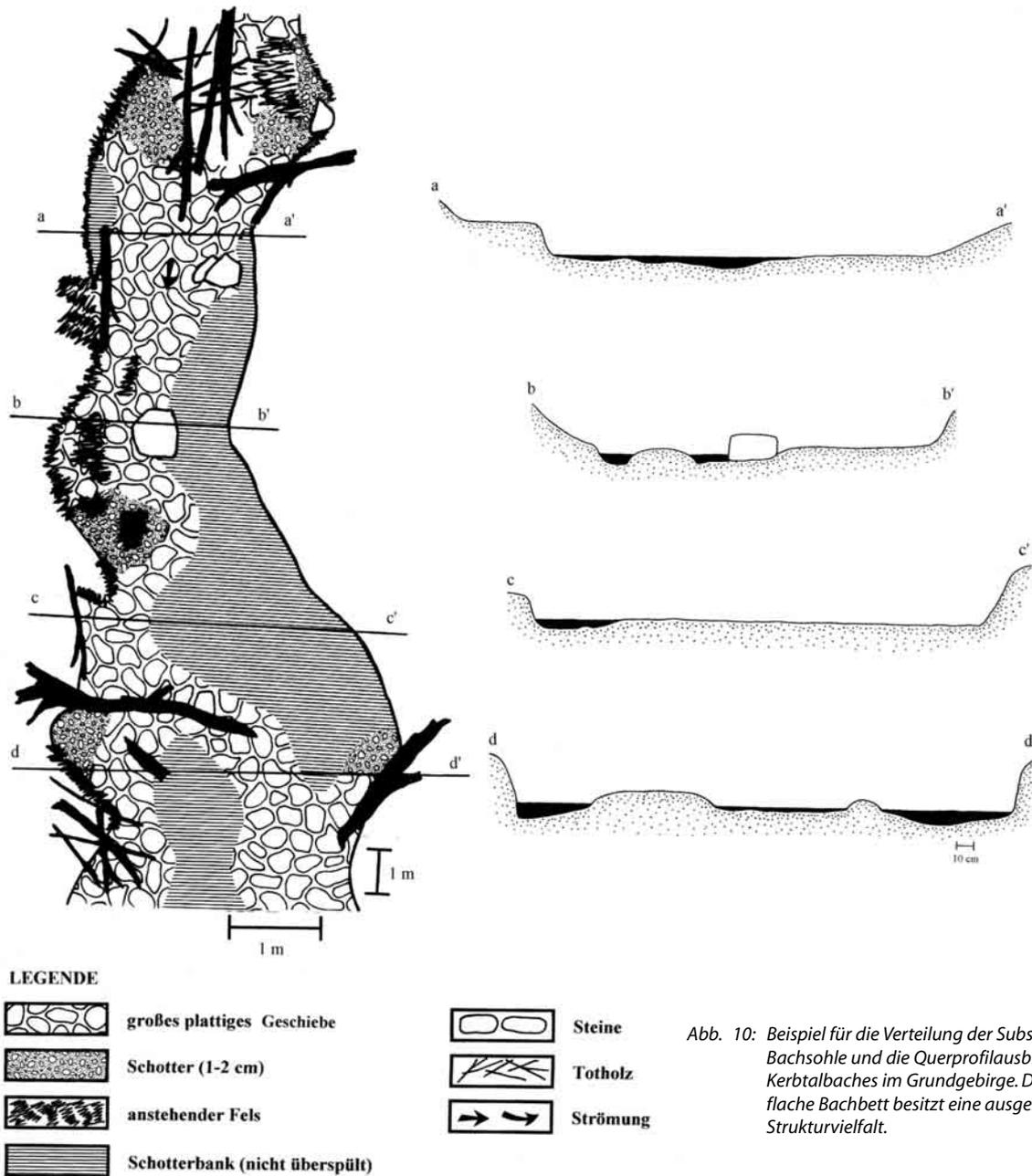


Abb. 10: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querschnittsbildung eines Kerbtalbaches im Grundgebirge. Das breite, flache Bachbett besitzt eine ausgesprochene Strukturvielfalt.

sowie zahlreiche großblättrige Kräuter dominiert werden. In den kühlen und kalkarmen Bachoberläufen sind verschiedene Wassermoose verbreitet, unter denen *Scapania undulata* und *Chiloscyphus polyanthos* regelmäßig anzutreffen sind.

Die Fauna ist sehr arten- und individuenreich, viele der strömungsliebenden Tiere sind Hartsubstratbewohner und besiedeln als Weidegänger oder passive Filtrierer die Steine und Blöcke des Baches und die darauf wachsenden Wassermoose. Als Leitarten treten

z. B. die Eintagsfliegen *Baetis alpinus* (Bild 22) und *Baetis melanonyx*, die Kriebelmücke *Simulium cryophilum* und die Köcherfliegen *Lithax niger* und *Philopotamus ludificatus* auf, die auf eine permanente Wasserführung und starke Strömung angewiesen sind. Besonders charakteristisch sind die großen räuberischen Steinfliegen *Perla marginata* (Bild 23) und *Dinocras cephalotes*. Während die quellnahen Gewässerabschnitte noch fischfrei sind, besiedeln Bachforellen (*Salmo trutta*) und Groppen (*Cottus gobio*) Kerbtalbäche mit zunehmender Wassertiefe.

Kleiner Talauebach im Grundgebirge

Bei abnehmendem Gefälle lagert der Bach das von den Hängen und über die zahlreichen kleinen Zuläufe eingetragene Geschiebe und Feinmaterial ab, so dass es zur Aufschotterung des Talbodens und zur Auenbildung kommt. Die Laufentwicklung der kleinen Talauebäche ist daher nicht streng festgelegt. Der Bach verläuft je nach den örtlichen Gefälleverhältnissen schwach gekrümmt bis geschlängelt und schneidet dabei häufig die Hangkanten an. Als typische Talform dominieren neben Muldentälern Kerbsohlentäler mit sehr unterschiedlich weiten Talböden.

Der Kleine Talauebach im Grundgebirge (Bild 24) besitzt eher flache, strukturreiche Gewässerbetten mit einer großen Breiten- und Tiefenvarianz. Ufer- und Sturzbäume, umflossene Schwarzerlenwurzeln sowie die dominierenden, groben Sohlsubstrate führen zu einem sehr vielfältigen Strömungsbild. Nicht selten bildet der Bach durch Strömungshindernisse (umspülte Schwarzerlen oder umgestürzte Bäume) Laufgabelungen oder fließt bei hohen Abflüssen in Hochflutrinnen ab (Bild 25).

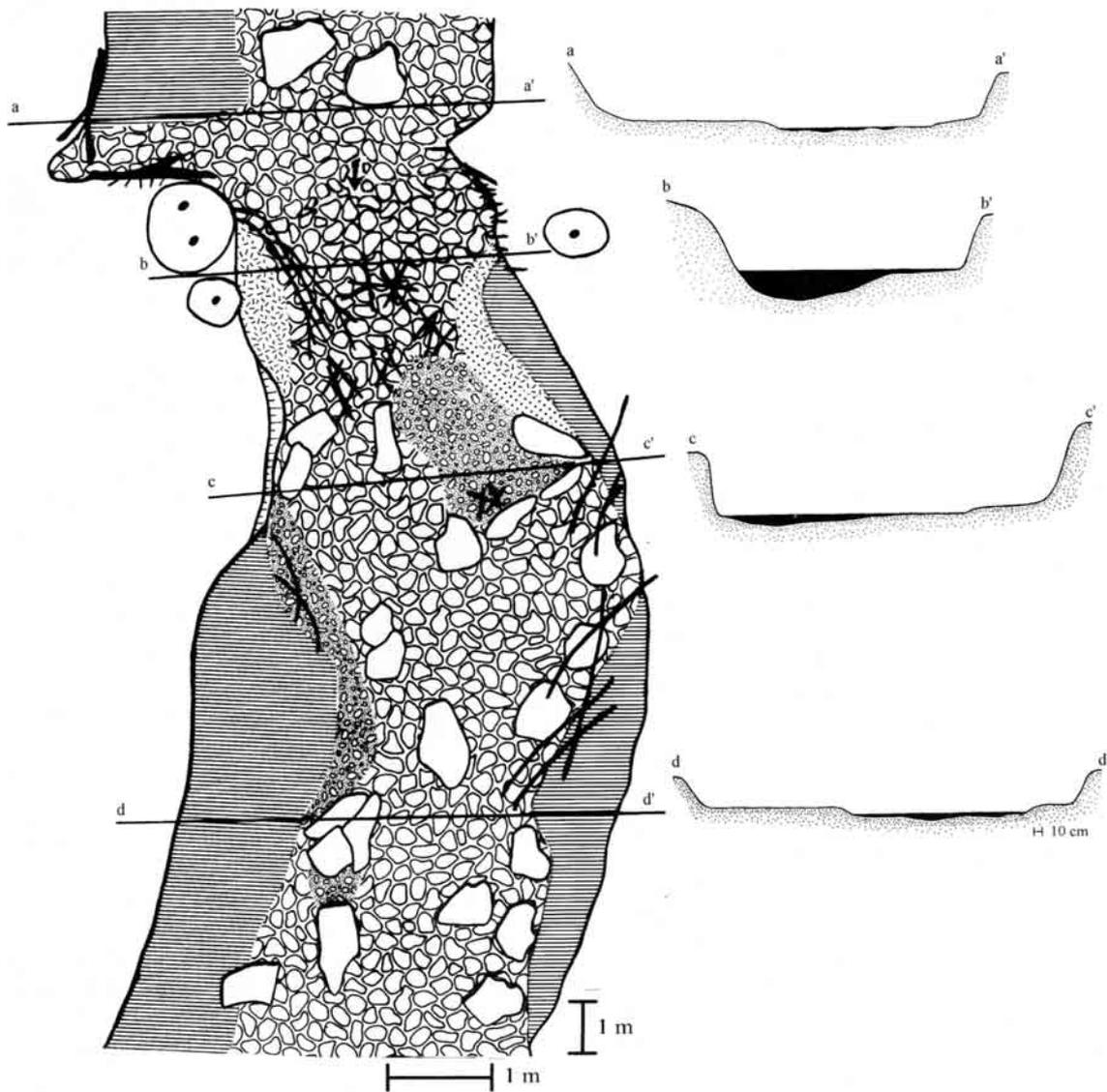


Bild 24: Der Kleine Talauebach im Grundgebirge besitzt eine Sohle aus grobem, plattigem Geschiebe. Bei mittlerem Abfluss fallen in Ufernähe weitläufige Schotterbänke trocken.



Bild 25: Bei starken Regenfällen tritt der Kleine Talauebach im Grundgebirge kurzzeitig über die Ufer und hinterlässt nach Abflauen des Hochwassers Hochflutrinnen. Temporär durchflossene Bachbetten, Laufgabelungen und Inselbildung sind daher charakteristische Strukturen dieses Bachtyps.

Im Längsverlauf erfolgt ein regelmäßiger Wechsel von rasch fließenden Schnellen und tieferen Stillen und Kolken. Charakteristisch für den Kleinen Talauebach im Grundgebirge sind die großflächigen Schotterbänke aus abgelagertem Geschiebe, die bei mittleren Abflüssen in Ufernähe trockenfallen (Abb. 11). Die Bäche sind zwischen 20 und 100 cm in ihre Ablagerungen eingetieft, was vor allem an den Prallhängen deutlich sichtbar wird. Die Auen werden nur kurzzeitig bei extremen Hochwasserereignissen überflutet. Der Grundwasserabstand unter Flur ist besonders im Winter und Frühjahr gering, wie zahlreiche Feuchte- und Nässezeiger in der Krautschicht belegen.



LEGENDE

	plattiges Geschiebe		Steine
	Schotter (1-2 cm)		Totholz
	Schlamm/Detritus		Baum
	Schotterbank (nicht überspült)		Strömung

Abb. 11: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilbildung eines Kleinen Talauebaches im Grundgebirge.

Als typische Pflanzengesellschaften grundwasserbeeinflusster Böden wachsen direkt bachbegleitend ein Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*), an den ein Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) anschließt, der die nur wenige Dezimeter höher gelegenen Auenflächen einnimmt. An den größeren Bächen sind die Schotterflächen der Ufer z. T. von der Gemeinen Pestwurz (*Petasites hybridus*) (Bild 26) bewachsen. Als Wasserpflanzen finden sich ausschließlich Moose, welche die stabilen Hartsubstrate wie Erlenwurzeln und große Steine besiedeln.



Bild 26: Die Gemeine Pestwurz (*Petasites hybridus*) besiedelt die ausgedehnten Schotterbänke des Kleinen Talauebaches im Grundgebirge. Mit ihrem weit verzweigten Wurzelwerk stabilisiert sie die Bachsohle und die Ufer.

Die vorherrschenden Substrat- und Strömungsverhältnisse des Kleinen Talauebaches im Grundgebirge führen zu einer Dominanz von strömungsliebenden Steinbewohnern und Besiedlern des Lückensystems der Bachsohle. In kleinen Bächen finden sich daher noch viele Faunenelemente des Kerbtalbaches wie die Steinfliege *Perla marginata* und die Köcherfliege *Philopotamus ludificatus* (Bild 27). Mit zunehmender Quellentfernung steigt der Anteil der Bewohner des Metarhithrals. Als Leitarten sind stein- oder moosbewohnende Wirbellose wie die Steinfliege *Perlodes microcephalus*, der Käfer *Oreodytes sanmarki*, die Köcherfliege *Micrasema longulum* und die Kriebelmücken *Simulium argyreatum* und *Simulium monticola* zu nennen. Typische Begleiter sind Arten der Eintagsfliegengattungen *Ecdyonurus* und *Rhithrogena*, der Käfer *Elodes marginata* und verschiedene Köcher-



Bild 27: Die Köcherfliege *Philopotamus ludificatus* kommt fast ausschließlich in den Oberläufen und Mittelläufen der Bäche des Silikatischen Grundgebirges vor, wo sie als Filtrierer in starker Strömung auf Steinen und Blöcken lebt.

fliegenarten der Gattungen *Hydropsyche*. Die seltene Steinfliege *Taeniopteryx auberti* bewohnt zusammen mit der Köcherfliege *Brachycentrus montanus* stark strömende Bäche der montanen Hochlagen der Mittelgebirge. Der Kleine Talauebach im Grundgebirge gehört der oberen Forellenregion an und wird neben den kieslaichenden Fischarten Bachforelle (*Salmo trutta*) und Groppe (*Cottus gobio*) auch von Bachneunaugen (*Lampetra planeri*) bewohnt, die sandige Substrate als Laichplatz benötigen.

Großer Talauebach im Grundgebirge

Der Große Talauebach im Grundgebirge (Bild 28) weist durch die zahlreichen Zuläufe des stark verästelten Gewässernetzes eine große Abflussdynamik auf, die sich in der Gestalt des Gewässerbettes und der Aue bemerkbar macht.



Bild 28: Im Großen Talauebach des Grundgebirges sind Sturzbäume und mächtige Totholzansammlungen häufig Initiatoren von Ufer- und Tiefenerosion.

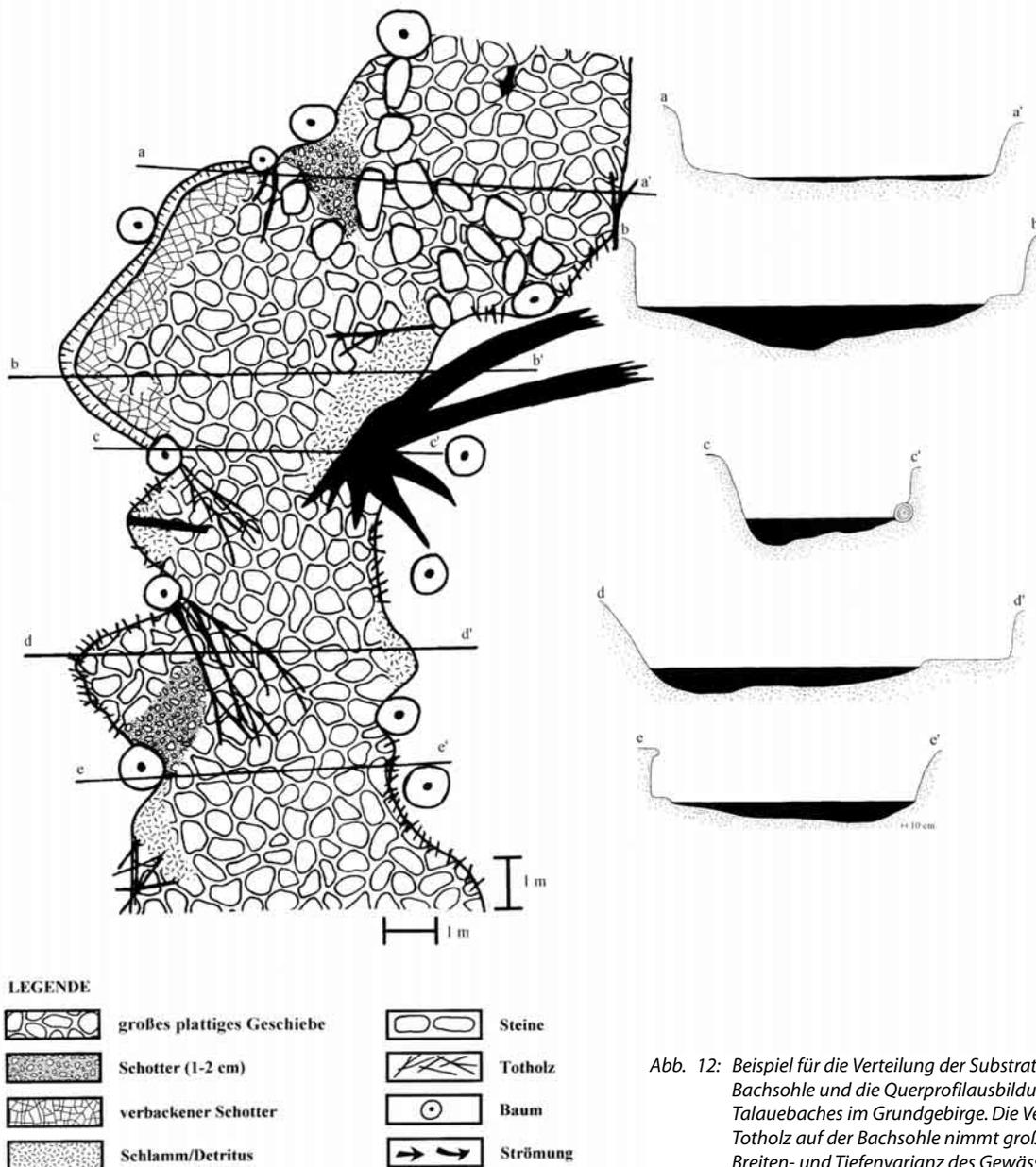


Abb. 12: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilbildung eines Großen Taluebaches im Grundgebirge. Die Verteilung von Totholz auf der Bachsohle nimmt großen Einfluss auf die Breiten- und Tiefenvarianz des Gewässers.

Im Bereich von Mäanderbögen entstehen an den Prallufeln hohe Uferabbrüche in den z. T. mächtigen Auenlehmen. Sturzbäume und mächtige Totholzansammlungen sind häufig Initiatoren von Ufer- und Tiefenerosion. Die Gleithänge sowie die zahlreichen ruhig durchflossenen Stillen weisen feinkörnige Substrate mit einem hohen Sandanteil auf. Außerhalb der Mäanderbögen sind die Bachbetten und die Ufer flacher und von grobem Geschiebe bedeckt (Abb. 12). Die Sedimentfracht während der rasch anschwellen-

den Hochwässer ist erheblich. Die starke Seitenerosion führt zu geschwungenen bis mäandrierenden Gewässerverläufen, die sich häufig tief in die Auenlehme der Sohlentäler eingegraben haben. Die Auen stellen daher häufig einen Komplex aus bei Hochwasser noch durchflossenen Altarmen und terrassenförmig angelegten, bereits verlandeten Mäanderschlingen dar (Bild 29). So entstehen durch die Dynamik vielfach temporäre Gewässer und Pionierstandorte, in denen sich eigenständige Biozönosen etablieren können.

Die Aue des Großen Talauebaches im Grundgebirge wird nur bei sehr hohen Abflüssen überflutet. Der Grundwassereinfluss wird aber durch den bachbegleitenden Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) und den daran anschließenden Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) deutlich. Ausgedehnte Pestwurz-Uferfluren (*Phalarido-Petasitetum*) auf den Schotterbänken übernehmen eine wichtige Funktion bei der Ufersicherung. An verlagerungsstabilen Substraten wie Erlenwurzeln, Blöcken und Felsrippen wachsen die Wassermoose *Fontinalis antipyretica* und *Brachythecium rivulare* sowie die Rotalge *Lemanea*.

Der Artenreichtum im Großen Talauebach des Grundgebirges ist aufgrund des weiten Spektrums an Kleinlebensräumen groß. Neben strömungsliebenden Bewohnern von Steinen und Blöcken treten vermehrt Besiedler feinkörniger Substrate und Arten größerer Fließgewässer auf. Daher besitzen der Kleine und der

Große Talauebach im Grundgebirge viele gemeinsame Leitarten. Die Eintagsfliegen *Baetis fuscatus* und *Ecdyonurus torrentis*, die Steinfliege *Chloroperla tripunctata*, der Käfer *Orectochilus villosus* und die Köcherfliege *Sericostoma flavicorne* (Bild 30) treten erst in großen Bächen bei steigender Quellentfernung auf und grenzen den Großen Talauebach vom Kleinen Talauebach im Grundgebirge faunistisch ab. Das Artenspektrum der Fischbesiedlung erweitert sich, da neben den Fischen der oberen Forellenregion die Bachschmerle (*Barbatula barbatula*) und der auf große, strömungsberuhigte Kolke angewiesene Hasel (*Leuciscus leuciscus*) auftreten.



Bild 29: Der Große Talauebach im Grundgebirge besitzt zahlreiche Altarme, die bei Hochwasser durchflossen werden. Im Sommer fallen die Mäander weitgehend trocken, so dass temporäre Stillgewässer und Pionierstandorte entstehen.



Bild 30: Die Köcherfliege *Sericostoma flavicorne* ist ein Bewohner großer Bäche und besiedelt die sandig-steinigen Ablagerungen im Großen Talauebach des Grundgebirges.

II.1 • 5.6 Fließgewässertypus des „Vorlandes des Silikatischen Grundgebirges“

In ihrem Erscheinungsbild gleichen die Bäche der Fließgewässerlandschaft „Vorland des Silikatischen Grundgebirges“ Fließgewässern im Tiefland, da das für viele Mittelgebirgsbäche typische hohe Gefälle, die starke Strömung und die steinige Bachsohle weitgehend fehlen. Die Fließstrecke der Bäche ist kurz, da sie nach Norden die Mittelgebirgsregion verlassen und in die Gewässerlandschaften des Tieflandes übertreten. Der einzige Bachtyp des Vorlandes im Silikatischen Grundgebirge ist der Colline Bach.



Bild 31: Der Colline Bach besitzt einen stark gewundenen Verlauf mit zahlreichen Mäanderschlingen.

Colliner Bach

Der Colline Bach (Bild 31) besitzt schon kurz unterhalb der Quellregion einen geschwungenen bis mäandrierenden Verlauf. Die Schotter der Bachsohle sind häufig von Totholz, Falllaub und Detritus bedeckt. Nur an den regelmäßig vorkommenden, flach überströmten Schnellen wird der Mittelgebirgscharakter des Collinen Baches deutlich. Die Fließgeschwindigkeit ist ansonsten eher gering. Im Querprofil weist der Colline Bach eine mäßig tiefe, unregelmäßige Kastenform mit einer stark strukturierten Uferlinie auf (Abb. 13). Durch den gewundenen Verlauf entstehen vielfach Prall- und Gleithänge. Typische Talformen sind Sohlentäler und in den Oberläufen Muldentäler. Das Wasser des Collinen Baches besitzt vorwiegend silikatischen Charakter. Es ist tendenziell neutral mit einem geringen bis mäßigen Kalkgehalt und Pufferungsvermögen. Durchfließen die Bäche die räumlich begrenzten Kalkbereiche, steigen Kalkgehalt und Pufferungsvermögen rasch an.

Der Colline Bach wird von einem Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) begleitet, der in staunassen Bereichen Bruchwaldcharakter annehmen kann. Wassermoose sind spärlich vertreten und besiedeln Erlenwurzeln und lagestabile Steine der Bachsohle.

Die Fauna des Collinen Baches ist verhältnismäßig artenreich und setzt sich aus Stein- und Weichsubstratbesiedlern zusammen. Die mit sandigen Ablagerungen assoziierte Großlibelle *Cordulegaster boltoni* (Bild 32) und die Köcherfliege *Oecismus monedula* sind Leitarten. Als Begleiter leben Muscheln der Gattung *Pisidium*, die Eintagsfliege *Ephemera danica* und die Faltenmücke *Ptychoptera paludosa* eingegraben in den weichen Bachsedimenten. Ihr Auftreten ist an stabile sandige Ablagerungen mit guter Sauerstoffversorgung gebunden. Hydraulisch anspruchsvollere Arten wie die Eintagsfliegen *Baetis alpinus* und *Epeorus sylvicola* oder die räuberische Steinfliegenlarve *Perla marginata* treten nur in sehr geringer Anzahl im Collinen Bach auf oder fehlen gänzlich.



Bild 32: Die Larve der Zweigestreiften Quelljungfer *Cordulegaster boltoni* ist eine Leitart der Collinen Bäche und lebt eingegraben in den sandigen Ablagerungen der Bachsohle, wo sie sich räuberisch von anderen Insektenlarven ernährt.

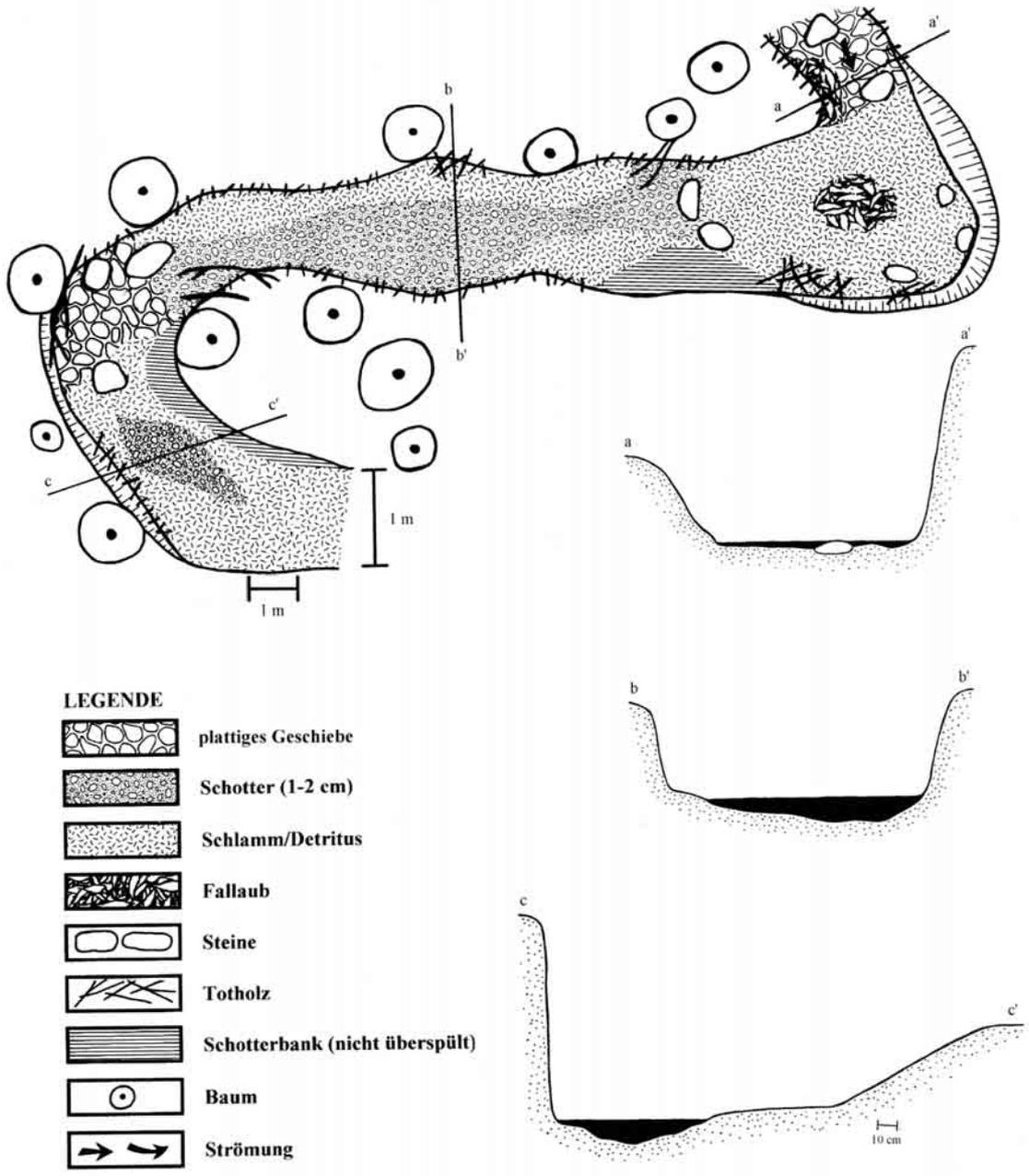


Abb. 13: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilausbildung eines Collinen Baches mit unregelmäßigem Kastenprofil und für einen Mittelgebirgsbach feinkörnigen Sohlsubstraten.

II.1 • 5.7 Fließgewässertypus der „Vulkangebiete“

Das Siebengebirge ist die einzige zusammenhängende, vulkanisch geprägte Region innerhalb der Fließgewässerlandschaft der Vulkangebiete. Es ist heute fast vollständig bewaldet, jedoch ist die Landschaft schon lange wirtschaftlich, z. B. als Niederwald genutzt worden. Der einzige Gewässertyp der Vulkangebiete ist der *Bach der Vulkangebiete*.

Bach der Vulkangebiete

Der Bach der Vulkangebiete (Bild 33) fließt in tief eingeschnittenen Kerbtälern oder schmalen Kerbsohlentälern. Aufgrund der Talform und des hohen Gefälles verlaufen die Bäche gestreckt oder geschlängelt. Ihre Sohle besteht neben Schotter, der als Verwitterungsschutt von den steilen Hängen ins Gewässer eingetragen wird, aus den lehmigen Verwitterungsprodukten der Tuffgesteine. Das Wasser des Baches der Vulkangebiete ist tendenziell kalk- und nährstoffarm, schwach gepuffert und neutral. Liegt das Einzugsgebiet der Bäche im basischen Basalt oder Basalttuff, ist das Wasser nährstoffreicher.

Der Bach der Vulkangebiete besitzt eine variable Ausgestaltung des Querprofils. Neben flachen, schotterreichen Profilen sind die Bachbetten in Tuffgesteinen in der Regel kastenförmig in die weicherer Sedimente eingetieft (Abb. 14). In diesen Bereichen treten Erosionsspuren in Form von Uferabbrüchen und -unterspülungen auf. Die Wassertiefe ist gering, das Fließverhalten sehr variabel und vor allem an den Schnellen aus anstehendem Fels, Steinen und Totholz turbulent und schnell fließend.

In Kerbtälern fehlt dem Bach der Vulkangebiete eine eigenständige Auenwaldgesellschaft, in Kerbsohlentälern wird er von einem schmalen Saum eines Hainmieren-Erlen-Auenwaldes (*Stellario-Alnetum*) begleitet. An den Talhängen schließt daran zumeist ein bodensaurer Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*) an. Auf den Böden der basenreicheren Basaltgebiete wachsen jedoch typische Vertreter der Waldmeister-Buchenwälder (*Galio-Fagetum*).

Die Vulkangebiete werden von der Fließgewässerlandschaft des Silikatischen Grundgebirges eingeschlossen. Daher finden sich im Bach der Vulkangebiete viele Begleitarten der Fauna, die auch in der benachbarten Fließgewässerlandschaft vorkommen: die Eintagsfliege *Rhithrogena picteti*, die Käfer *Elmis aenea* und *Hydraena gracilis* sowie die Köcherfliegen *Potamophylax cingulatus* und *Silo pallipes*. Die Leitarten des Kerbtalbaches und des Kleinen Talauebaches im Grundgebirge fehlen jedoch weitgehend. Größere Bestände der Bachforelle (*Salmo trutta*) und der Groppe (*Cottus gobio*) treten erst bei höheren Wasserständen auf.

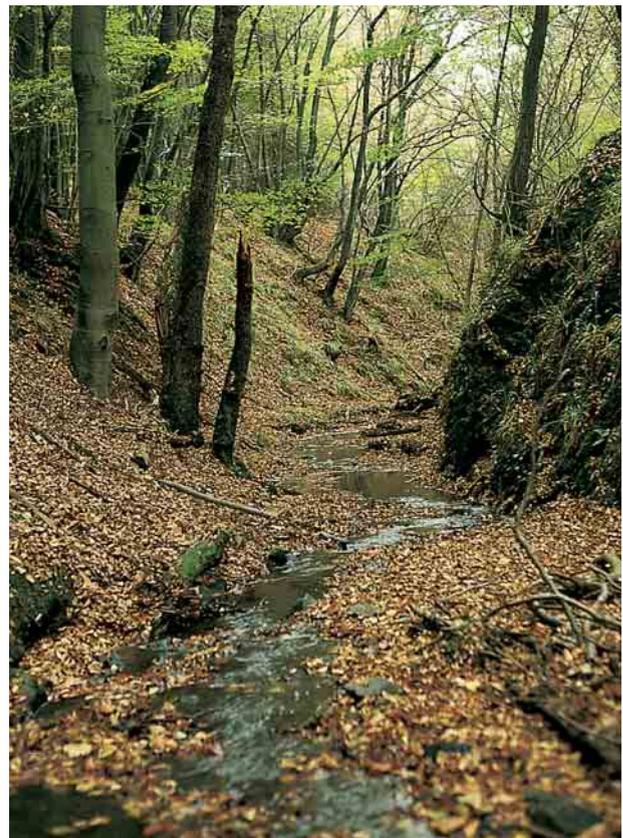
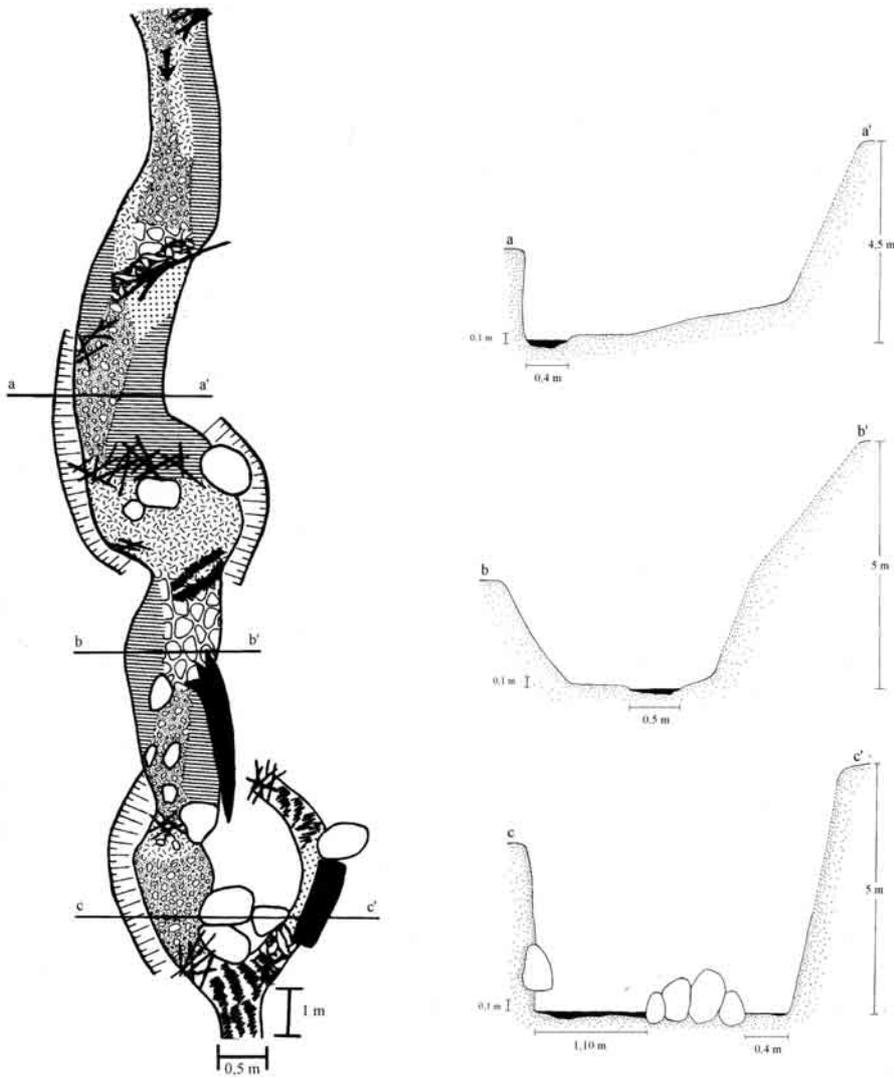


Bild 33: Der Bach der Vulkangebiete fließt in steilen Kerb- oder Kerbsohlentälern und hat sich tief in die weichen Tuffgesteine eingegraben.



LEGENDE

	plattiges Geschiebe		Fallaub
	Schotter (1-2 cm)		Steine
	anstehender Fels		Totholz
	Sand		Schotterbank (nicht überspült)
	Schlamm/Detritus		Strömung

Abb. 14: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilbildung eines Baches der Vulkangebiete.

II.1 • 5.8 Fließgewässertypen des „Schwachkarbonatischen Deckgebirges“

Die komplexe Entstehungsgeschichte des Schwachkarbonatischen Deckgebirges hat eine mosaikartige Landschaft hervorgebracht. Kleinräumig wechseln verschiedene Schichten aus dem Erdmittelalter, daneben sind Lössablagerungen und lokal auftretende Findlinge Zeugen einer eiszeitlichen Überformung vor allem im Nord-Westen des Schwachkarbonatischen Deckgebirges. Die Erscheinungsform der Bäche in dieser Fließgewässerlandschaft ist daher stärker von den örtlichen Gegebenheiten abhängig als in anderen Gewässerlandschaften. Dennoch besitzen sie im Sinne der Fließgewässertypologie viele Gemeinsamkeiten in der Gewässermorphologie, der Besiedlung und dem Wasserchemismus. Das Schwachkarbonatische Deckgebirge ist von allen Mittelgebirgsregionen in Nordrhein-Westfalen am stärksten durch menschliche Nutzung geprägt.

Im Schwachkarbonatischen Deckgebirge werden zwei Gewässertypen unterschieden, die längszonal aneinander anschließen: der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* und der *Große Talauebach im Deckgebirge*.

Kleiner Talauebach im Deckgebirge

Der Kleine Talauebach im Deckgebirge (Bild 34) fließt in kurzen steilen Muldentälern, die sich rasch zu Sohlentälern aufweiten. Bäche, die direkt zur Weser entwässern oder die Schichtgrenze unterschiedlich harter Gesteinsserien schneiden, besitzen ein höheres Gefälle und verlaufen z. T. in Kerb- oder Kerbsohlentälern.

Die Bachsohle des Kleinen Talauebaches im Deckgebirge besteht aus einem Gemisch verschiedener Korngrößen. In der Regel dominieren feinkörnige Sedimente und kleine Mergelplättchen oder Steine. Das gröbere plattigsteinige Geschiebe wird an kleinen Gefällestufen aus dem lehmigen oder sandigen Feinmaterial herausgewaschen (Bild 35, Abb. 15). Die tiefgründig verwitternden Mergel- und Tonsteine liefern vor allem viel lehmiges Feinmaterial und Gesteinsbruchstücke, so dass der Kleine Talauebach im Deckgebirge auch bei Hochwasser geschiebearm ist. Nur die Gewässer im Sandstein sind eine Quelle größerer Geschiebes. Der Kleine Talauebach im Deckgebirge ist tendenziell

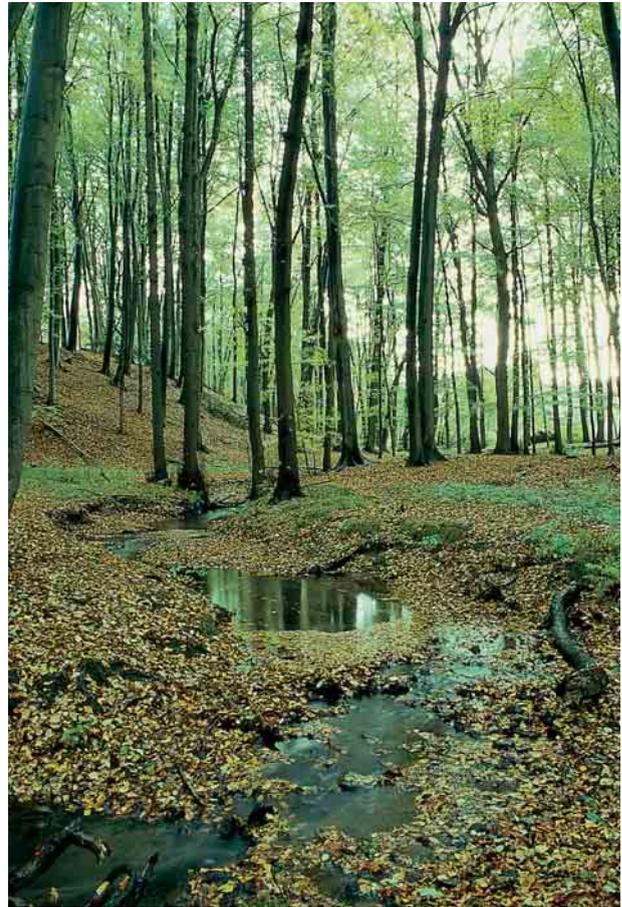
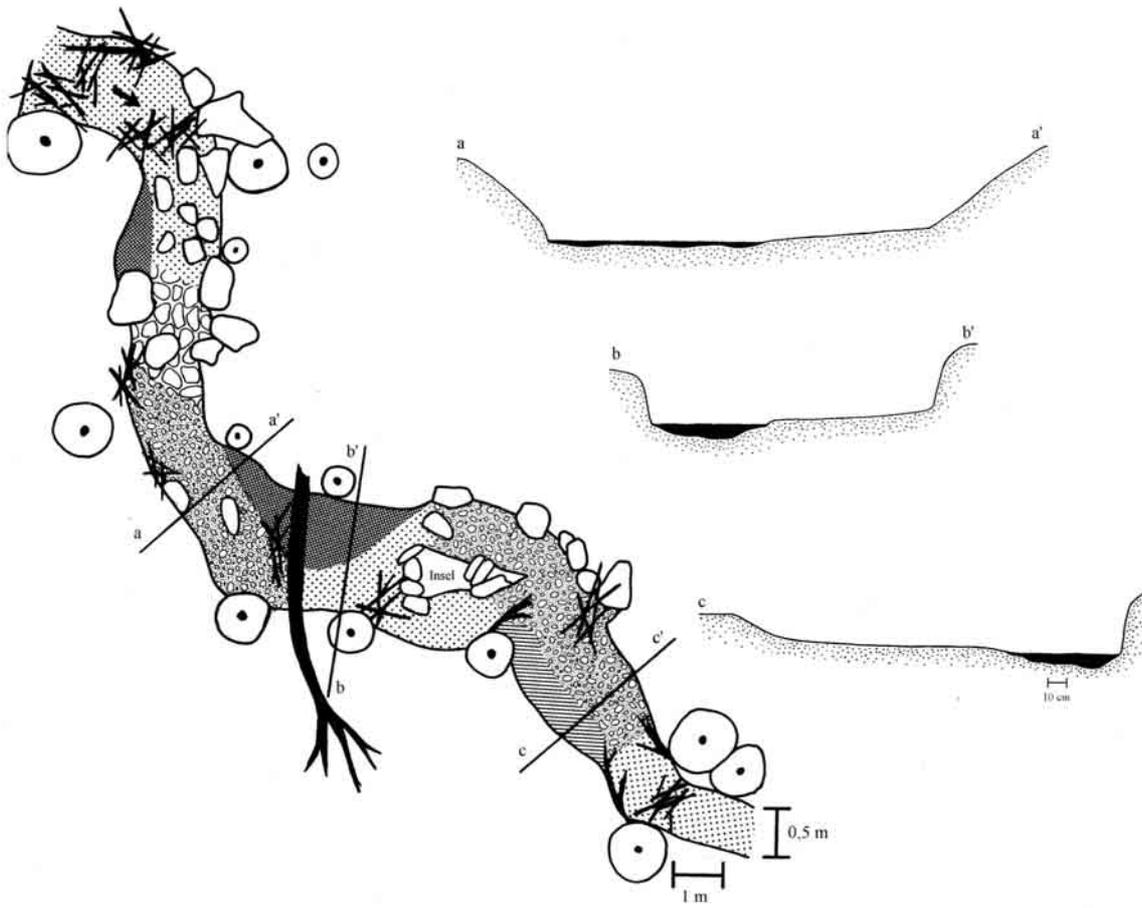


Bild 34: Typische Talformen des Kleinen Talauebaches im Deckgebirge sind Mulden- oder Sohlentäler. Bereits in quellnahen Gewässerabschnitten verläuft der Bach gekrümmt oder geschwungen.



Bild 35: Im Kleinen Talauebach des Deckgebirges werden an Gefällestufen größere Steine aus dem lehmigen oder sandigen Feinmaterial herausgewaschen, das durch Verwitterung von Mergel- und Tonsteinen im Einzugsgebiet entsteht.



LEGENDE

	plattiges Geschiebe		Schotterbank (nicht überspült)
	Schotter (1-2 cm)		Sandbank (nicht überspült)
	Sand		Baum
	Steine		Strömung
	Totholz		

Abb. 15: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilausbildung eines Kleinen Talauebaches im Deckgebirge.

leicht basisch, mäßig kalk- und nährstoffreich und gut gepuffert. Liegt das Einzugsgebiet im Sandstein, sind die Bäche ionenärmer mit einem geringeren Kalkgehalt und Pufferungsvermögen.

Der Kleine Talauebach im Deckgebirge weist im Querprofil eine unregelmäßige Kastenform auf. Die Ufer sind flach, in bindig-lehmigen Substraten etwas steiler. Dort erreichen die Bäche eine Einschnittstiefe bis zu 60 cm. Ihre Linienführung ist abhängig von den örtlichen Gefälleverhältnissen. Meist verlaufen die rasch, an Schnellen turbulent fließenden Gewässer gekrümmt bis geschlängelt.



Bild 36: An Prallufertreten in Großen Talauebächen des Deckgebirges durch Krümmungserosion häufiger Uferabbrüche auf.

In Regionen mit einer Löss- oder Lösslehmauflage (Ravensberger Hügelland, Steinheimer und Warburger Börde) nähert sich der Kleine Talauebach im Deckgebirge in der Gestalt seines Bachbettes den Lösslehmgeprägten Fließgewässern im Tiefland an: Die Uferböschungen sind steiler und die Einschnittstiefe nimmt zu. Jedoch weist der Kleine Talauebach im Deckgebirge immer eine höhere Sohlrauheit als der entsprechende Typus im Tiefland auf, da über die steileren Oberläufe eine Geschiebenachlieferung stattfindet. Auch die Biozönose zeichnet sich durch viele charakteristische Arten der Mittelgebirge aus.



Bild 37: Die Eintagsfliege *Electrogena ujhelyii* bewohnt bevorzugt schwach strömende Gewässer des Hügellandes.

Der Kleine Talauebach im Deckgebirge wird von einem Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) begleitet. Schwarzerlenwurzeln und verlagerungsstabile Steine werden von den Wassermoosen *Fontinalis antipyretica*, *Brachythetium rivulare* und *Rhynchostegium riparioides* besiedelt. An kalkarmen Standorten ist das Wassermoose *Scapania undulata* anzutreffen.

Die Biozönose des Kleinen Talauebaches im Deckgebirge ist artenreich. Die meisten Tiere sind strömungsliebend und besiedeln Hartsubstrate wie Totholz, Erlenwurzeln und Steine. Beispiele sind die Eintagsfliege *Rhithrogena picteti*, die Köcherfliegen *Tinodes rostocki*, *Hydropsyche saxonica* und *Chaetopteryx major* sowie die Kriebelmücken *Simulium costatum* und *Prosimulium tomosvaryi*. Leitarten sind die Eintagsfliege *Electrogena ujhelyii* (Bild 37), die schwach wasserführende Gewässer bevorzugt besiedelt, sowie die an detritusreiche Sedimente gebundene Köcherfliege *Potamophylax cingulatus* und die anspruchsvolle Großlibelle *Cordulegaster bidentatus*. In den Fließgewässern des Schwach-karbonatischen Deckgebirges treten die kaltstenothermen oder hydraulisch sehr anspruchsvollen Leitarten des Silikatischen Grundgebirges nur selten auf oder fehlen gänzlich.

Großer Talauebach im Deckgebirge

Der Große Talauebach im Deckgebirge (Bild 36) fließt in breiten Mulden- oder Sohlentälern und verläuft bei einem Gefälle unter 3% geschwungen bis mäandrierend. Im Bereich von Schnellen besitzt er eine Sohle aus plattigem Geschiebe und einzelnen größeren Blöcken. Außerhalb der Schnellen treten in der Sohle nur stellenweise grobsteinige Geschiebe hervor, die vor allem in den ruhiger fließenden Abschnitten durch kleine Mergelplättchen, Sand und lehmige Substrate in unterschiedlichen Anteilen überdeckt werden (Abb. 16).

Durchfließt der Große Talauebach des Deckgebirges die Schichtgrenze unterschiedlich harter Gesteine, wird das Fließverhalten turbulenter und das Substrat grobkörniger, z. T. felsig. Die Verteilung der Substrate der Bachsohle zeigt die sortierende Wirkung des fließenden Wassers, wobei das gröbere Geschiebe nur bei Hochwasser bewegt wird. Der Große Talauebach ist wie der Kleine Talauebach im Deckgebirge tendenziell leicht basisch, mäßig kalk- und nährstoffreich und gut gepuffert.

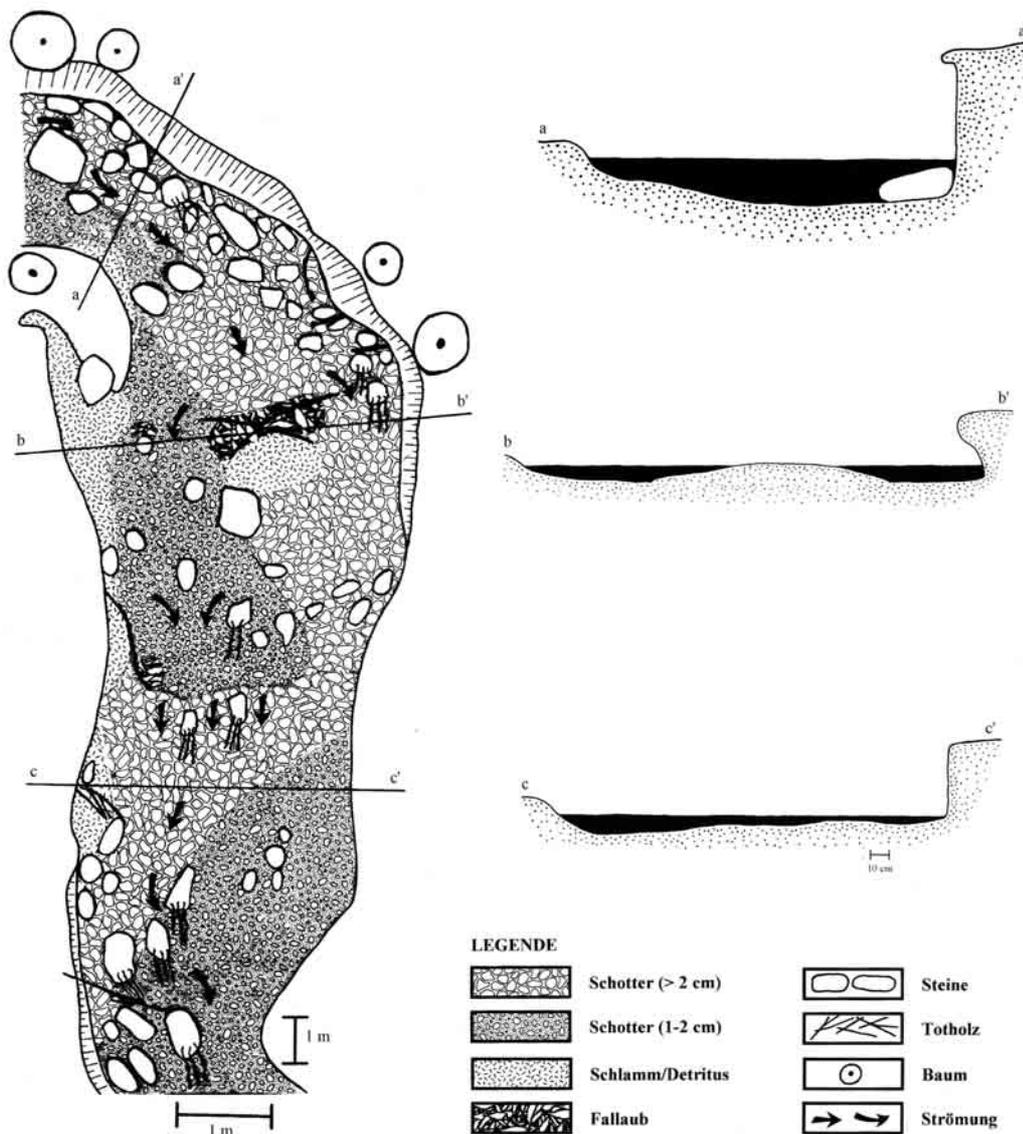


Abb. 16: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querprofilusbildung eines Großen Talauebaches im Deckgebirge.

Das in Tiefe und Breite variable Profil des Großen Talauebaches im Deckgebirge zeigt vielfache Erosions Spuren. Durch Seitenerosion entstehen in den lehmigen oder sandigen Ufern bis 1,5 m hohe Abbruchkanten (Bild 38) und unterspülte Ufer. Das Bachbett ist zwischen 20 und 150 cm in die Auensedimente eingetieft.

Der Große Talauebach im Deckgebirge wird von einem Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) begleitet, an den sich auf der ebenen Talsohle ein Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (*Stellario Carpinetum*) anschließt. Pestwurz-Uferfluren (*Phalarido-Petasitetum*) finden sich nur in schotterreichen Uferzonen. In der aquatischen Flora dominieren Wassermoose wie *Fontinalis antipyretica*, *Brachythetium rivulare* und *Rhynchostegium riparioides*.

Der Große Talauebach im Deckgebirge ist artenreich und von vielen „klassischen“ Mittelgebirgsarten bewohnt, die als strömungsliebende Tiere bevorzugt die Steine und Blöcke der Schnellen besiedeln. Hierzu zählen der Strudelwurm *Dugesia gonocephala* (Bild 39), die Eintagsfliege *Habroleptoides confusa*, die Steinfliege *Siphonoperla torrentium* und die Köcherfliege *Hydropsyche siltalai*. Leitart ist die Eintagsfliege *Electrogena ujhelyii*, die v.a. ruhig fließende, feinsubstratreiche Gewässerstrecken besiedelt. Als Begleiter werden Feinsubstratbesiedler und Bewohner detritusreicher Standorte wie der Bachflohkrebs *Gammarus pulex*, die Eintagsfliege *Ephemera danica*, die Köcherfliegen *Halesus digitatus* und *Potamophylax latipennis* und die



Bild 38: Durch die natürliche Gewässerdynamik entstehen im Großen Talauebach des Deckgebirges in den Mäanderbögen unterspülte Ufer und Uferabbrüche.

Kriebelmücke *Simulium vernum* in den großen Bächen regelmäßig angetroffen. Viele dieser Arten sind auch Bewohner von Fließgewässern des Tieflandes. Bachforellen (*Salmo trutta*) und Groppen (*Cottus gobio*) sind regelmäßig anzutreffende Fischarten, in größeren Gewässern auch Bachschmerle (*Barbatula barbatula*) (Bild 40) und Elritze (*Phoxinus phoxinus*).

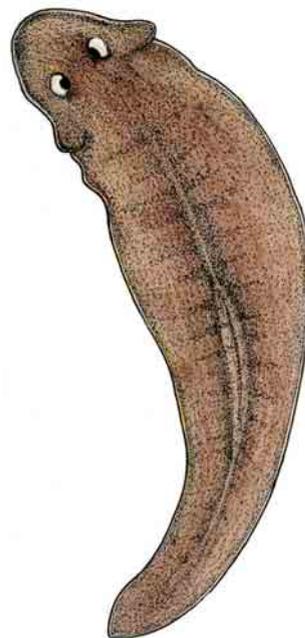


Bild 39: Der Strudelwurm *Dugesia gonocephala* ist im Mittelgebirge weit verbreitet und gehört zum Grundarteninventar aller Bachtypen. Im Tiefland besiedelt er ausschließlich grundwasser-geprägte Gewässerabschnitte.



Bild 40: Die Bachschmerle besiedelt große, saubere Bäche mit steinigem und sandigem Grund; Verhältnisse, die im Großen Talauebach des Deckgebirges regelmäßig anzutreffen sind.

II.1 • 5.9 Fließgewässertypus der „Muschelkalkgebiete“

Die Muschelkalkgebiete sind waldreiche Bergländer, in denen bis heute einzelne naturnahe Gewässerabschnitte erhalten geblieben sind. Bis auf wenige Ausnahmen treten alle Gewässer als kleine Bäche in eine andere Fließgewässerlandschaft über, so dass eine längszonale Unterteilung des Bachtyps nicht erfolgte. Einziger Bachtyp in der Fließgewässerlandschaft der Muschelkalkgebiete ist daher der *Muschelkalkbach*.

Muschelkalkbach

Der Muschelkalkbach (Bild 41) besitzt eine Sohle aus lehmigen Substraten und Kalksteinen, die häufig versintert sind. Der Anteil feinkörniger Ablagerungen sowie von Laubpaketen und Detritus nimmt vor allem während des Sommers in den kleinen Bächen zu, wenn die Wasserführung stark zurückgeht (Abb. 17). In großen Bächen treten die Kalksteine stärker in Erscheinung, da durch die hohen hydraulischen Kräfte die lehmigen Substrate abtransportiert werden. Das Wasser des Muschelkalkbaches ist basisch, kalkreich und besitzt ein hohes Pufferungsvermögen. Typische Talformen sind flache Mulden- und Sohlentäler. Vor allem in stärker verkarsteten Gebieten verlaufen die



Bild 41: Der Muschelkalkbach verläuft in flachen Mulden- oder Sohlentälern. Sein Bachbett ist eher schmal, Schotterbänke treten kleinflächig an den Gleitufern auf.

Gewässer leicht gekrümmt, da die abflussschwachen Bäche nur geringe erosive Kräfte besitzen. Größere Muschelkalkbäche sind stärker gewunden.

Der Muschelkalkbach besitzt ein unregelmäßiges kastenförmiges Querprofil, dessen Ufer durch die bindigen Lehme stabil sind. Die Uferlinie kleiner Bäche ist geradlinig, nur lokal tritt Seitenerosion auf. Die Bachbetten sind daher recht schmal. Die insgesamt geringe Strömungsgeschwindigkeit nimmt nur an Querstrukturen im Bachbett zu, wo das Wasser turbulent zwischen versinterten Kalksteinen oder Totholzbarrieren abfließt. Nur in größeren Bächen wird bei hohen Abflüssen Geschiebe auf der Bachsohle bewegt. Die kleinen Muschelkalkbäche transportieren vor allem lehmige Substrate, die bei starkem Hochwasser zur Auenlehmbildung beitragen.

Unmittelbar bachbegleitend wächst am Muschelkalkbach ein schmaler Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*). Auf den schuttreichen Hängen der Muldentäler schließt sich ein reicher Waldmeister-Buchenwald (*Galio-Fagetum*) mit zahlreichen kalkliebenden Pflanzen an. Die aquatische Flora setzt sich aus den Wassermoosen *Fontinalis antipyretica*, *Brachythetium rivulare* und *Rhynchostegium riparioides* und der kalkliebenden Art *Cinclidotus fontinaloides* zusammen.

Leitarten des Muschelkalkbaches sind der Käfer *Riolus subviolaceus* sowie die Köcherfliegen *Rhyacophila pubescens*, *Tinodes unicolor* (Bild 42) und *Melampophylax mucoreus*. Sobald Versinterungen der Bachsohle auftreten, werden diese charakteristischen Arten im Muschelkalkbach gefunden. Eine Artenkombination

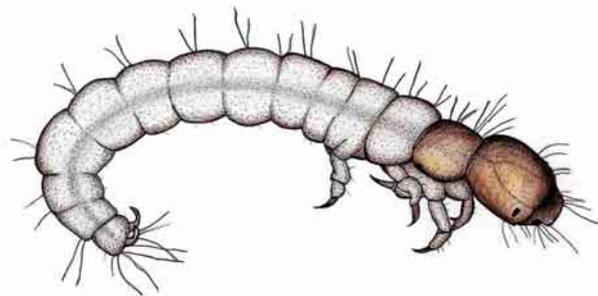


Bild 42: Die seltene Köcherfliege *Tinodes unicolor* bewohnt ausschließlich naturnahe Muschelkalkbäche, in denen Versinterungen der Sohlsubstrate auftreten.

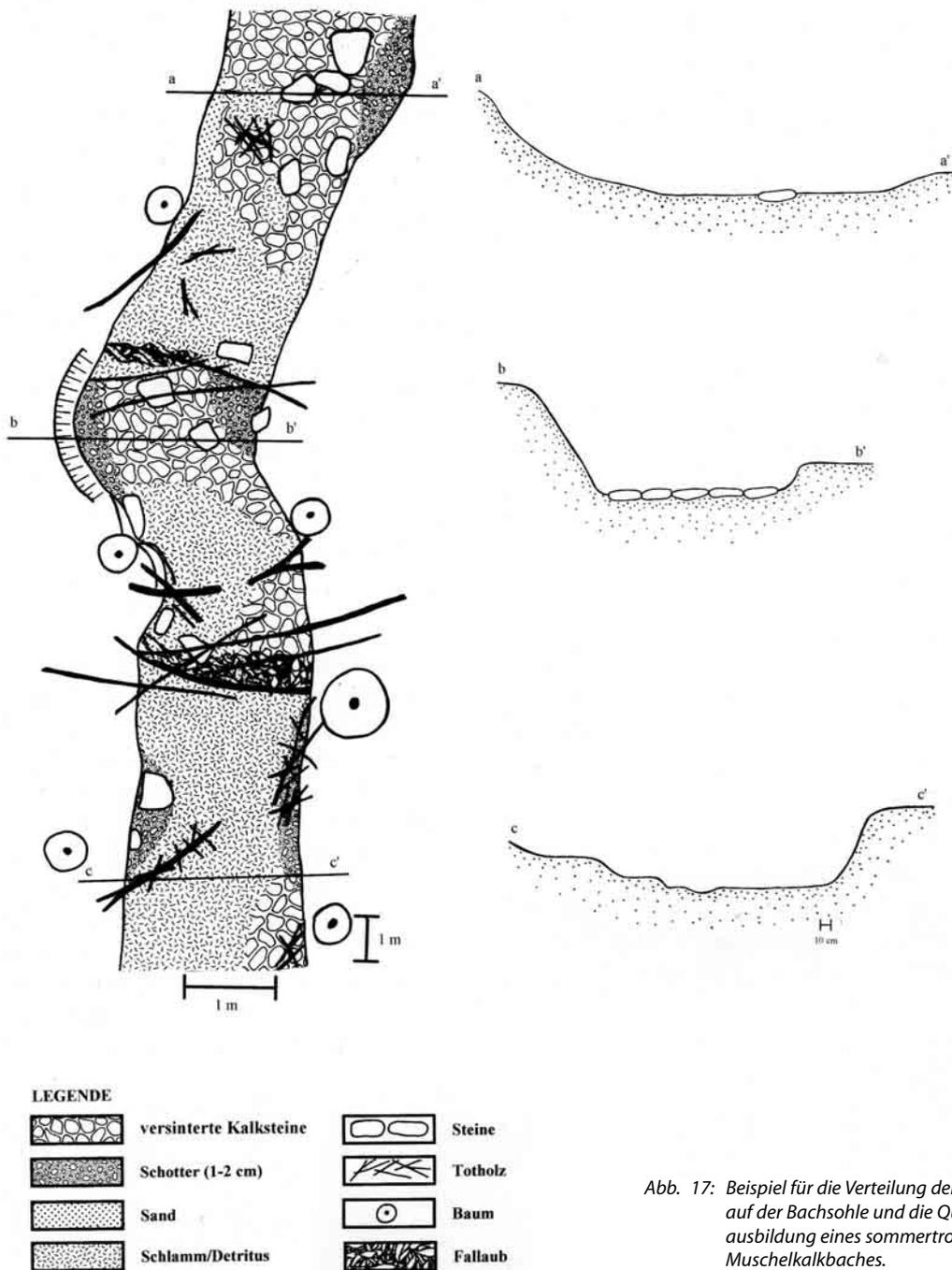


Abb. 17: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querschnittsprofilbildung eines sommertrockenen Muschelkalkbaches.

aus der Schnecke *Ancylus fluviatilis*, den Eintagsfliegen *Habrophlebia fusca* und *Habrophlebia lauta*, den Steinfliegen *Nemoura cinerea* und *Amphinemura standfussi*, den Köcherfliegen *Micropterna nycterobia*, *Micropterna sequax* und *Plectrocnemia conspersa* sowie der Kriebelmücke *Simulium venum* deutet auf die besondere hydrologische Situation der sommer-

lichen Austrocknung hin, die in Muschelkalkbächen ein häufig auftretendes, natürliches Phänomen ist. Während solcher Austrocknungsphasen geht der Anteil strömungsliebender Besiedler deutlich zurück und wird durch Arten abgelöst, die durch besondere Übersommerungs-Strategien an die Austrocknung angepasst sind.

II.1 • 5.10 Fließgewässertypus der „Verkarsteten Kalkgebiete“

Die basenreichen Böden der Verkarsteten Kalkgebiete werden größtenteils landwirtschaftlich genutzt. In einigen Tälern der Paderborner Hochfläche sind Reste der ehemaligen Laubwälder erhalten geblieben, in denen sich naturnahe Fließgewässerabschnitte befinden. Der einzige Bachtyp der Fließgewässerlandschaft der Verkarsteten Kalkgebiete ist der *Karstbach*.

Karstbach

Der Karstbach (Bild 43) besitzt eine Sohle aus plattigen Kalksteinen und großen Kalkblöcken, die nach langen Trockenphasen fast vollständig von Laub und Totholz bedeckt sein können (Abb. 18). Als Talformen treten Mulden- oder Sohlentäler auf. Letztere haben sich zum Teil kastenförmig in die Landschaft eingeschnitten. Der Karstbach ist in der Regel basisch, kalkreich und gut gepuffert. Da er, außer bei starken Regenfällen, größtenteils mit „Fremdwasser“ aus Bächen anderer Gewässerlandschaften gespeist wird, ist sein Wasserchemismus in diesen Übergangszonen von der Wasserbeschaffenheit seiner Zuflüsse abhängig. Der Karstbach nimmt aber schon nach kurzer Fließstrecke karbonatischen Charakter an.



Bild 43: Die groben Kalkblöcke des episodisch wasserführenden Karstbaches werden durch Hochwässer nach starken Regenfällen oder der Schneeschmelze freigespült. Die längste Zeit des Jahres findet kein Oberflächenabfluss statt.

Sobald das Ufer des Karstbaches durch harte Kalksteine gebildet wird, die eine Seitenerosion erschweren, ist sein Profil deutlich kastenförmig. Die Sohle großer Bäche liegt daher z. T. bis zu 2 m unter dem Geländeniveau. Neben den freierodierten Kalkblöcken der Gewässer- sohle sind die häufig auftretenden Uferabbrüche eine Folge der episodisch auftretenden Hochwasserwellen im Karstbach und Ausdruck ihrer bettbildenden Kräfte. Kleine wie große Karstbäche verlaufen gestreckt bis gewunden, eine Mäanderbildung tritt nur selten auf.

Periodisch wasserführende Karstbäche werden von einem Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) begleitet. Dieser fehlt an den episodisch wasserführenden Bächen, da auf den skelettreichen frischen Böden verschiedene Ausprägungen des kalkliebenden Waldmeister-Buchenwaldes (*Galio-Fagetum*) konkurrenzstärker sind und somit den Talboden sowie die steileren Hänge besiedeln. Die Wassermoose *Cinclidotus fontinaloides* und *Fontinalis antipyretica* überdauern die sommerliche Austrocknung in periodischen Bächen ohne Schaden.

Die Besiedlung des Karstbaches ist abhängig von der Dauer der Fließphase. Im Extremfall ist die Periode der Wasserführung so kurz und das Abflussgeschehen so unvorhersagbar, dass sich keine eigenständige Besiedlung etablieren kann. Diese Verhältnisse treten vor allem im Zentrum der Paderborner Hochfläche und an deren Übergang zum Tiefland auf, wo fast der gesamte Abfluss unterirdisch in Kluftsystemen erfolgt.



Bild 44: Der augenlose Höhlenflohkrebs *Niphargus* wird beim Austritt temporärer Quellen oder während der kurzen Fließphasen aus dem Grundwasserleiter in den Karstbach eingespült.

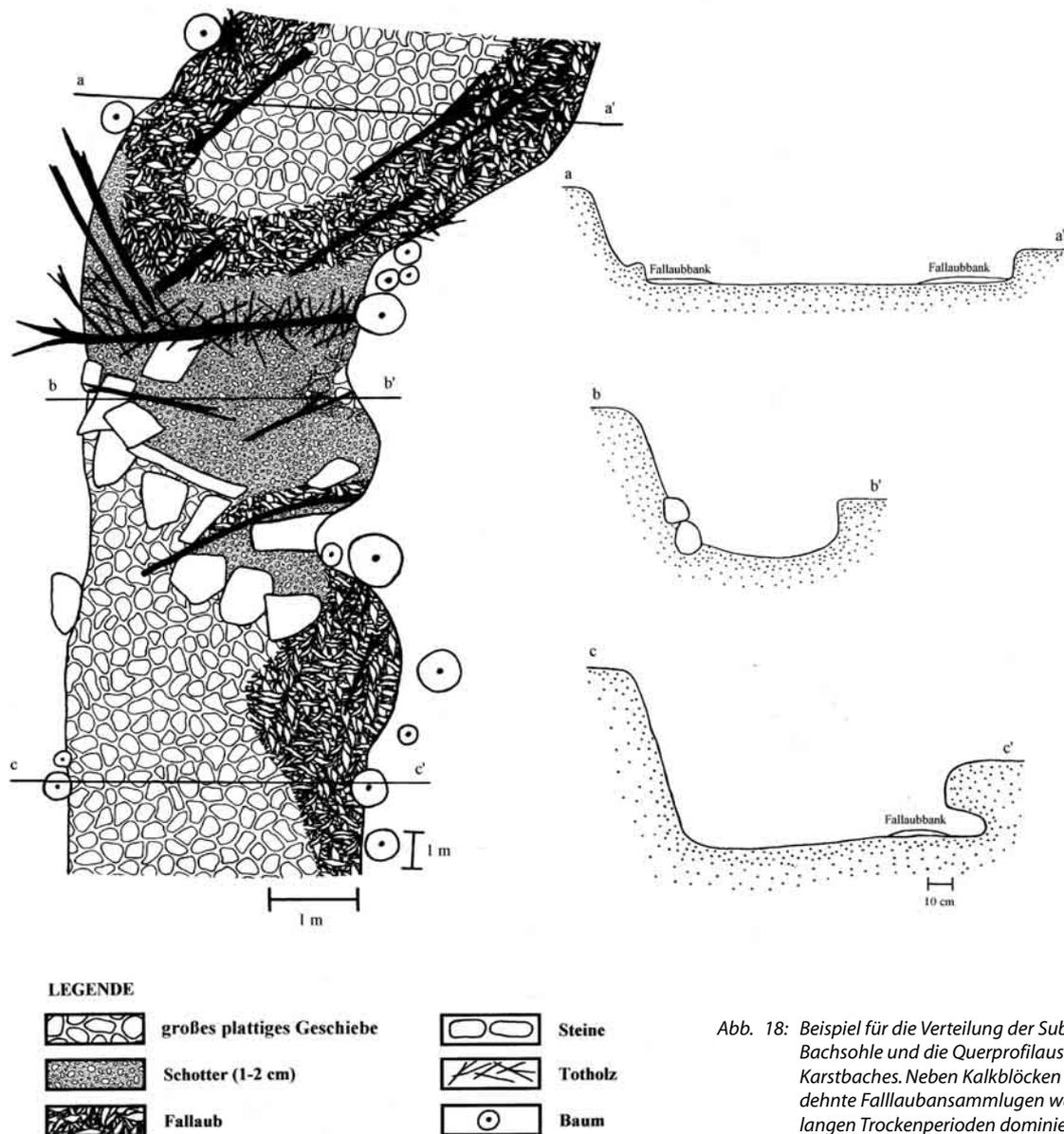


Abb. 18: Beispiel für die Verteilung der Substrate auf der Bachsohle und die Querschnittsbildung eines Karstbaches. Neben Kalkblöcken sind ausgedehnte Falllaubansammlungen während der langen Trockenperioden dominierend.

Die Bäche dieser Gebiete besitzen nur lokal beim Austritt temporärer Quellen im Bachbett auf z. T. nur wenigen Metern eine Wasserführung und werden von Arten mit einem sehr kurzen Lebenszyklus und Bewohnern des Grundwassers, zu denen der Höhlenflohkrebs *Niphargus* (Bild 44) zählt, besiedelt. Periodische Karstbäche mit einer kürzeren Trockenphase sind artenreiche Lebensräume und werden von

Spezialisten besiedelt, die an das sommerliche Trockenfallen angepasst sind. Hierzu zählen die Eintagsfliegen *Habrophlebia fusca* und *Habrophlebia lauta*, die Steinfliege *Amphinemura standfussi* sowie die Köcherfliegen *Melampophylax mucoreus*, *Micropterna testacea* und *Micropterna lateralis*. In den Grenzbereichen zu anderen Fließgewässerlandschaften werden Tiere permanenter Gewässer in den Karstbach eingespült.

II.1 • 5.11 Hydrologische Bachtypen

In den ausgewiesenen Gewässerlandschaften des Tieflandes und des Mittelgebirges kommen in regional mehr oder weniger scharf umgrenzten Teilräumen vier unterschiedliche hydrologische Bachtypen vor. Der „Grundwassergeprägte Bach“ und der „Grundwasserarme/Oberflächenwassergeprägte Bach“ besitzen eine permanente (ganzjährige) Wasserführung, während der „Sommertrockene Bach“ und der „Ephemere Bach“ im Verlauf eines Jahres zeitweise trockenfallen.

Die hydrologische Gliederungsebene durchdringt die geologisch-pedologische bzw. geologisch-längszonale Ebene. Die Kombinationen mit der weitesten Verbreitung sind in Tabelle 1.1 und 1.2 angegeben.

Der hydrologische Typus bedingt eine deutliche Modifikation für eine Reihe von abiotischen Parametern und für die Biozöosen.

Grundwassergeprägter Bach

Definition: Der Grundwassergeprägte Bach weist eine ausgeglichene Abflussganglinie im Jahresverlauf mit einer geringen Amplitude zwischen Niedrigwasser- und Mittelwasserführung auf. Die Relation zwischen Mittelwasserabfluss (MQ) und mittlerem Niedrigwasserabfluss (MNQ) ist $\leq 3 : 1$, da der durchlässige Porengrundwasserleiter als Wasserspeicher ausgleichend auf den Abfluss wirkt.

Der Grundwassergeprägte Bach hat über „hydrologische Fenster“ Verbindung zum gespannten Tiefengrundwasser, welches von der Seite oder von unten in das Gewässerbett eintritt (Bild 45). Der ständige Zustrom von Wasser wirkt ausgleichend auf das Abflussregime, die Schwankungen des Wasserstandes im Jahresgang sind gering (Abb. 19).

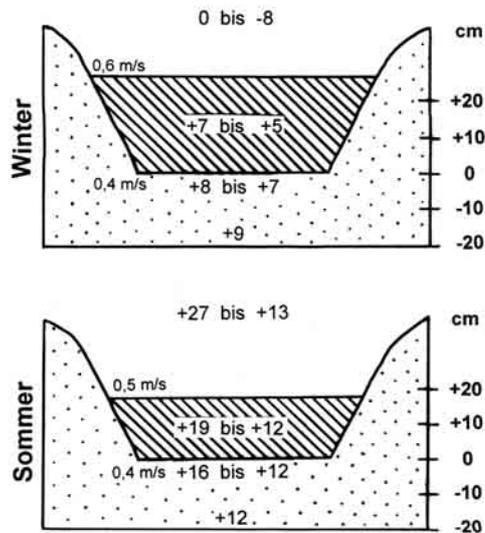


Abb. 20: Tages-Temperaturamplituden [°C] der Luft, im Wasserkörper und im Bachsediment eines Grundwassergeprägten, weitgehend unbeschatteten Tieflandbaches während einer Frostperiode im Winter (oben) und einer Wärmeperiode im Sommer; die Zahlen rechts geben die Höhe über bzw. Tiefe unter der Bachsohle in cm an, dazu ist die Fließgeschwindigkeit im Stromstrich und nahe der Sohle in m/s aufgeführt.

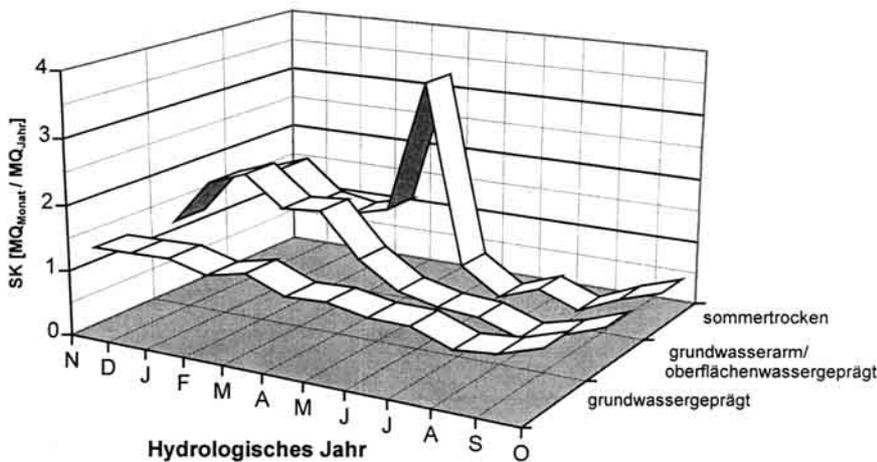


Abb. 19: Vergleich der Abflussregime eines Grundwassergeprägten, Grundwasserarmen/Oberflächenwassergeprägten und Sommertrockenen Baches. Der Grundwassergeprägte Bach besitzt geringe saisonale Abflussschwankungen, während der Grundwasserarme/Oberflächenwassergeprägte und der Sommertrockene Bach durch eine Hochwasser- und eine Niedrigwasserperiode gekennzeichnet sind.

SK: Schwankungskoeffizient

MQ: Mittelwasserabfluss

Die Kontaktzone zwischen Bachbett und Grundwasser, in der das Grundwasser diffus zuströmt, ist im Längsverlauf des Gewässers lokal begrenzt, prägt aber je nach Anteil des zutretenden Grundwassers am Gesamt-abfluss über mehr oder weniger lange Strecken den Charakter des Fließgewässers und seine Lebensgemeinschaft. Da ein bedeutender Grundwasserzutritt nur in gut durchlässigen Lockergesteinen erfolgen kann, findet man Grundwassergeprägte Bäche hauptsächlich im Tiefland. Sie sind die „Forellenbäche des Tieflandes“.

Die Jahresganglinie der Temperatur ist wesentlich ausgeglichener als bei den nachfolgenden hydrologischen Typen: Im Winter sinken die Wassertemperaturen im Tagesmittel auch bei Dauerfrost kaum unter 5°C, während im Sommer 15°C im Mittel nicht überschritten werden (Abb. 20). Wegen des ausgeglichenen Jahres-Abflusses schwankt auch die Sohlschubspannung über

das ganze Jahr nur wenig und ist besonders im Sommerhalbjahr bei Niedrigwasserführung deutlich höher als im Grundwasserarmen Bach.

Der Grundwassergeprägte Bach ist auch an einer Zunahme der Abflusspende im Gewässerlängsverlauf ohne oberflächlich einmündende Seitengewässer zu erkennen (Abb. 23).

Grundwassergeprägte Bäche sind wegen ihrer spezifischen hydrologischen Verhältnisse bis heute Refugien für eine besonders anspruchsvolle Gewässerfauna: Diese setzt sich aus Arten zusammen, die keine großen Temperaturamplituden tolerieren und/oder höhere Ansprüche an die Hydraulik stellen („rheotypische Arten“); vielfach sind sie gleichzeitig empfindlich gegenüber organischer Belastung und Sauerstoffdefiziten. Damit beherbergen diese Bäche eine artenreiche und gleichzeitig sensible, schützenswerte Fauna.



Bild 45: Im Grundwassergeprägten Bach kann der Grundwasserzuström lokal so stark sein, dass das Feinsediment der Sohle umgelagert wird.



Bild 47: Tief eingegraben unter der Bachsohle lebt die sedimentfressende Steinfliege *Isoptena serricornis*, die in NRW bisher nur aus dem Wienbach (Westmünsterland) bekannt ist.



Bild 46: Die räuberische Steinfliege *Isoperla grammatica* ist auf die stärkere Hydraulik und die gute Wasserqualität des Grundwassergeprägten Tieflandbaches angewiesen.

Kennzeichnende Vertreter sind der Strudelwurm *Dugesia gonocephala*, die Flohkrebse *Gammarus fossarum* und *Echinogammarus berilloni*, die Assel *Proasellus coxalis*, die Eintagsfliege *Heptagenia sulphurea*, die Steinfliegen *Isoperla grammatica* (Bild 46) und *Isoptena serricornis* (Bild 47), die Hakenkäfer *Elmis aenea* und *Riolus subviolaceus*, die Köcherfliegen *Agapetus fuscipes*, *Silo nigricornis*, *Lasiocephala basalis* (Bild 48) und *Sericostoma personatum* sowie die Fischart *Cottus gobio* (Mühlkoppe). Viele dieser Arten sind „typische“ Vertreter von Mittelgebirgsbächen und können nur aufgrund der besonderen Temperatur- und hydraulischen Verhältnisse in Bächen des Tieflandes vorkommen.



Bild 48: Die Köcherfliege *Lasiocephala basalis* ernährt sich von Falllaub und verrottendem Holz und lebt teilweise in hohen Dichten in den naturnahen Abschnitten Grundwasser-geprägter Bäche.

Grundwasserkörper ausgebildet. Das Wasser fließt hier in Klüften und Fugen. Der Grundwasserarme/Oberflächenwassergeprägte Bach wird hauptsächlich von oberirdisch und oberflächennah abfließendem Wasser (interflow) gespeist. Sein Abflussregime ist in direkter Abhängigkeit von Niederschlag und Verdunstung zu sehen (Abb. 19, 21). Starke Niederschläge oder die Schneeschmelze führen unmittelbar zu einer Erhöhung des Abflusses. Im Sommer sinkt der Wasserstand durch die stärkere Verdunstung auf ein minimales Niveau.



Bild 49: Während der Vegetationsperiode ist der Abfluss des Grundwasserarmen / Oberflächenwassergeprägten Baches nur gering...

Grundwasserarmer/Oberflächenwassergeprägter Bach

Definition: Im Grundwasserarmen / Oberflächenwassergeprägten Bach wechselt regelmäßig ein geringer Trockenwetterabfluss im hydrologischen Sommerhalbjahr mit einem hohen Abfluss im Winterhalbjahr (Bild 49, 50). Dementsprechend ist die Niedrigwasserführung im Verhältnis zum Mittelwasserabfluss gering: Die Relation zwischen Mittelwasserabfluss (MQ) und mittlerem Niedrigwasserabfluss (MNQ) ist $\geq 4 : 1$, in gefällereichen Einzugsgebieten mit gering durchlässigem Untergrund werden Werte um $20 : 1$ erreicht.

Der Grundwasserarme/Oberflächenwassergeprägte Bach ist im Tiefland und Mittelgebirge verbreitet. Sein Grundwasserleiter ist durch eine geringe bis mäßige Speicherfähigkeit und Durchlässigkeit gekennzeichnet. Im Mittelgebirge ist kein zusammenhängender



Bild 50: ... lediglich unmittelbar nach starken Regenfällen fließen große Wassermengen durch den Bach, die zu Umlagerungen auf der Bachsohle führen.

Die oberflächennahe Herkunft des Wassers schlägt sich in einer ausgeprägten Jahres-Temperaturamplitude nieder: Im Winter bei Dauerfrost sinkt die Wassertemperatur auf 0°C und es kommt zu Eisbildung. Die sommerliche Wassertemperatur ist von der Quellentfernung und Höhenlage des Gewässers abhängig und

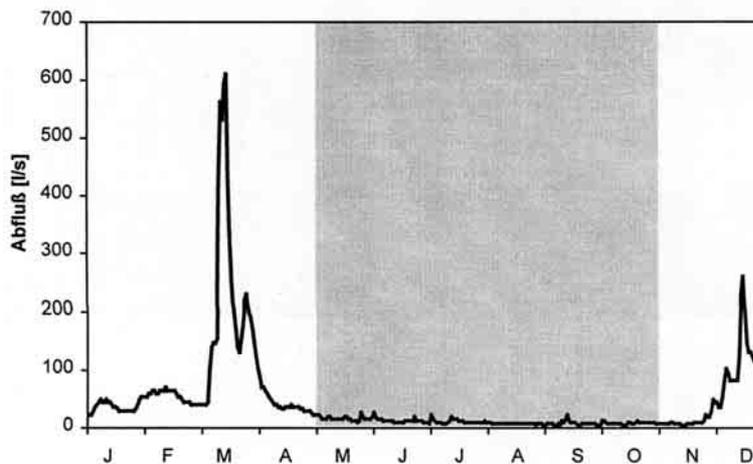


Abb. 21:
Beispiel für den Abfluss-Jahresgang eines Grundwasserarmen / Oberflächenwassergeprägten Baches (Pegelmessung); das hydrologische Sommerhalbjahr ist gerastert dargestellt; In der Vegetationsperiode geht der Abfluss extrem zurück.

liegt in der Regel zwischen 12 und 20°C (Abb. 22). Die Sohlschubspannung schwankt in allen Grundwasserarmen/Oberflächenwassergeprägten Bächen mit der ausgeprägten Abflussganglinie ebenfalls stark und erreicht im Sommer geringe Werte.

Der Grundwasserarme/Oberflächenwassergeprägte Bach ist dadurch gekennzeichnet, dass die Abflussspende im Längsverlauf ohne einmündende Seitenbäche eine deutlich abnehmende Tendenz hat (Abb. 23).

Faunistisch ist der Grundwasserarme/Oberflächenwassergeprägte Bach im Tiefland von Arten geprägt, die eine größere ökologische Potenz gegenüber Temperaturextremen und größere Toleranz gegenüber geringer Strömungsgeschwindigkeit und Hydraulik an der Bachsohle aufweisen: Es sind zum Teil Arten, die nicht auf Bäche beschränkt sind, sondern gleichermaßen auch in (sauberen) Flüssen oder in der Uferzone von Seen leben können. Dies gilt z. B. für die Libelle *Calopteryx splendens*, die Käfer *Elmis maugetii* und *Oulimnius tuberculatus*, die Köcherfliegen *Hydropsyche angustipennis* und *Goera pilosa* und unter den Fischarten für die Bachschmerle (*Barbatula barbatula*).

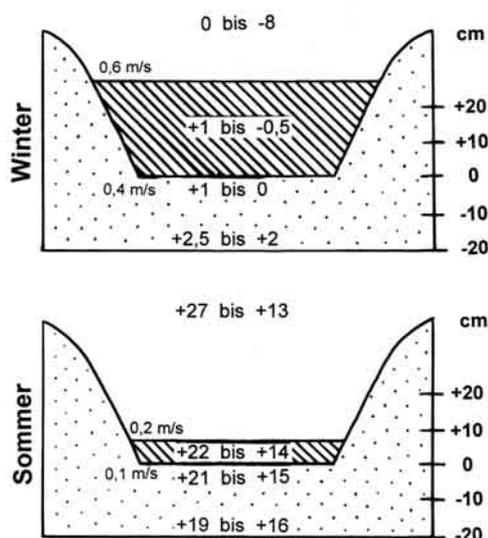
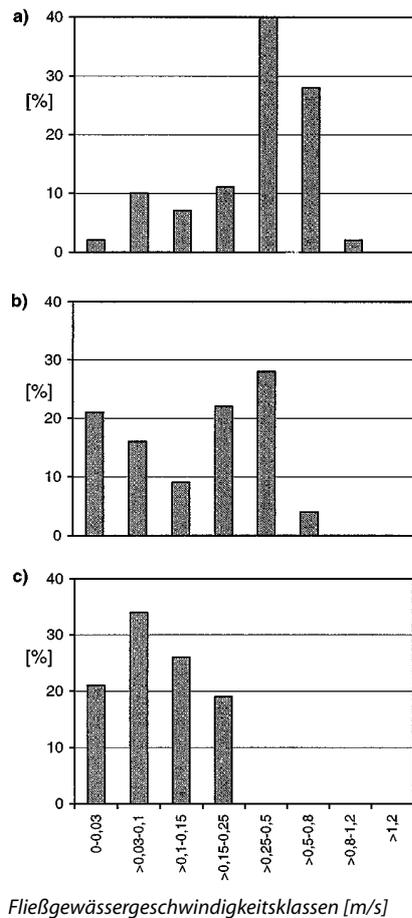


Abb. 22:
Tages-Temperaturamplituden [°C] der Luft, im Wasserkörper und im Bachsediment eines Grundwasserarmen, beschatteten Tieflandbaches während einer Frostperiode im Winter (oben) und einer Wärmeperiode im Sommer; die Zahlen rechts geben die Höhe über bzw. Tiefe unter der Bachsohle in cm an, zusätzlich Fließgeschwindigkeit im Stromstrich und über der Sohle in m/s.

Im Mittelgebirge herrschen wegen des hohen Gefälles auch bei Niedrigwasserabfluss „anspruchsvolle“ strömungsliebende Arten vor. Hierzu zählen z. B. die Eintagsfliegen *Baetis muticus* und *Habroleptoides confusa*, die Köcherfliegen *Odontocerum albicorne* und *Sericostoma personatum* sowie die Bachforelle (*Salmo trutta*) (Bild 51).

Die unterschiedlichen hydraulischen Ansprüche der Arten Grundwasserarmer/Oberflächenwasser geprägter Bäche des Tieflandes und des Mittelgebirges sind ein Spiegelbild der vorherrschenden Strömungsverhältnisse. Im Tiefland sind die Fließgeschwindigkeiten im allgemeinen gering und liegen unter 0,3 m/s. Im Mittelgebirge dominieren vor allem in den gefällereichen Bachoberläufen hohe Fließgeschwindigkeiten. In vielen Talauebächen kommen die wechselnden Gefälleverhältnisse (Abfolge von Stillen und Schnellen) in einer zweigipfeligen Verteilung der Fließgeschwindigkeiten zum Ausdruck (Abb. 24).



Fließgewässergeschwindigkeitsklassen [m/s]

Abb. 24: Beispiele für die Fließgeschwindigkeitsverteilung in Bächen des Tieflandes und des Mittelgebirges.

- a) Kerbtalbach (Mittelgebirge)
- b) Großer Talauebach (Mittelgebirge)
- c) Tieflandbach

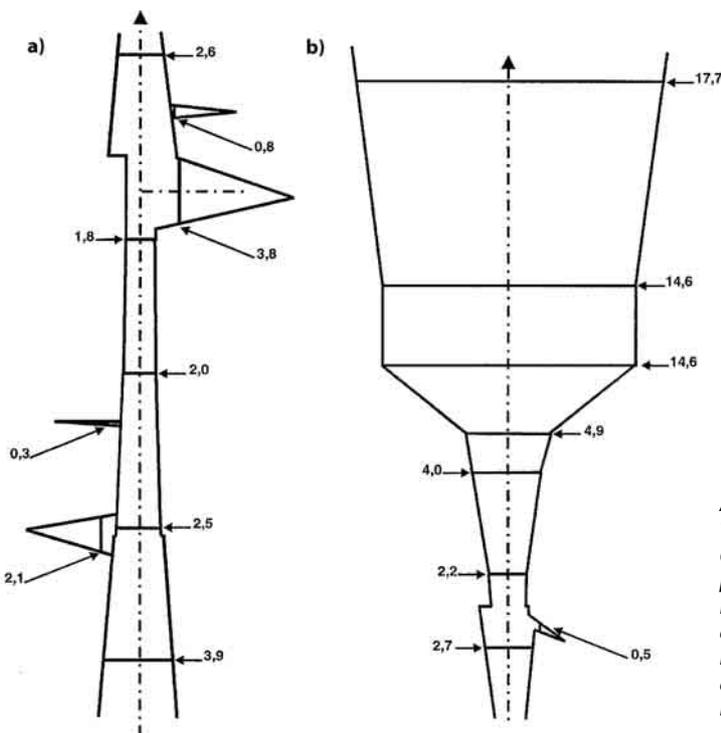


Abb. 23: Vergleich der Abflusspenden eines Grundwasserarmen / Oberflächenwasser geprägten Baches. Im Grundwasser geprägten Bach nimmt im Bereich des diffusen Grundwasserzutritts die Abflusspende deutlich zu, ohne dass Seitenzuflüsse einmünden, während im Grundwasserarmen / Oberflächenwasser geprägten Bach die Abflusspende im Bachverlauf stetig abnimmt bis der nächste Seitenzufluss einmündet.



Bild 51: Die Bachforelle lebt bevorzugt in Fließgewässern mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten und steiniger Bachsohle. Im Mittelgebirge ist sie in allen Bachtypen verbreitet und gehört zum Grundarteninventar der permanent fließenden Bäche.

Sommertrockener Bach

Definition: Der Sommertrockene Bach (Bild 52, 53) ist dadurch gekennzeichnet, dass der Wasserspiegel im hydrologischen Sommerhalbjahr regelmäßig periodisch unter die Bachbettoberfläche absinkt. Im Winter fließt der Bach durchgehend.



Bild 52: Vom Laubfall im Herbst bis zum Laubaustrieb der Vegetation im Frühjahr führt der Sommertrockene Bach zuverlässig Wasser, so dass sich eine reichhaltige Fließgewässerfauna entwickeln kann ...

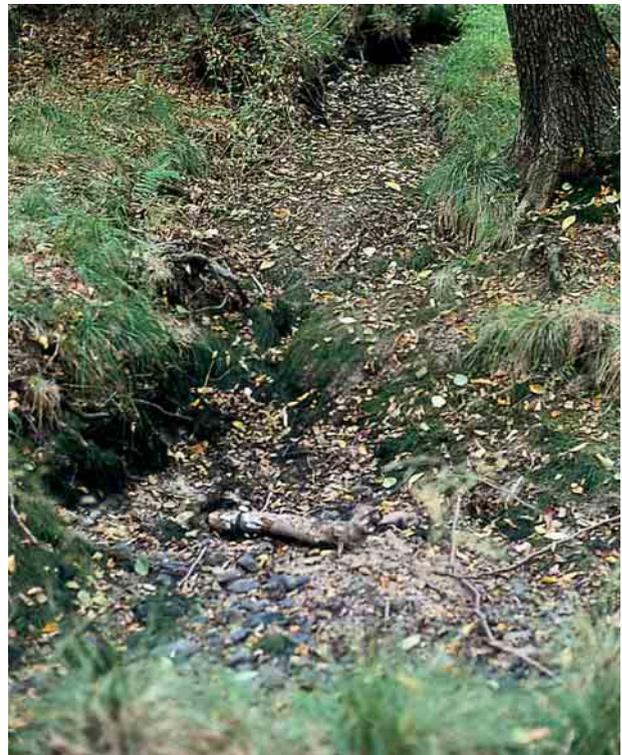


Bild 53: ... im Laufe des Sommerhalbjahres hört der Bach auf zu fließen, lediglich in größeren Kolken bleiben Restpfützen bestehen. In dieser Zeit überdauern die Organismen als Eier oder Larven im Bachbett oder als erwachsene Tiere im kühl-schattigen Ufer- und Auenbereich.

Das Temperaturregime des Sommertrockenen Baches ist durch eine ausgeprägte Jahresamplitude gekennzeichnet: Während im Sommerhalbjahr, bevor das Gewässer ganz versiegt, in Restwasserflächen die maximale Wassertemperatur auf über 20°C ansteigen kann, geht in Dauerfrostperioden im Winter die Wasser-

temperatur auf 0°C zurück, und es kommt zur oberflächlichen Eisbildung. Ebenso ausgeprägt ist auch die Ganglinie der Hydraulik. Die Sohlschubspannung schwankt mit der Abflussganglinie im Jahresverlauf und geht vor dem Austrocknen im Sommer auf Null zurück.

Der Sommertrockene Bach ist arten- und individuenreich besiedelt, solange die Bachbett-, Ufer- und Auenstrukturen intakt sind und der nötige Schutz für die Überdauerungsstadien der Bachorganismen gewähr-

leistet ist (z. B. Mikroklima, Strukturen im Bachbett, am Ufer und in der Aue). Die periodische Austrocknung ist der prägende Faktor für die Besiedlung aller sommertrockenen Bäche. Daher kommen in sommerlich austrocknenden Fließgewässern des Tieflandes und des Mittelgebirges viele gemeinsame Arten vor. Die Vergesellschaftung des Ringelwurms *Lumbriculus variegatus*, der Steinfliegen *Capnia bifrons*, *Amphinemura standfussi* (Bild 54) und *Nemoura cinerea*, der Eintagsfliegen *Habrophlebia fusca* und *Habrophlebia lauta*, der Köcherfliegen *Plectrocnemia conspersa*, *Lithax obscurus*, *Glyphotaelius pellucidus*, *Stenophylax permistus*, *Micropterna sequax*, *Micropterna lateralis* und der Kriebelmücke *Simulium vernum* geben einen Hinweis auf die besonderen hydrologischen Verhältnisse. Während der sommerlichen Austrocknungsphase geht der Anteil strömungsliebender Besiedler deutlich zurück.



Bild 54: In kleinen, sommertrockenen Bachläufen des Tieflandes und des Mittelgebirges kommt die Steinfliege *Amphinemura standfussi* vor.



Bild 55: Die Köcherfliege *Ironoquia dubia* besitzt eine Lebensstrategie, die ihr das Leben in sommerlich austrocknenden Bächen ermöglicht.

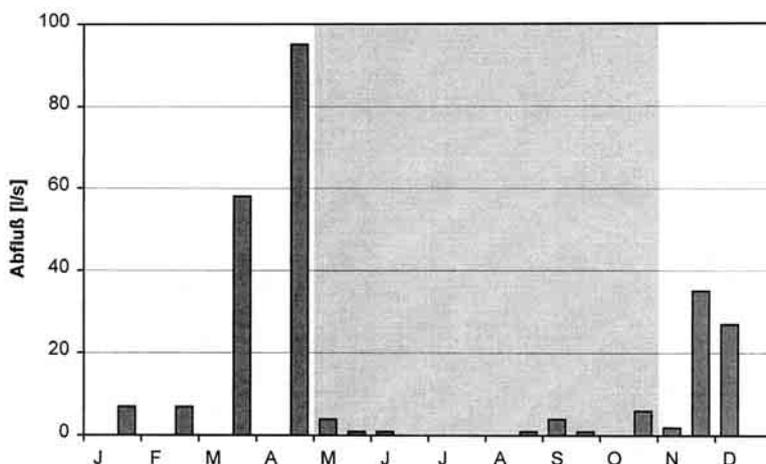


Abb. 25: Beispiel für das Abflussverhalten eines Sommertrockenen Baches. Die langfristige Abflussperiodik ist direkt an den Laubaustrieb und Laubfall des umliegenden Waldes im Einzugsgebiet gekoppelt, das hydrologische Sommerhalbjahr ist gerastert dargestellt.

In Nordrhein-Westfalen wurden eine Reihe von sehr seltenen, gefährdeten Arten nachgewiesen, die unter diesen spezifischen ökologischen Bedingungen leben. Hierzu gehören die Eintagsfliegen *Metreletus balcanicus* und *Siphonurus armatus* und die Köcherfliegen *Ironoquia dubia* (Bild 55) und *Oligostomis reticulata* im Tiefland sowie die Köcherfliegen *Melampophylax mucoreus*, *Micropterna nycterobia*, *Micropterna testacea* und *Synagapetus moselyi* im Mittelgebirge. An das vorhersagbare sommerliche Austrocknen sind diese Arten durch Überdauerungsstrategien in der Trockenphase angepasst: Die Tiere besitzen Ruhephasen der Eier oder Larven im restfeuchten Bachbett oder Ruhephasen (Flugzeitunterbrechungen) der Imagines, die sich an feuchten, geschützten Stellen in der Aue aufhalten.

Ephemere Bach

Definition: Der Ephemere Bach (Bild 56) führt nur nach starken Regenfällen oder während der Schneeschmelze Wasser. Ein Großteil des Gebietsabflusses erfolgt unterirdisch im Karstgrundwasserleiter.

Ephemere Bäche treten in Gebieten auf, in denen Kalkgesteine tiefgründig verkarstet sind. Der Niederschlag versickert rasch in Spalten und Klüften des Untergrundes und fließt hauptsächlich unterirdisch ab. Ein oberirdischer Abfluss findet nur statt, wenn der Karstaquifer gefüllt ist und über Spucklöcher im Bachbett ein Wasseraustritt erfolgt (Bild 57). Solche lokalen Austritte können an verschiedenen, nicht über das Kluftgrundwassersystem verbundenen Gewässerabschnitten auftreten. Die Wurzeln der Vegetation



Bild 56: Während der langen Trockenphasen Ephemere Bäche bedeckt Falllaub die Bachsohle ...

stehen selten in Kontakt zum Grundwasser und üben im Gegensatz zu den beiden vorherigen hydrologischen Typen nur einen geringen Einfluss auf das Abflussgeschehen aus. Der Abfluss wird durch die aktuellen Niederschläge gesteuert und ist daher nicht oder nur gering vorhersagbar.

Das Temperaturregime ist während der kurzen Fließphasen ausgeglichen, da die Speisung über das Karstgrundwasser erfolgt. Eine kurzzeitige hohe Sohlschubspannung bei starken Abflüssen ist möglich, während in Trockenphasen keine hydraulischen Kräfte wirken.

Die Besiedlung ist von Natur aus artenarm. Aufgrund des nicht vorhersagbaren Abflussregimes und der kurzen Fließphase sind nur Arten mit sehr kurzem Entwicklungszyklus und hoher Ausbreitungstendenz überlebensfähig, da nach langen Trockenphasen eine Neubesiedlung der Gewässer stattfinden muss. Bei sehr kurzzeitiger Wasserführung setzt sich die Biozönose ausschließlich aus eingespülten Organismen der Zuläufe und des Grundwassers zusammen. Ein regelmäßiger „Bewohner“ der Ephemeren Bäche ist z. B. der Höhlenflohkrebs *Niphargus* (Bild 44).

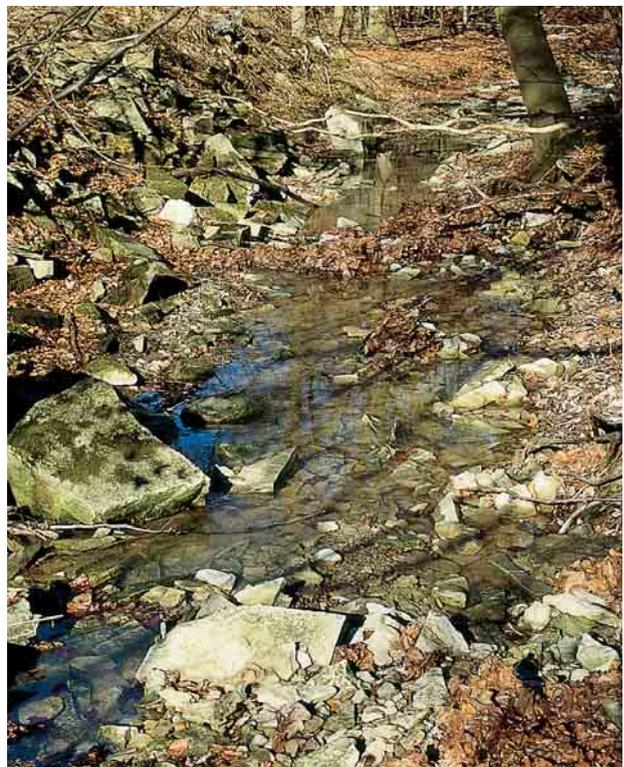


Bild 57: ...nur im Bereich temporärer Quellen oder bei Hochwasser werden die Kalksteine von Blättern und Feinsedimenten freigespült.

II.1 • 6 Die Anwendung der Leitbilder in der Praxis

II.1 • 6.1 Zuordnung von Fließgewässern zum Leitbild

Die Vorgehensweise vom Planungsobjekt Fließgewässer zu entsprechenden Maßnahmen und die Bedeutung naturraumtypischer Leitbilder wird in Abbildung 1 verdeutlicht. Die Übersichtskarte der Fließgewässerlandschaften (Abb. 4) gibt einen ersten Hinweis auf das adäquate Leitbild für den regionalen Typ.

Das Hinzuziehen naturräumlicher Beschreibungen, geologischer, bodenkundlicher, hydrologischer und historischer Karten und, soweit vorhanden, von Pegeldata liefert detaillierte Informationen über die lokalen naturräumlichen Gegebenheiten und ist Voraussetzung für die richtige Zuordnung von Planungsobjekten zum Leitbild. Die Ermittlung des hydrologischen Typus wird vielfach nur durch eine genaue Ortskenntnis und die Interpretation der faunistischen Befunde erfolgen können. Die Beschreibung der Bachtypen auf den Seiten 21 – 60, die morphologische Charakterisierung und die Angaben zum Gewässerchemismus, zur Flora und Fauna (Tab. 1.1, 1.2) sowie die hydrologischen Eigenschaften (Tab. 2) stellen in der Summe die Leitbilder dar. Da das Leitbild keinen genau definierten Gewässerzustand wiedergibt, sondern die anwendungsorientierte Beschreibung eines Idealtypus darstellt, werden Spannweiten angegeben, innerhalb der sich die natürliche Variabilität der biotischen und abiotischen Parameter bewegt.

Die Freilandhebung beschreibt die Gewässermorphologie und gibt Auskunft über den Geochemismus (Analyse von Leitfähigkeit, pH-Wert, Karbonat- und Gesamthärte), die Besiedlung durch Makroinvertebraten und Fische, die Vegetation sowie die Nutzung und wird ergänzt durch bereits bestehende Erhebungsdaten. In Verbindung mit dem Quellenstudium lässt sich das anzuwendende Leitbild eindeutig eingrenzen. Die Freilandanalyse für sich allein genommen wird dabei umso weniger Hinweise auf das Leitbild geben können, je stärker sich das Fließgewässer durch anthropogene Eingriffe vom Naturzustand entfernt hat.

Tab. 1.1: Merkmale der geologisch-pedologischen Bachtypen (Sohlsubstrattypen) im NRW-Tiefland.

Gewässerlandschaft		Sandgebiete	
Geologie/Pedologie Genese/geologische Formation	von quartären Ablagerungen geprägt; glaziofluviale und äolische Lockergesteine; hügelig, sanft geneigt oder eben, lokal Dünenbildung		
Bodentyp	Podsol und Pseudogley in verschiedenen Ausprägungen		
Kalkgehalt	sehr gering bis gering		
Grundwasserstand	regionaltypisch stark unterschiedlich		
Sohlsubstrattyp	Organisch geprägtes FG der Sander und sandigen Aufschüttungen	Sandgeprägtes FG der Sander und sandigen Aufschüttungen	
Hydrologischer Typ	grundwasserarm, sommertrocken	grundwasserarm, grundwassergeprägt, sommertrocken	
Morphologie Sohlbreite	1 – 6 m	1 – 10 m	
Talform	Sohlen-Auental; Sohlen-Muldental	Sohlen-Auental; Sohlen-Muldental	
Talbodengefälle	2 – 15 ‰ (5 – 10 ‰)	1 – 7 ‰ (1,5 – 4 ‰)	
Sohlgefällestruktur	kurze steile Stufen wechseln mit langen gefällearmen Abschnitten	gleichmäßig ohne Stufenbildung	
Strömungscharakteristik Strömungsbild	träge fließend mit Turbulenzen an Stufen	gemächlich fließend mit Strömungswalzen in Kolken	
Fließgeschwindigkeit	<0,1 – 0,4 m/s (0,1 – 0,2 m/s)	<0,1 – 0,6 m/s (0,2 – 0,4 m/s)	
Kritische Sohlschubspannung (τ)	< 1 N/m ²	2 N/m ²	
Strömungsdiversität	mäßig	gering	
Laufentwicklung Laufkrümmung	überwiegend geschwungen mit Verzweigungen („anabranching“)	ausgeprägte Mäanderbögen, grundwassergeprägte FG gestreckter	
Längsbänke	lokal Inselbänke aus Totholz und Moospolstern	ausgeprägte Krümmungsbänke an den Gleithängen	
Besondere Laufstrukturen	Inselbildungen, Totholzverkläuerungen, Laufweitungen und -verengungen, Laufgabelungen	Totholzverkläuerungen, Laufweitungen	
Längsprofil Tiefenvarianz	groß (tiefe Kolke hinter Totholzbarrieren, flach überströmte Moospolster und Totholzverkläuerungen sowie Fließstrecken mittlerer Tiefe)	groß (tiefe Kolke an Prallhängen und hinter Totholzbarrieren, flach überströmte Kies- und Sandbänke sowie Fließstrecken mittlerer Tiefe)	
Querprofil Bachbettform	in Tiefe und Breite unregelmäßige Kastenform, hervorgerufen durch Verlauf in organischem Material des Auekörpers	Kastenform, unregelmäßige Uferlinie; Prall- und Gleithänge ausgeprägt	
Breitenvarianz	groß	groß	
Einschnittstiefe	10 – 20 cm (kleine FG) 10 – 50 cm (große FG)	30 – 80 cm (kleine FG) 80 – 150 cm (große FG)	

Verwitterungsgebiete und Flussterrassen	Lössgebiete	Niederungsgebiete
von quartären Ablagerungen geprägt; Festgestein (Kreide); Schichtstufenland	von quartären Ablagerungen geprägt; äolische Lockergesteine; leicht geneigte Flächen im Mittelgebirgsvorland	holozäne Flussablagerungen, Lockergestein-Schwemmlandböden, ausgedehnte Ebenen
Braunerde und Pseudogley in verschiedenen Ausprägungen, Rendzina	Braunerde in verschiedenen Ausprägungen	Gley, Anmoorgley, Niedermoor
mittel bis hoch	mittel bis hoch	gering bis hoch
abhängig von Lage und Mächtigkeit der stauenden und leitenden Kreideschichten	größere Flurabstände	ganzjährig dicht unter Flur
Kiesgeprägtes FG der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen	Löss-lehmgeprägtes FG der Bördenlandschaften	FG der Niederungen
grundwasserarm, grundwassergeprägt, sommertrocken	grundwasserarm, grundwassergeprägt, sommertrocken	grundwasserarm, grundwassergeprägt
1 – 7 m	1 – 10 m	1 – ≥ 10 m
Kerbsohlental; Muldental; Sohlen-Muldental; Sohlen-Auental	Muldental; Sohlen-Muldental	Niederung
3 – 15 ‰ (5 – 10 ‰)	1 – 12 ‰ (1,5 – 10 ‰)	<1 – 2 ‰ (~1 ‰)
längere, flache Stufen im regelmäßigen Wechsel mit gefälleärmeren Abschnitten	längere flache Stufen im regelmäßigen Wechsel mit gefälleärmeren Abschnitten	durchgehend gefällearm
gemächlich fließend, an Schnellen turbulent <0,1 – 0,6 m/s (0,2 – 0,4 m/s)	gemächlich fließend <0,1 – 0,6 m/s (0,2 – 0,4 m/s)	träge fließend < 0,1 – 0,3 m/s (0,1 – 0,2 m/s)
2 – 15 N/m ²	1 – 12 N/m ²	—
mäßig bis groß	gering bis mäßig	keine bis gering
geschlängelt bis mäandrierend (bei Lage in Muldental mehr gestreckt)	unregelmäßige Mäander, geschlängelter Verlauf	überwiegend geschwungen mit Verzweigungen („anabranching“)
Krümmungsbänke, Inselbänke (Ansätze)	Krümmungsbänke, Inselbänke (Ansätze)	Krümmungsbänke (häufig vegetationsbedeckt)
Totholzverklausungen, Sturzbäume, Laufverengungen und -weitungen	Totholzverklausungen, Sturzbäume	Totholzverklausungen, Inselbildung, Laufverengungen und -weitungen, Laufgabelungen
groß (Wechsel: flachüberströmte „Schnellen“ und tiefe „Stillen“)	mäßig bis groß (bei Lössaggregation Wechsel von Schnellen und Stillen; bei großen FG tiefe Kolke hinter Totholzbarrieren, überwiegend Fließstrecken mittlerer Tiefe)	groß, im Querprofil stark wechselnd
Kastenform, unregelmäßige Uferlinie, stabile Steilhänge und Uferunterspülungen; Prall- und Gleithänge weniger ausgeprägt	Kastenform, unregelmäßige Uferlinie; stabile Steilhänge und Uferunterspülungen	in Tiefe und Breite unregelmäßige Kastenform
gering bis mittel	gering	groß
50 – 100 cm (kleine FG) 100 – 150 cm (große FG) (je nach Anschnittstiefe der Kies-Lagen)	40 – 150 cm (kleine FG) 120 – 200 cm (große FG)	10 – 20 cm (kleine FG) 10 – 50 cm (große FG)

Fortsetzung Tab. 1.1

Gewässerlandschaft	Sandgebiete	
Sohlsubstrattyp	Organisch geprägtes FG der Sander und sandigen Aufschüttungen	Sandgeprägtes FG der Sander und sandigen Aufschüttungen
Profiltiefe	sehr flach bis flach	flach bis tief
Querbänke	häufig durch Totholzbarrieren	selten (Wurfbänke durch Totholzbarrieren)
Erosion	keine Tiefenerosion, Akkumulation durch Torfwachstum im Sohlental; keine bis geringe Krümmungserosion	steile Uferwände in Mäanderbögen (Prallhang) durch Seitenerosion; kurzzeitige Erosionsereignisse, vereinzelt Krümmungserosion, schwache Breitenerosion
Sohlenstruktur Sohlsubstrate Mesolithal + Akal (M+A) Psammal (P) Schluff + Ton (S+T)	geringe Anteile mineralischer Substanzen ganzjährig 50 – 100 % organische Bestandteile	Dominanz von Sand, lokal Kiesbänke, Ton, Mergel, geringe organische Anteile M + A : 0 – 20 [%] P : 70 – 99 [%] S + T : 1 – 10 [%]
Sohldynamik	stabile Sohle, ausschließlich Verlagerung von FPOM	Sandrippelmarken im Stromstrich; Sandbänke; stärkere Umlagerungen
Substratdiversität	Substratdiversität des organischen Materials sehr groß, die des mineralischen gering	gering bis mäßig
Besondere Sohlenstrukturen	Stillwasserpools, durchströmte Pools, Wurzelflächen; Makrophyten- und Moospolster	Kolke hinter Totholzbarrieren, Kehrwasser
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	Baumumläufe	Nistwände, Sturzbäume
Ausuferungscharakteristik	bei jedem HW Überflutung der gesamten Talaue mit langer Retentionszeit	Ausuferung bei höheren HW

Erläuterungen:

FG: Fließgewässer
 FPOM: Feinpartikuläres, organisches Material

Sohlsubstrate: Mesolithal (M): 200 – 20 mm
 Akal (A): 20 – 5,6 mm
 Psammal (P): 5,6 – 0,06 mm
 Schluff (S): 60 – 2 µm
 Ton (T): < 2 µm

Kernbereich „(x – y)“: Spanne, innerhalb der die meisten Bäche des jeweiligen Typus liegen

Verwitterungsgebiete und Flussterrassen	Lössgebiete	Niederungsgebiete
Kiesgeprägtes FG der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen	Löss-lehmgeprägtes FG der Bördenlandschaften	FG der Niederungen
flach bis tief	mäßig tief bis sehr tief	sehr flach bis mäßig tief
selten (Wurfbänke durch Totholzbarrieren)	selten (Wurfbänke durch Totholzbarrieren)	keine bis selten
durch Stabilität des Sohlenmaterials Sohlerosion begrenzt; deutlich unterschrittene Ufer im Bereich der HW-Linie in Mäanderbögen (Hohlkehle am Prallhang); kurzzeitige Erosionsereignisse, deutliche Krümmungserosion	vornehmlich Tiefenerosion; stetige Erosion der Sohle auch bei Niedrigwasserführung; beidseitig stabile, gleichförmige Ufer, keine bis schwache Krümmungserosion, keine Breitenerosion	keine Erosion
Dominanz von Kiessubstraten, daneben Sandanteile M + A : 30 – 60 [%] P : 70 – 99 [%] S + T : 1 – 5 [%]	Dominanz von Schluff und Ton, geringe organische Anteile M + A : 0 – 10 [%] P : 10 – 30 [%] S + T : 60 – 80 [%] Tonanteil > 50 %, teilweise Plattenbildung	permanent hohe Anteile organischer Ablagerungen vorhanden
Sohle relativ stabil, geringe Substratumlagerungen	Sohle formstabil; ständige Suspension von Tonpartikeln aus der Sohloberfläche (milchige Wassertrübung)	stabile Sohle, ausschließlich Verlagerung von FPOM
mäßig bis groß	gering bis mäßig	Substratdiversität des organischen Materials sehr groß, die des mineralischen gering
Stillwasserpools, durchströmte Pools, Schnellen	Stillwasserpools, durchströmte Pools, Schnellen	Makrophytenpolster
Prallbäume, Unterstände	Nistwände	Nistwände (Niederungsgewässer in Sandgebieten)
seltene Überflutung der Aue bei hohem HW	Überflutung der Aue bei langjährigem HW	bei jedem HW Überflutung größerer Auenbereiche; lange Retentionszeiten

Fortsetzung Tab. 1.1

Sohlsustrattyp	Organisch geprägtes FG der Sander und sandigen Aufschüttungen	Sandgeprägtes FG der Sander und sandigen Aufschüttungen	
Physiko-chemische Leitwerte		kalkarm	kalkreich
LF [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	100 – 300	< 350	350 – 450
pH	5,0 – 6,5	6,2 – 7,5	7,2 – 7,7
CH [mmol/l / °dH]	0 – 0,5 / 0 – 3	0,2 – 0,9 / 1 – 5	0,9 – 1,4 / 5 – 8
GH [mmol/l / °dH]	0,2 – 0,9 / 1 – 5	0,5 – 1,4 / 3 – 8	1,4 – 2,0 / 8 – 11
BSB ₅ [mg/l]	≤ 2	≤ 2	
oPO ₄ ³⁻ [$\mu\text{g}/\text{l}$]	0 – 20	≤ 100	
Cl ⁻ [mg/l]	10 – 20	10 – 30	
Flora aquatisch	<i>Potamogeton polygonifolius</i> <i>Scapania undulata</i> <i>Isolepis fluitans</i> <i>Glyceria fluitans</i>	<i>Ranunculus peltatus</i> <i>Elodea canadensis</i> <i>Nasturtium officinale</i>	
Aue	Erlenbruchwald Birkenbruchwald Birken-Erlenbruchwald (als vermittelnde Mischform) mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Betula pendula</i> <i>Betula pubescens</i> <i>Calla palustris</i>	Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald Eichen-Hainbuchenwald (jeweils ärmere Ausprägungen) mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Betula pendula</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Prunus padus</i> <i>Quercus robur</i>	
Fauna Leitarten	<i>Hydatophylax infumatus</i> <i>Micropterna lateralis</i> <i>Oligostomis reticulata</i> <i>Trichostegia minor</i> <i>Simulium urbanum</i>	<i>Ephemera danica</i> <i>Isoptena serricornis</i> <i>Lasiocephala basalis</i> <i>Notidobia ciliaris</i> <i>Potamophylax rotundipennis</i> <i>Sericostoma personatum</i>	
Fische und Rundmäuler		Bachneunauge	
Begleiter	<i>Leuctra nigra</i> <i>Nemoura cinerea</i> <i>Aeshna cyanea</i> <i>Cordulegaster boltoni</i> <i>Pyrrhosoma nymphula</i> <i>Glyptotaelius pellucidus</i> <i>Limnephilus sparsus</i> <i>Plectrocnemia conspersa</i> <i>Simulium vernalis</i>	<i>Brachycercus harisella</i> <i>Leuctra nigra</i> <i>Nemoura avicularis</i> <i>Taeniopteryx nebulosa</i> <i>Cordulegaster boltoni</i> <i>Athripsodes cinereus</i> <i>Hydropsyche saxonica</i> <i>Micropterna sequax</i> <i>Mystacides longicornis</i> <i>Mystacides nigra</i> <i>Potamophylax cingulatus/ latipennis/luctuosus-Gr.</i>	
Fische und Rundmäuler	Moderlieschen	Bachscherle	
Grundarten	<i>Dugesia lugubris/polychroa-Gr.</i> <i>Radix peregra/ovata</i> <i>Eiseniella tetraedra</i> <i>Lumbriculus variegatus</i>	<i>Gammarus pulex</i> <i>Nemoura cinerea</i> <i>Orectochilus villosus</i> <i>Sialis lutaria</i>	<i>Glyptotaelius pellucidus</i> <i>Halesus radiatus</i> <i>Limnephilus rhombicus</i> <i>Lype phaeopa</i>
Fische und Rundmäuler	Dreistachliger Stichling	Neunstachliger Stichling	
ökologische Charakterisierung	Fehlen von <i>Gammarus</i> -Arten, Ephemeroptera, Planariidae (außer <i>Planaria torva</i>), Gastropoda (außer <i>Radix peregra/ovata</i> , <i>Galba truncatula</i>), Dryopidae, Hydropsychidae, Pisces (außer Moderlieschen)	bis auf wenige Feinsubstratspezialisten nur Besiedler organischer Sekundärsubstrate (Totholz, Falllaub)	

Kiesgeprägtes FG der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen		Löss-lehmgeprägtes FG der Bördenlandschaften	FG der Niederungen
kalkarm < 400	kalkreich 400 – 750	450 – 750	Spanne der angegebenen Gewässerlandschaften zugrunde legen! 1. starke Verzahnung mit und Abhängigkeit vom jeweiligen geologisch-pedologischen Umfeld 2. Die Amplitude der chemischen Parameter schwankt jahreszeitlich bedingt stärker als in anderen Gewässerlandschaften 3. Starke Vermischungen und Wechselwirkung zwischen dem Wasserkörper des FG und dem oberflächennahen Grundwasser
6,2 – 7,5	7,0 – 8,2	7,0 – 8,2	
0,2 – 0,9 / 1 – 5	0,9 – 3,6 / 5 – 20	1,8 – 3,6 / 10 – 20	
0,5 – 1,4 / 3 – 8	1,4 – 5,0 / 8 – 28	2,5 – 5,0 / 14 – 28	
≤ 2	≤ 2	≤ 2	
≤ 100	≤ 200	≤ 200	
10 – 30	10 – 30	20 – 40	
<i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Berula erecta</i> <i>Elodea canadensis</i> <i>Nasturtium officinale</i>		<i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Sparganium emersum</i> <i>Nuphar lutea</i>	<i>Potamogeton natans</i> <i>Potamogeton lucens</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> <i>Nuphar lutea</i> <i>Polygonum amphibium</i>
Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald (reichere Ausprägung) mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Prunus padus</i> <i>Quercus robur</i>		Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald Eschen-Auenwald (jeweils reichere Ausprägungen) mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Prunus padus</i> <i>Quercus robur</i> <i>Ulmus carpinifolia</i>	Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald Silberweidenwald, Eschen-Auenwald (jeweils reichere Ausprägungen) Röhrichte, Großseggen mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Prunus padus</i> <i>Quercus robur</i> <i>Salix alba</i>
<i>Ephemerella ignita</i> <i>Amphinemura standfussi</i> <i>Riolus subviolaceus</i> <i>Agapetus fuscipes</i> <i>Lithax obscurus</i> <i>Silo nigricornis</i>		<i>Metreletus balcanicus</i> <i>Siphonurus spec.</i> sonst ähnliche Artenkombinationen wie in den Kiesbächen, bedingt durch Karbonatreichtum und die Ausbildung von Lehmplatten als Hartsubstrat	<i>Gammarus roeseli</i> <i>Caenis spec.</i> <i>Aeshna cyanea</i> <i>Calopteryx splendens</i> <i>Oecetis spec.</i> <i>Ceraclea spec.</i> <i>Agrypnia spec.</i> <i>Anabolia nervosa</i> <i>Phryganea spec.</i> <i>Simulium angustipes</i> <i>Simulium erythrocephalum</i>
<i>Dugesia gonocephala</i> <i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Habrophlebia fusca</i> <i>Siphonurus aestivalis</i> <i>Capnia bifrons</i> <i>Elmis aenea</i> <i>Chaetopteryx villosa</i> <i>Goera pilosa</i> <i>Hydropsyche pellucidula</i> <i>Hydropsyche saxonica</i> <i>Hydropsyche siltalai</i>		ähnliche Artenkombinationen wie in den Kiesbächen, bedingt durch Carbonatreichtum und Ausbildung von Lehmplatten als Hartsubstrat	Lymnaeidae. <i>Dytiscus spec.</i> <i>Limnephilus div. spec.</i> potenziell große Artenvielfalt durch das Vorkommen von Still- und Fließwasserarten
<i>Dugesia lugubris/polychroa-Gr.</i> <i>Radix peregra/ovata</i> <i>Eiseniella tetraedra</i> <i>Lumbriculus variegatus</i> Dreistachliger Stichling		<i>Gammarus pulex</i> <i>Nemoura cinerea</i> <i>Orectochilus villosus</i> <i>Sialis lutaria</i> Neunstachliger Stichling	<i>Glyphotaelius pellucidus</i> <i>Halesus radiatus</i> <i>Limnephilus rhombicus</i> <i>Lype phaeopa</i>
allgemein höhere Artenzahlen bedingt durch stabile Bachsohle mit Kies als Hartsubstrat		allgemein geringere Arten- und Individuenzahlen, da das Feinsubstrat und die Trübung besiedlungsfeindlich sind	potenziell große Artenvielfalt durch das Vorkommen von Still- und Fließwasserarten

Tab. 1.2: Merkmale der geologisch-längszonalen Bachtypen im NRW-Mittelgebirge.

Gewässerlandschaft	Silikatisches Grundgebirge			Vorland des Silikatischen Grundgebirges
Geologie/Pedologie Genese/geologische Formation	Ton- und Siltsteine (v.a. Tonschiefer), Sandsteine, Grauwacken und Quarzite des Karbon, Devon, Kambrium und Ordovizium			Ton- und Siltsteine (u.a. Tonschiefer), Sandsteine, Mergel und Quarzite des Devon, Kambrium und der Trias
Bodentyp	basenarme bis mäßig basenhaltige Braunerde, z.T. Ranker			basenarme bis mäßig basenhaltige Braunerde, Pseudogley; z.T. Podsol, Ranker oder vernässter Gleyboden
Kalkgehalt	gering bis mäßig			gering bis mäßig, kleinräumig stark wechselnd
Bachtyp	Kerbtalbach im Grundgebirge	Kleiner Talauebach im Grundgebirge	Großer Talauebach im Grundgebirge	Colliner Bach
Hydrologischer Typ	permanent (oberflächenwassergeprägt)	permanent (oberflächenwassergeprägt)	permanent (oberflächenwassergeprägt)	permanent (oberflächenwassergeprägt)
Morphologie Sohlbreite	< 2 m	1 – 5 m	4 – 10 m	1 – 4 m
Quellentfernung	0,3 – 3 km	2 – 10 km	6 – 20 km	0,3 – 5 km
Talform	Kerbtal	Muldental, Kerbsohlental, Sohlen-Auental	Sohlen-Auental	Muldental, Sohlen-Auental
Talbodengefälle	> 40‰	10 – 50 ‰	< 30‰	< 30‰
Sohlgefällestruktur	durchgehend gefällereich, starke Gefällesprünge an Felsrippen und Blöcken	regelmäßiger Wechsel von Schnellen und Stillen	regelmäßiger Wechsel von Schnellen und Stillen	längere flache Stufen im Wechsel mit gefällearmen Abschnitten
Strömungscharakteristik Strömungsbild	turbulent und schnell fließend, z.T. schießend	turbulent und schnell fließend	turbulent und schnell fließend	gemächlich fließend, an Schnellen turbulent
Fließgeschwindigkeit	<0,1 – >1 m/s (0,4 – 0,8)	<0,1 – 1 m/s (0,3 – 0,5)	<0,1 – 0,8 m/s (0,3 – 0,5)	<0,1 – 0,6 m/s (0,2 – 0,4)
Kritische Sohlschubspannung (τ)	30 – 150 N/m ²	30 – 150 N/m ²	2 – 60 N/m ²	10 – 40 N/m ²
Strömungsdiversität	mäßig bis sehr groß	mäßig bis sehr groß	vereinzelt groß bis sehr groß	gering bis mäßig
Laufentwicklung Laufkrümmung	gestreckt bis leicht geschwungen	schwach gekrümmt bis geschlängelt, Tendenz zur Verzweigung	leicht geschwungen bis mäandrierend, Tendenz zur Altwasserbildung	leicht geschwungen bis mäandrierend
Längsbänke	kleinräumige Uferbänke aus Schotter	> 30% der Uferpartien aus Schotter	> 30% der Uferpartien aus Sand und Schotter	> 30% der Uferpartien aus Sand und Kleinschotter
Besondere Laufstrukturen	Treibholzverkläusungen, Sturzbäume, Kaskadenbildung durch anstehenden Fels oder Verblockung des Gewässerbettes	Treibholzverkläusungen, Sturzbäume, Inselbildung, Laufverengungen und -weitungen	Treibholzverkläusungen, Sturzbäume, Inselbildung, Laufverengungen und -weitungen	Treibholzverkläusungen, Sturzbäume, Inselbildung, Laufverengungen und -weitungen

Vulkangebiete	Schwach-karbonatisches Deckgebirge		Muschelkalkgebiete	Verkarstete Kalkgebiete
vulkanische Festgesteine (Basalte, Trachyte und Latite) und Tuffe (v.a. Trachyttuff)	Ton-, Mergel- und Sandsteine des Keuper und Jura, z.T. Löss		Kalke und Mergelsteine des Muschelkalk und Malm	Massenkalke des Mitteldevon und der Oberkreide
Braunerde, Parabraunerde (auf Löss)	mäßig basenhaltige bis basenreiche Braunerde, Parabraunerde, z.T. gleyartig (auf Löss)		mäßig basenhaltige bis basenreiche Braunerde, z.T. Rendzina	lehmmige, mäßig basenhaltige bis basenreiche Braunerde, z.T. Rendzina
gering bis mäßig	mäßig, kleinräumig wechselnd		hoch	hoch
Bach der Vulkangebiete	Kleiner Talauebach im Deckgebirge	Großer Talauebach im Deckgebirge	Muschelkalkbach	Karstbach
permanent (oberflächen-wassergeprägt)	permanent (oberflächen-wassergeprägt), sommertrocken	permanent (oberflächen-wassergeprägt), sommertrocken	permanent (oberflächen-wassergeprägt), sommertrocken	ephemer, sommertrocken
< 4 m	1 – 4 m	3 – 10 m	1 – 4 m	1 – 10 m
0,3 – 5 km	0,3 – 3 km	2 – 15 km	0,3 – 5 km	0,3 – 20 km
Kerbtal, Muldental, Sohlen-Auental	Muldental, Kerbsohlental, Sohlen-Auental	Muldental, Sohlen-Auental	Muldental, Sohlen-Auental	Muldental, Sohlen-Auental
> 30 ‰	10 – 50 ‰, z.T. > 50 ‰	< 30 ‰	10 – 50 ‰	10 – 50 ‰
gefällereich, unregelmäßige Abfolge von Stufen aus Geschiebe oder Fels	flache Stufen im Wechsel mit gefällearmen Abschnitten, Gefälle aus Geschiebe	regelmäßiger Wechsel von Schnellen und Stillen	Stufenbildung durch Kalksinterausfällungen und Totholzstrukturen	Stufenbildung durch Kalkblöcke
schnell fließend, an Schnellen turbulent	gemächlich bis schnell fließend, an Schnellen turbulent	gemächlich bis schnell fließend, an Schnellen turbulent	gemächlich bis schnell fließend, an Schnellen turbulent	–
<0,1 – 0,8 m/s (0,3 – 0,5)	<0,1 – 0,8 m/s (0,3 – 0,5)	<0,1 – 0,8 m/s (0,3 – 0,5)	<0,1 – 0,6 m/s (0,2 – 0,4)	–
10 – 60 N/m ²	10 – 40 N/m ²	2 – 40 N/m ²	10 – 40 N/m ²	50 – 150 N/m ²
mäßig bis sehr groß	gering bis vereinzelt groß	mäßig bis vereinzelt groß	mäßig bis vereinzelt groß	–
gestreckt bis stark geschwungen	schwach gekrümmt bis geschlängelt	stark geschwungen bis mäandrierend	schwach gekrümmt bis geschlängelt	gestreckt bis stark geschwungen
kleinräumige Uferbänke aus Schotter	> 30% der Uferpartien aus Sand und Schotter	> 30% der Uferpartien aus Sand und Schotter	> 30% der Uferpartien aus Sand und Schotter, bei geringer Wasserführung häufig verschlamm	> 30% der Uferpartien aus Schotter, bei ephemerer Wasserführung häufig mit Falllaub bedeckt
Treibholzverkläunungen, Sturzbäume, Kaskadenbildung durch anstehenden Fels, Laufverengungen und -weitungen	Treibholzverkläunungen, Sturzbäume, Kaskadenbildung durch Verblockung des Gewässerbettes, Laufverengungen und -weitungen	Treibholzverkläunungen, Sturzbäume, Inselbildung, Laufverengungen und -weitungen	Treibholzverkläunungen, Sturzbäume, Inselbildung, Laufverengungen und -weitungen	Treibholzverkläunungen, Sturzbäume, Laufverengungen und -weitungen

Fortsetzung Tab. 1.2

Gewässerlandschaft	Silikatisches Grundgebirge			Vorland des Silikatischen Grundgebirges
	Bachtyp	Kerbtalbach im Grundgebirge	Kleiner Talauebach im Grundgebirge	
Längsprofil Tiefenvarianz	gering bis vereinzelt groß	mäßig bis sehr groß	mäßig bis sehr groß	gering bis vereinzelt groß
Querprofil Bachbettform	flache, breite strukturreiche Profile	in Breite und Tiefe variabel, flache strukturreiche Profile	in Breite und Tiefe variabel, überwiegend flache strukturreiche Profile; stellenweise tiefe Kolke; ausgeprägte Prall- und Gleithänge	Kastenform; unregelmäßige Uferlinie, Prall- und Gleithänge in Mäandern
Breitenvarianz	gering bis vereinzelt groß	mäßig bis sehr groß	mäßig bis sehr groß	gering bis vereinzelt groß
Einschnittstiefe	0 – 20 cm	20 – 100 cm	50 – 200 cm	0 – 100 cm
Profiltiefe	sehr flach bis mäßig tief	sehr flach bis tief	sehr flach bis tief	mäßig flach bis tief
Erosion	vorwiegend Tiefenerosion	Totholz und Uferbäume sind häufig Initiatoren von Ufer- und Sohlenerosion	steile Uferabbrüche in Mäandern (Prallhänge) durch Seitenerosion, Tiefenerosion v.a. unterhalb von Querstrukturen (z.B. Totholz)	Seitenerosion an Prallhängen
Sohlenstruktur Sohlsubstrattypen in absteigender Häufigkeit	Dominanz von Schotter, Steinen und Blöcken <ul style="list-style-type: none"> • Schotter < 5 cm • Steine 5 – 15 cm • Blöcke 15 – 30 cm • Blöcke > 30 cm • anstehender Fels • Falllaub, Äste, Totholz 	Dominanz von Schotter, Steinen und Blöcken <ul style="list-style-type: none"> • Schotter < 5 cm • Steine 5 – 15 cm • Blöcke 15 – 30 cm • Sand • Falllaub, Äste, Totholz • Blöcke > 30 cm 	Dominanz von Schotter, Steinen und Blöcken, hoher Sandanteil <ul style="list-style-type: none"> • Schotter < 5 cm • Steine 5 – 15 cm • Sand • Blöcke 15 – 30 cm • Falllaub, Äste, Totholz • lehmige Substrate 	Dominanz von Schotter, hoher Anteil organischer Substrate <ul style="list-style-type: none"> • Schotter < 5 cm • Falllaub, Äste, Totholz • lehmige Substrate • Steine 5 – 15 cm • Sand • Blöcke 15 – 30 cm
Substratdiversität	sehr große Substratvielfalt	sehr große Substratvielfalt	sehr große Substratvielfalt	große Substratvielfalt
Besondere Sohlenstrukturen	Schnellen	Schnellen, Kolke, Wurzelflächen, Kehrwasser	Schnellen, Kolke, Wurzelflächen, Kehrwasser	viel Detritus und Totholz, Wurzelflächen
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	Sturzbäume, Holzansammlungen	Prall- und Sturzbäume, Baumumläufe, Unterstände und Holzansammlungen	Prall- und Sturzbäume, Baumumläufe, Unterstände Holzansammlungen und Steilwände	Prall- und Sturzbäume, Baumumläufe, Unterstände und Holzansammlungen
Ausuferungscharakteristik	keine Ausuferung	kurzzeitige Ausuferung um wenige Meter bei hohem HW, größere Ausuferungsamplitude nur bei Spitzen-HW, schnell ablaufend	kurzzeitige Ausuferung um wenige Meter bei hohem HW, größere Ausuferungsamplitude nur bei Spitzen-HW, schnell ablaufend	kurzzeitige Ausuferung bei hohem HW, schnell ablaufend

Vulkangebiete	Schwach-karbonatisches Deckgebirge		Muschelkalkgebiete	Verkarstete Kalkgebiete
Bach der Vulkangebiete	Kleiner Talauebach im Deckgebirge	Großer Talauebach im Deckgebirge	Muschelkalkbach	Karstbach
mäßig bis groß	gering bis vereinzelt groß	mäßig bis groß	mäßig bis groß	–
Kastenform	flache Kastenform, in lössbeeinflussten Regionen steilere Ufer	in Breite und Tiefe variabel, flache Kastenform, in lössbeeinflussten Regionen steilere Ufer	Kastenform	ausgeprägtes Kastenprofil, lokal mit steilen Uferabbrüchen und großen Blöcken
mäßig bis groß	gering bis sehr groß	mäßig bis sehr groß	mäßig bis groß	gering bis groß
20 – 150 cm	0 – 60 cm	20 – 150 cm	20 – 100 cm	50 – 250 cm
mäßig flach bis tief	mäßig flach bis tief	mäßig flach bis tief	mäßig flach bis tief	mäßig flach bis tief
Tiefen- und Seitenerosion	geringe Seiten- und Tiefenerosion	regelmäßig steile Uferabbrüche in Mäandern (Prallhänge) durch Seitenerosion	lokal begrenzte Ufer- und Sohlenerosion	stellenweise starke Ufererosion
Dominanz von Schotter und Steinen, hoher Anteil feinkörniger Substrate • Schotter < 5 cm • lehmige Substrate • Steine 5 – 15 cm • anstehender Fels • Falllaub, Äste, Totholz • Blöcke 15 – 30 cm	Dominanz von Schotter und feinkörnigen Substraten • Schotter < 5 cm • lehmige Substrate • Falllaub, Äste, Totholz • Steine 5 – 15 cm • Blöcke 15 – 30 cm • Sand • z.T. Findlinge	Dominanz von Schotter und feinkörnigen Substraten • Schotter < 5 cm • Sand • Falllaub, Äste, Totholz • Steine 5 – 15 cm • Blöcke 15 – 30 cm • lehmige Substrate • z.T. Findlinge	Dominanz von feinkörnigen Substraten und organischem Material v.a. bei Niedrigwasser • lehmige Substrate • Falllaub, Äste, Totholz • Schotter < 5 cm • Steine 5 – 15 cm • Blöcke 15 – 30 cm • Grobsubstrate z.T. versintert	Dominanz von plattigen Kalkblöcken und organischem Material v.a. in der Trockenphase • Falllaub, Äste, Totholz • Blöcke 15 – 30 cm • Steine 5 – 15 cm • Schotter < 5 cm • Blöcke > 30 cm
sehr große Substratvielfalt	sehr große Substratvielfalt	sehr große Substratvielfalt	große Substratvielfalt, bei geringer Wasserführung Verschlammung der Grobsubstrate	große Substratvielfalt, nach Hochwasserwellen v.a. grobkörnige Substrate, nach Trockenphasen viel organisches Material
Schnellen, Wurzelflächen	Schnellen, Kolke, Kehrwasser, Wurzelflächen	Schnellen, Kolke, Kehrwasser, Wurzelflächen	Versinterungen, Wurzelflächen	–
Prall- und Sturzbäume, Baumumläufe, Unterstände und Holzansammlungen	Sturzbäume, Holzansammlungen	Prall- und Sturzbäume, Baumumläufe, Unterstände, Holzansammlungen und Steilwände	Prall- und Sturzbäume, Baumumläufe, Unterstände und Holzansammlungen	Prall- und Sturzbäume, Baumumläufe, Unterstände, Holzansammlungen und Steilwände
in Kerbtälern keine Ausuferung möglich, sonst kurzzeitige Ausuferung bei hohem HW, schnell ablaufend	kurzzeitige Ausuferung um wenige Meter bei hohem HW, größere Ausuferungsamplitude nur bei Spitzen-HW, schnell ablaufend	kurzzeitige Ausuferung um wenige Meter bei hohem HW, größere Ausuferungsamplitude nur bei Spitzen-HW, schnell ablaufend	kurzzeitige Ausuferung um wenige Meter bei hohem HW, größere Ausuferungsamplitude nur bei Spitzen-HW, schnell ablaufend	sehr schnell an- und ablaufende Hochwässer nach Füllung des Karstaquifers

Fortsetzung Tab. 1.2

Bachtyp	Kerbtalbach im Grundgebirge	Kleiner Talauebach im Grundgebirge	Großer Talauebach im Grundgebirge	Colliner Bach
Physiko-chemische Leitwerte LF [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	50 – 250 (320)	50 – 300 (370)	50 – 300 (380)	50 – 300
pH	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	7,0 – 8,0
CH [mmol/l / °dH]	0,1 – 1,0 / <1 – 6	0,1 – 1,0 / <1 – 6	0,1 – 1,0 / <1 – 6	0,3 – 1,0 / 2 – 6
GH [mmol/l / °dH]	0,2 – 1,7 / 1 – 10	0,2 – 1,7 / 1 – 10	0,2 – 1,7 / 1 – 10	0,5 – 1,7 / 3 – 10
BSB ₅ [mg/l]	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2
oPO ₄ ³⁻ [$\mu\text{g}/\text{l}$]	< 10	< 10	< 10	< 10
Cl ⁻ [mg/l]	< 20	< 20	< 20	< 20
Flora aquatisch	höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose: <i>Scapania undulata</i> <i>Chiloscyphus polyanthos</i> <i>Rhynchostegium riparioides</i> <i>Brachythecium rivulare</i>	höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose: <i>Scapania undulata</i> <i>Chiloscyphus polyanthos</i> <i>Amblystegium fluviatile</i> <i>Rhynchostegium riparioides</i> <i>Brachythecium rivulare</i>	höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose & Algen: <i>Rhynchostegium riparioides</i> <i>Brachythecium rivulare</i> <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Lemanea spec.</i>	höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose spärlich vertreten
Aue	eigenständige bachbegleitende Auenwaldgesellschaft fehlt weitgehend stellenweise Winkelseggen-Erlen-Eschenwald mit <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Carex remota</i> , <i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	auf Schotterbänken stellenweise Pestwurz-Uferflur unmittelbar bachbegleitend Hainmieren-Erlen-Auenwald mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Stellaria nemorum</i> daran anschließend Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchen (-Auen)wald mit <i>Quercus robur</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Stellaria holostea</i>	unmittelbar bachbegleitend Hainmieren-Erlen-Auenwald mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Stellaria nemorum</i>	
Fauna Leitarten	<i>Baetis alpinus</i> <i>Baetis melanonyx</i> <i>Dinocras cephalotes</i> <i>Diura bicaudata</i> <i>Perla marginata</i> <i>Lithax niger</i> <i>Philopotamus ludificatus</i> <i>Simulium cryophilum</i>	<i>Epeorus sylvicola</i> <i>Amphinemura sulcicollis</i> <i>Dinocras cephalotes</i> <i>Perla marginata</i> <i>Perlodes microcephalus</i> <i>Taeniopteryx auberti</i> ¹⁾ <i>Oreodytes sanmarki</i> <i>Brachycentrus montanus</i> ¹⁾ <i>Glossosoma conformis</i> <i>Micrasema longulum</i> <i>Philopotamus ludificatus</i> <i>Simulium argyreatum</i> <i>Simulium monticola</i> <i>Simulium cryophilum</i>	<i>Epeorus sylvicola</i> <i>Amphinemura sulcicollis</i> <i>Chloroperla tripunctata</i> <i>Perlodes microcephalus</i> <i>Taeniopteryx auberti</i> ¹⁾ <i>Orectochilus villosus</i> <i>Oreodytes sanmarki</i> <i>Brachycentrus montanus</i> ¹⁾ <i>Micrasema longulum</i> <i>Simulium argyreatum</i> <i>Simulium monticola</i>	<i>Cordulegaster boltoni</i> <i>Oecismus monedula</i>

¹⁾ Verbreitung der Arten auf die Hochlagen des Mittelgebirges beschränkt

Bach der Vulkangebiete	Kleiner Talauebach im Deckgebirge	Großer Talauebach im Deckgebirge	Muschelkalkbach	Karstbach
150 – 400	(100) 200 – 700	(100) 200 – 700	400 – 900	400 – 900
7,0 – 8,0	7,0 – 8,5	7,0 – 8,5	7,5 – 8,5	7,5 – 8,5
0,3 – 1,5 / 2 – 6	(0,5) 1,0 – 2,0 / (3) 6 – 11	(0,5) 1,0 – 2,0 / (3) 6 – 11	2,0 – 3,0 / 11 – 17	1,0 – 3,0 / 6 – 17
0,5 – 2 / 3 – 11	(0,5) 1,0 – 3,5 / (3) 6 – 20	(0,5) 1,0 – 3,5 / (3) 6 – 20	2,0 – 6,0 / 11 – 34	1,5 – 6,0 / 8 – 34
≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2
< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose spärlich vertreten	höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose: <i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Brachythecium rivulare</i> , <i>Rhynchostegium riparioides</i> an kalkarmen Standorten <i>Scapania undulata</i>	höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose: <i>Rhynchostegium riparioides</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Brachythecium rivulare</i>	höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose: <i>Rhynchostegium riparioides</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Brachythecium rivulare</i> , <i>Cinclidotus fontinaloides</i>	höhere Wasserpflanzen fehlen; Wassermoose: <i>Rhynchostegium riparioides</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Brachythecium rivulare</i> , <i>Cinclidotus fontinaloides</i>
unmittelbar bachbegleitend Hainmieren-Erlen-Auenwald mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Stellaria nemorum</i>	stellenweise Pestwurz- unmittelbar bachbegleitend Hainmieren-Erlen-Auenwald mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Stellaria nemorum</i>	auf Schotterbänken Uferflur daran anschließend Sternmieren-Stieleichen Hainbuchen(-Auen)wald (Arten siehe Talauebach im Grundgebirge)	unmittelbar bachbegleitend Hainmieren-Erlen-Auenwald mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Stellaria nemorum</i>	unmittelbar bachbegleitend Hainmieren-Erlen-Auenwald mit <i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Stellaria nemorum</i> eigenständige bachbegleitende Auenwaldgesellschaft fehlt an ephemeren Bächen
<i>Elmis maugetii</i> <i>Hydraena gracilis</i> <i>Potamophylax cingulatus</i> <i>Silo pallipes</i>	<i>Electrogena ujhelyii</i> <i>Cordulegaster bidentatus</i> <i>Potamophylax cingulatus</i>	<i>Electrogena ujhelyii</i>	<i>Riolus subviolaceus</i> <i>Rhyacophila pubescens</i> <i>Melampophylax mucoreus</i> <i>Tinodes unicolor</i>	<i>Niphargus spp.</i>

Fortsetzung Tab. 1.2

Bachtyp	Kerbtalbach im Grundgebirge	Kleiner Talauebach im Grundgebirge	Großer Talauebach im Grundgebirge	Colliner Bach
Begleiter	<i>Ecdyonurus venosus</i> <i>Rhithrogena picteti</i> <i>Brachyptera seticornis</i> <i>Leuctra braueri</i> <i>Leuctra prima</i> <i>Nemoura cambrica</i> <i>Protonemura auberti</i> <i>Esolus angustatus</i> <i>Elodes marginata</i> <i>Agapetus fuscipes</i> <i>Drusus annulatus</i> <i>Philopotamus montanus</i> <i>Potamophylax cingulatus</i> <i>Silo pallipes</i> <i>Synagapetus iridipennis</i>	<i>Ecdyonurus venosus</i> <i>Habrophlebia lauta</i> <i>Rhithrogena puytoraci</i> <i>Brachyptera seticornis</i> <i>Isoperla oxylepis</i> <i>Leuctra albida</i> <i>Leuctra hippopus</i> <i>Nemoura flexuosa</i> <i>Nemoura marginata</i> <i>Siphonoperla torrentium</i> <i>Elmis aenea</i> <i>Elodes marginata</i> <i>Hydraena gracilis</i> <i>Halesus digitatus</i> <i>Hydropsyche dinarica</i> <i>Prosimulium tomosvaryi</i>	<i>Baetis fuscatus</i> <i>Baetis lutheri</i> <i>Ecdyonurus torrentis</i> <i>Rhithrogena semicolorata</i> <i>Isoperla grammatica</i> <i>Leuctra fusca</i> <i>Nemoura flexuosa</i> <i>Siphonoperla torrentium</i> <i>Hydraena gracilis</i> <i>Hydraena riparia</i> <i>Limnius volckmari</i> <i>Hydropsyche instabilis</i> <i>Rhyacophila nubila</i> <i>Rhyacophila dorsalis</i> <i>Sericostoma flavicorne</i> <i>Atherix ibis</i> <i>Prosimulium tomosvaryi</i>	<i>Ephemera danica</i> <i>Paraleptophlebia submarginata</i> <i>Rhithrogena picteti</i> <i>Nemoura marginata</i> <i>Halesus digitatus</i> <i>Halesus radiatus</i> <i>Hydropsyche saxonica</i> <i>Potamophylax latipennis</i> <i>Ptychoptera paludosa</i>
Fische und Rundmäuler		Groppe Bachneunauge	Groppe Bachneunauge Bachschmerle Elritze	
Grundarten	<i>Dugesia gonocephala</i> <i>Ancylus fluviatilis</i>	<i>Gammarus fossarum</i> <i>Baetis muticus</i>	<i>Habroleptoides confusa</i> <i>Limnius perrisi</i>	<i>Odontocerum albicorne</i> <i>Sericostoma personatum</i>
Fische und Rundmäuler	Bachforelle			
Ökologische Charakterisierung	in Bezug auf Strömung und Sauerstoff sehr anspruchsvolle (Leit-) Arten Dominanz von Bewohnern des Lithals und Weidegängern, geringer Anteil Zerkleinerer, im Großen und Kleinen Talauebach vermehrt Sedimentfresser			neben strömungsliebenden Bewohnern des Lithals vermehrtes Auftreten von Feinsubstratbesiedlern
	Dominanz von Arten des Epirhithrals	Dominanz von Arten des Epi- und Metarhithrals	Dominanz von Arten des Metarhithrals, Auftreten hyporhithraler Arten	Dominanz von Sedimentfressern und Zerkleinerern

Bach der Vulkangebiete	Kleiner Talauebach im Deckgebirge	Großer Talauebach im Deckgebirge	Muschelkalkbach	Karstbach
<i>Rhithrogena picteti</i> <i>Nemoura cambrica</i> <i>Leuctra nigra</i> <i>Elmis aenea</i> <i>Elodes minuta-Gr.</i> <i>Esolus angustatus</i> <i>Hydraena nigrita</i> <i>Agapetus fuscipes</i> <i>Drusus annulatus</i> <i>Philopotamus montanus</i> <i>Rhyacophila fasciata</i>	<i>Gammarus pulex</i> <i>Rhithrogena picteti</i> <i>Leuctra braueri</i> <i>Nemoura cambrica</i> <i>Protonemura auberti</i> <i>Elodes minuta-Gr.</i> <i>Hydraena nigrita</i> <i>Agapetus fuscipes</i> <i>Chaetopteryx major</i> <i>Drusus annulatus</i> <i>Hydropsyche saxonica</i> <i>Rhyacophila fasciata</i> <i>Silo pallipes</i> <i>Tinodes rostocki</i> <i>Simulium costatum</i> <i>Prosimulium tomosvaryi</i>	<i>Gammarus pulex</i> <i>Ephemera danica</i> <i>Nemoura marginata</i> <i>Siphonoperla torrentium</i> <i>Elmis maugetii</i> <i>Hydraena nigrita</i> <i>Limnius volckmari</i> <i>Halesus digitatus</i> <i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Potamophylax latipennis</i> <i>Rhyacophila nubila</i> <i>Simulium venum</i>	ähnliche Artenkombination wie im Kleinen Talauebach des Deckgebirges	siehe Tab. 2
<i>Dugesia gonocephala</i> <i>Ancylus fluviatilis</i>	<i>Gammarus fossarum</i> <i>Baetis muticus</i>	<i>Habroleptoides confusa</i> <i>Limnius perrisi</i>	<i>Odontocerum albicorne</i> <i>Sericostoma personatum</i>	—
Bachforelle				
neben strömungsliebenden Bewohnern des Lithals vermehrtes Auftreten von Feinsubstratbesiedlern	Dominanz strömungsliebender Arten des Lithals, Weidegänger (Hartsubstratbesiedler) sowie Zerkleinerer und Sedimentfresser (Feinsubstratbesiedler) treten in etwa gleichen Anteilen auf		Vorkommen spezifischer Leitarten mit Bindung an den hohen Kalkgehalt und/oder die Versinterung der Sohlsubstrate	durch nicht vorhersagbare Abflussverhältnisse keine dauerhafte Besiedlung
Dominanz von Sedimentfressern und Zerkleinerern	Dominanz von Arten des Epirhithrals	Dominanz von Arten des Epi- und Metarhithrals		

Tab. 2: Merkmale der hydrologischen Bachtypen in NRW.

Hydrologische Typen	permanent	
	grundwassergeprägt	grundwasserarm/ oberflächenwassergeprägt
Definition	Verhältnis zwischen Mittelwasserabfluss und Niedrigwasserabfluss sehr ausgeglichen, Abfluss geprägt durch Zutritt von gespanntem Tiefengrundwasser	regelmäßig geringer Trockenwetterabfluss im hydrologischen Sommerhalbjahr, Abfluss geprägt durch Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss (interflow)
Relation MQ : MNQ	≤ 3 : 1	≥ 4 – 25 : 1 ¹⁾
Abflussspende	Zunahme über den Porengrundwasserleiter in Gewässerabschnitten ohne Einmündung von Seitenbächen	Abnahme in Gewässerabschnitten ohne Einmündung von Seitenbächen
Hydraulik	relativ hohe Sohlschubspannung, aufgrund ausgeglichener Jahresabflussganglinie nur wenig schwankend	Sohlschubspannung mit der ausgeprägten Abflussganglinie stark schwankend, im hydrologischen Sommerhalbjahr geringere Werte
Eigenschaft des Grundwasserleiters	hohe Speicherfähigkeit und Durchlässigkeit des Porengrundwasserleiters	geringe bis mäßige Speicherfähigkeit und Durchlässigkeit der Grundwasserleiter
Temperaturregime	im Winter Wassertemperatur nicht unter 5°C absinkend; im Sommer bis 15°C ansteigend	im Winter Absinken der Temperatur auf 0°C möglich (Eisbildung); Temperaturanstieg im Sommer auf 12 – 20 °C, abhängig von der Höhenlage und der Lage im Längsverlauf
Abflussregime		
SK_{max}	< 1,5	1,5 (große Einzugsgebiete) – 2,1 (kleine Einzugsgebiete)
SK_{min}	> 0,4	0,2 (kleine Einzugsgebiete) – 0,4 (große Einzugsgebiete)
Monate mit den geringsten Abflüssen	Aug. – Sept.	Aug. – Sept.
Monate mit den höchsten Abflüssen	Dez. – März	Dez. – März
Fauna Leitarten/Begleiter	<i>Proasellus coxalis</i> <i>Gammarus fossarum</i> <i>Echinogammarus berilloni</i> <i>Dugesia gonocephala</i> <i>Isoptena serricornis</i> <i>Isoperla grammatica</i> <i>Elmis aenea</i> <i>Riolus subviolaceus</i> <i>Sericostoma personatum</i> <i>Silo nigricornis</i> <i>Lasiocephala basalis</i> <i>Agapetus fuscipes</i>	Das Artenpotential setzt sich typenspezifisch aus den in Tab. A1 und A2 aufgeführten Arten oder höheren Taxa zusammen.
Ökologische Charakterisierung	Arten mit Empfindlichkeit gegenüber hohen Temperaturamplituden und/oder erhöhten Ansprüchen an die Hydraulik, „Mittelgebirgsarten“	im Tiefland Arten mit größerer ökologischer Toleranz gegenüber höheren Temperaturamplituden und/oder geringeren Ansprüchen an die Hydraulik im Mittelgebirge Arten mit hohen Ansprüchen an die Hydraulik und Empfindlichkeit gegenüber hohen Temperaturamplituden, im Verlauf der Längszonierung treten zunehmend Arten mit größerer ökologischer Toleranz gegenüber höheren Temperaturamplituden und geringeren Ansprüchen an die Hydraulik auf

SK_{max} = MQ_{i(Monat)} / MQ_{Jahr}; i = abflussreichster Monat SK_{min} = MQ_{i(Monat)} / MQ_{Jahr}; i = abflussärmster Monat

SK: Schwankungskoeffizient MQ: Mittelwasserabfluss

¹⁾ große Relationen bei gering durchlässigem Untergrund; kleine Relationen bei mäßig durchlässigem Untergrund

Fortsetzung Tab. 2

temporär	
sommertrocken	ephemer
periodisches Absinken des Wasserspiegels unter die Bachbettoberfläche im hydrologischen Sommerhalbjahr; im Winterhalbjahr perennierend; in der Regel vegetationsgesteuert (Verdunstung), daher hohe Vorhersagbarkeit der Austrocknung	wasserführend nur nach starken Regenfällen oder während der Schneeschmelze; Gebietsabfluss überwiegend unterirdisch im Karstaquifer; keine bis geringe Vorhersagbarkeit der Austrocknung
∞	∞
im Sommer von der Quelle abwärts auf längeren Strecken auf Null zurückgehend, sonst wie im oberflächenwassergeprägten Typ	auf längeren Strecken ohne Abfluss, hohe Intensität der Austrocknung
Sohlschubspannung mit der ausgeprägten Abflussganglinie stark schwankend, im hydrologischen Sommerhalbjahr auf Null fallend	hohe Sohlschubspannung möglich durch kurzzeitige, starke Abflussereignisse; häufig auf Null zurückgehend
geringe Mächtigkeit des Grundwasserleiters	hohe Durchlässigkeit des Kluftgrundwasserleiters
im Winter Absinken der Temperatur auf 0°C möglich (Eisbildung); Temperaturanstieg im Sommer auf 12 – 20 °C, abhängig von der Höhenlage und der Lage im Längsverlauf; in Restwasserflächen sind höhere Temperaturen möglich	während der Fließphase geringe Temperaturamplitude, da karstgrundwassergespeist
> 2,1	>> 2,1
< 0,25	<< 0,25
Juni – Okt.	nicht vorhersagbar, abhängig von den aktuellen Niederschlägen
Dez. –März	nicht vorhersagbar, abhängig von den aktuellen Niederschlägen
<i>Galba truncatula</i> <i>Lumbriculus variegatus</i> <i>Habrophlebia fusca</i> <i>Amphinemura standfussi</i> <i>Capnia bifrons</i> <i>Nemoura cinerea</i> <i>Glyptotaelius pellucidus</i> <i>Ironoquia dubia</i> <i>Lithax obscurus</i> <i>Micropterna lateralis</i> <i>Micropterna sequax</i> <i>Plectrocnemia conspersa</i> <i>Stenophylax permistus</i> <i>Simulium vernalis</i> <i>Helobdella stagnalis</i> (TL) <i>Metreletus balcanicus</i> (TL) <i>Siphonurus armatus</i> (TL) <i>Oligostomis reticulata</i> (TL) <i>Habrophlebia lauta</i> (MG) <i>Melampophylax mucoreus</i> (MG) <i>Micropterna nycterobia</i> (MG) <i>Micropterna testacea</i> (MG) <i>Synagapetus moselyi</i> (MG)	<i>Niphargus spec.</i>
an das vorhersagbare sommerliche Trockenfallen angepasste Arten mit Überdauerungsstrategien in der Trockenphase (meist Ruhephasen als Ei oder Imago)	aufgrund des nicht vorhersagbaren Abflussregimes und der kurzen Fließphase nur Arten mit sehr kurzem Entwicklungszyklus und hoher Ausbreitungstendenz (Diptera) überlebensfähig; bei sehr kurzzeitiger Wasserführung Besiedlung durch Einspülen von Organismen aus Zuläufen und dem Grundwasser

TL: Verbreitung auf Tiefland beschränkt, MG: Verbreitung auf Mittelgebirge beschränkt

II.1 • 6.2 Leitbildspezifische Handlungsanweisungen

Bäche sind in der heutigen Kulturlandschaft – besonders in den Tieflandregionen, aber vielfach auch im Mittelgebirge – einer Vielzahl menschlicher Eingriffe unterworfen. Sie wurden begradigt, vertieft, befestigt und aufgestaut mit dem Ziel, Hochwässer möglichst schnell abzuleiten und Ausuferung zu vermeiden, dienen als Vorfluter für unterschiedlichste Einleitungen und werden zur Entnahme von Trink- und Brauchwasser, für die Stromgewinnung, für Fischzucht sowie für die Naherholung genutzt. Sie haben damit ihre ökologischen Funktionen weitgehend eingebüßt (Bild 58). Damit sind auch die naturräumlichen Eigenheiten der Fließgewässer und ihrer Lebensgemeinschaften vielerorts verloren gegangen und durch „Einheits-Fließgewässer“ ersetzt worden.

Umso wichtiger ist es, die letzten naturnahen Abschnitte und Lebensgemeinschaften zu erhalten. Sie sind schützenswerte Bereiche mit Vorbildfunktion für Naturschutz wie Wasserwirtschaft und einzigartige Studienobjekte für die Wissenschaft (Bild 59). Durch gezielte ökologische Verbesserungsmaßnahmen kann eine Wiederausbreitung der naturraumtypischen Pflanzen- und Tierarten erreicht werden, wie in § 1a des Wasserhaushaltsgesetzes gefordert wird.



Bild 58: Typisches Bild eines Tieflandbaches in der intensiven Kulturlandschaft: Der Bach ist begradigt und mit Stein- und Betonbauten festgelegt, die intensiven Nutzflächen reichen direkt bis an das Ufer heran. Die einzeln stehenden Gehölze im Hintergrund können auch in Zukunft nicht annähernd die Funktion einer intakten Auenvegetation übernehmen.

Die Unterhaltung und der naturnahe Ausbau nach § 31 Wasserhaushaltsgesetz beinhalten als Entwicklungsziel den Erhalt bzw. die Förderung der natürlichen Funktionsfähigkeit des Gewässerökosystems, auch wenn der Leitbildcharakter eines Gewässers nicht erreicht werden kann. Allgemein geeignete Maßnahmen hierzu sind die Wiederherstellung der *Durchgängigkeit* (Bild 60), die Sicherung einer *guten Wasserqualität* nach den Allgemeinen Güteanforderungen für Fließgewässer, die Anlage ausreichend breiter *Ufergehölzsäume* (Bild 61), die Stärkung der *Eigendynamik* (Bild 62), die Belassung von Totholz auf der Gewässersohle (Bild 63) und der Erhalt oder die Wiederherstellung eines *gewässertypischen Abflusses*.



Bild 59: Erstes Ziel muss es sein, mit Hilfe der Leitbilder intakte, naturraumtypische Fließgewässerabschnitte zu erkennen und als Refugialräume für Tier- und Pflanzenarten zu erhalten, von denen aus eine Wiederbesiedlung anderer Gewässer erfolgen kann.



Bild 60: Querbauwerke stellen in Fließgewässern oftmals unüberwindbare Wanderhindernisse v.a. für Fische dar. Viele dieser Barrieren können mit einfachen Mitteln rückgebaut oder beseitigt werden.

Aus den Eigenheiten der einzelnen Bachtypen resultieren darüber hinaus bestimmte, leitbildspezifische Handlungsanweisungen, die sowohl strukturelle als auch hydrologische Besonderheiten berücksichtigen.

- Die Bäche des Tieflandes sind allgemein gegenüber erhöhten hydraulischen Kräften empfindlich, da eine Verlagerung der kleinen Korngrößen schon bei einer niedrigen kritischen Sohlschubspannung erfolgt.



Bild 61: Das ausgedehnte Wurzelwerk der Schwarzerle durchdringt den gesamten Böschungsbereich und übernimmt eine wichtige Funktion bei der Ufersicherung. Ufergehölzsäume verhindern darüber hinaus die Verkrautung und übermäßige Erwärmung des Wasserkörpers und schirmen das Gewässer gegen Einträge aus dem intensiv genutzten Umland ab.



Bild 62: Mäandrierende Bäche entwickeln eine starke Eigendynamik, sie verlagern sich und schnüren Altarme ab. Die Lebensgemeinschaft ist an diese Dynamik angepasst und auf die Neuentstehung von Strukturen angewiesen (z. B. Eisvogel!).

- *Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* sind nur lebensfähig, solange der Grundwasserspiegel in der Aue nur wenige Dezimeter unter Flur liegt. Tieferlegungen und Drainagen führen zu einer raschen Eutrophierung und damit Zerstörung des Ökosystems (Bild 89) und müssen rückgängig gemacht werden. Ähnliche Auswirkungen auf den Stoffhaushalt dieser Fließgewässer besitzt auch der Nährstoffeintrag. Er führt zu einem Rückgang und schließlich zu einer Verdrängung der aspektbestimmenden Torfmoose. Als Folge wurden in der Vergangenheit viele organisch geprägte Fließgewässer zu sandgeprägten Fließgewässern degradiert. Eine Renaturierung ist nur unter Nutzungsaufgabe der Aue zu erreichen.

- *Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* leben von ihrer besonderen Dynamik mit Uferabbrüchen und Altarmbildung (Bild 65). Bei Begradigung sowie einer Erhöhung der Sohlschubspannung durch Drainagen und Einleitungen aus der Misch- und Trennkanalisation setzt Tiefenerosion durch ständiges Sandtreiben ein, da Substratumlagerungen schon bei $\tau > 2 \text{ N/m}^2$ (kritische Sohlschubspannung) erfolgen. Totholz ist das einzige natürliche, sohlstabilisierende Hartsubstrat und darf daher nicht aus dem Gewässerbett entfernt werden.



Bild 63: Totholz stellt insbesondere in Tieflandbächen oft das einzig stabile Hartsubstrat dar, auf welches eine hohe Zahl von Tierarten angewiesen ist. Es strukturiert die Bachsohle, hält Laub zurück und modifiziert die Strömung, so dass eine vielfältige Lebensgemeinschaft entstehen kann. Totholz verhindert auch die Tiefenerosion an der Bachsohle des Gewässers.

- *Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften* haben von Natur aus hohe, steile Uferkanten (Bild 66), die nicht abgeflacht werden sollten. Auch in diesem Bachtyp stellt Totholz das natürliche Hartsubstrat dar, auf das ein Großteil der Tierarten angewiesen ist.
- *Fließgewässer der Niederungen* haben ihren Kontakt zur Aue durch Tieferlegung und Begradigung heute verloren. Der für das Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen dargestellte Zusammenhang zwischen Grundwasserstand in der Aue und Eintiefung des Fließgewässers gilt auch hier. Nur eine deutliche Sohlaufhöhung in Verbindung mit einer Nutzungsaufgabe nasser Bereiche kann zu einer Wiederherstellung der charakteristischen Lebensräume dieses Bachtyps, z. B. Röhrichzonen und Überschwemmungszonen, führen (Bild 67).



Bild 64: Begradigtes und eingetieftes Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen im Sommer: Im Vergleich mit Abb. 64 wird die drastische Veränderung der Vegetation auf der gesamten Talsohle durch die Grundwasserabsenkung und die damit verbundene Mineralisierung des Niedermoorkörpers deutlich. Eine stickstoffliebende Kraut- und Strauchschicht gewinnt die Oberhand und das Bachwasser wird im Winter übermäßig mit Nitrat angereichert.



Bild 65: Besonders dynamisch sind die Sandgeprägten Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen: Vielleicht schon während des nächsten Hochwassers wird der Bach diesen Mäanderbogen durchbrechen und einen Altarm abschnüren, der in den folgenden Jahren allmählich verlandet.

- Mittelgebirgsbäche sind empfindlich gegen die Einleitung sauerstoffzehrender Abwässer, da ihre (Leit-)Arten höchste Ansprüche an die Sauerstoffversorgung stellen. Des Weiteren trägt das Einspülen organischer Feststoffe, das verstärkte Aufkommen benthischer Aufwuchsorganismen sowie der Eintrag von Sedimenten aus dem Einzugsgebiet zu einer Versiegelung und Verfüllung des Lückensystems (Interstitial) bei.



Bild 66: Die hohen, steilen Uferkanten des Löss-lehmgeprägten Fließgewässers der Bördenlandschaften sind auf den ständigen Abtransport der Schluffpartikel durch die fließende Welle (Wassertrübung!) zurückzuführen. Wegen der Bindigkeit des Materials sind die Ufer stabil und rutschen nicht ab.



Bild 67: Fließgewässer der Niederungen haben einen besonders intensiven Kontakt zwischen Gewässer und der umliegenden, ausgedehnten Aue, die im Winter längere Zeit überstaut wird. Im Frühjahr bleiben Restwassertümpel und ehemalige Laufrippen zurück.

- Viele Bäche des Silikatischen Grundgebirges sind durch den Eintrag atmosphärischer Depositionen (saurer Regen) von der Gewässerversauerung betroffen. Diese Gefährdung betrifft in besonderem Maße alle Bäche mit einem geringen Pufferungsvermögen (Karbonathärte < 0,3 mmol/l). Die Versauerungserscheinungen werden durch den großflächigen Anbau von Nadelgehölzen im Einzugsgebiet von Fließgewässern verstärkt.
- *Kerbtalbäche im Grundgebirge* besitzen kleine Einzugsgebiete und sind aufgrund ihres geringen Abflusses besonders empfindlich gegen stoßartige hydraulische Belastungen. Sie sollten daher generell kein Wasser aus Abschlagsbauwerken (z. B. Straßentwässerung, Mischwassereinleitung) aufnehmen, da ansonsten die Sohlstrukturen verarmen und die Biozönose durch die plötzlich einsetzenden hydraulischen Stöße stark geschädigt wird. Dies gilt grundsätzlich für alle Bachoberläufe von Tiefland- und Mittelgebirgsbächen (Bild 68).

- *Kleine und Große Talauebäche im Grundgebirge* sind besonders dynamische Gewässer, die Raum für ihre eigendynamische Entwicklung benötigen. Die heute vielfach mit Pappel- und Fichtenpflanzungen aufgeforsteten Auen können nur durch eine Entkopplung der Gewässer von ihren Auen genutzt werden (Bild 69). Eine Umwandlung in standortgerechte Laubwälder ist daher vorrangiges Ziel für die naturnahe Entwicklung dieser Bachtypen. Ausbau und unnatürliche Stabilisierung der Ufer bei angrenzender Grünlandnutzung der Aue führen zu verstärkter Tiefenerosion des Gewässers und zum Erscheinungsbild des „Wiesenbaches“ mit hohen Abbruchkanten der Erosionsufer.



Bild 68: Bachoberläufe beherbergen eine Reinwasserbiozönose, die besonders empfindlich gegenüber stoßartigen hydraulischen Belastungen, z. B. durch Einleitungen aus der Misch- und Trennkanalesation, reagiert.

- *Colline Bäche* mäandrieren bei einem entsprechend geringen Gefälle schon kurz unterhalb der Quellregion. Ihnen darf nicht das Leitbild eines weitgehend gestreckten, grobschotterigen Kerbtalbaches zugrunde gelegt werden. Colline Bäche sind empfindlich gegenüber einer erhöhten Sohlschubspannung durch Begradigung oder Einleitungen, da die feinkörnigen Substrate leicht erodiert werden. So sind viele Colline Bäche in der Vergangenheit durch eine unnatürliche Erhöhung des Sohlgefälles degradiert worden.
- *Bach der Vulkangebiete*: siehe Kerbtalbach und Kleiner Talauebach im Grundgebirge.
- *Kleiner und Großer Talauebach im Deckgebirge*: siehe Kleiner und Großer Talauebach im Grundgebirge.
- *Muschelkalkbäche* beherbergen allein aufgrund ihres Kalkreichtums und der Versinterung der Sohlsubstrate eine hoch spezialisierte und ausgesprochen seltene Wirbellosenfauna. Da der Abfluss der Muschelkalkbäche im Sommer häufig von Natur aus versiegt, ist die Biozönose durch organische Verunreinigungen bei fast stehenden Wasserverhältnissen während der Austrocknungsphase besonders betroffen (Bild 70).
- *Karstbäche* fallen über mehrere Monate im Jahr trocken. Sie repräsentieren deshalb einen besonderen Fließgewässertyp, der bei periodischer Wasserführung oder an lokalen Grundwasseraustritten Lebensraum für eine speziell angepasste Biozönose bietet. Ihre Gewässerbetten mit einem breiten Ufergehölzsaum sind in der Landschaft zu erhalten. Durch Entnahme von Grundwasser zur Trinkwasserversorgung oder zu Zwecken der Bewässerung kann die Trockenphase unnatürlich verlängert werden.
- *Grundwassergeprägte Bäche* sind empfindlich gegenüber Wasserentnahmen und Unterbrechungen des Längskontinuums durch Stauhaltungen: Bleibt der Zustrom von Grundwasser und sein Weitertransport mit der fließenden Welle aus, so verändern sich die entscheidenden Faktoren (Temperatur, Hydraulik, geringe Wasserbelastung), die der Biozönose eines „Forellen-Tieflandbaches“ Lebensmöglichkeiten bieten.
- *Grundwasserarme / Oberflächenwassergeprägte Bäche* besitzen von Natur aus große Abflussschwankungen und eine hohe Eigendynamik. Veränderungen der Abflussdynamik, z. B. durch Kappung der Hochwasserspitzen bei Stauhaltung verändern die Lebensbedingungen der Biozönose nachhaltig. Hochwasserwellen üben eine „reinigende“ Wirkung auf die Gewässersohle und deren Lückensystem aus, in dem sie die Sohlsubstrate von organischen Sinkstoffen freispülen. Besonders in Mittelgebirgsbächen kommt es durch Geschieberückhalt an Querbauwerken zur Eintiefung unterhalb gelegener Gewässerstrecken.
- *Sommertrockene Bäche* dürfen nicht durch Zuleitung von Fremdwasser künstlich in permanente Bäche verwandelt werden, da sonst die spezifische Lebensgemeinschaft verdrängt und von „Allerweltsarten“ ersetzt wird. Die Überdauerungsstadien der angepassten Lebensgemeinschaft (Eier, Larven oder erwachsene Tiere) sind zur Übersommerung auf ein feuchthumides Klima und einen Struktureichtum an der Bachsohle und im Bachumfeld angewiesen. Aus den genannten Gründen ist für diesen hydrologischen Bachtyp eine bewaldete Aue von besonderer Bedeutung.

Bei der Einleitung von Niederschlagswasser sowie geklärten und ungeklärten Abwässern in Karstbäche besteht durch die fehlende Filterfunktion des Bodens beim Verlust von Oberflächenwasser an den Grundwasserkörper eine besondere Gefahr der Kontamination des Grundwassers.

Die periodische Einleitung von Niederschlagswasser und Drainagen führt zu einem unnatürlich häufigen Wechsel von Fließ- und Trockenphasen, der ebenfalls zu einem Ausfall der speziell angepassten Fauna führt.



Bild 69: In vielen Bachauen im Mittelgebirge wurde der potentiell natürliche Hainmieren-Erlen-Auenwald durch Fichtenforste ersetzt. Die Veränderung der Lichtverhältnisse und des Nahrungsangebotes sowie das weitgehende Fehlen von Wurzeln, Ästen und Laub im Gewässer beeinflusst auch die Fauna des Baches.

- *Ephemere Bäche* sind Fließgewässer, ihre Bachbetten sind als solche zu erhalten, auch wenn sie nur in kurzen Intervallen durchgehend Wasser führen. Lokale Quellaustritte im Bachbett sind besonders wertvoll für die Besiedlung. Ihr Erscheinen und die Dauer ihrer Quellschüttung ist abhängig von der Füllung des Karstaquifers und kann von Jahr zu Jahr schwanken. Massive Wasserentnahme im Einzugsgebiet führt zum Versiegen solcher Quellaustritte.



Bild 70: Viele Muschelkalkbäche fallen von Natur aus abschnittsweise im Sommer trocken. Trotz der Kalksinterausfällungen an Steinen und der periodischen Wasserführung sind Muschelkalkbäche artenreiche Gewässer, deren Lebensgemeinschaft gerade wegen der besonderen hydrologischen Verhältnisse durch die Einleitung organisch belasteter Abwässer stark verarmt.

II.1 • 7 Literatur

Zugrundeliegende Forschungsstudien

MURL-Studie „Zielvorgaben und Handlungsanweisungen für die Renaturierung von Tieflandbächen in Nordrhein-Westfalen“ (3 Bände)

Band 1: Die Leitbilder für Tieflandbäche in NRW, mit Zielvorgaben und Handlungsanweisungen

Band 2: Beschreibung von zwölf ausgewählten Modellen naturnaher Tieflandbäche in NRW

Band 3: Voruntersuchung: Kataster der Probestellen an Tieflandbächen in NRW

LUA-Studie „Typisierung und Leitbildfindung für kleine und mittelgroße Fließgewässer des Mittelgebirgsraumes NRW“ (4 Bände)

Band 1: Leitbilder für kleine und mittelgroße Fließgewässer des Mittelgebirgsraumes NRW (Textband)

Band 2: Beschreibung von 14 ausgewählten Modellen naturnaher Mittelgebirgsbäche in Nordrhein-Westfalen

Band 3 + 4: Dokumentation der Voruntersuchungsphase

LUA-Merkblätter Nr. 16 (1999): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens Teil 1: Kleine bis mittelgroße Fließgewässer.

Zitierte Literatur

Briem, E. (im Druck): Die Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland – Teil 1: Fließgewässerformen – Fließgewässerstrukturen – Fließgewässertypologie.

Temnitz, K. (1991): Geologie und Paläogeographie; Geographisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen, Themenbereich II, Lieferung 6. - Geograph. Kommission f. Westfalen (Hrsg.).

II.1 • 8 Bildnachweis der Fotografien und Zeichnungen:

Antunes, I. & T. Ehlert:	Bilder 56, 70
Behnke, R. & S. Foltyn:	Bild 34
van den Boom, A.:	Bilder 28, 29, 36, 37
van den Boom, A. & T. Ehlert:	Bilder 24, 31, 61
Ehlert, T.:	Bilder 25, 26, 27, 41, 49, 50, 68, 69
Ehlert, T. & S. Foltyn:	Bild 33
Ehlert, T. & H.-P. Henter:	Bilder 21, 35, 38, 59
Frenz, C.:	Bilder 51, 60
Henter, H.-P.:	Bilder 43, 57
Inst. f. Ökologie, Abt. Hydrobiologie, Universität-GH Essen:	Abb. 1, 4, 5, 21, 24; Bild 20
Klausmeier, P.:	Abb. 19; Bild 10
Laukötter, G.:	Bilder 7, 13, 22, 23, 30, 32, 39, 42, 44, 45
Laukötter, G. & M. Sommerhäuser:	Bilder 4, 9, 46, 47, 48, 54, 55
Pottgiesser, T.:	Bild 58
Schmidt, E.:	Bilder 5, 19
Schuhmacher, H.:	Bilder 18, 63
Seuter, S. & P. Podraza:	Abb. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
Sommerhäuser, M.:	Abb. 25, 89; Bild 2, 11, 12, 52, 53, 61
Stemmer, B.:	Bild 40
Timm, T.:	Abb. 20 22, 23; Bilder 1, 6, 8, 14, 15, 16, 17, 65, 62, 65, 66, 67
van de Weyer, K.:	Bild 3

II.2 • Leitbilder „Mittelgroße bis große Fließgewässer“	1
II.2 • 1 Einleitung	3
II.2 • 2 Das Bearbeitungsgebiet der mittelgroßen bis großen Fließgewässer Nordrhein-Westfalens	5
II.2 • 3 Die Besiedlung der Flüsse Nordrhein-Westfalens	7
II.2 • 4 Erläuterungen und Begriffsbestimmungen	16
II.2 • 5 Entwicklung einer Flusstypologie und Beschreibung von Leitbildern – methodisches Vorgehen	18
II.2 • 6 Rahmenbedingungen der Flusstypologie und Leitbildbeschreibung	20
II.2 • 7 Die Flusstypologie Nordrhein-Westfalens	22
II.2 • 8 Leitbilder für die Praxis	107
II.2 • 9 Verzeichnis der Abkürzungen	117
II.2 • 10 Literatur	118
II.2 • 11 Bildnachweis	119

Kapitel II.2

II.2 • Leitbilder „Mittelgroße bis große Fließgewässer“

Die „Leitbilder für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen – Flusstypen“ beschreiben die heutigen potenziell natürlichen Zustände für Fließgewässer ab ca. 10 m Spiegelbreite. Untersucht wurden rd. 70 größere Fließgewässer in NRW. (s. Kap. II.5)

Nach Begriffsdefinitionen und Erläuterungen zur natürlichen Vielfalt von Tiefland- und Mittelgebirgsflüssen werden die einzelnen Flusstypen – von denen insgesamt vier für das Tiefland und drei für das Mittelgebirge unterschieden werden können – sowohl textlich als auch in Form einer Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen dargestellt.

Die leitbildgemäßen Ausprägungen der verschiedenen Flusstypen werden in tabellarischer Form beschrieben und mittels detaillierter Abbildungen illustriert, so dass eine Zuordnung vom Planungsobjekt Fließgewässer zum adäquaten Leitbild erleichtert wird. Abschließend finden sich allgemeine Handlungsanweisungen zur Anwendung von Leitbildern in der Praxis.

Die erarbeiteten Leitbilder stellen u.a. die Bewertungsgrundlage für die Gewässerstrukturgütekartierung dar. Weiterhin bilden die beschriebenen Leitbilder die Grundlage für eine wasserrahmenrichtlinienkonforme Gewässerplanung, da sie den Referenzaspekt unmittelbar in den Planungsprozess einbringen.

II.2 • 1 Einleitung

Flüsse nehmen mit ca. 4000 km Fließstrecke nur etwa 8 % der Gesamtlänge des Gewässernetzes von Nordrhein-Westfalen ein. Für den Menschen besitzen sie dennoch eine herausragende Bedeutung: Sie sind Siedlungs- und Wirtschaftsstandorte, Trinkwasserlieferanten, Fischereigewässer und dienen der Erholung der Bevölkerung. Über politische Grenzen hinaus sind Flüsse namensgebend für ganze Regionen und tragen in hohem Maße zur Identifikation mit der Landschaft bei.

Flusslandschaften bergen ein großes Potenzial für eine vielgestaltige und dynamische Entwicklung der Natur. Die natürliche Vielfalt der Flüsse im Tiefland und Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens ist in den letzten Jahrhunderten jedoch durch Wasserverschmutzung, Ausbau und naturferne Unterhaltung der Gewässer weitgehend verloren gegangen. Diese einseitigen Nutzungsansprüche decken sich nicht mehr mit den heutigen Zielen und Anforderungen an unsere Fließgewässer. Die Beschreibung der Leitbilder für die Flusstypen Nordrhein-Westfalens ist ein erster Schritt, die natürliche Vielfalt zu erkennen und konsequent Schritte für deren Wiederherstellung einzuleiten. Erste ermutigende Beispiele der Revitalisierung von Flüssen in Nordrhein-Westfalen zeigen, dass die Umsetzung vieler „Grundgedanken“ des Leitbildes auch bei großen Fließgewässern möglich ist. Die Wiederbesiedlung dieser Abschnitte durch eine „flusstypische“ Lebensgemeinschaft ist der beste Indikator für den guten ökologischen Zustand.

Aufgabe der Gewässertypologie ist es die natürliche Vielfalt der Gewässer – auf Grund gemeinsamer und trennender Merkmale – in einem anschaulichen und handhabbaren System anwendbar zu machen und in Leitbildern darzustellen. Leitbilder veranschaulichen die typischen und regional unterschiedlichen Ausprägungen von Struktur und Abfluss eines Gewässers,

die die „Kulisse“ für eine charakteristische Besiedlung durch Pflanzen und Tiere bilden. Sie beschreiben als der heutige potenziell natürliche Gewässerzustand (hpnG) die sehr gute ökologische Qualität von Fließgewässern anhand wesentlicher biologischer, morphologischer, hydrologischer und chemischer Kenngrößen. Die Zuordnung des Leitbildes zu einem konkreten Gewässerabschnitt ist eine wesentliche Voraussetzung für die Bewertung sowie die Planung und Durchführung ökologischer Verbesserungen an Fließgewässern.

Die Beschreibung von Leitbildern beschränkte sich bislang auf kleine bis mittelgroße Fließgewässer (s. Kapitel II.1). In Nordrhein-Westfalen wurden nun auch Flüsse unter gewässertypologischen Gesichtspunkten bearbeitet und ganzheitliche Leitbilder für die verschiedenen Flusstypen formuliert, da Flüsse ebenso wie Bäche nach den naturraumtypischen und fließgewässerprägenden Eigenschaften ihrer Einzugsgebiete klassifizierbar sind. Bei der Aufstellung der Flusstypologie wurde auf bewährte Arbeitsmethoden zurückgegriffen; die Gewässergröße und die Degradation der meisten Flüsse machte es aber auch notwendig, Arbeitsmethoden weiterzuentwickeln oder sogar neue Wege zu beschreiten.

Dabei wurde auf erprobten und einheitlichen Konzepten für die Entwicklung von Typologien und Leitbildbeschreibungen für Fließgewässer an der Universität Essen, Institut für Ökologie, Abteilung Hydrobiologie aufgebaut. Die konsequente Fortführung dieser Arbeiten für mittelgroße bis große Fließgewässer ist ein weiterer wichtiger Baustein einer flächendeckenden typologischen Bearbeitung aller Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Damit liegen nun Leitbildbeschreibungen und eine Dokumentation von Referenzgewässern aller Gewässergrößen vom Quellbach bis zum Fluss für das Bundesland Nordrhein-Westfalen vor (LUA 1999a, 1999b, LUA 2001b).

Die folgende Ausarbeitung beruht auf Ergebnissen des „Interdisziplinären Forschungsvorhabens zur Typologieentwicklung und Leitbildfindung für mittelgroße und große Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen“ im Auftrag des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalens, mit finanzieller Unterstützung des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Erarbeitet wurden die Ergebnisse von der Universität Essen, Institut für Ökologie, Abteilung Hydrobiologie in Kooperation mit dem Planungsbüro Koenzen, Hilden und der Universität zu Köln, Geographisches Institut, Abteilung für angewandte Geomorphologie und Landschaftsforschung. Die Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen, Biologen und Geografen, und die unterstützende Wirkung der behördlichen Wasserwirtschaft waren Voraussetzung für die notwendige „Detailschärfe“, ohne das gemeinsame Ziel, die Beschreibung informativer und praxisorientierter Leitbilder für Flüsse, aus den Augen zu verlieren.

Die Arbeit wendet sich an einen breiten Leserkreis und soll den Vertretern von Fachbehörden, Biologischen Stationen, Planungsbüros, Naturschutzverbänden und -vereinen sowie allen Lesern, die sich für die Gewässer in Nordrhein-Westfalen interessieren, ein informatives und hilfreiches „Werkzeug“ für ihre Arbeit beim Schutz und Management unserer Flüsse sein. Darüber hinaus soll sie Grundlage sein für alle, die sich mit der ökologischen Bewertung von Flüssen und der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union befassen.

II.2 • 2 Das Bearbeitungsgebiet der mittelgroßen bis großen Fließgewässer Nordrhein-Westfalens

Nordrhein-Westfalen stellt auf Grund seiner geographischen Lage ein Bindeglied zwischen dem Norddeutschen Tiefland und den nordwestlichen Ausläufern der Mittelgebirgslandschaft Deutschlands dar. Dies bedingt eine große Vielgestaltigkeit der Landschaftsformen wie auch der Gewässer. Zwei Großlandschaften – Tiefland und Mittelgebirge – prägen Nordrhein-Westfalen zu annähernd gleichen Teilen und damit auch die Entwicklung der mittelgroßen und großen Fließgewässer (Abb. 1).

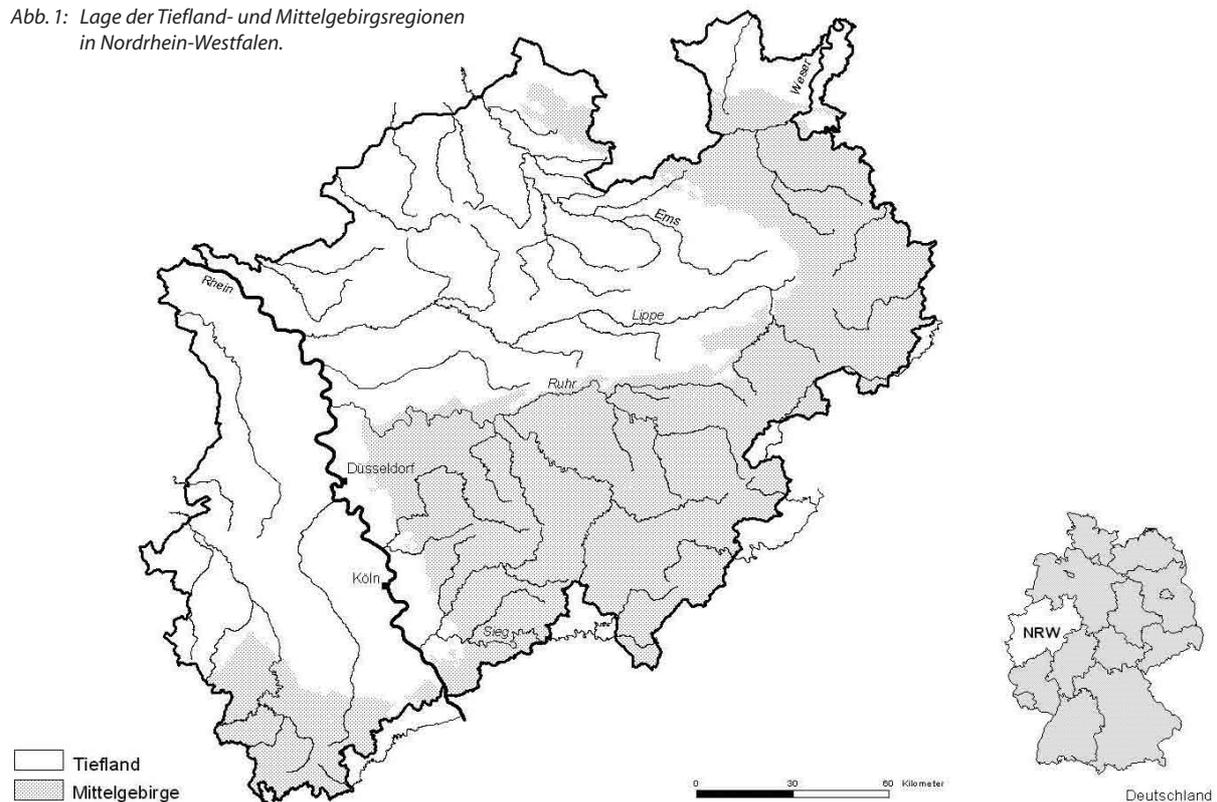
Im **Tiefland** hat die kaltzeitliche Überprägung zur Ablagerung unterschiedlicher Sedimente und zur Ausbildung eines vielgestaltigen Reliefs geführt, das wesentlich durch die Tallandschaften der großen Fließgewässer gegliedert wird. Während die Landschaft westlich des Rheins stark durch kiesige kaltzeitliche Sedimente mit auflagerndem Löss geprägt wird, dominieren östlich des Rheins sandige Auflagen über kaltzeitlichen und mesozoischen Bildungen.

Typische Tieflandgewässer Nordrhein-Westfalens sind zumeist sandige Flüsse sowie einige Flüsse mit organischem Sohlsubstrat aus Torf, Falllaub, Wasserpflanzen und Totholz (Bild 1). Die Einzugsgebiete liegen zumeist in tiefen Lagen, so dass die meisten Flüsse des Tieflandes durch die geologischen und orographischen



Bild 1: Typische Tieflandgewässer in Nordrhein-Westfalen verlaufen in einer „niederungsartigen“ Landschaft ...

Abb. 1: Lage der Tiefland- und Mittelgebirgsregionen in Nordrhein-Westfalen.



Bedingungen ihres direkten Umfeldes geprägt werden. Einzelne Gewässer werden jedoch auch durch die naturräumliche Ausstattung ihrer oberen Einzugsgebiete in den Mittelgebirgen geprägt. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Substrat- und Abflussverhältnisse. So wird der Charakter einiger im Tiefland verlaufender Gewässerabschnitte durch mittelgebirgstypische Einflüsse überformt.

Die Flüsse der **Mittelgebirgsregionen** werden entscheidend durch die geologischen Bedingungen sowie durch das Relief und den Abfluss geprägt. Vor allem das Gefälle führt zu den mittelgebirgstypischen Abflussverhältnissen der Gewässer. Darüber hinaus unterscheidet die Ausbildung markanter, häufig schon im Tertiär in ihrer Grundform angelegter Täler das Mittelgebirge augenscheinlich vom Tiefland (Bild 2).

Innerhalb der nordrhein-westfälischen Mittelgebirge sind die Flüsse des Grundgebirges morphologisch und ökologisch von denen des Deckgebirges zu unterscheiden.



Bild 2: ...während Flüsse im Mittelgebirge häufig in markanten Tälern fließen.

Das Grundgebirge (Rheinisches Schiefergebirge) wird von einem fein verästelten Gewässersystem durchzogen, dessen wasser- und gefällereiche Zuflüsse den Charakter der größeren Gewässer bestimmen. Die großen Fließgewässer prägen durch ihr hochdynamisches Verlagerungs- und Abflussverhalten den gesamten Talboden.

Die abflussreichen großen Flüsse des Grundgebirges tragen ihren Charakter weit in das Tiefland hinein und behalten ihr mittelgebirgstypisches Geschiebe und ihr Gerinnebettmuster bis zu den Mündungen in den Rhein oder weit in die westliche Niederrheinische Bucht bei.

Die Flüsse des Deckgebirges (Weserbergland) nehmen in ihrer Ausbildung eine Mittelstellung zwischen den Flüssen des Tieflandes und der Grundgebirgslandschaften ein. Die im Vergleich zum Grundgebirge geringere Reliefenergie führt in Verbindung mit geringeren Gebietsniederschlägen zu ausgeglicheneren Abflussverhältnissen, die große Spannweite der lokal kleinräumig wechselnden, verlagerbaren und akkumulierbaren Substrate zu einer hohen Substrat- und Formenvielfalt.

Zudem treten in den von Massenkalken bestimmten Regionen auch Karsterscheinungen bei größeren Gewässern auf, die insbesondere in Hinsicht auf die Pflanzen- und Tierwelt von Bedeutung sind.

Ebenso wie die Bäche, werden auch die Flüsse maßgeblich durch die Ausprägung ihrer Einzugsgebiete bestimmt. Im Gegensatz zu den Bächen sind die großen Fließgewässer jedoch in der Lage in viel größerem Umfang gestaltend auf ihr näheres Umfeld, die Auen, einzuwirken. Die aktuellen Flusssysteme geben sich zumeist als „Mehrzeitenformen“ zu erkennen. Die Anlage ihrer Grundstruktur und der Talformen reicht weit in das Pleistozän oder auch das Tertiär zurück. Die Ausprägung ihrer heutigen Gestalt erfolgte unter den klimatischen Bedingungen der Nacheiszeit. Die großen Fließgewässer sind die stärkste Kraft der Landschaftsentwicklung.

Neben den mittelgroßen bis großen Fließgewässern spielen auch Rhein und Weser eine wesentliche Rolle: Sie beeinflussen in vielfältiger Weise ihre direkten Zuflüsse. So wird z. B. die ökologische Differenzierung der Zuflüsse durch sie mitbestimmt. Dies gilt sowohl für kleinere Gewässer, die häufig vollständig in den Auen der Ströme verlaufen, als auch für die Mündungsbereiche der Flüsse, die zeitweise durch Rückstau deutlich durch das Abflussgeschehen von Rhein und Weser geprägt werden.

II.2 • 3 Die Besiedlung der Flüsse Nordrhein-Westfalens

Die Lebensgemeinschaften von Flüssen sind durch eine Vielzahl spezifischer, an den dynamischen „Lebensraum Fluss“ angepasster Arten von Pflanzen und Tieren gekennzeichnet. Viele dieser Arten sind auf die besonderen, in naturnahen Fließgewässern herrschenden Verhältnisse angewiesen.

Das Auftreten einer „vollständigen“ Lebensgemeinschaft eines Flusses ist nur beim Vorhandensein aller natürlichen Teillebensräume möglich: Schnell und langsam fließende Gewässerabschnitte, natürliche Fein- und Hartsubstrate, Wasserpflanzenbestände sowie Äste und Sturzbäume im Gewässer (Bild 3), Ufer- oder Mittenbänke sowie steile Prallufer (Bild 4), wasserführende Rinnensysteme, Quellstandorte, verschiedene Altgewässer (Bild 5) von Altarmen bis hin zu ephemeren

Kleingewässern in der Aue sind typische Lebensräume. Sie bewirken ein Mosaik unterschiedlicher Lebensbedingungen. Diese verschiedenen Teillebensräume naturnaher Flüsse werden von zahlreichen Arten der Fauna und Flora besiedelt. Im Folgenden wird die Besiedlung von Flüssen anhand ausgewählter Gruppen der Flora und Fauna, deren Vorkommen unmittelbar an das Fließgewässer gebunden ist, kurz erläutert. Dazu gehören neben Bewohnern des eigentlichen Flusslaufes wie dem Makrozoobenthos, den Fischen und Wasserpflanzen auch die Ufer- und Auenvegetation, die Laufkäfer- und Spinnenfauna der Flussufer, einige charakteristische Vogelarten sowie Biber und Fischotter. Nicht berücksichtigt wurden in dieser Studie das Potamoplankton und das Phytobenthos.



Bild 3: Das Auftreten einer vollständigen Lebensgemeinschaft ist nur durch das Nebeneinander verschiedener natürlicher Teillebensräume möglich. Totholz trägt wesentlich zur Struktur- und Strömungsdiversität in Gewässern bei.



Bild 4: Steile, vegetationsfreie Prallufer entstehen regelmäßig durch die natürliche Dynamik von Flüssen und bieten ideale Nistmöglichkeiten für die Uferschwalbe.

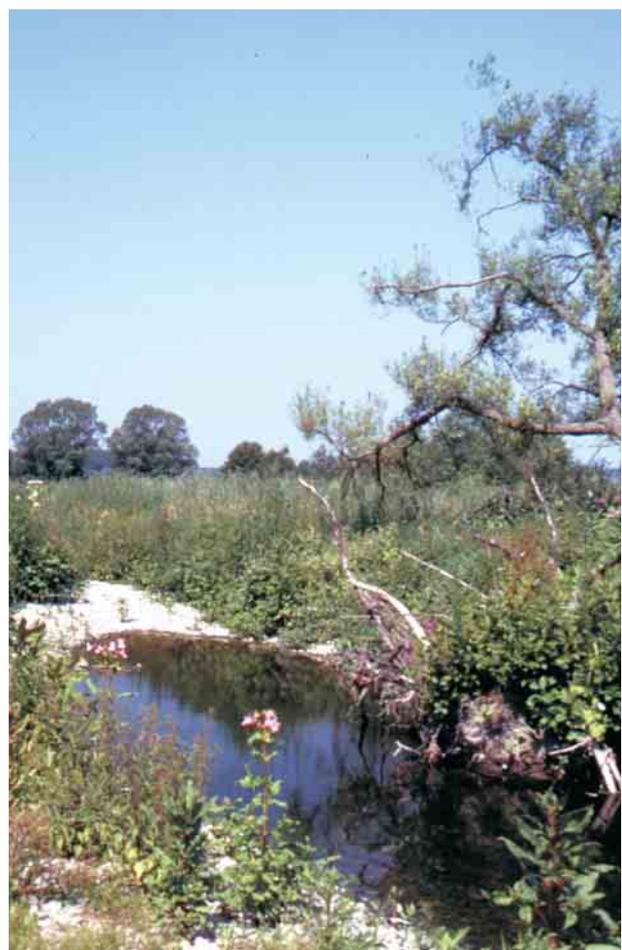


Bild 5: Altgewässer in Flussauen beherbergen eine eigenständige Lebensgemeinschaft mit vielen Stillwasserarten.

II.2 • 3.1 Die Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos

Naturnahe Flüsse beherbergen eine sehr artenreiche und z. T. hoch spezialisierte Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft, darunter viele nur in Flüssen vorkommende Arten. Diese „Flussarten“ stellen hohe Ansprüche an die Wasserqualität und die Gewässerstruktur. So wie wir heute die Vergesellschaftung einer strömungsliebenden Reinwasserbiozönose u. a. aus Stein-, Eintags- und Köcherfliegenarten in einem unbelasteten naturnahen Mittelgebirgsbach für selbstverständlich erachten, kommt im potenziell natürlichen Zustand unserer Flüsse eine artenreiche Reinwasserfauna mit zahlreichen gewässertypspezifischen Arten vor.



Bild 6: Strömungsliebende Arten wie die Eintagsfliege *Ecdyonurus torrentis* sind durch ihren abgeflachten Körper an hohe Strömungsgeschwindigkeiten angepasst.

Der eigentliche Flusslauf ist durch eine Lebensgemeinschaft von Fließgewässerarten charakterisiert, darunter viele strömungsliebende Eintagsfliegen (Bild 6), Steinfliegen, Käfer und Köcherfliegen mit besonderen Anpassungen an das fließende Wasser: Sie besiedeln die Substrate der Flusssohle – im Tiefland Sand, Kies, Lehm oder organisches Material wie Torf, im Mittelgebirge Kies oder Schotter. Wasserpflanzen und Totholz kommen in allen Gewässern vor. Diese organischen Substrate werden von z. T. stark spezialisierten Arten besiedelt.

Neben den typischen Fließgewässerarten gehören auch Bewohner langsam fließender und stehender Gewässer (Bild 7), wie sie z. B. in Nebenarmen und Auengewässern angetroffen werden, zur Flussfauna. Diese Lebensgemeinschaft unterscheidet sich deutlich von den Fließgewässerarten. Charakteristische Besiedler von Altwässern und Überflutungstümpeln sind Schnecken aus den

Familien Lymnaeidae und Planorbidae, zahlreiche Arten von Klein- und Großlibellen (u. a. Lestidae, Coenagrionidae, Aeshnidae, Libellulidae), Wasserwanzen der Familien Notonectidae, Hydrometridae, Gerridae, Corixidae, viele Wasserkäfer (u. a. Gyrinidae, Hydraenidae, Dytiscidae) sowie vor allem Zweiflügler aus verschiedenen Familien (z. B. Tipulidae, Limoniidae, Ptychopteridae, Culicidae und Chironomidae). Eine detaillierte Beschreibung der Wirbellosen-Biozönose von Stillgewässern der Flussauen muss weiteren Studien vorbehalten bleiben.

In den **Querprofilen** der Flusstypen Nordrhein-Westfalens sind ausgewählte Arten der Lebensgemeinschaft dargestellt. Ihre Zuordnung zu den Teillebensräumen (Habitate) spiegelt ihre Präferenz für die unterschiedlichen Sohlsubstrate und Strömungsbedingungen im Gewässer wider. Der Anteil einzelner Arten an der Gesamtbiozönose hängt also stark von der Häufigkeit und der räumlichen Verteilung der einzelnen Habitate wie z. B. schnell fließender Gewässerabschnitte und strömungsarmer Bereiche ab.

Wenig spezialisierte (euryöke) Arten, die verschiedenste Substrate und Strömungsbedingungen tolerieren, gibt es wie in allen anderen Gewässern auch in Flüssen. Sie gehören neben spezialisierten (stenöken) Arten auch zur Lebensgemeinschaft. Der Anteil euryöker Arten und damit die Uniformität der Fließgewässerbiozönose steigt in vielen Fällen mit zunehmender anthropogener Überformung an. Euryöke Arten wie die Wasserassel *Asellus aquaticus* oder der Rollegel *Erpobdella octoculata* wurden deshalb nicht in die Beschreibung der biozönotischen Leitbilder aufgenommen.



Bild 7: In Flussbuchten und Auengewässern sind Stillwasserarten wie die Stabwanze *Hydrometra stagnorum* regelmäßig anzutreffen.

Neben den regionalen Unterschieden in der Makrozoobenthos-Biozönose besteht eine allmähliche natürliche Veränderung der Lebensgemeinschaft von Flüssen im Längsverlauf. Arten mittelgroßer Fließgewässer werden von „Flussarten“ wie z. B. der Erbsenmuschel *Pisidium supinum*, der Eintagsfliege *Heptagenia longicauda* oder der Steinfliege *Perlodes dispar* abgelöst. In der **tabellarischen Beschreibung** der Flusstypen werden durch die Nennung einer bevorzugten Gewässergröße die Verbreitungsschwerpunkte einzelner Arten wiedergegeben. In Anlehnung an die Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie werden Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet > 100 – 1.000 km² als mittelgroß und > 1.000 – 10.000 km² als groß eingestuft. Besonders deutlich wird der längszonale Wechsel in der Lebensgemeinschaft im *Sandgeprägten Fluss des Tieflandes* und im *Schottergeprägten Fluss des Grundgebirges*. Hier reicht die Gewässergröße in Nordrhein-Westfalen vom kleinen, noch stark beschatteten Waldfluss bis zum potenziell natürlichen, über 100 m breiten Flussunterlauf.

Die Mündungssituation von Gewässern in den Rhein oder die Weser macht sich durch das Einwandern von Arten bemerkbar, deren eigentlicher Verbreitungsschwerpunkt in Strömen liegt (z. B. die Augustfliege *Ephoron virgo*). Sie dringen von dort in die Unterläufe der großen Zuflüsse wie z. B. der Ruhr und der Lippe ein. Neben diesen charakteristischen potamalen Arten treten in Flüssen aber auch Arten der Bäche auf, die aus weiter oberhalb liegenden Gewässerabschnitten oder einmündenden Nebengewässern verdriftet werden oder einwandern.

Für einige der im biozönotischen Leitbild genannten Arten liegen derzeit keine aktuellen Nachweise aus Nordrhein-Westfalen vor (z. B. *Heptagenia longicauda*, *Perla burmeisteriana*, Maifisch). Ihr Vorkommen ist jedoch historisch belegt oder aus angrenzenden Gebieten bekannt. Bei den meisten dieser Arten handelt es sich um stenotope Potamalarten, deren Lebensraum große, naturnahe Fließgewässer sind. Früher waren sie in vielen Flüssen Nordrhein-Westfalens verbreitet. Auf Grund der massiven Flussausbauten und der Wasserverschmutzung sind diese „empfindlichen“

Arten schon relativ lange aus unseren Flüssen verschwunden. Ihr reliktäres Vorkommen an wenigen Standorten dokumentiert langfristig ungestörte Verhältnisse. Die Wiederbesiedlung von Flussabschnitten durch diese Langzeit-Bioindikatoren bestätigt einen besonders hochwertigen ökologischen Zustand.

II.2 • 3.2 Die Lebensgemeinschaft der Fische

Flüsse besitzen natürlicherweise eine sehr artenreiche Fischzönose. Aus aktuellen Untersuchungen und aus historischen Quellen sind für die mittelgroßen und großen Fließgewässer Nordrhein-Westfalens zurzeit etwa 50 heimische und eingebürgerte Arten bekannt. Viele von ihnen kommen in den Flüssen des Tieflandes und Mittelgebirges vor, wobei nur wenige eine deutliche Präferenz für eine Großlandschaft oder für einen Flusstyp zeigen. Innerhalb eines Fließgewässers weisen die meisten Arten eine längszonale Verteilung auf, die schon in der Frühzeit der Limnologie zur Beschreibung von Fischregionen geführt hat.

Für die Ausbildung einer Fischzönose sind weniger die regional- oder gewässertypspezifischen Ausprägungen ausschlaggebend, sondern vielmehr entscheiden Gewässergröße und Gewässerstrukturen über das Auftreten von Fischen: Die einzelnen Fischarten stellen spezifische Anforderungen an ihren Lebensraum und halten sich im Gewässer in unterschiedlichen Habitaten auf. Diese Anforderungen können je nach Alter des Fisches oder Jahreszeit wechseln. Auch innerhalb eines Tages werden zum Fressen und für die Ruhephasen verschiedene Orte in einem Fließgewässer aufgesucht.

Wegen der großen Mobilität der Fische gibt die Zuordnung einer Art zu einem Habitat immer nur den bevorzugten Aufenthaltsort in einem bestimmten Lebensabschnitt wieder. Als reine „Freiwasserformen“ besitzen viele Fischarten zudem nur eine geringe bzw. zeitlich begrenzte Bindung an spezifische Habitatstrukturen, z. B. während der Laichzeit an flusstypische Sohlsubstrate (Kies, Sand oder Wasserpflanzen), Gewässerbänke oder flach überströmte Gewässerabschnitte.

Die Komplexität der Ansprüche einer einzelnen Art an ihren Lebensraum veranschaulicht folgendes Beispiel. Die Barbe (Bild 8) hält sich tagsüber in Bodennähe in schneller Strömung auf, während sie die Winterruhe an strömungsarmen, meist tiefen Stellen verbringt. Zur Laichzeit wandern die Barben flussaufwärts, um an flach überströmten, kiesigen Stellen abzulaichen. Die ausschlüpfenden Larven verbleiben dort noch kurze Zeit, bevor sie wieder flussabwärts ziehen.

Die unterschiedlichen Anforderungen verschiedener Fischarten an ein Habitat – hier Altgewässer – soll exemplarisch folgendes Beispiel verdeutlichen:

Typischer Laichplatz und Kinderstube der Krautlaicher Schleie (Bild 9), Hecht, Karausche und Moderlieschen sind makrophytenreiche Auengewässer. Während die Schleie üblicherweise in großen und tiefen Stillgewässern ablaicht, bevorzugen Hecht, Karausche und Moderlieschen eher flache und durchaus auch zeitlich instabile Laich- und Wohngewässer.

Diese Beispiele verdeutlichen, dass der große Arten- und Individuenreichtum der Fische in Flüssen nur durch ein räumliches und zeitliches Nebeneinander verschiedener Teillebensräume möglich ist, das alle im Tages- und Jahresverlauf wechselnden Habitatansprüche der Fischarten einschließt.

Die Zuordnung von Fischarten zu gewässertypspezifischen Habitaten in den **Querprofilen** stellt eine Vereinfachung der tatsächlichen Verhältnisse dar und gibt in der Regel den bevorzugten Aufenthaltsort der adulten (erwachsenen) Fische wieder. Er spiegelt vor

allem die bevorzugte Strömung wider bzw. das während der Laichzeit bevorzugte Laichsubstrat. Ist ein Habitat nur für einen bestimmten Lebensabschnitt z. B. als Kinderstube, Winterhabitat, Versteck- oder Ruheplatz charakteristisch, so ist dies entsprechend angegeben. Bei den anadromen Wanderfischarten, die im Süßwasser laichen und dort ihre Jugend verbringen, dann aber ins Meer abwandern, beziehen sich die Angaben im Querprofil auf das bevorzugte Laichhabitat und den Aufenthaltsort der Jungfische.

Da in den Querschnitten flusstypspezifische Habitats und ihre charakteristischen Besiedler losgelöst von der Größe des Gewässers veranschaulicht werden sollen, sind Vertreter aus verschiedenen Fischregionen nebeneinander aufgeführt.

In der **tabellarischen Leitbildbeschreibung** werden für die einzelnen Flusstypen – nach Fischregionen getrennt – kennzeichnende Fischarten, d. h. häufige sowie in hohen Individuenzahlen auftretende Fische, ausgewiesen. Zusätzlich sind die Langdistanzwanderfische aufgeführt, die zur Laichzeit vom Meer in die Flüsse ziehen. Die Zuordnung zu einer Fischregion kennzeichnet ihre bevorzugte Laichregion.

Die Angabe der Fischregionen berücksichtigt das bevorzugte Auftreten verschiedener Fischarten bzw. Artengemeinschaften im Längsverlauf eines Fließgewässers. Die Abgrenzung der Fischregionen innerhalb eines Flusstyps erfolgt vor allem über die Gewässergröße und die damit verbundenen Änderungen der Wassertemperatur, der Strömungsgeschwindigkeit, des Sohlsubstrates sowie der Ausbildung von Auengewässern.



Bild 8: Junge Barben halten sich bevorzugt in strömungsberuhigten Bereichen im Hauptgerinne des Flusses auf.



Bild 9: Die Schleie laicht bevorzugt in größeren, ausdauernden und pflanzenreichen Stillgewässern der Aue.

Die Nennung des „Maifisches“ beruht auf historischen Quellen. Es lässt sich nicht immer zweifelsfrei klären, ob die historische Bezeichnung „Maifisch“ auch die nahe verwandte Finte einschließt, wobei die Finte nicht so hoch in die Gewässer aufstieg wie der Maifisch. Unter Forelle werden sowohl die stationäre „Bachforelle“, die ihr ganzes Leben im Süßwasser verbringt, als auch die anadrome „Meerforelle“ zusammengefasst, die einen Teil ihrer Entwicklung im Meer verbringt und wie der Lachs zum Laichen vom Meer ins Süßwasser aufsteigt. Die Beschränkung des Vorkommens der Nase auf das Rheinsystem und der Zährte auf das Weser- und Emsystem ist auf deren biogeographische Verbreitung zurückzuführen.

II.2 • 3.3 Weitere Tiergruppen

Unter den Vögeln werden nur die wenigen Arten berücksichtigt, deren natürliches Vorkommen eine enge Bindung an Fließgewässer aufweist. Diese Arten sind vor allem durch die Wahl ihres Brutplatzes auf vegetationsarmen Insel- oder Uferbänken (Flussregenpfeifer und Flussuferläufer) oder in steilen sandigen und lehmigen Uferabbrüchen (Uferschwalbe und Eisvogel) bzw. durch ihre Ernährungsweise (Wasseramsel und Gebirgsstelze) auf naturnahe Gewässer angewiesen. Flussregenpfeifer (Bild 10), Flussuferläufer, Uferschwalbe (Bild 11) und Eisvogel sind durch ihre enge Habitatbindung hervorragende Indikatoren naturnaher Uferstrukturen. Die Arten besaßen ehemals weite Verbreitung und eine hohe Brutpaardichte entlang der Flüsse. Die historische Verbreitung des Flussuferläufers in Nordrhein-Westfalen ist nur unzureichend bekannt, da keine ausreichenden Brutnachweise vorliegen.



Bild 12: Der Biber war bereits gegen Mitte des 19. Jahrhunderts in Nordrhein-Westfalen ausgerottet. Durch gezielte Schutzprogramme breitet er sich derzeit wieder aus.

Weitere Vogelgemeinschaften, deren Hauptlebensraum Stillgewässer, Röhrichte, Seggenrieder, Auwälder sowie weitere Biotoptypen naturnaher Flussauen sind, gehören ebenfalls zum Leitbild der Flusstypen. Die detaillierte Beschreibung dieser Brutvogelgemeinschaften muss anderen Veröffentlichungen zu diesem Thema entnommen werden (z. B. FLADE 1994).



Bild 10: Der Flussregenpfeifer war ehemals ein weit verbreiteter und häufiger Brutvogel in Nordrhein-Westfalen. Geeignete Brutplätze sind vegetationsarme, kiesige oder sandige Flussufer und Inselbänke, die regelmäßig durch die natürliche Gewässerdynamik an allen Flüssen entstehen.



Bild 11: Uferschwalben bauen ihre Nester in steilen Uferabbrüchen, die durch das letzte Hochwasser entstanden sind. Geeignete Standorte beherbergen Kolonien von vielen hundert Brutpaaren.

Die beiden bekanntesten Vertreter der Säugetiere mit enger Bindung an Fließgewässer sind der **Biber** und der **Fischotter** (Bild 12). Beide Arten sind Bestandteil des Leitbildes aller Flusstypen in Nordrhein-Westfalen. Ihr Rückgang und ihr Aussterben in Nordrhein-Westfalen im 19. bzw. 20. Jahrhundert sind vor allem auf die Zerschneidung und Verinselung ihres Lebensraumes und die direkte Nachstellung durch den Menschen zurückzuführen.

Der Fischotter war in allen Landesteilen noch bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts verbreitet und häufig. Die genaue Verbreitung des Bibers ist schwierig zu rekonstruieren, da seine Bestände schon frühzeitig drastisch zurückgegangen sind. Dennoch liegen aus allen Landesteilen aktuelle oder historische Nachweise des Bibers vor. Außerdem breitet er sich nach Wiederbesiedlungsprojekten aus.

Fischotter und Biber bevorzugen wegen ihrer Ernährungs- und Lebensweise strukturreiche Gewässer, gebüsch- oder walddreiche Ufer sowie eine großflächige Vernetzung von Gewässer und Aue. Ihr Vorkommen steht im besonderen Maße für naturnahe Flussauen.

Die **Laufkäfer-** und **Spinnenfauna** von Flüssen enthält eine Reihe von kennzeichnenden Arten, die bevorzugt vegetationslose und vegetationsarme Insel- und Uferbänke besiedeln (Bild 13). Solche Bankstrukturen sind an allen naturnahen Flüssen regelmäßig anzutreffen und z. T. großflächig vorhanden. Einige Laufkäfer- und Spinnenarten zeigen eine enge Habitatbindung an diesen ufernahen Lebensraum und an bestimmte – sandige oder kiesige – Substrate unterschiedlicher Feuchte und sind somit auf die natürliche Gewässerdynamik angewiesen.



Bild 13: Verschiedene Arten der Laufkäfergattung *Bembidion* sind an Flussufern regelmäßig und in großer Anzahl anzutreffen.

II.2 • 3.4 Aquatische Makrophyten

Aquatische Makrophyten (höhere Wasserpflanzen, Wassermoose und makrophytische Algen) sind in allen Flüssen verbreitet. Das spezifische Mosaik von Substrat- und Strömungsverhältnissen sowie der Kalkgehalt sind wesentliche Faktoren, die Einfluss auf ihre Verbreitung und Häufigkeit nehmen. Darüber hinaus spielt die Beschattung als übergeordneter Parameter eine wichtige Rolle. Vor allem in großen Flüssen nehmen die Ufergehölze kaum mehr Einfluss auf die Lichtverhältnisse im Gewässer.

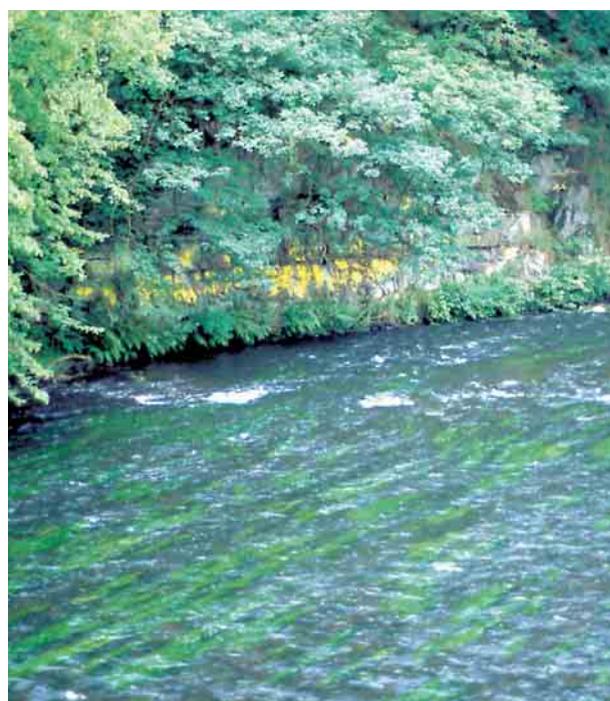


Bild 14: Flache und klare Flüsse bieten ideale Voraussetzungen für ein reiches Makrophytenvorkommen.

Neben dem Auftreten verschiedener Vegetationstypen sind bei den aquatischen Makrophyten unterschiedliche Wuchsformen ausgebildet (z. B. Haftpflanzen unter den Rotalgen und Wassermoose, im Sediment wurzelnde Makrophyten mit submersen Blättern oder Schwimmblättern). Naturnahe Wasserpflanzenbestände zeichnen sich häufig durch arten- und wuchsformenreiche Ausbildungen aus (Bild 14).

Wasserpflanzen tragen in erheblichem Maße zur Diversität der Strömungsverhältnisse bei und nehmen starken Einfluss auf die Strukturierung der Flusssohle. Gleichzeitig bieten sie selber Lebensraum für viele Wassertiere.

Die Angaben zu den aquatischen Makrophyten in den Tabellen 1.2 – 7.2 umfassen verschiedene taxonomische Einheiten der Vegetationstypen, Pflanzengesellschaften und Arten. Die Nennung der Vegetationstypen erfolgt nach Lua (2001c).

II.2 • 3.5 Die Ufer- und Auenvegetation

Die besonderen standörtlichen Verhältnisse in Flussauen bestimmen in charakteristischer Weise das Bild der Vegetation. Wechselnde Wasserstände mit Überflutungen und Trockenperioden sowie die beständige Verlagerung des Flussbettes führen zu einem Komplex verschiedenster Standorte, die das Vorkommen von Waldgesellschaften, Gebüsch, Röhrichten, Saumgesellschaften, Hochstauden-, Pionier- und Quellfluren, Moorvegetation sowie Wasserpflanzengesellschaften ermöglichen (Bild 16, Abb. 2). Daneben bestimmen ähnlich den Standorten außerhalb der Flussauen Boden, Nährstoffgehalt und Höhenlage die Ausprägung der Auenvegetation.

Die vorherrschenden Auenwälder sowie Bruchwälder und Gebüsch vertragen in unterschiedlichem Maße zeitweilige Überflutung und hoch anstehendes Grundwasser. Während Auenwaldgesellschaften wie z.B. Erlen-Auenwälder, Eichen-Hainbuchenwälder (Bild 16) und Eichen-Ulmenwälder oder das Korbweiden-Mandelweiden-Gebüsch periodisch überflutete Auenböden im Sommerhochwasserbereich besiedeln, wachsen Erlen- und Birkenbrücher oder das Ohrweidengebüsch auf Niedermoorböden, die durch hohen Grundwasserstand dauerhaft wasserdurchtränkt sind (Bild 17). Solche dauernassen Standorte finden sich in versumpften Randsenken an Terrassenkanten infolge ständig austretenden Hangdruckwassers oder zulaufenden Oberflächenwassers, aber auch an verlandeten Altwässern oder in grundwassernahen Senken in stärker reliefierten Auen.



Bild 15: Die Gewässerdynamik schafft verschiedenste Standorte, die in Ufernähe das Vorkommen von Waldgesellschaften, Gebüsch und waldfreien Standorten ermöglichen.



Bild 18: Kurzlebige Pionierfluren wie die Flussknöterich-Gesellschaft fallen durch ihre Farbenpracht besonders ins Auge.



Bild 16: Stieleichen-Hainbuchenwälder sind die dominierende Waldgesellschaft in den Auen mittelgroßer Flüsse.

Alle naturnahen Waldgesellschaften besitzen innerhalb eines größeren Areals eine ausgeprägte Altersstruktur mit unterschiedlichen Lebensphasen: Keimlinge, Jungholz, Altbäume und abgestorbene Bäume.

Neben diesen Waldgesellschaften treten gehölzfreie Standorte in Flussauen auf. Die fortdauernde Flussdynamik schafft vor allem nach Hochwässern immer wieder offene unbewachsene Rohböden, die in den Niedrigwasserphasen im Sommer und Herbst trockenfallen und von schnellwachsenden und -fruchtenden Pionierfluren besiedelt werden (Bild 18). Röhrichte und Seggenrieder wachsen an Altgewässern und in Senken mit lang andauernder Überstauung, die dem Aufwachsen einer Gehölzvegetation entgegenwirkt (Bild 19). Eisgang und lange anhaltende Sommerhochwasser führen zu Beschädigungen an Gehölzen und im Extremfall zu deren Wurf oder zum Ausfall einzelner, nicht an lange Sommerhochwasser angepasster Baumarten, wie der Schwarzerle. Das zeitliche Auftreten solcher Einzelereignisse ist nicht vorhersagbar, kann aber die Gehölzvegetation einer Flussau auf Jahrzehnte beeinflussen und zu sprunghaften Veränderungen der

Vegetationsdecke führen. Der Anteil natürlich gehölzfreier Standorte in Flussauen ist vor dem Hintergrund ihrer hohen zeitlichen und räumlichen Dynamik zu sehen. Pionierfluren treten regelmäßig vor allem flussnah auf, der Einzelstandort besitzt aber naturgemäß einen kurzlebigen Charakter. Dagegen sind Röhrichte eher stabile und dauerhafte Gesellschaften, die über Jahrzehnte waldfrei bleiben können. Das mögliche Vorkommen von Großherbivoren und die Tätigkeit des Bibers (Bild 20) sind weitere Faktoren, die Einfluss auf den Anteil von Offenlandstandorten in Flussauen nehmen.

Bestandteil aller Flussauen sind weiterhin Wasserpflanzengesellschaften der Stillgewässer sowie Quellfluren, die durch ständig austretendes Grundwasser zumeist kleinflächig z. B. im Bereich von Terrassenkanten auftreten.

Besondere Standortbedingungen für die Auenvegetation treten im Bereich der Mündungsgebiete in die Flüsse Rhein und Weser auf. Vor allem am Rhein treten durch die bis in den Frühsommer andauernden Hoch-

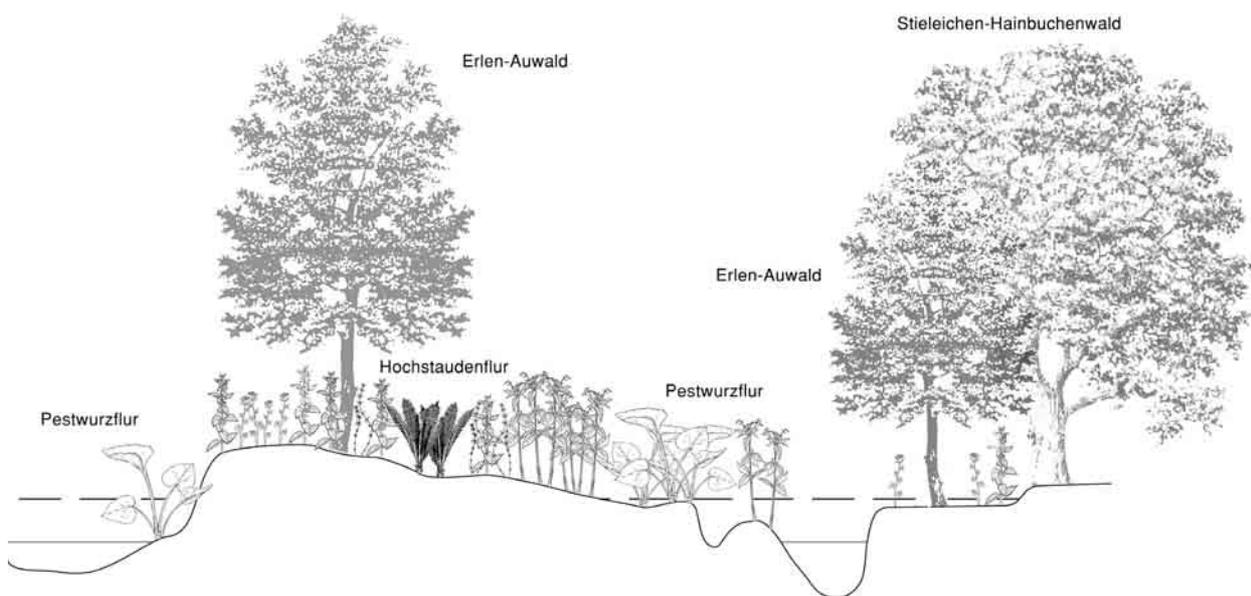


Abb. 2: Vegetationstypen eines mittelgroßen Schottergeprägten Flusses des Grundgebirges. Schematische und überhöhte Darstellung. Durchgezogene Linie: mittlerer Wasserstand, gestrichelte Linie: erhöhter Wasserstand.

wässer bis zu rund 10 km Kilometer reichende Rückstau-effekte und stagnierendes Wasser in den Zuflüssen auf, wenn das Flusswasser wegen der hohen Wasserstände im Rhein nicht ablaufen kann (Bild 21). Andererseits kommt es zu einem Gefällesprung bei niedrigen Wasserständen im Rhein und somit regelmäßig zu starken Wasserstandsschwankungen und wechselnden Sedimentationsbedingungen im Mündungsbereich. Zugleich macht sich die klimatische Begünstigung der

großen Stromauen bemerkbar, so dass sowohl aus klimatischer als auch aus hydrologischer Sicht von einer „Stromtalprägung“ im Mündungsbereich der Zuläufe gesprochen werden kann.

Detailliertere Ausführungen zur Ufer- und Auenvegetation mittelgroßer bis großer Fließgewässer können anderen Veröffentlichungen entnommen werden (z. B. LUA 2001d).



Bild 17: Dauernasse Senken mit hoch anstehendem Grundwasser und intakten Niedermoorböden sind geeignete Standorte für Erlenbruchwälder.



*Bild 19: In verlandeten Altgewässern bildet der Wasser-Schwaden (*Glyceria maxima*) stabile waldfreie Dauergesellschaften.*



Bild 20: Der Biber kann durch seine Fraßtätigkeit Einfluss auf den Anteil waldfreier Standorte in Flussaunen nehmen.



Bild 21: Hochwässer überfluten flächenhaft große Bereiche der Flussaue. Nur wenige Baumarten sind an die großen Wasserstandsschwankungen im Jahresverlauf angepasst.

II.2 • 4 Erläuterungen und Begriffsbestimmungen

Die Gewässertypologie ist in vielerlei Hinsicht ein interdisziplinäres Arbeitsgebiet. Grundvoraussetzung für die Verständigung der unterschiedlichen Fachdisziplinen ist der Gebrauch einer einheitlichen Terminologie und die Definition der verwendeten Fachbegriffe, zumal gegenwärtig z. T. gleiche Sachverhalte mit unterschiedlichen Begriffen belegt sind bzw. unterschiedliche Fachdisziplinen mit demselben Begriff verschiedene Inhalte beschreiben.

Gewässer eines Gebietes mit ähnlichen Eigenschaften in Hinblick auf Gewässerstruktur, Wasserbeschaffenheit und Lebensgemeinschaft werden als **Fließgewässertyp** zusammengefasst. Die Ausweisung von Fließgewässertypen stellt immer eine Vereinfachung und Schematisierung der gegebenen Verhältnisse dar, da ein Typus ein idealisierter Zustand ist, der in der Natur in individueller Ausprägung auftritt.

Die anwendungsorientierte Beschreibung der Fließgewässertypen sind die Leitbilder. Die Begriffe „Leitbild“, „Entwicklungsziel“ und „Ist-Zustand“ sind von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser wie folgt definiert:

„Das **Leitbild** definiert den Zustand eines Gewässers anhand des heutigen Naturpotentials des Gewässerökosystems auf der Grundlage des Kenntnisstandes über dessen natürliche Funktionen. Das Leitbild schließt insofern nur irreversible anthropogene Einflüsse auf das Gewässerökosystem ein. Das Leitbild beschreibt kein konkretes Sanierungsziel, sondern dient in erster Linie als Grundlage für die Bewertung des Gewässerökosystems. Es kann lediglich als das aus rein fachlicher Sicht maximal mögliche Sanierungsziel verstanden werden, wenn es keine sozio-ökonomischen Beschränkungen gäbe. Kosten-Nutzen-Betrachtungen fließen daher in die Ableitung des Leitbildes nicht ein.“

Leitbilder stellen einen Maßstab für die Bewertung von Gewässern dar und besitzen mit der Verabschiedung der EU-Wasserrahmenrichtlinie einen verbindlichen Charakter für die wasserwirtschaftliche Planung und Umsetzung. Sie bieten darüber hinaus eine Orientierung bei der Planung von ökologischen Verbesserungen.

„Das **Entwicklungsziel** definiert den möglichst naturnahen, aber unter gegebenen sozio-ökonomischen Bedingungen realisierbaren Zustand eines Gewässers nach den jeweils bestmöglichen Umweltbewertungskriterien unter Einbeziehung des gesamten Einzugsgebietes. Es ist das realistische Sanierungsziel unter Abwägung der gesellschaftspolitischen Randbedingungen der verantwortlichen Interessensträger und Nutzer. Die Abwägung bezieht Kosten-Nutzen-Betrachtungen ein.“

„Der **Ist-Zustand** ist der nach einem definierten Bewertungsverfahren beschriebene aktuelle Zustand des Ökosystems Gewässer. Aus der Differenz von Ist-Zustand zum Entwicklungsziel ergibt sich der aktuelle Sanierungsbedarf.“

Der Ist-Zustand beschreibt den aktuellen Zustand des Gewässers einschließlich der Abflüsse, der Wasserbeschaffenheit sowie der Nutzungen des Gewässers und der Flächennutzung im Umland.

Referenzgewässer sind in Bezug auf ihre Gewässermorphologie, Wasserqualität, Wasserführung und Besiedlung zumindest auf Teilstrecken weitestgehend naturnahe Bäche oder Flüsse, die als Grundlage für die Ableitung von Gewässertypen und die Aufstellung von typspezifischen Leitbildern herangezogen werden.

Die Untersuchung von Gewässermorphologie, Wasserqualität, Wasserführung und Besiedlung gibt Hinweise auf den potenziell natürlichen Gewässerzustand. Diese Untersuchungsergebnisse fließen in abstrahierter Form in die Entwicklung von Leitbildern für Fließgewässer ein. Jedem Gewässertyp liegt mindestens ein Referenzgewässer zugrunde.

Das **biozönotische Leitbild** beschreibt die charakteristische Vergesellschaftung von Arten eines Fließgewässertyps bzw. die Verteilung der funktionalen Gruppen (z. B. Ernährungstypen, Strömungspräferenzen) auf der Grundlage des heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustandes. Es berücksichtigt die Besiedlung aller in einem Flusstyp vorkommenden Teillebensräume (Habitate). Das Fehlen wesentlicher Glieder des biozönotischen Leitbildes weist auf Defizite der ökologischen

Funktionsfähigkeit eines Gewässers hin. Für einige Tiergruppen erfolgt eine Unterteilung der Arten in Leitarten, Begleiter und Grundarten.

Leitarten charakterisieren die spezifischen Lebensbedingungen eines Gewässertyps. Sie erreichen hier höhere Stetigkeiten und in der Regel auch höhere Siedlungsdichten als in allen anderen Gewässertypen, da sie die benötigten Habitatstrukturen und Umweltbedingungen besonders häufig und regelmäßig in dem von ihnen präferierten Gewässertyp vorfinden.

Begleiter kommen regelmäßig in einem bestimmten Gewässertyp vor. Andere Gewässertypen können mit vergleichbarer Stetigkeit und Abundanz besiedelt werden. Erst wenn sie in allen Gewässertypen auftreten, werden sie dem Grundarteninventar zugerechnet.

Grundarten besiedeln weitgehend typunspezifisch alle naturnahen Gewässer der jeweiligen Region, Tiefland oder Mittelgebirge. In einem naturnahen Untersuchungsgewässer sollen mehrere der aufgeführten Grundarten vorkommen. Ihr Fehlen kann auf eine Beeinträchtigung des Gewässers hindeuten.

Einige der Grundarten größerer Fließgewässer sind sowohl im Tiefland als auch im Mittelgebirge verbreitet; sie stellen das „Grundarteninventar“ von Flüssen dar, ohne Verbreitungsschwerpunkt in einer Großlandschaft.

II.2 • 5 Entwicklung einer Flusstypologie und Beschreibung von Leitbildern – methodisches Vorgehen

Die Entwicklung einer Flusstypologie für Nordrhein-Westfalen und die Beschreibung von Leitbildern orientiert sich an den Untersuchungs- und Arbeitsschritten, die bereits im Rahmen der Erstellung einer regionalen Bachtypologie zugrunde gelegt worden sind (s. Kapitel II.1). Die Gewässergröße und die Degradation der meisten Flüsse machte es aber notwendig, neue Wege zu beschreiten und geeignete Arbeitsmethoden weiter oder neu zu entwickeln.

Die Entwicklung der Flusstypologie und die Beschreibung von Leitbildern umfasst im Wesentlichen 3 Hauptarbeitsbereiche: **Freilanduntersuchungen, Literaturstudien** und die **Analyse von Daten zur Gewässer- und Auenmorphologie sowie zur Hydrologie**.

Bei den Freilanduntersuchungen wird der aktuelle Zustand (Ist-Zustand) der gewässermorphologischen Verhältnisse, der Wasserbeschaffenheit und der Besiedlung erfasst. Die Anschauung vor Ort vermittelt einen Eindruck der natürlichen Vielfalt der Flüsse und des aktuellen Potenzials.

Die Literaturstudien sind vor allem für die Rekonstruktion der historischen Besiedlung von Flüssen (Makrozoobenthos, Fische, Vögel, Biber, Fischotter und Vegetation) von großer Bedeutung.

Die Konstruktion des potenziell natürlichen Gewässerzustandes erfolgt über eine GIS-gestützte Analyse der durch den Menschen nur gering beeinflussten naturräumlichen Rahmenbedingungen wie Relief und Geologie des Einzugsgebietes, Gebietsabflussspenden und Auensedimente. Die ermöglichen Aussagen über die gewässerprägenden Eigenschaften der Landschaft. Weiterhin sind landesweite Auswertungen historischer Karten vonnöten.

Die Verknüpfung dieser drei Arbeitsschritte ermöglicht es, mosaikartig einen Leitbildzustand zu konstruieren, der das aktuelle Potenzial unter Betrachtung historischer Gewässerzustände und von Überlegungen zum naturnahen Abflussgeschehen sowie zur potenziell natürlichen Gewässer- und Auenmorphologie einschließt.

Die Abbildung verdeutlicht die Vorgehensweise bei der Erstellung der Flusstypologie Nordrhein-Westfalens und der Beschreibung von Leitbildern:

In einer **Vorphase** wurde durch Anfragen bei Behörden und Wasserverbänden (Güteberichte, Gewässerauenprogramme, Biotopkataster, Bewirtschaftungspläne), Kartenstudium (topographische Karten, Gewässergütekarten) und die Auswertung weiterer textlicher Quellen (naturkundliche und wissenschaftliche Arbeiten, Gutachten) eine Vorauswahl potenziell geeigneter, d. h. möglichst naturnaher Gewässerabschnitte getroffen. Parallel dazu wurde mit einer umfangreichen Literaturrecherche historischer Quellen zur Besiedlung (Angaben zur Fischfauna etwa ab dem 16. Jahrhundert, zur Wirbellosenfauna etwa ab 1850) und aktueller Quellen zu verschiedenen Themenbereichen (Wasserbeschaffenheit, Makrozoobenthos, Fische, Vögel, Säugetiere, Vegetation usw.) für alle Flüsse Nordrhein-Westfalens und angrenzender Gebiete begonnen, die sich auch über den Untersuchungszeitraum der Basis- und Hauptuntersuchung erstreckte. Ebenfalls in die Vorphase fiel die Akquisition und Aufbereitung verschiedener digitaler Daten (z. B. digitales Geländemodell, Geologische Karte, historische Karten).

In der **Basis- und Hauptuntersuchung** wurden die drei Hauptarbeitsbereiche Freilanduntersuchung, Literaturstudium und Datenanalyse zur Gewässer- und Auenmorphologie sowie Hydrologie mit unterschiedlichen Vorgehensweisen bearbeitet:

In der **Freilanduntersuchung** wurden zunächst die morphologisch naturnächsten Strecken ausgewählter Flüsse einmalig strukturell (Gewässermorphologie) physiko-chemisch (Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Gesamt- und Karbonathärte) sowie biologisch (Makrozoobenthosbeprobung, Beschreibung der Vegetation) untersucht und in einer umfangreichen Fotodokumentation festgehalten. Auf Grundlage der erhobenen Daten der Basisuntersuchung wurden möglichst naturnahe Referenzgewässer ausgewählt. Kriterien für die Auswahl der Referenzgewässer waren eine naturnahe Gewässermorphologie mit Referenzstrukturen, eine gute

Wasserqualität, ein naturnahes Abflussgeschehen, das Vorhandensein einer gewässertypischen Besiedlung und einer standortgerechten Ufervegetation sowie die Lage in unterschiedlichen Naturräumen. Die Referenzgewässer wurden mehrmals jährlich biologisch und physiko-chemisch untersucht (Dauerprobepstellen).

In der **Literaturstudie** wurde eine umfangreiche Recherche historischer und aktueller Daten zur Besiedlung von Flüssen durchgeführt. Dabei standen in erster Linie Informationen im Vordergrund, die einen Eindruck des Zustandes vor der flächendeckenden Verschlechterung der Wasserqualität und massiven baulichen Eingriffen im 20. Jahrhundert vermitteln.

Die morphologisch ausgerichtete **GIS-gestützte Datenanalyse** umfasste in erster Linie die Auswertung verschiedener digitaler Karten und Geländemodelle. Die Datenauswertung erstreckte sich auf den gesamten Verlauf der mittelgroßen und großen Fließgewässer Nordrhein-Westfalens und diente neben der Ermittlung des Flusstyps der Ausweisung der morpho-

logischen Flussabschnittstypen. Die Ermittlung der potenziell natürlichen Sohlsubstrate basiert auf der Auswertung von Daten des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen. Neben den flächenhaft verfügbaren Kartenwerken wurden rund 1000 Korngrößenanalysen aus den Auen der großen Gewässer ausgewertet.

Durch verschiedene statistische Analysen, in die sowohl Daten der Basisuntersuchung als auch der Hauptuntersuchung eingegangen sind, konnten Ähnlichkeiten der Gewässer in Bezug auf physiko-chemische Parameter, ausgewählte morphologische Parameter sowie Besiedlung zwischen den untersuchten Flüssen ermittelt werden. Diese Ähnlichkeitsberechnungen ermöglichten neben der Auswertung der Literaturrecherche und der Einschätzung der Bearbeiter die Zusammenfassung zu **Flusstypen**.

In die Beschreibung der **Leitbilder** fließen neben den Daten der aktuellen Untersuchungen und den Angaben zur historischen Besiedlung vor allem die Ausprägungen der potenziell natürlichen Gewässerstruktur ein.

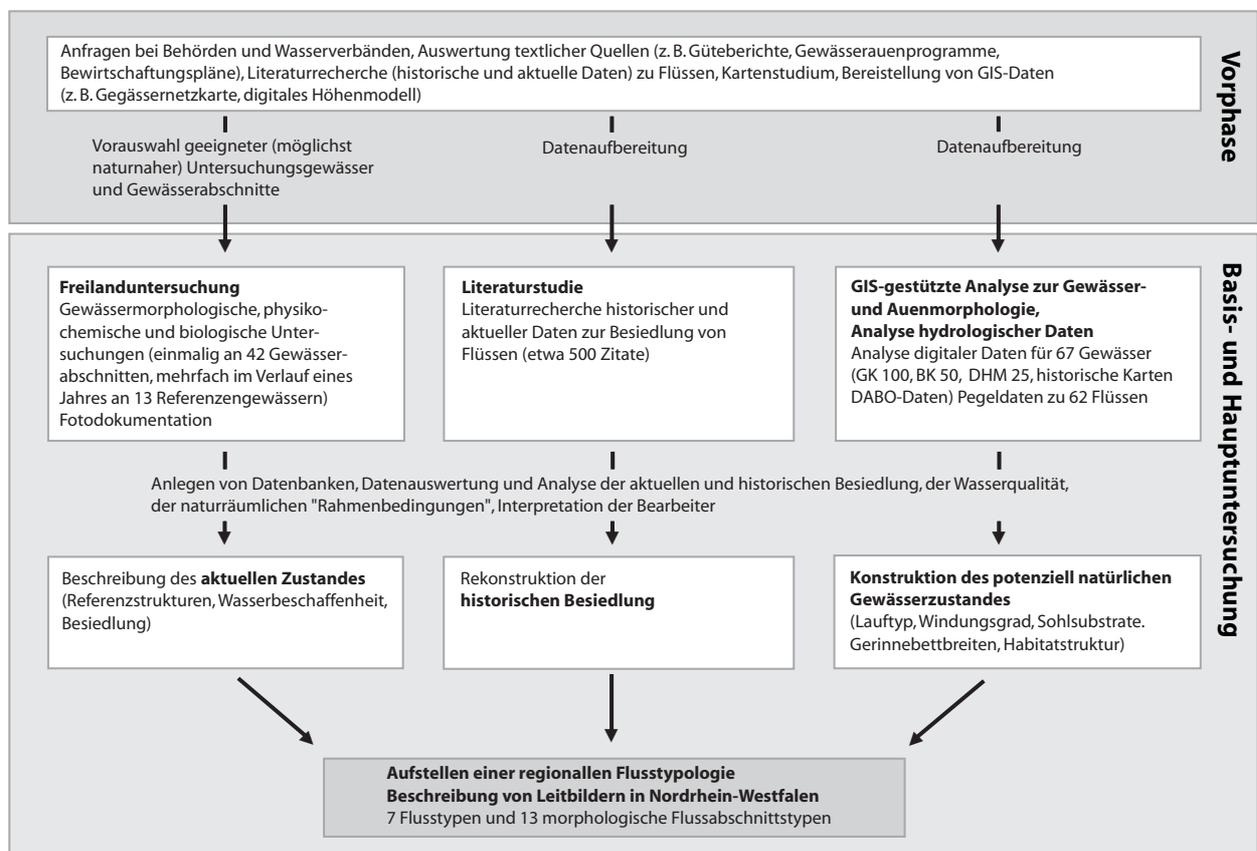


Abb. 3: Vorgehensweise bei der Erstellung der Flusstypologie Nordrhein-Westfalens und der Beschreibung der Leitbilder.

II.2 • 6 Rahmenbedingungen der Flusstypologie und Leitbildbeschreibung

Grundlage für die Ableitung des „potenziell natürlichen Gewässerzustandes“ ist das heutige Naturpotenzial der Fließgewässer. Es schließt durch den Menschen verursachte irreversible Veränderungen der Rahmenbedingungen ein, die den Unterschied zum „natürlichen Zustand“ (Urzustand) ausmachen. Der potenziell natürliche Gewässerzustand und seine anwendungsorientierte Beschreibung als Leitbild ist demnach keine Beschreibung eines historischen Zustandes.

Für die Flusstypologie Nordrhein-Westfalens wurden folgende Rahmenbedingungen zu Grunde gelegt:

Die anthropogen induzierte oder zumindest verstärkte **Auenlehmsedimentation** von Feinmaterial in den Auen der Gewässer führt zu veränderten standörtlichen Bedingungen. Diese finden bei der Beschreibung der vegetationskundlichen Verhältnisse Berücksichtigung. Unter morphologischen Aspekten kann die Auenlehm-bildung weitgehend vernachlässigt werden, da die laterale Erosion von Flüssen unterhalb der bindigen und vergleichsweise erosionsstabilen Auenlehme ansetzt und keine generelle Einschränkung der seitlichen Verlagerung darstellt.

Die weit fortgeschrittene Entwässerung der Landschaft durch Meliorationsmaßnahmen sowie nutzungsorientierte Vorflutverhältnisse lösen Mineralisierungsprozesse in Niedermoorböden aus. Die **flächenhafte Mineralisation organischer Böden** führt, wie die Sedimentation der Auenlehme, zu veränderten standörtlichen Verhältnissen. Allerdings ist bei oberflächennahen Grundwasserständen eine Revitalisierung der Niedermoore zu erwarten.

Das menschliche Wirken hat in der Landschaft zu einer **veränderten Nährstoffsituation** geführt. Das Überangebot von verfügbaren Nährstoffen nimmt in erster Linie Einfluss auf das Pflanzenwachstum. Im Leitbild wird von einer Abnahme des Nährstoffgehaltes ausgegangen, die vor allem im Fließgewässer rasch zu einer Verringerung der Nährstofffracht führt. Daher werden für den aquatischen Bereich alle Vegetationstypen genannt, die bei dominantem Auftreten zumindest auch ein Hauptvorkommen in nährstoffarmen Fließgewässern besitzen. Für den terrestrischen Bereich werden nähr-

stoffärmere Standorte unter Leitbildbedingungen vor allem durch die Entwicklung von Rohböden erhebliche Flächen der Ufer und Auen einnehmen.

Aufgrund bergbaulicher Aktivitäten treten in Nordrhein-Westfalen verschiedenartige **großflächige Veränderungen des Reliefs und Untergrundes** und damit irreversible Veränderungen der leitbildrelevanten Rahmenbedingungen auf. Reliefveränderungen – hier zumeist Bergsenkungen – können die Vorflutverhältnisse von Fließgewässern derartig verändern, dass diese ohne den Einsatz technischer Mittel – zumeist Vorflutpumpenanlagen oder auf Dämmen geführte Gewässer – auf weiten Strecken Stillgewässercharakter annehmen würden. Derartige Gewässer entziehen sich einer standardmäßigen Herleitung von naturräumlich begründeten Leitbildern.

Ähnliches gilt für Laufabschnitte, deren geologische Verhältnisse durch Verfüllung oder großräumige Umtrassierungen derart verändert sind, dass eine Zuordnung eines natürlichen Substrates unmöglich ist.

Für die Bergbaufolgelandschaften der westlichen Niederrheinischen Bucht ergeben sich langfristig gegenüber dem natürlichen Zustand **veränderte hydrogeologische Verhältnisse**, die Einzelfallbetrachtungen hinsichtlich der Grund- und Bodenwasserhältnisse bedingen.

Die **Sohlerosion des Rheins und der Weser** schafft – soweit sie nicht durch laterale Verlagerung und auto-gene Sohlaufhöhung im Leitbildzustand kompensiert wird – eine gegenüber den natürlichen Verhältnissen veränderte Erosionsbasis für die zufließenden Gewässer. Da jedoch unter potenziell natürlichen Bedingungen von einer freien seitlichen Verlagerung auszugehen ist, entsteht unabhängig von der Höhenlage der Sohlen ein Gewässer- und Auensystem mit einem vollständigen Formenschatz in anderer Höhenlage. Dieser Prozess entspricht der holozänen Bildung von Talstufen, die das jeweils rezente Auenniveau gegen ältere, höher gelegene Niveaus abgrenzen.

Totholz besitzt unter strukturellen und habitatspezifischen Aspekten eine überragende Bedeutung für die morphologische Ausprägung von Fließgewässern. Unter potenziell natürlichen Bedingungen kommt Totholz in allen Gewässern und ihren Auen in großem Umfang vor. Totholz ist somit ein obligater struktureller Bestandteil der Gewässer. Der aktuelle Kenntnisstand lässt jedoch keine konkreten Aussagen z. B. über Totholz mengen zu.

Neben den Rahmenbedingungen, die vor allem die strukturellen und hydrologischen Ausprägungen der Flusstypen bedingen, gelten für biozönotische Leitbildbeschreibungen der Flusstypen folgende Voraussetzungen:

Ausgehend vom heutigen Naturpotenzial sind **Neophyten und Neozoen** Bestandteil der Lebensgemeinschaft, soweit sie fortpflanzungs- und konkurrenzfähig sind. Ein großer Anteil von Neophyten und Neozoen tritt häufig in besonders stark vom Menschen beeinflussten Lebensräumen auf, so dass davon ausgegangen werden kann, dass im potenziell natürlichen Zustand die Populationsstärke vieler dieser Arten abnimmt und Neophyten und Neozoen nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Für einige der im biozönotischen Leitbild genannten **Arten** liegen **derzeit keine aktuellen Nachweise** aus Nordrhein-Westfalen vor. Ihr Vorkommen ist jedoch historisch belegt oder aus angrenzenden Gebieten bekannt. Diese Arten werden im biozönotischen Leitbild genannt, da eine Wiederbesiedlung des heute verlorenen Areals möglich erscheint bzw. wie z. B. im Falle des Fischotters wahrscheinlich ist. Arten, die in Mitteleuropa als ausgestorben oder verschollen gelten, sind nicht Bestandteil des biozönotischen Leitbildes.

In einigen Fällen ist eine Einzelfallbetrachtung hinsichtlich der Zugehörigkeit zum biozönotischen Leitbild notwendig.

Am Beispiel des Edelkrebses *Astacus astacus* soll eine solche Entscheidungsfindung verdeutlicht werden. Der heimische Edelkrebs *Astacus astacus* gehört zum natürlichen Arteninventar unserer Flüsse und war früher in den Fließgewässern Nordrhein-Westfalens weit verbreitet. Mit der Einschleppung amerikanischer Krebsarten wurde die Krebspest, eine Infektionskrankheit bei Flusskrebsen, in unsere Gewässer eingebracht, die die Bestände der heimischen Edelkrebsen schon in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts rasant dezimierte. Trotz historischer weiterer Verbreitung in den Flüssen Nordrhein-Westfalens spielt *Astacus astacus* im Leitbild jedoch nur eine untergeordnete Rolle, da unter den Rahmenbedingungen der Leitbildbeschreibung (Krebspest) nur mit dem Auftreten lokaler Populationen zu rechnen wäre.

II.2 • 7 Die Flusstypologie Nordrhein-Westfalens

Die Flusstypen Nordrhein-Westfalens sind in der Abbildung 4 dargestellt. Als typologisch relevante, übergeordnete Gliederungskriterien sind die Gliederungsebenen Sohlsubstrat und Hydrologie ausgewiesen worden. Das Typologie-Schema verdeutlicht, dass auch diese Gewässer zu typisieren und in Leitbildern zu beschreiben sind. Auch wenn jeder Fluss, wie alle anderen Gewässer, natürlich individuelle Eigenschaften besitzt.

Der Geltungsbereich der hier vorgelegten Flusstypologie Nordrhein-Westfalens umfasst mittelgroÙe bis groÙe Fließgewässer mit einem Mittelwasserabfluss (MQ) größer als 1m³/sec und einem Einzugsgebiet von mehr als 100 km². Im naturnahen Gewässerzustand besitzen die kleinen Flüsse eine Wasserspiegelbreite von mindestens 10 – 15 m, was einen nahtlosen Übergang der bereits bestehenden Bachtypologie Nordrhein-Westfalens zur Flusstypologie gewährleistet.

Die Flusstypen Nordrhein-Westfalens integrieren als limnologisch begründete Gewässertypen sowohl Morphologie, Hydrologie, Wasserbeschaffenheit als auch Biozöosen. Dies spiegelt sich auch in der Namensgebung der Typen wider: Neben der Großlandschaft, die den Verbreitungsschwerpunkt des jeweiligen Flusstyps verdeutlicht, wird das prägende Sohlsubstrat im Namen geführt, da es für die Ausbildung von morphologischen Charakteristika, aber vor allem für die Ausprägung der Biozönose ausschlaggebend ist. Zudem lassen die prägenden Sohlsubstrate in einer groben Skala Rückschlüsse auf die hydraulischen Bedingungen der Gewässersohle zu.

Auf der Karte der Flusstypen Nordrhein-Westfalens (Abb. 5) sind die Gewässertypen als farbige Bänder entlang der Gewässer dargestellt, d. h. den einzelnen Flüssen ist der entsprechende Flusstyp zugeordnet, der somit direkt aus der Karte ablesbar ist.

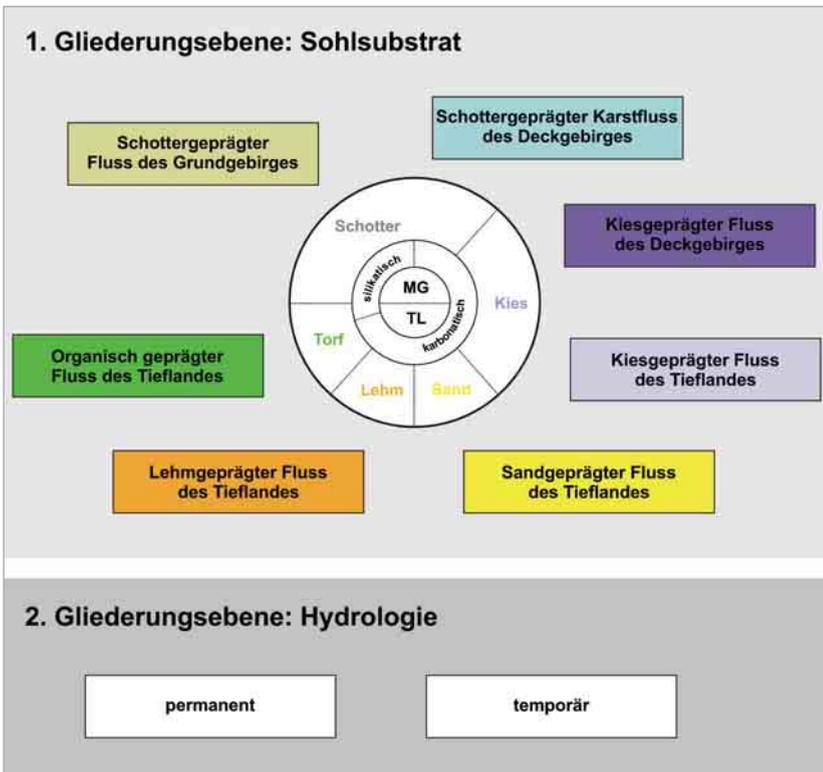
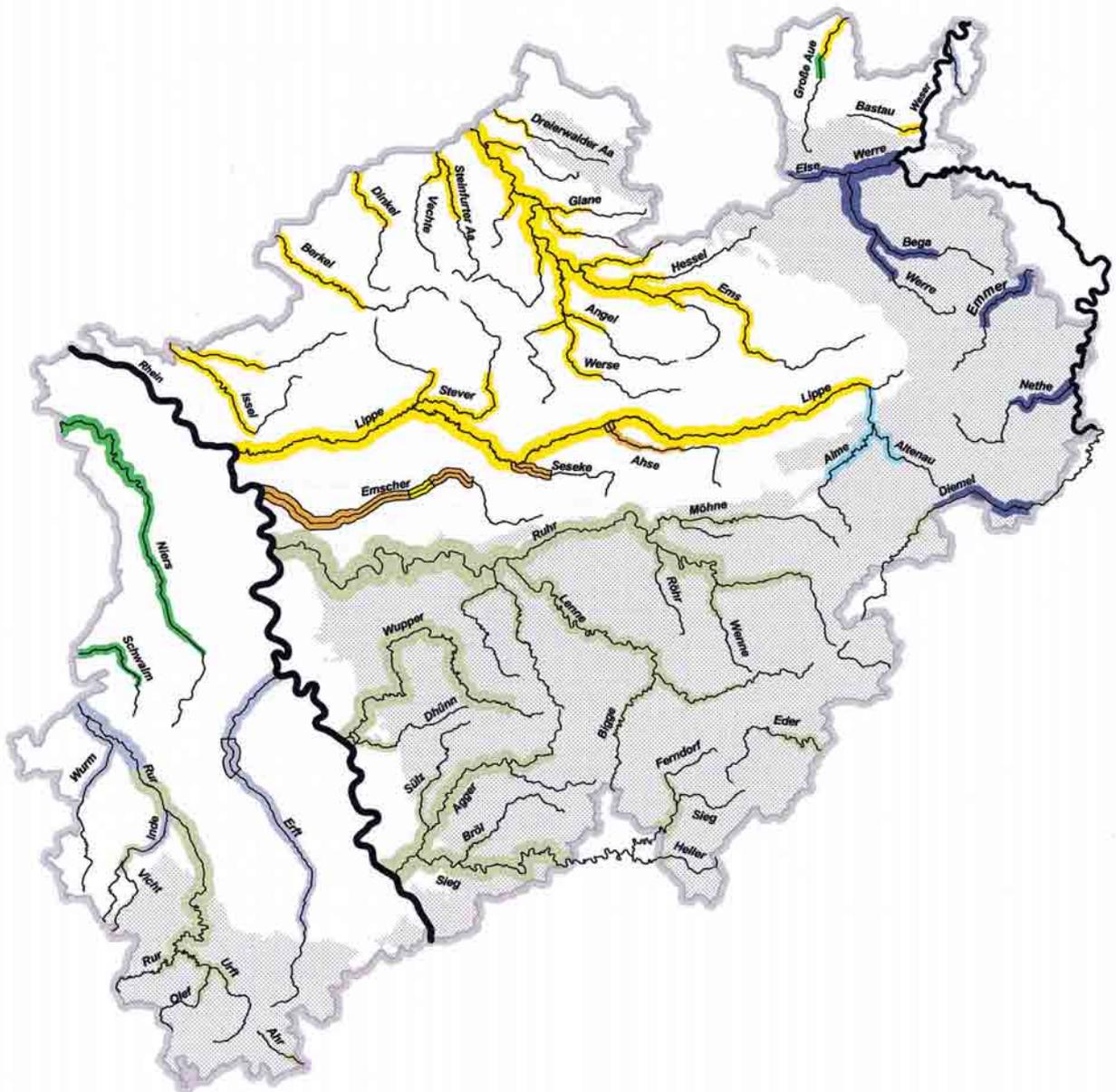


Abb. 4: Das Typensystem der Tiefland- und Mittelgebirgsflüsse Nordrhein-Westfalens mit den Gliederungsebenen Sohlsubstrat und Hydrologie. MG: Mittelgebirge, TL: Tiefland.



Flusstypen des Tieflandes

- Organisch geprägter Fluss des Tieflandes
- Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes
- Sandgeprägter Fluss des Tieflandes
- Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes

irreversible Überprägung von Relief und Auesubstraten; daher Ausweisung des ggf. vom Leitbild abweichenden Fließgewässertyps auf der Grundlage von Fließgewässerlandschaften und Substratflächen des FG-Typenatlas NRW



Flusstypen des Mittelgebirges

- Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges ¹
- Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges
- Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges ¹

¹ einschließlich schottergeprägter Laufabschnitte im Tiefland

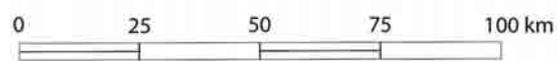
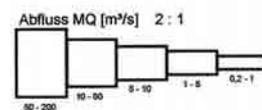


Abb. 5: Karte der Flusstypen in Nordrhein-Westfalen.

Mit der ersten Gliederungsebene der Sohlsubstrate werden vor allem die „sichtbaren“ Eigenschaften des Gewässers wie die prägenden Sohlsubstrate erfasst. Für Nordrhein-Westfalen können danach sieben Flusstypen ausgewiesen werden, vier für die Großlandschaft des Tieflandes und drei für den Mittelgebirgsraum. Nach den prägenden Sohlsubstraten können im Tiefland der *Organisch geprägte Fluss des Tieflandes*, der *Lehmgeprägte Fluss des Tieflandes*, der *Sandgeprägte Fluss des Tieflandes* und der *Kiesgeprägte Fluss des Tieflandes* sowie im Mittelgebirge der *Schottergeprägte Fluss des Grundgebirges*, der *Kiesgeprägte Fluss des Deckgebirges* und der *Schottergeprägte Karstfluss des Deckgebirges* unterschieden werden. In Einzelfällen können Gewässertypen einer Großlandschaft in einer anderen auftreten, z. B. sind Gewässerabschnitte im Tiefland als *Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges* ausgewiesen worden, da dieser Flusstyp natürlicherweise seine prägenden Eigenschaften (v. a. Substrate und Besiedlung) weit in das Tiefland hineintransportiert.

Als zweite Gliederungsebene ist die Hydrologie ausgewiesen worden, da die Hydrologie als „Superfaktor“ nicht nur eine Reihe wichtiger abiotischer Parameter modifiziert, sondern entscheidend die Lebensgemeinschaft prägt. Als biozönotisch besonders relevante Ausprägungen werden permanente und temporäre, d. h. zeitweilig trocken fallende Gewässer unterschieden.

Im Typologie-Schema sind die beiden Gliederungsebenen sowie die Flusstypen im Kreisdiagramm als „Substratuhr“ dargestellt. Im Inneren des Kreises werden die Großlandschaften Mittelgebirge und Tiefland, die geochemischen Grundtypen silikatisch und karbonatisch sowie die prägenden Sohlsubstrate Schotter, Kies, Sand, Lehm und Torf unterschieden.

Die im Außenkreis aufgeführten sieben Flusstypen – entsprechend der Farbgebung der Karte der Flusstypen – korrespondieren mit dem im Innenkreis dargestellten Sohlsubstraten, geochemischen Grundtypen sowie Großlandschaften. Der Kreis deutet an, dass es prinzipiell Übergänge zwischen den einzelnen Flusstypen, aber auch Übergänge in den Ausprägungen gibt.

Grundsätzlich sind die geologisch und orographisch begründeten Flusstypen mit den verschiedenen hydrologischen Ausprägungen frei kombinierbar. In Nordrhein-Westfalen ist die hydrologische Ausprägung „temporär“ allerdings nur in einem Flusstyp verwirklicht, der dies auch in seinem Namen widerspiegelt, und zwar im *Schottergeprägten Karstfluss des Deckgebirges*.

Die Flusstypen können über die unterschiedlichen Ausprägungen von Lauftyp und Windungsgrad weiter differenziert werden, so dass 13 morphologisch begründete Flussabschnittstypen ausgewiesen werden.

Für die Namen der Flussabschnittstypen werden die Flusstypen um die Ausprägungen von Lauftyp und Windungsgrad ergänzt, z. B. nebengerinnereicher, schwach gewundener schottergeprägter Fluss des Grundgebirges oder unverzweigter, mäandrierender kiesgeprägter Fluss des Tieflandes. In der Abb. 6 sind die genannten Parameter der Flussabschnittstypen in ihren verschiedenen Ausprägungen dargestellt.

Die im Kapitel II.5 befindliche Karte weist die Flussabschnittstypen mit Hilfe von Piktogrammen aus, die den jeweils vorherrschenden Lauftyp und Windungsgrad des betreffenden Abschnittes kennzeichnen.

Die Abschnittstypen treten unabhängig vom Längsverlauf in den Flusstypen auf. Sie sind vor allem Ausdruck der jeweiligen Gefällesituation und Talbodenform.

Im Folgenden werden die charakteristischen morphologischen, hydrologischen und physiko-chemischen Eigenschaften der Flusstypen mit ihrer spezifischen Besiedlung ausführlich dargestellt. Die textlichen und tabellarischen Beschreibungen stellen die Leitbilder der mittelgroßen und großen Fließgewässer Nordrhein-Westfalens dar.

In den **Kurzbeschreibungen** werden die charakteristischen Merkmale der Flusstypen vorgestellt.

Eine differenzierte Darstellung der Leitbilder findet sich in den **Tabellen** 1.1 – 7.3. Da Leitbilder keinen statischen Zustand, sondern die Bandbreite typischer Ausprägungen verdeutlichen sollen, sind auf der Ebene der Flussabschnittstypen die Spannen der gewässermorphologischen Parameter, die an die Strukturgütekartierung angelehnt sind, übersichtlich zusammengestellt.

Angaben zur Hydrologie, zu den physiko-chemischen Bedingungen sowie kennzeichnende Arten der Flora und Fauna vervollständigen die Leitbildbeschreibungen. Die biozönotischen Beschreibungen umfassen die Besiedlung des Gewässers durch Makrozoobenthos, Fische und aquatische Makrophyten, daneben aber auch die Besiedlung der zeitweise trocken fallenden Uferstandorte durch Laufkäfer und Spinnen, Vögel sowie die Beschreibung der Ufer- und Auenvegetation und der gewässergebundenen Säugetiere.

Die in den Tabellen zusammengestellten Charakteristika der Flusstypen überlappen sich z.T. in den angegebenen Spannweiten morphologischer und physiko-chemischer Parameter und zeigen auch bei verbaler Beschreibung Überschneidungsbereiche zu benachbarten Gewässertypen. Diese scheinbare Unschärfe der Trennung macht deutlich, dass in vielen Fällen der Übergang von einem Gewässertyp zum anderen nicht abrupt erfolgt, sondern als langsamer Übergang.

Der Morphologie-Tabelle ist jeweils ein **Typendia-gramm** als „Wegweiser“ durch die Tabellen vorangestellt, welches die Bandbreite des jeweiligen Flusstyps mit Bezug auf die verschiedenen typologischen Ebenen (Flusstyp, Flussabschnittstyp, Hydrologischer Typ) und Ausprägungen aufzeigt. Hierbei wird die gesamte Bandbreite der möglichen Ausprägungen dargestellt. Die dort verwendeten Angaben „vorherrschend“, „untergeordnet“ und „lokal“ beziehen sich jeweils auf die prägende, anteilige räumliche Verteilung des jeweiligen Parameters für einen Typ in Nordrhein-Westfalen.

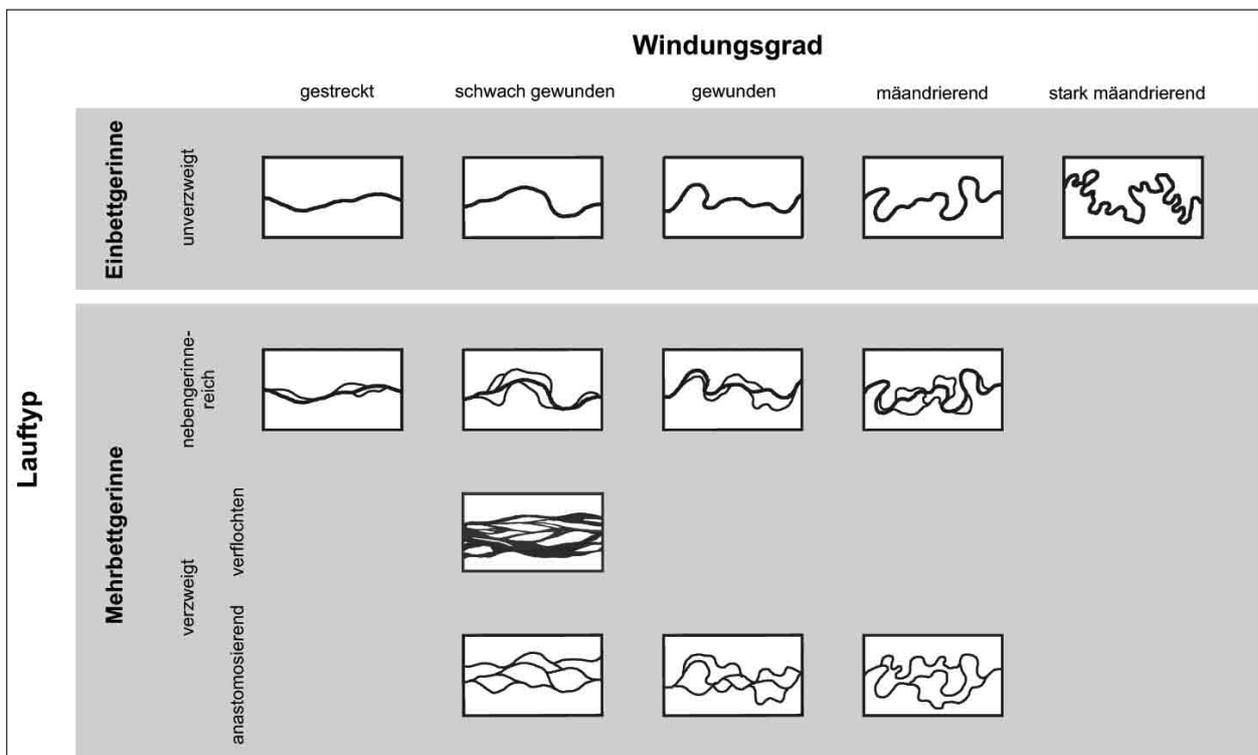


Abb. 6: Parameter der Flussabschnittstypen – Laufstyp und Windungsgrad.

Zur Veranschaulichung der gewässermorphologischen Verhältnisse ist die tabellarische Darstellung durch **Abbildungen** zu charakteristischen Ausprägungen von Talformen, Laufformen und Querprofilen der morphologisch differenzierten Flussabschnittstypen ergänzt: Das Blockbild verdeutlicht die Talform, den Gewässerlauf sowie die Aue, die das Gewässer im potenziell natürlichen Zustand einnehmen würde. Aus dem Gerinnebettmuster der Gewässeraufsicht ist die Laufform einschließlich Haupt- und Nebengerinne sowie Altgewässern und Bankstrukturen ablesbar. Die Querprofile veranschaulichen die Größendimensionen von Wasserfläche und Aue.

In den (zeichnerisch überhöhten) **Querprofilen** sind die biozönotisch relevanten Habitate der Flusstypen mit ausgewählten charakteristischen Arten des Makrozoobenthos, der Fische sowie der Laufkäfer und Spinnen dargestellt. Das prägende Sohlsubstrat des jeweiligen Gewässertyps bildet in Abhängigkeit von verschiedenen Strömungssituationen – schnell oder langsam überströmt – unterschiedlich besiedelte Habitate aus. In allen Flusstypen kommen Totholz (darunter fallen neben Baumstämmen auch grobes Geäst und Getreibsel aus Ästen und Falllaub) sowie Makrophyten (submerse Wasserpflanzen einschließlich Wassermoosen, flutende Ufervegetation und Wurzelbärte) als wichtige spezifisch besiedelte Habitate vor, die aber in Bezug auf die Strömungsverhältnisse in sich sehr heterogen sind, so dass für diese Substrate keine Strömungsdifferenzierung vorgenommen werden kann. In den Querschnitten sollen flusstypspezifische Habitate und ihre charakteristischen Besiedler veranschaulicht werden, ohne Berücksichtigung der Längszonierung.

II.2 • 7.1 Flusstypen des Tieflandes

II.2 • 7.1.1 Organisch geprägter Fluss des Tieflandes

Der *Organisch geprägte Fluss des Tieflandes* kommt in Nordrhein-Westfalen in den Terrassenlandschaften des linken Niederrheins und nördlich des Teutoburger Waldes vor. Die Einzugsgebiete der Flüsse liegen überwiegend im Tiefland. Lediglich die Oberläufe der organisch geprägten Flüsse nördlich des Teutoburger Waldes und einige Zuflüsse reichen in das Mittelgebirge hinein.

Die Auen und Gewässersohlen der organisch geprägten Flüsse werden teilweise von biogenen Substraten (Torfe, Falllaub, Makrophyten u.a.) eingenommen (Bild 22). Rein organische Ausprägungen treten in Nordrhein-Westfalen nur kleinräumig auf, da aus den Auen-sedimenten und oberen Einzugsgebieten mineralische Substrate in die Gewässer eingetragen werden; zumeist herrschen daher teilmineralische Ausprägungen vor.

In Nordrhein-Westfalen sind zwei teilmineralische Ausprägungen anzutreffen: teilmineralisch-kiesige Formen in den Terrassenlandschaften des linken Niederrheins und teilmineralisch-sandige Formen in den rechtsrheinischen Terrassen sowie nördlich des Teutoburger Waldes.

In Abhängigkeit des Gefälles können zwei Gerinnebettmuster und somit morphologische Flussabschnittstypen auftreten (Abb.8): Bei Talbodengefällen < 0,5 %, mäßigen Abflussschwankungen und hohem organischen Anteil der Auen entwickeln sich anastomosierende Gerinne, die diffus in die Auen übergehen (Bild 23, Abb.9).

Höhere Talbodengefälle mit Werten > 0,5 % bedingen dagegen gewundene bis mäandrierende Gewässer ohne ausgeprägte Nebengerinne (Abb.10).

Der organisch geprägte Fluss führt huminstoffreiches bräunlich gefärbtes Wasser, der pH-Wert liegt im leicht sauren bis leicht basischen Bereich. Der Nährstoffgehalt ist mäßig. In Nordrhein-Westfalen treten regional zwei unterschiedliche geochemische Grundtypen des organisch geprägten Flusses auf. Linksrheinisch sind die Gewässer mäßig kalk- und elektrolytreich, während die rechtsrheinischen Gewässer kalkreich sind und höhere Leitfähigkeiten aufweisen.

Auf den großflächig vorhandenen Niedermoor- und Anmoorböden der Niederungen dominieren Erlenbruchwälder. Auf den etwas trockeneren, höher gelegenen Bereichen wachsen Erlen-Eichenwälder und Stieleichen-Hainbuchenwälder, während auf den langanhaltend oder ganzjährig überstauten Flächen Ohr- und Grauweidengebüsche sowie Röhrichte dominieren (Bild 24).

Die Wasservegetation wird u.a. durch das Vorkommen von Großlaichkräutern und der wuchsformreichen Ausbildung der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens dominiert.



Bild 24: Auf den lang anhaltend oder dauerhaft überstauten Flächen wachsen Röhrichte und Weidengebüsche.



Bild 22: Die Auen und Gewässersohlen Organisch geprägter Flüsse des Tieflandes werden teilweise von Torf, Falllaub und Makrophyten eingenommen.



Bild 25: Die Köcherfliege Phryganea grandis findet als Art langsam fließender und stagnierender Flussabschnitte im Organisch geprägten Fluss des Tieflandes ideale Lebensbedingungen.



Bild 23: Schon kleine Hochwässer führen in Organisch geprägten Flüssen des Tieflandes zu einer flächenhaften Überflutung der Auen.

Die Lebensgemeinschaft wirbelloser Tiere im organisch geprägten Fluss ist arten- und individuenreich. Vorherrschend treten Arten langsam fließender Gewässer sowie Stillwasserarten auf (Abb. 7). Leitarten sind die Wasserpflanzen bewohnende Eintagsfliege *Leptophlebia vespertina*, die in Schwämmen lebende Köcherfliegenlarve *Ceraclea nigronervosa* sowie die Köcherfliegen *Limnephilus nigriceps*, *L. stigma*, *Oligotricha striata* und *Phryganea grandis* (Bild 25). Gerade unter den artenreich vertretenen Köcherfliegen finden sich viele Arten,

die durch besondere Anpassungen in ihrem Lebenszyklus sowohl die permanent wasserführenden, langsam fließenden und stagnierenden Flussabschnitte als auch die periodisch trocken fallenden Rinnensysteme bis hin zu Auwaldtümpeln besiedeln.

Spezifische Fließwasserformen treten in ihrer Artenzahl eher in den Hintergrund und bleiben auf die kurzen, flach überströmten Bereiche und kiesigen Schwellen beschränkt.

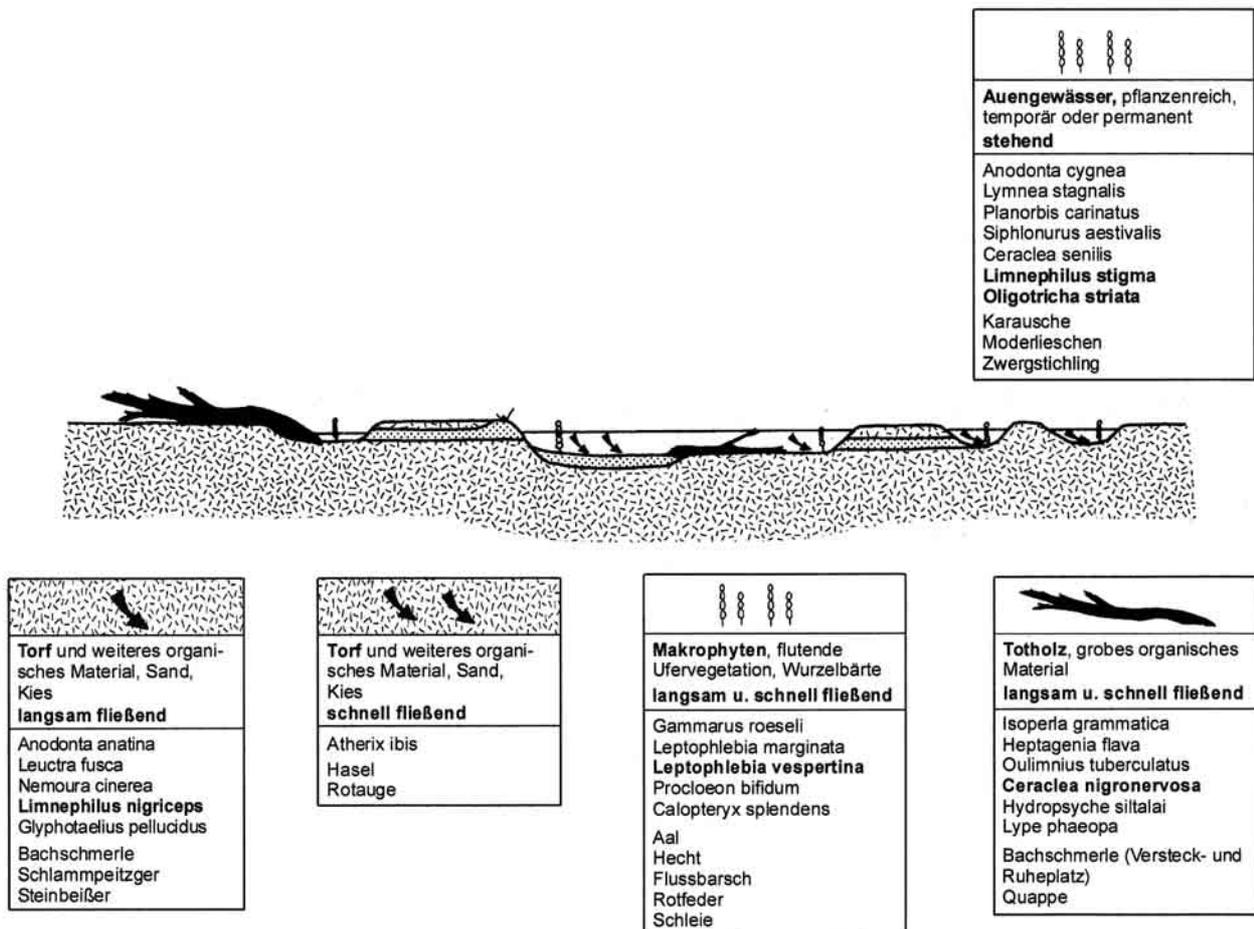


Abb. 7: Habitate und ausgewählte charakteristische Arten des Organisch geprägten Flusses des Tieflandes. Schematische und überhöhte Darstellung.

Die Fischzönose ist durch einen hohen Anteil krautlaichender Stillgewässerarten und Arten der Auen-
gewässer gekennzeichnet, unter denen die Karausche als typische Art zu nennen ist (Bild 26, 27). Ein weiteres
Merkmal ist das weitgehende Fehlen strömungsliebender Fische wie der Salmoniden. Langdistanzwanderer
dringen in die Unterläufe des organisch geprägten

Flusses ein. Sie sind aber im Vergleich zu anderen Fluss-
typen insgesamt von untergeordneter Bedeutung. Die
flachen und stark mit der sehr feuchten Aue verzahn-
ten Uferbereiche bieten unter den Laufkäfern, Spinnen
und Vögeln vor allem Bewohnern sumpfiger Ufer und
Bruchwälder sowie Arten der Röhrlichzonen einen
Lebensraum.



Bild 26: Bevorzugter Lebensraum des Schlammpeitzgers sind die zahl-
reichen Stillgewässer der Aue. Zeitweiliges Austrocknen über-
dauert er im feuchten Bodenschlamm der Gewässer.



Bild 27: Die Karausche wird im Volksmund auch als „Moorkarpfen“
bezeichnet. Der Name weist darauf hin, dass sie auch in
huminstoffreichen Niedermoorgewässern zu Hause ist.

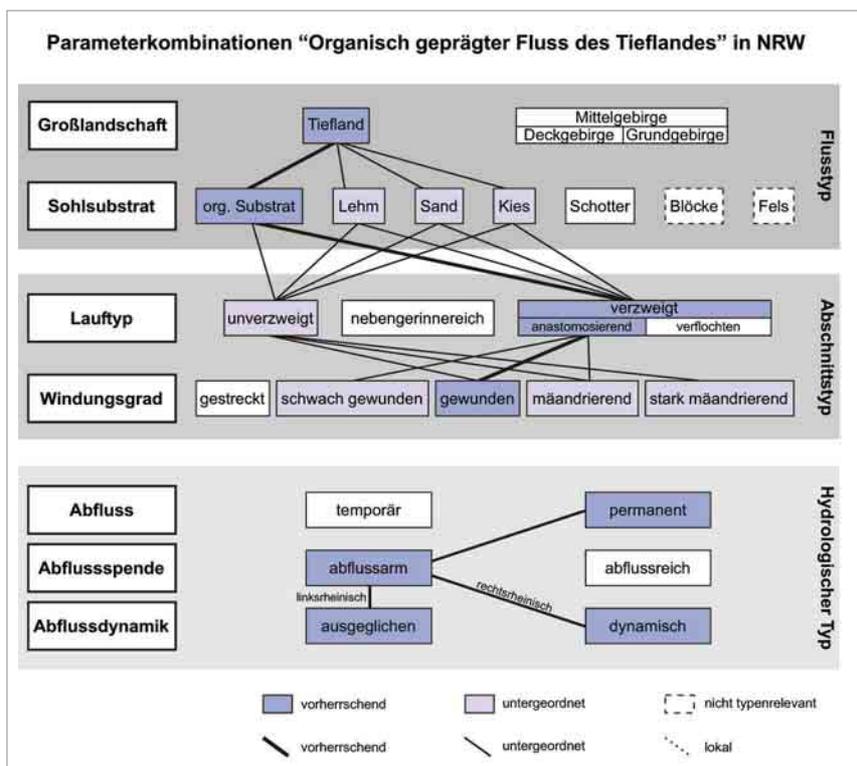
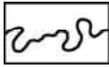


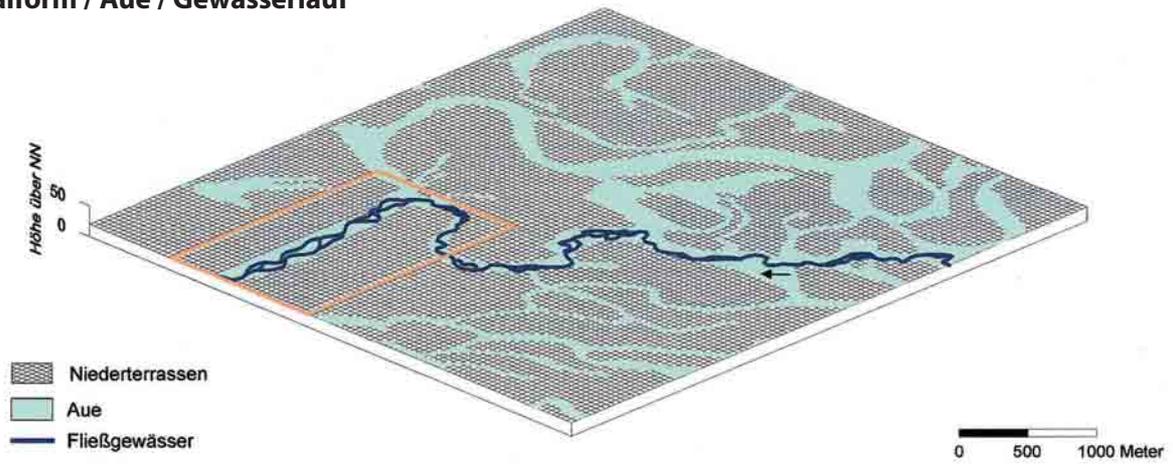
Abb. 8: Typendiagramm des Organisch geprägten Flusses des Tieflandes.

Tab. 1.1: Organisch geprägter Fluss des Tieflandes – morphologische Charakterisierung

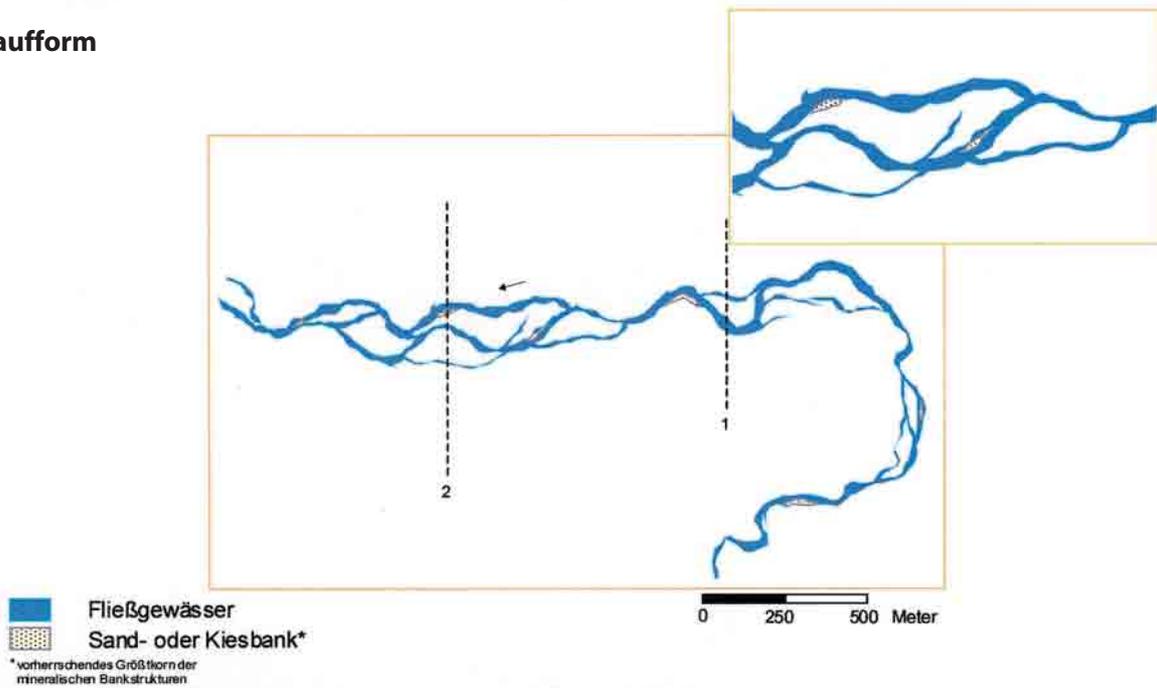
Fließgewässertyp		Organisch geprägter Fluss des Tieflandes	
Hydrologischer Typ/ Parameter	permanent		
Sohlbreite¹	> 10 m		
Quellentfernung	> 20 – 30 km		
Talformen	drei morphologisch unterscheidbare Talbodenformen mit zwei signifikant unterschiedlichen Ausprägungen von Abschnittstypen: <ul style="list-style-type: none"> • häufig: gefällereiche Sohlentäler mit ebener, breiter Talsohle (Gerinnebreite /Talbodenbreite 1:3 - 1:10) • häufig: gefällearme alluviale Hochflutrinnen des Rheins • häufig: gefällearme Niederungen mit weitgehend ebenem, breitem bis sehr breitem „Talboden“ 		
Talbodenform/ -charakteristik	Sohlentalschnitte mit weitgehend ebenem niedermoorgeprägtem Talboden	gefällearme niedermoorgeprägte alluviale Hochflutrinnen des Rheins sowie gefällearme Niederungen	
Talbodengefälle	> 0,8 – 1,5 ‰	< 0,5 ‰	
Laufform			
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 10	Abb. 9	
Laufentwicklung	mäandrierend	gewundene bis stark mäandrierende unscharf begrenzte Läufe	
Windungsgrad	1,51 – 2,0 zumeist 1,6 – 1,7	1,4 – 2,4 zumeist 1,5 – 2,1 Mäanderbänder nehmen große Teile des Talbodens ein, Entwicklung teilweise durch schmale Sohlen der Hochflutrinnen begrenzt	
Laufotyp	unverzweigt	anastomosierend	
laterale Erosion Verlagerungsverhalten Besondere Laufstrukturen	laterale und talabwärts gerichtete Verlagerung der Laufbögen, häufige Bildung von Durchbrüchen, seltener Nebengerinne, zumeist an Totholzverkläusungen gebunden	geringe Tendenz zu lateraler Verlagerung, bei erhöhten Abflüssen diffuses Durchströmen des Niedermoors	
Längsprofil			
Sohlgefälle	0,4 – 1 ‰ zumeist 0,5 – 0,9 ‰	0,2 – 0,4 ‰ zumeist 0,2 – 0,3 ‰	
Sohlgefällestruktur Querbänke	Wechsel von Schnellen und Stillen, Dimension der Riffle-Pool-Sequenzen in Abhängigkeit der Gewässergröße veränderlich, Überwiegen der Stillenabschnitte, häufig flach überströmte kiesige Schwellen	keine ausgeprägte Sohlstrukturierung durch mineralisches Substrat, vorherrschend Totholz und Makrophyten, vorherrschend Stillenstrecken mit relativ kurzen, schneller fließenden Flachstellen	
Strömungscharakteristik Strömungsbild	vorherrschend ruhig fließende Abschnitte, jedoch abschnittsweise turbulent	vorherrschend ruhig fließende Abschnitte, abschnittsweise stagnierend, jedoch auch kleinräumig turbulent	

¹⁾ hier: Geltungsbereich; die für den jeweiligen Laufabschnitt potenziell natürlichen Gerinnebreiten sind zu ermitteln bzw. einzuschätzen.

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

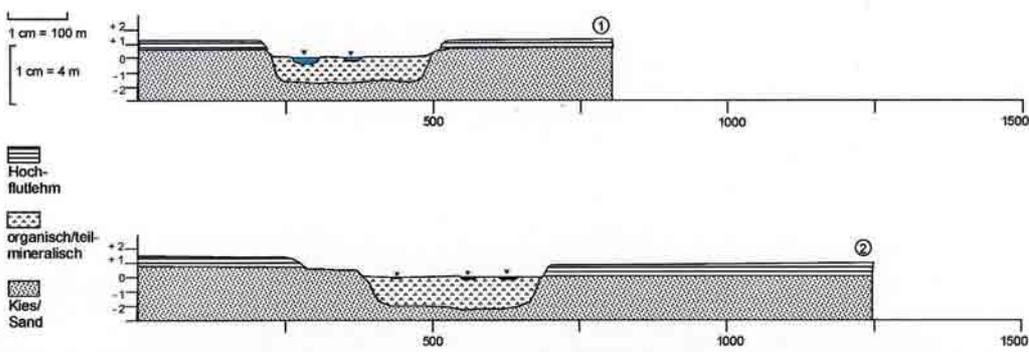
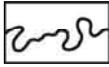


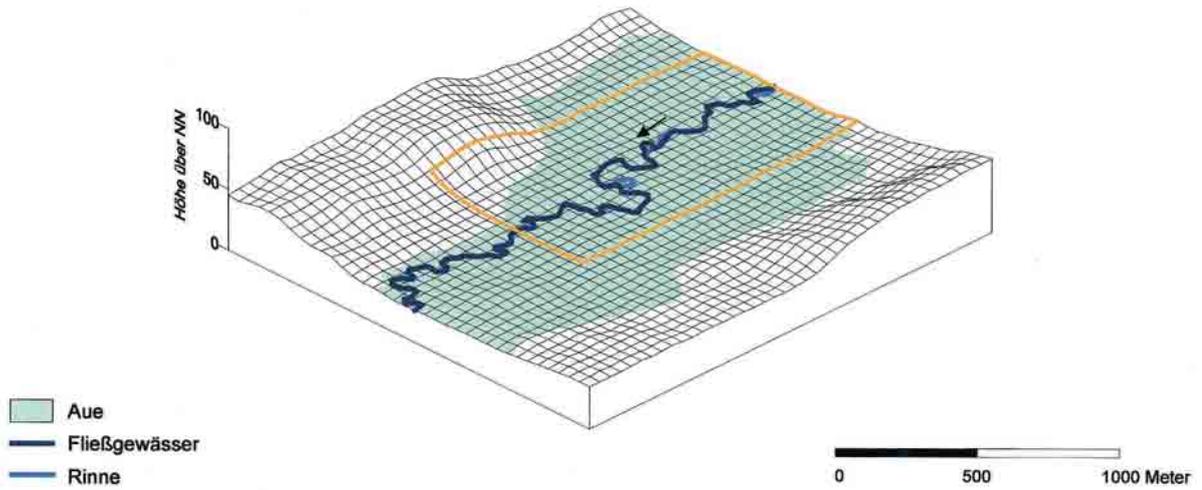
Abb. 9: Anastomosierender, gewundener, organisch / teilmineralischer Fluss des Tieflandes

EZG \approx 1000 km²

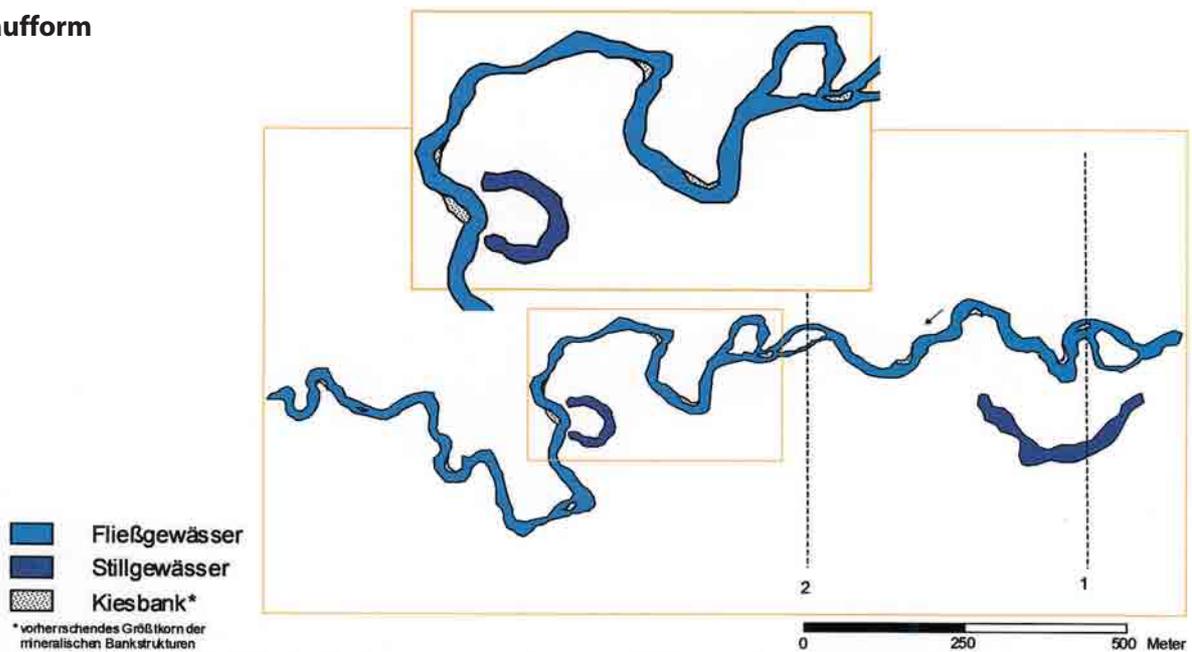
Fortsetzung Tab. 1.1: Organisch geprägter Fluss des Tieflandes – morphologische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Organisch geprägter Fluss des Tieflandes		
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen				
	Abb. 10		Abb. 9	
Strömungsdiversität Tiefenvarianz Häufigkeit und räumliche Verteilung	groß bis sehr groß langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet in Kolken, Kehrwassern und Stillenstrecken langsam (< 0,3m/s) und flach (< 0,5 m): häufig in Gleithängen, in gefällearmen Abschnitten vorherrschend schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet in Kolken schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): häufig in Riffle- und Übergangsstrecken		mäßig bis groß langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): häufig in Kehrwassern und Stillenstrecken langsam (< 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): vorherrschend schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): -- schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): sehr selten in Verklausungen	
Kritische Sohlschubspannung (τ)	kleinräumig stark wechselnd zwischen 2 und 60 N/m ²		keine Angabe	
Sohlenstruktur Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	hoher organischer Anteil sowie Kies, gut gerundet • Kies • Sand • organisches Material (Torf) • Falllaub, Äste, Totholz • Lehm		in alluvialen Hochflutrinnen westlich des Rheins: hoher organischer Anteil sowie Kies, gut gerundet • organisches Material (Torf) • Falllaub, Äste, Totholz • Kies • Sand • Lehm alluviale Hochflutrinnen östlich des Rheins sowie Niederungen: hoher organischer Anteil sowie Sand • organisches Material • Sand • Falllaub, Äste, Totholz • Kies • Lehm	
Substratdiversität und -verteilung	große bis sehr große Substratvielfalt: organisch dominierte Laufabschnitte in kleinräumigem Wechsel mit mineralischen Auflagen aus Kies und Sand, die aus den Einzugsgebieten eingetragen werden, Totholz- und Treibselansammlungen			
Besondere Sohlenstrukturen	Bankstrukturen aus mineralischen Bestandteilen auf gefällereiche Abschnitte beschränkt und zumeist kleinflächig			
Querprofil				
Querprofil	sehr flache Profile, nur bei Erreichen der Talränder stark wechselnde Böschungshöhen			
Breitenvarianz	sehr groß (> 1:5)			
Einschnittstiefe	0 – 50 cm			
Profiltiefe	vorherrschend sehr flach			
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	zumeist flache Prall- und Gleithänge, vereinzelt steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen		diffuser Übergang in organisch geprägten Talboden	
Aue				
Ausuferungscharakteristik	kleinräumig stagnierende Hochwasser mit flächenhaften Überflutungen vorrangig im Winter und Frühjahr		häufig flächenhafte und lang anhaltende, d.h. mehrere Wochen währende, stagnierende Überflutungen der gesamten Aue im Winter und Frühjahr	
	Mündungssituationen und hochwasserbedingte Rückstaubereiche: Überprägung durch Überflutungsregime des Rheins bzw. der Maas, stark grundwasserbeeinflusst			
Formenschatz der Aue	gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, einzelne Altwässer, vereinzelt steile z.T. vegetationsfreie Böschungen in Terrassenkanten, ausgedehnte vermoorte Randsenken		gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme verschiedener Verlandungsstadien, ausgedehnte, zumeist die gesamte Aue einnehmende Niedermoore	

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

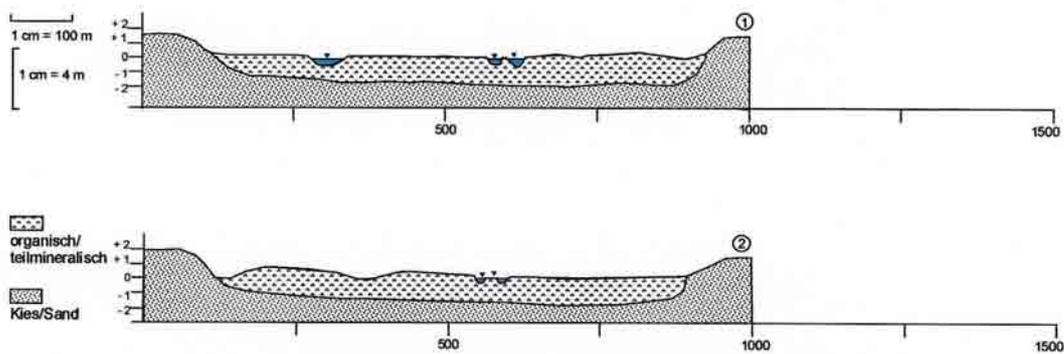


Abb. 10: Mäandrierender, organisch / teilmineralisch kiesiger Fluss des Tieflandes

EZG ≈ 250 km²

Tab. 1.2: Organisch geprägter Fluss des Tieflandes – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Organisch geprägter Fluss des Tieflandes	
Makrozoobenthos			
Leitarten und Begleiter	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	<i>Anodonta cygnea</i> <i>Unio crassus</i> <i>Unio pictorum</i> <i>Unio tumidus</i> <i>Bithynia tentaculata</i> <i>Lymnaea stagnalis</i> <i>Planorbis carinatus</i> <i>Valvata piscinalis</i> <i>Baetis tracheatus</i> <i>Caenis luctuosa</i> <i>Centroptilum luteolum</i>	<i>Cloeon simile</i> <i>Ephemera vulgata</i> <i>Heptagenia flava</i> <i>Leptophlebia marginata</i> Leptophlebia vespertina <i>Proclaeon bifidum</i> <i>Isogenus nubecula</i> 0 <i>Taeniopteryx nebulosa</i> <i>Gyrinus aeratus</i> <i>Halipilus ruficollis</i> <i>Sialis lutaria</i>	<i>Ceraclea senilis</i> Ceraclea nigronervosa <i>Enoicyla pusilla</i> <i>Glyphotaenius pellucidus</i> Limnephilus nigriceps Limnephilus stigma <i>Neureclipsis bimaculata</i> <i>Oecetis notata</i> Oligotricha striata Phryganea grandis <i>Trichostegia minor</i>
	fett: Leitart 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen bzw. Vorkommen aus angrenzenden Gebieten bekannt		
Grundarten der Flüsse des Tieflandes	<i>Anodonta anatina</i> <i>Physa fontinalis</i> <i>Gammarus pulex</i> <i>Gammarus roeseli</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Heptagenia sulphurea</i> <i>Serratella ignita</i> <i>Siphonurus aestivalis</i> <i>Calopteryx splendens</i> <i>Isoperla grammatica</i> <i>Leuctra fusca</i>	<i>Nemoura avicularis</i> <i>Nemoura cinerea</i> <i>Elmis maugetii</i> <i>Oulimnius tuberculatus</i> <i>Anabolia nervosa</i> <i>Athripsodes cinereus</i> <i>Ceraclea alboguttata</i> <i>Halesus radiatus</i> <i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Hydropsyche pellucidula</i> <i>Limnephilus affinis</i>	<i>Limnephilus extricatus</i> <i>Limnephilus flavicornis</i> <i>Limnephilus marmoratus</i> <i>Lype phaeopa</i> <i>Mystacides azurea</i> <i>Mystacides nigra</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Atherix ibis</i> <i>Dicranota bimaculata</i> <i>Eloeophila maculata</i> <i>Pilaria discicollis</i>
charakteristische Merkmale der Makrozoobenthos-Besiedlung	Dominanz von Arten langsam fließender und stagnierender Flussabschnitte; durch die lang andauernden flächenhaften Überflutungen und die Vielzahl von Stillgewässern in den Rinnensystemen der Aue auch viele Arten stehender Gewässer, spezifische Fließwasserformen treten in den anastomosierenden Flussabschnitten in den Hintergrund und bleiben auf kurze, flach überströmte Bereiche beschränkt		
Fische			
kennzeichnende Arten	Hasel-Rotaugen-Region		
Langdistanzwanderfische	<ul style="list-style-type: none"> • Hasel, Rotaugen, Quappe, Hecht, Karausche, Schlammpeitzger, Moderlieschen, Zwergstichling, Dreistachliger Stichling, Bachschmerle, Aal • keine Langdistanzwanderfische (von untergeordneter Bedeutung evtl. Lachs) 		
	Brassenregion <ul style="list-style-type: none"> • Brasse, Güster, Ukelei, Schleie, Hecht, Quappe, Hasel, Rotaugen, Rotfeder, Karausche, Moderlieschen, Zwergstichling, Dreistachliger Stichling, Steinbeißer, Schlammpeitzger, Flussbarsch, Aal, Aland, Wels • Lachs, Flussneunaugen, Stör 0, Maifisch 0 (evtl. zusätzlich Vorkommen der nahe verwandten Finte 0, insgesamt von untergeordneter Bedeutung) 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen		
charakteristische Merkmale der Fischzönose	durch die starke Verzahnung von Fließgewässern und Aue neben wenigen rheophilen Fließgewässerarten vor allem krautlaichende Stillgewässerarten und Arten der Auengewässer, die durch zahlreiche Altgewässer und Nebengerinne begünstigt werden, z.T. an ausgeprägte Niedermoorverhältnisse gut angepasste Fischarten wie die Karausche („Moorkarpfen“); Arten sommerkühler oder strömender Abschnitte sowie Kieslaicher wie z. B. Salmoniden spielen nur eine untergeordnete Rolle und treten lediglich lokal auf		
Vögel			
kennzeichnende Brutvögel	Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>), Brutröhren in Wurzeltellern umgestürzter Bäume und in Prallufren Arten der Bruchwälder und Röhrichtzonen		
Biber / Fischotter			
Biber / Fischotter	Vorkommen von Biber (<i>Castor fiber</i>) und Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)		

Fortsetzung Tab. 1.2: Organisch geprägter Fluss des Tieflandes – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Organisch geprägter Fluss des Tieflandes	
Laufkäfer / Spinnen			
kennzeichnende Arten vegetationsloser und vegetationsarmer Uferbänke	Laufkäfer <i>Bembidion biguttatum</i> <i>Bembidion bruxellense</i>	<i>Bembidion dentellum</i> <i>Bembidion obliquum</i>	<i>Bembidion tetracolum</i>
charakteristische Merkmale der Laufkäfer- und Spinnenfauna	an anastomosierenden Laufabschnitten Dominanz von Arten sehr feuchter, sumpfiger Ufer und Bruchwälder, die kleinflächigen sandigen oder kiesigen Uferbänke werden von flussuferbewohnenden (ripicolen) Laufkäfer- und Spinnenarten besiedelt		
aquatische Makrophyten			
Vegetationstypen, Pflanzengesellschaften, kennzeichnende Arten	<ul style="list-style-type: none"> • Großlaichkraut-Typ (<i>Potamogeton lucens</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>P. alpinus</i>, <i>P. gramineus</i>) • <i>Sparganium emersum</i>-Gesellschaft (<i>Sparganium emersum</i>, <i>Sagittaria sagittifolia</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Potamogeton natans</i>), wuchsformenreiche Ausbildung • <i>Callitriche platycarpa</i> / <i>stagnalis</i>-Typ • Callitriche-Myriophylletum alterniflori 		
Ufer- und Auenvegetation			
kennzeichnende Vegetationseinheiten	<p>dominierend: auf Niedermoor- und Anmoorböden Erlenbruchwald; lang anhaltend und ganzjährig überstaute Flächen auch mit Ohr- und Grauweidenbüsch und Röhrichten auch Erlen-Eschenwald; die wenig höheren Rücken und Talränder mit Erlen-Eichenwald, Stieleichen-Hainbuchenwald</p> <p>kleinflächig: auf feuchten bis nassen Roh- und Schlammböden Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte (Zweizahnfluren, Zwergbinsengesellschaften bzw. Flutrasen); Hochstaudenfluren auf verschiedensten Standorten</p> <p>Gagelgebüsch und Zwischenmoorgesellschaften, Quellfluren</p> <p>Stillgewässer: Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte</p>		

Tab. 1.3: Organisch geprägter Fluss des Tieflandes – hydrologische und physiko-chemische Merkmale

Fließgewässertyp Organisch geprägter Fluss des Tieflandes		
Hydrologischer Typ		
	linksrheinisch	rechtsrheinisch
Abfluss	permanent	
Abflussspende	abflussarm	
Abflussdynamik	ausgeglichen bis dynamisch	dynamisch
hydrologische Charakterisierung	hohe Retentionskapazität durch Lösslehmauflagen im Einzugsgebiet, geringe Abflussschwankungen im Jahresverlauf (NW- und HW-Phasen), schwach ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse, bei anastomosierendem Verlauf sehr flacher Ablauf der HW-Wellen	geringe bis mittlere Retentionskapazität in Sandgebieten (rechtsrheinisch), mittlere bis große Abflussschwankungen im Jahresverlauf (NW- und HW-Phasen), mittlere bis stark ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse
Hydraulik Strömungsverhältnisse	vorherrschend geringe hydraulische Kräfte, geringe bis mittlere zeitliche und örtliche Variabilität der hydraulischen Kräfte, bei erhöhten Abflüssen Ausuferungen in die Niedermoorflächen und Rinnensysteme der Auen anastomosierend: Bereiche mit geringer Strömung und bei Überflutung großflächig stehende Bereiche vorherrschend, höhere Fließgeschwindigkeiten nur im Bereich von Strömungshindernissen wie Sturzbäumen mäandrierend: geringe bis mäßige Strömung, höhere Fließgeschwindigkeiten im Bereich von Mäanderdurchbrüchen	
Regimetyyp	winterpluvial	winterpluvial
abflussreichste / -ärmste Monate	Februar, Januar / September, August	Januar, März / August, September
Abflussschwankung im Jahr SK_{MAX} , SK_{JAHR}	SK_{MAX} : 1,2 bis 1,4 SK_{JAHR} : 1,3 bis 2,3	1,8 3,7
Mittelwerte der Verhältnisse MNQ/MQ, MHQ/MQ	MNQ/MQ: 0,5 MHQ/MQ: 3,4	0,3 14,1
Mittlere Abflussspende im Jahr, Mq [$l/s \cdot km^2$]	6,5 – 8,0	8,4
Physiko-chemische Parameter		
Charakterisierung der Wassertemperatur	relativ hohe Temperaturen v.a. in den Flüssen mit breiten anastomosierenden, teilbeschatteten Gerinnen; Beeinflussung der Wassertemperatur u.a. über den Grad der Beschattung durch Ufergehölze und die Aufenthaltsdauer bei langsam fließendem, z.T. stehendem Wasser; lokale Abkühlung des Flusses durch Grundwasserzutritte über den Porengrundwasserleiter maximale Tagesmittelwerte im Sommer 20°C bis 25°C	
Chemische Leitwerte		
Geochemische Charakterisierung	huminstoffreiches, bräunliches Wasser mit regional unterschiedlichem Kalkgehalt, linksrheinisch weich, silikatisch oder schwach karbonatisch; rechtsrheinisch kalkreich	
Karbonathärte [mmol/l]	linksrheinisch 0,5 – 1,5; rechtsrheinisch 1,5 – 2,5	
Gesamthärte [mmol/l]	linksrheinisch 1,0 – 2,0; rechtsrheinisch 2,0 – 3,0	
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu S/cm$]	linksrheinisch 350 – 500; rechtsrheinisch 550 – 750; lokal höher durch natürliche Mineralquellen	
pH-Wert	linksrheinisch 6,5 – 7,5; rechtsrheinisch 7,0 – 8,0	
Chlorid [mg/l]	≤ 25	
Gesamt-Phosphat [$\mu g/l$]	≤ 250	
ortho-Phosphat [$\mu g/l$]	≤ 125	
Nitrat [mg/l]	≤ 7	
Biochemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	≤ 2	
Ammonium [mg/l]	≤ 0,05	

II.2 • 7.1.2 Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes

Der *Lehmgeprägte Fluss des Tieflandes* ist in Nordrhein-Westfalen in seiner Verbreitung auf die dem Süderbergland vorgelagerte Bördenlandschaft des Hellwegs beschränkt.

Die Sohl-, Auen- und Uferbereiche der lehmgeprägten Flüsse werden von kohäsiven (bindigen) Sedimenten dominiert und können je nach Ausprägung auch kiesige und sandige Bestandteile aufweisen (Bild 28, Abb. 12).

Diese in flachen Sohlentälern und Niederungen verlaufenden Flüsse weisen gewundene bis mäandrierende Einzelbettgerinne auf (Abb. 13).

Die erosionsbeständigen kohäsiven Sedimente der Ufer führen zu vergleichsweise langsamer lateraler Verlagerung sowie großen Einschnittstiefen der häufig kastenförmigen Profile.

Lehmgeprägte Flüsse sind kalk- und elektrolytreich, im Bereich natürlicher Solen kommen erhöhte Chloridkonzentrationen vor. Das Wasser ist leicht basisch und nährstoffreich.

Auf den ebenen Talböden und in den ausgedehnten Niederungen dominieren Stieleichen-Hainbuchenwälder. In Gewässernähe und an dauernassen Standorten wie feuchten Randsenken kommen Au- und Bruchwälder vor.

Zur kennzeichnenden Makrophytenvegetation der lehmgeprägten Flüsse gehören wuchsformenreiche Ausbildungen der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens und Wassersternbestände mit *Callitriche platycarpa* und *Callitriche stagnalis*.

Durch die kleinräumige Verbreitung der lehmgeprägten Flüsse und die räumlich enge Verzahnung mit den sandgeprägten Flüssen besitzen beide Flusstypen viele gemeinsame Arten innerhalb der aquatischen Lebensgemeinschaft (Abb. 11). Leitarten für den lehmgeprägten Fluss sind der kalkliebende Wasserkäfer *Riolus cupreus* und die gegen Gewässerverschmutzung empfindliche Schnecke *Theodoxus fluviatilis* (Bild 29). Die

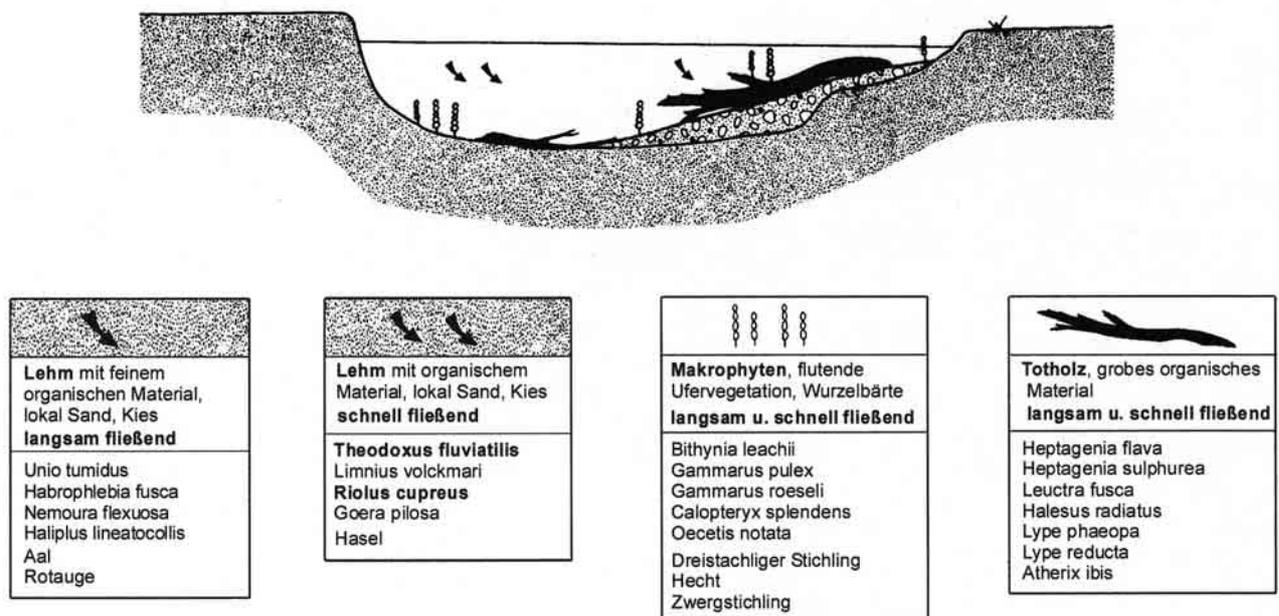


Abb. 11: Habitate und ausgewählte charakteristische Arten des Lehmgeprägten Flusses des Tieflandes. Schematische und überhöhte Darstellung.



Bild 28: Ufer und Sohle des Lehmgeprägten Flusses des Tieflandes werden von lehmigen bindigen Substraten dominiert. Naturnahe Vorbilder sind in Nordrhein-Westfalen aber nicht mehr anzutreffen.

dominierenden lehmigen Sohlsubstrate sind relativ besiedlungsfeindlich. Daher sind organische Hartsubstrate, vor allem Holz und Wasserpflanzen am arten- und individuenreichsten besiedelt. Als charakteristischer Begleiter bewohnt die Schnecke *Bithynia leachii* die pflanzenreichen stagnierenden Flussarme und Stillgewässer.

Die Fischzönose setzt sich aus Arten der Hasel-Rotaugen-Region zusammen, ist aber wegen des Fehlens sehr sauerstoffbedürftiger Fische artenärmer.



Bild 29: Die stark gefährdete Schnecke *Theodoxus fluviatilis* besitzt in Nordrhein-Westfalen einen Verbreitungsschwerpunkt in lehmgeprägten Flüssen des Tieflandes.

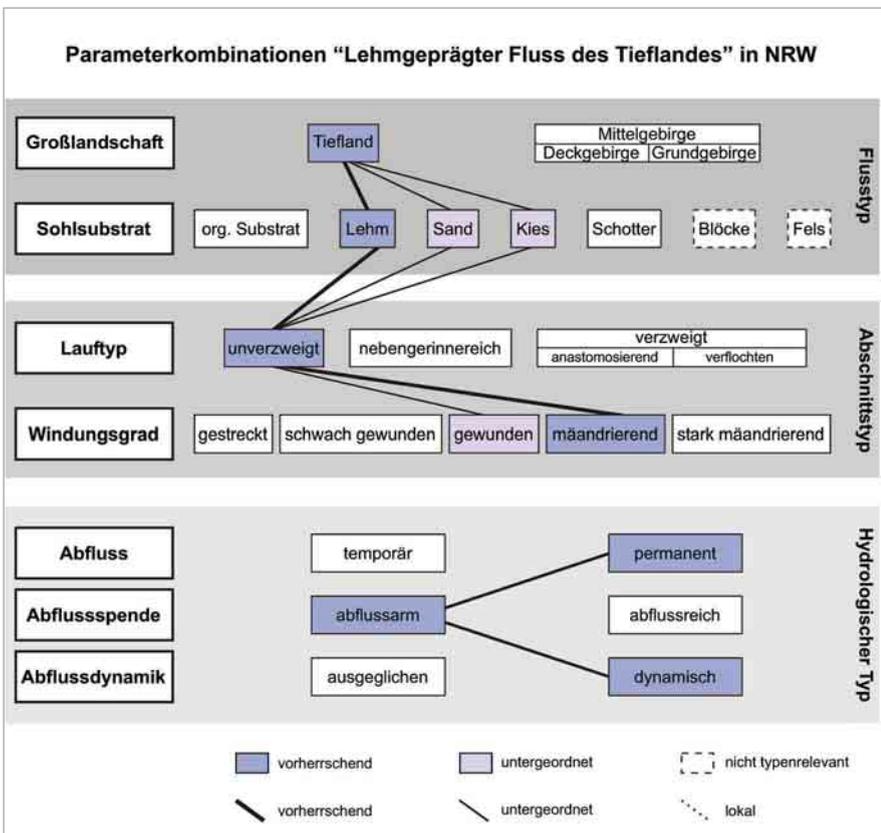


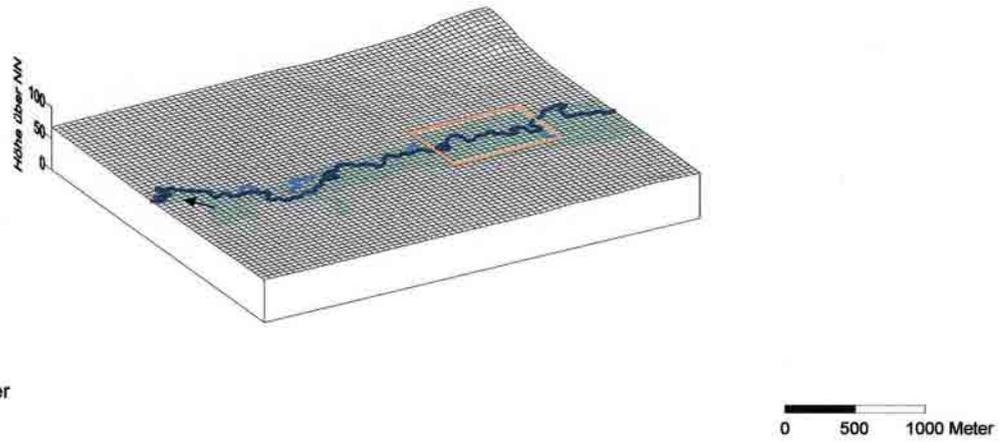
Abb. 12: Typendiagramm des Lehmgeprägten Flusses des Tieflandes.

Tab. 2.1: Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes – morphologische Charakterisierung

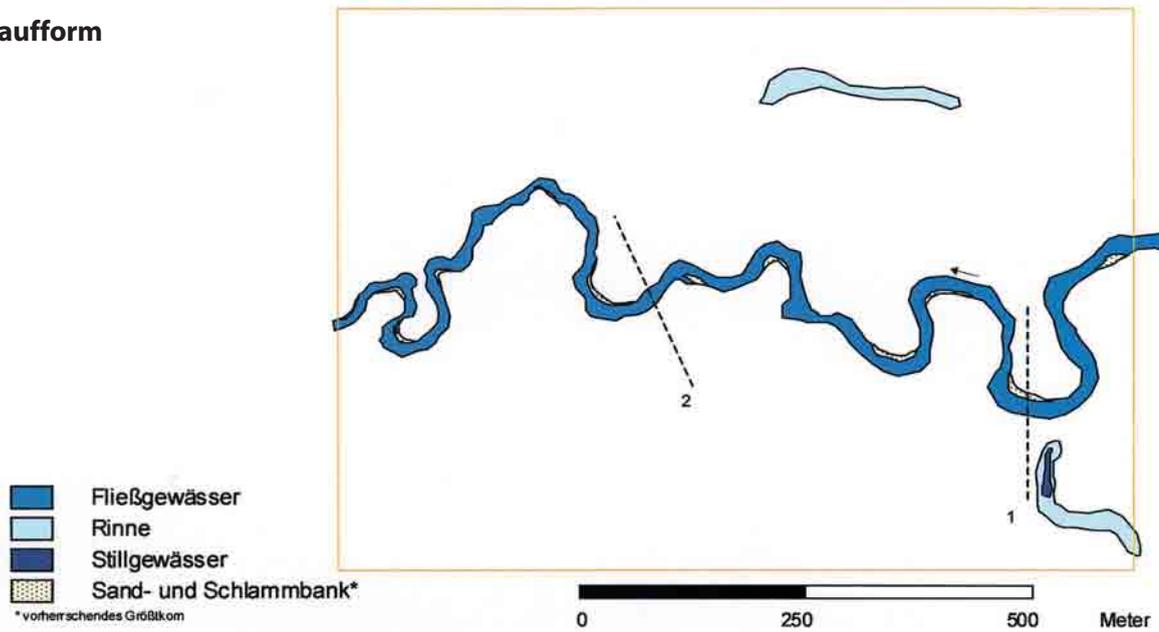
Fließgewässertyp		Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes	
Hydrologischer Typ/ Parameter	permanent		
Sohlbreite²	> 10 m		
Quellentfernung	> 20 – 30 km		
Talformen	• vorherrschend: Sohlentäler mit weitgehend ebener, breiter Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite > 1:3 sowie Niederungen ohne deutliche Begrenzung)		
Talbodenform/ -charakteristik	Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u.U. terrassiertem Talboden und kohäsiven Substraten, ausgedehnte Niederungen		
Talbodengefälle	0,5 - 1 ‰		
Laufform			
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 13		
Laufentwicklung	gewunden bis mäandrierend		
Windungsgrad	1,25 – 2,0 zumeist 1,5 – 1,7		
Lauftyp	unverzweigt		
laterale Erosion Verlagerungsverhalten Besondere Laufstrukturen	langsame laterale und talabwärts gerichtete Gerinneverlagerungen, z.T. über die gesamte Talbodenbreite, seltene Bildung von Durchbrüchen, einzelne Auengewässer		
Längsprofil			
Sohlgefälle	0,3 – 0,8 ‰ zumeist 0,3 – 0,7 ‰		
Sohlgefällestruktur Querbänke	Wechsel von flach überströmten lehmig-sandigen Schwellen und tieferen Stillen, Ausdehnung in Abhängigkeit der Gewässergröße veränderlich		
Strömungscharakteristik Strömungsbild	vorherrschend langsam fließend, zahlreiche Kehrströmungen		
Strömungsdiversität Tiefenvarianz Häufigkeit und räumliche Verteilung	<p>mäßig bis groß</p> <p>langsam (< 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): vorherrschend, in Gleithanglagen</p> <p>langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): häufig in Kolken u. Kehrwassern</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): häufig in Schwellenbereichen</p> <p>schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): selten in Kolken</p>	
Kritische Sohlschubspannung (τ)	2 - 15 N/m ² , kohäsiv		
Sohlenstruktur Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	Dominanz von Lehm • Lehm • Totholz • Sand • organisches Material • Kies		
Substratdiversität und -verteilung	geringe bis mäßige Substratvielfalt: eingeschränktes Korngrößenspektrum; Lehm bei weitem überwiegend, große Mengen von ein- und aufgelagertem Totholz verschiedenster Größe, Kiese insbesondere in den oberen Mittelläufen		

²⁾ hier: Geltungsbereich; die für den jeweiligen Laufabschnitt potenziell natürlichen Gerinnebreiten sind zu ermitteln bzw. einzuschätzen

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

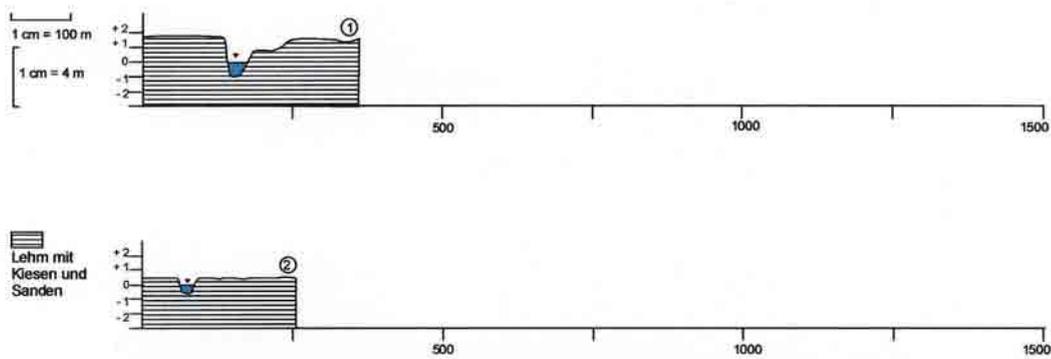
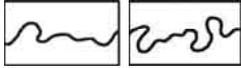


Abb. 13 Mäandrierender, lehmgeprägter Fluss des Tieflandes

EZG \approx 400 km²

Fortsetzung Tab. 2.1: Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes – morphologische Charakterisierung

Fließgewässertyp	Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen	 Abb. 13
Besondere Sohlenstrukturen	vorherrschend Gleituferbänke (< 20 % der Gewässerbreite), ausgeprägte Kolke in Bogenscheiteln
Querprofil	
Querprofil	mäßig tiefes bis deutlich eingeschnittenes, zumeist kastenförmiges Profil, stark geneigte Gleitufer
Breitenvarianz	groß (1:2 – 1:5)
Einschnittstiefe	50 – 250 cm
Profiltiefe	durch Auenrelief variabel, vorherrschend mäßig tief
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	stabile, steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit stark geneigten Gleitufeln, überhängende Löss-/Lehmplatten
Aue	
Ausuferungscharakteristik	häufige und lang anhaltende flächenhafte Überflutungen der gesamten Aue
Formenschatz der Aue	vereinzelt gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, selten durchbruchsbedingte Altwässer, feuchte Randsenken

Tab. 2.2: Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes		
Makrozoobenthos				
Leitarten und Begleiter	Arten mittelgroßer Fließgewässer			
	<i>Anodonta cygnea</i> <i>Unio tumidus</i> <i>Bithynia leachii</i> Theodoxus fluviatilis <i>Echinogammarus berilloni</i> <i>Habrophlebia fusca</i>	<i>Heptagenia flava</i> <i>Nemoura flexuosa</i> <i>Haliphus lineatocollis</i> <i>Limnius volckmari</i> Riolus cupreus	<i>Goera pilosa</i> <i>Lype reducta</i> <i>Oecetis notata</i> <i>Potamophylax latipennis</i> <i>Rhyacophila nubila</i>	
	fett: Leitart			
Grundarten der Flüsse des Tieflandes	<i>Anodonta anatina</i> <i>Physa fontinalis</i> <i>Gammarus pulex</i> <i>Gammarus roeseli</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Heptagenia sulphurea</i> <i>Serratella ignita</i> <i>Siphonurus aestivalis</i> <i>Calopteryx splendens</i> <i>Isoperla grammatica</i> <i>Leuctra fusca</i>	<i>Nemoura avicularis</i> <i>Nemoura cinerea</i> <i>Elmis maugetii</i> <i>Oulimnius tuberculatus</i> <i>Anabolia nervosa</i> <i>Athripsodes cinereus</i> <i>Ceraclea alboguttata</i> <i>Halesus radiatus</i> <i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Hydropsyche pellucidula</i> <i>Limnephilus affinis</i>	<i>Limnephilus extricatus</i> <i>Limnephilus flavicornis</i> <i>Limnephilus marmoratus</i> <i>Lype phaeopa</i> <i>Mystacides azurea</i> <i>Mystacides nigra</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Atherix ibis</i> <i>Dicranota bimaculata</i> <i>Eloeophila maculata</i> <i>Pilaria discollis</i>	
charakteristische Merkmale der Makrozoobenthos-Besiedlung	viele gemeinsame Arten mit den sandgeprägten Flüssen durch die Mündungssituation in die Lippe; hohe Individuendichten einzelner kalkliebender Arten; besiedelbare Substrate sind vor allem Holz, Wurzelbärte sowie Wasserpflanzen, das dominierende Sohlsubstrat Lehm ist nur eingeschränkt besiedelbar			
Fische				
kennzeichnende Arten Langdistanzwanderfische	Hasel-Rotaugen-Region • Hasel, Rotauge, Hecht, Karausche, Zwergstichling, Dreistachliger Stichling, Aal • keine Langdistanzwanderfische			
charakteristische Merkmale der Fischzönose	artenarme Fischzönose, Forellen und andere Fischarten mit hohem Sauerstoffbedarf fehlen auf Grund des mangelnden Laichplatzangebotes und der hohen Feinpartikelfracht, die die Atmung der Fische behindert; Dominanz von Arten des Hauptgerinnes, Arten der Auengewässer spielen durch die natürlich hohe Einschnittstiefe nur eine untergeordnete Rolle			
Vögel				
kennzeichnende Brutvögel	Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>), Brutröhren in steilen lehmigen Uferabbrüchen in Prallhängen, seltener Uferschwalbe (<i>Riparia riparia</i>) und Gebirgsstelze (<i>Motacilla cinerea</i>)			
Biber / Fischotter				
Biber / Fischotter	Vorkommen von Biber (<i>Castor fiber</i>) und Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)			
Laufkäfer / Spinnen				
kennzeichnende Arten vegetationsloser und vegetationsarmer Uferbänke	Laufkäfer <i>Bembidion biguttatum</i> <i>Bembidion dentellum</i>	<i>Bembidion guttula</i> <i>Bembidion lunulatum</i>	<i>Bembidion properans</i>	
charakteristische Merkmale der Laufkäfer- und Spinnenfauna	flussuferbewohnende (ripicole) Arten beschatteter bis besonnerter, feuchter, lehmiger Uferbänke			
aquatische Makrophyten				
Vegetationstypen, Pflanzengesellschaften, kennzeichnende Arten	• <i>Sparganium emersum</i> -Gesellschaft (<i>Sparganium emersum</i> , <i>Sagittaria sagittifolia</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Potamogetonnanans</i>), wuchsformenreiche Ausbildung • <i>Callitriche platycarpa</i> / <i>stagnalis</i> -Typ			
Ufer- und Auenvegetation				
kennzeichnende Vegetationseinheiten	dominant: Stieleichen-Hainbuchenwald auf feuchten bis nassen, lehmigen Gley- und Auenböden auch Erlen-Eschenwald, Erlen-Auwald kleinflächig: auf Moor- und Anmoorböden sowie in dauernassen Rinnen und an Altwässern Erlenbruchwald, Weidengebüsche, Röhrichte auf feuchten und nassen Roh- und Schlammböden Pionierfluren z. B. Zweizahnfluren und Flutrasen; Hochstaudenfluren auf verschiedensten Standorten Quellfluren Stillgewässer: Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte			

Tab. 2.3: Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes – hydrologische und physiko-chemische Merkmale

Fließgewässertyp		Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes	
Hydrologischer Typ			
Abfluss	permanent		
Abflussspende	abflussarm		
Abflussdynamik	dynamisch		
hydrologische Charakterisierung	hohe Retentionskapazität durch Lösslehmauflagen im Einzugsgebiet, Beeinflussung durch Karstquellen, mäßige Abflussschwankungen im Jahresverlauf (NW- und HW-Phasen), ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse		
Hydraulik Strömungsverhältnisse	vorherrschend geringe hydraulische Kräfte, mittlere zeitliche und örtliche Variabilität der hydraulischen Kräfte, mittlere bis hohe hydraulische Kräfte bei Hochwasser, geringe hydraulische Kräfte bei Hochwasser nur in Altgewässern, erhöhte Abflüsse im Einbettgerinne, Ausuferungen in die Auen erst bei abflussstärkeren Hochwassern		
Regimetyp	winterpluvial		
abflussreichste / -ärmste Monate	März, Januar / August, September		
Abflussschwankung im Jahr SK_{MAX} , SK_{JAHR}	SK_{MAX} : 1,6 SK_{JAHR} : 2,7		
Mittelwerte der Verhältnisse MNQ/MQ, MHQ/MQ	MNQ/MQ: 0,2 MHQ/MQ: 8,8		
Mittlere Abflussspende im Jahr, Mq [$l/s \cdot km^2$]	um 10		
Physiko-chemische Parameter			
Charakterisierung der Wassertemperatur	Beeinflussung der Wassertemperatur u.a. über die Beschattung des Flusses durch Ufergehölze und die eher schmalen Gerinne; lokale Abkühlung des Flusses durch Grundwasserzutritte (Karst) oder kühlere Zuläufe (Schledden) maximale Tagesmittelwerte im Sommer um 20°C		
Chemische Leitwerte			
Geochemische Charakterisierung	Karbonatgewässer, kalkreich und elektrolytreich		
Karbonathärte [mmol/l]	2,0 – 3,0		
Gesamthärte [mmol/l]	2,5 – 3,5		
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu S/cm$]	650 – 800; höher im Bereich natürlicher Solen		
pH-Wert	7,5 – 8,5		
Chlorid [mg/l]	≤ 25; höher im Bereich natürlicher Solen		
Gesamt-Phosphat [$\mu g/l$]	≤ 150		
ortho-Phosphat [$\mu g/l$]	≤ 60		
Nitrat [mg/l]	≤ 7		
Biochemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	≤ 2		
Ammonium [mg/l]	≤ 0,05		

II.2 • 7.1.3 Sandgeprägter Fluss des Tieflandes

Der *Sandgeprägte Fluss des Tieflandes* ist in der Westfälischen Bucht weit verbreitet. Darüber hinaus kommt er im Westfälischen Tiefland nördlich des Teutoburger Waldes vor. Das Einzugsgebiet der Flüsse, die im Kerngebiet der Westfälischen Bucht entspringen, liegt vollständig im Tiefland, während einige Oberläufe und Zuflüsse in der Grenzregion zum Deckgebirge bis in das Mittelgebirge reichen.

Die meisten sandgeprägten Gewässer weisen hinsichtlich der Korngrößenverteilung ein vergleichsweise homogenes Substratbild auf (Bild 30, 31). Kiesige Fraktionen finden sich in den Übergangsbereichen zu den Mittelgebirgslandschaften sowie in Bereichen der Fließgewässerlandschaft der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen. Räumlich untergeordnet können Niedermoore in die Auen eingelagert sein, die dort zu teilmineralischen Ausprägungen führen. Selten sind kleinräumige Festgesteinsbereiche anzutreffen, die felsdominierte Ausprägungen bedingen. Häufiger sind dagegen Mergelbänke anzutreffen, die lokal die Sohle prägen können und zur Ausbildung riffleartiger Strukturen führen.



Bild 30: Mittelgroße Sandgeprägte Flüsse des Tieflandes sind durch Ufergehölze weitgehend beschattet.

In Abhängigkeit der Talbodenbreiten und Gefälleverhältnisse können zwei Abschnittstypen auftreten (Abb. 15): Talabschnitte mit geringen Talbodenbreiten führen zu gestreckten bis schwach gewundenen Einzelbettgerinnen (Abb. 16). Dagegen erlauben die vorherrschenden weiten Sohlentäler zumeist mäandrierende bis stark mäandrierende Läufe mit hohem Verlagerungspotenzial (Abb. 17, 18).

Diese Verlagerungen führen zu einem ausgeprägten Feinrelief der Auen, die durch zahlreiche Rinnenstrukturen und Stillgewässer gegliedert werden. Besonders hervorzuheben sind sehr hohe vegetationsarme Steilufer, die durch das Anschneiden der Terrassenkanten entstehen.



Bild 31: Der Sandgeprägte Fluss des Tieflandes besitzt eine lagestabile, mit organischen Ablagerungen durchsetzte sandige Sohle.

Der sandgeprägte Fluss gehört in Nordrhein-Westfalen zu den Karbonatgewässern. Er ist mäßig kalkreich bis kalkreich und elektrolytreich, der pH-Wert liegt im leicht basischen Bereich. Das Wasser ist klar, dort wo Niedermoore in die Auen eingelagert sind, durch Huminstoffe auch leicht bräunlich gefärbt.

Der Stieleichen-Hainbuchenwald ist die dominierende Waldvegetation in den sandigen Auen der sandgeprägten Flüsse. An den Unterläufen der größeren Flüsse ist der Stieleichen-Ulmenwald verbreitet, die dynamischen Standorte in Gewässernähe werden von Weidenwäldern und -gebüsch besiedelt. In den Rinnensystemen der Aue, in Randsenken und an Altwässern wachsen auf nassen Anmoor- und Moorböden Erlen-Eschenwälder und Erlenbruchwälder. Das ausgeprägte Verlagerungsverhalten der gewundenen

und mäandrierenden Laufabschnitte schafft optimale Voraussetzungen für die Ansiedlung von gehölzfreien Pioniergesellschaften und Weidengebüschen, die auf den offenen sandigen Rohböden der ausgedehnten, mit organischem Material durchsetzten Gleituferbänke und im Bereich der trockeneren Rehnen und Dammufer wachsen (Bild 32, 33).

Großblaukräuter wie *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton alpinus* und *Potamogeton gramineus* sind charakteristische Wasserpflanzen sandgeprägter Flüsse. Zusammen mit Arten der wuchsformreichen Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens kennzeichnen sie diesen Flusstyp.

Die Wirbellosenbesiedlung sandgeprägter Flüsse ist in hohem Maße von der Anwesenheit lagestabiler Substrate abhängig. Wenige Substratspezialisten wie die Leitarten *Ephemera danica* und *Isoptena serricornis* vermögen auf Grund ihrer grabenden Lebensweise die gesamte Flusssohle zu besiedeln. Die lagestabile, langsam überströmte und detritusreiche Sandsohle ist ein charakteristischer und großflächig anzutreffender Lebensraum des sandgeprägten Flusses, der von weiteren Leitarten und Begleitern in hohen Individuendichten besiedelt wird (Abb. 14). Viele dieser Arten besitzen morphologische Anpassungen an das Leben in der oberen Sandschicht, in der sie eingegraben oder

zwischen den Detritusablagerungen gut getarnt leben. Leitarten dieses Lebensraumes sind die Muschel *Unio pictorum*, die Eintagsfliege *Brachycercus harrisella*, die Libelle *Gomphus vulgatissimus* (Bild 34) und die Steinfliege *Taeniopteryx nebulosa*. Neben dem dominierenden Sohlsubstrat besitzen Totholzansammlungen im sandgeprägten Fluss eine große Bedeutung für Tiere. Die Eintagsfliegen *Electrogena affinis*, *Heptagenia longicauda* und *Heptagenia flava* sowie die Köcherfliege *Lype reducta* sind in ihrem Vorkommen streng an diesen Lebensraum gebunden. Im Längskontinuum des sandgeprägten Flusses findet ein allmählicher Faunenwechsel statt, da ein Teil der Arten des Makrozoobenthos bevorzugt in großen Fließgewässern lebt.



Bild 32: Die Wechsellagerung von Sand und organischem Material (z. B. Falllaub, Äste) charakterisiert naturnahe Sandgeprägte Flüsse des Tieflandes.

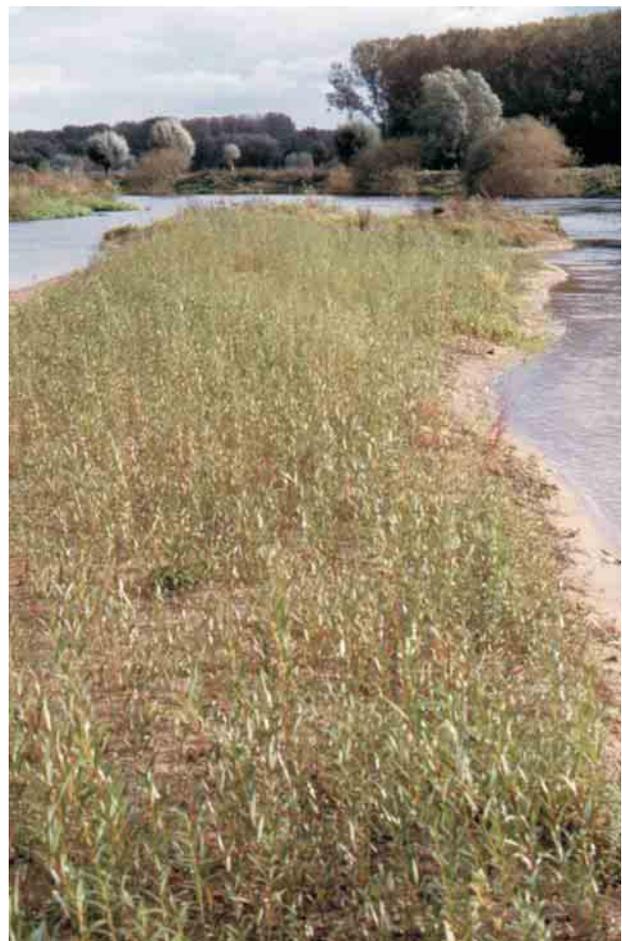


Bild 33: Die Gewässerdynamik schafft Jahr für Jahr großflächig neue Pionierstandorte, auf denen eine natürliche Sukzession z. B. mit Weiden oder anderen raschwüchsigen Pflanzen stattfindet.

Die Fischzönose des sandgeprägten Flusses ist artenreich. Ähnlich dem Makrozoobenthos lassen sich auch innerhalb der Fischzönose unterschiedliche Regionen im Längsverlauf unterscheiden. Die Bachschmerle lebt bevorzugt in totholzreichen Gewässerabschnitten mittelgroÙer FlüÙe der Hasel-Rotaugen-Region, während die Quappe eine typische Fischart für die größeren Sandflüsse ist (Bild 35).

Während der Laichzeit treten einzelne Wanderfischarten in großen Mengen auf. Maifisch und Flunder steigen bis in die Barbenregion auf, Lachs, Flussneunauge und Stör können bis in die Hasel-Rotaugenregion angetroffen werden. Die steilen Uferabbrüche der Prallufer sind bevorzugte Brutplätze von Eisvogel und Uferschwalbe. Der Flussregenpfeifer brütet auf den vegetationsfreien und -armen Sandflächen der

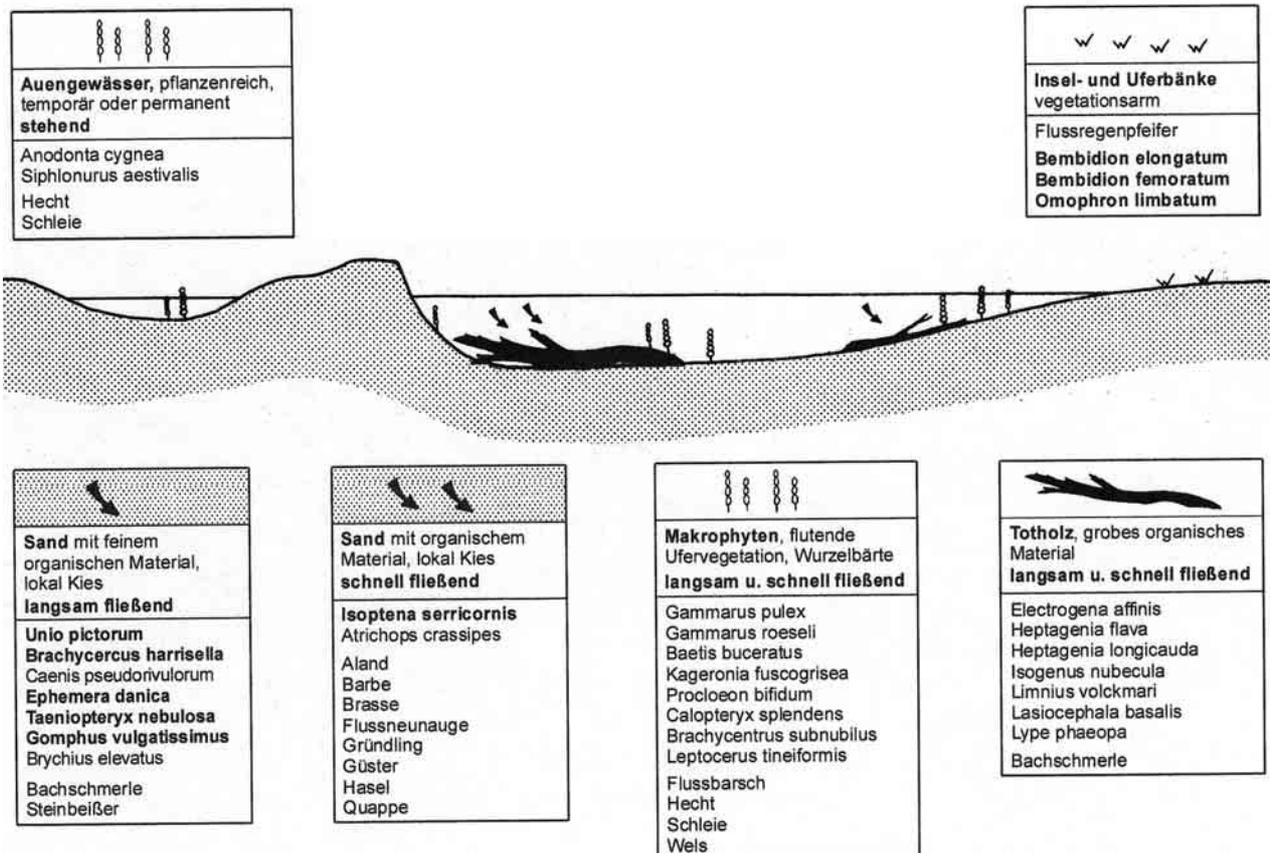


Abb. 14: Habitate und ausgewählte charakteristische Arten des Sandgeprägten Flusses des Tieflandes. Schematische und überhöhte Darstellung.

Gleitufer- und Inselbänke. Diese Standorte sind auch Lebensraum flussuferbewohnender Laufkäfer- und Spinnenarten. Der Laufkäfer *Bembidion elongatum* hält sich bevorzugt auf den teilbeschatteten sandigen Uferbänken auf, die Arten *Bembidion femoratum* und *Omophron limbatum* hingegen auf besonnten Sandflächen größerer Sandflüsse.

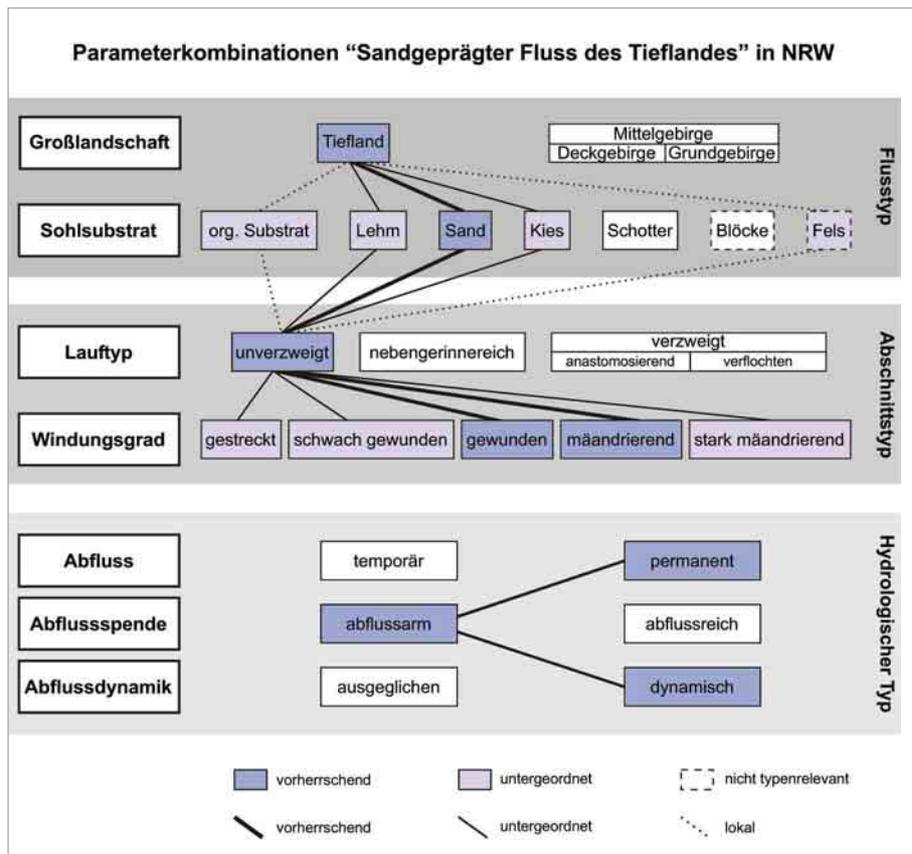


Abb. 15: Typendiagramm des Sandgeprägten Flusses des Tieflandes.

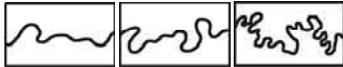


Bild 34: Die Großlibelle *Gomphus vulgatissimus* lebt als Larve 2 – 3 Jahre im sandigen Ufergrund der Gewässer.



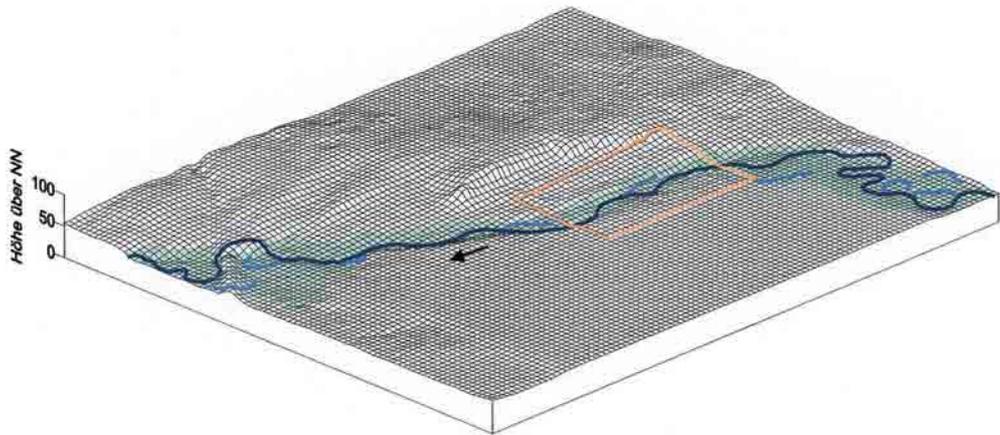
Bild 35: Die Quappe ist eine typische Fischart größerer Sandflüsse.

Tab. 3.1: Sandgeprägter Fluss des Tieflandes – morphologische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Sandgeprägter Fluss des Tieflandes	
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 16		Abb. 17 u. 18
Sohlenstruktur Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	Dominanz von Sand • Sand • Totholz lokal und untergeordnet • Kies • Lehm • organisches Material kleinräumig (Ems bei Rheine) • Fels insbesondere in Niederungen können eingelagerte Niedermoore und anmoorige Horizonte in den Auen auftreten, die zu „teilorganischen“ Ausprägungen führen		
Substratdiversität und -verteilung	geringe bis mäßige Substratvielfalt: eingeschränktes Korngrößenspektrum; Sand bei weitem überwiegend, große Mengen von ein- und aufgelagertem Totholz verschiedenster Größe, Kiese insbesondere in den oberen Mittelläufen und unterhalb kiesführender Nebengewässer		
Besondere Sohlenstrukturen	kleinräumig Festgesteinsriegel und -sohlabschnitte, schmale Längsbänke	vorherrschend Gleituferbänke (< 30 % der Gewässerbreite), selten Mittenbänke, ausgeprägte Kolke in Bogenscheiteln	
Querprofil			
Querprofil	flaches bis deutlich eingeschnittenes, häufig kastenförmiges Profil, mit zunehmender Gewässergröße verstärkte Dammuferbildung und deutliche Tendenz zur Ausbildung sehr flacher Querprofile		
Breitenvarianz	groß (1:2 – 1:5)		
Einschnittstiefe	50 – 250 cm		
Profiltiefe	durch ausgeprägtes Auenrelief sehr variabel, vorherrschend flach		
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	vorherrschend steile Ufer, flache Ausprägungen im Bereich von Längsbänken	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit deutlich geneigten Gleituferrändern, ausgeprägte Rehnen- bis Dammuferbildung, bei Erosion von Terrassenkanten bis zu 20 m hohe Steilwände	
Aue			
Ausuferungscharakteristik	große Sandflüsse: häufige und lang anhaltende flächenhafte Überflutungen der gesamten Aue kleine Sandflüsse: weniger häufige flächenhafte Überflutungen aufgrund höherer Profileistungsfähigkeit		
	--	Mündungssituation in den Rhein: Überprägung des Tieflandcharakters durch Überflutungsregime des Rheins	
Formenschatz der Aue	vereinzelt gestreckte Hochflutrinnen, ausgeprägte Terrassenkanten	gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, durchbruchbedingte Altwässer verschiedener Verlandungsstadien, ausgeprägte Uferwälle, vermoorte Randsenken, Flugsand- und Dünenfelder, in größeren Auen in die Niederterrasse eingreifende Rinnen	

³⁾ hier: Geltungsbereich; die für den jeweiligen Laufabschnitt potenziell natürlichen Gerinnebreiten sind zu ermitteln bzw. einzuschätzen

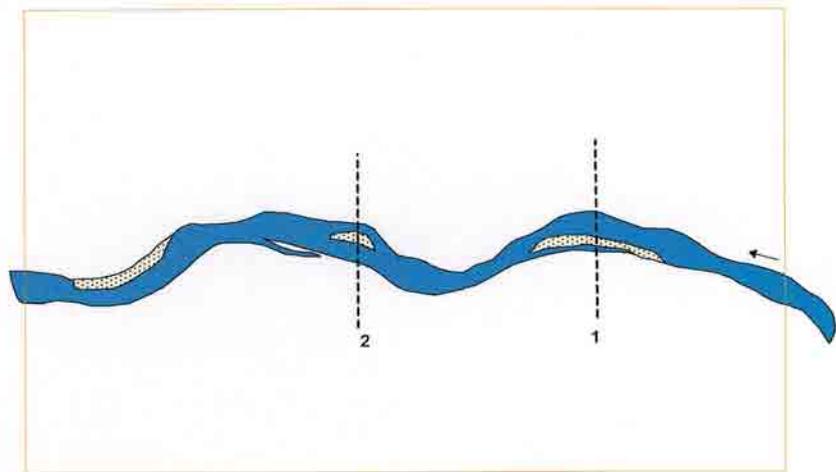
Talform / Aue / Gewässerlauf



- Aue
- Fließgewässer
- Rinne

0 500 1000 Meter

Laufform



- Fließgewässer
- Sandbank*

* vorherrschendes Größtkorn

0 250 500 Meter

Gewässer-/ Auenquerprofil

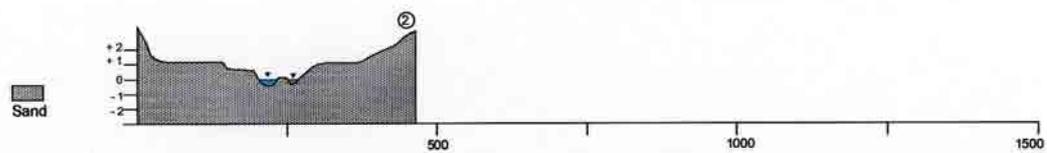
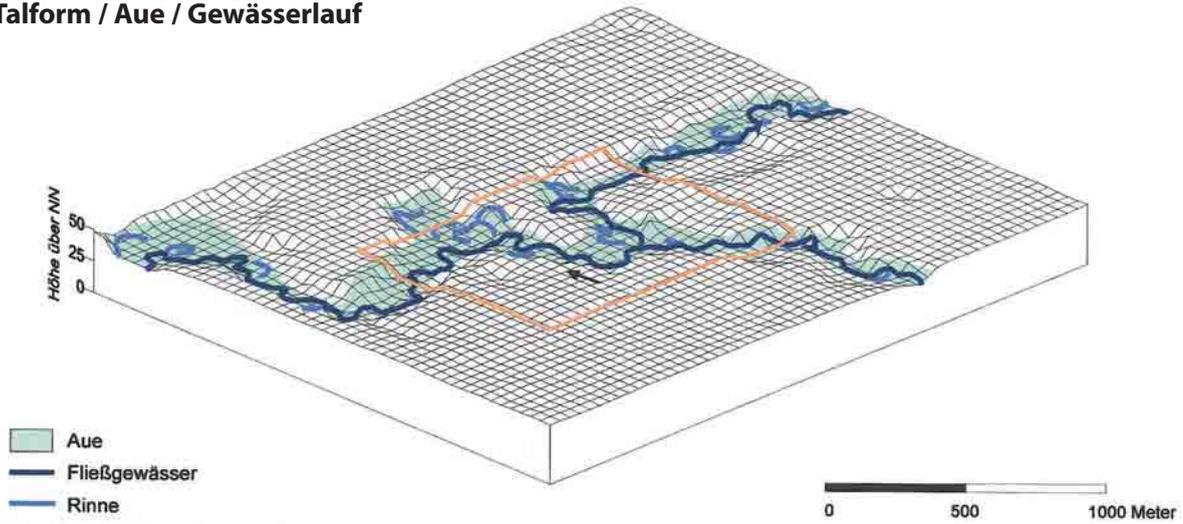


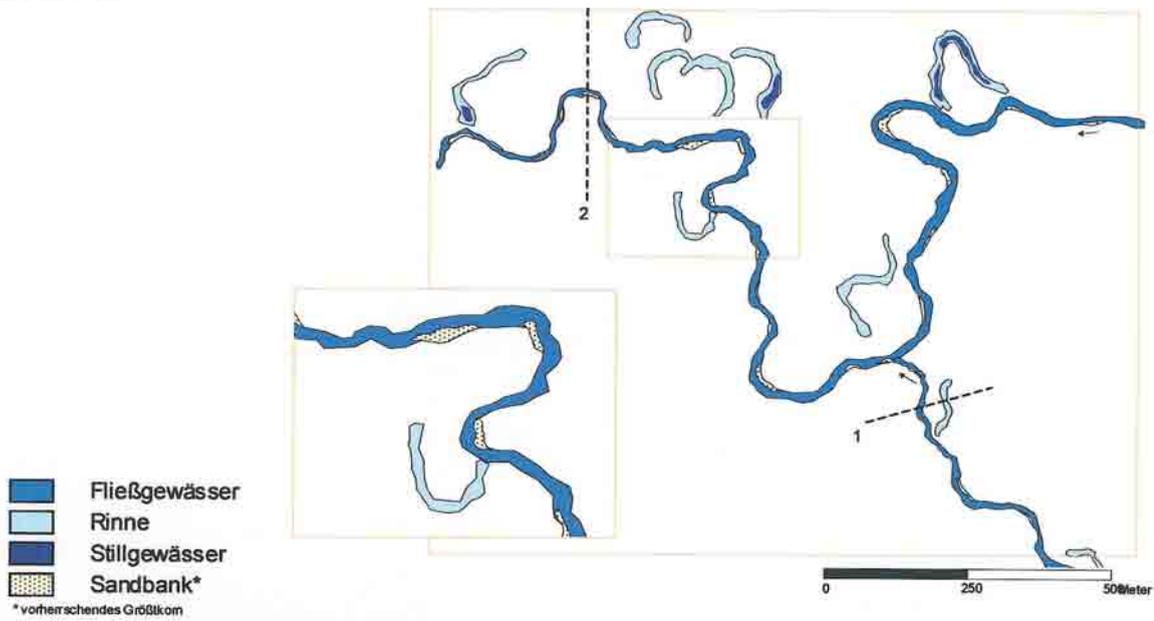
Abb. 16: Schwach gewundener, sandgeprägter Fluss des Tieflandes

EZG \approx 3150 km²

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerschnitt

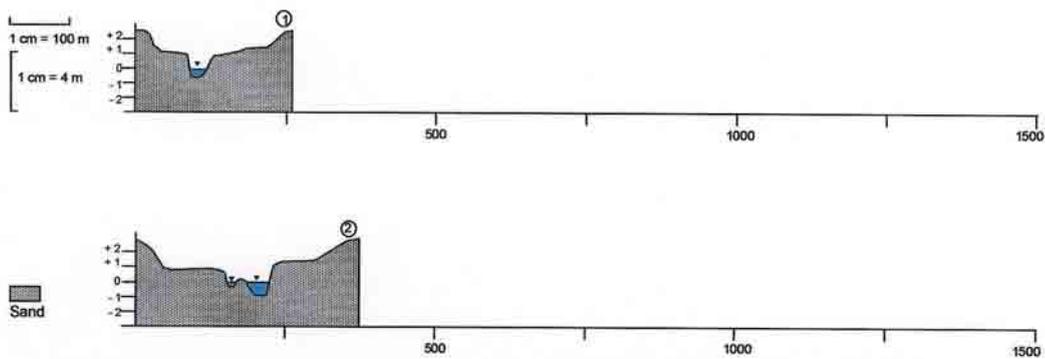
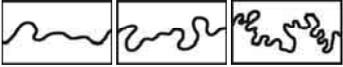


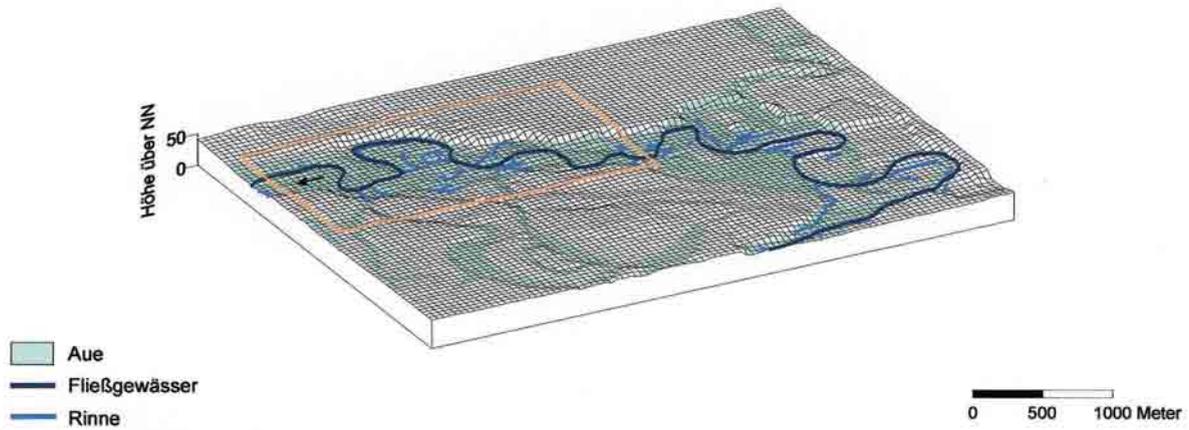
Abb. 17: Gewundener bis mäandrierender, sandgeprägter Fluss des Tieflandes

EZG \approx 350 km²

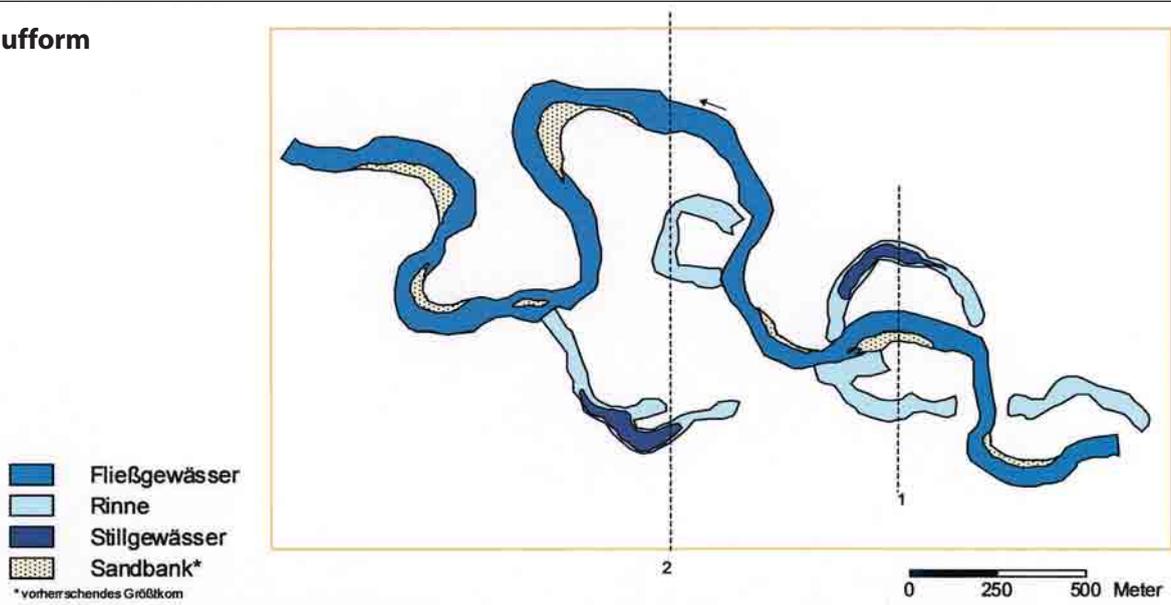
Fortsetzung Tab. 3.1: Sandgeprägter Fluss des Tieflandes – morphologische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Sandgeprägter Fluss des Tieflandes	
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 16		Abb. 17 u. 18
Sohlenstruktur Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	<p>Dominanz von Sand</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sand • Totholz <p>lokal und untergeordnet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kies • Lehm • organisches Material <p>kleinräumig (Ems bei Rheine)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fels <p>insbesondere in Niederungen können eingelagerte Niedermoore und anmoorige Horizonte in den Auen auftreten, die zu „teilorganischen“ Ausprägungen führen</p>		
Substratdiversität und -verteilung	geringe bis mäßige Substratvielfalt: eingeschränktes Korngrößenspektrum; Sand bei weitem überwiegend, große Mengen von ein- und aufgelagertem Totholz verschiedenster Größe, Kiese insbesondere in den oberen Mittelläufen und unterhalb kiesführender Nebengewässer		
Besondere Sohlenstrukturen	kleinräumig Festgesteinsriegel und -sohlabschnitte, schmale Längsbänke	vorherrschend Gleituferbänke (< 30 % der Gewässerbreite), selten Mittenbänke, ausgeprägte Kolke in Bogenscheiteln	
Querprofil			
Querprofil	flaches bis deutlich eingeschnittenes, häufig kastenförmiges Profil, mit zunehmender Gewässergröße verstärkte Dammuferbildung und deutliche Tendenz zur Ausbildung sehr flacher Querprofile		
Breitenvarianz	groß (1:2 – 1:5)		
Einschnittstiefe	50 – 250 cm		
Profiltiefe	durch ausgeprägtes Auenrelief sehr variabel, vorherrschend flach		
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	vorherrschend steile Ufer, flache Ausprägungen im Bereich von Längsbänken	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit deutlich geneigten Gleituferrändern, ausgeprägte Rehnen- bis Dammuferbildung, bei Erosion von Terrassenkanten bis zu 20 m hohe Steilwände	
Aue			
Ausuferungscharakteristik	große Sandflüsse: häufige und lang anhaltende flächenhafte Überflutungen der gesamten Aue kleine Sandflüsse: weniger häufige flächenhafte Überflutungen aufgrund höherer Profileistungsfähigkeit		
	--	Mündungssituation in den Rhein: Überprägung des Tieflandcharakters durch Überflutungsregime des Rheins	
Formenschatz der Aue	vereinzelt gestreckte Hochflutrinnen, ausgeprägte Terrassenkanten	gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, durchbruchbedingte Altwässer verschiedener Verlandungsstadien, ausgeprägte Uferwälle, vermoorte Randsenken, Flugsand- und Dünenfelder, in größeren Auen in die Niederterrasse eingreifende Rinnen	

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

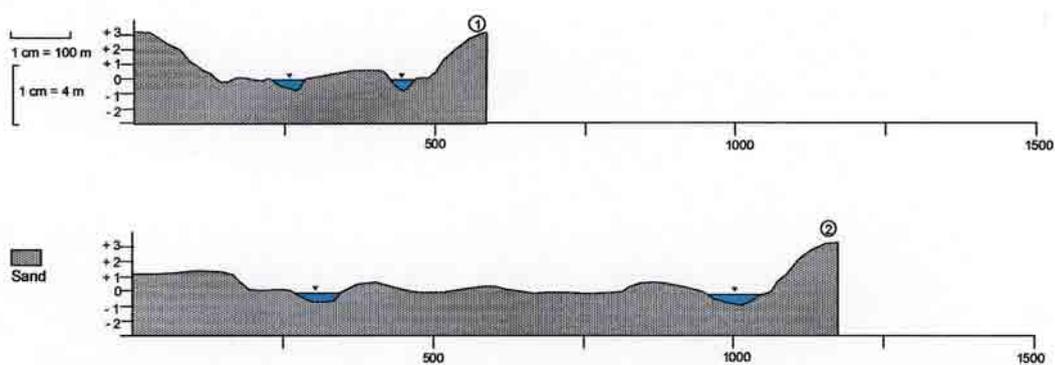


Abb. 18: Mäandrierender, sandgeprägter Fluss des Tieflandes

EZG \approx 3300 km²

Tab. 3.2: Sandgeprägter Fluss des Tieflandes – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Sandgeprägter Fluss des Tieflandes	
Makrozoobenthos			
Leitarten und Begleiter	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	<i>Anodonta cygnea</i> (g) <i>Pisidium supinum</i> (g) <i>Pseudanodonta complanata</i> (g) <i>Unio crassus</i> Unio pictorum <i>Unio tumidus</i> (g) <i>Viviparus viviparus</i> (g) <i>Baetis buceratus</i> (g) <i>Baetis tricolor</i> 0 (g) Brachycercus harrisella <i>Caenis pseudorivulorum</i> (g) <i>Caenis robusta</i> (g) <i>Electrogena affinis</i> Ephemera danica <i>Ephemera vulgata</i> (g) <i>Ephemerella notata</i> 0 (g)	<i>Ephoron virgo</i> (g) <i>Heptagenia flava</i> <i>Heptagenia longicauda</i> 0 (g) <i>Kageronia fuscogrisea</i> (g) <i>Palingenia longicauda</i> 0 (g) <i>Procladius bifidus</i> <i>Serratella mesoleuca</i> 0 (g) Gomphus vulgatissimus <i>Ophiogomphus cecilia</i> 0 <i>Isogenus nubecula</i> 0 (g) <i>Isoperla obscura</i> 0 (g) Isoptena serricornis <i>Nemoura flexuosa</i> (m) <i>Perlodes dispar</i> 0 <i>Siphonoperla taurica</i> 0	Taeniopteryx nebulosa <i>Brychius elevatus</i> <i>Haliplus lineatocollis</i> <i>Hygrotus versicolor</i> <i>Limnius volckmari</i> <i>Brachycentrus subnubilus</i> (g) <i>Ceraclea fulva</i> (g) <i>Ithytrichia lamellaris</i> <i>Lasiocephala basalis</i> (m) <i>Lepidostoma hirtum</i> <i>Leptocerus tineiformis</i> (g) <i>Neureclipsis bimaculata</i> (g) <i>Oecetis notata</i> (g) <i>Polycentropus flavomaculatus</i> <i>Atrichops crassipes</i>
	fett: Leitart 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen bzw. Vorkommen aus angrenzenden Gebieten bekannt (m): Verbreitungsschwerpunkt in mittelgroßen Fließgewässern (g): Verbreitungsschwerpunkt in großen Fließgewässern		
Grundarten der Flüsse des Tieflandes	<i>Anodonta anatina</i> <i>Physa fontinalis</i> <i>Gammarus pulex</i> <i>Gammarus roeseli</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Heptagenia sulphurea</i> <i>Serratella ignita</i> <i>Siphonurus aestivalis</i> <i>Calopteryx splendens</i> <i>Isoperla grammatica</i> <i>Leuctra fusca</i>	<i>Nemoura avicularis</i> <i>Nemoura cinerea</i> <i>Elmis maugetii</i> <i>Oulimnius tuberculatus</i> <i>Anabolia nervosa</i> <i>Athripsodes cinereus</i> <i>Ceraclea alboguttata</i> <i>Halesus radiatus</i> <i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Hydropsyche pellucidula</i> <i>Limnephilus affinis</i>	<i>Limnephilus extricatus</i> <i>Limnephilus flavicornis</i> <i>Limnephilus marmoratus</i> <i>Lype phaeopa</i> <i>Mystacides azurea</i> <i>Mystacides nigra</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Atherix ibis</i> <i>Dicranota bimaculata</i> <i>Eloeophila maculata</i> <i>Pilaria discicollis</i>
charakteristische Merkmale der Makrozoobenthos-Besiedlung	Arten lagestabiler, langsam überströmter und detritusreicher sandiger Ablagerungen sowie wenige grabende Arten (Substratspezialisten), hohe Arten- und Individuenzahl auf Holz und Wasserpflanzen, die als organisches „Hartsubstrat“ vor allem für die strömungsliebenden Arten eine große Rolle spielen		
Fische			
kennzeichnende Arten Langdistanzwanderfische	Hasel-Rotaugen-Region • Hasel, Rotaugen, Forelle (Bachforelle/Meerforelle), Groppe, Bachneunauge, Quappe, Hecht, Bachschmerle, Steinbeißer, Aal • Lachs, Flussneunauge, Stör 0 Barbenregion • Barbe, Nase (Rheineinzugsgebiet) bzw. Zährte (Ems- und Wesereinzugsgebiet), Gründling, Hasel, Rotaugen, Güster, Döbel, Schleie, Steinbeißer, Quappe, Hecht, Aal, Flussbarsch • Stör 0, Lachs, Flussneunauge, Maifisch 0 (evtl. zusätzlich Vorkommen der nahe verwandten Finte 0), Flunder Brassenregion • Brasse, Barbe, Rotaugen, Güster, Döbel, Aland, Ukelei, Schleie, Quappe, Steinbeißer, Hecht, Aal, Flussbarsch, Kaulbarsch, Wels, Karpfen, Bitterling, Flunder • Stör 0 (sowie weitere durchziehende Wanderfischarten) 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen		
charakteristische Merkmale der Fischzönose	artenreiche Fischzönose, je nach Gewässergröße und hydrologischem Typ rheophile Arten kühler Fließgewässer oder Arten sommerwarmer strömungsarmer Gewässer; charakteristische Fischart des Flusstyps ist die Quappe; viele Fischarten sind an das Vorkommen größerer Totholzmassen gebunden (z. B. Bachschmerle); neben Arten des Hauptgerinnes werden durch zahlreiche Altgewässer Arten der Auengewässer in größerem Umfang begünstigt wie z. B. der Steinbeißer, der im Schlamm der Uferbuchten und Rinnensysteme der Aue vorkommt		

Fortsetzung Tab. 3.2: Sandgeprägter Fluss des Tieflandes – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Sandgeprägter Fluss des Tieflandes	
Vögel			
kennzeichnende Brutvögel	Flussregenpfeifer (<i>Charadrius dubius</i>) häufig, auf großen vegetationsarmen Sandbänken Uferschwalbe (<i>Riparia riparia</i>) und Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>), Brutröhren in steilen, sandigen oder kiesigen, auch lehmigen Uferabbrüchen in Prallhängen, an günstigen Standorten v.a. an den Unterläufen große Kolonien der Uferschwalbe (>50 Brutpaare) selten Gebirgsstelze (<i>Motacilla cinerea</i>) und Flussuferläufer (<i>Actitis hypoleucos</i>)		
Biber / Fischotter			
Biber / Fischotter	Vorkommen von Biber (<i>Castor fiber</i>) und Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)		
Laufkäfer / Spinnen			
kennzeichnende Arten vegetationsloser und vegetationsarmer Uferbänke	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	Laufkäfer <i>Bembidion argenteolum</i> (g) <i>Bembidion articulatum</i> <i>Bembidion dentellum</i> <i>Bembidion elongatum</i> (m) <i>Bembidion femoratum</i> <i>Bembidion litorale</i> <i>Bembidion pygmaeum</i> (g)	<i>Bembidion semipunctatum</i> (g) <i>Bembidion tetracolum</i> <i>Bembidion velox</i> (g) <i>Dyschirius aeneus</i> (g) <i>Elaphrus riparius</i> (m) <i>Omophron limbatum</i>	Spinnen <i>Prinerigone vagans</i>
	fett: Leitart (m): Verbreitungsschwerpunkt an mittelgroßen Fließgewässern (g): Verbreitungsschwerpunkt an großen Fließgewässern		
charakteristische Merkmale der Laufkäfer- und Spinnenfauna	flussuferbewohnende (ripicole) Arten beschatteter bis besonnerter, sandiger Uferbänke; an großen Fließgewässern v.a. Arten teilbeschatteter und besonnerter Standorte		
aquatische Makrophyten			
Vegetationstypen, Pflanzengesellschaften, kennzeichnende Arten	<ul style="list-style-type: none"> • Großlaichkraut-Typ (<i>Potamogeton lucens</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>P. alpinus</i>, <i>P. gramineus</i>) • <i>Sparganium emersum</i>-Gesellschaft (<i>Sparganium emersum</i>, <i>Sagittaria sagittifolia</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Potamogeton natans</i>), wuchsformenreiche Ausbildung • <i>Callitriche platycarpa</i> / <i>stagnalis</i>-Typ • <i>Callitriche-Myriophylletum alterniflori</i> 		
Ufer- und Auenvegetation			
kennzeichnende Vegetationseinheiten	<p>dominant: Stieleichen-Hainbuchenwald, an größeren Flüssen auch Stieleichen-Ulmenwald auf lehmig-sandigen Auenböden</p> <p>auch Erlen-Eschenwald und Erlenbruchwald auf nassen Anmoor- und Moorböden der Rinnensysteme, in Randsenken und an Altwässern sowie an gefällearmen Abschnitten mit stagnierenden Überflutungen an größeren Flüssen mit höheren Wasserstandsschwankungen und hoher Dynamik stellenweise Weidenwälder und -gebüsche</p> <p>kleinflächig: Weidenwälder und -gebüsche und Röhrichte im Schwankungsbereich des Mittelwassers sowie in nassen Rinnensystemen, Randsenken und an Altwässern</p> <p>Pioniergesellschaften z. B. Zweizahnfluren auf feuchten bis nassen, sandig-schlammigen Rohböden häufig im Uferbereich; Pionierfluren trocken-sandiger Standorte auf Uferabbrüchen, Uferdämmen und kleinen Dünenfeldern; Hochstaudenfluren auf verschiedensten Standorten</p> <p>Quellfluren v. a. im Bereich ausgeprägter Terrassenkanten</p> <p>Stillgewässer: Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte</p>		

Tab. 3.3: Sandgeprägter Fluss des Tieflandes – hydrologische und physiko-chemische Merkmale

Fließgewässertyp	Sandgeprägter Fluss des Tieflandes
Hydrologischer Typ	
Abfluss	permanent
Abflussspende	abflussarm bis abflussreich
Abflussdynamik	dynamisch
hydrologische Charakterisierung	geringe bis mittlere Retentionskapazität in Sandgebieten, große Abflussschwankungen im Jahresverlauf (NW- und HW-Phasen), stark ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse
Hydraulik Strömungsverhältnisse	vorherrschend geringe hydraulische Kräfte, hohe zeitliche und örtliche Variabilität der hydraulischen Kräfte, mittlere hydraulische Kräfte v.a. in reliefertem Gelände oder bei Uferdammbildung, geringere hydraulische Kräfte bei ebenem Talboden (schnelle Ausuferung), geringe hydraulische Kräfte bei Hochwasser in Altgewässern
Regimetyp	winterpluvial, Mündungsbereiche durch das Abflussgeschehen des Rheins geprägt
abflussreichste / -ärmste Monate	Januar, Dezember / August, September
Abflussschwankung im Jahr SK <small>MAX' SK JAHR</small>	SK _{MAX} : 1,4 bis 2,4 SK _{JAHR} : 2,2 bis 6,2
Mittelwerte der Verhältnisse MNQ/MQ, MHQ/MQ	MNQ/MQ: 0,2 MHQ/MQ: 10,0
Mittlere Abflussspende im Jahr, Mq [l/s*km²]	7,9 – 15,5
Physiko-chemische Parameter	
Charakterisierung der Wassertemperatur	breite Temperaturspanne des Flusstyps zwischen beschatteten kleinen Flüssen mit schmalen Gerinnen und großen Flüssen mit breiten Gerinnen; Beeinflussung der Wassertemperatur u.a. über den Grad der Beschattung durch Ufergehölze; lokale Abkühlung des Flusses durch Grundwasserzutritte über den Porengrundwasserleiter maximale Tagesmittelwerte im Sommer 18°C bis 24°C
Chemische Leitwerte	
Geochemische Charakterisierung	Karbonatgewässer, mäßig kalkreich bis kalkreich und elektrolytreich
Karbonathärte [mmol/l]	1,0 – 2,0; lokal höher bei Einmündung von Flusstypen mit höherer Karbonathärte
Gesamthärte [mmol/l]	1,5 – 2,5; lokal höher bei Einmündung von Flusstypen mit höherer Gesamthärte
Elektrische Leitfähigkeit [μS/cm]	400 – 700; lokal höher bei Einmündung von Flusstypen mit höherer Leitfähigkeit bzw. im Bereich natürlicher Solen und anderer Mineralquellen
pH-Wert	7,5 – 8,0
Chlorid [mg/l]	\leq 25; lokal höher im Bereich natürlicher Solen
Gesamt-Phosphat [μg/l]	\leq 150
ortho-Phosphat [μg/l]	\leq 60
Nitrat [mg/l]	\leq 7
Biochemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	\leq 2
Ammonium [mg/l]	\leq 0,05

II.2 • 7.1.4 Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes

Der Kiesgeprägte Fluss des Tieflandes kommt in Nordrhein-Westfalen in der Niederrheinischen Bucht und im Westfälischen Tiefland nördlich des Teutoburger Waldes vor. Die Lage der oberen Einzugsgebiete am Nordrand der Eifel erklärt den Einfluss des Mittelgebirges auf einige Vertreter dieses Flusstyps.



Bild 36: Kiesgeprägte Flüsse des Tieflandes besitzen häufig ausgedehnte Uferbänke. Die Substrate werden durch die Strömung sortiert: Kiese lagern sich an den strömungsexponierten Stellen ab, Sand vor allem an den langsam fließenden Abschnitten.



Bild 37: Die vegetationsfreien Kiesbänke dienen dem Flussregenpfeifer als Brutplatz und sind Lebensraum für eine Vielzahl uferbewohnender Laufkäfer- und Spinnenarten.



Bild 38: In nassen Randsenken und in Rinnensystemen von Flussauen wachsen Erlenbruchwälder, die auf einen ganzjährig hohen Grundwasserstand angewiesen sind.

Die Substrate der kiesgeprägten Flüsse stammen zu großen Teilen aus den holozänen und auch pleistozänen kiesigen Terrassenkörpern der Niederrheinischen Bucht und des Tieflandes (Bild 36). Das Korngrößenspektrum reicht von der Lehm- bis in die Stein-/ Schotterfraktion, wobei die Gewässersohlen von gut gerundeten Kiesen dominiert werden (Bild 37). Räumlich untergeordnet können Niedermoore in die Auen eingelagert sein, die zu teilmineralischen Ausprägungen führen.

Die Talbodenbreiten bestimmen neben den Gefällewerten den Windungsgrad der Gewässer, der von gewundenen Laufabschnitten bei schmalen Talböden bis zu stark mäandrierenden Einzelbettgerinnen in gefällearmen Abschnitten der niederungsartigen Sohlentäler reicht (Abb. 20 – 22).

Einzelbettgerinne sind vorherrschend, Nebengerinne treten in den stillgewässerreichen und stark reliefierten Auen nur vereinzelt auf.



Bild 39: Die Grundwanze Aphelocheirus aestivalis ist die Leitart des Kiesgeprägten Flusses des Tieflandes. Im Laufe ihrer Entwicklung bevorzugt sie unterschiedliche, sandige oder kiesige, Substrate.

In Nordrhein-Westfalen treten zwei unterschiedliche geochemische Grundtypen des kiesgeprägten Flusses auf. Flüsse, deren Ursprung größtenteils in den kalkarmen Gesteinen des Grundgebirges oder in den Sanden und Kiesen der Hauptterrassen liegt, besitzen einen Übergangscharakter zwischen silikatischem und karbonatischem Gewässer. Ist der Anteil karbonatischer Gesteine im Einzugsgebiet größer, sind die Gewässer kalk- und elektrolytreich.

Die dominierende Waldvegetation der Auen ist der Stieleichen-Hainbuchenwald, der an den Unterläufen der Flüsse in den Stieleichen-Ulmenwald übergehen kann. Bei hohen Wasserstandsschwankungen wachsen in Gewässernähe Weidenwälder und -gebüsch, während die dauernassen Anmoor- und Moorböden in den Rinnensystemen der Aue, den verlandeten Altwässern und in den ausgedehnten randlichen Senken geeignete Standorte für Erlen-Eschenwälder und Erlenbruchwälder sind (Bild 38). Kurzlebige Pioniergesellschaften wie z. B. die Zweizahnfluren entwickeln sich auf den im Sommer trocken fallenden Rohböden der ausgedehnten Gleitufer- und Mittenbänke.

Neben den von Großlaichkräutern dominierten Wasserpflanzenbeständen und der wuchsformenreichen Ausbildung der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens kommen im *Kiesgeprägten Fluss des Tieflandes* Wasserhahnenfuß-Gesellschaften vor, die den Mittelgebirgs-einfluss widerspiegeln.

Die Wirbellosenbesiedlung *Kiesgeprägter Flüsse des Tieflandes* ist artenreich. Neben Feinsubstratbewohnern der langsam fließenden Bereiche wie z. B. Großmuscheln oder Larven der Flussjungfer *Gomphus* kommen vermehrt strömungsliebende Arten vor allem in den kiesdominierten Niedrigwasserbetten vor (Abb. 19). Hier lebt z. B. die Leitart *Aphelocheirus aestivalis* (Bild 39). In den sandigen Bereichen lebt die Zweiflüglerlarve *Atrichops crassipes* (Bild 40). Der Einfluss des Mittelgebirges macht sich im Auftreten von Arten wie *Gammarus fossarum*, *Perlodes microcephalus* und *Stenelmis canaliculata* bemerkbar.

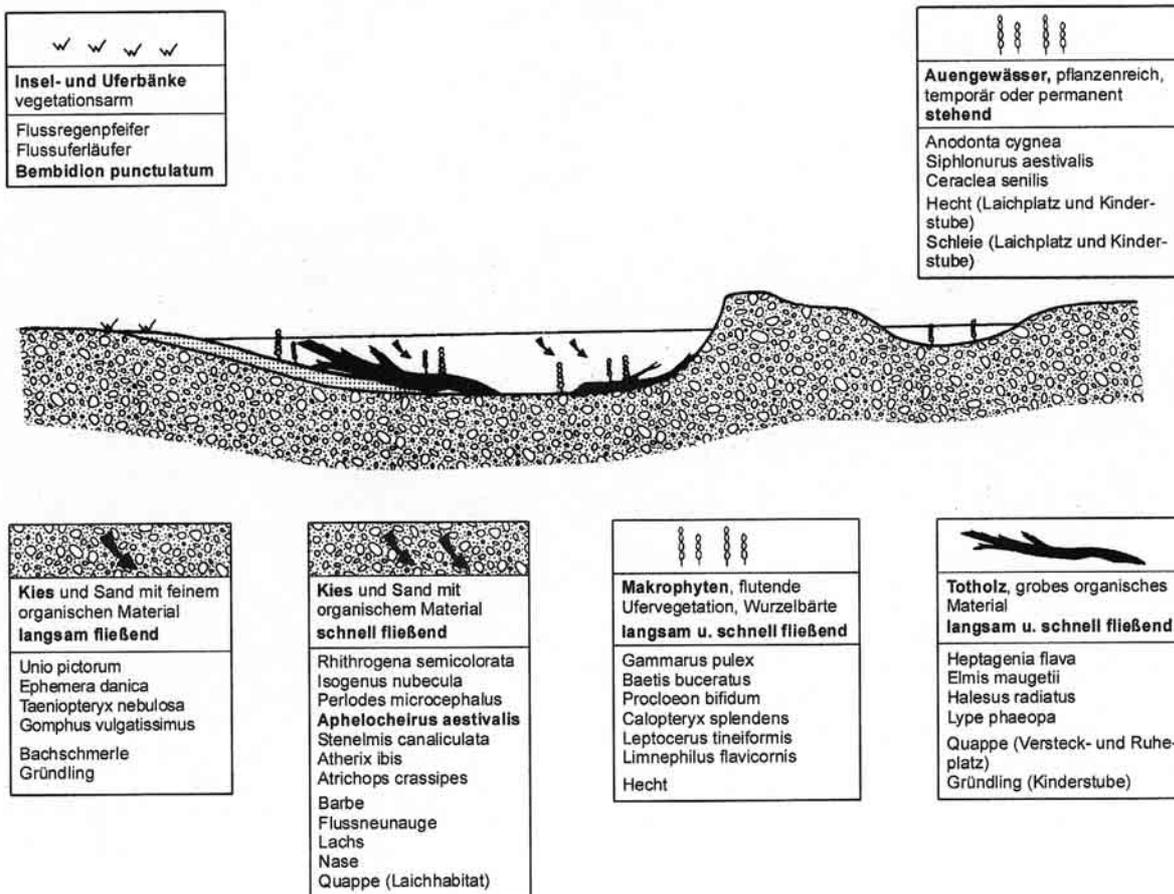


Abb. 19: Habitate und ausgewählte charakteristische Arten des Kiesgeprägten Flusses des Tieflandes. Schematische und überhöhte Darstellung.

Die Fischzönose der kiesgeprägten Flüsse ist artenreich und wird von zahlreichen Kieslaichern dominiert. Wanderfischarten wie Fluss- und Meerneunauge sowie Maifisch steigen bis in die Barbenregion auf, der Lachs bis in die Hasel-Rotaugen-Region (Bild 41).

Die ausgedehnten Gleitufer- und Mittenbänken sind bevorzugte Brutplätze für Flussregenpfeifer und Flussuferläufer. Dieser Lebensraum wird von einer artenreichen Laufkäfer- und Spinnenzönose besiedelt, unter denen z. B. der Laufkäfer *Bembidion punctulatum* charakteristisch ist.



Bild 40: Die seltene Zweiflüglerlarve *Atrichops crassipes* kommt nur in stabilen, sauerstoffreichen sandigen Ablagerungen in größeren Fließgewässern vor.



Bild 41: Anadrome Wanderfische und Rundmäuler wie das Flussneunauge stiegen früher in Nordrhein-Westfalen in großer Anzahl zum Laichen in die Flüsse auf.

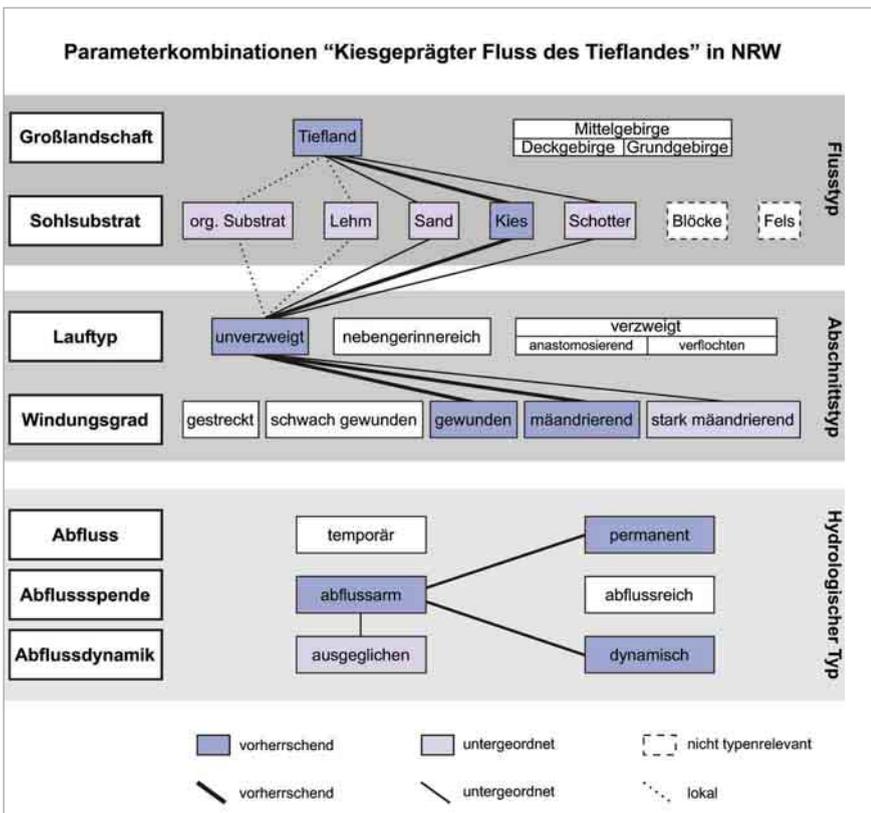
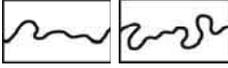
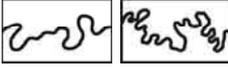


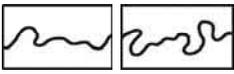
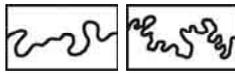
Abb. 20: Typendiagramm des Kiesgeprägten Flusses des Tieflandes.

Tab. 4.1: Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes – morphologische Charakterisierung

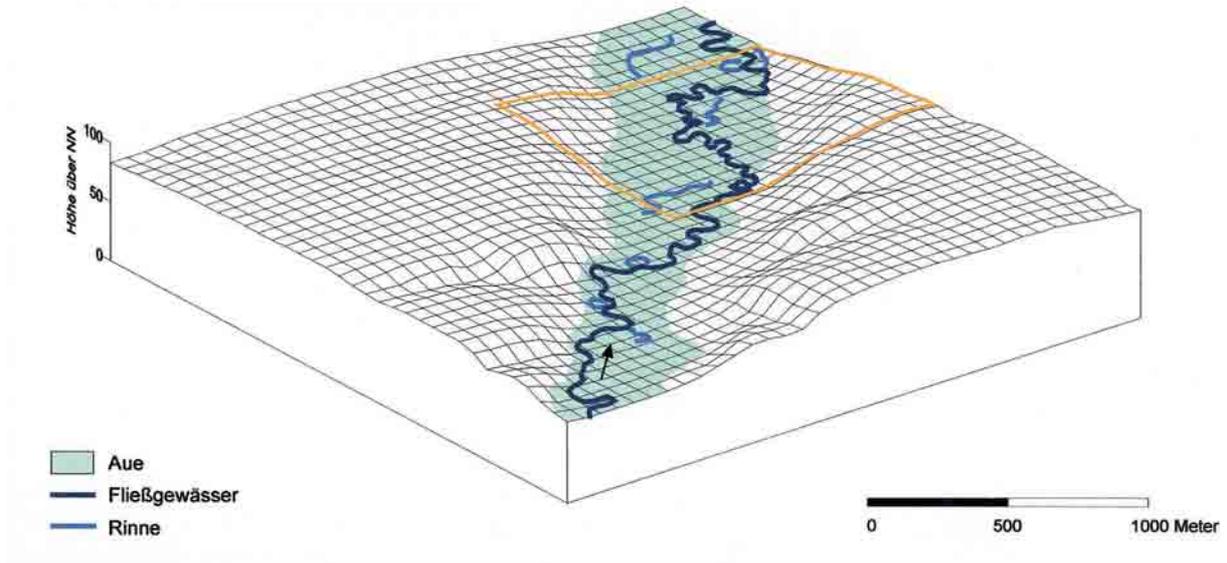
Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes	
Hydrologischer Typ/ Parameter	permanent		
Sohlbreite⁴	> 10 m		
Quellentfernung	> 20 – 30 km		
Talformen	<p>nicht längszonaler Wechsel zwischen zwei verschiedenen, morphologisch relevanten Talbodenformen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vorherrschend: ausgedehnte Sohlentäler mit weitgehend ebener, sehr breiter Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite > 1:10) • häufig: Sohlentäler ebener, breiter Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite 1:3 – 1:10) <p>(gefällereiche, stark durch das obere Einzugsgebiet im Mittelgebirge geprägte Laufabschnitte s. Flusstyp „Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges“)</p>		
Talbodenform/ -charakteristik	Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u.U. terrassiertem Talboden und gut verlagerbaren Substraten	gefällearme, sehr ausgedehnte, bis zu mehreren Kilometern breite Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u.U. terrassiertem Talboden und gut verlagerbaren Substraten	
Talbodengefälle	> 0,5 – 1,5 ‰	0,5 - 1‰	
Laufform			
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 21	Abb. 22	
Laufentwicklung	gewunden bis mäandrierend		mäandrierend bis stark mäandrierend
Windungsgrad	1,51 – 2,0 zumeist 1,51 – 1,8 Laufaußenbögen reichen häufig von Talkante zu Talkante		1,51 – 2,4 zumeist 1,7 – 2,2 Mäanderband nimmt große Teile des Talbodens ein
Laufotyp	unverzweigt		
laterale Erosion Verlagerungsverhalten Besondere Laufstrukturen	laterale und talabwärts gerichtete Verlagerung der Laufbögen, häufige Bildung von Durchbrüchen, selten Nebengerinne, zumeist an Totholzverklausungen gebunden, zahlreiche Auengewässer in temporärer oder permanenter Verbindung zum Hauptlauf		
Längsprofil			
Sohlgefälle	0,3 – 1‰ zumeist 0,3 – 1‰	0,2 – 0,7 ‰ zumeist 0,2 – 0,6 ‰	
Sohlgefällestruktur Querbänke	Wechsel von Schnellen und Stillen, Dimension der Riffle-Pool-Sequenzen in Abhängigkeit der Gewässergröße veränderlich überwiegend Stillenabschnitte, häufig flach überströmte Diagonalbänke		vorherrschend Stillenstrecken mit relativ kurzen Rifflestrecken
Strömungscharakteristik Strömungsbild	überwiegend turbulent und schnell fließend, jedoch auch längere ruhiger fließende Abschnitte		vorherrschend ruhig fließende Abschnitte, jedoch abschnittsweise turbulent
Strömungsdiversität Tiefenvarianz Häufigkeit und räumliche Verteilung	<p>groß bis sehr groß</p> <p>langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet, in Kolken, Kehrwassern und Stillenstrecken</p> <p>langsam (< 0,3m/s) und flach (< 0,5 m): häufig in Gleithängen, in gefällearmen Abschnitten vorherrschend</p>		<p>schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): häufig in Riffle- und Übergangsstrecken</p> <p>schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet in Kolken</p>

⁴⁾ hier: Geltungsbereich; die für den jeweiligen Laufabschnitt potenziell natürlichen Gerinnebreiten sind zu ermitteln bzw. einzuschätzen.

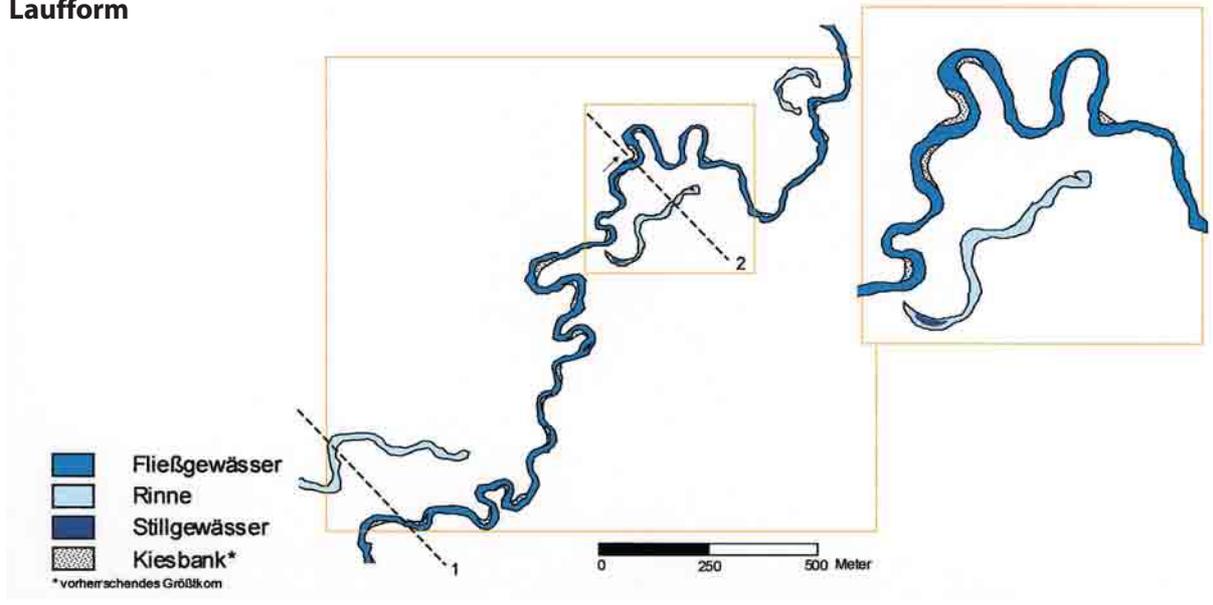
Fortsetzung Tab. 4.1: Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes – morphologische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes		
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen				
	Abb. 21		Abb. 22	
Kritische Sohlschubspannung (τ)	kleinräumig stark wechselnd zwischen 2 und 60 N/m ²			
Sohlenstruktur Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	Dominanz von Kies, vorherrschend gut gerundet, selten plattig • Kies • Steine / Schotter • Sand • Falllaub, Äste, Totholz • Lehm lokal können Niedermoore in die Auen eingelagert sein, die zu teilorganischen Ausprägungen führen			
Substratdiversität und -verteilung	große bis sehr große Substratvielfalt: Kies und Sand dominierend; NW-MW-Bett kiesdominiert, Bankstrukturen im angeströmten Bereich mit jeweils vorherrschendem Größtkorn, ausgedehnte Sand- und Schluffschleppen, Gleitufferrinnen mit Lehmauflagen, Totholz- und Treibselansammlungen			
Besondere Sohlenstrukturen	vorherrschend ausgedehnte Gleituferrinnen (30 – 70 % der Gewässerbreite), häufig auch Mittenbänke, ausgeprägte Kolke in Bogenseiteln			
Querprofil				
Querprofil	flaches bis mäßig eingeschnittenes Profil mit stark wechselnden Böschungshöhen aufgrund des ausgeprägten fluvialen Feinreliefs			
Breitenvarianz	groß (1:2 – 1:5)			
Einschnittstiefe	20 – 200 cm			
Profiltiefe	vorherrschend flach			
Uferstruktur	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit flach geneigten und durch Rinnen gegliederten Gleituffern, bei lateraler Erosion älterer Talstufen oder Terrassenkanten sehr hohe Steilufer			
Aue				
Ausuferungscharakteristik	zügig abfließende Hochwasser mit flächenhaften Überflutungen vorrangig im Winter und Frühjahr		häufige flächenhafte und lang anhaltende, d.h. mehrere Wochen währende, kleinräumig stagnierende Überflutungen der gesamten Aue im Winter und Frühjahr	
	Mündungssituationen und hochwasserbedingte Rückstaubereiche: Überprägung durch Überflutungsregime des Rheins bzw. der Maas			
Formenschatz der Aue	gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, einzelne Altwässer, steile, z.T. vegetationsfreie Böschungen in Terrassenkanten		gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, zahlreiche durchbruchbedingte Altwässer verschiedener Verlandungsstadien; ausgedehnte, zumeist randlich der Auen gelegene, ausgedehnte Niedermoore	

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

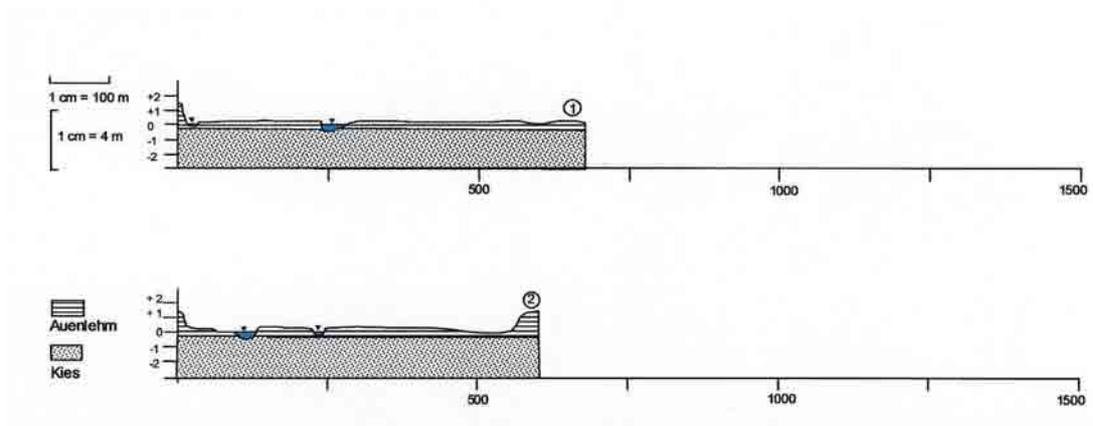
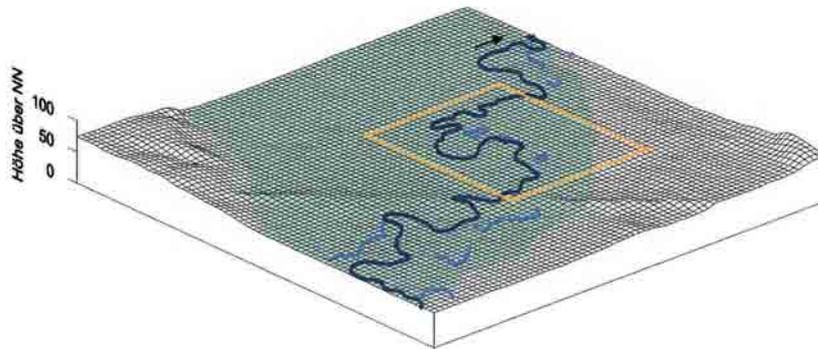


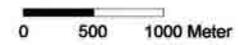
Abb. 21: Mäandrierender, kiesgeprägter Fluss des Tieflandes

EZG \approx 250 km²

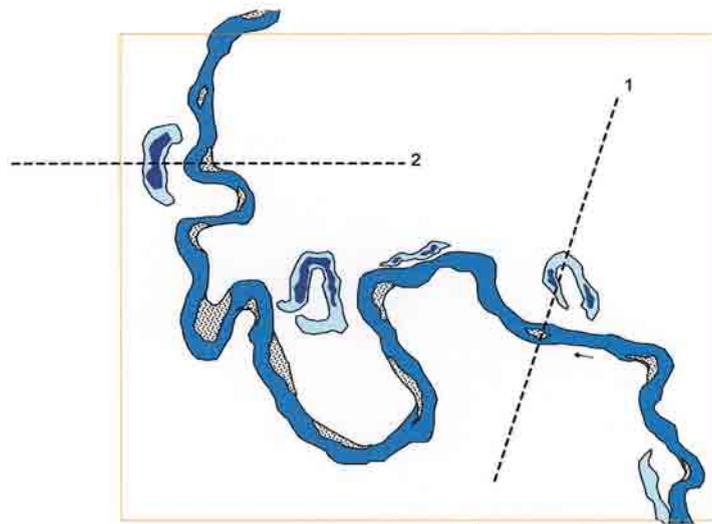
Talform / Aue / Gewässerlauf



- Aue
- Fließgewässer
- Rinne



Laufform



- Fließgewässer
- Rinne
- Stillgewässer
- Kiesbank*

* vorherrschendes Größtkorn

Gewässer-/ Auenquerprofil

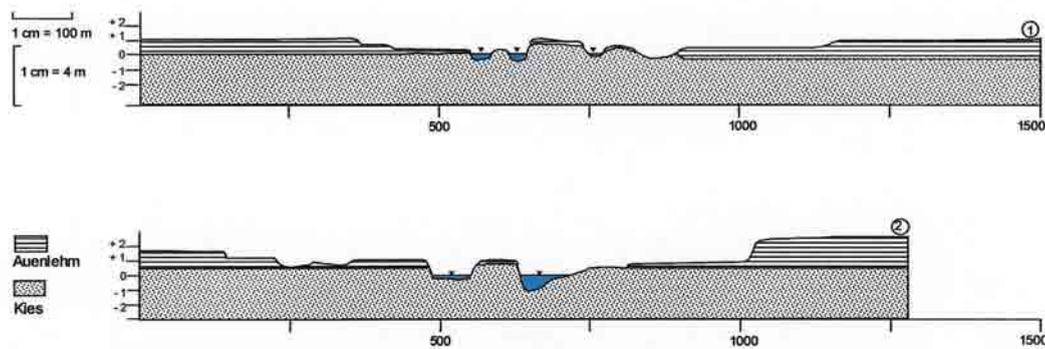


Abb. 22: Stark mäandrierender, kiesgeprägter Fluss des Tieflandes

EZG \approx 1850 km²

Tab. 4.2: Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp	Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes		
Makrozoobenthos			
Leitarten und Begleiter	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	<i>Polycelis tenuis</i> <i>Anodonta cygnea</i> (g) <i>Unio crassus</i> <i>Unio pictorum</i> <i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Gammarus fossarum</i> (m) <i>Baetis buceratus</i> (g) <i>Caenis pseudorivulorum</i> (g) <i>Ephemera danica</i> <i>Ephemerella notata</i> 0 (g) <i>Heptagenia flava</i> <i>Proclonon bifidum</i>	<i>Rhithrogena semicolorata</i> (m) <i>Gomphus vulgatissimus</i> <i>Isogenus nubecula</i> 0 (g) <i>Leuctra geniculata</i> <i>Nemoura flexuosa</i> (m) <i>Perlodes dispar</i> 0 <i>Perlodes microcephalus</i> (m) <i>Taeniopteryx nebulosa</i> <i>Aphelocheirus aestivalis</i> <i>Haliplus fluviatilis</i> <i>Limnius volckmari</i> <i>Stenelmis canaliculata</i>	<i>Ceraclea riparia</i> 0 (g) <i>Ceraclea senilis</i> <i>Goera pilosa</i> <i>Lasiocephala basalis</i> (m) <i>Lepidostoma hirtum</i> <i>Leptocerus tineiformis</i> <i>Neureclipsis bimaculata</i> (g) <i>Oecetis notata</i> (g) <i>Rhyacophila dorsalis</i> <i>Setodes punctatus</i> 0 (g) <i>Atrichops crassipes</i>
	fett: Leitart 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen bzw. Vorkommen aus angrenzenden Gebieten bekannt (m): Verbreitungsschwerpunkt in mittelgroßen Fließgewässern (g): Verbreitungsschwerpunkt in großen Fließgewässern		
Grundarten der Flüsse des Tieflandes	<i>Anodonta anatina</i> <i>Physa fontinalis</i> <i>Gammarus pulex</i> <i>Gammarus roeseli</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Heptagenia sulphurea</i> <i>Serratella ignita</i> <i>Siphonurus aestivalis</i> <i>Calopteryx splendens</i> <i>Isoperla grammatica</i> <i>Leuctra fusca</i>	<i>Nemoura avicularis</i> <i>Nemoura cinerea</i> <i>Elmis maugetii</i> <i>Oulimnius tuberculatus</i> <i>Anabolia nervosa</i> <i>Athripsodes cinereus</i> <i>Ceraclea alboguttata</i> <i>Halesus radiatus</i> <i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Hydropsyche pellucidula</i> <i>Limnephilus affinis</i>	<i>Limnephilus extricatus</i> <i>Limnephilus flavicornis</i> <i>Limnephilus marmoratus</i> <i>Lype phaeopa</i> <i>Mystacides azurea</i> <i>Mystacides nigra</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Atherix ibis</i> <i>Dicranota bimaculata</i> <i>Eloeophila maculata</i> <i>Pilaria discicollis</i>
charakteristische Merkmale der Makrozoobenthos-Besiedlung	rheophile Hartsubstratbesiedler stabiler Kiesablagerungen sowie Bewohner lagestabiler detritusreicher Sandablagerungen; im Übergangsbereich zum Bergland vermehrtes Auftreten von Arten, die bevorzugt Mittelgebirgsflüsse besiedeln		
Fische			
kennzeichnende Arten	Hasel-Rotaugen-Region		
Langdistanzwanderfische	<ul style="list-style-type: none"> • Hasel, Rotaugen, Forelle (Bachforelle/Meerforelle), Äsche, Groppe, Quappe, Hecht, Bachschmerle, Aal • Lachs 		
	Barbenregion <ul style="list-style-type: none"> • Barbe, Nase, Gründling, Hasel, Rotaugen, Güster, Döbel, Quappe, Aal, Hecht, Schleie, Flussbarsch • Lachs, Flussneunauge, Meerneunauge, Maifisch 0 (evtl. zusätzlich Vorkommen der nahe verwandten Finte 0) 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen		
charakteristische Merkmale der Fischzönose	aufgrund der differenzierten Strömungs- und Tiefenverhältnisse neben rheophilen Arten des Hauptgerinnes auch Arten strömungsärmerer Gewässerbereiche (z. B. strömungsberuhigte Flussbuchten, Altwasser); die meisten der vorkommenden Arten laichen in kiesigen Substraten, daneben aber auch Arten, die eher Sand oder Makrophyten als Laichsubstrat bevorzugen		
Vögel			
kennzeichnende Brutvögel	Flussregenpfeifer (häufig) (<i>Charadrius dubius</i>) und Flussuferläufer (<i>Actitis hypoleucos</i>) auf großen vegetationsarmen Kiesbänken, der Flussuferläufer auch an vegetationsreicheren Uferabschnitten Uferschwalbe (<i>Riparia riparia</i>) und Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>), Brutröhren in steilen, sandigen oder kiesigen, auch lehmigen Uferabbrüchen in Prallhängen, an günstigen Standorten v.a. an den Unterläufen große Kolonien der Uferschwalbe (>50 Brutpaare) selten Gebirgsstelze (<i>Motacilla cinerea</i>)		
Biber / Fischotter			
Biber / Fischotter	Vorkommen von Biber (<i>Castor fiber</i>) und Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)		

Fortsetzung Tab. 4.2: Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes	
Laufkäfer / Spinnen			
kennzeichnende Arten vegetationsloser und vegetationsarmer Uferbänke	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	Laufkäfer <i>Bembidion articulatum</i> <i>Bembidion femoratum</i> <i>Bembidion litorale</i>	<i>Bembidion punctulatum</i> <i>Bembidion tetracolum</i>	Spinnen <i>Prinerigone vagans</i>
	fett: Leitart		
charakteristische Merkmale der Laufkäfer- und Spinnenfauna	flussuferbewohnende (ripicole) Arten beschatteter bis besonner sandig-kiesiger Uferbänke; an großen Fließgewässern v.a. Arten teilbeschatteter und besonner Standorte		
aquatische Makrophyten			
Vegetationstypen, Pflanzengesellschaften, kennzeichnende Arten	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ranunculus</i>-Typ (<i>R. fluitans</i>, <i>R. peltatus</i>, <i>R. penicillatus</i>) der Flüsse mit Großblaukräutern • Großblaukraut-Typ (<i>Potamogeton lucens</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>P. alpinus</i>, <i>P. gramineus</i>) • <i>Sparganium emersum</i>-Gesellschaft (<i>Sparganium emersum</i>, <i>Sagittaria sagittifolia</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Potamogeton natans</i>), wuchsformenreiche Ausbildung • <i>Callitriche platycarpa</i> / <i>stagnalis</i>-Typ 		
Ufer- und Auenvegetation			
kennzeichnende Vegetationseinheiten	<p>dominant: Stieleichen-Hainbuchenwald, an größeren Flüssen auch Stieleichen-Ulmenwald auf lehmig-sandigen Auenböden</p> <p>auch Erlen-Eschenwald und Erlenbruchwald auf nassen Anmoor- und Moorböden der Rinnensysteme, in Randsenken und an Altwässern sowie an gefällearmen Abschnitten mit stagnierenden Überflutungen an größeren Flüssen mit höheren Wasserstandsschwankungen und hoher Dynamik stellenweise Weidenwälder und -gebüsche</p> <p>kleinflächig: Weidenwälder und -gebüsche und Röhrichte im Schwankungsbereich des Mittelwassers sowie in nassen Rinnensystemen, Randsenken und an Altwässern</p> <p>Pioniergesellschaften, z. B. Zweizahnfluren auf feuchten bis nassen, sandig- und kiesig-schlammigen Rohböden häufig im Uferbereich; Hochstaudenfluren auf verschiedensten Standorten</p> <p>Quellfluren v. a. im Bereich ausgeprägter Terrassenkanten</p> <p>Stillgewässer: Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte</p>		

Tab. 4.3: Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes – hydrologische und physiko-chemische Merkmale

Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes	
Hydrologischer Typ			
Abfluss	permanent		
Abflusspende	abflussarm		
Abflussdynamik	ausgeglichen bis dynamisch		
hydrologische Charakterisierung	teilweise hohe Retentionskapazitäten durch Lösslehmauflagen im Einzugsgebiet, mäßige bis große Abflussschwankungen im Jahresverlauf (NW- und HW-Phasen), ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse		
Hydraulik Strömungsverhältnisse	mittlere zeitliche und örtliche Variabilität der hydraulischen Kräfte, geringe hydraulische Kräfte bei Hochwasser in Altgewässern		
Regimtyp	winterpluvial, Mündungsbereiche durch das Abflussgeschehen von Rhein bzw. Maas geprägt		
abflussreichste / -ärmste Monate	März, Dezember/ September, August		
Abflussschwankung im Jahr SK_{MAX}, SK_{JAHR}	SK_{MAX} : 1,1 bis 1,6 SK_{JAHR} : 1,2 bis 2,8		
Mittelwerte der Verhältnisse MNQ/MQ, MHQ/MQ	MNQ/MQ: 0,3 MHQ/MQ: 11,3		
Mittlere Abflusspende im Jahr, $Mq [l/s \cdot km^2]$	10,6 – 13,4		
Physiko-chemische Parameter			
Charakterisierung der Wassertemperatur	breite Temperaturspanne des Flusstyps zwischen beschatteten kleinen Flüssen mit schmalen Gerinnen und großen Flüssen mit breiten Gerinnen; Beeinflussung der Wassertemperatur u.a. über den Grad der Beschattung durch Ufergehölze und den Anteil des Einzugsgebietes im Mittelgebirge; lokale Abkühlung des Flusses durch Grundwasserzutritte über den Porengrundwasserleiter maximale Tagesmittelwerte im Sommer 18°C bis 24°C		
Chemische Leitwerte			
Geochemische Charakterisierung	regional unterschiedlich, Silikatgewässer mit Übergang zum Karbonatgewässer (Rursystem), ansonsten kalkreich und elektrolytreich		
Karbonathärte [mmol/l]	um 1,0; bei Vorkommen devonischer Kalk- oder Mergelsteine im Einzugsgebiet um 2,0		
Gesamthärte [mmol/l]	um 1,5; bei Vorkommen devonischer Kalk- oder Mergelsteine im Einzugsgebiet um 3,0		
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu S/cm$]	um 450; bei Vorkommen devonischer Kalk- oder Mergelsteine im Einzugsgebiet um 800		
pH-Wert	um 7,5; bei Vorkommen devonischer Kalk- oder Mergelsteine im Einzugsgebiet pH-Werte bis 8,5 möglich		
Chlorid [mg/l]	≤ 25		
Gesamt-Phosphat [$\mu g/l$]	≤ 150		
ortho-Phosphat [$\mu g/l$]	≤ 60		
Nitrat [mg/l]	≤ 7		
Biochemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	≤ 2		
Ammonium [mg/l]	$\leq 0,05$		

II.2 • 7.2 Flusstypen des Mittelgebirges

II.2 • 7.2.1 Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges

Der Schottergeprägte Fluss des Grundgebirges ist in der Eifel und im gesamten Süderbergland verbreitet. Die Unterläufe dieses Flusstyps greifen bis in das Tiefland über und prägen somit Gestalt und Besiedlung der Flüsse über die eigentliche Mittelgebirgsregion hinaus.

Die Sohlen und Auen der schottergeprägten Flüsse weisen das gesamte Korngrößenspektrum von lehmigen bis blockigen Substraten auf und erreichen zudem lokal das anstehende Festgestein. Die vorherrschenden Steine und Schotter sind zumeist plattig bis kantengerundet. Sandige und lehmige Komponenten sind an strömungsberuhigte Bereiche von Bänken und Nebengerinnen gebunden und bilden keine flächenmäßig homogenen Einheiten. Als Beimischung sind Sande jedoch auch im Sohl- und Auen-substrat vertreten.



Bild 42: Mittelgroße Schottergeprägte Flüsse des Grundgebirges sind durch nebengerinnereiche, gestreckte bis gewundene Flussläufe charakterisiert, die von Erlen-Auwäldern begleitet werden.

Die den kiesig-steinigen, teilweise auch blockreichen Talbodenfüllungen flächenhaft aufgelagerten Auenlehme führen bei lateraler Verlagerung den Gewässern einen erheblichen Feinsedimentanteil zu.

Die kleinräumig wechselnden Talbodenbreiten und Gefälleverhältnisse führen zu verschiedenartigen Ausprägungen der Gerinnebettmuster (Abb. 24).

Laufabschnitte in Engtalabschnitten zeichnen sich durch gestreckte bis schwach gewundene Gewässerverläufe mit einzelnen Nebengerinnen aus (Abb. 25).

Die stark geneigten oder auch schmalen Talböden der mittelgroßen Gewässer bedingen häufig eingetiefte schmale Hochflutbetten, die durch sehr nebengerinnereiche, gestreckte bis gewundene Flussläufe gegliedert werden (Bild 42, Abb. 26).

In Sohlentälern treten in Abhängigkeit der Gefälle-, Geschiebe- und Abflussverhältnisse zwei unterschiedliche Ausprägungen auf: Abschnitte mit nebengerinnereichen, schwach gewundenen bis gewundenen Gewässerläufen oder Laufabschnitte mit gewundenen bis mäandrierenden Einzelbettgerinnen (Bild 43, Abb. 27, 29).



Bild 43: Die nach ablaufendem Hochwasser noch vegetationsfreien Kies- und Schotterbänke bilden ideale Standorte für Pionierbesiedler unter den Pflanzen und Tieren.



Bild 44: An den Ufern und in den zahlreichen Nebengerinnen vor allem mittelgroßer Flüsse wachsen auf blockreichen Standorten auffällige Bestände der Pestwurz.

Die Austritts- und Übergangsbereiche in das Tiefland sowie die Mündungsbereiche zeichnen sich durch akkumulative Sedimentationsbedingungen und damit einhergehende Tendenz zu großräumigen Laufverlagerungen und der Ausbildung zahlreicher Nebengerinne aus (Abb. 28). Kleinräumig können hier in besonders gefällereichen Abschnitten verflochtene Gewässerabschnitte auftreten.

Schottergeprägte Flüsse des Grundgebirges sind kalk- und elektrolytarme Silikatgewässer. Sie sind mäßig gepuffert und führen klares und nährstoffarmes Wasser. Das lokale Vorkommen kalkhaltiger Gesteine im Einzugsgebiet führt zu einem Ansteigen von Härte und elektrischer Leitfähigkeit.



Bild 45: Im Spätsommer und Herbst prägen Weidengebüsche, Hochstaudenfluren und Pioniergesellschaften die lückig bewachsenen Kies- und Schotterbänke der großen Schottergeprägten Flüsse des Grundgebirges.



Bild 46: Die Eintagsfliege *Potamanthus luteus* galt in Nordrhein-Westfalen lange Zeit als ausgestorben. Eine gute Wasserqualität und eine große Strukturvielfalt sind Voraussetzungen für die Wiederkehr dieser und anderer Leitarten in Flüssen.

Die vorherrschenden Auwälder der schottergeprägten Flüsse sind der Stieleichen-Hainbuchenwald und der Erlen-Eschenwald. An wärmebegünstigten Standorten mit hohen Wasserstandsschwankungen wachsen vor allem in den Flussunterläufen Stieleichen-Ulmenwälder und ufernah Weidenwälder und -gebüsche.

Der Anteil weiterer Pflanzengesellschaften hängt wesentlich vom Gerinnebettmuster ab. Erlen-Auwälder und Hochstaudenfluren, wie die verbreitete Pestwurzflur, säumen die schotter- und blockreichen Ufer vor allem kleiner Flüsse mit gestreckten bis gewundenen Läufen (Bild 44). Ausgedehnte Pionierfluren, wie die Flussknöterich-Gesellschaft sowie weitere waldfreie Standorte sind bei weitreichender lateraler Gerinneverlagerung auf den ausgedehnten schotter- und kiesdominierten Bänken vor allem an den Unterläufen anzutreffen (Bild 45). Dauernasse Standorte in der Aue bleiben auf quellige Randsenken, Rinnensysteme der älteren Talstufen und Altwässer beschränkt.

In den stark beschatteten Flussabschnitten herrschen Moosgesellschaften in den blockreichen Gewässerbetten vor. Besonders verbreitet sind in den größeren schottergeprägten Flüssen Wasserhahnenfuß-Gesellschaften, die in Begleitung von Großlaichkräutern auftreten.



Bild 47: Die Steinfliege *Perla burmeisteriana* lebt als Larve mehrere Jahre im Gewässer. Die Art stellt höchste Ansprüche an die Wasserqualität.

Auf Grund der Substrat- und Strömungsvielfalt besitzt der *Schottergeprägte Fluss des Grundgebirges* den größten Artenreichtum aller Flusstypen in Nordrhein-Westfalen. Charakteristisch für die vorherrschenden, schnell bis turbulent fließenden schotterreichen Gewässerabschnitte sind die vielen sauerstoff- und strömungsliebenden Hartsubstrat- und Moosbesiedler. Unter ihnen finden sich die Leitarten *Ecdyonurus insignis*, *Oligoneuriella rhenana* und *Potamanthus luteus* aus der Ordnung der Eintagsfliegen, die Kleine Zangenlibelle *Onychogomphus forcipatus*, die Steinfliege *Perla burmeisteriana*, der Wasserkäfer *Stenelmis canaliculata* und die kiesige bis sandige Substrate bewohnende Großmuschel *Unio crassus* (Bild 46, 47). Weitere Leitarten mit einem Verbreitungsschwerpunkt in den kühleren mittelgroßen Flüssen sind die Eintagsfliege *Baetis lutheri* und die in großer Individuenzahl anzutreffenden Vertreter der Köcherfliegen-Familie Brach-

centridae (z. B. *Brachycentrus maculatus*, *Micrasema setiferum*) (Bild 48). Daneben bietet die strukturreiche Gewässersohle zahlreiche strömungsberuhigte Mikrohabitate, die weiteren Bewohnern von Hartsubstraten sowie Detritus- und Falllaubablagerungen einen Lebensraum bieten (Abb. 23). Beispiele dafür sind die Eintagsfliege *Ecdyonurus dispar*, Steinfliegen der Gattung *Leuctra*, der Käfer *Esolus parallelepipedus* und die Köcherfliege *Allogamus auricollis*. Im Längsverlauf der Flüsse tritt eine allmähliche Verschiebung der Lebensgemeinschaft zu Gunsten der Arten großer Flüsse auf.

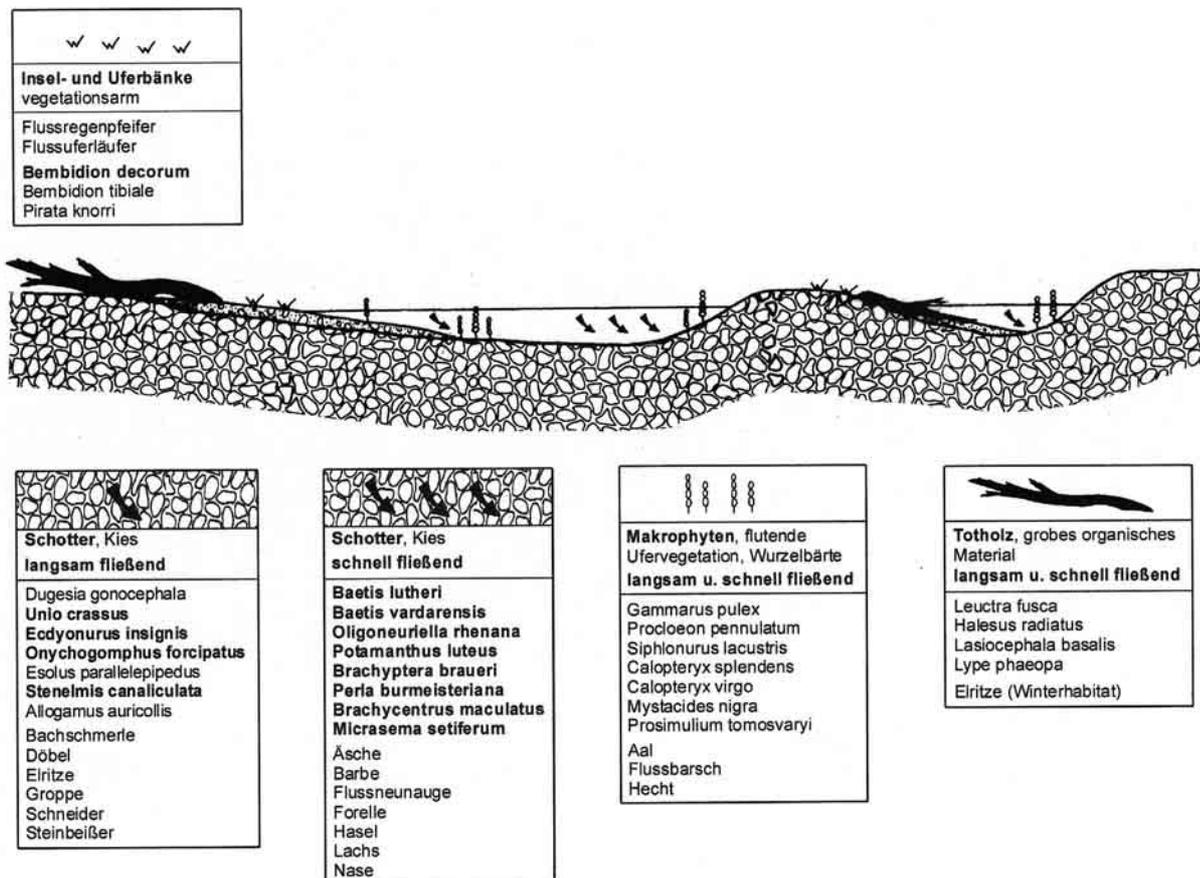


Abb. 23: Habitate und ausgewählte charakteristische Arten des Schottergeprägten Flusses des Grundgebirges. Schematische und überhöhte Darstellung.

Viele charakteristische Fischarten des schottergeprägten Flusses wie die Äsche und der Schneider besiedeln die fließenden schotterreichen Riffle-Pool-Strecken des Hauptgerinnes (Bild 49). Die reich strukturierten Querprofile und Nebengerinne bieten daneben aber auch Fischen, die strömungsärmere und feinsedimentreichere Bedingungen bevorzugen, sowie Jungfischen aller Fischarten geeignete Teillebensräume. Neben den habitat-spezifischen Ansprüchen zeigt die Fischzönose ähnlich der Wirbellosenbesiedlung eine längszonale Artenverschiebung von den mittelgroßen Flüssen bis zu den großen Gewässern und den Mündungsbereichen.



Bild 49: Die Äsche findet ihre Laichplätze in kiesigen sauerstoffreichen Sedimenten. Sie ist namensgebend für die Äschenregion und besitzt einen Verbreitungsschwerpunkt in mittelgroßen Flüssen.



Bild 48: Die Köcherfliege *Micrasema setiferum* ist eine Leitart der mittelgroßen Schottergeprägten Flüsse des Grundgebirges. Nach über 80 Jahren konnte sie erstmalig wieder in Nordrhein-Westfalen nachgewiesen werden.

An den mittelgroßen Flüssen brüten regelmäßig Gebirgsstelze und Wasserramsel. In Rheintalnähe und in den Flussunterläufen profitiert besonders der Flussregenpfeifer von den ausgedehnten vegetationsarmen und kiesreichen Ufer- und Inselbänken. Diese vegetationsarmen Standorte sind auch Lebensraum der Spinne *Pirata knorri* sowie der Laufkäfer *Bembidion tibiale* und *Bembidion decorum*.

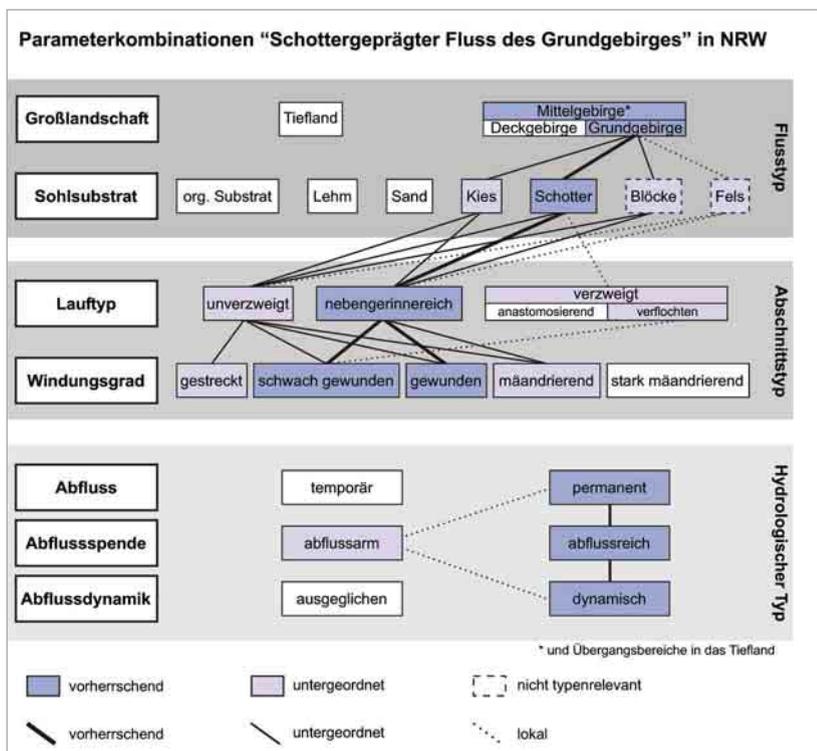
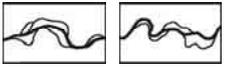
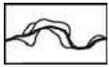


Abb. 24: Typendiagramm des Schottergeprägten Flusses des Grundgebirges.

Tab. 5.1: Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges – morphologische Charakterisierung

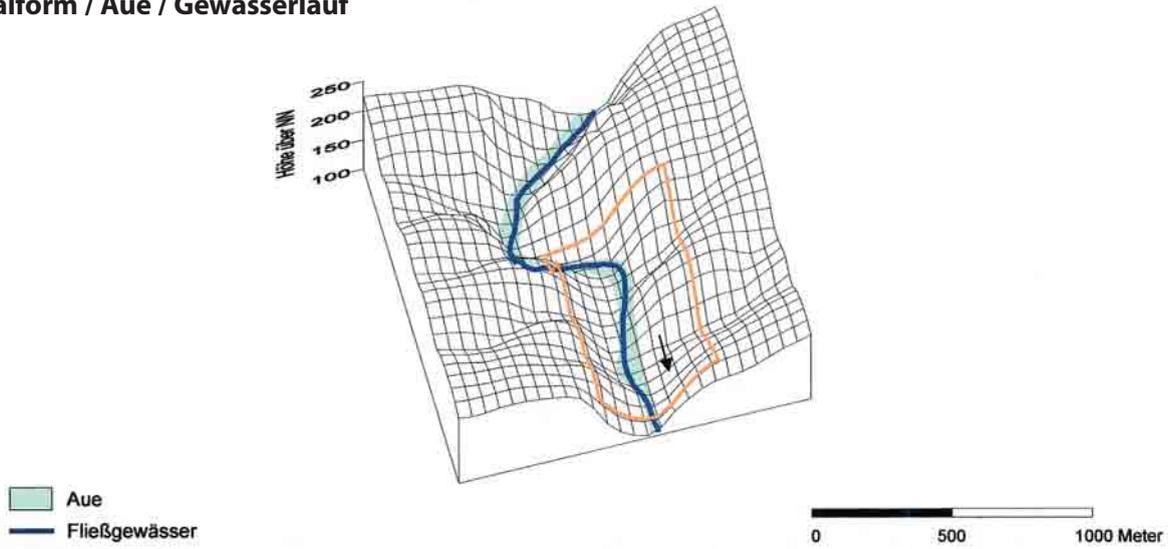
Fließgewässertyp	Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges ⁵		
Hydrologischer Typ/ Parameter	permanent		
Sohlbreite ⁶	> 10 m		
Quellentfernung	> 20 – 30 km		
Talformen	z.T. kleinräumiger, nicht längszonaler Wechsel zwischen drei verschiedenen, morphologisch relevanten Talbodenformen ⁷ : <ul style="list-style-type: none"> • häufig: gefällereiche Engtäler mit schmaler Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite < 1:3) sowie gefällereiche Mäandertäler und Sohlentäler mit zum Gewässer schwach geneigtem Talboden oder deutlich gegen den höheren Talboden abgesetztem Hochflutbett • häufig: gefällereiche Sohlen- und Mäandertäler mit weitgehend ebener, breiter Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite > 1:3) sowie lokale mittelgebirgsgeprägte Austrittsbereiche in das Tiefland • selten: gefällearme Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u.U. terrassiertem Talboden 		
Talbodenform/ -charakteristik	gefällereiche Engtal-, Mäandertal- und Sohlentalabschnitte mit schmaler unterer Talstufe bzw. schmalen Hochflutbett mit häufig blockreichem Material, das einen engen Migrationskorridor definiert, der vollständig vom Hochflutbett eingenommen wird	gefällereiche Sohlen- und Mäandertalabschnitte mit breiter unterer Talstufe und verlagerbaren Substraten in ausgedehntem Migrationskorridor sowie gefällereiche Tieflandabschnitte	gefällearme Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u.U. terrassiertem Talboden und gut verlagerbaren Substraten
Talbodengefälle	3 – 6 ‰	2 – 4 ‰	um 2 ‰
Laufform			
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen	 Abb. 25	 Abb. 27 u. 28	 Abb. 29
	 Abb. 26	 *	
Laufentwicklung	gestreckt bis schwach gewunden	schwach gewunden bis mäandrierend	gewunden bis mäandrierend
Windungsgrad	1,01 – 1,25 zumeist 1,04 – 1,1	1,25 – 2,0 zumeist 1,35 – 1,6	1,25 – 2,0 zumeist 1,4 – 1,8
Laufotyp	zumeist nebengerinnereich, bei sehr schmalen Talböden ohne Nebengerinne	nebengerinnereich bis verflochten* (*nur kleinräumig; keine Ausweisung auf Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen)	unverzweigt

⁵⁾ und gefällereichen Übergangsbereichen in das Tiefland, dominierender Anteil EZG im Grundgebirge

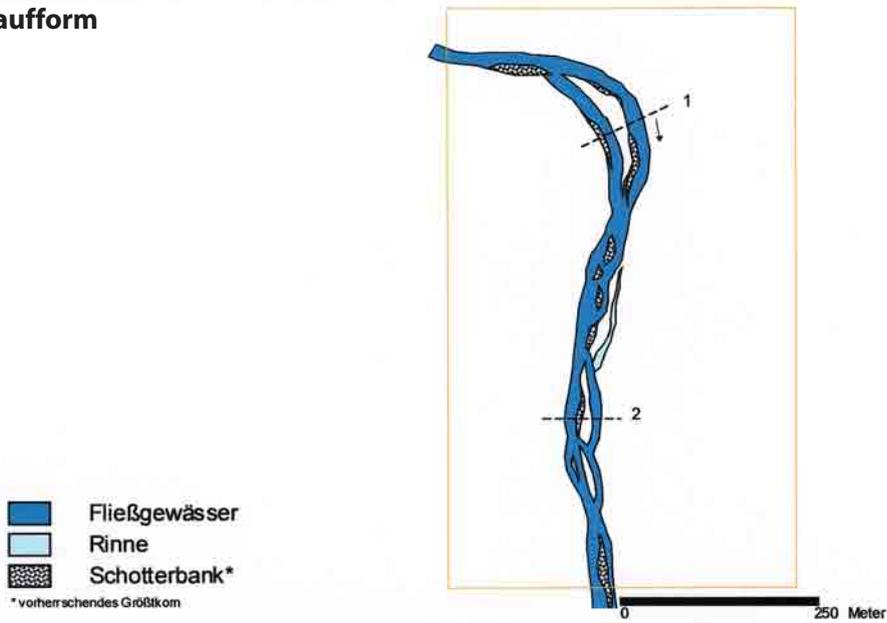
⁶⁾ hier: Geltungsbereich, die für den jeweiligen Laufabschnitt potenziell natürlichen Gerinnebreiten sind zu ermitteln bzw. einzuschätzen

⁷⁾ Die Zuordnung der jeweiligen Talbodenform muss durch die Kartierenden im Gelände durchgeführt werden, da die Ausweisung des Abschnittstyps allein auf der Karte aufgrund der kleinräumig wechselnden Verhältnisse im Grundgebirge keine zweifelsfreie typologische Zuordnung erlaubt.

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

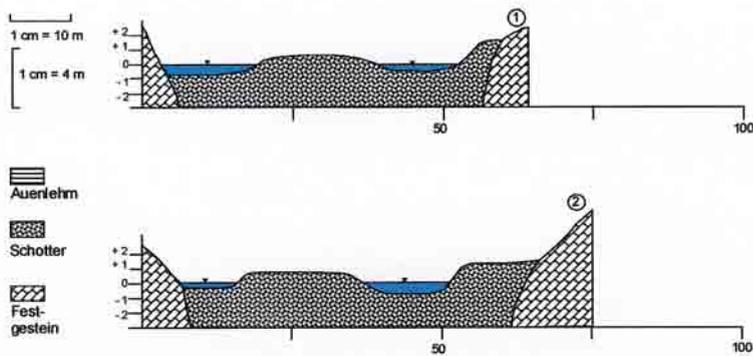
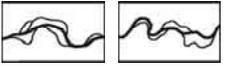
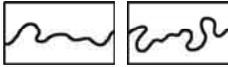
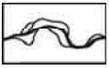
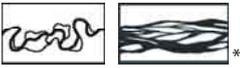


Abb. 25: Nebengerinnereicher, gestreckter, schottergeprägter Fluss des Grundgebirges

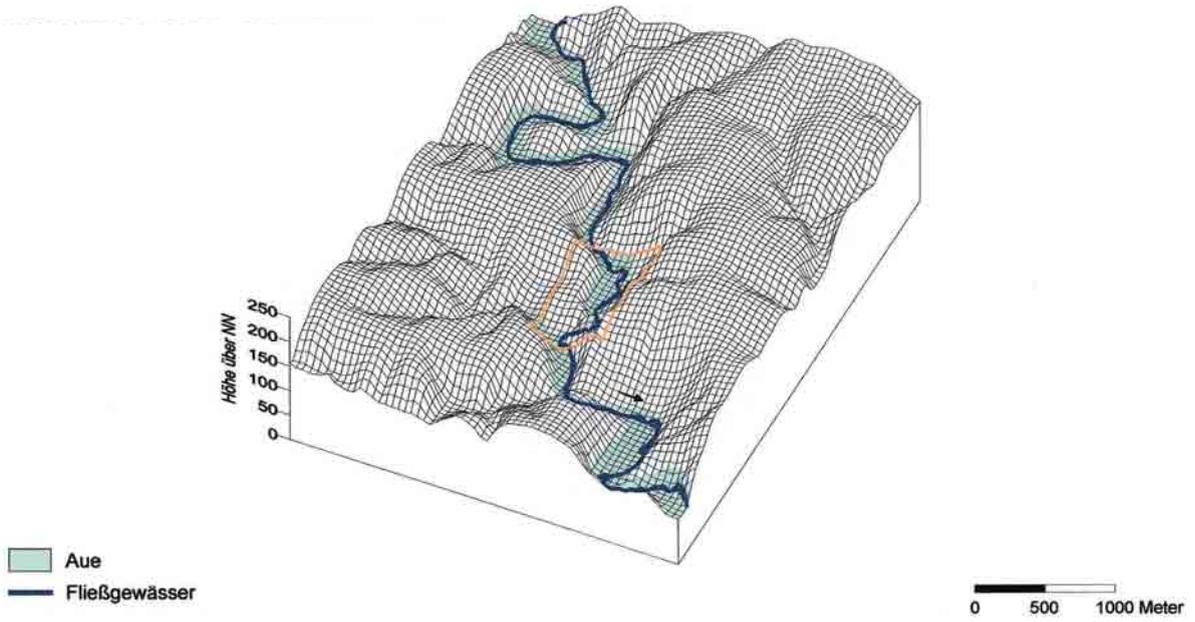
EZG \approx 500 km²

Fortsetzung Tab. 5.1: Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges – morphologische Charakterisierung

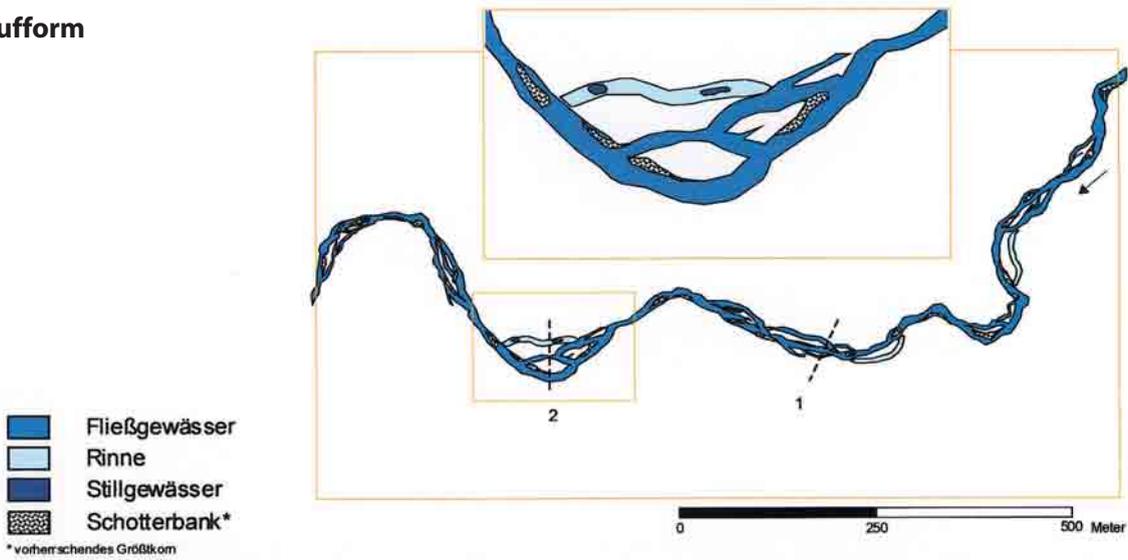
Fließgewässertyp	Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges ⁸⁾		
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 25	Abb. 27 u. 28	Abb. 29
			
Abb. 26			
laterale Erosion Verlagerungsverhalten Besondere Laufstrukturen	Gerinneverlagerungen bleiben auf Hochflutbett begrenzt, innerhalb rasche Verlagerung nach HW durch Totholzversatz und Aufschotterung, zahlreiche zumeist langgestreckte gehölzbestandene Inseln, Laufverengungen und -weitungen, Totholzverkläusungen, Sturzbäume	schnelle und weitreichende laterale Gerinneverlagerungen im Bereich der breiten, schwach reliefierten unteren Talstufe, ausgeprägte Nebengerinne und ausgedehnte Verzweigungen, hoher Anteil an vegetationsarmen Standorten, in Mäandertalabschnitten auf Gleitufer beschränkt	laterale und talabwärts gerichtete Verlagerung der Laufbögen, Bildung von Durchbrüchen, vereinzelt Inseln, kleinräumiger Wechsel von Laufaufweitungen und -verengungen in Abhängigkeit der Sinusität und der Verlagerung
	in Mäander- und Engtalabschnitten im Festgestein Begrenzung der Laufentwicklung durch Talhänge		
Längsprofil			
Sohlgefälle	2,4 – 5,9 ‰ zumeist 2,7 – 5,8 ‰	1,0 – 3,2 ‰ zumeist 1,3 – 3 ‰	1,0 – 1,6 ‰ zumeist 1,1 – 1,4 ‰
Sohlgefällestruktur Querbänke	regelmäßiger Wechsel von Schnellen und Stillen, Dimension der Riffle-Pool-Sequenzen in Abhängigkeit der Gewässergröße veränderlich		
	auf blockgeprägten Laufabschnitten erfolgt der Gefälleabbau in kürzeren, blockigen Querriegeln und Diagonalbänken	Überwiegen von langgestreckten Riffeln in den Übergangsstrecken zwischen Laufbögen bei kies- und schotterreichen Ausprägungen, stillenartige Laufabschnitte nur kleinräumig	
Strömungscharakteristik Strömungsbild	vorherrschend turbulent und schnell fließend, kleinräumig gischtig, in Nebengerinnen verschiedenste Strömungsmuster	vorherrschend turbulent und schnell fließend, in Nebengerinnen verschiedenste Strömungsmuster	überwiegend turbulent und schnell fließend, jedoch auch längere ruhiger fließende Abschnitte
Strömungsdiversität Tiefenvarianz	groß bis sehr groß		schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet, in Kolken schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): vorherrschend, in Riffle- und Übergangsstrecken
	langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet in Kolken u. Kehrwassern langsam (< 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): selten, in Nebengerinnen		
Häufigkeit und räumliche Verteilung			
Kritische Sohlschubspannung (τ)	20 – 150 N/m ²	10 – 60 N/m ²	2 – 60 N/m ²
Sohlenstruktur Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	Dominanz von Schotter und Blöcken, vorherrschend kantig bis plattig sowie untergeordnet kantengerundete Kiese		Dominanz von Schotter und Kies, häufig plattig kantengerundet oder auch gut gerundet
	<ul style="list-style-type: none"> • Schotter / Steine • Blöcke • Kies • Sand • Falllaub, Äste, Totholz • kleinräumig Fels • Lehm 	<ul style="list-style-type: none"> • Schotter / Steine • Kies • Sand • Blöcke • Falllaub, Äste, Totholz • Lehm • kleinräumig Fels 	

⁸⁾ und gefällereichere Übergangsbereichen in das Tiefland, dominierender Anteil EZG im Grundgebirge

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

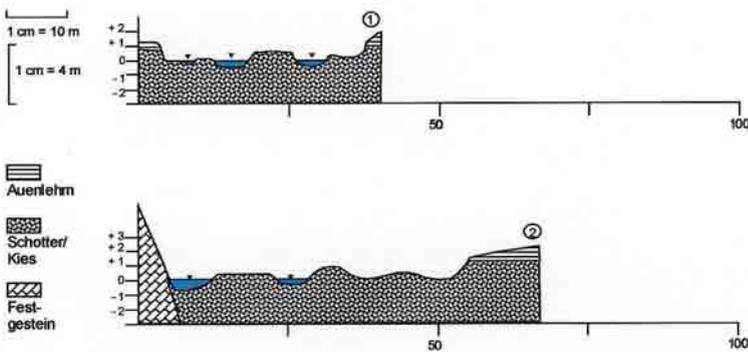
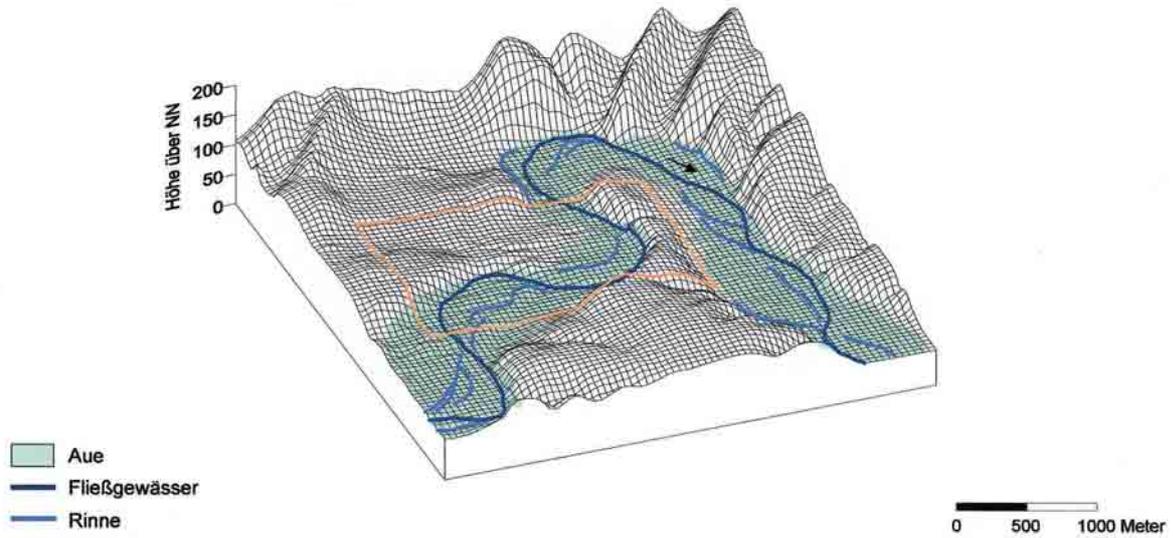


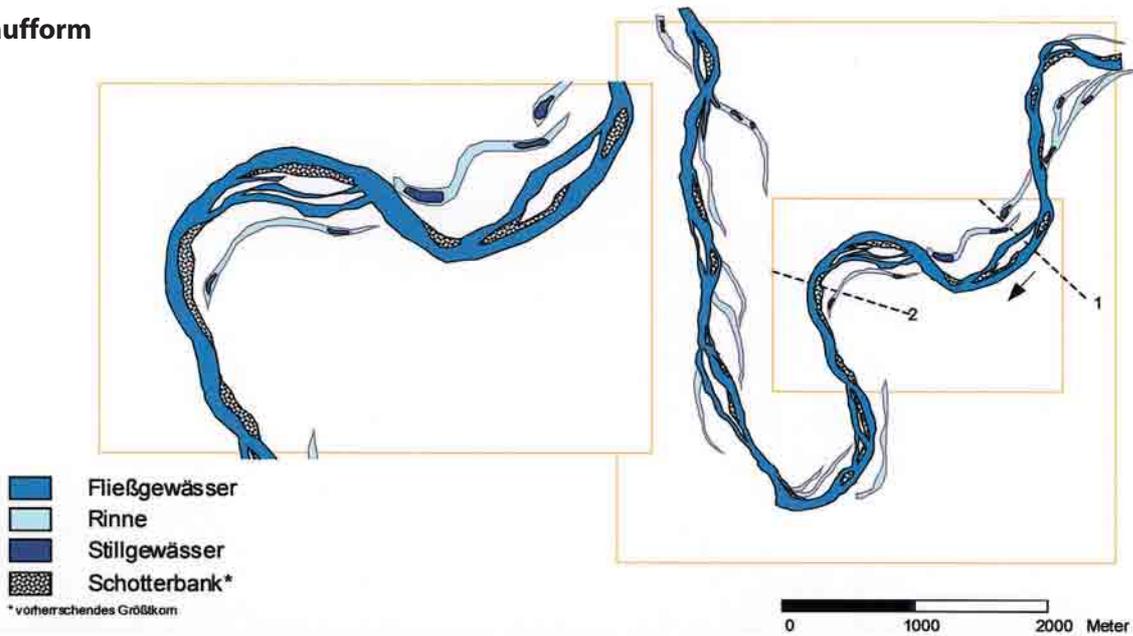
Abb. 26: Nebengerinnereicher, schwach gewundener, schottergeprägter Fluss des Grundgebirges (schmaler Talboden mit Hochflutbett)

EZG ≈ 200 km²

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

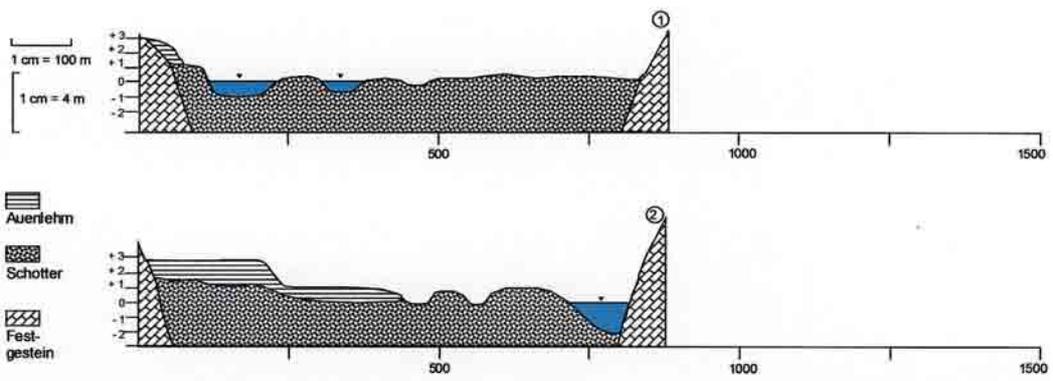
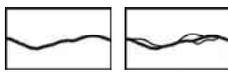
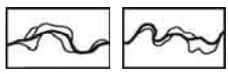
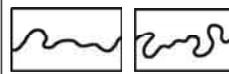
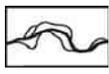


Abb. 27: Nebengerinnereicher, schwach gewundener, schottergeprägter Fluss des Grundgebirges

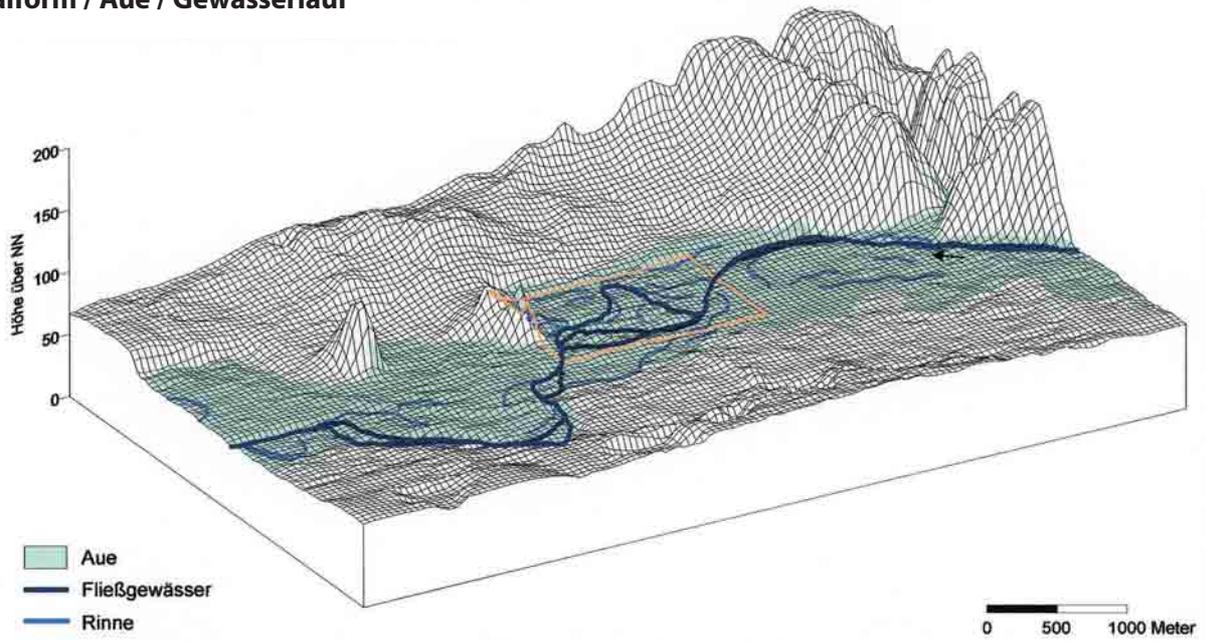
EZG \approx 4100 km²

Fortsetzung Tab. 5.1: Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges – morphologische Charakterisierung –

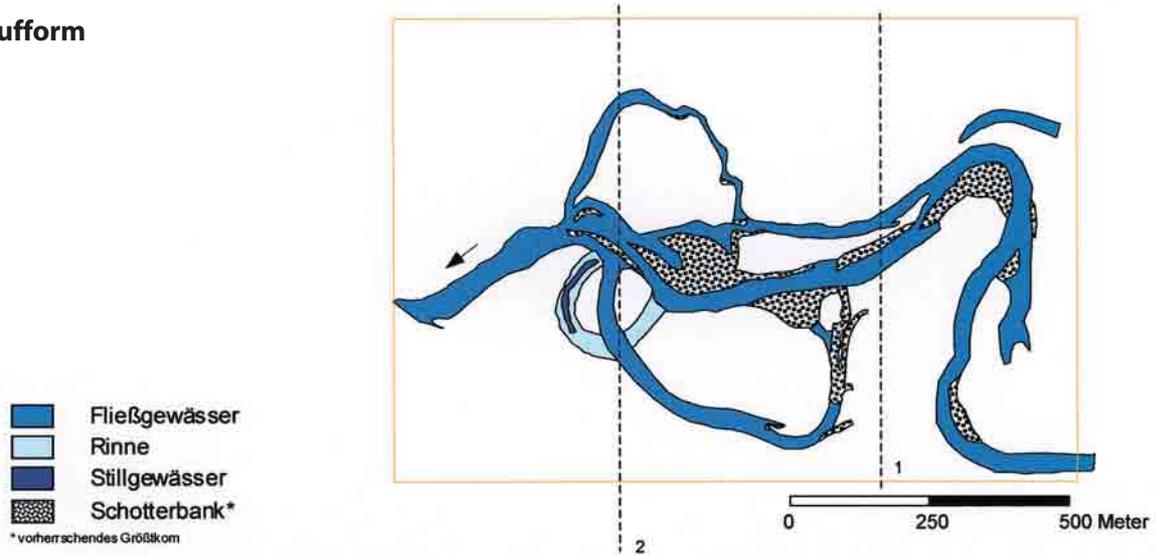
Fließgewässertyp	Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges ⁹⁾		
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 25	Abb. 27 u. 28	Abb. 29
			
	Abb. 26		
Substratdiversität und -verteilung	sehr große Substratvielfalt: gesamtes Korngrößenspektrum; NW-MW-Bett schotter- und kiesdominiert, Bankstrukturen im Kopfbereich mit jeweils vorherrschendem Größtkorn, ausgedehnte Kiesschleppen, Gleituferrinnen und temporäre Nebengerinne mit Lehm- und Sandauflagen, Totholz- und Treibselansammlungen		
Besondere Sohlenstrukturen	vorherrschend blockreiche Längs-, Mitten- und Diagonalbänke, zahlreiche Schnellen, Kolke, Kehrwasser	flächenhafte, ausgedehnte Mitten- und Gleituferbänke zwischen 50 und 70% der Gewässerbreite ¹⁰⁾	vorherrschend ausgedehnte Gleituferbänke (< 50 % der Gewässerbreite), seltener Mittenbänke, ausgeprägte Kolke in Bogenscheiteln
Querprofil			
Querprofil	innerhalb des Hochflutbettes sehr kleinräumig gegliedertes, flaches Querprofil mit starker Verzahnung	extrem flaches Querprofil mit mindestens zwei NW- Gerinnen und ausgedehnten Bankstrukturen	flaches bis mäßig eingeschnittenes, deutlich gegen den unteren Talboden abgrenzbares Profil
Breitenvarianz	sehr groß (> 1:5)		groß (1:2 – 1:5)
Einschnittstiefe	20 – 200 cm		
Profiltiefe	vorherrschend sehr flach		vorherrschend flach
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	sehr flache, stark gegliederte Uferlinien mit zahlreichen Gehölzen und gehölzbestandenen Inseln (zumeist Erlen)	steile und geneigte Böschungen als äußere Begrenzung des Migrationsraumes, einzelne Gerinne mit flachen, vegetationsarmen Bankstrukturen	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit flachgeneigten und durch Rinnen gegliederten Gleituferrinnen
	in Mäander- und Engtalabschnitten im Festgestein persistente Felsprallhänge und -ufer		
Aue			
Ausuferungscharakteristik	Hochflutbetten häufig flächenhaft bespannt, aufgrund der hohen Gefällewerte schneller Wellenablauf, höhere Talstufen selten (< HQ ¹¹⁾) überflutet, mit zunehmender Gewässergröße auch häufige flächenhafte Auenbespannungen möglich		häufige, flächenhafte, wenige Tage anhaltende Überflutungen der gesamten Aue
		Mündungssituation in den Rhein: Überprägung des Mittelgebirgscharakters durch Überflutungsregime des Rheins	
Formenschatz der Aue	Hochflutbett vollständig durch aktuelle fluviatile Formung – temporäre und permanente Gerinne – geprägt, höherer Talboden kaum reliefiert, feuchte und quellige Randsenken	Hochflutbett durch Gerinnesysteme gegliedert, höherer Talboden ggf. von älteren, gestreckten bis gewundenen flachen Rinnen durchzogen, häufig von Auenlehmen nivelliert	gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, durchbruchbedingte Altwässer verschiedener Verlandungsstadien

⁹⁾ und gefällereichen Übergangsbereichen in das Tiefland, dominierender Anteil EZG im Grundgebirge¹⁰⁾ bei Abflüssen < MW¹¹⁾ HQ1: 1-jährlicher Hochwasserabfluss

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

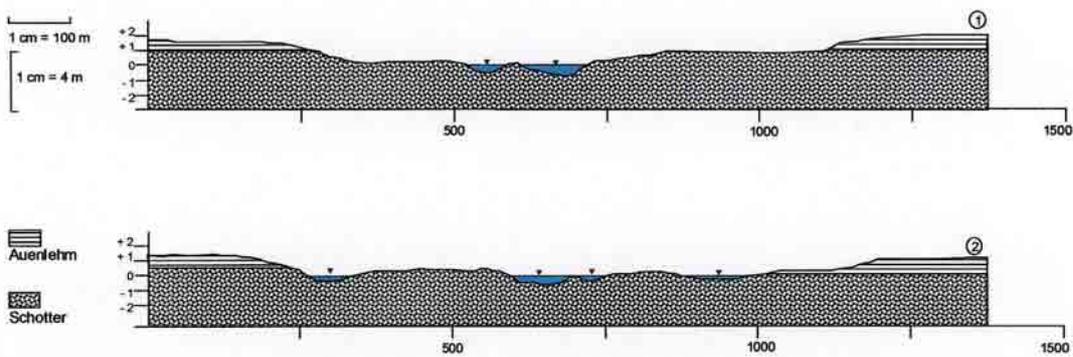
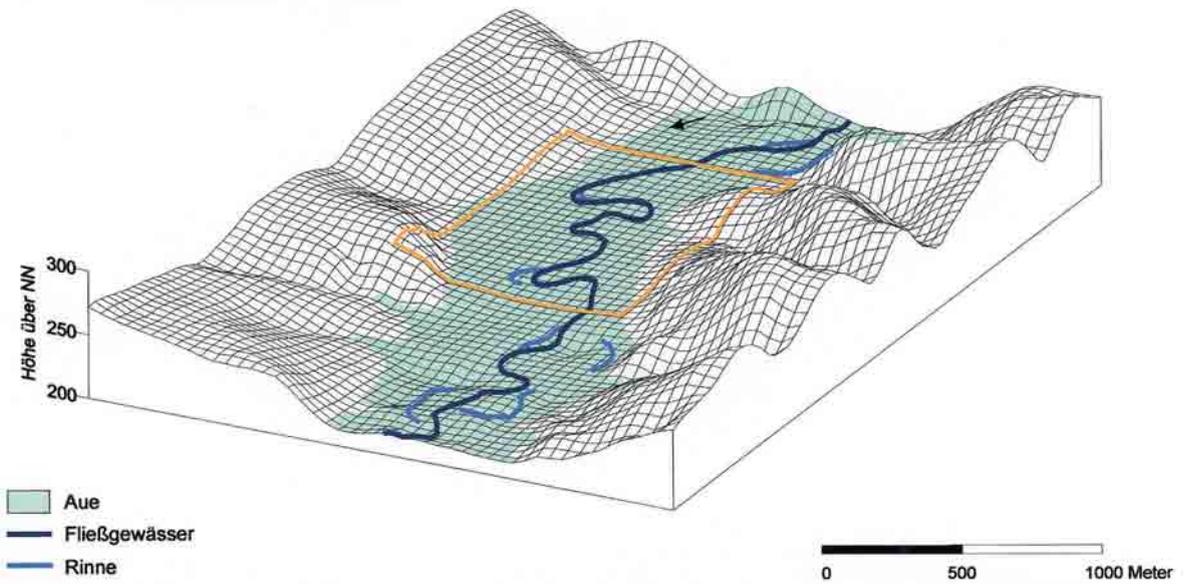


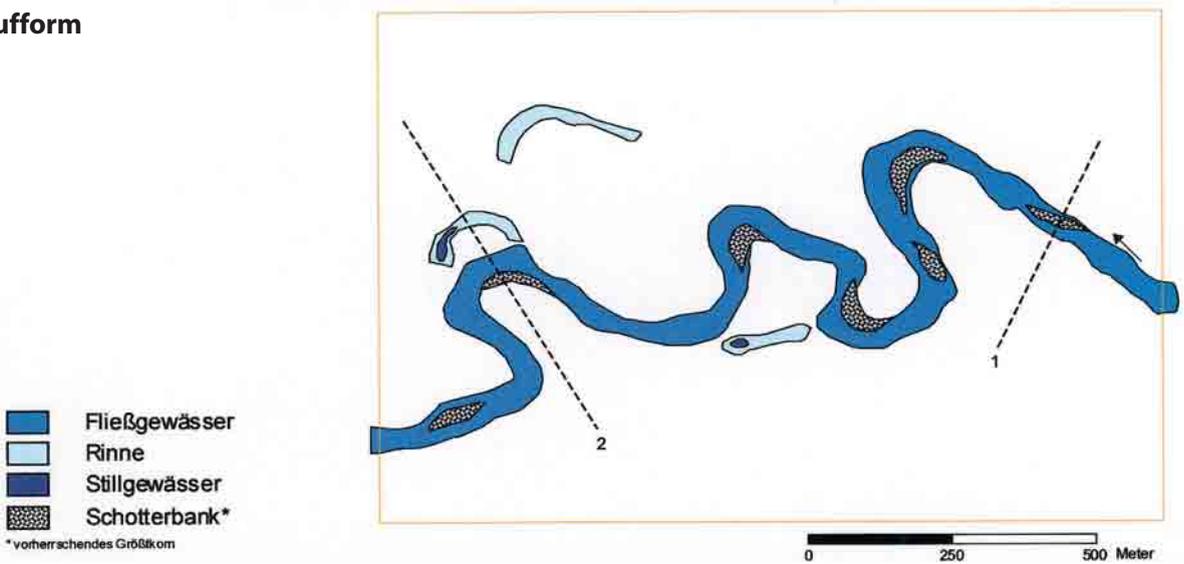
Abb. 28: Nebengerinnereicher, gewundener, schottergeprägter Fluss des Grundgebirges im Übergang zum Tiefland

EZG ≈ 1350 km²

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

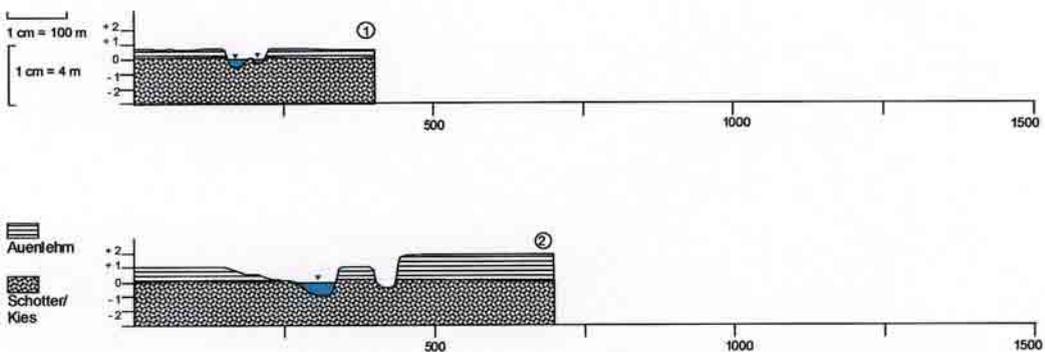


Abb. 29: Gewundener, schottergeprägter Fluss des Grundgebirges

EZG ≈ 300 km²

Tab. 5.2: Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges – biozönotische Charakterisierung –

Fließgewässertyp		Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges	
Makrozoobenthos			
Leitarten und Begleiter	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	<i>Anodonta anatina</i> <i>Anodonta cygnea</i> (g) Unio crassus <i>Baetis lutheri</i> (m) <i>Baetis vardarensis</i> (g) <i>Caenis macrura</i> (g) <i>Caenis rivulorum</i> (m) <i>Ecdyonurus dispar</i> Ecdyonurus insignis <i>Ecdyonurus macani</i> (m) <i>Ephemera danica</i> <i>Ephoron virgo</i> (g) <i>Habroleptoides confusa</i> Oligoneuriella rhenana 0 Potamanthus luteus (g) <i>Proclaoen pennulatum</i> (g) <i>Rhithrogena beskidensis</i> 0 (g) <i>Siphonurus aestivalis</i>	<i>Siphonurus lacustris</i> (m) <i>Calopteryx splendens</i> <i>Calopteryx virgo</i> (m) <i>Gomphus vulgatissimus</i> (g) Onychogomphus forcipatus <i>Amphinemura borealis</i> (m) Brachyptera braueri 0 (g) <i>Brachyptera monilicornis</i> 0 (g) <i>Brachyptera risi</i> (m) <i>Isogenus nubecula</i> 0 (g) <i>Isoperla difformis</i> 0 Perla burmeisteriana 0 <i>Perlodes dispar</i> 0 (g) <i>Perlodes microcephalus</i> (m) <i>Esolus parallelepipedus</i> (m) <i>Hydraena gracilis</i> (m) <i>Laccophilus hyalinus</i> Stenelmis canaliculata	<i>Allogamus auricollis</i> (m) <i>Anomalopterygella chauviniana</i> (m) <i>Athripsodes bilineatus</i> (m) Brachycentrus maculatus (m) <i>Ceraclea riparia</i> 0 (g) <i>Cheumatopsyche lepida</i> (g) Hydropsyche bulgaromanorum (g) <i>Hydropsyche contubernalis</i> (g) <i>Lasiocephala basalis</i> (m) <i>Micrasema minimum</i> (m) Micrasema setiferum (m) <i>Setodes punctatus</i> 0 (g) <i>Sericostoma flavicorne</i> (m) <i>Silo piceus</i> (m) <i>Simulium argyreatum</i> (m) <i>Prosimulium tomosvaryi</i> (m) <i>Prosimulium hirtipes</i> (m) <i>Atherix ibis</i> (m)
	fett: Leitart 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen bzw. Vorkommen aus angrenzenden Gebieten bekannt (m): Verbreitungsschwerpunkt in mittelgroßen Fließgewässern (g): Verbreitungsschwerpunkt in großen Fließgewässern		
Grundarten der Flüsse des Mittelgebirges	<i>Dugesia gonocephala</i> <i>Unio pictorum</i> <i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Gammarus pulex</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Ecdyonurus torrentis</i> <i>Rhithrogena semicolorata</i> <i>Torleya major</i> <i>Isoperla grammatica</i>	<i>Leuctra fusca</i> <i>Leuctra geniculata</i> <i>Elmis maugetii</i> <i>Limnius volckmari</i> <i>Orectochilus villosus</i> <i>Oulimnius tuberculatus</i> <i>Agapetus ochripes</i> <i>Athripsodes albifrons</i> <i>Halesus radiatus</i>	<i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Lepidostoma hirtum</i> <i>Lype phaeopa</i> <i>Mystacides nigra</i> <i>Polycentropus flavomaculatus</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Rhyacophila nubila</i> (rechtsrhein.) <i>Rhyacophila dorsalis</i> (linksrhein.) <i>Simulium reptans</i>
charakteristische Merkmale der Makrozoobenthos-Besiedlung	sehr artenreich durch die große Habitatvielfalt; auf lagestabilen Steinen und Blöcken in den Riffle-Strecken viele sauerstoff- und strömungsliebende Hartsubstrat- und Moosbesiedler; in den strömungsberuhigten Zwischenräumen der Steine, in Nebengerinnen und Uferbereichen Besiedler von Feinsediment und Detritusablagerungen in mittelgroßen Flüssen noch vermehrt Arten kleinerer kühler Gewässer, die im Längsverlauf durch eurytherme Arten verdrängt werden		
Fische			
kennzeichnende Arten Langdistanzwanderfische	Äschenregion • Äsche, Forelle (Bachforelle/Meerforelle), Elritze, Groppe, Bachneunauge • Lachs, Flussneunauge Barbenregion • Barbe, Nase, Hasel, Schneider, Döbel, Rotaugen, Quappe, Aal, Flussbarsch, Hecht, Schleie, Karausche, Bitterling, Steinbeißer • Lachs, Flussneunauge, Meerneunauge, Maifisch 0 (evtl. zusätzlich Vorkommen der nahe verwandten Finte 0) Barbenregion im Mündungsbereich zum Rhein • Barbe, Nase, Hasel, Schneider, Döbel, Rotaugen, Quappe, Aal, Flussbarsch, Hecht, Schleie, Karausche, Bitterling, Steinbeißer • durchziehende Wanderfischarten 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen		
charakteristische Merkmale der Fischzönose	artenreiche Fischzönose; im permanent bespannten Hauptgerinne überwiegen rheophile Arten, die prägend für diesen Flusstyp sind; aufgrund der hohen Substrat- und Strömungsdiversität auch strömungsärmere und feinsedimentreichere Abschnitte, in denen sich z. B. Jungfische bevorzugt aufhalten; Nebengerinne und Altgewässer in der Aue ermöglichen zusätzlich das Auftreten limnophiler eurytoper Arten		

Fortsetzung Tab. 5.2: Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges – biozönotische Charakterisierung –

Fließgewässertyp		Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges	
Vögel			
kennzeichnende Brutvögel	<p>Flussregenpfeifer (häufig) (<i>Charadrius dubius</i>) und Flussumflüger (<i>Actitis hypoleucos</i>) auf großen vegetationsarmen Schotter- oder Kiesbänken; der Flussumflüger auch an vegetationsreicheren Uferabschnitten, vor allem in den Mündungsgebieten und Unterläufen der Flüsse und in Rheintalnähe vorkommend, der Flussregenpfeifer profitiert von den ausgedehnten vegetationsarmen Ufer- und Inselbänken im Austrittsbereich vom Mittelgebirge in das Tiefland</p> <p>Uferschwalbe (<i>Riparia riparia</i>) und Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>), Brutröhren in steilen, sandigen oder kiesigen, auch lehmigen Uferabbrüchen in Prallhängen, Uferschwalbe vor allem in den Unterläufen der Flüsse und in Rheintalnähe vorkommend, an günstigen Standorten v.a. an den Unterläufen große Kolonien der Uferschwalbe (>50 Brutpaare)</p> <p>Gebirgsstelze (<i>Motacilla cinerea</i>) und Wasseramsel (<i>Cinclus cinclus</i>), beide Arten häufig in den mittelgroßen Flüssen, die Wasseramsel vorwiegend im Einmündungsbereich kleinerer Zuflüsse</p>		
Biber / Fischotter			
Biber / Fischotter	Vorkommen von Biber (<i>Castor fiber</i>) und Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)		
Laufkäfer / Spinnen			
kennzeichnende Arten vegetationsloser und vegetationsarmer Uferbänke	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	<p>Laufkäfer</p> <p><i>Bembidion ascendens</i> (m)</p> <p><i>Bembidion atrocaeruleum</i> (g)</p> <p><i>Bembidion decorum</i></p> <p><i>Bembidion fasciolatum</i> (g)</p>	<p><i>Bembidion punctulatum</i> (g)</p> <p><i>Bembidion tibiale</i> (m)</p> <p><i>Bembidion stomoides</i> (m)</p>	<p>Spinnen:</p> <p><i>Arctosa cinerea</i> (g)</p> <p><i>Oedothorax agrestis</i></p> <p><i>Pirata knorri</i></p>
	<p>fett: Leitart</p> <p>(m): Verbreitungsschwerpunkt an mittelgroßen Fließgewässern</p> <p>(g): Verbreitungsschwerpunkt an großen Fließgewässern</p>		
charakteristische Merkmale der Laufkäfer- und Spinnenfauna	flussuferbewohnende (ripicole) Arten beschatteter bis besonnener Schotterbänke, an großen Fließgewässern v.a. Arten teilbeschatteter und besonnener Standorte		
aquatische Makrophyten			
Vegetationstypen, Pflanzengesellschaften, kennzeichnende Arten	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ranunculus</i>-Typ (<i>R. fluitans</i>, <i>R. peltatus</i>, <i>R. penicillatus</i>) der Flüsse mit Großlaichkräutern • <i>Callitriche platycarpa</i> / <i>stagnalis</i>-Typ • Callitriche-Myriophylletum alterniflori • <i>Scapania</i>-Typ (<i>Scapania undulata</i>, <i>Fontinalis squamosa</i>, <i>Chiloscyphus polyanthos</i>, <i>Hygroamblystegium fluviatile</i>, <i>Jungermannia exsertifolia</i>, <i>Racomitrium aciculare</i>, <i>Schistidium rivulare</i>, <i>Marsupella emarginata</i>, <i>Lemanea</i> spp.) • <i>Rhynchostegium riparioides</i>-<i>Fontinalis antipyretica</i>-Typ 		
Ufer- und Auenvegetation			
kennzeichnende Vegetationseinheiten	<p>dominant:</p> <p>auf etwas höher gelegenen, selten für wenige Tage überfluteten, feinerdereichen Gleyen und mineralischen Auenböden Stieleichen-Hainbuchenwald und Erlen-Eschenwald</p> <p>auf den ein bis mehrmals im Jahr, auch im Sommer wenige Tage überfluteten Standorten Erlen-Auwald, in dauernassen Bereichen z. B. Randsenken mit bruchwaldartigem Charakter</p> <p>auf wärmebegünstigten Standorten (z. B. stromtalgeprägte Mündungsbereiche, Übergangsbereiche zum Tiefland) mit z. T. starken Wasserstandsschwankungen auch Stieleichen-Ulmenwälder und stellenweise Weidenwälder und -gebüsche</p> <p>kleinflächig:</p> <p>an Altwässern, in Rinnensystemen und Hochflutbetten Weidengebüsche, Bach- und Rohrglanzgras-Röhricht, Flutrasen, Pionierfluren und Hochstaudenfluren v. a. Pestwurzfluren</p> <p>bei fehlender Auenlehmauflage z. B. auf Kies- und Schotterbänken kurzlebige sommerannuelle Pionierfluren, v. a. Flussknöterich-Gesellschaft und Weidengebüsche, in verflochtenen Laufabschnitten und an größeren Gewässern auch ausgedehnte Bestände bildend</p> <p>Quellfluren kalkarmer Standorte bei Austritt von Hangdruckwasser im Bereich der Talränder und an zufließenden Nebenbächen</p> <p>Stillgewässer:</p> <p>fragmentarische Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte, Typen mit Mäanderbildung mit gut ausgebildeten Wasserpflanzengesellschaften</p>		

Tab. 5.3: Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges – hydrologische und physiko-chemische Merkmale

Fließgewässertyp		Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges
Hydrologischer Typ		
Abfluss	permanent	
Abflusspende	abflussreich, selten abflussarm	
Abflussdynamik	(stark) dynamisch	
hydrologische Charakterisierung	geringe Retentionskapazität bei hoher Reliefenergie, ständige Kühlung des Flusses durch kühle, wasserreiche Zuläufe bis in die Äschenregion, große Abflussschwankungen im Jahresverlauf (NW- und HW-Phasen), stark ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse	
Hydraulik Strömungsverhältnisse	vorherrschend hohe hydraulische Kräfte, hohe zeitliche und örtliche Variabilität der hydraulischen Kräfte, ganzjährig hohe hydraulische Kräfte im Stromstrich des Flussbettes, in Nebengerinnen und im Uferbereich auch geringe hydraulische Kräfte, während Hochwasserabflüssen sehr hohe hydraulische Last, die in Engtalbereichen nochmals verstärkt wird	
Regimetyyp	winterpluvial, Mündungsbereiche durch das Abflussgeschehen des Rheins geprägt	
abflussreichste / -ärmste Monate	Dezember, Januar/ September, August	
Abflussschwankung im Jahr SK _{MAX} , SK _{JAHR}	SK _{MAX} : 1,4 bis 1,9 SK _{JAHR} : 2,1 bis 5,1	
Mittelwerte der Verhältnisse MNQ/MQ, MHQ/MQ	MNQ/MQ: 0,2 MHQ/MQ: 12,9	
Mittlere Abflusspende im Jahr, Mq [l/s*km²]	11,5 – 39,9	
Physiko-chemische Parameter		
Charakterisierung der Wassertemperatur	breite Temperaturspanne des Flusstyps zwischen beschatteten, in Engtalabschnitten verlaufenden kleinen Flüssen mit schmalen Gerinnen und großen Flüssen mit breiten Mehrbettgerinnen; Beeinflussung der Wassertemperatur u.a. über den Grad der Beschattung durch Ufergehölze, die Gerinnebettform und die Talform sowie die Höhenlage; lokale Abkühlung des Flusses durch viele kühle Zuläufe (Bäche) oder lokale Grundwasserzutritte aus punktuell zerrütteten Gesteinen maximale Tagesmittelwerte im Sommer 17°C bis 24°C	
Chemische Leitwerte		
Geochemische Charakterisierung	Silikatgewässer, kalkarm und elektrolytarm, mäßig bis gut gepuffert	
Karbonathärte [mmol/l]	0,2 – 1,0; bei Vorkommen devonischer Kalk- oder Mergelsteine im Einzugsgebiet bis zu 1,7	
Gesamthärte [mmol/l]	0,2 – 1,5; bei Vorkommen devonischer Kalk- oder Mergelsteine im Einzugsgebiet bis zu 2,0	
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	75 – 325; bei Vorkommen devonischer Kalk- oder Mergelsteine im Einzugsgebiet bzw. im Bereich natürlicher Solen höhere Leitfähigkeitswerte < 600	
pH-Wert	7,0 – 8,0; bei Vorkommen devonischer Kalk- oder Mergelsteine im Einzugsgebiet pH-Werte bis 8,5 möglich	
Chlorid [mg/l]	≤ 25, lokal höher im Bereich natürlicher Solen	
Gesamt-Phosphat [µg/l]	≤ 100	
ortho-Phosphat [µg/l]	≤ 40	
Nitrat [mg/l]	≤ 5	
Biochemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	≤ 2	
Ammonium [mg/l]	≤ 0,05	

II.2 • 7.2.2 Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges

Der Kiesgeprägte Fluss des Deckgebirges ist im Weserbergland verbreitet und tritt im Einzugsgebiet der Weser auf.

Die Sohlen der *Kiesgeprägten Flüsse des Deckgebirges* weisen neben den namensgebenden Kiesen einen sehr hohen Sandanteil auf. Schotter und Blöcke treten dagegen fast vollständig zurück (Bild 50).

Die im Vergleich zum Grundgebirge moderateren Gefälle- und Abflussverhältnisse führen zu meist gewundenen bis mäandrierenden Einzelbettgerinnen, deren Entwicklung nur durch engere Talabschnitte beschränkt wird (Abb. 31 – 34). In solchen Abschnitten bilden sich gestreckte bis schwach gewundene Läufe aus, Nebengerinne treten nur vereinzelt auf.



Bild 52: *Atherix ibis* bewohnt als Larve strukturreiche große Bäche und Flüsse mit kiesig-sandiger Sohle. Die Imagines benötigen zur Eiablage dickere Äste oder Baumstämme, die über das Wasser ragen.



Bild 51: Die Köcherfliege *Silo piceus* lebt bevorzugt in sauberen mittelgroßen Flüssen des Berglandes. Sie ernährt sich als Weidengänger vom Algenaufwuchs auf den Steinen.



Bild 50: Das namensgebende Sohlsubstrat der Kiesgeprägten Flüsse des Deckgebirges tritt auf Insel- und Uferbänken augenfällig in Erscheinung.



Bild 53: Der Hasel lebt als strömungsliebende Art bevorzugt in klaren sauerstoffreichen Flüssen.

Die Verlagerungstendenz der Gerinne ist aufgrund der vergleichsweise leicht erodierbaren Substrate ausgeprägt, so dass die Auen ein gut ausgebildetes Feinrelief mit einem hohen Stillgewässeranteil aufweisen.

Kiesgeprägte Flüsse des Deckgebirges sind kalk- und elektrolytreiche Karbonatgewässer. Ihr gut gepuffertes Wasser ist klar und leicht basisch. Im Bereich natürlich salzhaltiger Quellen steigt der Mineralgehalt an.

Die dominante Waldgesellschaft auf den mineralischen Auenböden ist der Stieleichen-Hainbuchenwald, z. T. auch der Erlen-Eschenwald. Am Flussufer, in nassen Rinnensystemen und an Altwässern wachsen kleinflächig Erlenauwald, Weidengebüsche und Röhrichte, auf dauernassen Standorten auch Erlenbruchwälder.

Vertreter der Gattung *Ranunculus* (Wasserhahnenfuß) und Großlaichkräuter sind die dominierenden Wasserpflanzen. Daneben zählen wuchsformenreiche Ausbildungen der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens und Wassersternbestände mit *Callitriche platycarpa* und *Callitriche stagnalis* zur kennzeichnenden Makrophytenvegetation des *Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges*.

Die Habitatstruktur der Kiesgeprägten Flüsse des Deckgebirges und ihre naturräumliche Lage im Weserbergland, das als nördlicher Ausläufer des Mittelgebirges in das norddeutsche Tiefland hineinragt, prägen den Übergangscharakter der Lebensgemeinschaft des Makrozoobenthos (Abb. 30). Die Hartschubstrat bewohnenden strömungsliebenden Leitarten *Caenis macrura*, *Silo piceus* und *Atherix ibis* kommen vor allem in den

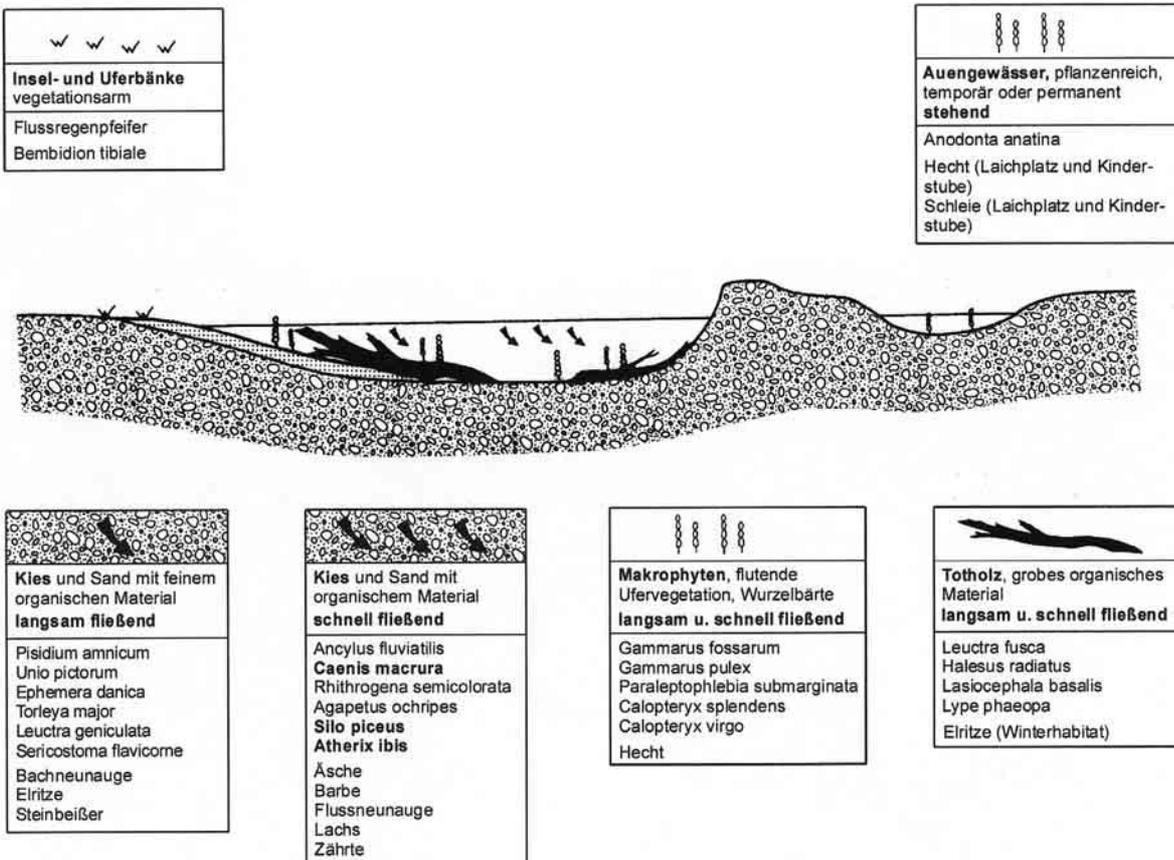


Abb. 30: Habitate und ausgewählte charakteristische Arten des Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges. Schematische und überhöhte Darstellung.

rasch fließenden kiesig-steinigen oder totholzreichen Riffle-Strecken der Gewässer vor (Bild 51, 52). Sie besitzen ihr Verbreitungsoptimum in „wärmegetönten Mittelgebirgsflüssen“. Die ausgedehnten sandigen, oft detritus- und totholzreichen Feinsubstratablagerungen vor allem in den Gleithängen werden z. B. von *Unio crassus*, *Leuctra geniculata*, *Brychius elevatus*, *Lasiocephala basalis* und *Sericostoma flavicorne* bewohnt.

Auf Grund des ausgeprägten Strömungsmosaiks ist die Fischzönose des *Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges* artenreich. Neben rheophilen kieslaichenden Fischen wie der Nase sind Arten strömungsarmer Gewässerabschnitte und Arten der Auengewässer verbreitet (Bild 53).

Als Wanderfische steigen Flussneunauge und Meerneunauge bis in die Barbenregion der Flüsse auf, der Lachs bis in die Äschenregion.

Eisvogel, Gebirgsstelze und Wasseramsel sind vor allem in den mittelgroßen Flüssen verbreitete Brutvögel.

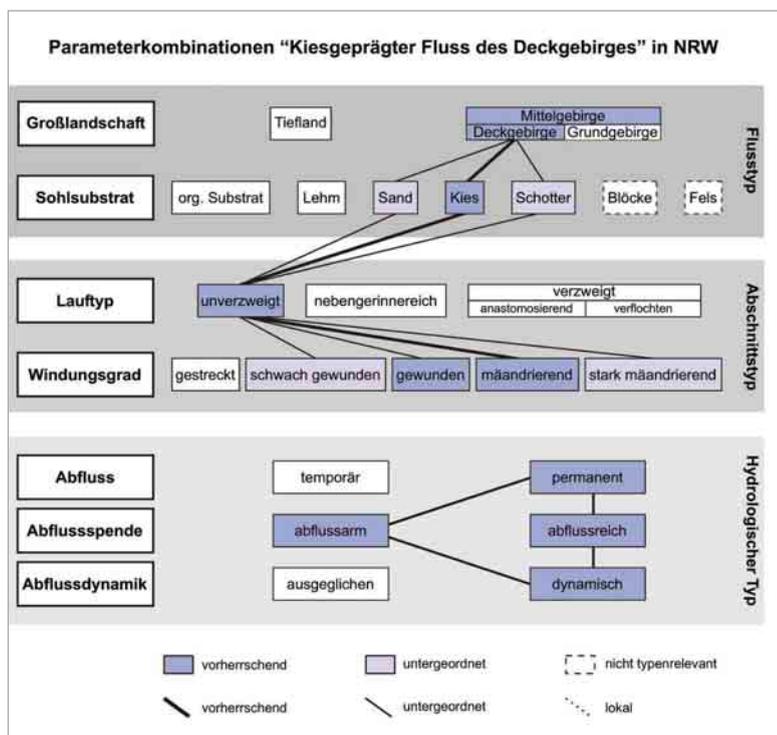
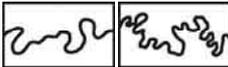


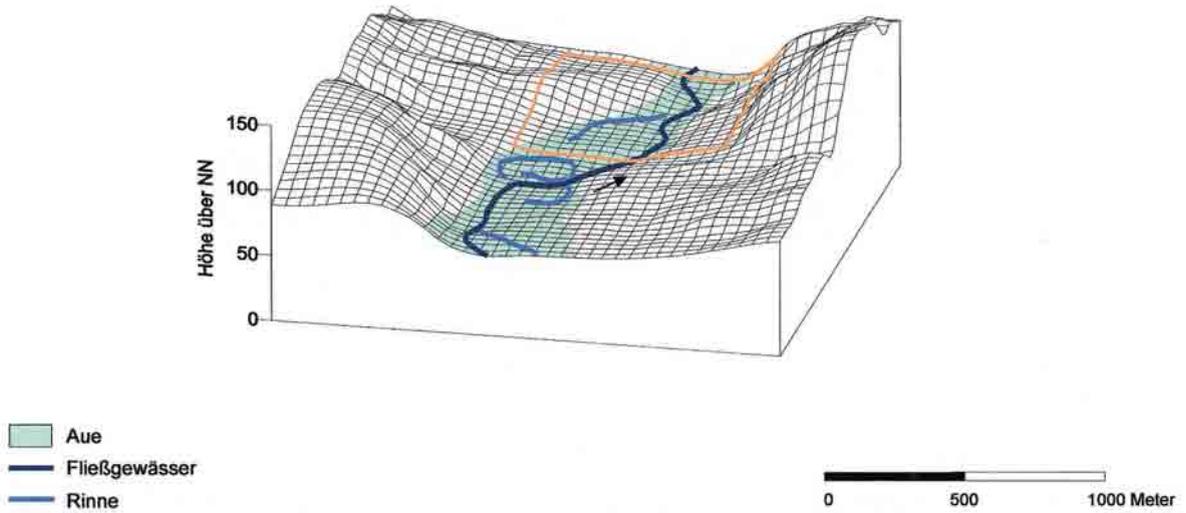
Abb. 31:
Typendiagramm des Kiesgeprägten Flusses
des Deckgebirges.

Tab. 6.1: Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges – morphologische Charakterisierung

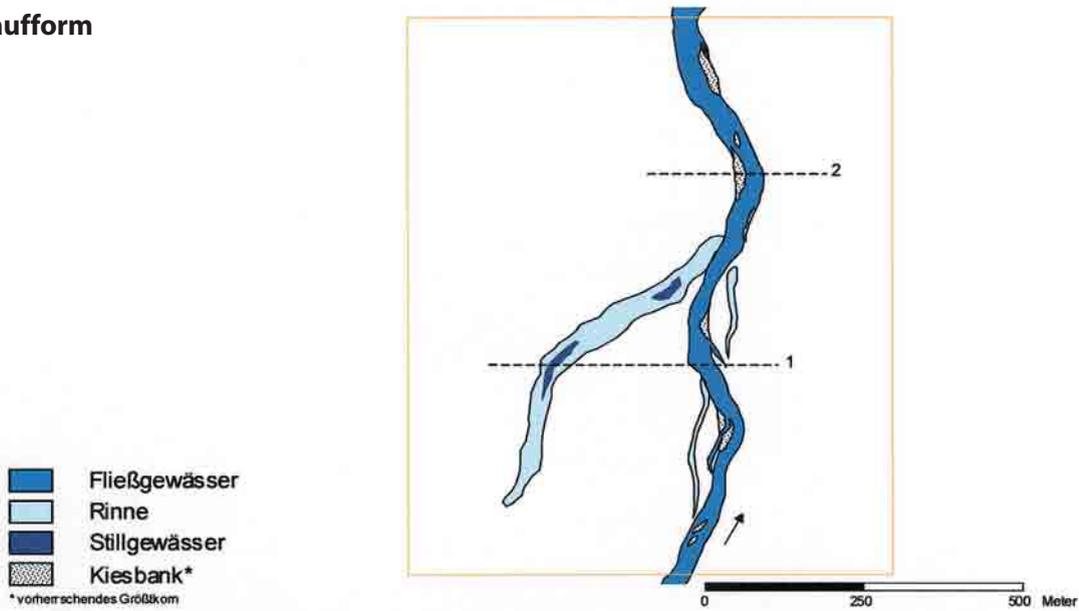
Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges	
Hydrologischer Typ/ Parameter	permanent		
Sohlbreite ¹²	> 10 m		
Quellentfernung	> 20 – 30 km		
Talformen	z.T. kleinräumiger, nicht längszonaler Wechsel zwischen zwei verschiedenen, morphologisch relevanten Talbodenformen: <ul style="list-style-type: none"> • selten: Engtäler mit schmaler Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite < 1:3, selten bis 1:5) • vorherrschend: Sohlentäler mit ebener, breiter Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite 1:3 – 1:10, selten breiter) 		
Talbodenform/ -charakteristik	Engtalabschnitte mit schmaler unterer Talstufe, die einen engen Migrationskorridor definiert Werre: gestreckte Gerinne auch unmittelbar oberhalb des Mündungsbereichs in die Weser	gefällearme, sehr breite Sohlentalabschnitte mit weitgehend ebenem, u.U. terrassiertem Talboden und gut verlagerbaren Substraten kleinräumig niederungsartig	
Talbodengefälle	1,0 – 2,0 ‰	0,7 – 2,0 ‰	
Laufform			
Abschnittstyp siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 32	Abb. 33 u. 34	
Laufentwicklung Windungsgrad	schwach gewunden 1,06 – 1,25 zumeist um 1,15	mäandrierend bis stark mäandrierend 1,51 – 2,2 zumeist 1,51 – 1,9 Mäanderband nimmt abschnittsweise große Teile des Talbodens ein	
Laufstyp	unverzweigt		
laterale Erosion Verlagerungsverhalten	Begrenzung durch Talhänge oder ältere, höher gelegene Talstufen, zwischen Hangfüßen pendelnder Lauf	laterale und talabwärts gerichtete Verlagerung der Laufbögen, häufige Bildung von Durchbrüchen	
Längsprofil			
Sohlgefälle	0,8 – 0,9 ‰ zumeist 0,9 – 1,8 ‰	0,3 – 1,3 ‰ zumeist 0,4 – 1,3 ‰	
Sohlgefällestruktur Querbänke	Wechsel von Schnellen und Stillen, Dimension der Riffle-Pool-Sequenzen in Abhängigkeit der Gewässergröße veränderlich		
	zahlreiche flachüberströmte Schnellen mit Diagonalbänken, Stillenabschnitte untergeordnet	vorherrschende Stillenstrecken mit anschließenden kleinräumigen Schnellen	
Strömungscharakteristik Strömungsbild	überwiegend turbulent und schnell fließend, jedoch auch längere ruhiger fließende Abschnitte	vorherrschend ruhig fließende Abschnitte, jedoch abschnittsweise turbulent	
Strömungsdiversität Tiefenvarianz Häufigkeit und räumliche Verteilung	groß bis sehr groß langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet in Kolken u. Kehrwassern langsam (< 0,3m/s) und flach (< 0,5 m): häufig; in Gleithängen, in gestreckten Laufaufschnitten untergeordnet	schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): häufig, in Riffle- und Übergangsstrecken, in gestreckten Laufaufschnitten vorherrschend schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet, in Kolken	

¹²⁾ hier: Geltungsbereich; die für den jeweiligen Laufabschnitt potenziell natürlichen Gerinnebreiten sind zu ermitteln bzw. einzuschätzen.

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

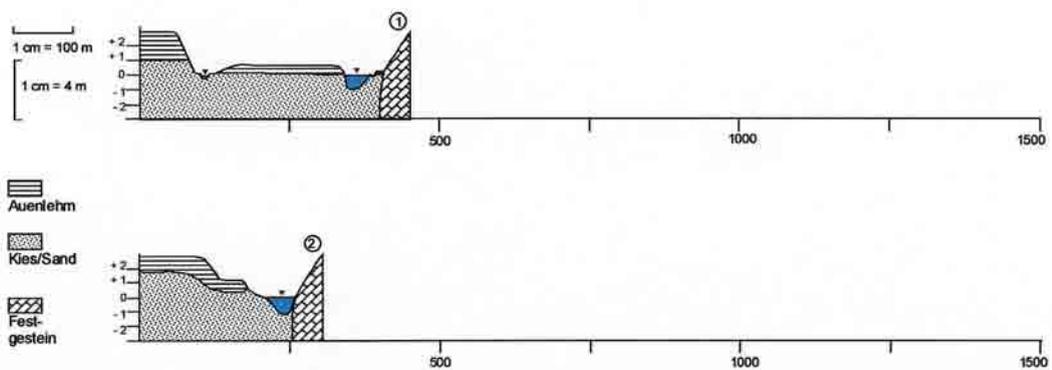
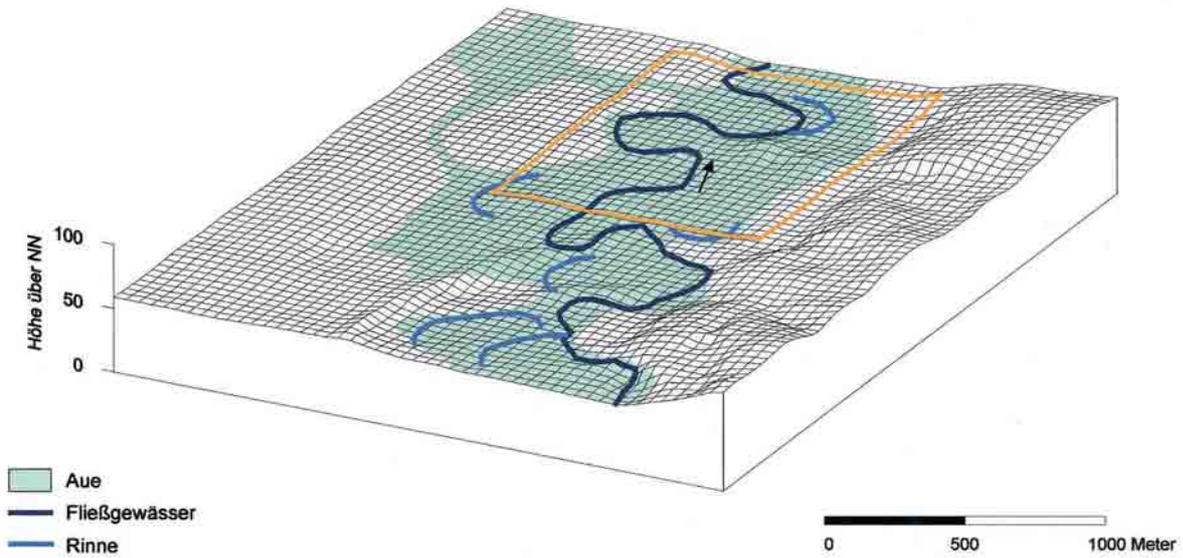


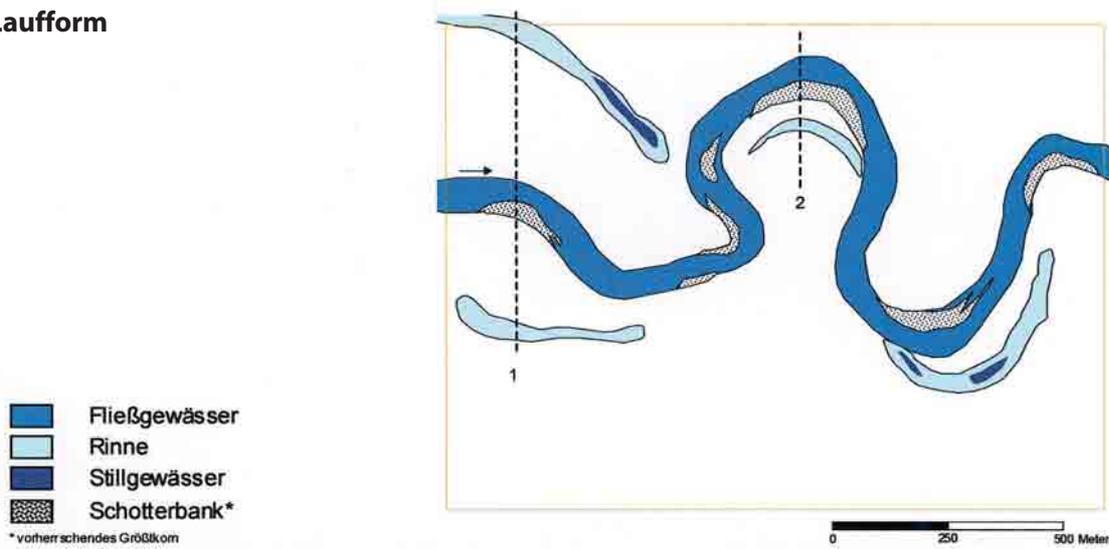
Abb. 32: Schwach gewundener, kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges

EZG \approx 900 km²

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

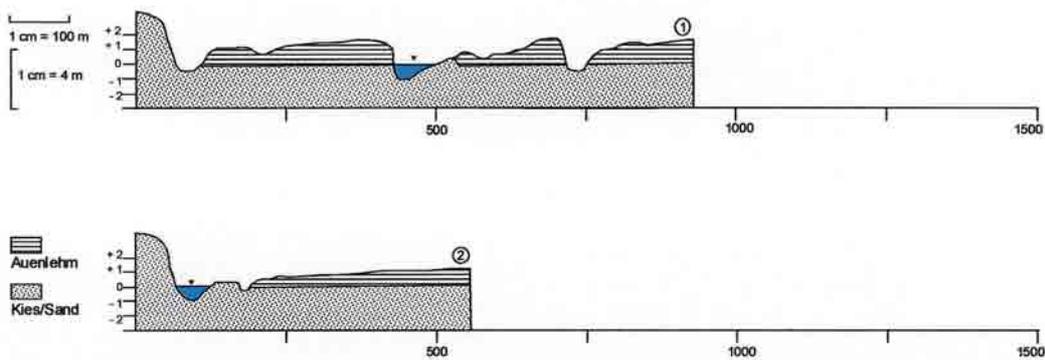
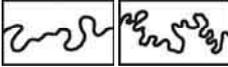


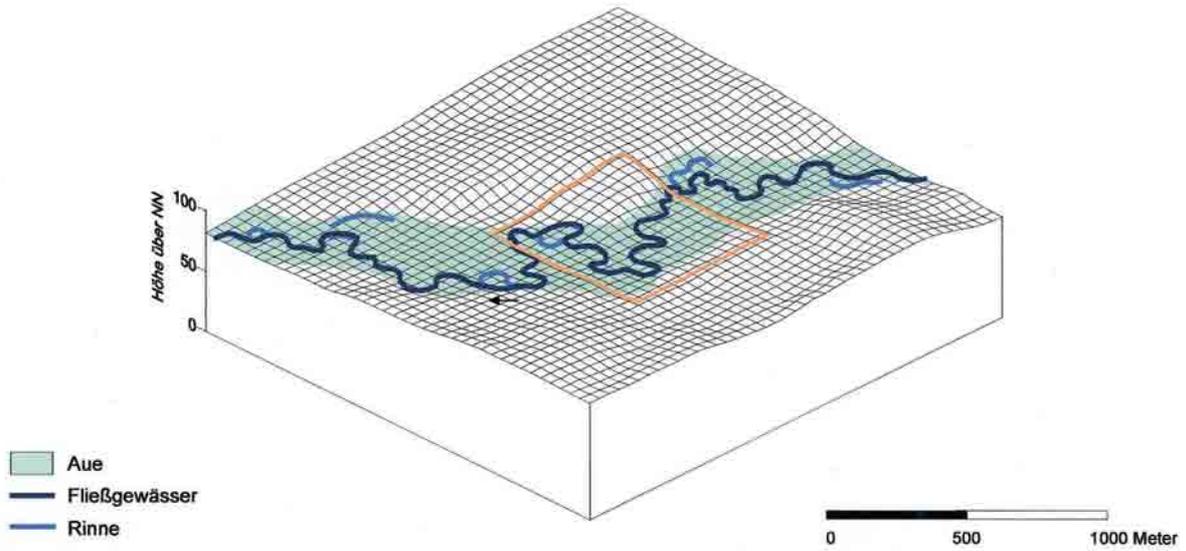
Abb. 33: Mäandrierender, kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges

EZG ≈ 1200 km²

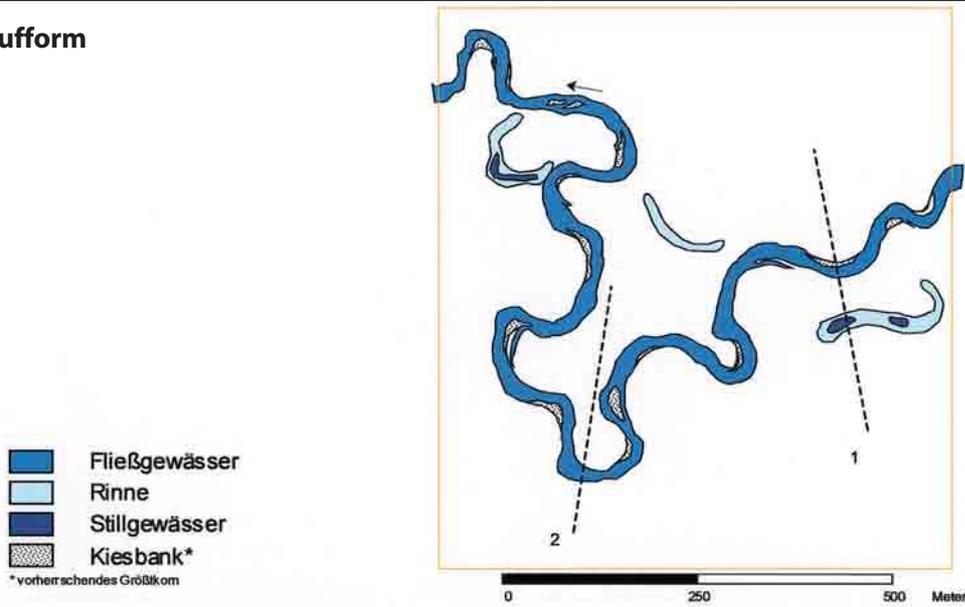
Fortsetzung Tab. 6.1: Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges – morphologische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges	
Abschnittstyp siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 32	Abb. 33 u. 34	
Kritische Sohlschubspannung (τ)	kleinräumig wechselnd zwischen 2 – 60 N/m ²		
Sohlenstruktur Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	Dominanz von Fein- bis Mittelkies, vorherrschend gut gerundet, hoher Sandanteil • Kies • Sand • Falllaub, Äste, Totholz • Schotter • Lehm		
Substratdiversität und -verteilung	große bis sehr große Substratvielfalt: Kies und Sand dominierend; NW-MW-Bett abschnittsweise wechselnd kies- und sanddominiert, Bankstrukturen im Kopfbereich mit jeweils vorherrschendem Größtkorn, ausgedehnte Sand- und Schluffschleppen, Gleituferrinnen mit Lehmauflagen, Totholz- und Treibselansammlungen		
Besondere Sohlenstrukturen	schmale, langgestreckte Längsbänke, vereinzelt Mittenbänke	vorherrschend ausgedehnte Gleituferbänke (20 – 50 % der Gewässerbreite), seltener Mittenbänke, ausgeprägte Kolke in Bogenseiteln	
Querprofil			
Querprofil	flaches bis mäßig eingeschnittenes Profil mit stark wechselnden Böschungshöhen aufgrund des ausgeprägten fluvialen Feinreliefs		
Breitenvarianz	mäßig (< 1:3)	groß (1:2 – 1:5)	
Einschnittstiefe	20 – 200 cm		
Profiltiefe	vorherrschend flach		
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Außenbögen, Innenufer deutlich geneigt	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit flachgeneigten und durch Rinnen gegliederten Gleituferrinnen	
Aue			
Ausuferungscharakteristik	häufige, kleinräumige, mehrere Tage währende Überflutungen des unteren Talbodens im Winter und Frühjahr		häufige, flächenhafte, mehrere Tage währende Überflutungen der gesamten Aue im Winter und Frühjahr
	Mündungssituation und hochwasserbedingte Rückstaubereiche: Überprägung durch Überflutungsregime der Weser		
Formenschatz der Aue	gestreckte Hochflutrinnen, vereinzelt verlassene, stark vernässte Rinnensysteme in Talrandlage	gewundene bis mäandrierende Rinnensysteme, zahlreiche durchbruchsbedingte Altwässer verschiedener Verlandungsstadien	

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

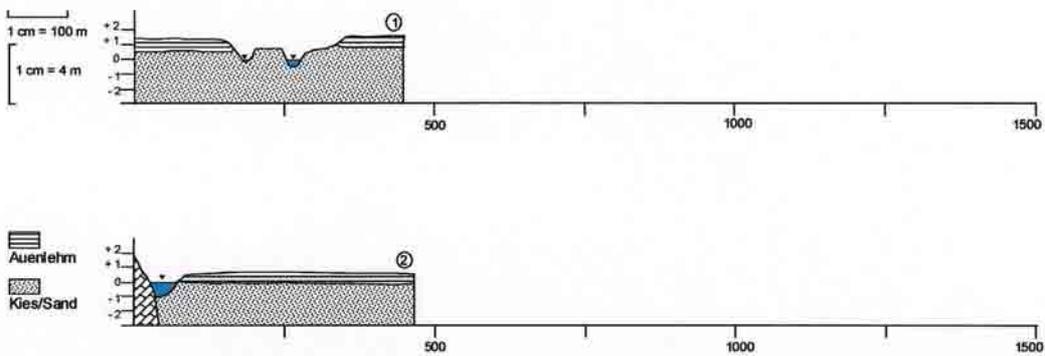


Abb. 34: Stark mäandrierender, kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges

EZG \approx 300 km²

Tab. 6.2: Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp	Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges		
Makrozoobenthos			
Leitarten und Begleiter	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	<i>Anodonta anatina</i> <i>Pisidium amnicum</i> <i>Unio crassus</i> <i>Gammarus fossarum</i> (m) <i>Baetis scambus</i> <i>Caenis beskidensis</i> Caenis macrura <i>Caenis rivulorum</i> <i>Ephemera danica</i>	<i>Ephemerella notata</i> 0 (g) <i>Ephoron virgo</i> (g) <i>Habrophlebia lauta</i> <i>Paraleptophlebia submarginata</i> <i>Perlodes dispar</i> 0 (g) <i>Calopteryx splendens</i> <i>Calopteryx virgo</i> (m) <i>Isogenus nubecula</i> 0 <i>Brychius elevatus</i>	<i>Goera pilosa</i> <i>Hydropsyche bulgaromanorum</i> (g) <i>Hydroptila vectis</i> <i>Lasiocephala basalis</i> (m) <i>Potamophylax latipennis</i> (m) <i>Sericostoma flavicorne</i> Silo piceus (m) Atherix ibis
	fett: Leitart 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen bzw. Vorkommen aus angrenzenden Gebieten bekannt (m): Verbreitungsschwerpunkt in mittelgroßen Fließgewässern (g): Verbreitungsschwerpunkt in großen Fließgewässern		
Grundarten der Flüsse des Mittelgebirges	<i>Dugesia gonocephala</i> <i>Unio pictorum</i> <i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Gammarus pulex</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Ecdyonurus torrentis</i> <i>Rhithrogena semicolorata</i> <i>Torleya major</i> <i>Isoperla grammatica</i>	<i>Leuctra fusca</i> <i>Leuctra geniculata</i> <i>Elmis maugetii</i> <i>Limnius volckmari</i> <i>Orectochilus villosus</i> <i>Oulimnius tuberculatus</i> <i>Agapetus ochripes</i> <i>Athripsodes albifrons</i> <i>Halesus radiatus</i>	<i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Lepidostoma hirtum</i> <i>Lype phaeopa</i> <i>Mystacides nigra</i> <i>Polycentropus flavomaculatus</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Rhyacophila nubila</i> <i>Simulium reptans</i>
charakteristische Merkmale der Makrozoobenthos-Besiedlung	Hartsubstrat bewohnende, rheophile Mittelgebirgsarten stabiler Kiesablagerungen sowie Besiedler lagestabiler, detritusreicher Sandablagerungen		
Fische			
kennzeichnende Arten	Äschenregion		
Langdistanzwanderfische	<ul style="list-style-type: none"> • Äsche, Forelle (Bachforelle/Meerforelle), Elritze, Groppe, Bachneunauge, Steinbeißer • Lachs, Flussneunauge 		
	Barbenregion		
	<ul style="list-style-type: none"> • Barbe, Zährte, Hasel, Rotaue, Döbel, Gründling, Quappe, Aal, Hecht, Schleie, Karausche, Steinbeißer, Flussbarsch • Lachs, Flussneunauge, Meerneunauge, (Maifisch 0, evtl. zusätzlich Vorkommen der nahe verwandten Finte 0) 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen		
charakteristische Merkmale der Fischzönose	artenreiche Fischzönose; das ausgeprägte Strömungsmosaik und die Altgewässer ermöglichen das häufige Auftreten von rheophilen Arten, von Arten strömungsärmerer Gewässerbereiche sowie Arten der Auengewässer; das dominierende Sohlsubstrat Kies stellt für viele Fischarten das geeignete Laichsubstrat dar		
Vögel			
kennzeichnende Brutvögel	Flussregenpfeifer (<i>Charadrius dubius</i>) und Flussuferläufer (<i>Actitis hypoleucos</i>) auf großen vegetationsarmen Kiesbänken, der Flussuferläufer auch an vegetationsreicheren Uferabschnitten, vor allem in den Unterläufen in Wesernähe vorkommend Uferschwalbe (<i>Riparia riparia</i>) und Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>), Brutröhren in steilen, sandigen oder kiesigen, auch lehmigen Uferabbrüchen in Prallhängen, an günstigen Standorten v.a. an den Unterläufen große Kolonien der Uferschwalbe (>50 Brutpaare) Gebirgsstelze (<i>Motacilla cinerea</i>) und Wasseramsel (<i>Cinclus cinclus</i>) v.a. in den mittelgroßen Flüssen, die Wasseramsel vorwiegend im Einmündungsbereich kleinerer Zuflüsse		
Biber / Fischotter			
Biber / Fischotter	Vorkommen von Biber (<i>Castor fiber</i>) und Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)		

Fortsetzung Tab. 6.2: Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges	
Laufkäfer / Spinnen			
kennzeichnende Arten vegetationsloser und vegetationsarmer Uferbänke	Arten mittelgroßer und großer Fließgewässer		
	Laufkäfer <i>Bembidion decorum</i> <i>Bembidion punctulatum</i>	<i>Bembidion tetracolum</i> <i>Bembidion tibiale</i>	Spinnen <i>Oedothorax agrestis</i> <i>Pirata knorri</i>
charakteristische Merkmale der Laufkäfer- und Spinnenfauna	flussuferbewohnende (ripicole) Arten beschatteter bis besonnerter Kiesbänke, an großen Fließgewässern v.a. Arten teilbeschatteter und besonnerter Standorte		
aquatische Makrophyten			
Vegetationstypen, Pflanzengesellschaften, kennzeichnende Arten	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ranunculus</i>-Typ (<i>R. fluitans</i>, <i>R. peltatus</i>, <i>R. penicillatus</i>) der Flüsse mit Großlaichkräutern • Großlaichkraut-Typ (<i>Potamogeton lucens</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>P. alpinus</i>, <i>P. gramineus</i>) • <i>Sparganium emersum</i>-Gesellschaft (<i>Sparganium emersum</i>, <i>Sagittaria sagittifolia</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Potamogeton natans</i>), wuchsformenreiche Ausbildung • <i>Callitriche platycarpa</i> / <i>stagnalis</i>-Typ 		
Ufer- und Auenvegetation			
kennzeichnende Vegetationseinheiten	<p>dominant: auf zeitweilig oder dauernd nassen mineralischen Auenböden Stieleichen-Hainbuchenwald, auch Erlen-Eschenwald</p> <p>kleinflächig: an Flussufern und in Rinnensystemen Erlenuwald, Weidengebüsche, Bach- und Rohrglanzgras-Röhrichte sowie Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte, Hochstaudenfluren verschiedenster Standorte</p> <p>auf Moorböden in dauerhaft vernässten Rinnen in Talrandlage und verlandeten Altwässern Erlenbruchwald Quellfluren v. a. im Austrittsbereich von Hangdruckwasser an den Talrändern und entlang kleiner Zuflüsse</p> <p>Stillgewässer: Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte</p>		

Tab. 6.3: Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges – hydrologische und physiko-chemische Merkmale

Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges
Hydrologischer Typ		
Abfluss	permanent	
Abflussspende	abflussarm bis abflussreich	
Abflussdynamik	dynamisch	
hydrologische Charakterisierung	mittlere Retentionskapazität bei hohem Anteil von Lösslehm im Einzugsgebiet, große Abflussschwankungen im Jahresverlauf (NW- und HW-Phasen), ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse	
Hydraulik Strömungsverhältnisse	vorherrschend mittlere hydraulische Kräfte, mittlere zeitliche und örtliche Variabilität der hydraulischen Kräfte, in Engtalabschnitten auch höhere hydraulische Kräfte, geringe hydraulische Kräfte bei Hochwasser nur in Altgewässern	
Regimotyp	winterpluvial	
abflussreichste / -ärmste Monate	Januar, Februar/ September, August	
Abflussschwankung im Jahr $SK_{MAX} - SK_{JAHR}$	SK _{MAX} : 1,5 bis 2,0 SK _{JAHR} : 2,6 bis 5,4	
Mittelwerte der Verhältnisse MNQ/MQ, MHQ/MQ	MNQ/MQ: 0,3 MHQ/MQ: 15,2	
Mittlere Abflussspende im Jahr, Mq [l/s*km²]	12,6 – 19,3	
Physiko-chemische Parameter		
Charakterisierung der Wassertemperatur	relativ breite Temperaturspanne des Flusstyps zwischen beschatteten, kleinen Flüssen mit schmalen Gerinnen und großen Flüssen mit breiten Gerinnen; Beeinflussung der Wassertemperatur u.a. über den Grad der Beschattung durch Ufergehölze und die Talform; lokale Abkühlung des Flusses durch kühle Zuläufe (Bäche) oder lokale Grundwasserzutritte über den Porengrundwasserleiter maximale Tagesmittelwerte im Sommer 17°C bis 22°C	
Chemische Leitwerte		
Geochemische Charakterisierung	Karbonatgewässer, kalkreich und elektrolytreich	
Karbonathärte [mmol/l]	1,5 – 2,5	
Gesamthärte [mmol/l]	2,0 – 4,5	
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	450 – 800; lokal höher im Bereich natürlicher Solen und anderer Mineralquellen	
pH-Wert	7,5 – 8,5	
Chlorid [mg/l]	≤ 25; lokal höher im Bereich natürlicher Solen	
Gesamt-Phosphat [µg/l]	≤ 150	
ortho-Phosphat [µg/l]	≤ 60	
Nitrat [mg/l]	≤ 7	
Biochemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	≤ 2	
Ammonium [mg/l]	≤ 0,05	

II.2 • 7.2.3 Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges

Der Schottergeprägte Karstfluss des Deckgebirges besitzt in Nordrhein-Westfalen eine kleinräumige Verbreitung im Bereich der Paderborner Hochfläche. In einem kurzen Abschnitt tritt er in die Tieflandsregion ein, bevor er in den sandgeprägten Fluss übergeht.

Charakteristikum der schottergeprägten Karstflüsse ist ihr temporäres Trockenfallen sowie die ausgeprägte Varianz der Abflüsse, welche durch die Karsterscheinungen der Paderborner Hochfläche bestimmt werden (Bild 54, 55).

Die dominierenden Schotter und Kiese sind zumeist plattig und nur mäßig gerundet. Vereinzelt treten Blöcke auf, während sandige und feinere Fraktionen im Gewässerbett weitgehend fehlen und auf die Auenflächen beschränkt bleiben.



Bild 54: Markante Felsprallhänge treten im Schottergeprägten Karstfluss des Deckgebirges lokal auf.



Bild 55: Als einziger Flusstyp in Nordrhein-Westfalen trocknet der Schottergeprägte Karstfluss des Deckgebirges zeitweise aus. Im Flussbett bleiben an einzelnen Stellen Stillwasserkolke erhalten.



Bild 56: Kurzlebige Pionierfluren sind im Schottergeprägten Karstfluss des Deckgebirges vor allem im Übergang zum Tiefland verbreitet. Die Rotfärbung des Ampfer-Knöterichs (*Polygonum lapathifolium*) gibt diesen Flächen im Herbst ihr charakteristisches Aussehen.

Die Gerinnebettformen lassen sich in zwei morphologische Abschnittstypen unterscheiden (Abb. 36): Die Laufabschnitte der Mäander- und Kastentäler mit flachem Talboden und darin eingelassenem schmalen schotterflurgeprägten Hochflutbett (Abb. 37) sowie die Austrittsbereiche in das Tiefland (Abb. 38).

Die Übergangsbereiche in das Tiefland werden durch ausgedehnte Schotterfluren gekennzeichnet, die von temporären Haupt- und Nebengerinnen durchzogen sind. Diese Schotterfluren sind aufgrund der raschen Verlagerung der Gerinne sowie der großen hydraulischen Belastungen weitgehend frei von Gehölzen.



Bild 57: Die seltene Köcherfliege *Micropterna testacea* wurde in Nordrhein-Westfalen bislang ausschließlich in sommertrockenen Karstbächen und -flüssen gefunden. Die Imagines überdauern die Trockenphase an dunklen feuchten Plätzen, z. B. in Höhlen.

Die schottergeprägten Karstflüsse zählen zu den Karbonatgewässern. Sie sind kalk- und elektrolytreich, der pH-Wert liegt im basischen Bereich. Ihr klares Wasser erscheint in einem blauen Farbton, der vor allem im Bereich tieferer Kolke zu erkennen ist.

Außerhalb des Hochflutbettes ist der Stieleichen-Hainbuchenwald die dominante Waldgesellschaft in den Auen, stellenweise tritt hier der Erlen-Eschenwald hinzu. In regelmäßig durch Hochwässer überfluteten gewässernahen Bereichen wächst ein Erlenauwald. Kurzlebige Pionierfluren, v. a. die Flussknöterichgesellschaft und Weidengebüsche prägen den Sommer- und Herbstaspekt der trocken gefallen lückig bewachsenen

Schotterfluren in den Hochflutbetten (Bild 56). In den Austrittsbereichen in das Tiefland sind diese Pionierfluren großflächig verbreitet.

In den trocken fallenden Gewässerabschnitten dominieren die Wassermoose *Rhynchostegium riparioides* und *Fontinalis antipyretica* vor allem auf den verlagerungsstabilen Hartsubstraten. In permanent fließenden Abschnitten treten großblaukrautreiche Wasserhahnenfuß-Bestände und Wasserstern-Bestände mit *Callitriche platycarpa* und *Callitriche stagnalis* hinzu.

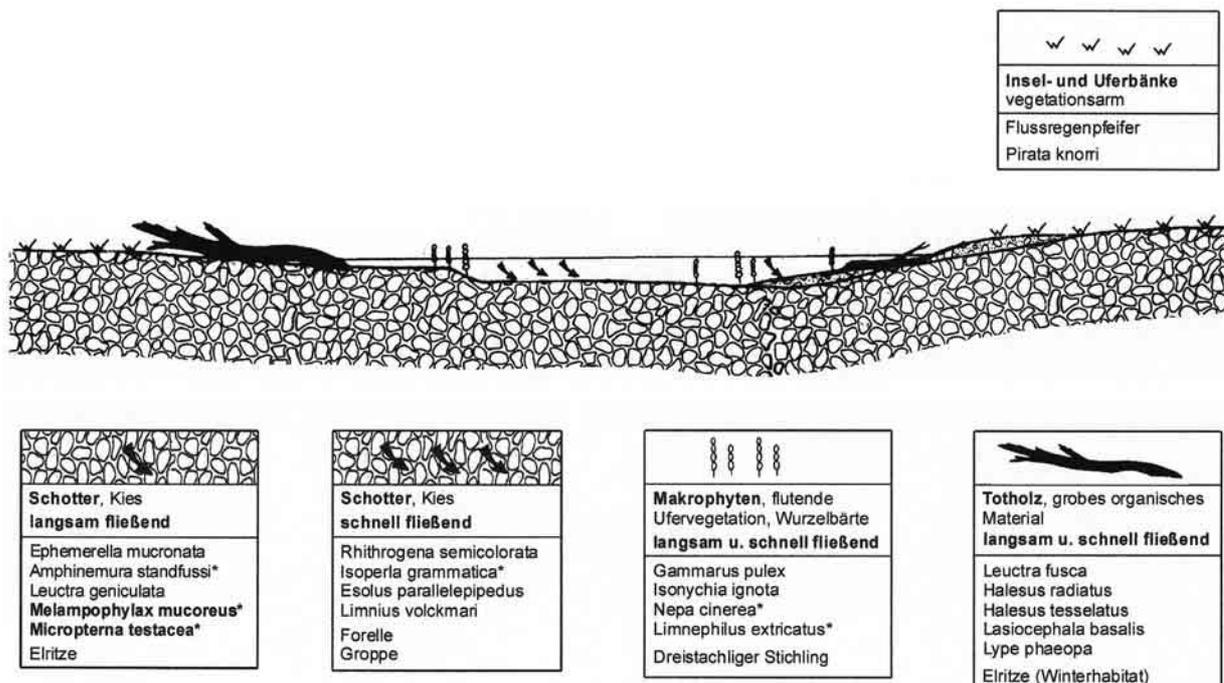


Abb. 35: Habitate und ausgewählte charakteristische Arten des Schottergeprägten Karstflusses des Deckgebirges. Schematische und überhöhte Darstellung. *: an Austrocknung des Gewässers angepasste Arten.

Die Lebensgemeinschaft der Wirbellosen wird auf weiten Strecken durch das karstbedingte Trockenfallen des Gewässers geprägt (Abb. 35). Die Leitarten *Melampophylax mucoreus* und *Micropterna testacea* kommen bevorzugt in kalkreichen sommerlich trocken fallenden Fließgewässern vor (Bild 57). Weitere an die Austrocknung des Gewässers angepasste Arten besitzen in diesem Flusstyp einen Konkurrenzvorteil. Allerdings erfolgt die Wiederbesiedlung mit Arten permanent fließender Gewässer in den austrocknenden Gewässerabschnitten während der Fließphase oder über die perennierenden Zuflüsse. Vor allem im Bereich permanent schüttender kühler Karstquellen treten „Bacharten“ zur Biozönose des Karstflusses hinzu.

Die unterschiedliche Abflusssituation einzelner Jahre und der Einfluss permanenter Karstquellen oder Zuflüsse spielt bei Ausbildung der Lebensgemeinschaft im schottergeprägten Karstfluss somit eine bedeutende Rolle.



Bild 58: Die Spinne *Pirata knorri* ist ein steter Bewohner offener Schotterfluren.

Die Fischzönose ist relativ artenarm und wird durch rheophile Arten sommerkühler Gewässer wie die Forelle geprägt. Stabile Populationen sind auf permanent fließende Gewässerabschnitte beschränkt, die für die Wiederbesiedlung der austrocknenden Gewässerabschnitte eine bedeutende Rolle spielen.

Der Flussregenpfeifer ist auf den großen vegetationsarmen Schotterfluren ein häufig anzutreffender Brutvogel. Dieser Lebensraum wird auch durch zahlreiche Laufkäfer der Gattung *Bembidion* und die Spinne *Pirata knorri* in großer Anzahl besiedelt (Bild 58).

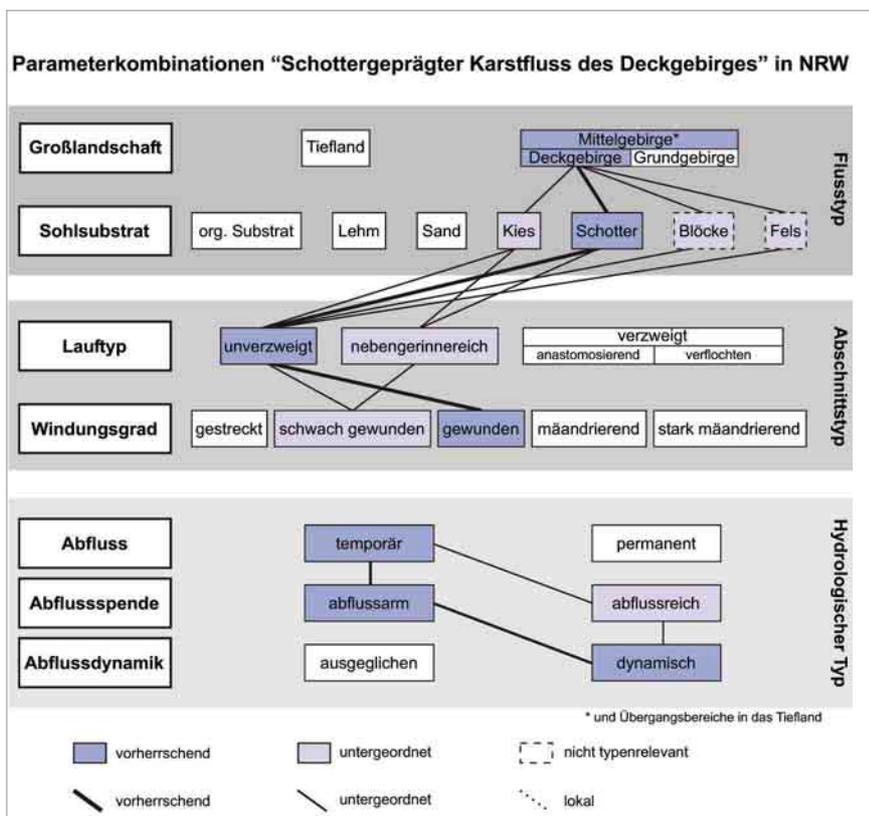
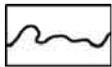
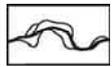


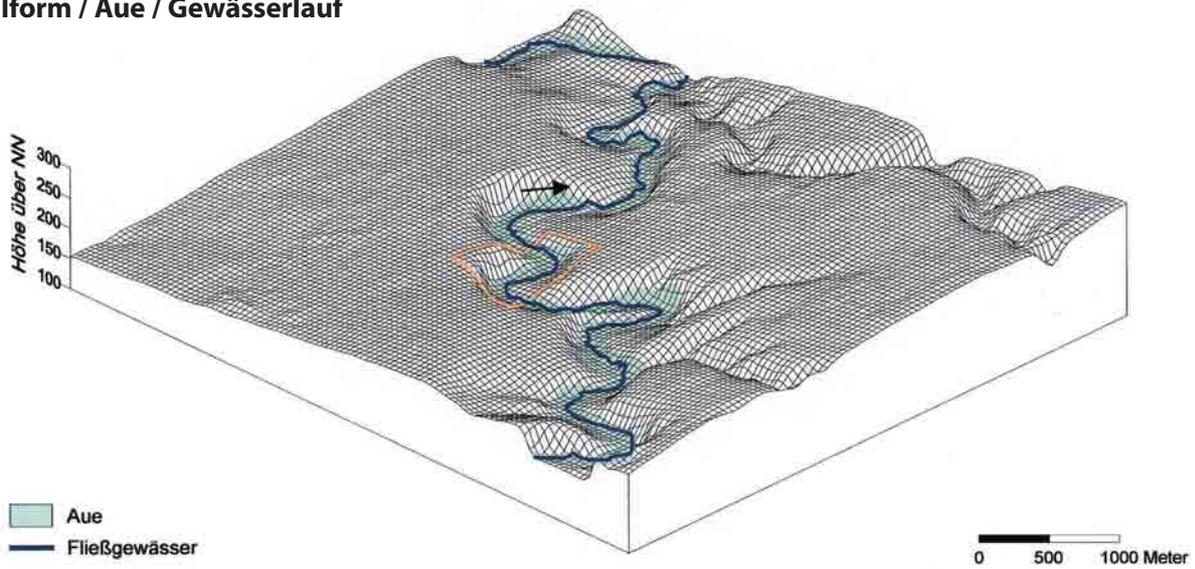
Abb. 36: Typendiagramm des Schottergeprägten Karstflusses des Deckgebirges.

Tab. 7.1: Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges – morphologische Charakterisierung

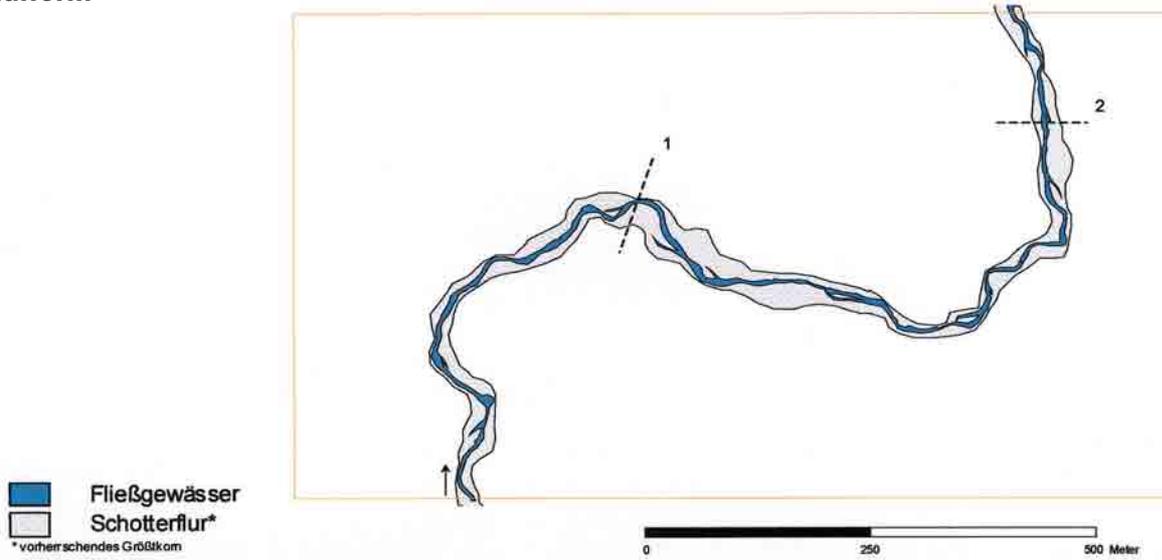
Fließgewässertyp		Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges ¹³	
Hydrologischer Typ/ Parameter	temporär¹⁴		
Sohlbreite¹⁵	> 10 m		
Quellentfernung	> 20 – 30 km		
Talformen	längszonaler Wechsel zwischen zwei verschiedenen, morphologisch relevanten Talbodenformen: <ul style="list-style-type: none"> • vorherrschend: gefällereiche Sohlen- und Mäandertäler mit weitgehend ebener, breiter Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite > 1:3) und schmalen Hochflutbett • lokal: mittelgebirgsgeprägte Austrittsbereiche in das Tiefland mit deutlich gegen den höheren Talboden abgesetztem breiten Hochflutbett 		
Talbodenform/-charakteristik	gefällereiche Mäandertal- und Sohlentalabschnitte mit ebener, breiter Talsohle und schmalen Hochflutbett	Austrittsbereiche in das Tiefland mit deutlich gegen den höheren Talboden abgesetztem breiten Hochflutbett mit ausgedehntem Migrationskorridor auf Schotterflur	
Talbodengefälle	3 – 4 ‰	2 – 3 ‰	
Laufform			
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 37	Abb. 38	
Laufentwicklung	gewunden	schwach gewunden	
Windungsgrad	1,25 – 1,5 zumeist 1,28 – 1,4	1,06 – 1,25 zumeist 1,15 – 1,2	
Lauftyp	unverzweigt, vereinzelt Nebengerinne	nebengerinnereich	
laterale Erosion Verlagerungsverhalten Besondere Laufstrukturen	Gerinneverlagerungen bleiben zumeist auf das Hochflutbett begrenzt, innerhalb des Hochflutbetts rasche Verlagerung nach HW durch Totholzversatz und Aufschotterung, zahlreiche temporäre Rinnen, Totholzverkläuerungen, Begrenzung der Laufentwicklung durch Talhänge	schnelle und weitreichende, laterale Gerinneverlagerungen im Bereich der breiten, vegetationsarmen Schotterflur, ausgeprägte Nebengerinne und ausgedehnte Verzweigungen	
Längsprofil			
Sohlgefälle	2 – 3,2 ‰ zumeist 2,1 – 3,1 ‰	1,6 – 2,8 ‰ zumeist 1,7 – 2,6 ‰	
Sohlgefällestruktur Querbänke	regelmäßiger Wechsel von Schnellen und Stillen, Dimension der Riffle-Pool-Sequenzen in Abhängigkeit der Gewässergröße veränderlich, Kolke bei geringen Abflüssen als isolierte Wasserflächen, Schotterkörper weiterhin durchströmt	überwiegen von langgestreckten Riffeln, stillenartige Laufabschnitte nur kleinräumig	
	auf grobschotterreichen Laufabschnitten erfolgt der Gefälleabbau in kürzeren Querriegeln und Diagonalbänken		
Strömungscharakteristik Strömungsbild	vorherrschend turbulent und schnell fließend, zeitweilig stagnierend	vorherrschend turbulent und schnell fließend, in Nebengerinnen verschiedenste Strömungsmuster, zeitweilig stagnierend	

¹³⁾ und gefällereichen Übergangsbereichen in das Tiefland, dominierender Anteil EZG im Deckgebirge¹⁴⁾ hier: abschnittsweise temporäres Trockenfallen¹⁵⁾ hier: Geltungsbereich; die für den jeweiligen Laufabschnitt potenziell natürlichen Gerinnebreiten sind zu ermitteln bzw. einzuschätzen

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

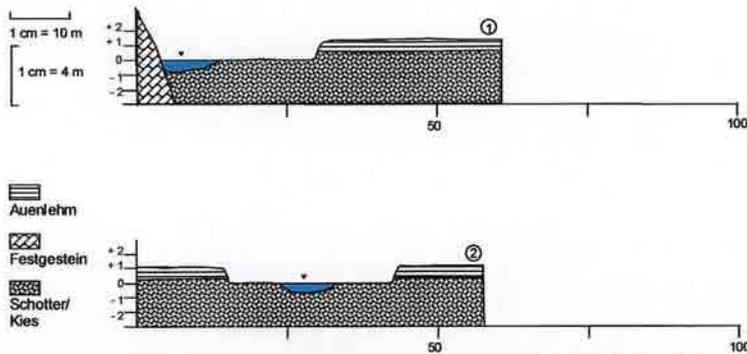
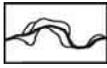


Abb. 37: Gewundener, schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges

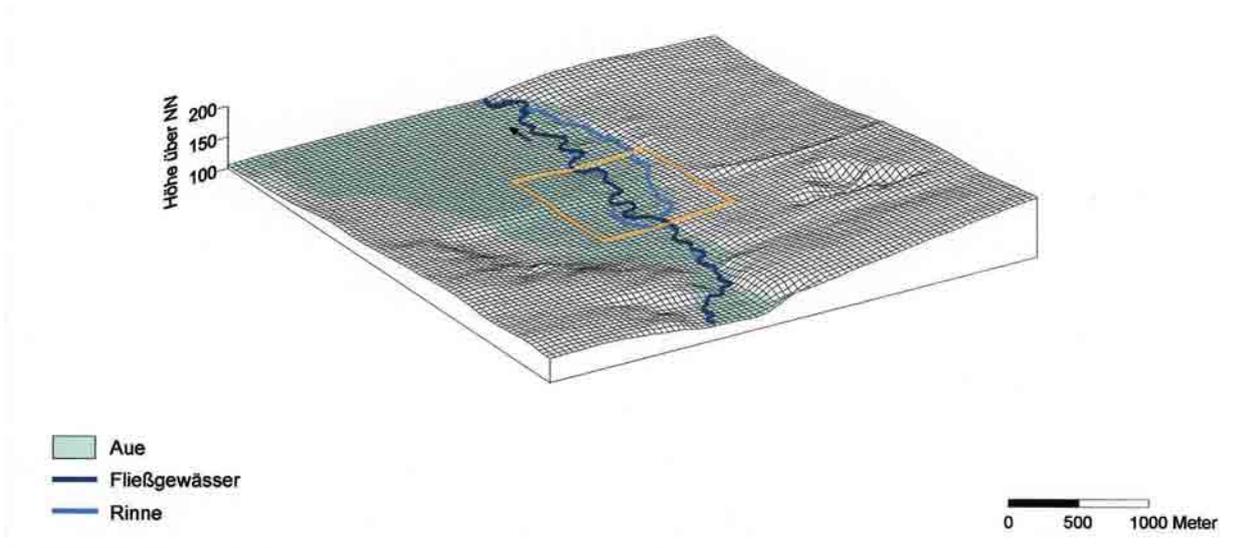
EZG \approx 400 km²

Fortsetzung Tab. 7.1: Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges – morphologische Charakterisierung

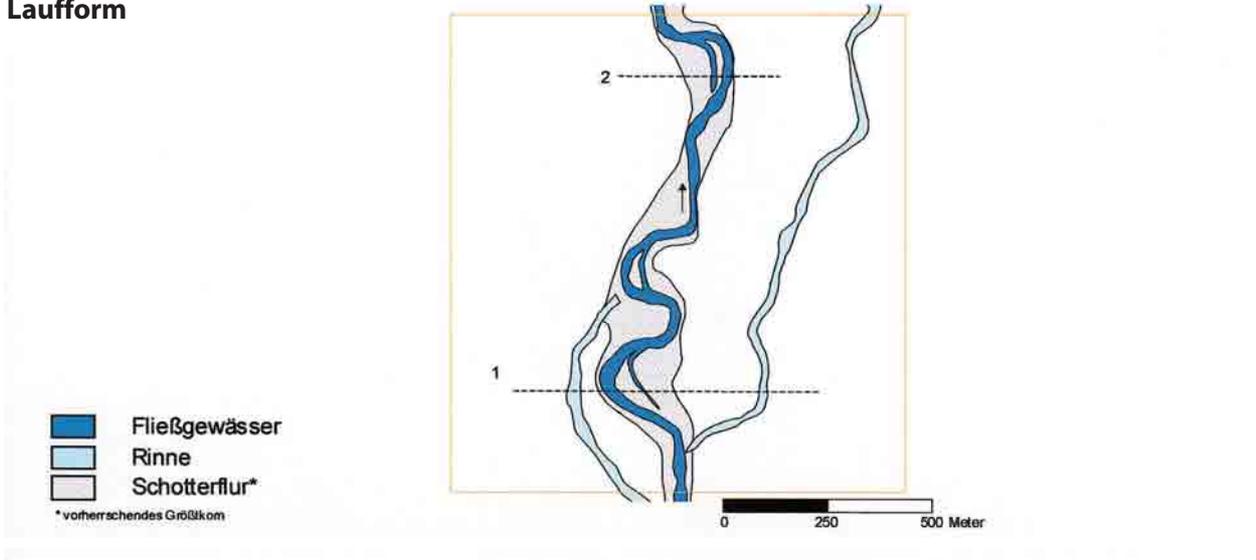
Fließgewässertyp		Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges ¹⁶	
Abschnittstypen siehe Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen			
	Abb. 37	Abb. 38	
Strömungsdiversität Tiefenvarianz	mäßig bis groß, zeitweise ohne bzw. mit stagnierendem Abfluss		
Häufigkeit und räumliche Verteilung	langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet in Kolken u. Kehrwassern	schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): vorherrschend, in Riffle- und Übergangsstrecken	
	langsam (< 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): selten; in Nebengerinnen	schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet, in Kolken	
Kritische Sohlschubspannung (τ)	20 – 80 N/m ²	10 – 60 N/m ²	
Sohlenstruktur	Dominanz von Schotter und Kies, vorherrschend kantig bis plattig	Dominanz von Schotter und Kies, häufig plattig kantengerundet oder auch gut gerundet	
Sohlsubstrate in absteigender Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Schotter / Steine • Kies • Blöcke • kleinräumig Fels • Falllaub, Äste, Totholz • Sand • Lehm 	<ul style="list-style-type: none"> • Schotter / Steine • Kies • Falllaub, Äste, Totholz • Sand • Lehm 	
Substratdiversität und -verteilung	große Substratvielfalt: NW-MW-Bett sowie die ausgedehnten Schotterfluren sind schotter- und kiesdominiert, Gleituferrinnen und temporäre Nebengerinne mit Feinkiesauflagen, Totholz- und Treibselansammlungen		
Besondere Sohlenstrukturen	vorherrschend schotterreiche Längs-, Mitten- und Diagonalbänke, zahlreiche Schnellen; Kolke und Kehrwasser zumeist an Felsprallhänge gebunden	flächenhaft ausgedehnte Mitten- und Gleituferbänke innerhalb der hochwassergeprägten Schotterflur	
Querprofil			
Querprofil	innerhalb des Hochflutbettes flaches Querprofil	extrem flaches Querprofil mit ein bis zwei NW-Gerinnen sowie temporären, außerhalb der Schotterflur verlaufenden Nebengerinnen	
Breitenvarianz	groß (1:2 – 1:5)	sehr groß (> 1:5)	
Einschnittstiefe	0 – 50 cm		
Profiltiefe	vorherrschend sehr flach		
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	sehr flache, stark gegliederte Uferlinien mit einzelnen Gehölzen, geschlossene Gehölzbestände erst außerhalb des Hochflutbettes	einzelne Gerinne mit flachen, vegetationsarmen Bankstrukturen, auf der Schotterflur kaum dauerhafter Gehölzaufwuchs, steile und geneigte Böschungen als äußere Begrenzung der Schotterflur bzw. des Migrationsraumes	
	in Mäander- und Sohlentalabschnitten im Festgestein persistente Felsprallhänge und -ufer		
Aue			
Ausuferungscharakteristik	Hochflutbetten bzw. Schotterfluren häufig flächenhaft bespannt, aufgrund der hohen Gefällewerte schneller Wellenablauf, höhere Talstufen sehr selten (< HQ ₁ ¹⁷) überflutet, mit zunehmender Gewässergröße auch häufigere Bespannung der äußeren Nebengerinne		
Formenschatz der Aue	Hochflutbett vollständig durch aktuelle fluviatile Formung – temporäre und permanente Gerinne – geprägt, höherer Talboden kaum reliefiert	Schotterflur durch gestreckte bis schwach gewundene Gerinnesysteme gegliedert, höherer Talboden von gestreckten flachen Rinnen durchzogen, häufig von Auenlehmen nivelliert	

¹⁶ und gefällereichere Übergangsbereichen in das Tiefland, dominierender Anteil EZG im Deckgebirge¹⁷ HQ₁: 1-jährlicher Hochwasserabfluss

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

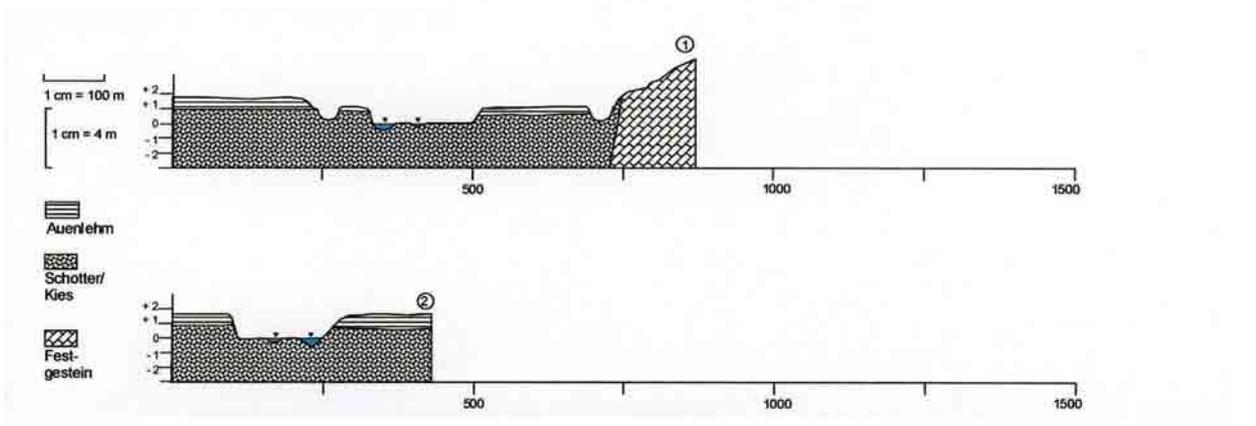


Abb. 38: Nebengerinnereicher, schwach gewundener, schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges (im Übergang zum Tiefland)

EZG \approx 750 km²

Tab. 7.2: Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges		
Makrozoobenthos				
Leitarten und Begleiter	Arten mittelgroßer Fließgewässer			
	<i>Eiseniella tetraedra</i> * <i>Haemopsis sanguisuga</i> * <i>Niphargus spec.</i> <i>Caenis beskidensis</i> <i>Ecdyonurus venosus</i> <i>Ephemerella mucronata</i> <i>Isonychia ignota</i> 0	<i>Habrophlebia fusca</i> * <i>Paraleptophlebia weneri</i> * 0 <i>Amphinemura standfussi</i> * <i>Capnia bifrons</i> * <i>Nepa cinerea</i> * <i>Sialis fuliginosa</i> * <i>Esolus parallelepipedus</i>	<i>Hydroporus marginatus</i> * <i>Halesus tessellatus</i> <i>Lasiocephala basalis</i> <i>Limnephilus affinis</i> * <i>Limnephilus extricatus</i> * <i>Melampophylax mucoreus</i>* <i>Micropterna testacea</i>*	
	fett: Leitart 0: keine aktuellen Nachweise dieser Art in Nordrhein-Westfalen, aber historisches Vorkommen bzw. Vorkommen aus angrenzenden Gebieten bekannt *: an Austrocknung des Gewässers angepasste Arten			
Grundarten der Flüsse des Mittelgebirges	<i>Dugesia gonocephala</i> <i>Unio pictorum</i> <i>Ancylus fluviatilis</i> <i>Gammarus pulex</i> <i>Baetis fuscatus</i> <i>Ecdyonurus torrentis Rhithrogena</i> <i>semicolorata</i> <i>Torleya major</i> <i>Isoperla grammatica</i>	<i>Leuctra fusca</i> <i>Leuctra geniculata</i> <i>Elmis maugetii</i> <i>Limnius volckmari</i> <i>Orectochilus villosus</i> <i>Oulimnius tuberculatus</i> <i>Agapetus ochripes</i> <i>Athripsodes albifrons</i> <i>Halesus radiatus</i>	<i>Hydropsyche siltalai</i> <i>Lepidostoma hirtum</i> <i>Lype phaeopa</i> <i>Mystacides nigra</i> <i>Polycentropus flavomaculatus</i> <i>Psychomyia pusilla</i> <i>Rhyacophila nubila</i> <i>Simulium reptans</i>	
charakteristische Merkmale der Makrozoobenthos-Besiedlung	in der Fließphase viele Hartsubstratbesiedler permanenter und temporärer Gewässer, in Trockenphasen geringe Artenzahlen und weitgehender Ausfall von Eintagsfliegen, Käfern der Familie Elmidae und vielen Fließwasserköcherfliegen; hohes Wiederbesiedlungspotenzial dieser Arten aus permanent fließenden Abschnitten und Zuläufen, Auftreten einzelner kalkliebender Arten			
Fische				
kennzeichnende Arten Langdistanzwanderfische	Forellen- / Äschenregion • Forelle (Bachforelle/Meerforelle), Äsche, Elritze, Groppe, Dreistachliger Stichling • keine Langdistanzwanderfische (relevant nur für die Mündungsbereiche zu permanenten Gewässern)			
charakteristische Merkmale der Fischzönose	prägend sind die Arten des Hauptgerinnes, während Arten der Nebengerinne und Auen nur eine untergeordnete Rolle spielen; durch den Austritt von kühlem Grundwasser (z. B. im Bereich von Spucklöchern) werden v.a. Arten sommerkühler Gewässer wie Forellen begünstigt; insgesamt stellt dieser Flusstyp jedoch einen Extremlebensraum für Fische dar, da häufig große Individuenverluste während des Austrocknens auftreten; den permanenten Gewässerabschnitten kommt eine besondere Bedeutung zu: sie dienen als Refugialräume bzw. als Ausgangspunkt für die Wiederbesiedlung der austrocknenden Gewässerabschnitte, von daher ist die längszonale Durchgängigkeit auch ohne das Auftreten von Langdistanzwanderfischen von großer Bedeutung.			
Vögel				
kennzeichnende Brutvögel	Flussregenpfeifer (häufig) (<i>Charadrius dubius</i>) und Flussuferläufer (<i>Actitis hypoleucos</i>) auf großen vegetationsarmen Schotter- oder Kiesbänken, der Flussuferläufer auch an vegetationsreicheren Uferabschnitten, der Flussregenpfeifer profitiert von den ausgedehnten vegetationsarmen Schotterflächen im Austrittsbereich vom Mittelgebirge in das Tiefland Eisvogel (<i>Alcedo atthis</i>), Brutröhren in steilen, sandigen oder kiesigen, auch lehmigen Uferabbrüchen Gebirgsstelze (<i>Motacilla cinerea</i>) und Wasserramsel (<i>Cinclus cinclus</i>), beide Arten häufig			
Biber / Fischotter				
Biber / Fischotter	Vorkommen von Biber (<i>Castor fiber</i>) und Fischotter (<i>Lutra lutra</i>)			

Fortsetzung Tab. 7.2: Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges – biozönotische Charakterisierung

Fließgewässertyp		Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges	
Laufkäfer / Spinnen			
kennzeichnende Arten vegetationsloser und vegetationsarmer Uferbänke	Laufkäfer <i>Bembidion articulatum</i> <i>Bembidion decorum</i> <i>Bembidion punctulatum</i>	<i>Bembidion tetracolum</i> <i>Bembidion tibiale</i>	Spinnen <i>Oedothorax agrestis</i> <i>Pirata knorri</i>
charakteristische Merkmale der Laufkäfer- und Spinnenfauna	flussuferbewohnende (ripicole) Arten, v.a. besonnter Kies- und Schotterbänke		
aquatische Makrophyten			
Vegetationstypen, Pflanzengesellschaften, kennzeichnende Arten	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ranunculus</i>-Typ (<i>R. fluitans</i>, <i>R. peltatus</i>, <i>R. penicillatus</i>) der Flüsse mit Großlaichkräutern • <i>Ranunculus trichophyllus</i>-Typ • <i>Callitriche platycarpa</i> / <i>stagnalis</i>-Typ • <i>Rhynchosstegium riparioides</i>-<i>Fontinalis antipyretica</i>-Typ 		
Ufer- und Auenvegetation			
kennzeichnende Vegetationseinheiten	<p>dominant: höher gelegener Talboden außerhalb des Hochflutbettes mit Stieleichen-Hainbuchenwald, stellenweise Erlen-Eschenwald; in regelmäßig durch Hochwasser überfluteten Bereichen Erlenauwald lückig bewachsene Schotterfluren des Hochflutbettes mit kurzlebigen sommerannuellen Pionierfluren, v. a. Flussknöterichgesellschaft und Weidengebüsche</p> <p>kleinflächig: Bach- und Rohrglanzgras-Röhricht, Flutrassen, Hochstaudenfluren fragmentarisch im Hochflutbett und in den Nebengerinnen, z.T. Weidenwälder; in staunassen vermoorten Senken Erlenbruchwald</p> <p>Quellfluren kalkreicher Standorte im Austrittsbereich von Kluftwasser</p> <p>Stillgewässer: bei Einlagerung von Feinmaterial Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte; sonst auch vollständige Austrocknung</p>		

Tab. 7.3: Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges – hydrologische und physiko-chemische Merkmale

Fließgewässertyp		Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges
Hydrologischer Typ		
Abfluss		temporär (hier: abschnittsweise temporäres Trockenfallen)
Abflusspende		abflussarm
Abflussdynamik		dynamisch
hydrologische Charakterisierung		zeitweise und abschnittsweise Trockenfallen durch Karsteinfluss, periodisch wiederkehrende Trockenphasen im Sommer, die in trockenen Jahren bis in den Winter andauern, beim Austritt ständig schüttender Karstquellen im Flussbett abschnittsweise permanente Wasserführung mit gedämpfter Wassertemperaturamplitude, große Abflussschwankungen im Jahresverlauf (NW- und HW-Phasen, teilweise Trockenfallen), sehr stark ausgeprägte Extremabflüsse der Einzelereignisse
Hydraulik Strömungsverhältnisse		im bespannten Zustand vorherrschend mittlere bis hohe hydraulische Kräfte, sehr hohe zeitliche und örtliche Variabilität der hydraulischen Kräfte, sehr starke hydraulische Kräfte bei HW in schmalen Hochflutbetten
Regimetyt		winterpluvial
abflussreichste / -ärmste Monate		Januar, März / September, Oktober
Abflussschwankung im Jahr SK_{MAX} , SK_{JAHR}		SK_{MAX} : 1,4 bis 1,7 SK_{JAHR} : 2,2 bis 3,8
Mittelwerte der Verhältnisse MNQ/MQ, MHQ/MQ		MNQ/MQ: 0,2 MHQ/MQ: 27,7
Mittlere Abflusspende im Jahr, Mq [$l/s \cdot km^2$]		6,6 – 13,2
Physiko-chemische Parameter		
Charakterisierung der Wassertemperatur		Steuerung der Wassertemperatur v.a. über die Abflusssituation (oberirdisch fließend, unterirdisch im Interstitial fließend, Restwasser-„pools“) und die Herkunft des Wassers (Grundwasser, Oberflächenabfluss), Beeinflussung u.a. über den Anteil von kühlem Grundwasser am Gesamtabfluss, den Grad der Beschattung durch Ufergehölze und die Talform; lokal im Bereich von stark schüttenden Karstquellen durch Zufluss von Grundwasser sommerliche Abkühlung und winterliche Erwärmung des Wassers maximale Tagesmittelwerte im Sommer 15°C bis 20°C
Chemische Leitwerte		
Geochemische Charakterisierung		Karbonatgewässer, kalkreich und elektrolytreich
Karbonathärte [mmol/l]		1,5 – 2,5
Gesamthärte [mmol/l]		2,0 – 3,0
Elektrische Leitfähigkeit [$\mu S/cm$]		450 – 750
pH-Wert		7,5 – 8,5
Chlorid [mg/l]		≤ 25
Gesamt-Phosphat [$\mu g/l$]		≤ 150
ortho-Phosphat [$\mu g/l$]		≤ 60
Nitrat [mg/l]		≤ 7
Biochemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]		≤ 2
Ammonium [mg/l]		$\leq 0,05$

II.2 • 7.3 Hydrologische Typen

Der hydrologische Typ charakterisiert das übergeordnete Abflussverhalten eines Gewässers bzw. eines Gewässerabschnittes. Er wird vor allem durch die klimatischen, orographischen und geologischen Verhältnisse geprägt und führt zu unterschiedlichen Verhältnissen von Abfluss, Strömung und Temperatur innerhalb der regionalen Flusstypen. Der hydrologische Typ bedingt eine Vielzahl von Modifikationen des „Lebensraums Fließgewässer“ und besitzt somit entscheidenden Einfluss auf eine Reihe abiotischer Parameter und die Ausbildung der Lebensgemeinschaft.

Maßgebliche Parameter für die Beschreibung des hydrologischen Typs sind:

- Abfluss
- Abflussspende
- Abflussdynamik

Tab. 8: Hydrologische Typen der Flüsse Nordrhein-Westfalens.

Hydrologischer Typ		
Abfluss	Abflussspende	Abflussdynamik
permanent	abflussarmer	ausgeglichener Typ
permanent	abflussarmer	dynamischer Typ
permanent	abflussreicher	dynamischer Typ
temporärer	abflussarmer	dynamischer Typ

Die Parameter können jeweils in zwei verschiedenen Ausprägungen auftreten, z. B. wird bei der Abflussdynamik zwischen ausgeglichen und dynamisch unterschieden (Abb. 39). Die Kombination dieser Parameterausprägungen beschreibt den hydrologischen Typus. Für die sieben regionalen Flusstypen Nordrhein-Westfalens können vier verschiedene vorherrschende hydrologische Typen ausgewiesen werden. Die flusstypspezifische Zuordnung der hydrologischen Typen ist den Tabellen 1.3 bis 7.3 zu entnehmen. Die Bezeichnung der hydrologischen Typen lässt sich aus der jeweiligen Ausprägung der Parameter ableiten (Tab. 8).

Aufgrund der weitreichenden ökologischen Bedeutung werden zwei übergeordnete Ausprägungen des **Abflusses** unterschieden:

- **permanent**, d.h. dauerhaft wasserführend
- **temporär**, d.h. zeitweise trockenfallend

Der überwiegende Teil der Flüsse in Nordrhein-Westfalen ist **permanent** fließend. Im Bereich der karstgeprägten Paderborner Hochfläche treten aber auch größere Gewässer auf, die durch **temporäres Trockenfallen** gekennzeichnet sind (Bild 59, 60). Hierbei ist charakteristisch, dass die Gewässer nicht auf ihrer gesamten Lauflänge abflusslos sind, sondern nur bestimmte Laufabschnitte trocken fallen. Der Zeitpunkt und die Länge der Trockenphasen werden entscheidend durch den Witterungsverlauf bestimmt und reichen von wenigen Tagen oder Wochen im Jahr bis zu einer Dauer von mehreren Monaten. Zumeist fallen die Trockenperioden in den Sommer oder Herbst.

Diese übergeordnete Differenzierung hat zur Ausweisung eines eigenen hydrologisch determinierten Flusstyps geführt, dem *Schottergeprägten Karstfluss des Deckgebirges*.

Das Austrocknen des Flussbettes ist der prägende Faktor für die Lebensgemeinschaft temporärer Fließgewässer. Er begünstigt das Vorkommen von Arten, die durch besondere Überdauerungsstrategien an die Austrocknung angepasst sind: Die Tiere besitzen Ruhephasen

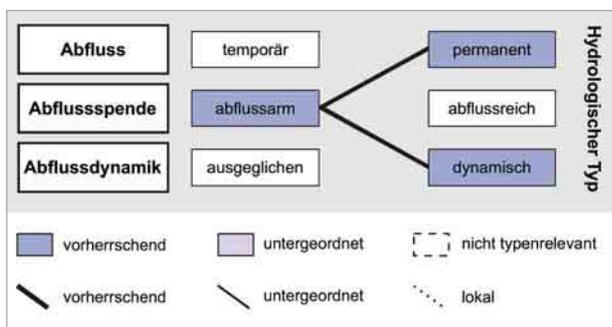


Abb. 39: Die Ausprägung der Parameter des Hydrologischen Typs und ihre Kombinationsmöglichkeiten am Beispiel des Sandgeprägten Flusses des Tieflandes.

als Eier oder Larven im restfeuchten Bachbett oder Ruhephasen (Flugzeitunterbrechungen) der Imagines, die sich an feuchten, geschützten Stellen, z. B. unter der Borke von Gehölzen des Auwaldes oder in Höhlen aufhalten. Zu den Besiedlern temporärer Fließgewässer gehören z. B. die Steinfliege *Capnia bifrons* (Bild 61) sowie einige in Nordrhein-Westfalen besonders seltene und gefährdete Arten wie die beiden Köcherfliegen *Melampophylax mucoreus* und *Micropterna testacea*, die gleichzeitig Leitarten des Schottergeprägten Karstflusses des Deckgebirges sind.



Bild 61: Die Steinfliege *Capnia bifrons* kann bei Sommertrockenheit in ein larvales Ruhestadium eintreten und so den Zeitraum bis zum Wiedereinsetzen der Wasserführung im feuchten Flussbett überdauern.



Bild 59: Im Winter und Frühjahr führt der Schottergeprägte Karstfluss des Deckgebirges regelmäßig Wasser ...



Bild 60: ... während das Flussbett im Sommerhalbjahr über Wochen bis Monate abschnittsweise trocken fallen kann.

Eine weitere Differenzierung erfolgt über die **Abflussspende**: Hier wird zwischen abflussarmen und abflussreichen Gewässern unterschieden. Um den Abfluss aus Einzugsgebieten unterschiedlicher Größe vergleichen zu können, wird der Abfluss durch die zugeordnete Einzugsgebietsfläche dividiert. Die Abflussspende wird in Litern pro Sekunde und Quadratkilometer [$l/(s \cdot km^2)$] angegeben.

Die Abflussspende spiegelt sowohl die geologisch orographischen als auch die niederschlagsbedingten hydrologischen Verhältnisse eines Einzugsgebietes wider. Anhand der Mittelwasserspende wird für Nordrhein-Westfalen der Einfluss des Niederschlages besonders deutlich, der das Land in das niederschlagsärmere Tiefland und das niederschlagsreichere Mittelgebirge teilt. **Abflussarme** Flussabschnitte des Tieflandes weisen eine mittlere Abflussspende (Mq) von 5 bis 15 $l/(s \cdot km^2)$ auf, die **abflussreichen** der Mittelgebirge von 15 bis 40 $l/(s \cdot km^2)$ (Abb. 40). Dieser Unterschied zwischen Tiefland- und Mittelgebirgsflüssen macht sich auch bei der Betrachtung der mittleren Hochwasserabflussspende (MHq) deutlich bemerkbar.

Hinsichtlich ihrer relativen mittleren Abflussspenden (MNq/Mq; MHq/Mq) existiert jedoch kein Unterschied zwischen den Flüssen des Mittelgebirges und den sand- und lehmgeprägten Flüssen des Tieflandes. Diese beiden Gruppen weisen vergleichbare Schwankungsbreiten auf. Besonders hervorzuheben ist hingegen der geringe Schwankungsbereich der linksrheinischen organisch geprägten Flüsse des Tieflandes zwischen mittlerer Niedrig- (MNq) und Hochwasserspende (MHq).

Die im Vergleich zum Tiefland höhere Fließgeschwindigkeit und die ganzjährig höheren Abflussspenden der permanenten Mittelgebirgsflüsse spiegeln sich auch in der Besiedlung der einzelnen Flusstypen wider. Vor allem innerhalb der Lebensgemeinschaft der *Schottergeprägten Flüsse des Grundgebirges* ist der Anteil strömungsliebender (rheophiler) Arten an der Wirbellosen- und Fischfauna besonders hoch. Einige rheophile Arten wie z. B. die Eintagsfliegen *Baetis lutheri* und *Oligoneuriella rhenana*, die Steinfliege *Perla burmeisteriana* und die Köcherfliegen *Brachycentrus maculatus* und *Micrasema setiferum* sind in ihrer Entwicklung auf ganzjährig stark strömende Verhältnisse angewiesen. Auf der anderen Seite ermöglicht die ausgeglichene Wasserführung und die anastomosierende Laufentwicklung der abflussarmen *Organisch geprägten Flüsse des Tieflandes* das Vorherrschen vieler Arten langsam fließender und stehender Gewässer.

Die **Abflussdynamik** beschreibt die mittlere, regelhafte und jahreszeitliche Abfolge von Schwankungen des Abflusses und tritt in den Ausprägungen ausgeglichen und dynamisch auf. Sie ermöglicht qualitative Aussagen über Auftreten und Dauer hydrologischer Extreme wie Niedrig- und Hochwasser. Die Charakterisierung der Abflussdynamik erfolgt im Sinne des Abflussregimes durch die Pardé'schen Schwankungskoeffizienten (PARDÉ 1947). Sie sind definiert als Quotient des mittleren Monatsabflusses und des mittleren Abflusses:

$$SK_i = MQ_i / MQ$$

(i = Jan, Feb, Mar, ..., Dez; SK = Schwankungskoeffizient;
MQ = mittlerer Abfluss).

Über diesen dimensionslosen Koeffizienten, der nicht nur den Auftrittszeitpunkt, sondern auch die Schwankung des Abflussganges im Jahresverlauf aufzeigt, sind auch Fließgewässer unterschiedlicher Größe direkt miteinander vergleichbar.

GRIMM (1968) dagegen legt nicht die langjährigen Monatsmittel, sondern übergreifende Monatsmittel der Doppelmonate zugrunde, die den Einfluss unterschiedlich langer Beobachtungsreihen und Zufälligkeiten bei der Standortwahl der Abflusspegel berücksichtigen. Die Grimm-Koeffizienten sind definiert als:

$$SK_i = MQ_i / 2 \times MQ_{\text{Jahr}}$$

(i = Jan+Feb, Feb+Mrz, ..., Dez+Jan;

SK = Schwankungskoeffizient; MQ = mittlerer Abfluss).

Da GRIMM (1968) jedoch nicht die Abflussganglinie als Ganzes, sondern charakteristische Phasen, wie Dauer und Zeitpunkt der Abflussmaxima und -minima, für seine Typologie heranzieht, werden folgende Schwankungskoeffizienten integriert:

$$SK_{\text{Max}} = MQ_{\text{max. Doppelmonat}} / 2 \times MQ_{\text{Jahr}}$$

$$SK_{\text{Jahr}} = MQ_{\text{max. Doppelmonat}} / MQ_{\text{min. Doppelmonat}}$$

Diese Schwankungskoeffizienten ermöglichen Aussagen zur Abweichung der mittleren Monatsabflüsse vom mittleren Abfluss, mithin also zur Dynamik des jährlichen Abflussganges.

Die Spanne der Grimm'schen Schwankungskoeffizienten für die untersuchten Flüsse in Nordrhein-Westfalen liegt auf Basis der bisherigen Auswertungen bei:

$$SK_{\text{Max}} = 1,1 - 2,4; SK_{\text{Jahr}} = 1,2 - 12,3.$$

Auf Grund dieser SK-Spannweiten und des Verlaufs ihrer mittleren Jahresganglinie werden alle Flüsse Nordrhein-Westfalens als winterpluvial bezeichnet. Entscheidend für den mittleren Abflussgang dieses Regimes ist vorrangig der Gang der Verdunstung, vor dem Einfluss des Niederschlaganges. Im Winter, der Jahreszeit mit der geringsten Verdunstung, sind die Abflüsse am höchsten (Januar bis März, seltener Dezember). Das Abflussminimum tritt im Spätsommer (September und August) auf. Anhand ihrer Abflussdynamik werden die Flüsse weiter in ausgeglichene und dynamische Gewässer klassifiziert. Flüsse mit aus-

geglicherer Abflussdynamik weisen eine geringe Schwankung der Jahresganglinie auf während die Gruppe der dynamischen Flüsse einen deutlichen Unterschied zwischen winterlicher Hochwasser-Periode und sommerlicher Niedrigwasser-Periode zeigt (Abb. 41). Auf dieser Grundlage werden Gewässer, deren Grimm'sche Schwankungskoeffizienten SK_{Max} kleiner 1,4 bzw. SK_{Jahr} kleiner 1,8 ist als ausgeglichen beschrieben, während bei Überschreitung der Schwellenwerte eine dynamische Ausprägung vorliegt.

Im äußersten Westen des Landes sind Flüsse mit ausgeglichener Abflussdynamik konzentriert. Die pedologische und orographische Situation ist dort ein maßgeblicher Steuerfaktor für die ausgeglichene Charakteristik des langjährigen mittleren Abflusses dieser Gewässer. Die Einzugsgebiete dieser Pegel sind charakterisiert durch zum Teil mächtige Lössauflagen mit einer vergleichsweise hohen Speicherkapazität und sehr geringer Reliefenergie.

Die Gewässer mit dynamischen Regimen konzentrieren sich einerseits im Tiefland auf die sandgeprägten Flüsse und die rechtsrheinisch gelegenen organisch geprägten Flüsse sowie im Mittelgebirge auf die *Schottergeprägten Flüsse des Grundgebirges*. Die Ähnlichkeit im langjährigen mittleren Abflussgang liegt allerdings in unterschiedlich wirkenden Steuerfaktoren begründet. Bei den Gewässern mit dynamischem Abflussgang im Tiefland spielt die geringe Speicherkapazität des Untergrundes eine wichtige Rolle. Ist der Basisabfluss dieser Gewässer gering, führt das im Zeitraum der höchsten Verdunstung im Sommer zu sehr niedrigen und im Winter erwartungsgemäß zu hohen mittleren Abflüssen. Im Grundgebirge treffen wenig speicherfähige Untergründe, die zum Basisabfluss beitragen, auf eine insgesamt höhere Reliefenergie. Das Ergebnis ist eine vergleichbare Dynamik im mittleren Abflussgang der Flüsse des Grundgebirges, der *Sandgeprägten Flüsse des Tieflandes* und der rechtsrheinisch gelegenen *Organisch geprägten Flüsse des Tieflandes*.

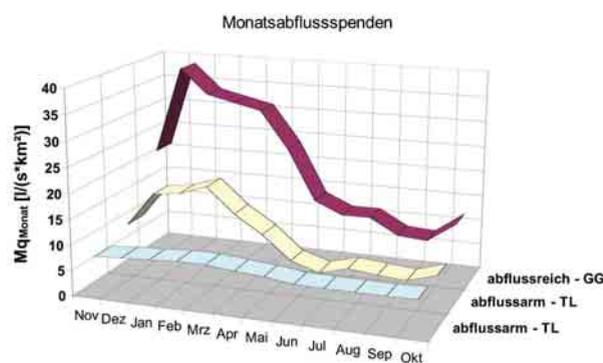


Abb. 40: Vergleich der Monatsabflusspenden eines abflussreichen dynamischen Flusses des Grundgebirges, abflussarmen dynamischen Flusses des Tieflandes und abflussarmen ausgeglichenen Flusses des Tieflandes. GG: Grundgebirge, TL: Tiefland.

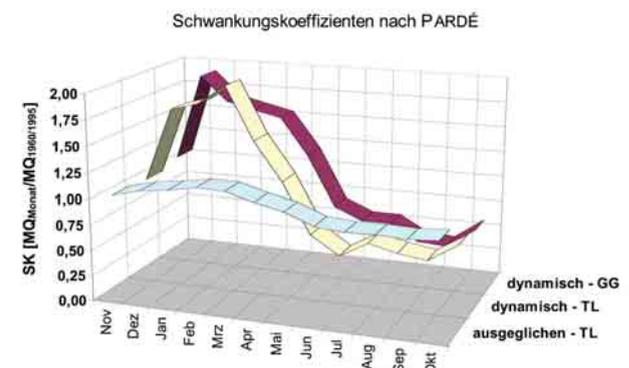


Abb. 41: Vergleich der Abflussdynamik eines dynamischen Flusses des Grundgebirges, dynamischen Flusses des Tieflandes und ausgeglichenen Flusses des Tieflandes. GG: Grundgebirge, TL: Tiefland.

Die Tabelle 9 fasst die Ausprägungen der vier für die nordrhein-westfälischen FlüÙe ausgewiesenen hydrologischen Typen zusammen.

Die Ausweisung von vier hydrologischen Flusstypen in Nordrhein-Westfalen ist ein erster Schritt einer Klassifizierung des Abflussgeschehens auf einer großräumigen Skala. Die räumliche Zuordnung dieser Typen zum Gewässersystem ist die nächste Aufgabe einer anwendungsorientierten Umsetzung. Darüber hinaus erfordert die große ökologische Bedeutung des Abflussgeschehens eine weitergehende Beschreibung von hydrologischen Typen, die die Lebensbedingungen für aquatische Pflanzen und Tiere sowie für auentypische Lebensgemeinschaften näher charakterisiert. Dafür sind detaillierte Untersuchungen notwendig, die weiteren Studien vorbehalten bleiben müssen.

Tab. 9: Merkmale hydrologischer Typen für FlüÙe in Nordrhein-Westfalen.

Abfluss	temporär	permanent		
Abflussspende	abflussarm	abflussarm	abflussarm	abflussreich
Abflussdynamik	dynamisch	ausgeglichen	dynamisch	
Mq [l/(s*km²)]	≤ 15	≤ 15	≤ 15	> 15
SK _{Max} nach GRIMM (1968)	> 1,4	≤ 1,4	> 1,4	
SK _{Jahr} nach GRIMM (1968)	> 1,8	≤ 1,8	> 1,8	
Abflussmaximum	Jan > Feb > März	März > Feb > Jan	Jan > Dez > März	Dez > Jan > Feb
sekundäres Abflussmaximum	–	–	(Juli)	Juli
Abflussminimum	Sommer	Sep < Aug	Aug < Sep	
Besonderheiten	zeit- und abschnittsweise trockenfallend	sehr ausgeglichene Jahresabflussganglinie	hohe Abflussdynamik, im Tiefland geringere hydraulische Last als im Mittelgebirge	hohe Abflussdynamik, im Mittelgebirge dauerhaft höhere hydraulische Last als im Tiefland
ökologische Relevanz	besondere Anpassungsstrategien der Lebensgemeinschaft an das Trockenfallen sind notwendig	hydraulisch bedingte Stresssituationen treten selten auf, da Extremereignisse weniger ausgeprägt sind	relativ geringer Basisabfluss führt im hydrologischen Sommerhalbjahr zu niedrigem Gesamtabfluss, Stresssituationen durch plötzliche Hochwasserereignisse auf Grund von starken konvektiven Niederschlägen	

II.2 • 8 Leitbilder für die Praxis

Naturnahe Flüsse sind in der heutigen Kulturlandschaft sehr selten geworden. Durch eine Vielzahl unterschiedlicher anthropogener Eingriffe sind sie vom Naturzustand weit entfernt. Das hat zur Folge, dass das heutige Erscheinungsbild der Gewässer so stark verändert ist, dass die Zuordnung von einem konkreten Gewässer zum Leitbild und der zugehörigen morphologischen und biozönotischen Leitbildbeschreibung erschwert wird.

Um die Leitbildbestimmung zu erleichtern, ist den mittelgroßen bis großen Flüsse der entsprechende Flusstyp und Flussabschnittstyp zugewiesen und auf der „Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen in Nordrhein-Westfalen“ dargestellt worden (s. Anhang IX). Bei der kartographischen Darstellung im Maßstab 1:300.000 ist zu beachten, dass die ausgewiesenen Flusstypen und Flussabschnittstypen jeweils die vorherrschende Merkmalsausprägung wiedergeben. Lokal können jedoch kleinräumige Abweichungen auftreten. Eine Überprüfung der jeweiligen örtlichen Gegebenheiten und gegebenenfalls eine Anpassung ist daher notwendig.

Nachfolgend wird die Zuordnung zum Leitbild am Beispiel der Gewässerstrukturgütekartierung (LUA 2001a) aufgezeigt. Ebenso kann das lokal zutreffende Leitbild jedoch auch im Rahmen von Gewässergestaltung und -entwicklung ermittelt werden.

Die „korrekte“ Zuordnung des Flusstyps zu einem konkreten Gewässerabschnitt ist aber ebenfalls Voraussetzung für eine Verwendung biozönotischer Leitbilder als Planungsinstrument und Bewertungshilfe.

II.2 • 8.1 Leitbilder für die Gewässerstrukturgütekartierung

Das Leitbild bildet die Grundlage für die Bewertung der Gewässerstruktur. Während der Bearbeitung – idealerweise im Gelände – nimmt der Kartierer die Bewertung durch einen Abgleich zwischen Leitbild und Ist-Zustand vor.

Die Ermittlung des zutreffenden Leitbildes erfolgt auf Grundlage der Inhalte dieses Merkblattes sowie eines Geländeabgleiches:

1. **Zuordnung** des zu kartierenden Laufabschnittes mit Hilfe der Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen in Nordrhein-Westfalen
2. **Auswertung** der vorliegenden Tabellen und Abbildungen dieses Merkblattes
3. **Abgleich** mit den lokalen Bedingungen des Kartierabschnittes und Anpassung an die örtlichen Rahmenbedingungen (z. B. können kleinräumige Talbodeneinengungen durch Schwemmfächer oder auch Festgesteinsriegel Modifikationen des potenziell natürlichen Windungsgrades erfordern).

Um die Zuordnung des kartierten Laufabschnittes zum Leitbild zu ermöglichen, werden die leitbildrelevanten Parameter auf dem Erhebungsbogen der Gewässerstrukturgütekartierung (Abb. 42) erfasst.

Typisierung	Großlandschaft	Gewässerbreite	Talbodenbreite	Sohlsubstrat
	Tiefland <input type="checkbox"/>	10 – 20 m <input type="checkbox"/>	< 20 m <input type="checkbox"/>	organisches Substrat <input type="checkbox"/>
	Grundgebirge <input type="checkbox"/>	20 – 40 m <input type="checkbox"/>	20 – 50 m <input type="checkbox"/>	Ton/Lehm <input type="checkbox"/>
	Deckgebirge <input type="checkbox"/>	40 – 80 m <input type="checkbox"/>	50 – 100 m <input type="checkbox"/>	Sand <input type="checkbox"/>
		80 – 160 m <input type="checkbox"/>	100 – 200 m <input type="checkbox"/>	Kies <input type="checkbox"/>
		> 160 m <input type="checkbox"/>	200 – 500 m <input type="checkbox"/>	Steine <input type="checkbox"/>
			500 – 2000 m <input type="checkbox"/>	Blöcke <input type="checkbox"/>
			> 2000 m <input type="checkbox"/>	Festgestein <input type="checkbox"/>
	Windungsgrad	Laufstyp	Abflusstyp	
	gestreckt <input type="checkbox"/>	unverzweigt <input type="checkbox"/>	temporär <input type="checkbox"/>	
schwach gewunden <input type="checkbox"/>	mit Nebengerinnen <input type="checkbox"/>	permanent <input type="checkbox"/>		
gewunden <input type="checkbox"/>	verzweigt/anastomosierend <input type="checkbox"/>			
mäandrierend <input type="checkbox"/>	verzweigt/verflochten <input type="checkbox"/>			
stark mäandrierend <input type="checkbox"/>				

Abb. 42: Kennfelder zur Typisierung auf dem Erhebungsbogen zur Gewässerstrukturgütekartierung mittelgroßer bis großer Fließgewässer (LUA 2001a).

Mit Hilfe dieser Parameter lassen sich die lokalen und spezifischen Charakteristika eines Flussabschnittes beschreiben:

Großlandschaft

Bei der Einordnung eines Flussabschnittes in eine Großlandschaft ist zu beachten, dass insbesondere bei größeren Gewässern Einflüsse der oberen Einzugsgebiete weit in andere Naturräume hineinreichen können.

Die Großlandschaften sind auf der Karte als Flächen-signaturen unterlegt und basieren auf der Karte der Fließgewässerlandschaften (LUA 1999a,b). Bei der Zuordnung zu einer Großlandschaft ist der zumeist fließende Übergang der Landschaftsräume zu berücksichtigen, der eine scharfe Trennung kaum oder nur selten ermöglicht.

Gewässerbreite

Die Einschätzung der potenziell natürlichen Gewässerbreite kann anhand alter Laufformen erfolgen, gegebenenfalls können verlässliche historische Quellen berücksichtigt oder auf rechnerische Verfahren zurückgegriffen werden. Liegen keine verwendbaren Daten vor, kann eine grobe Einschätzung vorgenommen werden: In nicht kohäsiven Substraten liegen die potenziell natürlichen Gerinnebreiten bei mindestens dem 2-3fachen Wert der Ausbausohlbreiten.

Die Darstellung der Mittelwasserabflüsse als unterschiedlich breite Bänder auf der Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen erlaubt eine relative Einschätzung der Gewässergröße und entspricht der Gewässergütekarte des Landes Nordrhein-Westfalen 1995 (LUA 1996).

Talbodenbreite

Die Talform und die Lage in einer Großlandschaft sind für die Entwicklungsfähigkeit des Gewässerlaufes von vergleichsweise untergeordneter Bedeutung. Entscheidend ist das Verhältnis der Gewässerbreiten zu den Talbodenbreiten.

Zur Plausibilisierung der nachfolgenden Angaben zum Lauftyp wird die Breite des morphologisch relevanten, d.h. zur Gerinneverlagerung nutzbaren Talbodens des jeweiligen Kartierabschnittes abgefragt. Im Allgemeinen ist dies der ebene Talboden, der verlagerbare Substrate aufweist.

Unter zusätzlicher Beachtung der Gefälle- und Substratverhältnisse können aus dem Verhältnis von potenziell natürlicher Gerinnebreite zu Talbodenbreite (reale Werte, nicht Größenklassen) erste Schlüsse auf den möglichen Windungsgrad, nicht jedoch den Lauftyp (s.u.) des Gewässerabschnittes gezogen werden:

Verhältnis der potenziell natürlichen Gewässerbreite zur Talbodenbreite:

- < 1 : 3 Engtal, gestreckter Gewässerverlauf
- 1:3 bis 1:10 Sohlental, schwach gewundener bis mäandrierender Gewässerverlauf in Abhängigkeit von Substraten und Gefälle
- > 1 : 10 weites Sohlental, alle Windungsgrade einschließlich stark mäandrierender Gewässerverläufe (Windungsgrad bis > 2) in Abhängigkeit von Substraten und Gefälle

Sohlsubstrat

Das Sohlsubstrat wird durch das vorherrschende Größtkorn, d.h. die größte Korngrößenklasse, die einen Anteil von 15 % überschreitet, bzw. den organischen Anteil charakterisiert (Bild 62 – 64).

Das vorherrschende Größtkorn und damit das typologisch relevante Substrat wird kartographisch in Form von gewässerbegleitenden Farbbändern dargestellt. Die Farbe ermöglicht die Zuordnung des Sohlsubstrates bzw. des Flusstyps.

Neben den substratdeterminierten Flusstypen werden auf der Flussabschnittstypenkarte zusätzlich relevante, jedoch nicht vorherrschende Substrate als farbige „Außenlinie“ dargestellt. Dies trifft insbesondere für organisch geprägte Flüsse zu, kleinräumig treten jedoch auch bei mineralisch geprägten Flüssen derart diversifizierte Substratbedingungen auf.

Windungsgrad und Lauftyp

Die Kombination von Windungsgrad und Lauftyp beschreibt den im Kartierabschnitt festgelegten Flussabschnittstyp und ist bei der Gewässerstrukturgütekartierung in hohem Maße bewertungsrelevant. Dies gilt sowohl für die Bewertung der funktionalen Einheiten als auch für die Indexdotierung.

Der vorherrschende Windungsgrad und Lauftyp werden mit Hilfe von schematischen Piktogrammen auf der Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen ausgewiesen, die eine direkte Zuordnung zum jeweiligen Flussabschnitt ermöglichen.

Abflusstyp

Die Benennung des Abflusstyps bzw. hydrologischen Typs erfolgt zur Dokumentation der typologischen Zuordnung und besitzt keinen Einfluss auf die Bewertung der Gewässerstrukturgüte.

Der temporäre Abflusstyp ist in der Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen durch eine andersfarbige, in diesem Fall blaue Außenlinie des Substratbandes dargestellt.

Das hier vorgestellte offene System der Festlegung der gewässertypologischen Grundlagendaten erfordert bei der Kartierung eine intensive Auseinandersetzung mit der Leitbildthematik. Aufgrund der im Einzelnen nachvollziehbaren Bewertungsgrundlage wird die Bewertung der leitbildbezogenen Einzelparameter im Rahmen der Gewässerstrukturgütekartierung transparent gemacht. Dies ist vor dem Hintergrund der an größeren Gewässern im Längsverlauf wechselnden Leitbilder von großer Bedeutung. Zudem können etwaige Fehleinschätzungen des Leitbildzustandes selbst im Nachhinein nachvollziehbar korrigiert werden.



Bild 62: Sand ...



Bild 64: ... oder Schotter als typisches Sohlsubstrat.



Bild 63: ... Kies ...

II.2 • 8.2 Leitbilder für Gewässer und Laufabschnitte mit irreversiblen anthropogenen Veränderungen der naturräumlichen Rahmenbedingungen

Die räumliche Zuordnung der Flusstypen und Flussabschnittstypen ist in Bereichen mit sehr weitgehenden Veränderungen der naturräumlichen Rahmenbedingungen deutlich erschwert. Die intensive Nutzung der Landschaft in Nordrhein-Westfalen hat zu Überprägungen geführt, die signifikante Auswirkungen auf die lokale Zuordnung eines konkreten Leitbildzustandes haben. Besonders hervorzuheben sind unter diesem Aspekt die Auswirkungen des Bergbaus. Aus den bergbaulichen Aktivitäten resultieren folgende Veränderungen der lokalen naturräumlichen Bedingungen:

- Bergsenkungen führen zu veränderten Gefälleverhältnissen, die bis zu einer Gefälleumkehr reichen und Fließgewässer in Seenketten verwandeln können.
- Großflächige Grundwasserabsenkungen und der Verbleib ausgedehnter Tagebaurestseen führen zu langfristig oder nahezu irreversibel veränderten Grundwasserverhältnissen.
- Großflächige Umlagerungen von Erdmassen bedingen vollständig andere Substratverhältnisse im Gewässer, sobald eine laterale Verlagerung in das überformte Gelände einsetzt.

Laufabschnitte von Fließgewässern, die derartige Bergbaufolgelandschaften durchfließen, müssen hinsichtlich ihrer Leitbildentwicklung individuell betrachtet werden. Die lokalen Gefälle-, Grundwasser- und Substratverhältnisse sind detailliert zu prüfen und unter typologischen Aspekten auszuwerten.

Auch bei sehr weitreichender anthropogener Überprägung von Laufabschnitten oder auch ganzen Fließgewässersystemen ist es möglich, auf Grundlage der großräumigen naturräumlichen Rahmenbedingungen potenziell natürliche Zustände herzuleiten.

Typologische Zuordnungen werden durch die Betrachtung der Verhältnisse im Ober- bzw. Unterlauf des überprägten Laufabschnittes erleichtert. Die fließende Welle und der Geschiebetransport prägen auf ihre Weise auch die ansonsten weitgehend veränderten Laufabschnitte, so dass die typologische Zuordnung bei kürzeren Laufabschnitten übertragbar erscheint.

Eine individuelle Verknüpfung der großräumigen naturräumlichen Rahmenbedingungen mit der lokal veränderten Situation erlaubt auch für derartige Laufabschnitte typologische Betrachtungen.

II.2 • 8.3 Biozönotische Leitbilder für Flüsse als Planungsinstrument und Bewertungshilfe

Die Tabellen 1.2 – 7.2 geben einen Überblick wesentlicher an Flüsse gebundener Pflanzen- und Tiergruppen der sieben Flusstypen Nordrhein-Westfalens. Als Bestandteile des biozönotischen Leitbildes sind die genannten Arten bzw. Vegetationseinheiten im Leitbildzustand potenziell zu erwarten. Sie vermitteln den Eindruck einer charakteristischen Lebensgemeinschaft der Flusstypen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Auch im potenziell natürlichen Zustand ist in einem einzelnen Flussabschnitt nicht gleichzeitig mit dem Auftreten aller Arten zu rechnen.

Die Zusammenstellung gewässertypspezifischer aquatischer und uferbewohnender Wirbelloser, Fische und aquatischer Makrophyten kann als Planungsinstrument oder Bewertungshilfe für die Ziele des Gewässerschutzes herangezogen werden: Aufgrund der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften können Aussagen über gewässertypspezifische Habitate und Lebensraumqualitäten gemacht werden.

Ein Vergleich zwischen dem aktuellen Ist-Zustand der Besiedlung eines konkreten Gewässers und dem biozönotischen Leitbild des entsprechenden Flusstyps erlaubt Rückschlüsse auf bestimmte Qualitäten des Lebensraumes, wie zum Beispiel die Durchgängigkeit des Gewässersystems oder das Vorkommen typischer

Gewässerstrukturen. Das häufige Vorkommen einer großen Anzahl flusstypspezifischer Arten ist ein Indiz für große Naturnähe des Gewässers.

Ein konkretes Bewertungsverfahren zur Ermittlung des ökologischen Zustandes, das u. a. auf den Informationen des biozönotischen Leitbildes aufbaut, ist noch zu entwickeln. Die Zusammenstellung gewässertypischer und störungsempfindlicher Taxa ist dabei nur ein Baustein für eine integrierte ökologische Bewertung, die durch weitere Bausteine wie z. B. die Zusammensetzung der Ernährungstypen oder der Dominanzstruktur der Lebensgemeinschaft ergänzt werden sollte.

Eine Hilfestellung für die **Anwendung der biozönotischen Leitbilder** in der Praxis sollen die schematischen Darstellungen ausgewählter Tierarten in den Flussquerschnitten sein (Abb. 7, 11, 14, 19, 23, 30, 35). Sie zeigen die bevorzugten Aufenthaltsorte der Arten und betonen die Bedeutung charakteristischer Habitate für das Auftreten einer „vollständigen“ Lebensgemeinschaft. Hiermit soll der Blick vor allem auf die habitat-spezifische Besiedlung gelenkt werden. Das Vorkommen einiger Arten ist z. B. obligat an Totholz im Gewässer (z. B. *Lype spec.*, *Heptagenia flava*), großflächige Insel- oder Uferbänke (z. B. Flussregenpfeifer) oder weitere Strukturen naturnaher Fließgewässer gebunden.



Bild 66: Individuenstarke Populationen von Flussmuscheln der Gattung *Unio* sind durch Gewässerausbau und -verschmutzung sehr selten geworden. Voraussetzungen für ihr Vorkommen sind die Lagestabilität der Sohle und das Vorhandensein strömungsberuhigter Flussbuchten oder Nebengerinne.



Bild 65: Steinfliegen waren früher in Flüssen des Tieflandes und Mittelgebirges weit verbreitet und häufig. Wegen ihrer Sauerstoffbedürftigkeit und ihres geringen Ausbreitungsvermögens haben sie am meisten unter der Verschmutzung und dem Ausbau der Flüsse gelitten. Aktuelle Vorkommen von Steinfliegen in Flüssen wie z. B. der Art *Leuctra geniculata* stellen Reliktpopulationen dar und sollten höchsten Schutz genießen.



Bild 67: Großflächige Pionierfluren an Flüssen sind ein zuverlässiger Indikator für eine natürliche Gewässerbettdynamik.

Die Tabellen 10 und 11 sind ein weiterer Schritt zur Umsetzung der biozönotischen Leitbilder. Sie fassen in vereinfachter Form grundlegende Eigenschaften naturnaher Fließgewässer zusammen: gewässertypische Habitatstrukturen von Gewässersohle und Ufer, Durchgängigkeit des Systems, langfristig gute Wasserqualität und die Vernetzung des Flusses und seiner Aue (Bild 65). Für die sieben Flusstypen Nordrhein-Westfalens erfolgt die Nennung ausgewählter Tier- und Pflanzengruppen, die das Vorkommen dieser Habitat- und Lebensraumqualitäten im Leitbildzustand repräsentieren. Sie zeigen den Zusammenhang zwischen Strukturen und Funktionen der Gewässer und ihrer Besiedlung auf. Um die Allgemeingültigkeit der Aussagen zu vergrößern, wird in den Tabellen 10 und 11 auf die Nennung von Arten verzichtet. Für den *Sandgeprägten Fluss des Tieflandes*, den *Kiesgeprägten Fluss des Tieflandes*, den *Schottergeprägten Fluss des Grundgebirges* und den *Kiesgeprägten Fluss des Deckgebirges* erfolgt eine biozönotisch begründete längszonale Differenzierung in mittelgroße und große Fließgewässer.

Beispiel 1:

Die Habitatqualität „dominierendes Sohlsubstrat“ im *Sandgeprägten Fluss des Tieflandes* wird durch eine charakteristische Vergesellschaftung grabender oder in den oberen Sandschichten lebender Makrozoobenthosarten angezeigt. Das Vorkommen größerer Populationen von (Leit-) Arten mit einem mehrjährigen Entwicklungszyklus (z. B. Großmuscheln: *Anodonta anatina*, *Unio crassus*, *Unio pictorum* und Großlibellenlarven: *Gomphus vulgatissimus*) und das gemeinsame Auftreten weiterer Leitarten des *Sandgeprägten Flusses des Tieflandes* (*Brachycercus harrisella*, *Ephemera danica*, *Isoptena serricornis* und *Taeniopteryx nebulosa*) sowie weiterer Substratspezialisten wie des Bachneunauges indizieren das Vorkommen von großflächig lagestabilen, detritusreichen sandigen Sohlsubstraten (Bild 66).

Beispiel 2:

Die Habitatqualität „Ufer- und Inselbänke“ wird über das regelmäßige Vorkommen von Pioniergesellschaften feuchter bis nasser, sandig-schlammiger, zeitweise überschwemmter Rohböden abgefragt. Das Vorkommen dieser hochdynamischen Standorte ist obligat an die laterale Gerinnebettverlagerung des Gewässers gebunden (Bild 67). Die Pioniergesellschaften dieses Beispiels – Zweizahnfluren und Pionierstadien von Weidengebüschen – sind der Tabelle 3.2 bzw. der textlichen Beschreibung des *Sandgeprägten Flusses des Tieflandes* zu entnehmen.

Beispiel 3:

Die Lebensraumqualität „Durchgängigkeit des Gewässers“ wird über das häufige Vorkommen durchziehender bzw. laichender Langdistanzwanderfischarten, wie z. B. Lachs und Meerneunauge, und innerhalb des Flusses wandernder Fischarten, wie z. B. die Barbe, abgefragt. Das Fehlen von Wanderfischen wird in vielen Fällen ursächlich auf die fehlende Durchgängigkeit des Gewässersystems zurückzuführen sein.

Tab. 10: Flusstypische Habitat- und Lebensraumqualitäten und ihre Besiedlung – Flusstypen des Tieflandes

Flusstyp	Organisch geprägter Fluss des Tieflandes	Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes	Sandgeprägter Fluss des Tieflandes		Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes	
Gewässergröße Habitat-/ Lebensraumqualität	mittelgroße und große Fließgewässer	mittelgroße Fließgewässer	mittelgroße Fließgewässer	große Fließgewässer	mittelgroße Fließgewässer	große Fließgewässer
dominierendes Sohlsubstrat	Vergesellschaftung vieler typischer Besiedler des dominierenden Sohlsubstrates (Abbildungen 7, 11, 14, 19 (Querprofile) und Tabellen 1.2 – 4.2)					
	Besiedler strömungsarmer, ruhig fließender, auch stagnierender Gewässerabschnitte mit organischen Substraten (Torf, Falllaub, Äste und Holz) und aquatischen Makrophyten	Besiedler lehmiger Substrate; die kohäsiven oder feinsedimentreichen, lehmigen Sohlsubstrate sind relativ besiedlungsfeindlich, die höchsten Arten- und Individuenzahlen sind auf organischen Hartsubstraten zu finden	Besiedler sind grabende oder in der oberen Sandschicht lebende (Leit-) Arten der großflächigen und lagestabilen, detritusreichen, sandigen Sohlsubstrate langsam fließender Abschnitte	Besiedler sind grabende oder in der oberen Sandschicht lebende (Leit-) Arten der großflächigen und lagestabilen, detritusreichen, sandigen Sohlsubstrate langsam fließender Abschnitte	Besiedler der großflächigen und lagestabilen, kiesig-sandigen, detritusreichen Sohlsubstrate langsam bis schnell fließender Abschnitte	Besiedler der großflächigen und lagestabilen, kiesig-sandigen, detritusreichen Sohlsubstrate langsam bis schnell fließender Abschnitte
organische Hartsubstrate z. B. Totholz	individuenreiches Vorkommen von Eintagsfliegen der Gattungen <i>Heptagenia</i>, <i>Electrogena</i> oder <i>Kageronia</i>, individuenreiches Vorkommen von Köcherfliegen der Gattung <i>Lype</i> (Tabellen 1.2 – 4.2)					
	individuenreiches Vorkommen von mindestens 1 Eintagsfliegenart der Gattungen <i>Heptagenia</i> , <i>Electrogena</i> oder <i>Kageronia</i> und von mindestens 1 Köcherfliegenart der Gattung <i>Lype</i>		individuenreiches Vorkommen von mindestens 2 Eintagsfliegenarten der Gattungen <i>Heptagenia</i> , <i>Electrogena</i> oder <i>Kageronia</i> und von mindestens 1 Köcherfliegenart der Gattung <i>Lype</i>	individuenreiches Vorkommen von mindestens 1 Eintagsfliegenart der Gattungen <i>Heptagenia</i> , <i>Electrogena</i> oder <i>Kageronia</i> und von mindestens 1 Köcherfliegenart der Gattung <i>Lype</i>	individuenreiches Vorkommen von mindestens 2 Eintagsfliegenarten der Gattungen <i>Heptagenia</i> , <i>Electrogena</i> oder <i>Kageronia</i> und von mindestens 1 Köcherfliegenart der Gattung <i>Lype</i>	individuenreiches Vorkommen von mindestens 2 Eintagsfliegenarten der Gattungen <i>Heptagenia</i> , <i>Electrogena</i> oder <i>Kageronia</i> und von mindestens 1 Köcherfliegenart der Gattung <i>Lype</i>
Flussbuchten, Altgewässer und Rinnensysteme	individuenreiches Vorkommen von Großmuscheln (Tabellen 1.2 – 4.2)					
	individuenreiches Vorkommen von mindestens 1 Großmuschelart der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i> in feinsedimentreichen (lehmigen, sandigen oder kiesigen) Ablagerungen		individuenreiches Vorkommen von mindestens 3 Großmuschelarten der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i> in sandigen Ablagerungen	individuenreiches Vorkommen von mindestens 1 Großmuschelart der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i> in sandig-kiesigen Ablagerungen	individuenreiches Vorkommen von mindestens 3 Großmuschelarten der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i> in sandig-kiesigen Ablagerungen	individuenreiches Vorkommen von mindestens 3 Großmuschelarten der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i> in sandig-kiesigen Ablagerungen
Altgewässer	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer (v. a. Krautlaicher) (Abbildungen 31, 39, 47, 57 (Querprofile) und Tabellen 1.2 – 4.2)					
	sehr häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer	Vorkommen von Fischarten der Altgewässer von eher untergeordneter Bedeutung	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer in mäandrierenden und stark mäandrierenden Gewässerabschnitten, sonst eher von untergeordneter Bedeutung	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer in mäandrierenden und stark mäandrierenden Gewässerabschnitten	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer in mäandrierenden und stark mäandrierenden Gewässerabschnitten, sonst eher von untergeordneter Bedeutung	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer in mäandrierenden und stark mäandrierenden Gewässerabschnitten

Fortsetzung Tab. 10: Flusstypische Habitat- und Lebensraumqualitäten und ihre Besiedlung – Flusstypen des Tieflandes

Flusstyp	Organisch geprägter Fluss des Tieflandes	Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes	Sandgeprägter Fluss des Tieflandes		Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes	
	mittelgroße und große Fließgewässer	mittelgroße Fließgewässer	mittelgroße Fließgewässer	große Fließgewässer	mittelgroße Fließgewässer	große Fließgewässer
Durchgängigkeit des Gewässers	häufiges Vorkommen durchziehender bzw. laichender Wanderfischarten (Tabellen 1.2 – 4.2)					
	häufiges Vorkommen mindestens einer Wanderfischart in großen Fließgewässern, in mittelgroßen Fließgewässern kein regelmäßiges Vorkommen von Wanderfischarten	kein regelmäßiges Vorkommen von Wanderfischarten	häufiges Vorkommen mindestens einer Wanderfischart	häufiges Vorkommen mehrerer Wanderfischarten	häufiges Vorkommen mindestens einer Wanderfischart	häufiges Vorkommen mehrerer Wanderfischarten
sehr gute Wasserqualität	Vorkommen von Steinfliegen (Leitarten, Begleiter, Grundarten der Tabellen 1.2 – 4.2 und weitere Steinfliegenarten)					
	Vorkommen von ≥ 5 Steinfliegenarten				Vorkommen von ≥ 6 Steinfliegenarten	
Ufer- und Inselbänke	regelmäßiges Vorkommen von Pioniergesellschaften Vorkommen ausgewählter Vogelarten (Tabellen 1.2 – 4.2)					
	regelmäßig kleinflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, schlammigen, z. T. sandigen oder kiesigen, zeitweise überschwemmten Rohböden	regelmäßig kleinflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, zeitweise überschwemmten Roh- und Schlammböden	regelmäßig kleinflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, sandig-schlammigen, zeitweise überschwemmten Rohböden	häufiges und großflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, sandig-schlammigen, zeitweise überschwemmten Rohböden Vorkommen der Uferschwalbe und des Flussregenpfeifers (∅ >1 Brutpaar/km Fluss; Betrachtungsraum 10 km)	regelmäßig kleinflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, sandig- und kiesig-schlammigen, zeitweise überschwemmten Rohböden	häufiges und großflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, sandig- und kiesig-schlammigen, zeitweise überschwemmten Rohböden Vorkommen der Uferschwalbe und des Flussregenpfeifers (∅ >1 Brutpaar/km Fluss; Betrachtungsraum 10 km)
Vernetzung von Gewässer und Umfeld	Vorkommen von Biber und Fischotter					
	Vorkommen von Biber und Fischotter an gebüsch- oder walddreichen, strukturierten Ufern und in angrenzenden Auwäldern					

Tab. 11: Flusstypische Habitat- und Lebensraumqualitäten und ihre Besiedlung – Flusstypen des Mittelgebirges

Flusstyp	Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges		Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges		Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges
Gewässergröße	mittelgroße	große	mittelgroße	große	mittelgroße
Habitat-/ Lebensraumqualität	Fließgewässer	Fließgewässer	Fließgewässer	Fließgewässer	Fließgewässer
dominierendes Sohlsubstrat	Vergesellschaftung vieler typischer Besiedler des dominierenden Sohlsubstrates (Abbildungen 23, 30, 35 (Querprofile) und Tabellen 5.2 – 7.2)				
	strömungsliebende Besiedler lagestabiler, z.T. moosbewachsener Steine und Blöcke turbulent und schnell fließender Riffle-Strecken	strömungsliebende Besiedler lagestabiler, z.T. moosbewachsener Steine turbulent und schnell fließender Riffle-Strecken	strömungsliebende Besiedler lagestabiler, kiesig-sandiger Sohlsubstrate schnell, häufig turbulent fließender Abschnitte	strömungsliebende Besiedler lagestabiler, kiesig-sandiger Sohlsubstrate langsam bis schnell fließender Abschnitte	Besiedler steinig-kiesiger Sohlsubstrate; je nach Abflusssituation überwiegen strömungsliebende Arten oder Austrocknung überdauernde Arten, letztere in stagnierenden Restwasserpools oder in der trockengefallenen, aber ständig durchfeuchteten Sohle
organische Hartsubstrate z. B. Totholz	individuenreiches Vorkommen von Köcherfliegen der Gattung <i>Lype</i> (Tabellen 5.2 – 7.2) individuenreiches Vorkommen von mindestens 1 Köcherfliegenart der Gattung <i>Lype</i>				
Flussbuchten, Altgewässer und Rinnensysteme	individuenreiches Vorkommen von Großmuscheln (Tabellen 5.2 – 7.2)				
	individuenreiches Vorkommen von mindestens 1 Großmuschelart der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i>	individuenreiches Vorkommen von mindestens 3 Großmuschelarten der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i>	individuenreiches Vorkommen von mindestens 1 Großmuschelart der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i>	individuenreiches Vorkommen von mindestens 3 Großmuschelarten der Gattungen <i>Anodonta</i> oder <i>Unio</i>	Vorkommen von Großmuscheln v. a. in den temporären Gewässerabschnitten von untergeordneter Bedeutung
Altgewässer	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer (v. a. Krautlaicher) (Abbildungen 71, 80, 91, Tabellen 5.2 – 7.2)				
	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer in mäandrierenden Gewässerabschnitten, sonst eher von untergeordneter Bedeutung	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer in mäandrierenden Gewässerabschnitten	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer in mäandrierenden und stark mäandrierenden Gewässerabschnitten, sonst eher von untergeordneter Bedeutung	häufiges Vorkommen von Fischarten der Altgewässer in mäandrierenden Gewässerabschnitten	Vorkommen von Fischarten der Altgewässer von untergeordneter Bedeutung
Durchgängigkeit des Gewässers	häufiges Vorkommen durchziehender bzw. laichender Wanderfischarten (Tabellen 5.2 – 7.2)				
	häufiges Vorkommen mindestens einer Wanderfischart	häufiges Vorkommen mehrerer Wanderfischarten	häufiges Vorkommen mindestens einer Wanderfischart	häufiges Vorkommen mehrerer Wanderfischarten	Vorkommen von Wanderfischarten nur im Mündungsbereich zu permanenten Gewässern

Fortsetzung Tab. 11: Flusstypische Habitat- und Lebensraumqualitäten und ihre Besiedlung – Flusstypen des Mittelgebirges

Flusstyp	Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges		Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges		Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges
Gewässergröße	mittelgroße	große	mittelgroße	große	mittelgroße
Habitat-/ Lebensraumqualität	Fließgewässer	Fließgewässer	Fließgewässer	Fließgewässer	Fließgewässer
sehr gute Wasserqualität	Vorkommen von Steinfliegen (Leitarten, Begleiter, Grundarten der Tabellen 5.2 – 7.2 und weitere Steinfliegenarten)				
	Vorkommen von ≥ 10 Steinfliegenarten		Vorkommen von ≥ 8 Steinfliegenarten		Vorkommen von ≥ 6 Steinfliegenarten
Ufer- und Inselbänke	regelmäßiges Vorkommen von Pioniergesellschaften Vorkommen ausgewählter Vogelarten (Tabellen 5.2 – 7.2)				
	regelmäßig kleinflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, kiesig-steinigen, zeitweise überschwemmten Rohböden (Schotterfluren) Vorkommen von Eisvogel, Gebirgsstelze und Wasseramsel ($\varnothing > 0,3$ Brutpaar/km Fluss; Betrachtungsraum 5 km)	sehr häufiges und großflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, kiesig-steinigen, zeitweise überschwemmten Rohböden (Schotterfluren) Vorkommen von Uferschwalbe und Flussregenpfeifer ($\varnothing > 1$ Brutpaar/km Fluss; Betrachtungsraum 10 km)	regelmäßig kleinflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, sandigen und kiesigen, zeitweise überschwemmten Rohböden Vorkommen von Eisvogel, Gebirgsstelze und Wasseramsel ($\varnothing > 0,3$ Brutpaar/km Fluss; Betrachtungsraum 5 km)	häufiges und großflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften auf feuchten bis nassen, sandigen und kiesigen, zeitweise überschwemmten Rohböden Vorkommen von Uferschwalbe und Flussregenpfeifer ($\varnothing > 1$ Brutpaar/km Fluss; Betrachtungsraum 10 km)	sehr häufiges und großflächiges Vorkommen von Pioniergesellschaften feuchter bis nasser, kiesig-steiniger, zeitweise überschwemmter Rohböden (Schotterfluren) Vorkommen des Flussregenpfeifers ($\varnothing > 1$ Brutpaar/km Fluss; Betrachtungsraum 10 km) und von Eisvogel, Gebirgsstelze und Wasseramsel ($\varnothing > 0,3$ Brutpaar/km Fluss; Betrachtungsraum 5 km)
Vernetzung von Gewässer und Umfeld	Vorkommen von Biber und Fischotter				
	Vorkommen von Biber und Fischotter an gebüsch- oder waldreichen, strukturierten Ufern und in angrenzenden Auwäldern				

II.2 · 9 Verzeichnis der Abkürzungen

GK 100:	Geologische Karte (1: 100.000)
BK 50:	Bodenkarte (1:50.000)
DHM 25:	Digitales Höhenmodell (1:25.000)
DABO:	Datenbank zur Eingabe von Bohrungen, Aufschlüssen und Erstellung der ingenieurgeologischen Interpretationsprofile
EZG:	Einzugsgebiet
HW:	höchster Wasserstand
MW:	mittlerer Wasserstand
NW:	niedrigster Wasserstand
MQ:	mittlerer Abfluss [m^3/s]
MHQ:	mittlerer höchster Abfluss [m^3/s]
MNQ:	mittlerer niedrigster Abfluss [m^3/s]
Mq:	mittlere Abflussspende [$\text{l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$]
MHq:	mittlere höchste Abflussspende [$\text{l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$]
MNq:	mittlere niedrigste Abflussspende [$\text{l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$]
SK:	Schwankungskoeffizient nach PARDE (1947): Quotient aus dem monatlichen Abfluss und dem mittleren Abfluss
SK_{Jahr}:	Schwankungskoeffizient des Jahres nach GRIMM (1968): Quotient aus dem Abfluss des abflussreichsten und abflussärmsten Doppelmonat
SK_{Max}:	Schwankungskoeffizient des Abflussmaximums nach GRIMM (1968): Quotient des abflussreichsten Doppelmonats zweier aufeinander folgender Monate und des mittleren Jahresabflusses

II.2 • 10 Literatur

FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. IHW-Verlag, Eching.

GRIMM (1968): Das Abflussverhalten in Europa – Typen und regionale Gliederung. – Wiss. Veröff. d. Inst. f. Länderk., N. F., 25/26: 18–180.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA NRW) (Hrsg.) (1996): Gewässergütekarte des Landes Nordrhein-Westfalen 1995.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA NRW) (Hrsg.) (1999a): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Teil 1: Kleine bis mittelgroÙe Fließgewässer. Merkblätter Nr. 16: 1–235.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA NRW) (Hrsg.) (1999b): Leitbilder für kleine bis mittelgroÙe Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Gewässerlandschaften und Fließgewässer-typen. Merkblätter Nr. 17: 1–87.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA NRW) (Hrsg.) (2001a): Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen – Anleitung für die Kartierung mittelgroÙer bis groÙer Fließgewässer. Merkblätter Nr. 26: 1–151.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA NRW) (Hrsg.) (2001b): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Teil 2: MittelgroÙe bis groÙe Fließgewässer Gewässerabschnitte und Referenzstrukturen. Merkblätter Nr. 29: 1–247.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA NRW) (Hrsg.) (2001c): Klassifikation der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie. Merkblätter Nr. 30: 1–108.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (LUA NRW) (Hrsg.) (2001d): Vegetationskundliche Leitbilder und Referenzgewässer für die Ufer- und Auenvegetation der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen. Merkblätter Nr. 32, 1–88.

PARDÉ, M. (1947): Fleuves et Rivieres. – 3. Aufl., Paris.

II.2 • 11 Bildnachweis

Buck, M.	(Universität Essen, Essen): Bild 39, 40, 46, 52, 66,
Ehlert, T.	(Universität Essen, Essen): Titelbild, Bild 2, 4, 5, 15, 17 – 19, 24, 31, 33, 36 – 38, 42, 44, 45, 54 – 56, 60, 63, 67,
Eiseler, B.	(Bundesanstalt für Gewässerkunde/Referat Tierökologie, Koblenz): Bild 6, 61, 65,
Feld, C.	(Universität Essen, Essen): Bild 22, 23, 30,
Foltyn, S.	(Essen): Bild 21
Hering, D.	(Universität Essen, Essen): Bild 13,
Koenzen, U.	(Planungsbüro Koenzen, Hilden): Bild 3, 28, 32, 43, 59, 62, 64,
Kronen, H.-P.	(Düren): Bild 12,
Laukötter, G.	(Natur- und Umweltschutz-Akademie NRW, Recklinghausen): Bild 29, 34, 47, 48, 51, 57,
Pottgiesser, T.	(Universität Essen, Essen): Bild 1, 50,
Schuhmacher, H.	(Universität Essen, Essen): Bild 25,
Schwenke, B.	(Landesumweltamt NRW, Düsseldorf): Bild 7,
Smit, J.	(Marburg): Bild 58,
Stemmer, B.	(Soest): Bild 8 – 11, 20, 26, 27, 35, 41, 49, 53,
Weyer, K. van de	(lanaplan, Nettetal): Bild 14, 16

II.3 • Leitbild „Niederrhein“

Das morphologische Leitbild für den Niederrhein in Nordrhein-Westfalen wurde u. a. als Grundlage für die Gewässerstrukturgütekartierung und als Basis für die weitergehende Entwicklung von faunistischen und floristischen Leitbildern erarbeitet.

Methodisch ist die Leitbildentwicklung eng an jenes Verfahren angelehnt, welches auch bei der Bearbeitung der Leitbilder für mittelgroße und große Fließgewässer (s. Kap. II.2) Anwendung fand.

Für den Rhein ergeben sich ein substrattermierter Stromtyp und verschiedengestaltige Stromabschnittstypen. Deren Ausprägung wird im Wesentlichen von der Talbodenform, den Gefälleverhältnisse und den lokalen geologisch-orographischen Verhältnissen geprägt. Besonders hervorzuheben ist ein Laufabschnitt, dessen potenziell natürliche Ausprägung maßgeblich durch den Einfluss der Menschen mitbestimmt wird. Im Raum Duisburg-Moers-Rheinberg sind die bergbaulichen Veränderungen so weitreichend, dass neben dem natürlichen Formenschatz der Aue auch großflächigen Wasserflächen in den Bergsenkungsbereichen auftreten würden.

Die ausgewiesenen Typen und Abschnittstypen des Rheins finden auch Eingang in den Fließgewässertypenatlas (s. Kap. II.5), so dass dort alle großen Fließgewässer entsprechend dokumentiert sind.

II.3 • 1 Einleitung

Innerhalb der Jahre 1991 bis 1994 wurden in Nordrhein-Westfalen im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft an der Universität GH Essen Leitbilder für Tieflandbäche entwickelt. Zwischen 1995 und 1998 folgten Leitbilder für Mittelgebirgsbäche (LUA NRW 1999 a u. b). Von 1999 bis 2001 sind die mittelgroßen bis großen Fließgewässer im Rahmen des Interdisziplinären Forschungsvorhabens zur Typologieentwicklung und Leitbildfindung bearbeitet worden (LUA NRW 2001 d). Auch für die Weser wurde eine Leitbildermittlung vorgenommen (KOENZEN 2001).

Das morphologische Leitbild Niederrhein wurde analog zu den bisherigen Forschungsprojekten erarbeitet. Es ergänzt und vervollständigt die Studien zur Leitbildfindung für Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Mit dem hier vorgelegten morphologischen Leitbild für den Niederrhein besteht nunmehr eine vollständige, landesweit einheitliche Basis für die komplette, typologische Zuordnung, Erfassung und Bewertung sämtlicher Fließgewässer.

Die Leitbildentwicklung orientiert sich in der methodischen Vorgehensweise und Terminologie insbesondere an den Arbeiten für mittelgroße bis große Fließgewässer (Kap. II.2).

Der Rhein nimmt eine Sonderstellung unter den Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen ein. Er ist das einzige Gewässer mit Anschluss an den Alpenraum und somit einem komplexen Abflussregime, das von glazialen, nivalen und pluvialen Regimeinflüssen geprägt wird.

Ebenso ist der Rhein aufgrund seiner Größendimension den anderen nordrhein-westfälischen Fließgewässern gegenüberzustellen. Als Strom mit einer Lauflänge von insgesamt 1.320 km weist er gegenwärtig an der deutsch-niederländischen Grenze einen mittleren Abfluss von 2.200 m³/s auf. Es handelt sich bei mittelgroßen bis großen Fließgewässern des Landes zum Vergleich um Fließgewässer mit einem Mittelwasserabfluss von 100 – 200 m³/s nach der Gewässergütekarte des Landes Nordrhein-Westfalen 1995. Zudem ist die Verminderung der Sohlenerosion des Rheins eine bisher beständige Aufgabe, die eine gesonderte Betrachtungsweise erfordert.

Als **Niederrhein** wird die Laufstrecke vom Eintritt des Rheins in die Niederrheinische Bucht bei den Inseln Nonnenwerth und Grafenwerth (Bild 1) auf Höhe der rheinland-pfälzischen Landesgrenze (Rheinkilometer 640) bis zur deutsch-niederländischen Staatsgrenze bei Rheinkilometer 865,5 unmittelbar unterhalb der früheren Stromspaltung in Waal und Nederrijn bezeichnet. Dieser Rheinabschnitt ist mit dem Rhein in Nordrhein-Westfalen identisch. Da der Terminus Niederrhein anhand des Rheinverlaufs durch den Naturraum der Niederrheinischen Bucht charakterisiert und der heutige potenziell natürliche Gewässerzustand geschildert wird, ist der Begriff Niederrhein zu verwenden.

Die vorliegende Veröffentlichung basiert auf der Dissertation der Autorin Ina A. Ihben mit dem Titel „Geomorphologisches Leitbild des Niederrheins als Grundlage für die Gewässerstrukturgütebewertung“, die am



Bild 1: Bei den Inseln Nonnen- und Grafenwerth am Austritt des Rheins aus dem Rheinischen Schiefergebirge beginnt der Niederrhein.

Geographischen Institut der Universität zu Köln in der Abteilung für Angewandte Geomorphologie und Landschaftsforschung bei Prof. Dr. Brunotte angefertigt wurde (IHBEN 2003; BRUNOTTE & IHBEN 2001). Das „Morphologische Leitbild Niederrhein“ stellt eine Zusammenfassung der Ergebnisse dar, die für die Gewässerstrukturgütekartierung des Rheins in Nordrhein-Westfalen (LUA NRW 2001 e; IHBEN 2000) bereits herangezogen wurden.

II.3 • 1.1 Leitbild

Das Leitbild beschreibt den heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand (**hpnG**), der sich nach Herausnahme jeglicher Verbauungen sowie Auflassung sämtlicher anthropogener Nutzungen im und am Fließgewässer und seiner Aue und im gesamten Einzugsgebiet unter den gegenwärtigen klimatischen Verhältnissen einstellen würde. Das Leitbild orientiert sich an dem gegenwärtigen Wissensstand über die natürlichen Funktionen eines Gewässerökosystems entsprechend dem heutigen Naturpotenzial (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 1999). Es illustriert ein dynamisches Klimaxstadium, in dem sich der Naturhaushalt weitgehend unabhängig von menschlichen Eingriffen regenerieren konnte.

Es bestehen jedoch auch irreversible Veränderungen der naturräumlichen Rahmenbedingungen. Diese können die Ausprägung des heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustandes bestimmen. Im Rahmen der Leitbildprojekte in Nordrhein-Westfalen werden folgende anthropogen bedingte Veränderungen der naturräumlichen Rahmenbedingungen als irreversibel benannt (MUNLV NRW 2002, IHBEN 2003):

- Auenlehmsedimentation
- Modifizierte Nährstoffsituation
- Mineralisierung organischer Böden
- bergbaulich induzierte Reliefveränderungen (Steinkohle- und Steinsalzabbaufolgelandschaft mit großflächigen Geländeabsenkungen, Braunkohletagebau)
- Aufschüttungen (Halden)
- künstliche Verfüllungen in der Aue (u.a. Bauschutt, Bergematerial, Schlacke)
- Sohleentiefung des Rheins mit Erreichen und Ausräumung des tertiären Untergrundes

Auf die Ausprägung des morphologischen Leitbildes Niederrhein haben vor allem die großräumigen Geländedepressionen als Folge des Steinkohlenbergbaus einen erheblichen Einfluss. Das Gelände wird neben dem Hauptstrom von einer bergsenkungsbedingten Seenlandschaft geprägt, die eine Aufweitung der Aue in dieser Region bewirkt (s. Kap. II.3 • 3.2).

Das Leitbild ist daher nicht mit dem natürlichen (Ur-) oder historischen Zustand gleichzusetzen, denn es handelt sich um die Konstruktion von Verhältnissen, die vorhandene irreversible naturräumliche Veränderungen einschließt; es besitzt folglich einen aktualistischen Ansatz. Es stellt das maximale Sanierungsziel dar, bei dem sozio-ökonomische Beschränkungen außer Acht gelassen werden und Kosten-Nutzen-Betrachtungen unberücksichtigt bleiben. Das Leitbild skizziert einen Zustand, dessen Merkmalsausprägungen innerhalb gewisser Spannweiten variabel sind.

Zur Formulierung naturraumspezifischer und gewässertypischer Leitbilder eignen sich untersuchte natürliche oder naturnahe Referenzgewässer bzw. -abschnitte. Da diese für große, u.a. durch Schifffahrt genutzte Ströme kaum mehr existieren, müssen die typspezifischen Referenzbedingungen überwiegend theoretisch hergeleitet werden (LUA NRW 1996, 2001 b).

Mittels umfangreicher Datenauswertungen lassen sich die Eigenschaften darlegen, die dem Niederrhein nach der Leitbilddefinition eigen wären. Zu nennen sind z.B. Auswertungen zu klimatischen, hydrologischen, geologischen und pedologischen Verhältnissen, Höhenlagen, Neigungsverhältnissen, historischen Fließgewässerzuständen, von topographischen Karten, flussmorphologischen Grundlagen, naturräumlichheimatkundlichen Beschreibungen, morphologisch-sedimentologischen Untersuchungen etc. (IHBEN 2003).

Das morphologische Leitbild Niederrhein behandelt ausschließlich die Abiotik. Es erhebt nicht den Anspruch eines ganzheitlichen, die Bioökologie implizierenden Leitbildes. Es schildert die typischen und regional unterschiedlichen Ausprägungen der geomorphologischen Formen und Strömungsverhältnisse, welche u.a. die Voraussetzungen für eine charakteristische Flora- und Faunabesiedlung bilden. Die hydromorphologischen Strukturen des hpnG werden anhand eines Parameter-

systems beschrieben, das sich aus den wichtigsten abiotischen und strukturell relevanten Haupt- und Einzelparametern zusammensetzt und an die Gewässerstrukturgütekartierung angelehnt ist (s. Kap. II.3 • 3.2). Die heutige potenziell natürliche Vegetation (Kap. II.3 • 3.3) bezieht sich auf Vegetation unter strukturellen Aspekten. Vegetationskundliche Leitbilder des Niederrheins sind derzeit in Vorbereitung (LUA NRW 2002 b).

II.3 • 1.2 Ziel der Leitbilderstellung

Ziel der morphologischen Leitbilderstellung ist die Deskription und Illustration der individuellen Ausprägung des Leitbildzustandes vom Niederrhein.

Die Beschreibung des hpnG für die laufabschnittsbezogenen Strom- und Auetyphen steht im Mittelpunkt. Sie ermöglicht es, die heutige potenziell natürliche Vielfalt des Niederrheins zu veranschaulichen und erkennen zu können. Eine Leitbildbeschreibung ist die Voraussetzung, entsprechende Schritte für die (Wieder-) Herstellung leitbildkonformer Zustände bzw. Erhaltung solcher Gewässerzustände einleiten zu können.

In erster Linie dient das Leitbild als Grundlage für die Bewertung eines Gewässerökosystems. Es stellt den Bewertungsmaßstab für den Ist-Zustand dar, dessen Ausprägung durch vielfältige Einzelfaktoren – wie z.B. Gewässergüte, Gewässerstrukturgüte, Abflussverhältnisse, Nutzungen im und am Gewässer, Makrozoobenthos- und Fischbesiedlung sowie Vegetation – bestimmt wird.

Des Weiteren dient das Leitbild als Basis für die Definition des Referenzzustandes im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die seit Dezember 2000 in Kraft und somit verbindlich ist. Mittelfristig soll ein zumindest „guter ökologischer Zustand“ sämtlicher Gewässer bzw. für erheblich veränderte oder künstliche Gewässer (heavily modified and artificial waterbodies) ein „gutes ökologisches Potenzial“ in Europa erreicht werden. Um die Qualitätskriterien zu kennen, die der Ausprägung des sehr guten ökologischen Zustandes bzw. Potenzials eigen sind, ist das Leitbild zu definieren. Es kann als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden, an ihm können sich die Abstufungen des ökologischen Zustandes orientieren (WRRL 2000).

Eine ökologische und nachhaltige Wasserwirtschaft und die Umgestaltung naturfern ausgebauter Fließgewässer in ihr naturnahes Erscheinungsbild ist auch von Seiten der nationalen Gesetzgebung festgeschrieben (Wasserhaushaltsgesetz – WHG).

Der Begriff der Nachhaltigkeit entstammt der Agenda 21, deren Grundlage das Konzept des sustainable development (nachhaltige, zukunftsichernde Entwicklung) ist. Ein Handeln im Einklang mit der Natur ist notwendig, damit die Umwelt nicht geschädigt oder zerstört wird. Nachhaltige Entwicklung soll die natürliche Erneuerungsfähigkeit des Naturkapitals und somit den dauerhaften Erhalt verschiedener Ökosystemfunktionen gewährleisten. Dieses Ziel ist an Gewässern nur mit Hilfe der Kenntnis des Leitbildzustandes möglich (MUNLV NRW 2002).

Konkrete Beispiele für die Anwendung des morphologischen Leitbildes Niederrhein im Gewässerschutz finden sich in Kap. II.3 • 4.

II.3 • 2 Niederrhein

II.3 • 2.1 Lage und Abgrenzung

Das heterogene **Einzugsgebiet** des Rheins wird mit einer Gesamtfläche von 185.300 km² von den Alpen bis zur Nordsee in fünf Teileinzugsgebiete unterteilt; dem obersten Rhein-Aare-Gebiet folgen bis zur Mündung die Teileinzugsgebiete Rhein-Neckar-Main, Rhein-Lahn-Mosel, Rhein-Ruhr-Lippe sowie Rijn (Abb. 1).

Die Einzugsgebietsgröße des Rheins beim Übertritt in die Niederlande und damit am Niederrhein beträgt 160.800 km², das entspricht einem Anteil von 87,5 % an der Gesamtfläche des Rheineinzugsgebietes.

Auf Nordrhein-Westfalen entfallen mit 22.795 km² ohne IJsselmeerzuflüsse ca. 12 bis 13 % des Rheineinzugsgebietes. Der hauptsächliche Gebietsanteil erstreckt sich östlich des Rheins und umfasst vor allem die Einzugsgebiete seiner rechtsrheinischen Hauptzuflüsse Sieg

(AEo= 2.861 km²), Wupper (AEo= 827,34 km²), Ruhr (AEo= 4.485 km²), Emscher (AEo= 858 km²) und Lippe (AEo= 4.882 km²). Größtes linksrheinisch zufließendes Nebengewässer ist die Erft (AEo= 1.828 km²) (KHR 1993; HSG NRW 2002).

Der Rhein wird in seinem Verlauf von den Quellen bis zum Mündungsdelta in verschiedene **Rheinabschnitte** untergliedert. In den Zentralalpen entspringen Vorder- und Hinterrhein, die sich bei Chur zum Alpenrhein vereinigen, der in den Bodensee mündet. Beim Durchfluss des Bodensees handelt es sich um den Seerhein, vom Bodensee bis nach Basel um den Hochrhein. Der Rheinabschnitt von Basel bis Bingen entlang des Oberrheingraben wird Oberrhein genannt. Ab Bingen durchfließt der Rhein das Rheinische Schiefergebirge, hier wird der Stromverlauf als Mittelrhein bezeichnet. Der Nieder-

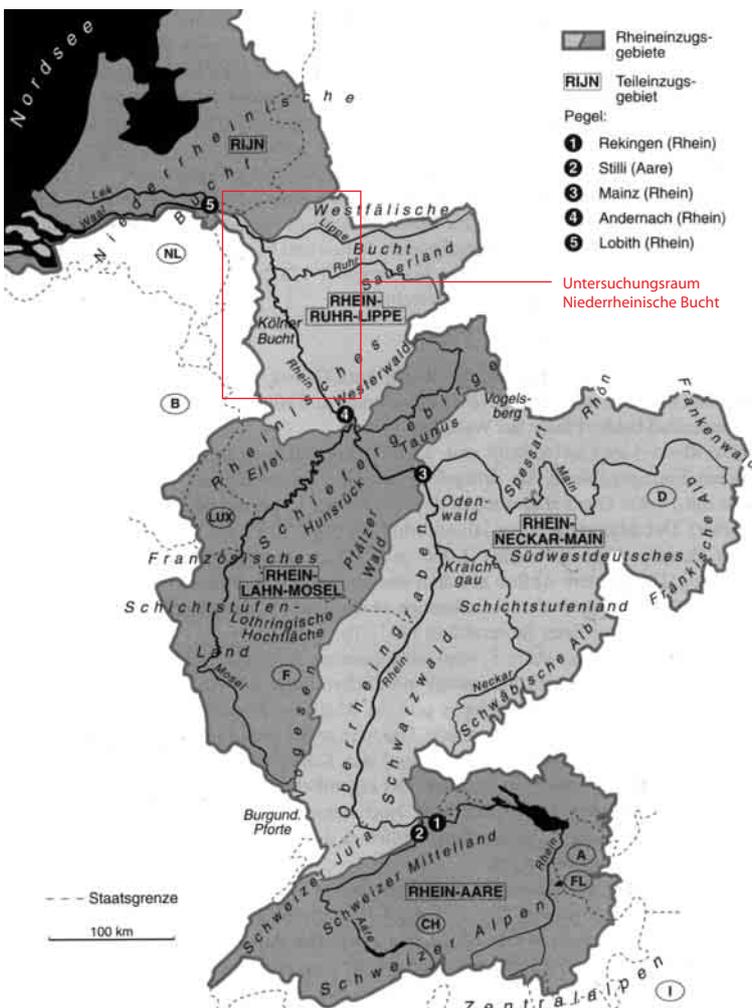


Abb. 1: Das Einzugsgebiet des Rheins und seine Teileinzugsgebiete sowie Lage des Untersuchungsraumes Niederrheinische Bucht.

rhein erstreckt sich entlang der Niederrheinischen Bucht vom Austritt aus dem Mittelgebirge bis zur deutsch-niederländischen Grenze. Die Teilstrecke des Rheins in den Niederlanden bis Pannerdense Kop wird als Bovenrijn bezeichnet, unterhalb beginnt das Rheindelta: Der Strom verzweigt sich in seine Hauptarme Waal und Nederrijn bzw. Lek, die in die Nordsee münden, und IJssel, die dem IJsselmeer zufließt (BRUNOTTE 1995; KHR 1993).

Bei der Betrachtung des morphologischen Leitbildes Niederrhein ist zu beachten, dass der Strom hier dem Typ „kiesgeprägter Tieflandstrom“ zugehört. Seine Stromabschnittstypen sind nicht auf die anderen Rheinabschnitte zu übertragen. Von den Quellen bis zur Mündung gehört der Strom je nach durchflossenem Landschaftsraum zu unterschiedlichen Flusstypen, u.U. kann der Gewässertyp auch innerhalb einer naturräumlichen Einheit wechseln. Um Aussagen zum hpnG anderer Teilstrecken des Rheins zu erhalten, ist jeweils eine individuelle Leitbildermittlung erforderlich.

Die **Niederrheinische Bucht** bildet die naturräumliche Einheit, in der sich das Untersuchungsgebiet befindet (Abb. 2) (s. Kap. II.3 • 2.2). Sie wird im Süden von Eifel sowie Hohem Venn und im Osten vom Bergischen Land und Münsterland umrahmt. Im Westen ist die Begrenzung neben tektonischen Gegebenheiten aus quartärgeologischer Sicht von den Westlichen Randstaffeln bis westlich der Stauchmoräne bei Kleve zu ziehen, im Norden bilden die Stauchmoränenzüge des Gelderlandes den Abschluss. Die Landhöhen des Rheinhochflutbettes (Holozän) sinken von ca. 58 m ü.NN im Süden auf bis zu 12 m ü.NN auf Höhe der Staatsgrenze ab. Maas und Rhein sind die landschaftsprägenden Elemente der Niederrheinischen Bucht, letzterer durchströmt die östliche Hälfte, die in zwei weitere Teilgebiete segmentiert werden kann. Südlich erstreckt sich die Kölner Bucht, etwa auf Höhe der Erftmündung beginnt das Niederrheinische Tiefland (KLOSTERMANN 1992).

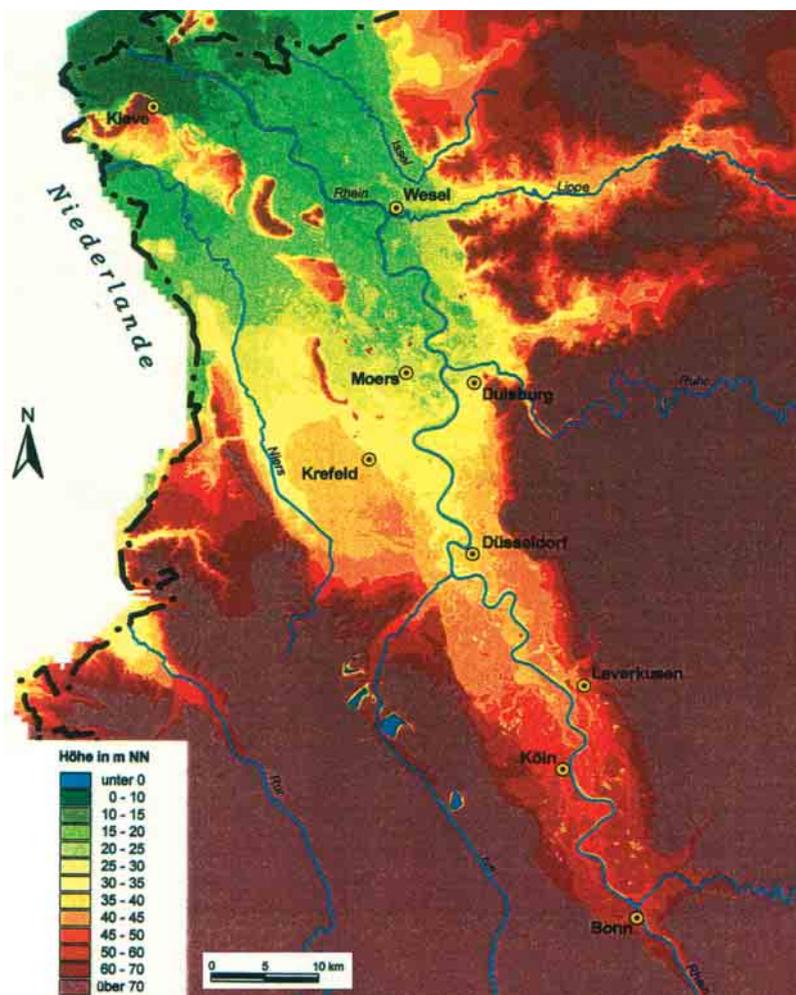


Abb. 2: Niederrheinische Bucht: Digitales Geländemodell, Darstellung als Höhenkarte.

Das **Untersuchungsgebiet** für die Entwicklung des morphologischen Leitbildes Niederrhein stimmt im Wesentlichen mit der Verbreitung des Holozäns am Niederrhein überein (s. Abb. 3 und Abb. 6). Seitlich wird der Betrachtungsraum von den Niederterrassen des Rheins (Stromablagerungen der Weichsel-Kaltzeit) begrenzt bzw. am Oberen Niederrhein lokal auch von devonischen Schichten, vulkanischen und vulkanogen-sedimentären Gesteinen aus dem Tertiär, der Unteren Mittelterrasse, Löss und Lösslehm sowie am Unteren Niederrhein lokal auch von Stauchmoränen und Sandern (Eis- und Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit) (Bild 2). Im Leitbildzustand würde der Strom die nacheiszeitliche Talniederung sowohl überformen als auch darüber hinausgehend rezente Niederterrassenflächen erodieren und infolgedessen regional eine Erweiterung des aktuellen Holozäns herbeiführen.

Besonders zu erwähnen ist die bergsenkungsbedingte Aufweitung des Untersuchungsgebietes im Duisburger Raum. Die durch Steinkohle- und Steinsalzabbau induzierten großräumigen Geländeabsenkungen würden gegenwärtig Überflutungshöhen bis über 10 m aufweisen, wenn die anthropogenen Grundwasserableitungen, Uferbefestigungen sowie infolge des Bergbaus örtlich bis zu 15 m hohen Deiche (HSG NRW 2002) nicht mehr existieren würden. Im hpnG würde es in diesen Reliefvertiefungen zu Grundwasseransammlungen kommen, zudem können die Senkungsbereiche durch Lateralverlagerungen des Rheins angeschnitten oder bei Hochwasserereignissen überformt werden. Das Resultat wäre eine Seenlandschaft, die sich beiderseits des Hauptstromes erstreckt und sich aus einem klein-



Bild 2: Am Unteren Niederrhein begrenzen Stauchmoränen und Sander die Aue, so dass extrem hohe Steilufer ausgebildet werden können.

räumigen Wechsel zwischen tieferen Seen, flach überschwemmten Gebieten, Aufschüttungen (Halden), inselartigen Niederterrassenarealen, Stauchmoränen und Sandern im Westen, Dünen und Hochflutrinnen zusammensetzt (s. Kap. II.3 • 3.2).

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes basiert auf hydromorphologischen Parametern (z.B. geologische Verhältnisse, Pedologie, Relief, Überschwemmungen) und unterscheidet sich daher von den Betrachtungsräumen der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR 1998 a u. b) und der Forschungsstudie „Hochwasserschadenspotenziale am Rhein in Nordrhein-Westfalen“ (MUNLV NRW 2000 a u. b). Die IKSR orientiert sich am Niederrhein an der Verbreitung des Hochwassers von 1926, die MUNLV-Forschungsstudie ermittelt für extreme Hochwasser-Szenarien u.a. die räumliche Verteilung der Wassermengen sowie Überflutungshöhen unter heutigen Bedingungen.

II.3 • 2.2 Landschaftsgenese und Relief

Seit dem **Paläozoikum** ist das Gebiet der Niederrheinischen Bucht ein Senkungsfeld, das dem westlichen Ast der Mittelmeer-Mjösen-Zone (benannt nach dem Mjøsa-See in Norwegen bei Oslo) zuzuordnen ist. Es handelt sich um eine große europäische Bruchzone, die Mitteleuropa auf einer Länge von 2.000 km durchzieht. Sie erstreckt sich vom Mittelmeer über den Rhônegraben durch die Burgundische Pforte in den Oberrheingraben, von dort setzt sie sich über das Neuwieder Becken, die Niederrheinische Bucht und den Holländischen Zentralgraben bis in den Nordatlantik fort (BRUNOTTE et al. 1994). In der paläozoischen Geosynklinale sind Sedimentschichten mehrmaliger Meeresbedeckungen und Abtragungsmaterial benachbarter Hochgebiete abgelagert worden (GLA NRW 1978, 1988; DROZDZEWSKI et al. 1998).

Im **Mesozoikum** wechselten häufig terrestrische und marine Sedimentation, ebenso wurde die Niederrheinische Bucht während des **Tertiärs (Känozoikum)** wiederholt von Meerestransgressionen unterschiedlicher Ausdehnungen erfasst. Über den paläozoischen Festgesteinen und mesozoischen Vorkommen des tieferen Untergrundes lagern daher beträchtliche tertiärzeitliche Schichten.

Die gegenwärtige Gestalt der Niederrheinischen Bucht begann sich mit einem Absenkvorgang im späten Miozän vor rd. 10 Mio. Jahren herauszubilden. Die tektonischen Vorgänge führten zum Auseinanderdriften des heutigen Bergischen Landes und der Eifel, die Erdkruste zerbrach entlang NW-SO streichender Verwerfungen in verschiedene Bruchschollen (BRUNOTTE et al. 1994; KLOSTERMANN 1991). Die geologisch-tektonische Großeinheit der Niederrheinischen Bucht greift keilförmig in das Rheinische Schiefergebirge hinein, nach Norden öffnet sich die Bucht trichterförmig. Der im Verlauf des **Quartärs** über die tertiäre Füllung geschüttete Schuttfächer von Maas und Rhein ist flach nach Norden geneigt, seine Korngrößendurchmesser verringern sich stromabwärts zunehmend. Die natürliche Reliefgestaltung des mit tertiären und quartären Sedimenten gefüllten Senkungsraumes vollzog sich in erster Linie durch den früheren und heutigen oberflächlichen Wasserabfluss.

Das Quartär ist in Pleistozän (Eiszeitalter) und Holozän (Nacheiszeit, Postglazial) gegliedert. Das Quartär wird durch eine Wechselfolge von Glazial- und Interglazialzeiten charakterisiert. Während der Kaltzeiten schottern die Fließgewässer den ihnen durch physikalische Verwitterung (Frostspaltung), Abspülung und Solifluktion zugeführten Schutt vorwiegend auf, da das für den Transport großer Schutt- und Feinmaterialmengen erforderliche Wasser in Form von Eis und Schnee gebunden ist. Bei Schneeschmelzen werden die Schuttmassen von den ausufernden Gewässern aufgenommen, die aufgrund des starken Geschiebetriebes ein

verzweigtes Gerinnebettmuster ausbilden. Der Rhein war ein breiter, in unzählige Rinnen zerfasertes und mit zahlreichen Bänken durchsetzter Strom, der einer fortwährenden Veränderung unterlag. Insbesondere im Übergang zu Interglazialzeiten schnitt sich der Rhein infolge veränderter Abflussverhältnisse in die Schotter des letzten Glazials ein und formte so seine in Alter und Höhenlage differierenden Terrassen heraus (vgl. Abb. 3). Primär wird das natürliche Relief der Niederrheinischen Bucht von quartärzeitlichen Terrassenkörpern gekennzeichnet, im nordwestlichen Bereich prägen zudem glaziäre und glazigene Ablagerungen mit Sandern und Stauchmoränen aus den vorstoßenden Inlandeismassen der Saale-Eiszeit das Landschaftsbild. Grundrisse, Höhen und innere Strukturen der Moränenwälle zeichnen die Vorstoßrichtungen und -energien des nordischen Inlandeises nach (THOME 1959, 1961, 1991; KLOSTERMANN 1992). Während anderer Kaltzeiten wurde das nordrhein-westfälische Tiefland nicht vom Eis überprägt, sondern es herrschte ein periglaziales und deshalb vegetationsarmes, trockenes und windreiches Klima. Löss und Flugsande wurden aus den Schottermassen von Rhein und Maas sowie glaziären Ablagerungen während der trocken-kalten Perioden ausgeweht. Die äolischen Sedimente lagerten sich auf höher gelegenen Terrassenflächen und Bergländern ab. Im Windschatten der Mittelgebirge finden sich bevorzugt Lössakkumulationen, in den windexponierten Zonen der Niederrheinischen Bucht lagerten sich vor allem Flugsande und Dünen ab (BRUNOTTE et al. 1994; LUA NRW 1999 b).



Bild 3: Zahlreiche Flutrinnen prägen das Relief der Aue. Bei höheren Abflüssen zeichnen sich diese Rheinlaufstrukturen deutlich in der Aue ab.



Bild 4: Zahlreiche Altrheinläufe durchziehen die Niederrheinaue.

Mit dem Beginn der Erwärmung im Holozän – der jüngsten und derzeit andauernden Warmzeit – vor ungefähr 11.000 Jahren stellten sich veränderte Abflussbedingungen ein. Der Niederrhein entwickelte sich infolge seines verringerten Laufgefälles durch den Meeresspiegelanstieg, der reduzierten Materialzufuhr sowie geringeren und regelmäßig abfließenden Abflussmenge vom verwilderten Abflusssystem über den Furkationstyp (einem schwach mäandrierenden Hauptstrom mit ihm begleitenden Furkationen) zu einem mäandrierenden Strom. Das nacheiszeitliche Hochflutbett des Rheins wurde geschaffen.

Das **Feinrelief der Rheinaue** wird von Auenterrassen geringer Höhe gebildet, die seit der ausgehenden Weichsel-Kaltzeit entstanden sind. In ihrer Höhenlage unterscheiden sie sich oftmals nur um einige Dezimeter. Im Allgemeinen befinden sich die ältesten Auenterrassen am höchsten und die jüngsten am niedrigsten, verschieden alte Terrassen können jedoch auch auf gleicher Höhe liegen. Jede Terrassengeneration wird an ihrem stromfernen Rand von Senken begleitet (SCHIRMER 1983, 1990, 1995; SCHIRMER et al. 1990; KLOSTERMANN 1992). Ebenfalls sind z.B. Uferwallablagerungen am Gleit- sowie Prallhang, Flutrinnen (Bild 3), Altwasser (Bild 4) und Dünen in der Aue vorhanden.

Geomorphologisch gliedert sich die Niederrheinlandschaft in mehrere annähernd rheinparallele **Formenkomplexe** (s. Abb. 3). An die Rheinaue schließen sich links- und rechtsrheinisch Niederterrassen an, die z.T. von kleineren Gewässern überformt werden. Auf der östlichen Rheinseite finden sich bis auf Höhe der Emschermündung Mittelterrassen und angrenzend stark zerteilte Hauptterrassenreste. Nördlich der Emscher herrschen Hauptterrassenflächen in weiten Gebieten an der Oberfläche vor. Der Westen der Niederrheinischen Bucht wird neben Sandern und Stauchmoränen von einem lang gezogenen Mittelterrassenareal geprägt, das sich von Süden bis zum Wembschen Hees bei Kevelaer zieht. Die Rhein-Maas-Hauptterrassen bilden im Anschluss an die Mittelterrassen ein großes, spitzwinkeliges Dreieck, das sich von der Spitze beim Wembschen Hees über den Viersener Höhenzug bis zum Eifelrand erstreckt. Die weitflächigen und überwiegend eben wirkenden Terrassenlandschaften am Niederrhein sind i.d.R. durch

bis zu mehrere Meter hohe Geländestufen voneinander getrennt. Wegen den tektonischen Bewegungen in der Niederrheinischen Bucht können sich auch zeitgleich gebildete Terrassen in ihrer Mächtigkeit sowie Höhenlage unterscheiden, Terrassenflächen ungleichen Alters zusammenlaufen oder konvergieren, so dass ältere in begrabener Lagerung statt höherer Position innerhalb der Terrassentreppe vorliegen. Regional reliefieren horst- sowie grabenartige Bruchschollen, durch Geländestufen sichtbare Verwerfungslinien und glazial überformte Bereiche – die ein flachwelliges bzw. im Bereich von Moränenwällen hügeliges Relief aufweisen – die Landschaft am Niederrhein.

Heute wird die Landschaft am Niederrhein stark vom Menschen überprägt. Ein besonderes Charakteristikum der Gegenwart stellt u.a. das lokal durch die Rheinsohlenerosion freigeräumte Tertiär dar (vgl. Kap. II.3 • 1.1, 3.2.1, 3.2.3, 4.1, IHBEN 2003).

II.3 • 2.3 Hydrologische Verhältnisse

Das gesamte Einzugsgebiet des Rheins und auch die Rheinaue selbst sind im hpnG bedeutend wasseraufnahmefähiger als heutzutage, da keine anthropogenen Beeinflussungen wie z.B. Flächenversiegelungen und Laufbegradigungen existieren, die zur Abflussverschärfung bei Hochwasser führen.

Im Leitbildzustand treten Rheinhochwasser i.d.R. mit geringeren Abflussspitzen auf. Aufgrund der erhöhten Rauheit von Aue und Gewässer ufern Hochwasser häufiger und weiter aus und überfluten das Gelände flacher und länger als bei heutigen Hochwassern.

Es sind im hpnG auch singuläre Extremereignisse wie Eisstau möglich, die dramatische Laufveränderungen bedingen können. Bei extremen Hochwassern können Hochflutrinnen in Niederterrassen und Niederterrassenbereiche wiederholt überschwemmt werden.

Das **Klima** des Rheineinzugsgebietes ist bis nach Süddeutschland maritim beeinflusst, im Sommer wie im Winter sind auch trocken-warme bzw. trocken-kalte Einflüsse kontinentaler Hochdruckwetterlagen feststellbar. Die Niederrheinische Bucht liegt im Bereich des gemäßigt humiden Klimas, charakteristisch sind ausge-

glichene Temperaturverhältnisse. Die Sommer sind kühl, die Winter mild. Der mittlere Jahresniederschlag der Niederrheinischen Bucht variiert aufgrund der überwiegend advektiven Niederschläge und reliefbedingter Staueffekte räumlich stark. Im jährlichen Durchschnitt liegen die Niederschläge zwischen 600 und 750 mm.

Der Niederschlag ist die wichtigste hydrologische Eingangsgröße, er bestimmt maßgeblich die Abflusscharakteristika der Rheinnebenflüsse. Für den mittleren Jahresgang des Abflusses sind jahreszeitliche Verteilung, Höhe und Häufigkeit des Niederschlags, Ver-

dunstung sowie die Teileinzugsbereiche, die entsprechend ihrer naturräumlichen Ausstattung (Höhenlagen, Relief, Gesteinsuntergrund) unterschiedlich auf Niederschläge reagieren, relevant. Intensität und Dauer, Form und flächenhafte Verteilung der Niederschläge machen sich vor allem in Extremfällen bemerkbar (DLR et al. 1999; BRUNOTTE 1995; MURL NRW & WSD WEST 1992).

Der Rheinstrom insgesamt besitzt ein komplexes **Abflussregime**, das sich aus den mittleren jährlichen Abflussgängen seiner Nebenflüsse zusammensetzt. Im Rhein-Aare-Gebiet mit der höchsten Abfluss-spende dominieren glaziale, nivale und nivo-pluviale

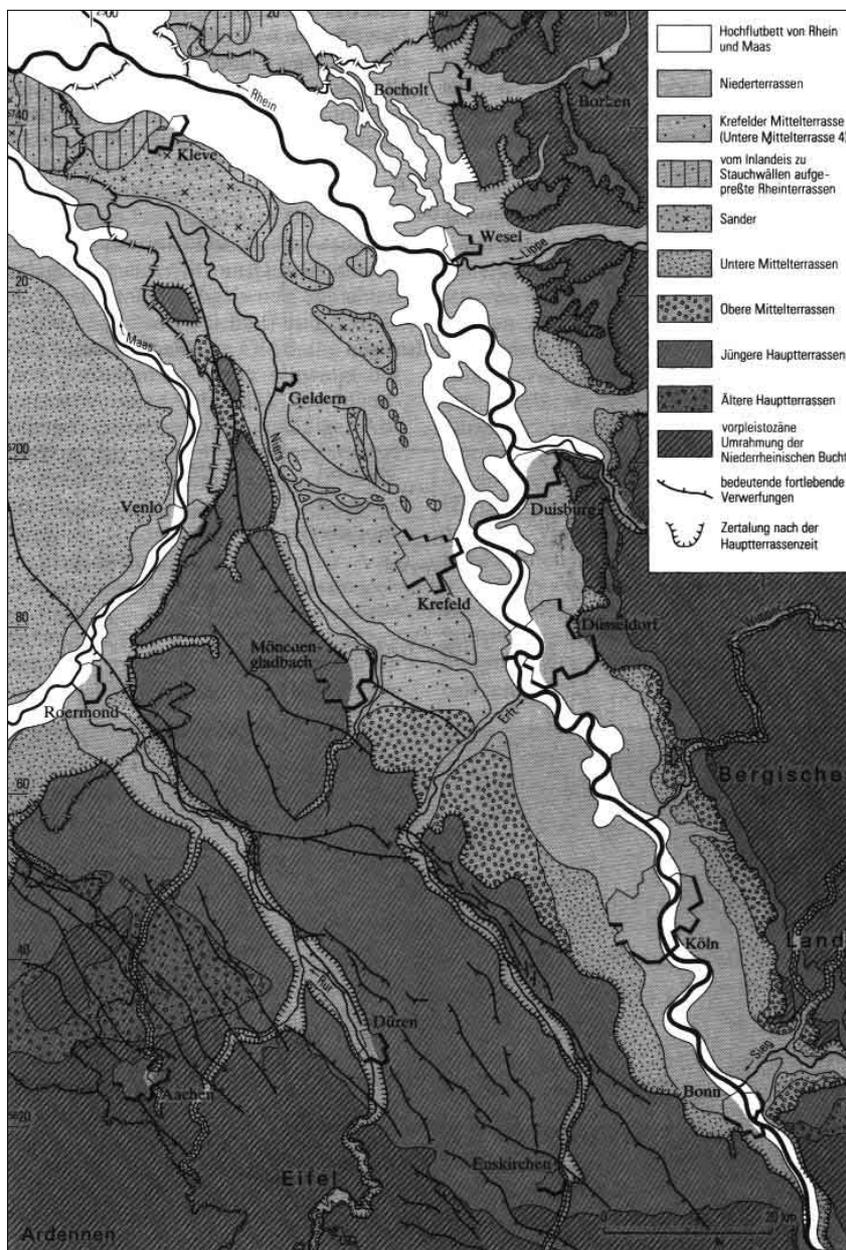


Abb. 3: Terrassengliederung in der Niederrheinischen Bucht.

Abflussregime. Im Teileinzugsgebiet Rhein-Neckar-Main sowie Rhein-Lahn-Mosel überwiegen pluviale, nur in höheren Mittelgebirgen sind auch pluvio-nivale Abflussregime kennzeichnend. Die Fließgewässer der beiden unteren Teilgebiete sind pluvial geprägt, an der Küste treten gezeitenbedingt auch Speicherregime auf. Überwiegend beeinflussen pluviale Regimeeinflüsse die Fließgewässer im Rheineinzugsgebiet.

Die mittleren jährlichen Abflusspenden der Teileinzugsgebiete divergieren stark (BRUNOTTE et al. 1994; BRUNOTTE 1997). Es zeigt sich im Verlauf des Rheins eine deutliche Verschiebung der mittleren Hochwasserabflussverhältnisse (MHQ) (s. Abb. 4): Am Hochrhein und südlichen Oberrhein treten die größeren Abflüsse im Sommer auf, am nördlichen Oberrhein beginnt sich das Verhältnis umzukehren (HSG NRW 2002), bis schließlich am Niederrhein ein Abflusscharakter mit niedrigen sommerlichen und hohen winterlichen Beträgen (Dezember bis Februar) vorherrscht.

Sommerhochwasser sind am Niederrhein sehr selten. Durchschnittlich stammt fast die Hälfte des Abflussvolumens im Niederrhein aus dem Alpengebiet. Über 70 % beträgt der Anteil im Sommer, im Winter liegt er

dagegen unter 30 %, da die Niederschläge zu dieser Jahreszeit in Form von Schnee und Eis gebunden sind. Im Herbst ist die abflussärmste Periode des Niederrheins zu verzeichnen, das Maximum fällt in den Februar (KHR 1993) (s. Abb. 5).

Die pluvialen, nivalen und glazialen Regimeeinflüsse wirken durch Überlagerung und Verschneidung ausgleichend auf das allgemeine Abflussregime des Rheins. Der Strom profitiert hydrologisch von der Komplexität seines Einzugsgebietes, da alpinen Schmelzwässern im Sommer hohe Abflüsse aus den niederschlagsreichen Mittelgebirgen im Winter und Frühjahr gegenüberstehen. Zudem wirkt der Bodensee ausgleichend auf den Abflussgang des Rheins (Seeretention), ebenso kompensieren die zahlreichen Seen im Einzugsgebiet der Aare nach den Juragewässerkorrekturen als Retentionsbecken (Alpenspeicher) den Abfluss des Rheins. Im langjährigen Mittel resultiert daher eine ausgeglichene Wasserführung.

Die ausgeglichene Wasserführung wird durch das Verhältnis vom niedrigsten (NQ) zum mittleren (MQ) zum höchsten Abfluss (HQ) verdeutlicht. Beispielsweise ist am Pegel Rees für die Jahresreihe 1951 bis 1970 ein Verhältnis von $NQ : MQ : HQ = 1 : 3,2 : 13,3$

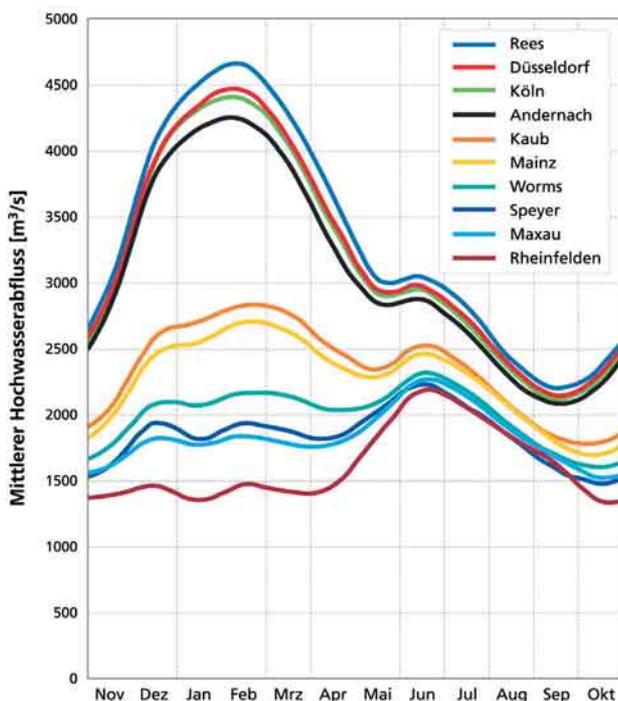


Abb. 4: Vieljährige mittlere Hochwasserabflüsse (MHQ) verschiedener Rheinpegel, Jahresreihe 1930 – 1996.

beobachtet worden. Im Vergleich dazu ergab sich an der Ruhr am Pegel Wetter ein Verhältnis von $NQ : MQ : HQ = 1 : 19 : 350$ für die gleichen Jahre. Wechsel der Wasserführung sind am Rhein – vor allem gegenüber seinen Zuflüssen – gering ausgeprägt (AG RHEIN-SOHLENEROSION 1997; KHR 1978).

Anthropogene Eingriffe wie Wasserkraftwerke am Alpen- und Hochrhein, Staustufenbau, Laufbefestigungen und -begradigungen, Flächenversiegelungen usw. haben jedoch zu erheblich beschleunigten Abflüssen am Rhein geführt. Der mittlere **Abfluss** des Rheins beträgt an der deutsch-niederländischen Grenze $2.200 \text{ m}^3/\text{s}$. Seit den 50er Jahren ist eine ansteigende Tendenz der mittleren Abflüsse (MNQ, MQ, MHQ) am Niederrhein festzustellen (ENGEL et al. 1988).

Die Niederrheinische Bucht ist eine besonders grundwasserreiche Teillandschaft des Rheingebietes. Aufgrund der wechselnden Meeres- und Kontinentalablagerungen und Klimaschwankungen (s. Kap. II.3 • 2.2) ist eine typische Abfolge von wasserdurchlässigen und wasserstauenden Schichten entstanden, die mehrere **Grundwasserstockwerke** übereinander ausbilden. Die fluviatilen Lockersedimente der Terrassen enthalten bedeutende Grundwassermengen. Hauptvorfluter

ist der Rhein. Zwischen ihm und dem obersten Grundwasserstockwerk bestehen hydraulische Verbindungen, die in ständiger Wechselbeziehung stehen. Bei Hochwasser kann es zu einem Übertritt von Rhein in das Grundwasser kommen, das durch Zurückdrängen in Geländemulden zutage tritt (Qualmwasser).

Am Niederrhein sind sehr ergiebige, teilweise übereinander liegende Porengrundwasserleiter im Bereich der holozänen Aue und Niederterrassen verbreitet. Bei den Inlandeisablagerungen, Mittel- und Hauptterrassen finden sich dagegen Porengrundwasserleiter mit mäßig bis gering ergiebigen Grundwasservorkommen (GLA NRW 1988, 1999). Das Stauchmoränengebiet besitzt kleinräumig Grundwasserlinsen in der Stauchzone und Überlaufquellen an Schichtgrenzen. Für die Ausbildung kleinerer, lokaler Grundwasser-Fließsysteme ist das Feinrelief der Rheinaue von Bedeutung. Uferwälle und Dünen speisen solche flachen Grundwasser-Fließsysteme, die auf dem großräumigen Grundwassersystem des Rheintals aufgesetzt sind (WERNEKE et al. 2000). Im Ruhrgebiet sind die Grundwasserverhältnisse infolge des Steinkohlen- und Steinsalzbergbaus nachhaltig verändert, desgleichen im Städtedreieck Köln, Mönchengladbach und Aachen durch Braunkohlenabbau.

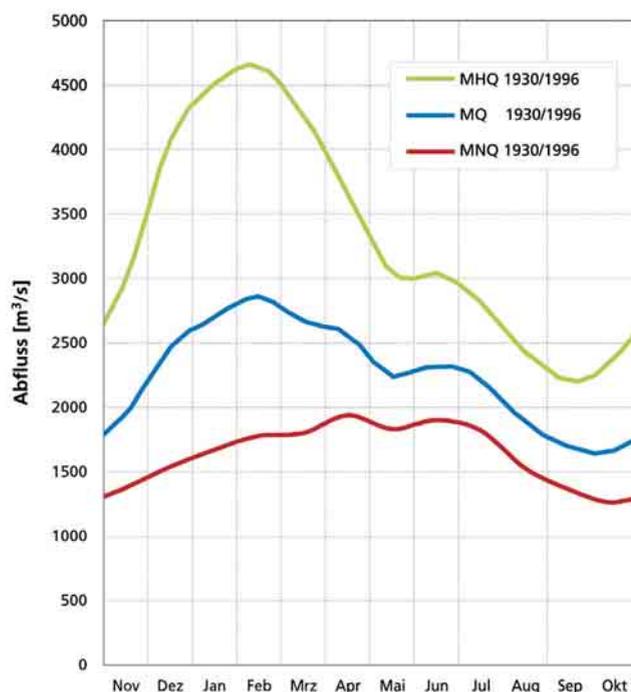


Abb. 5: Mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ), Mittelwasserabfluss (MQ) und mittlerer Hochwasserabfluss (MHQ) des Pegels Rees am Rhein, Jahresreihe 1930 – 1996.

II.3 • 3 Morphologisches Leitbild Niederrhein

II.3 • 3.1 Typologische Zuordnung

Durch die enge Anlehnung an die bisherige typologische Bearbeitung und gezielte Fortführung dieser Arbeiten lässt sich der Niederrhein in den existierenden Kontext der Fließgewässertypologie Nordrhein-Westfalens einordnen: Der gesamte Rhein in Nordrhein-Westfalen ist dem Fließgewässertyp **Kiesgeprägter Strom des Tieflandes** zuzuordnen und erstreckt sich in der Fließgewässerlandschaft „Niederungsgebiet des nordrhein-westfälischen Tieflandes“.

Als Fließgewässertyp werden in relativ homogene Gruppen zusammengefasste Gewässer bzw. Laufabschnitte bezeichnet, die eine typologisch gleichartige Ausbildung besitzen. Eine Typologie stellt ein Grundgerüst zur Ordnung und Gliederung der Erscheinungsvielfalt natürlicher und naturnaher Fließgewässer dar. Wesentliche gewässermorphologische, -hydrologische und -ökologische Grundlagendaten werden zusammengetragen und generalisiert dargestellt. Da es sich bei einem Typus um einen idealisierten Zustand handelt, der in der Natur in individueller Ausprägung auftreten kann, stellt die Ausweisung von Fließgewässertypen allgemein die Vereinfachung und Schematisierung der bestehenden Verhältnisse dar.

Die Namensgebung des Fließgewässertyps spiegelt zum einen die Großlandschaft im Namen wider und ermöglicht damit die Zuordnung in den naturräumlichen Kontext. Zum anderen sind für die Namensgebung die beiden Gliederungsebenen Sohlsubstrate sowie Hydrologie als typologisch relevante, übergeordnete Gliederungskriterien ausgewiesen worden.

Mit der ersten Gliederungsebene wird das prägende Sohlsubstrat erfasst. Es wird von dem vorherrschenden Größtkorn charakterisiert, d.h. von der größten Korngrößenklasse, die mehr als 15 % der gesamten Korngrößenzusammensetzung der Gewässersohle ausmacht. Es vermittelt eine Vorstellung von den hydraulischen Bedingungen im Gerinnebett sowie der zu erwartenden Dynamik. Zudem ist das Gerinnebettmaterial für die Ausformung morphologischer Charakteristika sowie die Ausprägung der Biozönose maßgebend.

Neben den natürlich vorkommenden Substrattypen eines Gerinnebettes ist die Hydrologie als zweite Gliederungsebene zu nennen. Der hydrologische Typ kennzeichnet das übergeordnete Abflussverhalten. Er wirkt in vielfältiger Weise modifizierend auf den Lebensraum Fließgewässer und prägt daher die abiotischen Parameter und Lebensgemeinschaften grundlegend (LUA NRW 2000; 2001 d). Der Niederrhein ist als permanenter, wasserreicher Strom mit ausgeglichener Wasserführung zu bezeichnen, den jedoch auch ausgeprägte Extremabflüsse kennzeichnen (vgl. Kap. II.3 • 2.3).

II.3 • 3.2 Morphologische Stromabschnittstypen des Kiesgeprägten Tieflandstromes Niederrhein

Der Niederrhein fließt in einem flachen Sohlental, das einen längszonalen Wechsel von fünf differierenden Talbodenformen aufweist. Einhergehend mit diesen unterschiedlichen Talbodenformen lassen sich fünf verschiedene morphologisch begründete **Stromabschnittstypen** ausweisen, die im Längsverlauf wechselnden Leitbildzuständen des Stromes und seiner Aue entsprechen:

Stromabschnittstyp I:

Vorherrschend unverzweigter, gestreckter, kiesgeprägter Strom des Tieflandes
(Rolandseck bis Bonn/Rheinkilometer 640 bis 654)*

Stromabschnittstyp II:

Vorherrschend unverzweigter, schwach gewundener, kiesgeprägter Strom des Tieflandes
(Bonn bis Leverkusen/Rheinkilometer 654 bis 701,5)*

Stromabschnittstyp III:

Überwiegend unverzweigter, teilweise mit einzelnen Nebengerinnen, mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes
(Leverkusen bis Duisburg/Rheinkilometer 701,5 bis 775)*

Stromabschnittstyp IV:

Teilweise verzweigter, nebengerinnereicher, mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes mit bergbaulich bedingter Seenlandschaft
(Duisburg bis Wesel/ Rheinkilometer 775 bis 813)*

Stromabschnittstyp V:

Häufig verzweigter, nebengerinnereicher, mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes (Wesel bis Kleve-Bimmen/Rheinkilometer 813 bis 865,5)*

**Städtenamen wie auch aktuelle Rheinkilometrierungen dienen lediglich der Orientierung, sie sind im Leitbild nicht von Belang.*

Abschnittstypen sind primär Ausdruck der vorhandenen Talbodenform sowie der Gefällesituation. Zusätzliche Abgrenzungskriterien bestehen durch gewässer-morphologische Parameter, die anhand ähnlicher bzw. verschiedenartiger Ausprägungen verdeutlichen, weshalb die homogenen Lauf- und Auenabschnitte voneinander abzugrenzen sind (s. Kap. II.3 • 3.2.4, Tab. 2).

Die Namen der Stromabschnittstypen sind Erweiterungen des Fließgewässertyps um die Ausprägungen von Lauftyp und Windungsgrad. Der **Lauftyp** gibt an, ob es sich um ein Ein- oder Mehrbettgerinne handelt. Der **Windungsgrad** gibt das Verhältnis der Gewässerlauflänge zur Tallänge (Talbodenmittellinie) des betrachteten Abschnittes wieder (Tab. 1). Beide Parameter werden vor die Bezeichnung des Fließgewässertyps gestellt (LUA NRW 2000; 2001 d). Der erste Stromabschnittstyp ist z.B. als „Vorherrschend unverzweigter, gestreckter, kiesgeprägter Strom des Tieflandes“ zu benennen (Lauftyp, Windungsgrad, Fließgewässertyp).

Tab. 1: Windungsgradklassen.

Windungsgradklassen	
1,01 – 1,05	gestreckt
1,06 – 1,25	schwach gewunden
1,26 – 1,5	gewunden
1,51 – 2,0	mäandrierend
> 2,0	stark mäandrierend

Die vorangestellten Charakterisierungen „vorherrschend“, „überwiegend“, „teilweise“ und „häufig“ sind speziell für den nordrhein-westfälischen Strom hinzugefügt worden. Sie sollen den hauptsächlich vorkommenden Lauftyp verdeutlichen und stellen Erweiterungen der Namensgebung der morphologisch-hydrologischen Typologien mittelgroßer, bis großer Fließgewässer dar. Das Gleiche gilt für den dritten wie vierten Stromabschnittstypen, in dessen Namensgebung das Auftreten einzelner Nebengerinne und der bergbaulich bedingten Seenlandschaft niederrhein-spezifisch festgehalten werden.

Abb. 6 zeigt neben der Aue die morphologischen Stromabschnittstypen des Niederrheins mit Hilfe von Piktogrammen, die den jeweilig vorherrschenden Lauftyp sowie Windungsgrad des entsprechenden Abschnittes visualisieren und verbalisieren. Die Piktogramme korrespondieren mit den Symbolen der Typologie der mittelgroßen bis großen Fließgewässer in NRW (Abb. 7). Für den vierten Stromabschnittstyp wurde das Piktogramm wegen der Sondersituation der bergbaulich induzierten Aufweitung wie Ausprägung des Untersuchungsraumes neu entworfen. Für den fünften Stromabschnittstyp wurde das Piktogramm stark mäandrierend und nebengerinnereich ergänzt (s. Tab. 2). In dem Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens (LUA NRW 2003 a) ist der Rhein kartographisch sowohl durch das substratspezifische Farbband für den kiesgeprägten Tieflandstrom als auch mit den Piktogrammen der Stromabschnittstypen in der analogen Kartenversion sowie in digitaler Version (CD-ROM) abgebildet (LUA NRW 2003 a). Abb. 9 bis 13 verdeutlichen den hpnG der einzelnen Stromabschnittstypen jeweils anhand der Lauform und dem Gewässer- bzw. Auenquerprofil.

Die folgenden textlichen Erläuterungen beinhalten die gesamte Bandbreite der möglichen heutigen potenziell natürlichen Eigenschaften des Niederrheins. Die beschriebenen Charakteristika der im Stromlängsverlauf wechselnden Leitbildzustände überschneiden sich teilweise in den angegebenen Spannweiten der morphologischen Parameter. Diese fließenden Übergänge und daher teilweisen Wiederholungen unterstreichen den langsamen, kontinuierlichen und nicht sprunghaft

ausgebildeten Wechsel zwischen den einzelnen Stromabschnittstypen. Die Beschreibungen veranschaulichen in Kombination mit den spezifischen Illustrationen (Abb. 9 – 13) den heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand der verschiedenen Stromabschnittstypen. In ihrer Gesamtheit ergeben sie das morphologische Leitbild Niederrhein.

Kapitel II.3 • 3.3 beschäftigt sich mit der heutigen potenziell natürlichen Vegetation des Niederrheins. Im beschriebenen hpnG sind die Vegetationseinheiten ebenso wie die fluvialen Formen potenziell zu erwarten, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

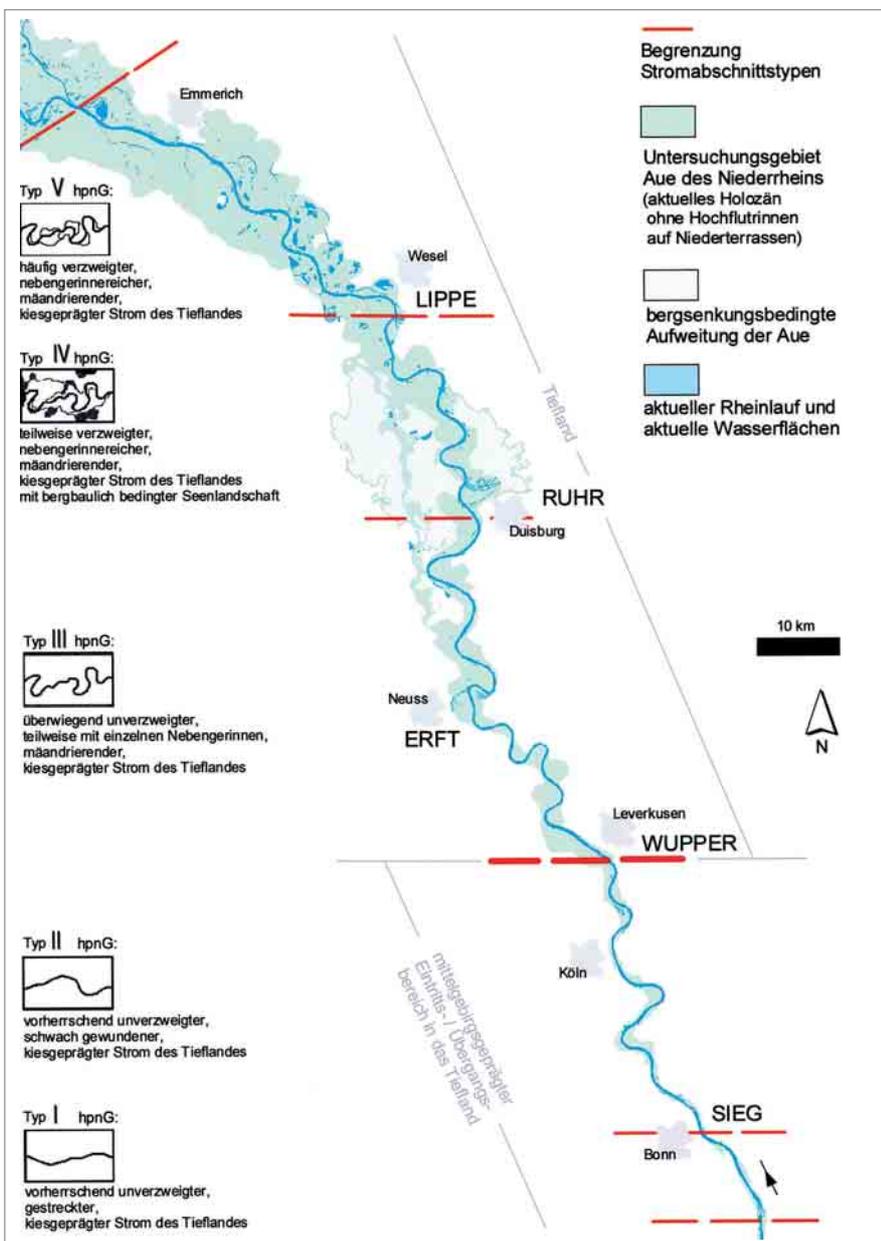


Abb. 6: Morphologische Stromabschnittstypen des Kiesgeprägten Tieflandstromes Niederrhein – Lage und Erstreckung.

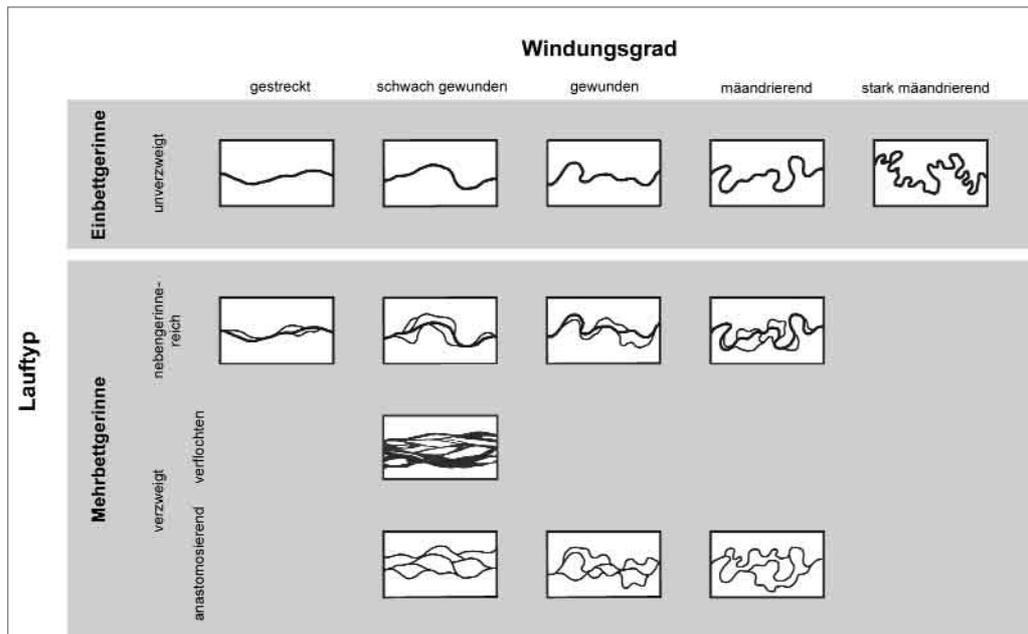


Abb. 7: Parameter der Abschnittstypen - Laufstyp und Windungsgrad.

II.3 • 3.2.1 Gewässermorphologische Parameter

Mittels an die Gewässerstrukturgütekartierung angelehnten gewässermorphologischen Parametern werden in Tab. 2 die charakteristischen Eigenschaften der Stromabschnittstypen präzisiert (bezüglich der methodischen Vorgehensweise zur Herleitung der Parameter sowie den jeweiligen Quellen siehe IHBEN 2002. Definitionen gewässermorphologischer Begriffe finden sich u.a. in LUA NRW 1998, 2001 a u. d, BRUNOTTE et al. 2001, IHBEN 2003). Im Folgenden wird jedoch zunächst auf die **am gesamten Niederrhein vorherrschende Ausprägung der gewässermorphologischen Parameter** eingegangen:

Die **Talform** definiert den Raum, der von einem Gewässer zur Laufentwicklung genutzt werden kann. Dieser Raum entspricht dem Untersuchungsgebiet für die Entwicklung des morphologischen Leitbildes. Der Niederrhein hat ein sich nach Norden zunehmend aufweitendes Sohlental herausgeformt, das einen längszonalen Wechsel von fünf differierenden *Talbodenformen* erkennen lässt. Die Breite der für Laufverlagerun-

gen zur Verfügung stehenden Talbodenform ist von großer Bedeutung, da das Verhältnis der Gerinnebettbreite zur Talbodenbreite für die Entwicklungsfähigkeit eines Fließgewässers entscheidend ist (LUA NRW 2001 d).

Die Ausweisung der fünf Stromabschnittstypen geht mit jeweils unterschiedlich ausgeprägten *Talbodencharakteristiken* sowie *Talbodengefällewerten* einher. Das Talbodengefälle schwankt nicht nur zwischen den einzelnen Stromabschnittstypen, sondern auch kleinräumig z.T. erheblich.

Entlang des Niederrheins variiert die **Laufform** von einem gestreckten Lauf im Süden der Niederrheinischen Bucht über schwach gewunden, gewunden und mäandrierend bis stark mäandrierend im nördlichsten Stromabschnitt. Neben der stromabwärts zunehmenden *Laufentwicklung*, d.h. dem sich kontinuierlich erhöhenden *Windungsgrad*, ist auch der *Laufstyp* der einzelnen Abschnitte von „vorherrschend unverzweigt“ entlang der ersten beiden Stromabschnittstypen bis zur Wuppermündung über „überwiegend unverzweigt, teilweise mit einzelnen Nebengerinnen“, „teilweise verzweigt, nebengerinnereich, mit bergbaulich bedingter

Seenlandschaft“ bis „häufig verzweigt, nebengerinnenreich“ sehr unterschiedlich ausgeprägt. *Laterale Erosion* und ein talabwärts gerichtetes *Verlagerungsverhalten* des Stromstrichs herrschen vor. Die Wandergeschwindigkeit der Rheinlaufbögen nimmt nach Norden mit zunehmender Auenbreite, zurücktretenden Niederterrassenrändern und geringeren Korngrößen zu. Bei extremen Hochwasserereignissen sind außerordentlich hohe Verlagerungsgeschwindigkeiten möglich, die bis zum Durchbruch von einem oder mehreren Mäanderbögen bei einem einzigen Hochwasserereignis führen können (Bild 5).

In einer solchen Situation kann sich statt eines gewundenen, mäandrierenden oder stark mäandrierenden Laufes ein gestreckter bis schwach gewundener Stromlauf vom Furkationstyp ausbilden, der erst allmählich im Laufe der Zeit wieder sein gewässerabschnittstypisches Erscheinungsbild ausformt. Ebenso sind bei Extremereignissen unregelmäßige Verlagerungen möglich, d.h. Ausbrüche des Hauptlaufes. Als *Besondere Laufstrukturen* sind am gesamten Niederrhein erhebliche Gerinnebettbreitenschwankungen (Laufweitungen und -verengungen), Totholzvorkommen, Auengewässer (Bild 6) und häufige Laufspaltungen typisch. Nebengewässer weisen i.d.R. stromabwärts verschleppte Einmündungen auf.

Das **Längsprofil** des Rheins vom Austritt aus dem Rheinischen Schiefergebirge bis zur Stromspaltung in Waal und Nederrijn besitzt ein stark variierendes *Sohlgefälle*. Die *Sohlgefällestruktur* ist vor allem mit Quer-

bänken vielgestaltig ausgeformt. Bei natürlichen Querbänken handelt es sich um lokale Akkumulationen von groben Korngrößen der Gewässersohle. Zumeist erstrecken sie sich senkrecht oder diagonal zur Fließrichtung über die gesamte Gewässerbreite. Querbänke (riffle-Strukturen) sind bei Mittelwasser vorwiegend überströmt. Am Niederrhein finden sich diese morphologischen Formen in Form von Furten, die den gesamten Strom von Ufer zu Ufer als lang gezogene Kiesbänke, -rippen, -schwelen oder auch -rücken durchsetzen. Furten zeigen sich durch Wasserspiegelrauhungen („Schnelle“) oder Aufweitungen der Wasserspiegelbreiten, die Wassertiefe über ihnen ist erheblich verringert (LUA NRW 2001 a). Stromabwärts der Querbänke findet häufig örtlich Tiefenerosion der Gewässersohle statt. Im Strombett oder am Gewässersohlenrand sind z.T. auch Tiefenrinnen vorhanden, die ebenfalls diagonal verlaufen können. Der Tendenzwechsel zwischen Akkumulation und Erosion entsteht natürlicherweise in relativ regelmäßiger räumlicher Abfolge. Laufstrecken mit geringerem Gefälle im Bereich von Querbänken folgt daher im Allgemeinen unmittelbar stromabwärts eine Laufstrecke mit stärkerem Gefälle (Versteilungsstrecken). Folge dieser charakteristischen Ablagerungs- und Eintiefungssequenzen sind stark differierende Fließverhältnisse, die u.a. verschiedene *Strömungscharakteristiken* bzw. *Strömungsbilder* bedingen. Die *Strömungsdiversität/Tiefenvarianz* gibt die räumliche Differenziertheit der Strömung sowie Häufigkeit und Ausmaß des räumlichen Wechsels der Wassertiefe wieder. Strömung und Tiefenunterschiede der Gewässersohle sind am gesamten Niederrhein „mäßig“ bis „sehr



Bild 5: Mäanderdurchbrüche lassen Altwasser entstehen, die zunächst an der stromaufwärts gelegenen Einmündung einer ehemaligen Laufschlinge verlanden.



Bild 6: Auengewässer sind typische besondere Laufstrukturen des heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustandes.

hoch“ ausgeprägt. Bei allen fünf morphologischen Stromabschnittstypen herrscht ein vielfältiges Strömungs mosaik vor, so dass sämtliche Kombinationen aus den Strömungsklassen (langsam, d.h. < 0,3 m/s oder schnell, d.h. > 0,3 m/s) und Tiefenklassen (flach, d.h. < 0,5 m oder tief, d.h. > 0,5 m) mehrfach vorhanden sind. Im hpnG ist die Schleppkraft im Vergleich zum aktuellen Zustand wesentlich geringer. Daher setzen sich sowohl der Feststofftransport als auch Substrate der Gewässersohle aus erheblich mehr feineren und weniger größeren Komponenten zusammen.

Der Strom fließt vornehmlich in seinen eigenen Aufschüttungen. Insgesamt reicht das Korngrößenspektrum der **Sohlenstruktur** von der Ton- bis zur Stein-/Schotterfraktion, vorherrschend ist gut gerundeter Kies. Der mittlere Korngrößendurchmesser der Stromsohle nimmt von ober- nach unterstrom ab. Am südlichen Niederrhein herrscht grobkörniges und ungleichförmiges Sohlenmaterial vor, stromabwärts wird es zunehmend feinkörniger. Einhergehend mit den abnehmenden Korngrößen verringert sich auch die Sohlenstabilität in Fließrichtung. Das heterogene *Sohlsubstrat* bedingt lokal sowohl mobile wie auch stabile Sohlenbereiche. Beispielsweise sind Feinsande extrem erosionsanfällig, wohingegen kiesig-steinige Sedimente erosionswiderstandsfähig sind und bei geeigneter Kornzusammensetzung zur Abpflasterung tendieren; örtlich ist am Niederrhein eine solche Selbststabilisierung durch Sohlenpflasterung bzw. -panzerung möglich. Höhere Abflüsse können diese Vergrößerung der Gewässersohle aufreißen und das Material wieder mobilisieren. Umlagerung, d.h. Geschiebetransport in Wechselwirkung mit der Sohle, kann in mobilen Bereichen bis in mehrere Meter Tiefe unter dem mittleren Sohlenniveau stattfinden. Dieser Prozess ist infolge Auskolkung und anschließender Wiederverfüllung zu erklären (AG RHEINSOHLENEROSION 1997). Häufig sind isolierte große Blöcke von Tertiärquarziten und -sandsteinen in der Niederrheinischen Bucht zu finden. Vor allem in Bereichen, in denen der tertiäre Untergrund oberflächennah ansteht, können sie Bestandteil der Sohle sein. Sie liegen aber auch innerhalb der Terrassenschotter oder in unmittelbarer Stromnähe (Driftblöcke), so dass sie bei Stromstrichverlagerungen sohlsubstratbildend werden können. Die Blöcke sind in der Tertiär-Zeit durch Infiltration von Kieselsäure in lockere Sande unter subtropischen

Klimabedingungen entstanden (GLA NRW 1988). Die Quarzit- und Sandsteinblöcke können vor allem im dritten, vierten und fünften Stromabschnitt öfter auftreten. Zudem stehen tertiäre Sedimente besonders oberflächen- bzw. sohlennah an. Es handelt sich überwiegend um glaukonitführende Feinsande mit einem variablen Gehalt an Ton und Schluff, die extrem erosionsanfällig sind. Anschneidungen von Halden oder künstlichen Verfüllungen in der Aue (u.a. Schlacke) durch den Strom bedingen auch anthropogenes Geschiebe im Gewässerbett und der Aue. Ebenso kann es zu teilorganischen Ausprägungen durch Niedermoore kommen. Der Niederrhein weist eine „geringe“ bis „mäßige“ *Substratdiversität* auf. Insgesamt ist die *Substratverteilung* des größtenteils kiesigen Strombettes von einem relativ häufigen Wechsel der Substrattypen geprägt. Totholz- und Treibselansammlungen finden sich in großer Anzahl bei allen Stromabschnittstypen im Uferbereich, lokal treten Festgesteinsbänke (Tertiärquarzite und -sandsteine, Tonsteine), Steine, Schotter, Sand (z.T. tertiäre Feinsande), Schluff, Ton, anthropogenes Geschiebe und organische Substrate auf. Bank- und Inselstrukturen besitzen im stromaufwärtigen Bereich größere Korndurchmesser als im stromabwärtigen. Zu den *Besonderen Sohlenstrukturen* zählen entlang des gesamten Stromlaufes Kolke, Tiefenrinnen, Anlandungen im Hauptarm sowie Laufspaltungen. Hinter Sohlenstrukturen können sich in großer Ausdehnung langgezogene, hohe Kiesakkumulationen befinden. Unterhalb von Nebengewässermündungen erfährt die Stromsohle lokal Aufhöhungen durch Geschiebe- und Schwebstoffeintrag aus den Teileinzugsgebieten.

Als **Querprofil** herrscht am Niederrhein im hpnG grundsätzlich wie in allen naturnahen Flüssen ein sehr flaches und sehr breites Naturprofil vor. Die *Breitenvarianz*, bei der die bordvolle Breite des Strombettes einschließlich sämtlicher Inseln und Bänke maßgebend ist und die das Verhältnis der kleinsten zur größten Gerinnebreite beschreibt, schwankt ungefähr zwischen Werten von 1:3 bis 1:23. Am gesamten Strom liegt die *Einschnittstiefe* bei ca. 1 bis 3 m. Mit diesem Parameter wird die Lage des Mittel- bzw. Niedrigwasserspiegels unter Gelände ausgedrückt. Bei der *Profiltiefe* handelt es sich um die Höhendifferenz zwischen der Gewässersohle und der Böschungsoberkante. Sie schwankt bei dem vorherrschend flachen und breiten Querprofil des

Niederrheins von 0 m (z.B. in Ufer-, Bank- oder Inselbereichen) bis zu maximal ~ 20 m lokal im Bereich von extremen Auskolkungen, im Durchschnitt beträgt die Profiltiefe ca. 4 m.

Am gesamten Strom ist ein unregelmäßig ausgebildetes Naturufer charakteristisch für die **Uferstruktur**. Kennzeichnend sind starke Uferabbrüche, die vor allem an Prallhängen steil und vegetationsfrei ausgeprägt sind. Laterale Erosion hat durch Uferunterspülungen und -absackungen zu Uferrückverlegungen, u.a. in Form von weiten, tief einspringenden Uferbuchten geführt, auch Ufervorsprünge kommen vor. Bei Abtragungen der Niederterrassenränder können sehr hohe Steilböschungen entstehen, die die Rheinniederung scharf umrahmen. Oftmals sind diese Abgrenzungen zwischen Aue und angrenzenden Niederterrassen bogenförmig ausgebildet, so dass die Niederterrassen in Spornen gegen die Aue vorspringen. Am Oberen Niederrhein herrschen steile Uferkanten vor, am Unteren Niederrhein sind im Allgemeinen sehr geringe Uferhöhen vorhanden. In flach geneigten Naturuferbereichen (Bild 7) finden sich zahlreiche besondere Uferstrukturen wie Sturzbäume, Totholz- und Treibselansammlungen.

Die **Aue** des Niederrheins ist durch unbeeinträchtigte *Ausuferung* gekennzeichnet, Gleiches gilt für die *Ausuferungshäufigkeit*. Typisch ist eine ungehinderte Auenüberflutung mit flächenhaften Überschwemmungen im Winter und Frühjahr, die kleinräumig auch stagnieren können. Eine Überformung der Hochflutrinnen in den Niederterrassen ist möglich. Der *Formenschatz der Aue* ist äußerst divers sowohl hinsichtlich der Anzahl der auftretenden Formen als auch der Ausprägung und



Bild 7: Flachwasserzonen und schlammgeprägte Standorte prägen häufig die Uferstruktur.

Größe entwickelt (s. Bild 8). Uferwälle, die nach Norden an Mächtigkeit gewinnen, begleiten den Gerinnelauf. Uferstreifen sind lückenlos vorhanden und stehen uneingeschränkt wie die gesamte Talform für die Gewässerentwicklung zur Verfügung. In der Niederrheinaue dominieren sandig-lehmige, ca. 1 bis 2 m mächtige Talbodensedimente über den Kiesen die *Substratdiversität und -verteilung*. In Rinnen und Niederungen treten die sandig-lehmigen Sedimente in Vergesellschaftung mit Gleyen, Anmoorgleyen und Niedermooren auf. Flutrinnen in der Aue und Hochflutrinnen in Niederterrassen sind mit Auenlehmauflagen bedeckt. Bei Anschneidung der Auensubstrate können große Mengen an feinkörnigem Material freigesetzt werden, die sich z.T. stromabwärts im Gerinnebett und am Ufer akkumulieren.



Bild 8: Bespannte Flutrinne und Flutrinnenrand höherer Abflüsse.

II.3 • 3.2.2 Totholzsituation

Der gesamte Strom wird im heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand von **Totholz** geprägt. Totholzvorkommen sind unter strukturellen und habitatspezifischen Aspekten von großer Wichtigkeit für die morphologische Ausprägung eines Fließgewässers (LUA NRW 2001 a). An großen Strömen wie dem Rhein besitzt Totholz jedoch kaum gewässerbettbildende Kraft; es hat z.B. keinen direkten Einfluss auf Laufverlagerungen. Erhebliche Totholzansammlungen, die räumlich wie zeitlich stark variieren können, sind im Gerinne und in der Aue zu erwarten. Eine typusspezifische Beschreibung der Totholzsituation ist am Niederrhein jedoch aufgrund des aktuellen Kenntnisstandes nicht möglich. Es gibt bislang zu wenige Untersuchungen, um genaue Aussagen über Menge und Häufigkeit des Eintrages von Totholz ableiten zu können. Aber es ist beispiels-

weise von der Oder bekannt, dass früher jährlich sehr große Mengen Baumstämme dem Gewässer entnommen wurden. Die in der Anleitung für die Kartierung mittelgroßer bis großer Fließgewässer (LUA NRW 2001 a) geschätzten Werte von > 20 Stämme je Laufkilometer ohne Verzweigung und > 40 Stämme je Laufkilometer bei Verzweigungsstrecken sind mindestens für das Zustandsmerkmal „häufig“ zu erwarten.

II.3 • 3.2.3 Anthropogene Faktoren

Die bisher erfolgte **Sohlenerosion** des Rheins ist reversibel, da sie unter potenziell natürlichen Bedingungen infolge lateraler Stromverlagerungen und autogener Sohlaufhöhung ausgeglichen wird (LUA NRW 2001 d): Zu Beginn der Auflassung sämtlicher Nutzungen und Herausnahme jeglicher Verbauungen wird der Niederrhein mit seiner Lateralerosion existente Altformen abschneiden und eine tiefer gelegene Sekundäraue ausbilden. Im Laufe der Zeit führt die massive Seitenerosion zu erheblichen Materialumlagerungen, zusätzlich erfolgt ein erheblicher Feststofftransporteintrag aus Nebengewässern. Umfangreiche Geschiebeakkumulationen im Gewässerbett folgen, die eine selbständig initiierte Sohlaufhöhung bewirken. Es wird sich – unabhängig von der Sohlhöhenlage – ein Gewässer- und Auensystem mit entsprechendem Formeninventar entwickeln, das sowohl neue Strukturen als auch hydromorphologisch reaktivierte historische Rheinlaufstrukturen umfassen kann. Das entstandene Aueniveau bleibt gegen ältere, höher gelegene Bereiche abgegrenzt.

Auskiesungen bzw. Baggerseen (Abgrabungen) in Stromnähe sind als reversibel anzusehen (s. Kap. II.3 • 3.2.3.1). Der irreversible Faktor **Auenlehmsedimentation** kann unter morphologischen Aspekten weitgehend unberücksichtigt bleiben. Die Lateralerosion des Stromes setzt unterhalb der bindigen und relativ erosionsstabilen Auenlehme an, so dass diese daher keine Einschränkung der seitlichen Stromverlagerungen darstellen. Bezüglich der veränderten standörtlichen Verhältnisse durch **Mineralisation organischer Böden** lässt sich festhalten, dass bei oberflächennahen Grundwasserständen mit einer Revitalisierung der Niedermoore zu rechnen ist (LUA NRW 2001 d). Ferner können sich Niedermoore in Rinnen, Flutmulden, Niederungen oder im Bereich von Quellwasseraus-

treten im Übergang zu Niederterrassen und Stauchmoränen neu bilden, ebenso treten sie als Verlandungsstadien von Seen auf. Bei Anschneidung der Niedermoorvorkommen in der Aue durch seitliche Laufverlagerungen können diese erodiert werden und zu teilorganischen Ausprägungen des Sohlsubstrates führen. Die **Nährstoffsituation** ist im hpnG zwar verändert, jedoch ist eine Abnahme des Nährstoffgehaltes zu erwarten. Zudem finden sich auch natürlicherweise nährstoffärmere Standorte (LUA NRW 2001d). Unter morphologischen Gesichtspunkten kann die modifizierte Nährstoffsituation zudem vernachlässigt werden, da das Angebot an Nährstoffen in erster Linie Einfluss auf biotische Faktoren nimmt. **Künstliche Verfüllungen** und **Halden** in der Aue (u.a. Bauschutt, Bergematerial, Schlacke) werden vom Rhein angeschnitten und erodiert. Sie prägen als anthropogenes Geschiebe das Substrat. Die Möglichkeit der Anschneidung und Abtragung des **Tertiärs** ist anthropogen bedingt erhöht (IHBEN 2003). Neben den sohlsubstratbildenden tertiären Gesteinen prägen die tertiären Feinsande eher die Substratverhältnisse im und vor allem am Gewässer mit.

II.3 • 3.2.3.1 Sondersituation Bergbauregion

Die Steinkohlenvorkommen liegen im westlichen Areal des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenreviers, das sich vom linken Niederrheingebiet bis in den Raum Hamm – Ahlen erstreckt (GLA NRW 1988). Die Kohlegewinnung führt unter Tage zur Entstehung von Hohlräumen, die zusammenbrechen. Die Erdoberfläche bildet anhand von Brüchen und Senkungen diese zusammengesackten Hohlräume nach. Die Absenkungsbeträge können im Bereich des Gerinnebettes und Gewässerumfeldes 1 m im Jahr überschreiten. Aktuell liegen die Gesamtsenkungen bereits bei über 8 m (AG RHEINSOHLNEROSION 1997).

Oberhalb der Ruhmündung beginnt ein sich signifikant von den am Niederrhein im Längsverlauf wechselnden Leitbildzuständen absetzender Landschaftsraum, der sich bis oberhalb Lippemündung erstreckt. Der Strom, der hier teilweise verzweigt und nebengerinnereich mäandriert, durchfließt eine ausgedehnte Seenlandschaft. Ursache dieser Landschaftsform ist der Bergsenkungstrichter des Ruhrgebietes, der sich in seiner Längenerstreckung von Duisburg bei

Rheinkilometer 775 bis Wesel bei Rheinkilometer 813 ausspannt. In den als Folge des Bergbaus entstandenen Reliefvertiefungen kommt es im hpnG zu Grundwasseransammlungen, ferner können die Senkungsbereiche durch Lateralverlagerungen des Niederrheins angeschnitten oder bei Hochwasserereignissen überformt werden. Infolgedessen erstreckt sich eine bergsenkungsbedingte Seenlandschaft beiderseits des Hauptstromes, die eine Aufweitung der Aue in dieser Region bewirkt. Im hpnG ist daher mit einer Verlagerung der Hauptwasserscheide Rhein – Maas bis zu 5 km nach Westen zu rechnen (vgl. Kap. 2.1 u. 2.3 sowie GLA NRW 1988).

Die durch Steinkohle- und Steinsalzabbau induzierten Geländeabsenkungen haben zu erheblichen Modifikationen der leitbildrelevanten Rahmenbedingungen geführt. Insbesondere großräumige Geländedepressionen als Folge des Steinkohlenbergbaus nehmen auf die Ausprägung des morphologischen Leitbildes einen entscheidenden Einfluss.

Nördlich dieser Region schließt sich eine Steinsalzlagerstätte aus der Zechstein-Zeit an, die sich von Rheinberg im Süden bis nach Winterswijk im Norden ausdehnt. Im Westmünsterland sowie auf niederländischem Gebiet setzt sich das Zechstein-Becken nach Norden und Nordosten fort (GLA NRW 1988). Im nördlichen Bereich des vierten Stromabschnittstyps werden Stromsohle wie auch Aue durch Einwirkungen des Salzbergwerkes Borth zwischen Rheinkilometer 810 und 813 abgesenkt. In diesem Streckenabschnitt sind von heute an weitere langsame Senkungen von 1 bis 3 cm jährlich zu erwarten, bis die Hohlräume unter Tage nach ungefähr 100 bis 600 Jahren zusammengedrückt sein werden. Die tellenförmigen Depressionen der Erdoberfläche werden voraussichtlich bis zu 5 oder 6 m Tiefe betragen (AG RHEINSOHLENEROSION 1997).

Aus den Bergsenkungen resultieren veränderte Gefälleverhältnisse, die bis zu Gefälleumkehr reichen können. Aktuell zeigt die Sohlgefällestruktur im Längsprofil beträchtliche Sohlenabsenkungen, die durch Sohlenerosion sowie Bergsenkungen erfolgt sind. Derzeit dehnt sich der Bergsenkungstrichter bedingt durch Steinkohlenabbau von Rheinkilometer 775 bis 805 aus. Bergsenkungen erstrecken sich innerhalb dieser Region

jeweils von Rheinkilometer 775 bis 778, 780 bis 783, 785,5 bis 788, 790 bis 793 und 795 bis 805. Nachfolgend befindet sich in dem Bereich von Rheinkilometer 810 bis 813 eine Sohlabsenkung infolge Steinsalzabbaus (AG RHEINSOHLENEROSION 1997).

Derzeit besteht zudem eine Absichtsbekundung der Zeche Walsum, in Zukunft weitere Steinkohlenvorkommen unter dem Rhein abzubauen. Rheinkilometer 775 und 813 stellen die Begrenzungen des Stromabschnittstyps IV dar, da sich die aktuellen Sohlenabsenkungen wegen ihrer extremen Eintiefungen u.U. auch im Leitbildzustand noch abzeichnen können und sich durch bergbauliche Aktivitäten verursachte irreversible Geländedepressionen des Talbodens von Süden nach Norden annähernd zwischen den gleichen naturräumlichen Grenzen oberhalb Ruhr- bis Lippemündung erstrecken.

Die Sohlgefällestruktur ist im stromaufwärtigen Bereich großräumiger Geländedepressionen der Steinkohle- und Steinsalzabbaufolgelandchaft von rückschreitender Erosion gekennzeichnet. Auch stromabwärts von Sohlensenkungen wird die Gewässersohle erodiert, in den Senkungsmulden dagegen wird Material abgelagert. Die das Längsprofil aktuell prägende Stromsohle erfährt somit im hpnG einen Reliefenergieausgleich. Teilweise können die Senkungsregionen noch von Sohlen- wie Wasserspiegellagen nachgezeichnet werden. Die Einschnittstiefe des sehr flachen Naturprofils kann im Bereich der Bergsenkungen größer sein. Mit den Sohlensenkungen einhergehende Wasserspiegelsenkungen zeichnen die Lage der Stromsohle zwar nach, jedoch sind sie wegen der ausgleichenden Wirkung des Wasserspiegels bei weitem nicht so beträchtlich wie mögliche Vertiefungen der Gewässersohle. Ferner befinden sich die abgesenkten Wasserspiegellagen gegenüber den Senkungsbereichen der Sohle leicht stromaufwärts verschoben (vgl. Abb. 8) (MURL NRW & WSD WEST 1992). Wegen der teilweisen Verfüllung der Senkungswannen wird ein besserer Geschiebedurchgang im Gerinne erreicht. Veränderte Sohlenlagen führen zu einer gegenüber den natürlichen Verhältnissen modifizierten Erosionsbasis für zufließende Gewässer, so dass die natürliche Vorflut verändert sein kann.

Die **irreversiblen Geländedepressionen des Talbodens** fungieren ebenso wie anthropogen induzierte Rheinsohlenvertiefungen als Sedimentfallen, so dass es im Laufe der Jahre zu einer Aufhöhung kommt. Allerdings ist die Sedimentation in den großräumigen Talbodenabsenkungen wegen der z.T. erheblichen Entfernung zum mäandrierenden Hauptstrom bei weitem nicht so beträchtlich wie im Gerinnebett sowie im unmittelbaren Gewässerumfeld des Stromes. Bei direkter Lateralerosion durch den Strom ist ein Zusedimentieren möglich, an anderer Stelle können sich jedoch auch neue Seen bilden, wenn Hohlräume unter Tage zu einem späteren Zeitpunkt zusammenbrechen bzw. -sacken. So bleiben die Seenflächen bei insgesamt geringem Gefälle mit entsprechend geringen Strömungsgeschwindigkeiten sowie Ablagerungsbeträgen erhalten. Durch ständige Sedimentzufuhr können kleinere deltaartige Geschiebefächer in den Seen entstehen. Die höchsten Ablagerungsbeträge finden sich am Übergang zwischen den Stromabschnittstypen III und IV am Beginn der Senkungsbereiche.

Auskiesungen bzw. Baggerseen (Abgrabungen) in **Stromnähe** sind dagegen anthropogen geschaffene temporäre, also reversible Erscheinungen in der Aue. Bei Anschneidung durch den Hauptstrom kommt es relativ schnell zu Umlagerungen des anstehenden Materials und anschließender Aufhöhung dieser Reliefvertiefungen. Die bei Auskiesungen auf **Niederterrassen** entstandenen großen und tiefen Seen bleiben in diesen erosionswiderstandsfähigeren, von dem mäandrierenden Hauptstrom entfernteren Arealen erhalten und ergänzen, bergbaulich bedingten Formenschatz stehenden oberirdischen Gewässer in der Aue.

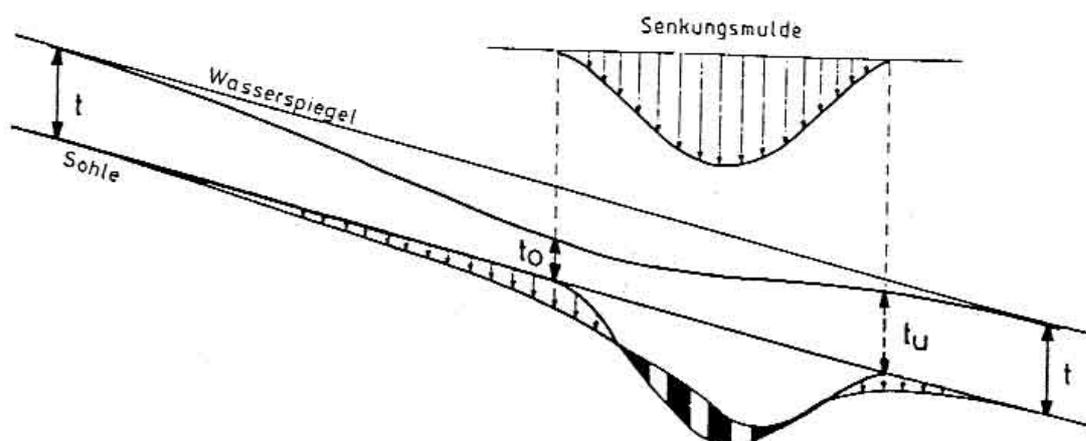
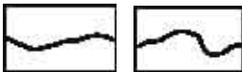
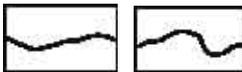
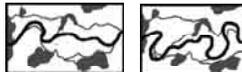


Abb. 8: Auswirkungen einer Bergsenkung auf den Wasserspiegel und die Sohlenerosion (Pfeile) und Akkumulation (Balken) des Rheins.

II.3 • 3.2.4 Tabellarische Übersicht für das Leitbild Niederrhein – morphologische Charakterisierung (Tab. 2)

Fließgewässertyp	Kiesgeprägter Strom des Tieflandes				
Hydrologischer Typ/ Parameter	Permanent, abflussreich, ausgeglichen				
Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Lage und Erstreckung	Rolandseck bis Bonn Rheinkilometer 640 – 654 <i>Austritt des Rheins aus dem Rheinischen Schiefergebirge auf Höhe der Inseln Nonnenwerth und Grafenwerth bis oberhalb Siegmündung</i>	Bonn bis Leverkusen Rheinkilometer 654 – 701,5 <i>Siegmündung bis oberhalb Wuppermündung</i>	Leverkusen bis Duisburg Rheinkilometer 701,5 – 775 <i>Wuppermündung bis oberhalb Ruhrmündung</i>	Duisburg bis Wesel Rheinkilometer 775 – 813 <i>Oberhalb Ruhrmündung bis oberhalb Lippemündung</i>	Wesel bis Kleve-Bimmen Rheinkilometer 813 – 865,5 <i>Lippemündung bis Stromspaltung in Waal und Nederrijn</i>
Sohlbreite	ca. 300 – 1.000 m	ca. 200 – 1.000 m	ca. 150 – 3.700 m	ca. 320 – 8.000 m (inkl. Seenflächen)	ca. 270 – 3.100 m
Quellentfernung	> ca. 925 km – ca. 940 km	> ca. 940 km – ca. 990 km	> ca. 990 km – ca. 1.080 km	> ca. 1.080 km – ca. 1.140 km	> ca. 1.140 km – ca. 1.240 km
Talform	flaches Sohlental mit längszonalem Wechsel von fünf differierenden Talbodenformen				
Talbodenformen	mittelgebirgsgeprägter Eintritts- / Übergangsbereich in das Tiefland		Tiefland		
	enger Talboden • Talbodenbreite (min / max): ~ 540 m – ~ 1.500 m • Gerinnebettbreite / Talbodenbreite: \varnothing 1: 1,4 min./max.: 1:1,3 – 1:4,3	schmaler Talboden • Talbodenbreite (min / max): ~ 490 m – ~ 3.000 m • Gerinnebettbreite / Talbodenbreite: \varnothing 1: 2,6 min./max.: 1:2 – 1:12	aufgeweiteter Talboden • Talbodenbreite (min / max): ~ 590 m – ~ 5.800 m • Gerinnebettbreite / Talbodenbreite: \varnothing 1: 1,6 min./max.: 1:1,4 – 1:29	breiter Talboden • Talbodenbreite (min / max): ~ 3.250 m – ~ 10.000 m (bis ~ 20.000 m inkl. bergsenkungs- bedingter Aufweitung der Aue) • Gerinnebettbreite / Talbodenbreite: \varnothing 1: 1,6 min./max.: 1:1,2 – 1:57	sehr breiter Talboden • Talbodenbreite (min / max): ~ 4.000 m – ~ 14.000 m • Gerinnebettbreite / Talbodenbreite: \varnothing 1: 5,1 min./max.: 1:4,2 – 1:46
	Die Aue wird seitlich von den Niederterrassen des Rheins (Stromablagerungen der Weichsel-Kaltzeit) begrenzt, am Oberen Niederrhein lokal auch von devonischen Schichten, vulkanischen und vulkanogen-sedimentären Gesteinen aus dem Tertiär, Löss und Lösslehm aus der Unteren Mittelterrasse, am Unteren Niederrhein lokal auch von Stauchmoränen und Sandern (Eis- und Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit)				
Talbodengefälle	\varnothing 0,81 ‰	\varnothing 0,13 ‰	\varnothing 0,29 ‰	\varnothing 0,07 ‰	\varnothing 0,18 ‰

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Talbodencharakteristik	gefällestarker, enger, nahezu ebener holozäner Talboden mit verlagerbaren Substraten	gefälleschwächerer, schmaler, nahezu ebener, teilweise terrassierter holozäner Talboden mit verlagerbaren Substraten	gefällestärkerer, aufgeweiteter, nahezu ebener, terrassierter holozäner Talboden mit verlagerbaren Substraten und eingeschalteten inselartigen Niederterrassenarealen	gefälleschwacher, breiter, nahezu ebener, terrassierter holozäner Talboden mit relativ leicht verlagerbaren Substraten und einem kleinräumigen Wechsel zwischen tieferen Seen, flach überschwemmten Gebieten, Aufschüttungen (Halden), inselartigen Niederterrassenarealen, Stauchmoränen und Sandern im Westen, Dünen und Hochflutrinnen	gefälleschwächerer, sehr breiter, nahezu ebener, terrassierter holozäner Talboden mit sehr leicht verlagerbaren Substraten
Laufform					
Stromabschnittstypen (siehe Abb. 6, Abb. 9 – 13)	vorherrschend unverzweigter, gestreckter, kiesgeprägter Strom des Tieflandes	vorherrschend unverzweigter, schwach gewundener, kiesgeprägter Strom des Tieflandes	überwiegend unverzweigter, teilweise mit einzelnen Nebengerinnen, mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes	teilweise verzweigter, nebengerinnereicher, mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes mit bergbaulich bedingter Seenlandschaft	häufig verzweigter, nebengerinnereicher, mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes
					
Laufentwicklung	gestreckt bis schwach gewunden		gewunden bis mäandrierend		mäandrierend bis stark mäandrierend
Windungsgrad	~ 1,01 – ~ 1,06 zumeist ~ 1,02 – ~ 1,04	~ 1,01 – ~ 1,26 zumeist ~ 1,04 – ~ 1,18	~ 1,35 – ~ 1,68 zumeist ~ 1,35 – ~ 1,62	~ 1,27 – ~ 1,76 zumeist ~ 1,4 – ~ 1,54	~ 1,67 – ~ 2,19 zumeist ~ 1,69 – ~ 2,07
Laufotyp	vorherrschend unverzweigt, durch Bank- und Inselbildungen entstehen Laufspaltungen, sehr selten bilden sich lokal Verzweigungen aus		überwiegend unverzweigt, durch Bank- und Inselbildungen entstehen Laufspaltungen, selten bilden sich lokal Verzweigungen aus, teilweise mit einzelnen Nebengerinnen	teilweise verzweigt, durch Bank- und Inselbildungen entstehen Laufspaltungen, öfter bilden sich lokal Verzweigungen aus, nebengerinnereich, wassererfüllte Senkungsbereiche	häufig verzweigt, durch Bank- und Inselbildungen entstehen Laufspaltungen, häufig bilden sich lokal Verzweigungen aus, nebengerinnereich

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V						
laterale Erosion / Verlagerungsverhalten Besondere Laufstrukturen	Strom nimmt große Bereiche des Talbodens ein unregelmäßige Verlagerungen möglich (Ausbrüche des Hauptlaufes) erhebliche Strombettbreitenschwankungen (Laufweitungen, Laufverengungen) Laufspaltungen häufig durch Bank- und Inselbildungen Totholzvorkommen Nebengerinne sind i.d.R. bereits bei geringen Abflüssen mit Wasser erfüllt; flachere Nebengerinne werden jedoch ebenso wie Rinnensysteme in der Aue erst bei höheren Abflüssen bespannt; stromabwärts verschleppte Nebengewässermündungen										
	<ul style="list-style-type: none"> das Verlagerungspotenzial ist im Vergleich zum gesamten Niederrhein gering; das anstehende Substrat bedingt einen hohen Erosionswiderstand der Aue und Niederterrassen sowie eine hohe Sohlenstabilität; Abtragungen des Ufers und der Niederterrassen sind jedoch lokal möglich 		<ul style="list-style-type: none"> Migration und Abschnürung Prallufererosion und Gleituferanlandung laterale und talabwärts gerichtete Verlagerung der Laufbögen; Wandergeschwindigkeit der Rheinmäander nimmt von S nach N zu; <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Ø 5 - 6 m jährlich Stromabschnittstyp III</td> <td style="width: 40%;">Durchschnittswerte</td> </tr> <tr> <td>Ø 5 - 9 m jährlich Stromabschnittstyp IV</td> <td>(Wandergeschwindigkeit einer Schlinge kann stark variieren)</td> </tr> <tr> <td>Ø 9 - 60 m jährlich Stromabschnittstyp V</td> <td></td> </tr> </table> <p>bei extremen Hochwasserereignissen sind auch deutlich höhere Verlagerungsgeschwindigkeiten möglich, die bis zum Durchbruch von einem oder mehreren Laufbögen bei einem Hochwasserereignis führen können, so dass sich ein vergleichsweise gestreckter Stromlauf vom Furkationstyp ausbildet (gestreckter bis schwach gewundener Lauf mit ihn begleitenden Furkationen), der erst allmählich im Laufe der Zeit wieder sein gewässerabschnittstypisches Erscheinungsbild ausformt;</p> <ul style="list-style-type: none"> zahlreiche Auengewässer in permanenter oder temporärer Verbindung zum Hauptlauf 			Ø 5 - 6 m jährlich Stromabschnittstyp III	Durchschnittswerte	Ø 5 - 9 m jährlich Stromabschnittstyp IV	(Wandergeschwindigkeit einer Schlinge kann stark variieren)	Ø 9 - 60 m jährlich Stromabschnittstyp V	
	Ø 5 - 6 m jährlich Stromabschnittstyp III	Durchschnittswerte									
Ø 5 - 9 m jährlich Stromabschnittstyp IV	(Wandergeschwindigkeit einer Schlinge kann stark variieren)										
Ø 9 - 60 m jährlich Stromabschnittstyp V											
<ul style="list-style-type: none"> kaum Nebengerinne kaum Auengewässer 	<ul style="list-style-type: none"> wenige Nebengerinne einige Auengewässer in permanenter oder temporärer Verbindung zum Hauptlauf 	<ul style="list-style-type: none"> Verlagerungspotenzial hoch; die Mäanderbögen schneiden sich zumeist in Niederterrassenränder und haben daher einen relativ großen Widerstand zu überwinden; die Niederterrassen stellen den begrenzenden Faktor für die Lateralverlagerung dar einzelne Nebengerinne 	<ul style="list-style-type: none"> Verlagerungspotenzial hoch; die Mäanderbögen schneiden sich zumeist in Niederterrassenränder und haben daher einen relativ großen Widerstand zu überwinden; die Niederterrassen stellen den begrenzenden Faktor für die Lateralverlagerung dar der mäandrierende Hauptstrom kann die bergbaulich bedingten Geländedepressionen lokal durch Lateralverlagerung anschneiden oder bei Hochwasserereignissen überformen; Seenlandschaft (teilweise abseits des Hauptstromes) zahlreiche Nebengerinne 	<ul style="list-style-type: none"> Verlagerungspotenzial sehr hoch; das anstehende feinkörnige, sandreiche Substrat (geringe Sohlen- und Uferstabilität) kann durch massive Seitenerosion leicht erodiert werden Abtragung von Niederterrassen, Stauchmoränen u. Sandern möglich typisch ist eine stetige Umwandlung der Stromsohlenform durch die in diesem Raum besonders prägnant ausgebildete Migration und Abschnürung zahlreiche Nebengerinne natürliche Stromspaltung in Waal und Nederrijn 							

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Besonderheiten		Aufweitungen des Talbodens durch schwach gewundenen bis gewundenen Lauf möglich	die Breite des Talbodens wird von der Auflösungszone des Niederterrassenfeldes (Einschneidung in die Jüngere Niederterrasse) aufgeweitet; hier erstreckt sich ein westlicher Rheinlauf, der vor allem bei Hochwasser als Hochflutbett fungiert; die Aue umschließt inselartige Niederterrassenareale		steinsalzabbaubedingte Bergsenkungen bestimmen im südlichen Bereich die natürlichen Reliefstrukturen und Grundwasserverhältnisse; in den Reliefvertiefungen kommt es zu Grundwasseransammlungen, ferner können die Senkungsbereiche durch Lateralverlagerungen angeschnitten oder bei Hochwasserereignissen überformt werden; einige Seen im Süden sind die Folge
			im nördlichen Bereich beginnt der Übergang zur bergsenkungsbedingten Auenaufweitung	bergsenkungsbedingte Auenaufweitung; in den aufgrund anthropogen bedingter Massenverlagerungen entstandenen Reliefvertiefungen (Bergsenkungstrichter des Ruhrgebietes) kommt es zu Grundwasseransammlungen, ferner können die Senkungsbereiche durch Lateralverlagerungen angeschnitten oder bei Hochwasserereignissen überformt werden; infolgedessen erstreckt sich eine bergsenkungsbedingte Seenlandschaft beiderseits des Hauptstromes, die eine erhebliche Auenaufweitung in dieser Region bedingt (siehe Kap. II.3 • 3.2.3.1)	
Längsprofil					
Sohlgefälle	Ø 0,69 ‰	Ø 0,10 ‰	Ø 0,27 ‰	Ø 0,02 ‰	Ø 0,07 ‰
Sohlgefällestruktur / Querbänke	<ul style="list-style-type: none"> • sehr häufiges Auftreten von Furten in relativ regelmäßigen Abständen in Form von Wasserspiegelraunungen über den Querbänken oder in Form von Aufweitungen der Wasserspiegelbreiten; die Furten erstrecken sich senkrecht oder diagonal zur Fließrichtung und können den gesamten Strom von Ufer zu Ufer als lang gezogene Kiesbänke, -rippen, -schwelen oder auch -rücken durchsetzen, die Wassertiefe über ihnen ist erheblich verringert; • lokal Tiefenerosion der Gewässersohle hinter den Querbänken; • Laufstrecken mit geringerem Gefälle im Bereich von Querbänken folgt im Allgemeinen unmittelbar stromabwärts eine Laufstrecke mit stärkerem Gefälle (Versteilungsstrecken); • teilweise im Strombett oder am Gewässersohlenrand Tiefenrinnen, auch diagonal verlaufend möglich; 				
		<ul style="list-style-type: none"> • die Furten wechseln sich mit engen, tiefen Bogenscheitelbereichen relativ regelmäßig in Abhängigkeit des Windungsgrades ab; je stärker die Stromkrümmung, desto größer die Tiefe; häufig liegt die größte Tiefe unterhalb der Lage des Scheitelpunktes; häufig liegen die Furten unterhalb des Wendepunktes der Stromachse 			

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Sohlgefällestruktur / Querbänke (Fortsetzung)			<ul style="list-style-type: none"> • rückschreitende Erosion im Bereich großräumiger Geländedepressionen möglich (nördlicher Abschnitt) • Sohlenstufen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • rückschreitende Erosion im Bereich großräumiger Geländedepressionen möglich • veränderte Gefälleverhältnisse, die bis zu einer Gefälleumkehr reichen können • Sohlenabsenkungen • stromabwärts von Sohlensenkungen wird die Gewässer-sole erodiert, in den Senkungsmulden wird Material abgelagert • Geländedepressionen des Talbodens fungieren als Sedimentfallen, kleinere deltaartige Geschiebefächer in den Seen möglich • Sohlenstufen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • rückschreitende Erosion im Bereich großräumiger Geländedepressionen möglich (südlicher Abschnitt) • veränderte Gefälleverhältnisse, die bis zu einer Gefälleumkehr reichen können • der Rhein hat das Bestreben, sein aus dem Bergbau-senkungsgebiet mitgebrachtes Geschiebedefizit wieder aufzufüllen; große Mengen an Sanden und Kiesen werden freigesetzt, die wegen des geringen Talgefälles nicht in ausreichendem Maße weitertransportiert werden können; vielfältige Sohlenstrukturen sind die Folge • Sohlenstufen möglich
Strömungs- charakteristik Strömungsbild	<ul style="list-style-type: none"> • vorherrschend schnell fließend • kleinräumig turbulent • Kehrwasser 	<ul style="list-style-type: none"> • vorherrschend schnell fließend • kleinräumig turbulent • Kehrwasser • auch ruhig fließende Abschnitte • kleinräumig Stillenabschnitte 	<ul style="list-style-type: none"> • überwiegend schnell fließend • teilweise turbulent • Kehrwasser • ruhig fließende Abschnitte • kleinräumig Stillenabschnitte • in Nebengerinnen verschiedenste Strömungsmuster • bei lokaler Durchsetzung der Stromsohle mit tertiären Quarzit- oder Sandsteinblöcken oder großen Steinen können kleine Stromschnellen (Sohlenstufen) auftreten 	<ul style="list-style-type: none"> • vorherrschend langsam • abschnittsweise stagnierend • Kehrwasser • ruhig fließende Abschnitte • kleinräumig Stillenabschnitte • auf gefällereicheren Strecken schneller • kleinräumig turbulent • in Nebengerinnen verschiedenste Strömungsmuster; überwiegend ruhig • bei lokaler Durchsetzung der Stromsohle mit tertiären Quarzit- oder Sandsteinblöcken oder großen Steinen können kleine Stromschnellen (Sohlenstufen) auftreten 	<ul style="list-style-type: none"> • vorherrschend langsam • abschnittsweise stagnierend • Kehrwasser • ruhig fließende Abschnitte • kleinräumig Stillenabschnitte • schneller fließende Abschnitte • kleinräumig turbulent • in Nebengerinnen verschiedenste Strömungsmuster; überwiegend ruhig • bei lokaler Durchsetzung der Stromsohle mit tertiären Quarzit- oder Sandsteinblöcken oder großen Steinen können kleine Stromschnellen (Sohlenstufen) auftreten

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Strömungsdiversität / Tiefenvarianz	mäßig bis sehr hoch				
	bei allen Stromabschnittstypen herrscht ein vielfältiges Strömungsmosaik vor, so dass sämtliche Kombinationen mehrfach vorhanden sind				
Häufigkeit und räumliche Verteilung (Erläuterung in absteigender Häufigkeit)	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>vorherrschend; in gestreckteren Laufabschnitten, in gefällereicheren Laufabschnitten, Kolken</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>vorherrschend; in gestreckteren Laufabschnitten, in gefällereicheren Laufabschnitten, Kolken, Bogenscheitelbereichen</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>vorherrschend; in gestreckteren Laufabschnitten, in gefällereicheren Laufabschnitten, Kolken, Bogenscheitelbereichen</p>	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>vorherrschend; in Seen, flach überschwemmten Gebieten, Tiefenrinnen, Pools, Kolken, Kehrwassern, Altwassern, Stillenabschnitten, Nebengerinnen, Bank- und Inselbereichen, Verzweigungsstrecken</p>	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>vorherrschend; in Seen, Tiefenrinnen, Pools, Kolken, Kehrwassern, Altwassern, Stillenabschnitten, Nebengerinnen, Bank- und Inselbereichen, Verzweigungsstrecken</p>
	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Furtbereichen, gestreckteren Laufabschnitten</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>häufig; in Furtbereichen, gestreckteren Laufabschnitten, teilweise Gleithangbereichen</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>häufig; in Furtbereichen, gestreckteren Laufabschnitten, teilweise Gleithangbereichen</p>	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>häufig; in Seen, flach überschwemmten Gebieten, Flachwasserzonen, Bank- und Inselbereichen, Verzweigungsstrecken, Gleithangbereichen, gefälleärmeren Laufabschnitten, Altwassern, Nebengerinnen, Stillenabschnitten</p>	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>häufig; in Seen, Flachwasserzonen, Bank- und Inselbereichen, Verzweigungsstrecken, Gleithangbereichen, gefälleärmeren Laufabschnitten, Altwassern, Nebengerinnen, Stillenabschnitten</p>
	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Tiefenrinnen, Pools, Kolken, Kehrwassern</p>	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Tiefenrinnen, Pools, Kolken, Kehrwassern, Altwassern, Stillenabschnitten und Nebengerinnen</p>	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Seen, Tiefenrinnen, Pools, Kolken, Kehrwassern, Altwassern, Stillenabschnitten und Nebengerinnen</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Furtbereichen, gestreckteren Laufabschnitten, teilweise Gleithangbereichen</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Furtbereichen, gestreckteren Laufabschnitten, teilweise Gleithangbereichen</p>
	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Flachwasserzonen, Bank- und Inselbereichen, Verzweigungsstrecken</p>	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Flachwasserzonen, Bank- und Inselbereichen, Verzweigungsstrecken, Gleithangbereichen, gefälleärmeren Laufabschnitten, Altwassern, Nebengerinnen, Stillenabschnitten</p>	<p>langsam (< 0,3 m/s) u. flach (< 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in Seen, Flachwasserzonen, Bank- und Inselbereichen, Verzweigungsstrecken, Gleithangbereichen, gefälleärmeren Laufabschnitten, Altwassern, Nebengerinnen, Stillenabschnitten</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in gestreckteren Laufabschnitten, in gefällereicheren Laufabschnitten, Kolken, Bogenscheitelbereichen</p>	<p>schnell (> 0,3 m/s) u. tief (> 0,5 m)</p> <p>untergeordnet; in gestreckteren Laufabschnitten, in gefällereicheren Laufabschnitten, Kolken, Bogenscheitelbereichen</p>

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Sohlenstruktur					
Sohlenstruktur	<ul style="list-style-type: none"> • der Niederrhein fließt vornehmlich in seinen eigenen Aufschüttungen (kiesige Talfüllung) • der mittlere Korngrößendurchmesser der kiesigen Stromsohle nimmt von oberstrom nach unterstrom ab; am südlichen Niederrhein herrscht grobkörniges und ungleichförmiges Sohlenmaterial vor, stromabwärts wird es zunehmend feinkörniger • die Sohlenstabilität verringert sich stromabwärts • bereichsweise kann es zur Anschneidung tertiärer Feinsande kommen, die relativ dicht unter der Gewässersohle anstehen; diese sind extrem erosionsanfällig, so dass es lokal zu tiefen Auskolkungen kommen kann • das heterogene Sohlensubstrat bedingt örtlich sowohl mobile wie auch stabile Sohlenbereiche; Umlagerung kann bis in mehrere Meter Tiefe unter dem mittleren Sohlenniveau stattfinden; natürliche Sohlenpflasterung im Gewässerbett möglich 				
Sohlsubstrat	Dominanz von Kies, vorherrschend gut gerundet				
	<p>mittlerer Korngrößendurchmesser der kiesigen Stromsohle: \varnothing 32 mm (Einzelwerte schwanken ca. zw. 20 – 50 mm; Grobkies)</p> <p>erhöhter Schotteranteil (> 63 mm), da die im Mittelgebirge aufgenommene grobkörnige Geschiebefracht nicht vollständig weitertransportiert werden kann</p>	<p>mittlerer Korngrößendurchmesser der kiesigen Stromsohle: \varnothing 30 mm (Einzelwerte schwanken ca. zw. 15 – 45 mm; Mittel- bis Grobkies)</p> <p>erhöhter Schotteranteil (> 63 mm), da die im Mittelgebirge aufgenommene grobkörnige Geschiebefracht nicht vollständig weitertransportiert werden kann</p>	<p>mittlerer Korngrößendurchmesser der kiesigen Stromsohle: \varnothing 20 mm (Einzelwerte schwanken ca. zw. 10 – 35 mm; Mittel- bis Grobkies)</p>	<p>mittlerer Korngrößendurchmesser der kiesigen Stromsohle: \varnothing 17 mm (Einzelwerte schwanken ca. zw. 5 – 30 mm; Feinkies bis Grobkies)</p>	<p>mittlerer Korngrößendurchmesser der kiesigen Stromsohle: \varnothing 12 mm (Einzelwerte schwanken ca. zw. 3 – 25 mm; Fein- bis Grobkies)</p>
Sohlsubstrattypen in absteigender Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Kies • Sand • Steine / Schotter • Schluff • Ton • organische Substrate • Totholz- und Treibselansammlungen 		<ul style="list-style-type: none"> • Kies • Sand • Steine / Schotter • Schluff • Ton • organische Substrate • Totholz- und Treibselansammlungen 		
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> • die Substratverhältnisse im Gewässer können auch durch großflächige Erdmassenumlagerungen entstandene Halden beeinflusst werden • ebenso können künstliche Verfüllungen aus den Auen als anthropogenes Geschiebe die Gewässersohle prägen 				
	<p>die Sohlenstabilität ist wegen der groben Korngrößen hoch</p> <p>Durchsetzung des Strombettes mit großen Steinen lokal möglich</p>		<p>dicht unter der Gewässersohle können tertiäre Schichten (Feinsande) anstehen, die bei Anschneidung erheblich ausgeräumt werden und zu spontanen Kolkbildungen führen können</p> <p>isolierte tertiäre Quarzit- und Sandsteinblöcke können sohlensubstratbildend sein</p>		

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Besonderheiten (Fortsetzung)	<p>kiesig-steinige Sedimente sind erosionswiderstandsfähig und können bei geeigneter Kornzusammensetzung zur Abpflasterung tendieren; örtlich ist eine solche Selbststabilisierung durch natürliche Sohlenpflasterung bzw. -panzerung möglich. Höhere Abflüsse können diese Vergrößerung der Gewässersohle aufreißen</p> <p>feinkörnigere Substrate kommen aufgrund der vergleichsweise hohen Schleppkraft untergeordnet vor</p> <p>eine Transportkörperbildung tritt im grobkörnigen Sohlenmaterial des südlichen Niederrheins kaum auf, daher existieren nur wenige temporäre Sohlenstrukturen</p>		<p>Durchsetzung des Strombettes mit großen Steinen lokal möglich</p>	<p>das Strombett besteht vorwiegend aus Kies, der an einzelnen Stellen verhältnismäßig grob und festgelagert ist; der Kies enthält nur an besonders geschützten Stellen stärkere Beimischungen von Sand</p> <p>die Gewässersohle kann lokal aus einem teilweise recht festen Boden aus tonreichem Gestein (Pelosol) bestehen, der sehr erosionswiderständig ist</p> <p>Niedermoore sind in die Auen eingelagert; bei Anschneidung sind teilorganische Ausprägungen des Sohlsubstrates wahrscheinlich</p> <p>feinkörnigeres Ablagerungsmilieu in den Seen (Sedimentfallen)</p> <p>bei Verlagerungen des Stromstrichs in Bergbauseen kann auch gröberes Niederterrassenmaterial angeschnitten und abgetragen werden, so dass gröbere Substratverhältnisse herbeigeführt werden</p> <p>auch Eis- und Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit können die Substratverhältnisse im Gewässer beeinflussen</p>	<p>im Bereich der Stromspaltung in Waal und Nederrijn stehen dicht unter der Gewässersohle Schluff- und teilweise Torflinsen an</p> <p>die Sohlenstabilität ist wegen der zunehmend geringeren Korngrößendurchmesser deutlich geringer</p> <p>ausgedehnte Sandfelder an den Ufern und auf der Stromsohle</p> <p>auch Eis- und Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit können die Substratverhältnisse im Gewässer beeinflussen</p>
Substratdiversität und -verteilung	geringe bis mäßige Substratdiversität				
Gewässerbett	<p>Kies dominiert</p> <p>die Gewässersohle wird von einem häufigen Wechsel der Substrattypen geprägt</p> <p>Bank- und Inselstrukturen weisen im stromaufwärtigen Bereich größere Korndurchmesser auf, ziehen ausgedehnte Kiesakkumulationen hinter sich her</p> <p>Totholz- und Treibselansammlungen</p> <p>lokale Vorkommen von Festgesteinsbänken (Tertiärquarzite und -sandsteine, Tonsteine), Steinen, Sand (z.T. tertiäre Feinsande), Schluff, Ton, organischen Substraten</p>				

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Besondere Sohlenstrukturen	<ul style="list-style-type: none"> • ausgedehnte Kiesgründe, -bänke und -inseln, die fest gelagert, vielfach mit Steinen durchsetzt und somit meist lagestabil sind; sie bedingen als Ufer- und Mittensohlenstrukturen lokal Gewässerbettaufweitungen und Laufspaltungen • kaum temporäre Sohlenstrukturen • wenige angelandete Sohlenstrukturen • Kolkbildungen in Form lang gestreckter Sohleintiefungen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • zahlreiche Kiesgründe, -bänke und -inseln, die fest gelagert, vielfach mit Steinen durchsetzt und somit meist lagestabil sind; sie bedingen als Mitten-, Ufer- und Mündungssohlenstrukturen lokal Gewässerbettaufweitungen und Laufspaltungen; seltener auch Gleitufersohlenstrukturen möglich • an Nebengewässermündungen Bildung von Spornbänken möglich • wenige temporäre Sohlenstrukturen • teilweise angelandete Sohlenstrukturen • im Siegmündungsbereich befinden sich ausgedehnte Sandablagerungen auf der Gewässersohle unterhalb des Mittelwasserspiegels; z.T. befinden sich sandreiche Kiesbänke und -inseln im Mündungsbereich, die mit Steinen durchsetzt sind • Kolkbildungen vor Prallufern • Gleithänge mit Flutrinnen, ebenso Bänke und Inseln mit Flutrinnen; sind häufig stromabwärts mit Wasser erfüllt 	<ul style="list-style-type: none"> • zahlreiche Kiesgründe, -bänke und -inseln, die teilweise mit Steinen durchsetzt und relativ lagestabil sind; sie bedingen als Gleitufer-, Mitten-, Ufer- und Mündungssohlenstrukturen lokal Gewässerbettaufweitungen und Laufspaltungen und können auch zu Laufverzweigungen führen; die Sohlenstrukturen treten häufig unmittelbar hintereinander auf • an Nebengewässermündungen Bildung von Spornbänken möglich • einige temporäre Sohlenstrukturen • einige angelandete Sohlenstrukturen • Kolkbildungen, besonders tief ausgebildet in engen Bogenscheiteln oder bei Anschneiden des Tertiärs • Gleithänge mit Flutrinnen, ebenso Bänke und Inseln mit Flutrinnen; sind häufig stromabwärts mit Wasser erfüllt 	<ul style="list-style-type: none"> • zahlreiche Kiesgründe, -bänke und -inseln, die mit groben Komponenten durchsetzt sein können und daher meist lagestabil sind; sie bedingen als Gleitufer-, Mitten-, Ufer- und Mündungssohlenstrukturen lokal Gewässerbettaufweitungen und Laufspaltungen und können auch zu Laufverzweigungen führen; die Sohlenstrukturen treten häufig unmittelbar hintereinander auf • an Nebengewässermündungen Bildung von Spornbänken möglich • einige temporäre Sohlenstrukturen • viele angelandete Sohlenstrukturen • Kolkbildungen, besonders tief ausgebildet in engen Bogenscheiteln oder bei Anschneiden des Tertiärs • Gleithänge mit Flutrinnen, ebenso Bänke und Inseln mit Flutrinnen; sind häufig stromabwärts mit Wasser erfüllt • Seen fungieren als Sedimentfallen; Bildung kleiner deltaartiger Geschiebefächer 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr zahlreiche Kiesgründe, -bänke und -inseln, die häufig allmählich stromabwärts wandern; sie bedingen als Gleitufer-, Mitten-, Ufer- und Mündungssohlenstrukturen lokal Gewässerbettaufweitungen und Laufspaltungen und können zu Laufverzweigungen führen; die Sohlenstrukturen treten häufig unmittelbar hintereinander auf; vor allem abwärts der Lippemündung bis ungefähr zur Höhe des Fürstenberges finden sich wandernde Sandbänke, die relativ regelmäßig zu Tal ziehen, aber auch bis zur Stromspaltung in Waal und Nederrijn verlegen sich die Sandbänke in oft nur kurzer Zeit • oft temporäre Sohlenstrukturen • zahlreiche angelandete Sohlenstrukturen • Kolkbildungen, besonders tief ausgebildet in engen Bogenscheiteln oder bei Anschneiden des Tertiärs • starke Versandungen und Verlandungen in Altläufen • starke Versandung im Bereich der Stromspaltung in Waal und Nederrijn • Gleithänge mit Flutrinnen, ebenso Bänke und Inseln mit Flutrinnen; sind häufig stromabwärts mit Wasser erfüllt
<ul style="list-style-type: none"> • Kolke, Tiefenrinnen • hinter den Sohlenstrukturen können sich Kiese akkumulieren; vor allem die Ausläufer von Inseln, aber auch von Bankstrukturen ziehen sich häufig stromabwärts in großer Ausdehnung als lang gezogene Mittengründe hin • bei Niedrigwasser finden sich Laufspaltungen durch Kiesgründe • Anlandungen in Gleituferebenen, Nebengerinnen, teilweise auch im Hauptarm • unterhalb von Nebengewässermündungen finden sich Akkumulationen, die die Sohle des Niederrheins lokal aufhöhen 					

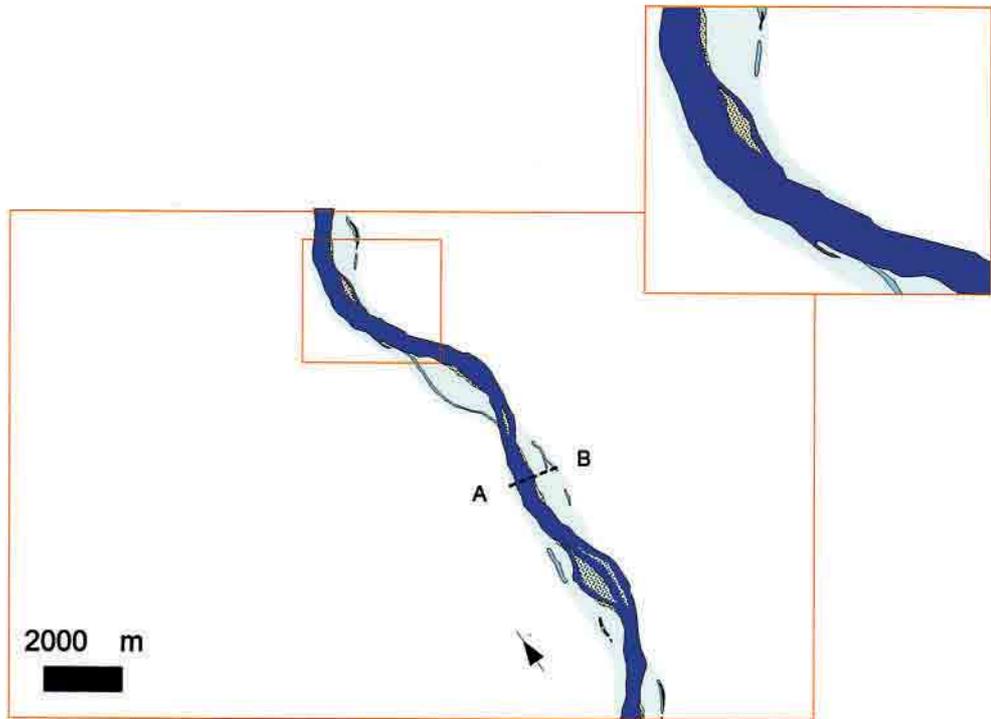
Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Querprofil					
Querprofil	Naturprofil; der gesamte Niederrhein ist von Natur aus sehr flach und sehr breit mit unregelmäßig ausgebildeten und buchtenreichen Ufern; der Strom besitzt zahlreiche Untiefen, so dass bei geringen Abflüssen eine Überquerung an Furten möglich ist die Ufer werden von Uferwällen begleitet, die nach Norden allmählich an Mächtigkeit gewinnen Prallhang-Gleithang-Profile und Furtprofile herrschen vor und wechseln einander ab				
			Bergsenkungsseen im Norden	Bergsenkungsseen	Bergsenkungsseen im Süden
Breitenvarianz	~ 1:3	~ 1:5	~ 1:18	~ 1:23	~ 1:10
Einschnittstiefe	~ 100 – 300 cm, im Bereich der Sohlensenkungen kann sie größer sein				
Profiltiefe	vorherrschend sehr breit und sehr flach, Profiltiefe schwankt von 0 bis zu max. ~ 20 m, die durchschnittliche Profiltiefe liegt bei ca. 4 m, im Bereich der Sohlensenkungen kann sie größer sein				
	sehr flach durchschnittl. Profiltiefe: ~ 3 m	sehr flach durchschnittl. Profiltiefe: ~ 3,75 m	sehr flach durchschnittl. Profiltiefe: ~ 4,5 m	sehr flach durchschnittl. Profiltiefe: ~ 3,75 m	sehr flach durchschnittl. Profiltiefe: ~ 4,15 m
Uferstruktur					
Uferstruktur	<p>Naturufer</p> <p>unregelmäßige Ufergestalt:</p> <p>starke Uferabbrüche, vor allem an Prallhängen steil und vegetationsfrei (Steilwände)</p> <p>weite, tief einspringende Uferbuchten</p> <p>laterale Erosion (Uferunterspülungen, Uferabsackungen; Uferzurückverlegungen)</p> <p>Ufervorsprünge</p> <p>Flachwasserzonen</p> <p>weit vortretende Landzungen vor Gleitufern</p> <p>Flutrinnenbildung über flach geneigten Gleithängen</p> <p>Uferwälle</p> <p>besondere Uferstrukturen wie Sturzbäume oder Totholz- und Treibselansammlungen</p> <p>am Oberen Niederrhein herrschen steile Uferkanten vor, am Unteren Niederrhein sind im Allgemeinen sehr geringe Uferhöhen vorhanden</p> <p>bei lateraler Erosion der Niederterrassenränder oder der Unteren Mittelterrasse sehr hohe Steilufer, stark abfallend</p> <p>Felsprallhänge / extrem hohe Steilufer bei lateraler Erosion der devonischen Schichten sowie der vulkanischen und vulkanogen-sedimentären Gesteine; bis zu ~ 200 m hoch (Drachenfels)</p> <p>bei lateraler Erosion der Stauchmoränen und Sander extrem hohe Steilufer; ~25 - ~70 m hoch durch Lateralerosion am Fuß mit nachbrechendem Ufermaterial (z.B. Fürstenberg, Eltenberg)</p>				

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Aue					
Ausuferungs- charakteristik	<p>flächenhafte Überflutungen kleinräumig stagnierende Überflutungen</p> <p>im nördlichen Bereich dieses Stromabschnittes sind bei Hochwasser auch Überprägungen der Hochflutrinnen in den Niederterrassen möglich</p>	<p>flächenhafte Überflutungen kleinräumig stagnierende Überflutungen</p> <p>Überflutung der Hochflutrinnen in den Niederterrassen</p>	<p>flächenhafte und lang anhaltende Überflutungen kleinräumig stagnierende Überflutungen</p> <p>Überflutung der Hochflutrinnen in den Niederterrassen</p>	<p>sehr großflächige Ausuferungen bedingt durch großräumige Geländedepressionen / Seenlandschaft</p> <p>flächenhafte und langanhaltende, kleinräumig stagnierende Überflutungen</p> <p>Überflutung der Hochflutrinnen in den Niederterrassen</p> <p>Überflutung Niersgebiet / Issumer Fleuth (bis ins Einzugsgebiet der Maas) bei extremen Hochwasserereignissen möglich</p>	<p>flächenhafte Überflutungen, die sich vor allem auf die zahlreichen Altläufe verteilen</p> <p>kleinräumig stagnierende Überflutungen</p> <p>Überflutung der Hochflutrinnen in den Niederterrassen</p> <p>Überflutung Oude IJssel und Kranenburger Bruch bei extremen Hochwasserereignissen möglich</p>
unbeeinträchtigte Ausuferungshäufigkeit, ungehinderte Auenüberflutung, flächenhafte Überflutungen im Winter und Frühjahr					
Formenschatz der Aue (s. Abb. 9 und 10)	<p>der enge Talboden lässt nur einen schwach ausgebildeten Formenschatz zu</p> <p>vereinzelt: Flutrinnen, Flutmulden Uferwälle</p> <p>steile und teilweise vegetationsfreie Böschungen an den Ufern</p> <p>Strudellöcher</p> <p>Qualmgewässer</p> <p>Felshänge</p> <p>Randsenken vor den Niederterrassenrändern</p> <p>Dünen</p>	<p>der schmale Talboden lässt nur einen gering ausgebildeten Formenschatz zu</p> <p>teilweise: Flutrinnen, Flutmulden Uferwälle</p> <p>steile und teilweise vegetationsfreie Böschungen an den Ufern</p> <p>Strudellöcher</p> <p>Qualmgewässer</p> <p>Randsenken vor den Niederterrassenrändern</p> <p>Auenterrassen</p> <p>Altarme, Altwasser verschiedener Generationen</p> <p>Dünen</p>	<p>der aufgeweitete Talboden besitzt einen vielfältig ausgebildeten Formenschatz, ausgeprägte Formen</p> <p>häufig: Flutrinnen, Flutmulden Uferwälle</p> <p>steile und teilweise vegetationsfreie Böschungen an den Ufern</p> <p>Strudellöcher</p> <p>Qualmgewässer</p> <p>Randsenken vor den Niederterrassenrändern</p> <p>Auenterrassen</p> <p>Altarme, Altwasser verschiedener Generationen</p> <p>Dünen</p>	<p>der breite Talboden besitzt einen vielfältig ausgebildeten Formenschatz, ausgeprägte Formen</p> <p>häufig: Flutrinnen, Flutmulden Uferwälle</p> <p>steile und teilweise vegetationsfreie Böschungen an den Ufern</p> <p>Strudellöcher</p> <p>Qualmgewässer</p> <p>Randsenken vor den Niederterrassenrändern</p> <p>Auenterrassen</p> <p>Altarme, Altwasser verschiedener Generationen</p> <p>Dünen</p>	<p>der sehr breite Talboden besitzt einen vielfältig ausgebildeten, stark ausgeprägten Formenschatz, größere Formen möglich</p> <p>sehr häufig: Flutrinnen, Flutmulden Uferwälle,</p> <p>starke Uferwallbildungen (Kies, zunehmend Sand und Schluff) im Stromspaltungsbereich Waal / Nederrijn</p> <p>steile und teilweise vegetationsfreie Böschungen an den Ufern</p> <p>Strudellöcher</p> <p>Qualmgewässer</p> <p>Randsenken vor den Niederterrassenrändern</p> <p>Auenterrassen</p> <p>Altarme, Altwasser verschiedener Generationen</p>

Stromabschnittstyp	Stromabschnittstyp I	Stromabschnittstyp II	Stromabschnittstyp III	Stromabschnittstyp IV	Stromabschnittstyp V
Formenschatz der Aue (Fortsetzung)			Niedermoore in der Aue, zumeist in Randsenken Aufschüttungen / Halden im Norden Seen, flach überschwemmte Gebiete, Moorbildungen, vernässte Standorte, insuläre Niederterrassenflächen	Niedermoore in der Aue, zumeist in Randsenken und Seenähe Aufschüttungen / Halden Seen, flach überschwemmte Gebiete, Moorbildungen, vernässte Standorte, insuläre Niederterrassenflächen Geländeabstufungen infolge aneinander gewachsener Sohlenstrukturen Stauchmoränen und Sander (im Westen)	Dünen Niedermoore in der Aue, zumeist in Randsenken Aufschüttungen / Halden im Süden Seen, flach überschwemmte Gebiete, Moorbildungen, vernässte Standorte, insuläre Niederterrassenflächen Geländeabstufungen infolge aneinander gewachsener Sohlenstrukturen
Substratdiversität und -verteilung Aue	<p>in der Aue dominieren sandig-lehmige Stromablagerungen über Kieseln, in Rinnen und Niederungen treten die sandig-lehmigen Stromablagerungen in Vergesellschaftung mit Gleyen, Anmoorgleyen und Niedermooren auf über trockeneren Standorten Parabraunerden</p> <p>Flutrinnen in der Aue und Hochflutrinnen in Niederterrassen sind mit Auenlehmauflagen bedeckt</p> <p>bei Anschneiden der Auensubstrate durch Lateralerosion können große Mengen an feinkörnigem Material freigesetzt werden, die sich teilweise stromabwärts im Strombett und am Ufer akkumulieren; schlammgeprägte Pionierstandorte</p> <p>Uferwälle am Gleithang weisen geringere Korngrößendurchmesser auf als am Prallhang, beide weisen zum gewässerfernen Bereich zunehmend kleinere Korngrößen auf</p>				
	ca. 1 - 2 m mächtige Talbodensedimente über den Kieseln aus: vorherrschend Auenlehm (Schluff und Ton, sandig, z.T. kalkhaltig, stellenweise unter geringmächtigem Auensand) begleitend Auensand (Feinsand bis Mittelsand, schluffig, z.T. unter geringmächtigem Schluff)	ca. 1 - 2 m mächtige Talbodensedimente über den Kieseln aus: vorherrschend Auensand (Feinsand bis Mittelsand, schluffig, z.T. kalkhaltig, z.T. unter geringmächtigem Schluff) begleitend Auenlehm (Schluff und Ton, sandig, z.T. kalkhaltig, stellenweise unter Auensand)	ca. 1 - 2 m mächtige Talbodensedimente über den Kieseln aus: vorherrschend Auensand (Feinsand bis Mittelsand, schluffig, z.T. kalkhaltig, unter geringmächtigem Schluff) begleitend Auenlehm (Schluff und Ton, sandig, z.T. kalkhaltig, stellenweise unter Auensand) lokal Auenkies (Kies, sandig, schluffig, unter geringmächtigem Auensand und Auenlehm)	ca. 1 - 2 m mächtige Talbodensedimente über den Kieseln aus: (ungefähr gleichanteilig): Auenlehm (Schluff und Ton, sandig, z.T. kalkhaltig, stellenweise unter geringmächtigem Auensand) Auensand (Feinsand bis Mittelsand, schluffig, z.T. kalkhaltig, z.T. unter geringmächtigem Schluff)	ca. 1 - 2 m mächtige Talbodensedimente über den Kieseln aus: vorherrschend Auenlehm (Schluff und Ton, sandig, z.T. kalkhaltig, stellenweise unter geringmächtigem Auensand) begleitend Auensand (Feinsand bis Mittelsand, schluffig, z.T. kalkhaltig, z.T. unter geringmächtigem Schluff) lokal ausgedehnte Uferwallbildungen (Schluff, sandig und Sand, schluffig)

Abb. 9: **Stromabschnittstyp I:**
Vorherrschend unverzweigter, gestreckter, kiesgeprägter Strom des Tieflandes.

Laufform



- Fließgewässer
- Rinne
- Stillgewässer
- Kiesbank*
- Insel
- Aue

* vorherrschendes Größtkorn

Gewässer-/ Auenquerprofil

- Auenlehm, Auensand
- Kies, Sand

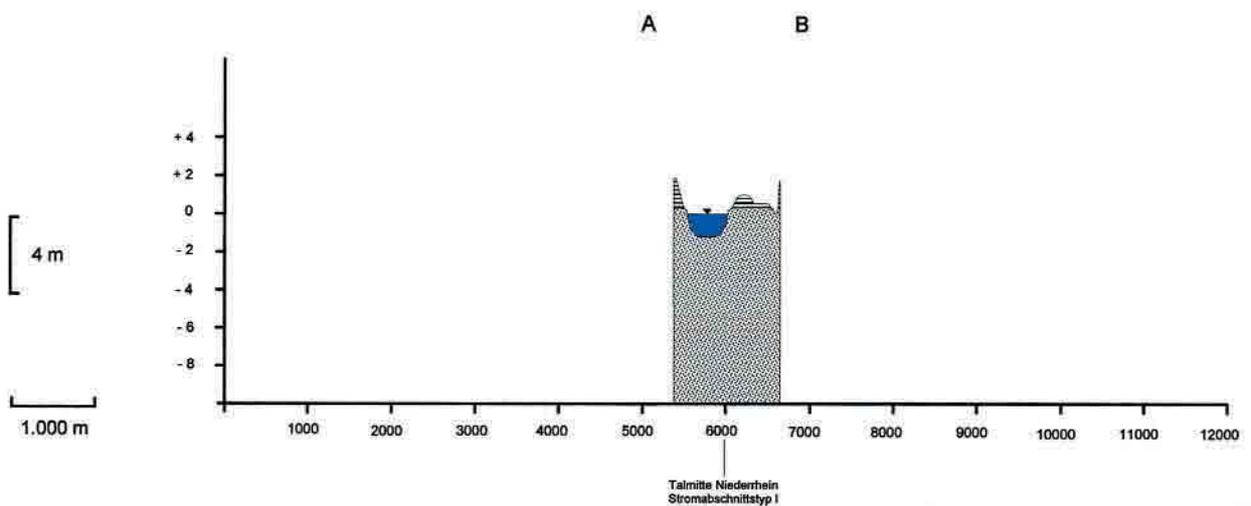


Abb. 10: **Stromabschnittstyp II:**

Vorherrschend unverzweigter, schwach gewundener, kiesgeprägter Strom des Tieflandes.

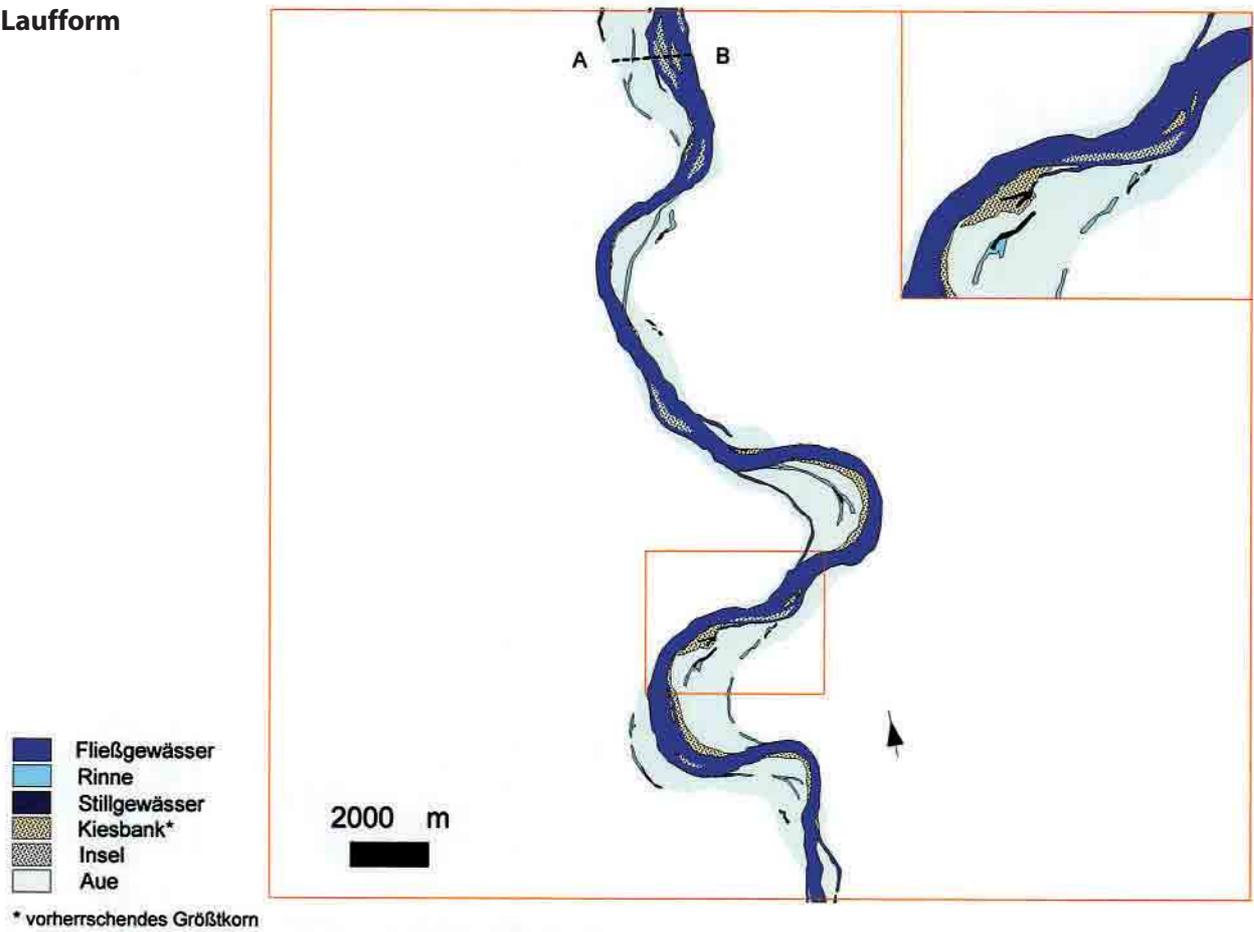
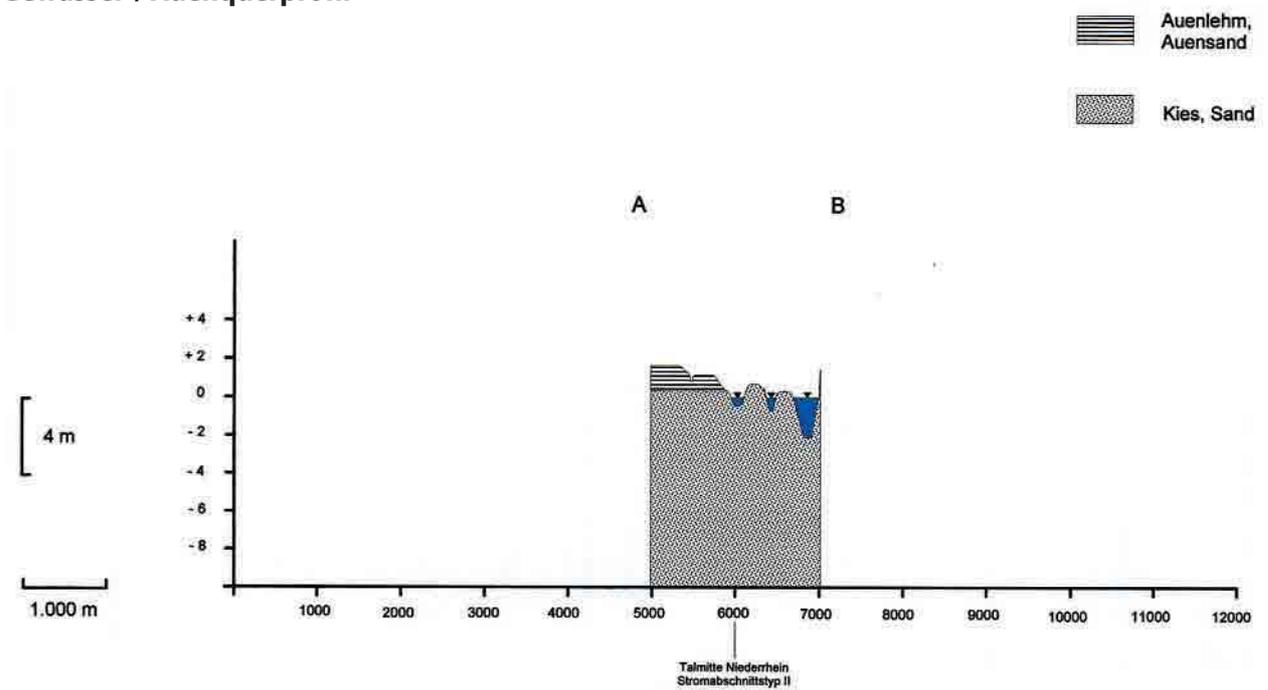
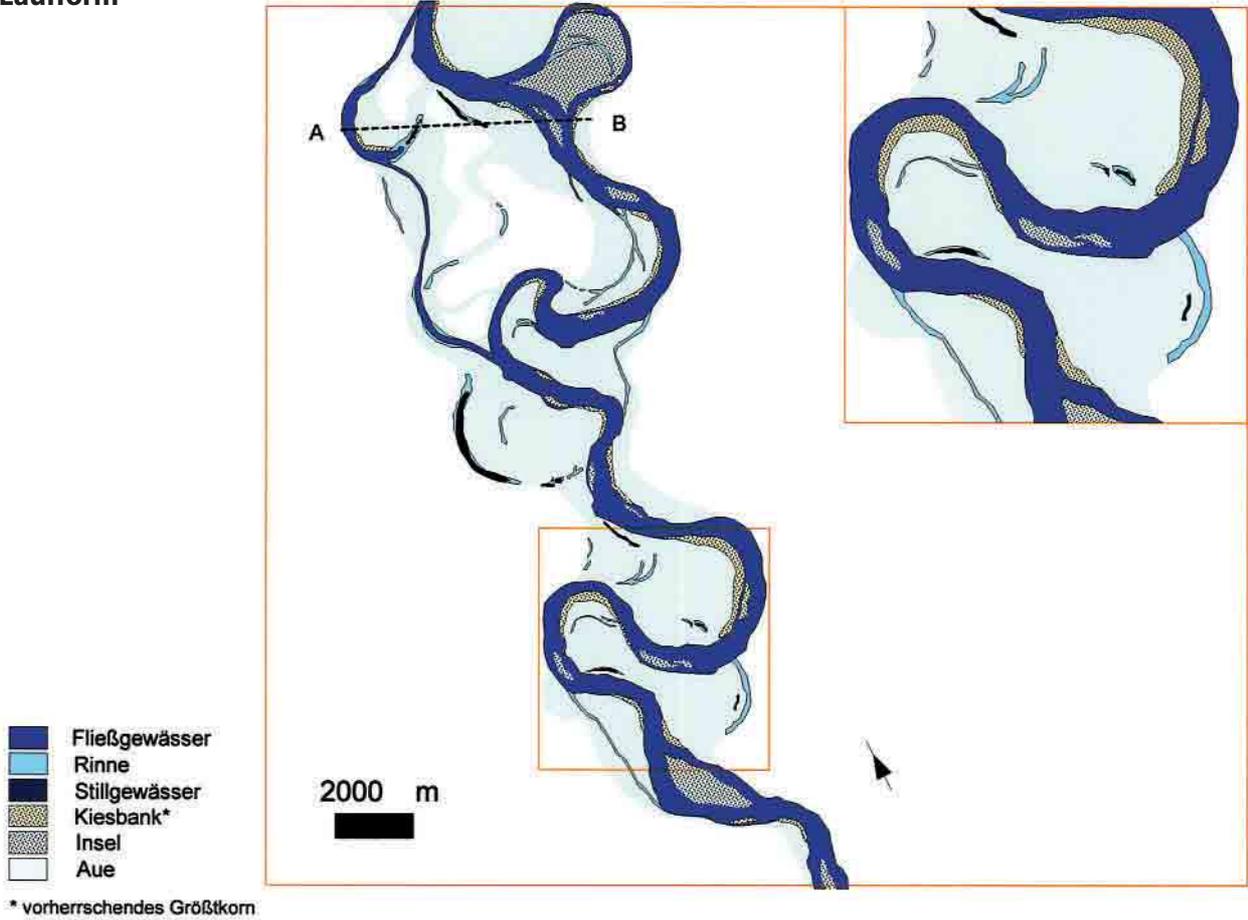
Laufform**Gewässer-/ Auenquerprofil**

Abb. 11: **Stromabschnittstyp III:**
 Überwiegend unverzweigter, teilweise mit einzelnen Nebengerinnen,
 mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes.

Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

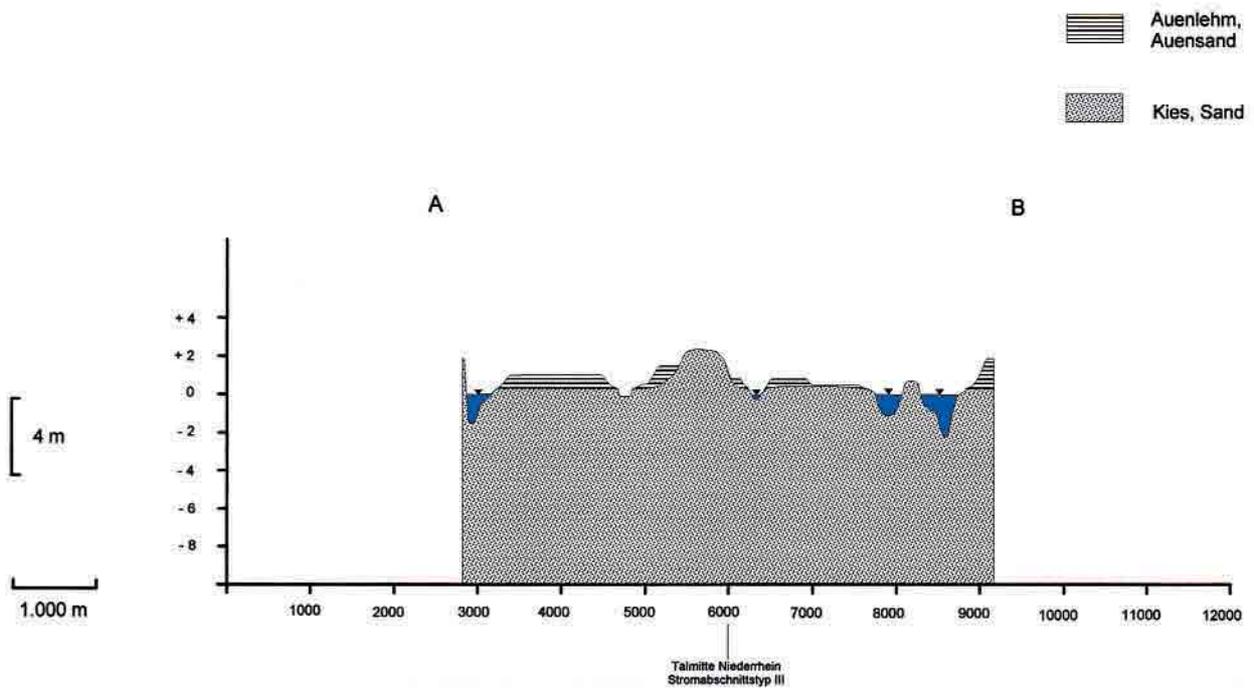
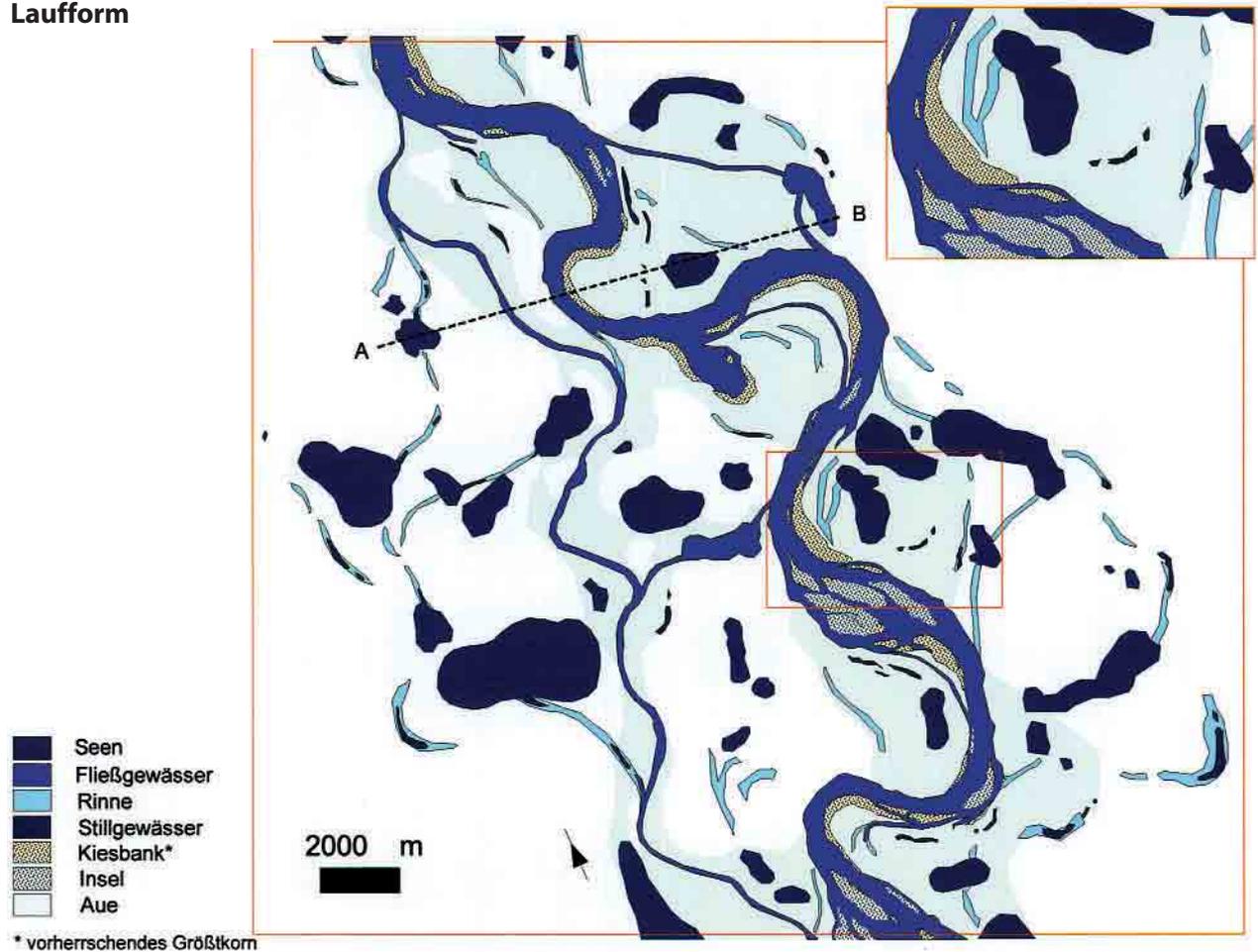


Abb. 12: **Stromabschnittstyp IV:**

teilweise verzweigter, nebengerinnereicher, mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes mit bergbaulich bedingter Seenlandschaft.

Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

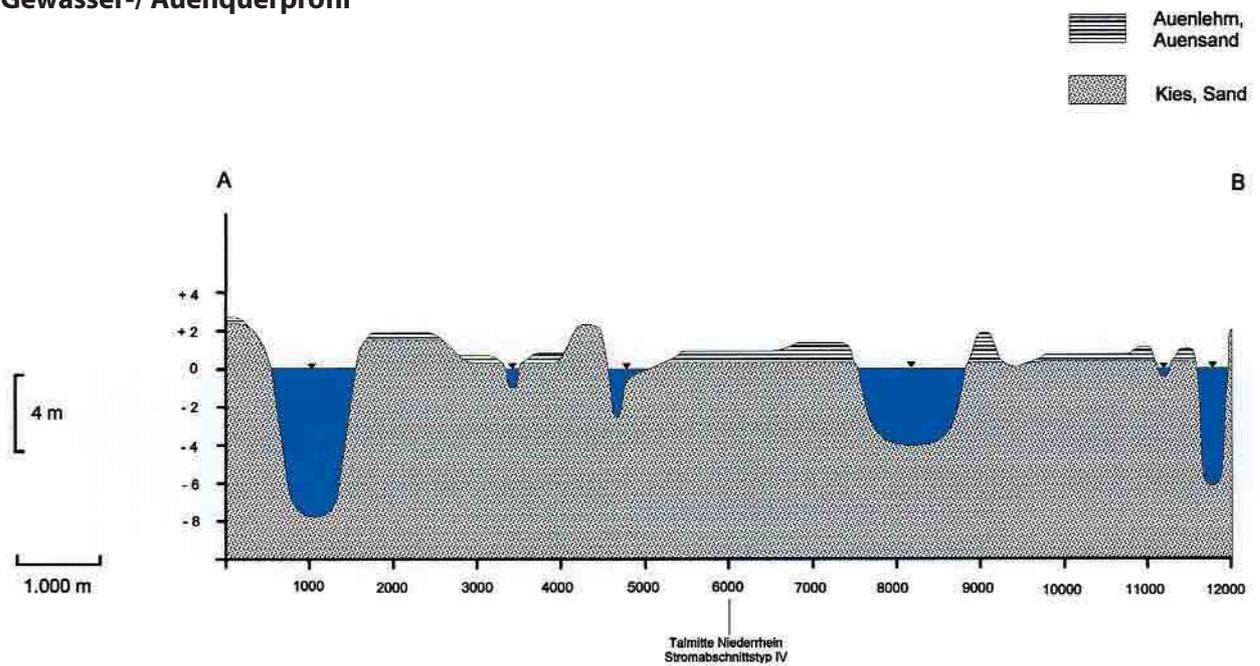
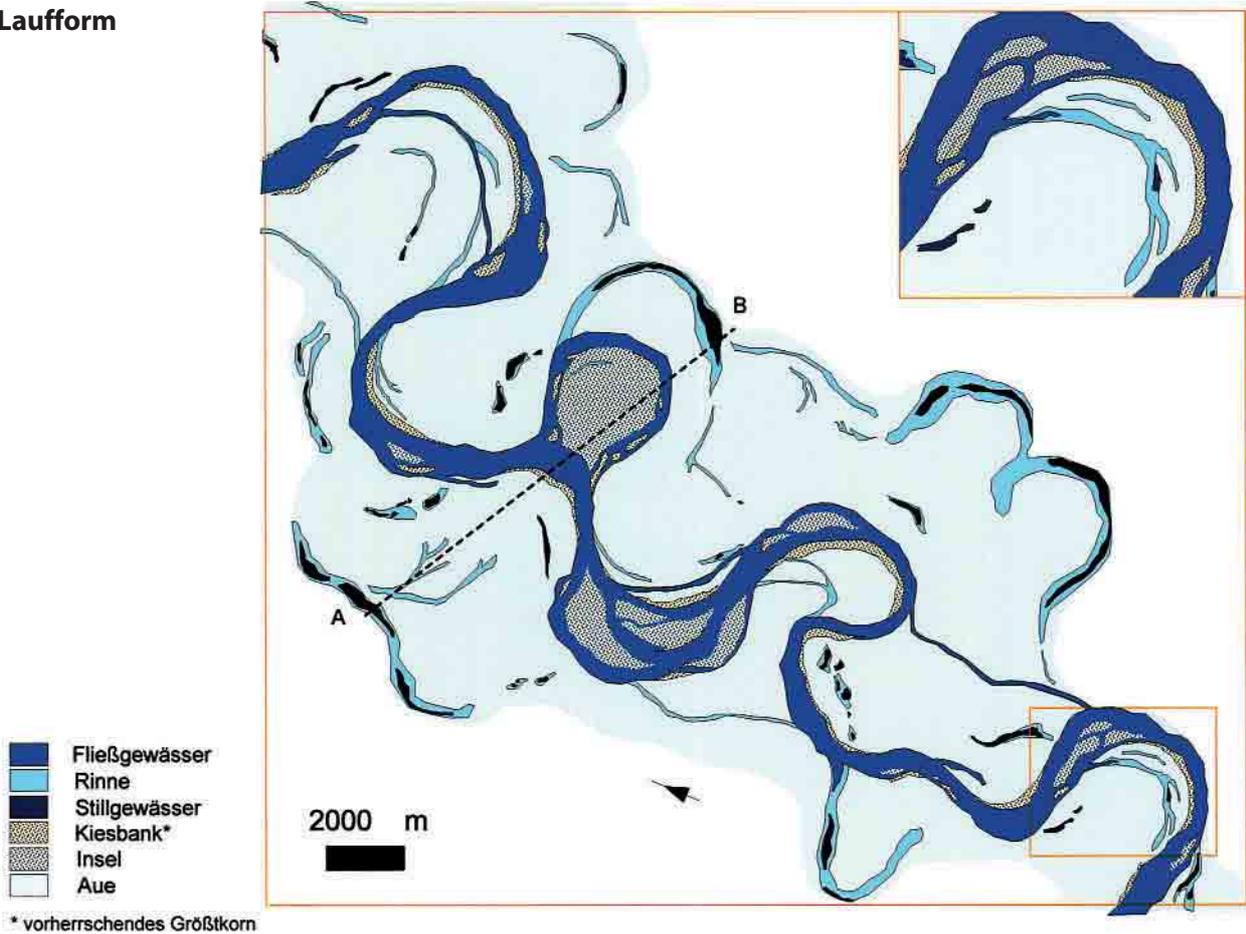


Abb. 13: **Stromabschnittstyp V:**
 Häufig verzweigter, nebengerinnereicher, mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes.

Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

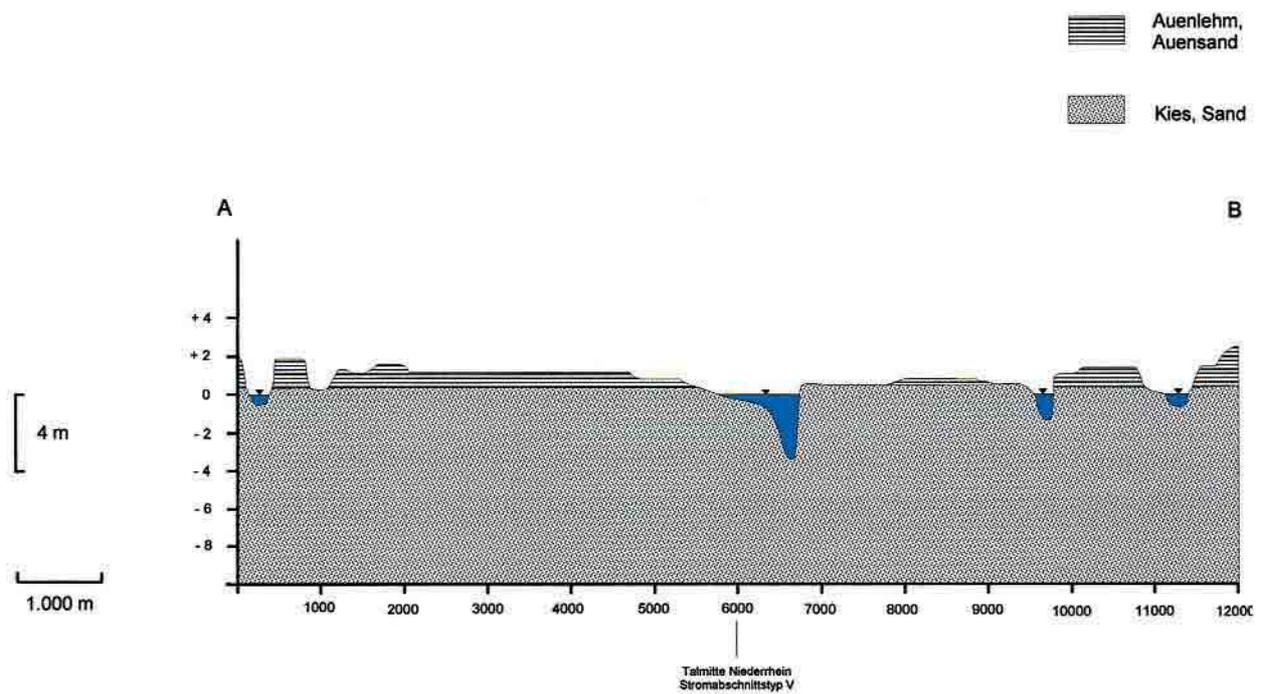


Bild 9: Flutrinnen in der Rheinaue.

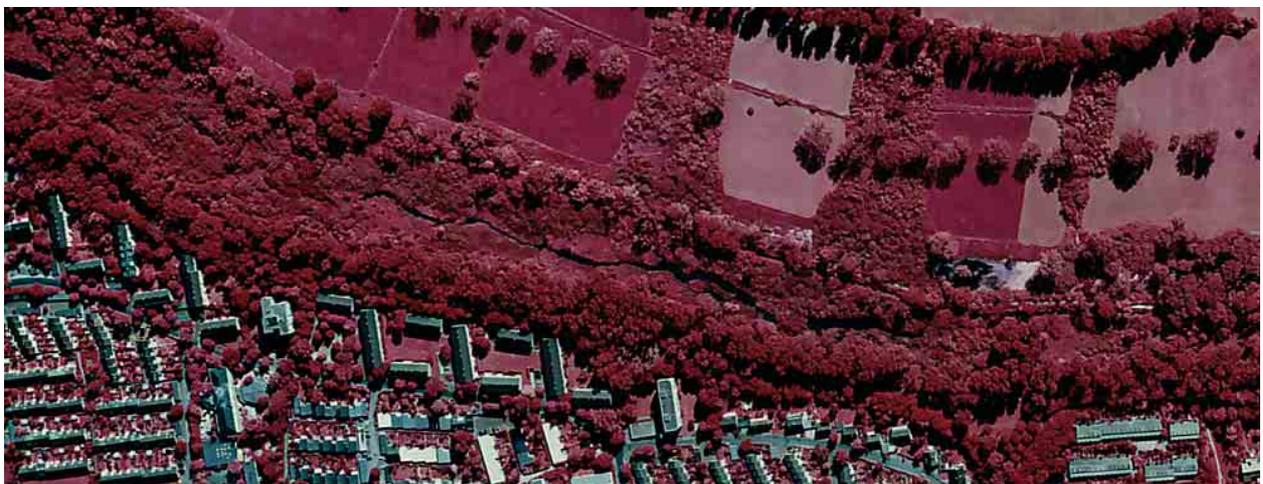


Bild 10: Randsenken vor höher liegenden Niederterrassenrändern bilden vernässte Standorte in der Rheinaue.
Häufig durchfließen kleinere Nebengewässer vor der Einmündung in den Strom diese Altrheinstrukturen.

II.3 • 3.3 Heutige potenziell natürliche Vegetation

Die heutige potenziell natürliche Vegetation wird in charakteristischer Weise von den besonderen standörtlichen Verhältnissen in der Rheinaue bestimmt. Schwankende Wasserstände des Stromes und Grundwassers, Dauer sowie Zeitpunkt von Überflutungen und Trockenfallen, Trockenperioden, häufige Stromstrichverlagerungen, Sedimentationsverhalten, Strömungsgeschwindigkeiten, Bodentyp, Nährstoffgehalt sowie Höhenlage (Geländegestalt) bedingen verschiedenartigste Standorte und Ausprägungen der Ufer- und Auenvegetation (LUA NRW 2001 c, d). Die natürliche Auenlandschaft zeichnet sich durch eine große Struktur- wie Biotopvielfalt aus, bei der sich Flora und Fauna an die Extremsituationen in der Aue angepasst haben.

Höhe und Dauer der Überflutungen üben einen limitierenden und selektierenden Einfluss auf den Vegetationsbestand der Rheinniederung aus. Die Laichkrautzone besitzt eine Überflutungsdauer von 300 bis 360 Tagen, die Überflutungsdauer der Röhrichtzone beträgt 150 bis 300 Tage. Die beiden Waldgesellschaften Weichholz- und Hartholzauenwälder bilden den Auenwald, die flächenmäßig bedeutendste Pflanzengesellschaft der ungestörten Aue. Mit seinen Pionier- und Sukzessionsstadien bedeckt er fast den gesamten terrestrischen Bereich der Aue. Die in tief liegenden Bereichen der Rheinniederung verbreitete Weichholzaue wird an 30 bis zu 200 Tagen im Jahr überflutet

(Bild 11), für die anschließende Hartholzaue an höheren Standorten ist eine Überflutungsdauer von weniger als 30 Tagen jährlich typisch (BRUNOTTE ET AL. 1994; TITTIZER & KREBS 1996; IHBEN 2003).

Die Überflutungstoleranz der Gehölze kann allerdings – je nachdem, ob die Überschwemmungen vorwiegend im Winter oder während der Vegetationszeit stattfinden, ob das Wasser steht oder fließt und ob es zum kompletten Sauerstoffverlust im Wurzelraum kommt – erheblich variieren.



Bild 12: Altwasser werden u.a. durch hoch anstehendes Grundwasser, Bruchwälder sowie waldfreie Standorte geprägt.



Bild 11: Unter anderem prägen Röhrichte und Weidengebüsche die kies- und sandreichen Auenrohböden am Ufer.



Bild 13: Erlenbruchwald in einem verlandeten Altrheinlauf.

Auch naturbedingt offene, gehölzfreie Standorte sind in der Aue möglich. Infolge der kontinuierlichen Stromdynamik und insbesondere nach Hochwassern werden wiederholt offene, unbewachsene Rohböden geschaffen. Eisgang, lang anhaltende Hochwasser, Unwetter, Großherbivore sowie Bibertätigkeit können zu Gehölzbeschädigungen und zu deren Absterben führen. Waldfreie Landschaftskomplexe bzw. natürliche Freiflächen sind auf Sand- und Kiesbänken, Uferwällen, Dünen, im Verlandungsbereich von Altwassern sowie des Weiteren in Moorgebieten und an Seen anzutreffen; hier ersetzen Schilfröhrichte und Seggenrieder großflächig die Auenwald-Gehölzsäume.

In Bereichen mit hoch anstehendem Grundwasser finden sich häufig Niedermoore, die beständig wasserdurchtränkt sind und vor allem in Randsenken an Terrassenkanten, Flutrinnen bzw. -mulden oder an Altwassern vorkommen (Bild 12). Bruchwälder besiedeln die entstandenen nährstoffreichen Torfe. Wegen der langen Überstauung ist der Wurzelraum in den Bruchwäldern nahezu sauerstofffrei, jedoch nährstoff- und stickstoffreich (IHBEN 2003; LUA NRW 2001 d; WERNEKE et al. 2000) (Bild 13).

Auch Neophyten und Neozoen sind Bestandteil des Leitbildes, sofern sie sich als beständig fortpflanzungs- und konkurrenzfähig erweisen.

Die im Folgenden beschriebenen kennzeichnenden Vegetationseinheiten sind für die Gewässerstrukturgütekartierung des Rheins in Nordrhein-Westfalen ausgewiesen worden (IHBEN 2000). Sie besitzen keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Für nähere Ausführungen zur potenziell zu erwartenden Vegetation des Niederrheins wird an dieser Stelle insbesondere auf die Arbeit von VAN DE WEYER verwiesen, die bezeichnende Pflanzen, Standortbedingungen, beispielhafte rezente Vorkommen und Referenzabschnitte für die leitbildkonforme potenziell natürliche Ufer- und Auenvegetation des Rheins in Nordrhein-Westfalen behandelt (LUA NRW 2002 b). Mit den im Leitbild auftretenden Biotoptypen und Standortbedingungen beschäftigen sich ebenfalls folgende Arbeiten: IKS 2001 b, LUA NRW 2001 c & d.

Leitarten bzw. -gesellschaften der Ufer- und Auenvegetation des Niederrheins:**dominant:****Hartholzau**

Stieleichen-Ulmenwald (*Quercus-Ulmetum*) auf Braunen Auenböden, die nur episodisch überflutet werden.

Bäume: Stieleiche (*Quercus robur*), Feldulme (*Ulmus minor*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Flatterulme (*Ulmus laevis*), Feldahorn (*Acer campestre*)

Sträucher: Eingrifflicher Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Zweigrifflicher Weißdorn (*Crataegus laevigata*), Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*), Rote Johannisbeere (*Ribes rubrum*), Bluthartriegel (*Cornus sanguinea*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*)

Krautschicht: Moschuskraut (*Adoxa moschatellina*), Waldrebe (*Clematis vitalba*), Große Brennnessel (*Urtica dioica*), Mittlerer Lerchensporn (*Corydalis solida*), Hopfen (*Humulus lupulus*), Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*), Hohler Lerchensporn (*Corydalis cava*), Aronstab (*Arum maculatum*), Gundelreben-Stauden-Gesellschaften (*Glechometalia hederaceae*), Echte Nelkwurzel (*Geum urbanum*), Riesen-Schwinge (*Festuca gigantea*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*), Gemeines Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*), Kratzbeere (*Rubus caesius*)

Lianen: Efeu (*Hedera helix*), Waldgeißblatt (*Lonicera periclymenum*), Gefleckte Taubnessel (*Lamium maculatum*) und Knoblauchrauke (*Alliaria petiolata*)

Weichholzau

Silberweidenwald (*Salicetum albae*) und Mandelweiden-Korbweidengebüsch (*Salicetum triandro-viminalis*) auf kies- und sandreichen Auenrohböden, die häufig und lang anhaltend überflutet werden.

Bäume: Silberweide (*Salix alba*), Bruchweide (*Salix fragilis*), Fahlweide (*Salix rubens*), Schwarzpappel (*Populus nigra*)

Sträucher: Purpurweide (*Salix purpurea*), Mandelweide (*Salix triandra*), Korb- oder Hanfweide (*Salix viminalis*)

Krautschicht: Wasserdarm (*Myosoton aquaticum*), Rohrglanzgras (*Phalaridetum arundinaceae*), Große Brennnessel (*Urtica dioica*), Kratzbeere (*Rubus caesius*), Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), Knoblauchrauke (*Alliaria petiolata*), Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Zaunwinde (*Calystegia sepium*), Gemeines Rispengras (*Poa trivialis*)

kleinflächig:**Laichkrautzone**

im und am Wasser: Wasserpflanzengesellschaften (z.B. *Potamogetonum lucentis*, *Potamogetonum trichoides*), Wasserfeder-Gesellschaft (*Hottonietum palustris*), Gesellschaften der Charetea, wie z.B. Armleuchteralgen-Rasen (*Charetea fragilis*), Spreizhahnenfuß-Gesellschaft (*Ranunculetum circinati*)

Röhrichtzone

entlang des Ufers mit Rohrglanzgras-Röhricht (*Phalaridetum arundinaceae*), Staudenfluren, Großröhricht-Gesellschaften (*Phragmitetalia*), Schlankseggenried (*Caricetum gracilis*)

Pioniergesellschaften

feuchter bis nasser Standorte (*Chenopodion rubri*, *Bidention tripartitae*)

feuchte bis nasse Standorte

wie Randsenkenbereiche, Rinnensysteme, Altwasser sowie gefällearme Abschnitte mit stagnierenden Überflutungen: Erlenbruchwälder (*Carici elongatae-Alnetum medioeuropaeum*), teilweise Walzenseggen-Erlenbruchwald auf nassen Anmoor- und Moorböden sowie Gleyböden, Wasserlinsen- und Schwimmblatt-Gesellschaften wie z.B. Seekannen-Gesellschaft (*Nymphoidetum peltatae*), Gesellschaft der Krebschere (*Stratiotes aloides*), Röhrichte (*Phragmitetalia*) wie Rohrglanzgras-Röhricht (*Phalaridetum arundinaceae*), Schilfröhricht (*Phragmites australis*), Wasserschwadenröhricht (*Glycerietum maximae*), Großseggenrieder (*Magnocaricion*), Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte; Zweizahn-Gesellschaften (*Bidentetalia tripartitae*), z.T. auch Zwergbinsengesellschaften (*Nanocyperion flavescens*)

trockene Standorte

auf ufernahen Kies- und Sandwällen, Binnendünen: Flechten (*Lichenes*), Gesellschaften der Sandtrockenrasen, amphibische Moosgesellschaften auf grobem Kies

Quellfluren

bspw. im Bereich von Terrassenkanten durch fortdauernd austretendes Grundwasser

II.3 • 4 Beispiele für die Anwendung im Gewässerschutz

Das Leitbild nimmt als anwendungsorientierte Beschreibung des heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustandes (LUA NRW 2001 d) sowohl in der wasserwirtschaftlichen Planung und Praxis als auch im Naturschutz eine elementare wie notwendige Stellung ein. Neben den bereits erwähnten Funktionen des Leitbildes (s. Kap. II.3 • 1.2) gibt es als verbindlicher Verfahrensschritt zur Förderung der naturnahen Entwicklung von Fließgewässern leitbildspezifische Handlungsanweisungen im gesamten wasserwirtschaftlichen Planungs- und Umsetzungsprozess (MUNLV NRW 2002 & 2001; MURL NRW 1999). Ferner dient es der Identifizierung schutzwürdiger Strukturen und damit dem Erhalt naturraumtypischer Fließgewässer mit ihrem morphologischen Formenschatz und naturnahen Abflussgeschehen einschließlich standortgerechter Biozönosen. Defizitäre Strukturen können erkannt und verändert bzw. beseitigt werden, wenn die heutige potenziell natürliche Strukturvielfalt eines Fließgewässers bekannt ist.

II.3 • 4.1 Veränderungen in historischer Zeit

Das Ökosystem Strom setzt sich aus dem Fließgewässer und seiner Aue zusammen, sie bilden eine ökologische Einheit. Mit dem steigenden Nutzungsanspruch des Menschen erfolgte schrittweise eine Entkoppelung von Gerinnebett und Überflutungsraum, so dass die natürliche Vielfalt der Fließgewässer in den vergangenen Jahrhunderten vielfach verloren gegangen ist. Die folgenden Ausführungen geben einen kurzen Überblick über die umfangreichen **Strombaumaßnahmen** und ihre **Auswirkungen** speziell am Niederrhein:

Trotz zahlreicher bereits in historischer Zeit stattgefundener Entwässerungs- und Uferbefestigungsarbeiten, Kanal- und Deichbauten sowie dem Ausbau der Leinpfade (angelegte Wege entlang der Ufer, um Schiffe durch Zugtiere oder Menschen an Seilen ziehen zu können) konnte der Rhein bis ins 15. Jahrhundert seinen Gerinnegrundriss überwiegend frei gestalten.

Aus dem am Niederrhein bereits wohl im 10. Jahrhundert begonnenen, lokal begrenzten Deichbau erfolgte ab etwa 1500 n.Chr. der allmähliche Zusammenschluss zu einem geschlossenen Deichzug. Der regellose Verlauf des Deichsystems wies einen stark in der Breite

variierenden Hochwasserabflussbereich auf. In der folgenden Zeit wurde dieses System von Deichverbänden erhöht und zu stromparallelen Banndeichen ausgebaut (GELINSKY 1951; KHR 1993). Mit dem Übergang zu diesem Banndeichsystem verstärkte sich der Hochwasserabfluss beträchtlich.

Bereits im 16. und 17. Jahrhundert erfolgten vereinzelt anthropogene Laufverkürzungen durch Mäanderhalsdurchstiche. Vor Emmerich wurde 1588 vergeblich eine solche Laufbegradigung getätigt, die 1644 gelang. 1654 missglückte ebenso ein Durchstich vor Rees, der um 1670 realisiert werden konnte.

1711 brach der Oude Rijn (Verlauf des ehemaligen Deltaarmes Niederrhein) in die Waal ein und das alte Gewässerbett fiel trocken. Der 1707 für diese Situation angelegte Pannerdensche Kanal führt weiter stromabwärts dem Alten Niederrhein wieder Wasser zu, so dass die schiffbare Verbindung zu Arnheim aufrechterhalten werden konnte. Die heutige Stromspaltung in Waal und Nederrijn und damit der Beginn des Rheindeltas ist seither vom Menschen künstlich angelegt (HOPPE 1970).

Die uneinheitliche Ausführung der Strombaumaßnahmen nach den jeweiligen lokalen Bedürfnissen wurde erstmals während der Jahre 1750 bis 1780 unter preußischer Herrschaft abgelöst. Die Linienführung, das Profil und die Befestigung des Stromes wurden vereinheitlicht. Neunzehn Inseln des Niederrheins wurden im Zuge dieser Regulierungsarbeiten mit dem Ufer verbunden, insbesondere um das Fahrwasser im verbleibenden Hauptstrom zu verbessern (KHR 1993).

Weitere Durchstiche wurden an der Oude Waal (1770), an der Budericher und der Bislicher Insel (1788) und beim Grietherorter Mäanderbogen in Form des Griether Kanals (1819) durchgeführt (HOPPE 1970). Durch Strombegradigungen wurde die Lauflänge des Niederrheins insgesamt um ca. 23 km gekürzt.

Mit dem Auftreten der Dampfschiffahrt 1841 galt die Korrektur nicht mehr primär dem Uferschutz und der Landgewinnung, sondern der Stromlauf selbst sollte eine der Schiffahrt angemessene Tiefe, Breite und Begrenzung erhalten und eine schnelle Wasserabführung gewährleisten. 1851 wurde die Rheinstrom-

bauverwaltung eingerichtet, die mit der systematischen Normierung des Niederrheins begann (KHR 1993). Als Regulierungsziel galt die Herstellung einer 150 m breiten Schifffahrtsrinne bei einer Zusammenfassung der Strombreite auf 300 m bei Mittelwasser. Bei mittlerem Niedrigwasser wurde bis Köln eine Fahrwassertiefe von 2,10 m und ab Köln von 2,50 m angestrebt, bezogen auf den Gleichwertigen Wasserstand 1982 (TITTIZER & KREBS 1996).

Gegen 1880 waren zahlreiche Buhnsysteme an die Korrektionslinien angepasst und Böschungen durch Steindeckungen befestigt. Der Schwerpunkt der Strombaumaßnahmen fand in den folgenden Jahren statt und war bis 1900 vollständig beendet. Dieser bereits um die Jahrhundertwende realisierte Ausbauzustand des Rheins zur Bundeswasserstraße gilt im Wesentlichen auch heute noch als Soll-Zustand (Bild 14).



Bild 14: Durch anthropogene Eingriffe im Zuge der Strombaumaßnahmen angelandete, ehemalige Insel des Niederrheins.

Der Einfluss des Menschen auf den Niederrhein und seine Aue ist weit zurück zu datieren. Bereits gegen Ende des 13. Jahrhunderts waren die ursprünglichen Auenwaldbestände nahezu flächendeckend gerodet (IKSR 1998 b) und im Zuge der fortschreitenden Ausweitung landwirtschaftlicher Nutzflächen in eine Wiesenlandschaft umgewandelt worden. Die extensiv genutzten Wiesen wurden ab dem 18. Jahrhundert bis heute zu intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen, Siedlungs-, Verkehrs- und Industrieflächen sowie Rohstoffentnahmequellen (Sand, Kies, Steinkohle und Steinsalz) umgeformt.



Bild 15: Buhnenausbau bei Zons.



Bild 16: Verbaute Ufer wie hier bei Leverkusen unterbinden eine Lateralerosion des Stromes vollständig.

Der Großteil natürlicher Überschwemmungsflächen des Rheins ist verloren gegangen, ebenso an seinen ausgebauten Nebengewässern. Die Laufverkürzung führte zu einem erhöhten Gefälle und einer gesteigerten Abflussgeschwindigkeit. Oberflächenversiegelungen, Abholzungen, Flurbereinigungen, Anbau von nicht bodendeckenden Fruchtarten etc. im Einzugsgebiet und auf ehemaligen Retentionsflächen verschärfen den Abfluss. Diese Faktoren bewirken eine Verstärkung der Abflussspitzen und Beschleunigung der Hochwasserwelle.

Ab etwa 1800 bis um 1970 trat im Rhein durch stoffliche Einflüsse (u.a. ungereinigte und gereinigte Abwässer von Siedlungen, Einträge aus der Landwirtschaft, Einleitungen von Industrieabwässern, diffuse Stoffeinträge) eine erhebliche Gewässerverschmutzung ein. Nicht nur die Verschlechterung der Wasserqualität, sondern ebenso die durch den Gewässerausbau verursachten Veränderungen der morphologischen Strukturen und Strömungsverhältnisse haben zum Verschwinden zahlreicher aquatischer Biozöten und Lebensgemeinschaften der Auen geführt (s. Bild 15).

Da die Ufer befestigt wurden, können sich die Angriffskräfte des Rheins nur noch an der Gewässersohle auswirken. Anstelle der früheren Tendenz zur Seitenerosion ist die verstärkte Tiefenerosion getreten, die mit einiger Phasenverzögerung zu den wasserbaulichen Eingriffen eine Tieferlegung der Rheinsohle nach sich zog. Dieser Prozess wird von der Aufhöhung der Aue verstärkt, da hier überwiegend nur noch Sediment abgelagert statt abgetragen wird (WERNEKE et al. 2000). Kombiniert mit Trink- und Brauchwasserentnahmen führen diese Erscheinungen zu einem Absinken des Rheinwasserspiegels einhergehend mit einer Grundwasserabsenkung in der Rheinebene.

Auch die Feststofftransportverhältnisse sind massiv verändert. Durch Kiesentnahmen aus dem Strombett, Staustufenbau am Oberrhein, Uferbefestigungen (Bild 16) und ausgebaute Nebengewässer mit Wehren und Talsperren herrscht ein Geschiebedefizit vor. Der Strom wird gezwungen, Geschiebe aus der eigenen Sohle aufzunehmen. Die Folge ist eine weitere Verschärfung der Sohlenerosion, die außerdem eine tiefer liegende Erosionsbasis für zufließende Nebengewässer bedingt.

Dem Geschiebedefizit wird durch Geschiebezugaben bei Iffezheim und am Unteren Niederrhein bei Wesel mit einem Pilotversuch zur Geschiebezugabe durch die Außenstelle Wesel der Wasser- und Schifffahrtsämter Köln und Duisburg-Rhein versucht, entgegenzuwirken.

Zusätzlich verstärken Bergsenkungen durch Steinkohle- und Steinsalzabbau die Sohlenerosion. Sie bewirken stellenweise eine weitere Verteilung des Gefälles sowie Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten und damit ein zuzügliches Eingraben in die Gewässersohle. Außerdem entstehen durch Absenkungen des Untergrundes und Reliefs veränderte Grundwasserhältnisse. Um den Grundwasseranstieg in diesen Gebieten zu verhindern, werden lokal gezielte Grundwasserableitungen durchgeführt.

Zur Kompensation der Bergsenkungen am Niederrhein ist der Bergbau seit Mitte der 70er Jahre verpflichtet, durch Verklappen von Bergematerial die Sohlaufrhöhung entsprechend der eintretenden Absenkungen herbeizuführen. Auch Vorland-, Bühnen-, Deckwerks- und Deichaufrhöhungen werden im Nachhinein getätigt. Ein Ausgleich für früher verursachte Senkungstrichter mit einem Sohlenvolumenverlust von rd. 10 Mio. m³ erfolgte nicht, da der Ausgleich nicht rechtlich abgesichert war. Etwa seit 1976 steht die Sohlenstabilisierung (AG RHEINSOHLENEROSION 1997) mittels Sohlensicherung, Kolk- und Bühnenverbau, Grundschwellen, Geschiebeumlagerungen und Stromsohlenufrhöhungen im Vordergrund. So ist es gelungen, in Duisburg Erosionsraten von 40mm/Jahr bis Mitte der 60er Jahre auf 0 bis 10 mm/Jahr zu senken. Die Sohle bei Emmerich weist Erosionsraten von über 20 mm/Jahr auf (HSG NRW 2002). Die rezente Eintiefungsrate des Niederrheins liegt durchschnittlich bei 10 bis 20 mm jährlich. Im Vergleich dagegen lag die durchschnittliche Eintiefungsrate in den letzten 10.000 Jahren zwischen < 0,5 bis 1 mm pro Jahr, am Unteren Niederrhein bei < 0,5 mm pro Jahr (AG RHEINSOHLENEROSION 1997). Aufgrund der bis heute erfolgten Rheinsohlenerosion steht der tertiäre Untergrund der Niederrheinischen Bucht stellenweise oberflächennah unterhalb der Gewässersohle an. Gegenwärtig hat der Niederrhein bereits lokal die quartäre Talfüllung durchschnitten, so dass die tertiäre Unterlage erodiert wird. Die hohe Tertiärlage kann die anthropogen ausgelöste, rezente Sohleneintiefung daher noch verstärken (GÖLZ 1987).

II.3 • 4.2 Gewässerstrukturgütekartierung

Die Gewässerstrukturgütekartierung des nordrhein-westfälischen Rheins wurde zu Beginn des Jahres 2001 durchgeführt. Neben den in erster Linie durch die Nutzung als Bundeswasserstraße und intensive Umlandnutzungen bedingten Defiziten der gegenwärtigen strukturellen Ausstattung ließen sich auch kleinräumig bessere Beurteilungen feststellen. Diese sind jedoch nur lokal auf kurze Uferabschnitte, vereinzelt vorhandene Uferstreifen oder das Gewässerumfeld beschränkt. Sie sind bei der Visualisierung aller Hauptparameter einschließlich Unterteilung in linkes und rechtes Ufer bzw. Gewässerumfeld sichtbar (vgl. Abb. 14). Dagegen fallen diese begrenzt hervorhebenswerten gewässerökologischen Wertstrukturen, die auf das Entwicklungspotenzial des Niederrheins hinweisen, bei der Aggregation der Bewertungsergebnisse kaum ins Gewicht (LUA NRW 2001 e).

Am Hauptparameter Gewässerumfeld soll eine dieser kleinräumig positiven Gewässerstrukturgütebewertungen exemplarisch vorgestellt werden: Das Gewässerumfeld des Niederrheins unterliegt annähernd flächendeckend der intensiven Nutzung durch Siedlungs-, Verkehrs-, Industrie- oder landwirtschaftliche Nutzflächen. Die Aue ist zu großen Teilen durch Deiche von Überflutungen abgekoppelt, die Ausuferungshäufigkeit des Stromes ist infolge der Eintiefung der Gewässersohle grundsätzlich „erheblich eingeschränkt“.

Dennoch finden sich auentypische Strukturen in der Rheinniederung, zumeist Altwasser und kleinere Auenwaldrelikte. Insbesondere am Unteren Niederrhein kommen ausgedehnte Altarmstrukturen, die z.T. unter Naturschutz gestellt sind, oder feinreliefierte Auenbereiche (Besondere Umfeldstrukturen) vor. Wegen der erheblichen anthropogenen Einflüsse ist eine bessere Beurteilung des Hauptparameters jedoch kaum möglich. Zudem wird das Gewässerumfeld bei der Bewertung der funktionalen Einheiten zur Hälfte von einem Uferstreifen bestimmt. Diese sind jedoch lediglich in räumlich eng begrenzten Bereichen anzutreffen. Bild 17 zeigt einen Uferstreifen bei Rheinkilometer 831 am unverbauten Gleitufer stromaufwärts Rees (Hübscher Grindort). Aufgrund des gut ausgebildeten Gewässerrandstreifens erhielt das rechtsrheinische Gewässerumfeld, in dessen Umland u.a. auentypische Biotope und besondere Umfeldstrukturen zu finden sind, an diesem Laufabschnitt insgesamt die Gewässerstrukturgütekategorie 3 „mäßig verändert“ (vgl. Tab. 3).

Der Strom nimmt mit seiner Aue dank der z.T. erhaltenen auentypischen Strukturen eine wichtige Stellung für Natur- und Landschaftsschutz ein. Beträchtliche Teile des Niederrheins sind als Naturschutzgebiete und als Feuchtgebiete internationaler Bedeutung gemäß der RAMSAR-Konvention ausgewiesen (NATURSCHUTZ-ZENTRUM IM KREIS KLEVE E.V. 1997).

Tab. 3: Gewässerstrukturgüteklassen.

Struktur-gütekategorie	Grad der Beeinträchtigung	farbige Kartendarstellung	Einstufung des ökologischen Zustands gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie
1	unverändert	dunkelblau	sehr guter Zustand
2	gering verändert	hellblau	
3	mäßig verändert	grün	guter Zustand
4	deutlich verändert	hellgrün	mäßiger Zustand
5	stark verändert	gelb	mangelhafter Zustand
6	sehr stark verändert	orange	schlechter Zustand
7	vollständig verändert	rot	



Abb. 14: Gewässerstrukturgütekartierung Rhein in NRW 2001 von Rheinkilometer 818 bis 840 (unterhalb Wesel bis unterhalb Rees) – Screenshot Beach-Programm –.

HP1:	Laufentwicklung	HP5L:	Uferstruktur links
HP2:	Längsprofil	HP5R:	Uferstruktur rechts
HP3:	Sohlenstruktur	HP6L:	Gewässerumfeld links
HP4:	Querprofil	HP6R:	Gewässerumfeld rechts



Bild 17: Gleithang stromaufwärts Rees bei Rheinkilometer 831: Uferstreifen mit Wald und Sukzession.

II.3 • 4.3 Biotopverbund

Als weiteres Beispiel für die Anwendung des Leitbildes im Gewässerschutz ist der Biotopverbund am Rhein zu nennen. Neben dem landschaftsprägenden Charakter des Rheins und seiner Auen kommt vor allem seiner Biotop- und Vernetzungsfunktion ein hoher Stellenwert zu.

Auentypische Lebensräume und angepasste Lebensgemeinschaften sind in der Vergangenheit durch anthropogene Einwirkungen vernichtet bzw. erheblich verkleinert worden, so dass eine starke Biotopverinselung besteht. Heute steht die Wiederherstellung des Rheinökosystems als Lebensraum für Flora und Fauna mittels Vernetzung isolierter Biotopbestände entlang des Stromes und in der gesamten Rheinniederung sowie die Aufwertung der ökologisch wichtigen Gebiete im Mittelpunkt. Eine nachhaltige, naturnahe Entwicklung des Rheinökosystems ist notwendig, um die Lebensqualität für Flora, Fauna wie auch Menschen zu steigern. Angestrebt wird die ökologische Durchgängigkeit des Fließgewässers in seiner Längen- (Gewässer), Tiefen- (Interstitial) und Breitenausdehnung (Aue), so dass die funktionsfähige Verbindung unterschiedlicher Habitate entstehen kann (IKSR 1998 b; 2001 b).

Die geschützten und ökologisch wertvollen Gebiete am Rhein werden im Rhein-Atlas (IKSR 1998 a) kartographisch veranschaulicht, des Weiteren werden Planungen für Renaturierungen, bei extremen Hochwasserereignissen gefährdete Gebiete und der Betrachtungsraum für die Biotopvernetzung visualisiert. Im zeitgleich publizierten IKSR-Bericht (1998 b) werden die Inhalte des Atlas u.a. gemeinsam mit Planungen zur Biotopvernetzung geschildert. Zur Konkretisierung der Angaben über die ökologisch wertvollen Gebiete sollen zukünftig als Weiterentwicklung des Rhein-Atlas Biotoptypenkarten und eine Biotopverbundkarte erstellt werden. Letztere wird vom Bodensee bis zur Nordsee notwendige Maßnahmen und Entwicklungen für die Herstellung des Biotopverbundes darstellen (IKSR 2001 a). Beschreibungen der Biotoptypen in Form von Steckbriefen befinden sich derzeit mit Angaben zur Morphologie, Flora, Fauna und zu Biotopverbundaspekten, Beeinträchtigungen sowie Anforderungen an Schutz und Entwicklung aus Bio-

topschutz- und Biotopverbundsicht in Bearbeitung (IKSR 2001 b). Diese Steckbriefe bilden Zielformulierungen für den Biotopverbund am Rhein. Eine Weiterentwicklung des im Jahr 1998 erschienenen Rhein-Atlas stellt der „Neue Rhein-Atlas 2001“ der IKSR dar (IKSR 2001c).

Heutige potenziell natürliche Zustände wie aktuelle Aspekte der Kulturlandschaft sind im Biotopverbund miteinander verzahnt. Er ist Bestandteil des Programms „Rhein 2020 – Programm zur nachhaltigen Entwicklung des Rheins“, das das Ziel verfolgt, die natürlichen Funktionen des Stromes auf möglichst vielen Rheinstrecken wiederherzustellen. Die Verbesserung des Ökosystems soll durch die Realisierung des Biotopverbundes in Kombination mit den Anforderungen der Flora-Fauna-Habitat- und Vogelschutzrichtlinie sowie der ökologischen Durchgängigkeit des Rheins vom Bodensee bis zur Mündung und der im Wanderfischprogramm enthaltenen Nebengewässer (IKSR 2001 a) erreicht werden.

Am Niederrhein werden im Rahmen der Biotopverbundplanung gegenwärtig die aktuelle Überflutungsau innerhalb der Deiche sowie die möglichen Polderflächen differenziert betrachtet. Darüber hinaus sollen zukünftig Wechselwirkungen mit der gesamten Aue berücksichtigt werden, so dass das morphologische Leitbild des Niederrheins als Abgrenzungsgrundlage für den Betrachtungsraum des Biotopverbundes in Nordrhein-Westfalen fungieren kann. Ebenso sind die morphologischen Stromabschnittstypen des Niederrheins sehr wichtig. Derzeit wird der Rhein in fünf Planungsabschnitte unterteilt, die mit den morphologischen Stromabschnittstypen des Niederrheins weitgehend identisch sind (LÖBF NRW 2001).

Das biozönotische und morphologische Leitbild des Niederrheins gibt vor, wie der Biotopverbund im Idealfall aussehen würde. Das morphologische Leitbild beschreibt die abiotischen Faktoren und damit morphologische und hydrologische Grundlagen, die sowohl Existenz als auch Verbreitung stromtypischer Pflanzen- und Tiergemeinschaften bedingen.

II.3 • 5 Literatur

- AG RHEINSOHLENEROSION (*Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Binnenschifffahrt und Wasserstraßen, Arbeitsgruppe „Rheinsohlenerosion“*) [Hrsg.] (1997): Sohlgleichgewicht am Rhein. Bestandsaufnahme und Maßnahmenprogramm. Bericht der Arbeitsgruppe „Rheinsohlenerosion“. Textbd. u. Anlagenbd. Münster / Mainz.
- BMV (*Bundesminister für Verkehr*) (1987): Untersuchung der Abfluss- und Geschiebeverhältnisse des Rheins. Schlussbericht. Bonn.
- BRUNOTTE, E.; IMMENDORF, R.; SCHLIMM, R. (1994): Die Naturlandschaft und ihre Umgestaltung durch den Menschen. In: Kölner Geographische Arbeiten. Heft 63. Köln.
- BRUNOTTE, E (1995): Naturkatastrophen selbstgemacht? Ursachen und Konsequenzen von Hochwässern am Rhein. In: Universität im Rathaus. Eine Schriftenreihe der Stadt Köln und der Universität zu Köln. Veranstaltungen im akademischen Jahr 1994/95. Bd. 3, S. 75-86. Köln.
- BRUNOTTE, E (1997): Das Einzugsgebiet des Rheins – ein geographischer Überblick. In: IMMENDORF, R. [Hrsg.], Hochwasser. Natur im Überfluss? Heidelberg.
- BRUNOTTE, E.; IHBEN, I. (2001): Geomorphologische Leitbildentwicklung in NRW für mittelgroße bis große Fließgewässer sowie für den Niederrhein. In: FISCHER, H.; GRAAFEN, R. [Hrsg.] (2001): Koblenzer Geographisches Kolloquium. Themenheft „Flusslandschaften zwischen Persistenz und Überformung“. 23. Jg., Jahresheft. Zugl. Kulturlandschaft. Zeitschr. f. Angewandte Historische Geographie. Jg. 10. H. 1 (2000). S. 200-208. Koblenz.
- BRUNOTTE, E. et al. [Hrsg.] (2001): Lexikon der Geographie. 4 Bd. Heidelberg.
- DLR (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*); CEO (*Center for Earth Observation*); GEOSYSTEMS (1999): RheingIS. GIS-Datensatz für das Rhein-Einzugsgebiet. CD-ROM. Köln, Germering.
- DROZDZEWSKI et al. (1998): Sedimentation und Tektonik im Paläozoikum und Postpaläozoikum der Niederrheinischen Bucht. In: GLA NRW (*Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.], Der Untergrund der Niederrheinischen Bucht. Ergebnisse eines Bohrprogramms im Raum Krefeld. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. Bd. 37. S. 573-583. Krefeld.
- ENGEL, H.; THIELEMANN, T.; TIPPNER, M. (1988): Die Wasserstandsentwicklung des Niederrheins. In: Dt. Gewässerkd. Mitt. 32. Jg. H. 3, S. 53-59. Koblenz.
- GELINSKY, P. (1951): Ausbau des Rheines vom Main bis zur niederländischen Grenze. In: Wasser- und Schifffahrtsdirektion Duisburg [Hrsg.], Der Rhein – Ausbau, Verkehr, Verwaltung. S. 147-206. Duisburg.
- GLA NRW (*Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (1978): Geologie am Niederrhein. Krefeld.
- GLA NRW (*Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (1988): Geologie am Niederrhein. 4. Aufl. Krefeld.
- GLA NRW (*Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen*) (1999): Im Grunde Wasser. Hydrogeologie in Nordrhein-Westfalen. Krefeld.
- GÖLZ, E. (1987): Zur Sohlenerosion des Niederrheins. In: Wasserwirtschaft. 77. Jg. H. 7/8, S. 432-436. Stuttgart.
- HSG NRW (*Hochwasserstudiengruppe für den Rhein in Nordrhein-Westfalen*) (2002): Bericht der Hochwasserstudiengruppe für den Rhein in Nordrhein-Westfalen. Hochwasserabflüsse bestimmter Jährlichkeit HQT an den Pegeln des Rheins in NRW. Düsseldorf.
- HOPPE, C. (1970): Die großen Flussverlagerungen des Niederrheins in den letzten zweitausend Jahren und ihre Auswirkungen auf Lage und Entwicklung der Siedlungen. In: Forschg. dt. Landeskde. Bd. 189. Bonn, Bad Godesberg.
- IHBEN, I. (2000): Leitbild Niederrhein – Arbeitshilfe für die Gewässerstrukturgütekartierung. Abt. f. Angewandte Geomorph. u. Landschaftsforschung. Geogr. Inst. d. Univ. zu Köln. Köln. [unveröff.]

- IHBEN, I. (2003): Geomorphologisches Leitbild des Niederrheins als Grundlage für die Gewässerstrukturgütebewertung. Diss. Abt. f. Angewandte Geomorph. u. Landschaftsforschung. Geogr. Inst. d. Univ. zu Köln. Köln. [in Vorbereitung]
- IKSR (*Internationale Kommission zum Schutz des Rheins*) [Hrsg.] (1998 a): Rhein-Atlas. Ökologie und Hochwasserschutz. Koblenz.
- IKSR (*Internationale Kommission zum Schutz des Rheins*) (1998 b): Bestandsaufnahme der ökologisch wertvollen Gebiete am Rhein und erste Schritte auf dem Weg zum Biotopverbund. Bericht der Arbeitsgruppe Ökologie. Koblenz.
- IKSR (*Internationale Kommission zum Schutz des Rheins*) (2001 a): Rhein-Ministerkonferenz. 29.01.2001. Strassburg.
- IKSR (*Internationale Kommission zum Schutz des Rheins*) (2001 b): Biotopverbund am Rhein. Einleitung und Steckbriefe für die Biotoptypen. Entwurf vom 28. Februar 2001. Koblenz. [unveröff.]
- IKSR (*Internationale Kommission zum Schutz des Rheins*) (2001 c): IKS-Rheinatlas 2001. Koblenz.
- KHR (*Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes*) [Hrsg.] (1978): Le bassin du Rhin. Monographie hydrologique / Das Rheingebiet. Hydrologische Monographie. 's Gravenhage.
- KHR (*Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes*) [Hrsg.] (1993): Der Rhein unter der Einwirkung des Menschen – Ausbau, Schifffahrt, Wasserwirtschaft. KHR-Arbeitsgruppe „Anthropogene Einflüsse auf das Abflussregime“. Lelystad.
- KLOSTERMANN, J. (1991): Die Wanderung der Kontinente. Grundlagen der Plattentektonik und die junge Beanspruchung der Niederrheinischen Bucht aus heutiger Sicht. In: KLOSTERMANN et al. [Hrsg.], Natur und Landschaft am Niederrhein. Naturwissenschaftliche Beiträge. Niederrheinische Landeskunde. Schriften zur Natur und Geschichte des Niederrheins. Bd. 10, S. 61-98. Krefeld.
- KLOSTERMANN, J. (1992): Das Quartär der Niederrheinischen Bucht. Ablagerungen der letzten Eiszeit am Niederrhein. GLA NRW (*Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen*). Krefeld.
- KOENZEN, U. (2001): Morphologisches Leitbild für die Weser in NRW. Gutachten im Auftrag des StUA Minden. 17 S. [unveröff.]
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) [Hrsg.] (1999): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Übersichtsverfahren.
- LÖBF NRW (*Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen*) (2001): Charakterisierung der Planungsabschnitte am Niederrhein/Nordrhein-Westfalen. Recklinghausen. [unveröff.]
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (1996): Naturraumspezifische Leitbilder für kleine und mittelgroße Fließgewässer in der freien Landschaft. Eine vorläufige Zusammenstellung von Referenzbach- und Leitbildbeschreibungen für die Durchführung von Gewässerstrukturgütekartierungen in Nordrhein-Westfalen. Materialien Nr. 23. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (1998): Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen. Merkblätter Nr. 14. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (1999 a): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Teil 1: Kleine bis mittelgroße Fließgewässer. Merkblätter Nr. 16. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (1999 b): Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen. Merkblätter Nr. 17. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2000): Arbeitshilfe für die Gewässerstrukturgütekartierung 2000/2001. Morphologische Leitbilder für mittelgroße bis große Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen – Flusstypen und Flussabschnittstypen –. CD-ROM. Essen. [unveröff.]

- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2001 a): Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen. Anleitung für die Kartierung mittelgroßer bis großer Fließgewässer. Merkblätter Nr. 26. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2001 b): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Teil 2: Mittelgroße bis große Fließgewässer – Gewässerabschnitte und Referenzstrukturen –. Merkblätter Nr. 29. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2001 c): Vegetationskundliche Leitbilder und Referenzgewässer für die Ufer- und Auenvegetation der Fließgewässer von Nordrhein-Westfalen. Merkblätter Nr. 32. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2001 d): Leitbilder für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Flusstypen. Merkblätter Nr. 34. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2001 e): Gewässerstrukturgütekartierung Rhein in Nordrhein-Westfalen. Abschlussbericht. Essen. [unveröff.]
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2002 a): Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens. Merkblätter Nr. 36. Essen.
- LUA NRW (*Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2003 b): Vegetationskundliche Leitbilder und Referenzabschnitte für die Ufer- und Auenvegetation des Rheins in Nordrhein-Westfalen. Merkblätter Nr. 40. Essen
- MUNLV NRW (*Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2001): Leitfaden zur Aufstellung eines Konzeptes zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern. Düsseldorf. [unveröff.]
- MUNLV NRW (*Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2002): Handbuch: Naturnahe Entwicklung der Fließgewässer in NRW. Düsseldorf. [unveröff.]
- MUNLV NRW (*Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen*); WSD WEST (*Wasser- und Schifffahrtsdirektion West*) [Hrsg.] (1992): Gesamtkonzept Rhein in Nordrhein-Westfalen: Hochwasserschutz, Schifffahrt, Ökologie. Grundlagen. Düsseldorf.
- MUNLV NRW (*Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2000 a): Potenzielle Hochwasserschäden am Rhein in NRW. Kurzfassung der Forschungsstudie „Hochwasserschadenspotenziale am Rhein in Nordrhein-Westfalen“. Düsseldorf.
- MUNLV NRW (*Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (2000 b): Abschlussbericht Hochwasserschadenspotenziale am Rhein in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. [unveröff.]
- MUNLV NRW (*Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.] (1999): Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
- NATURSCHUTZZENTRUM IM KREIS KLEVE E.V. [Hrsg.] (1997): Feuchtgebiete internationaler Bedeutung. Schwerpunkt „Unterer Niederrhein“. Tagung vom 27. bis zum 29. November 1996. Tagungsband 25 Jahre RAMSAR-Konvention. Rees-Bienen.
- PFLUG, R. (1982): Bau und Entwicklung des Oberrheingrabens. Darmstadt.
- SCHIRMER, W. (1983): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. In: Geol. Jb. Bd. A 71. S. 11-43. Hannover.
- SCHIRMER, W. (1990): Der känozoische Werdegang des Exkursionsgebietes. In: SCHIRMER, W. [Hrsg.], Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deutsche Quartärvereinigung (DEUQUA) - Führer. S. 9-32. Hannover.

SCHIRMER, W. et al. (1990): Flussgeschichte um Düsseldorf. In: SCHIRMER, W. [Hrsg.], Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. DEUQUA-Führer. S. 228-262. Hannover.

SCHIRMER, W. (1995): Valley bottoms in the late Quaternary. In: HAGEDORN, J. [Hrsg.], Late Quaternary and presentday fluvial processes in Central Europe. Zeitschr. f. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 100, S. 27-51. Berlin, Stuttgart.

THOME, K.N. (1959): Eisvorstoß und Flussregime an Niederrhein und Zuider-See im Jungpleistozän. In: GLA NRW (*Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen*) [Hrsg.], Pliozän und Pleistozän am Mittel- und Niederrhein. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. Bd. 4, S. 197-246. Krefeld.

THOME, K.N. (1961): Das Entstehen der natürlichen Landschaftsformen unserer Heimat. In: Heimatbuch Grenzkr. Kempen-Krefeld f.d. Jahr 1962. S. 13-24. Kempen.

THOME, K.N. (1991): Die Basis der quartären Schichten am Niederrhein (zwischen Neuss, Rheinberg, Geldern) und ihre Entstehung durch Rhein- und Gletschererosion.

In: KLOSTERMANN et al. [Hrsg.], Natur und Landschaft am Niederrhein. Naturwissenschaftliche Beiträge. Niederrheinische Landeskunde. Schriften zur Natur und Geschichte des Niederrheins. Bd. 10, S. 109-130. Krefeld.

TITTIZER, T.; KREBS, F. [Hrsg.] (1996): Ökosystemforschung: Der Rhein und seine Auen. Eine Bilanz. Koblenz.

WASSERRAHMENRICHTLINIE (WRRL) Richtlinie 2000/ 60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates: Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 23. Oktober 2000. L 327.

WERNEKE, U.; SCHWÖPPE, M.; AHRENDT, W.; BREMER, G. (2000): Natur und Landschaft im Kreis Kleve. In: Festschr. des Kreises Kleve. Kleve.

II.3 • 6 Abbildungs- und Tabellennachweis

BMV (1987):	Abb. 8
BRUNOTTE, E. (1997):	Abb. 1
GLA NRW (1988):	Abb. 3 – veröffentlicht mit Genehmigung des Geologischen Dienstes NRW vom 7. Oktober 2002
HSG NRW (2002):	Abb. 4, 5
IHBEN, I. (2003):	Bild 2,3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 16, Abb. 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15, Tab. 2
LUA NRW (Luftbilder):	Bild 1, 9, 10, 12, 14, 15, 17
LUA NRW (2001 a):	Tab. 1, Tab. 3
LUA NRW (2001 d):	Abb. 7
LUA NRW (2001 e):	Abb. 14
LUA NRW (2000 b):	Abb. 2

II.4 •	Leitbild „Weser“	1
II.4 • 1	Einleitung	2
II.4 • 2	Übersicht Gewässerabschnitte Weser in Nordrhein-Westfalen	3
II.4 • 3	Abschnittstypen der Weser in Nordrhein- Westfalen (Herstelle - Bevern)	4
II.4 • 4	Abschnittstypen der Weser in Nordrhein - Westfalen (Rinteln - Schlüsselburg)	5
II.4 • 5	Gestreckt-schwach gewundener, schottergeprägter Strom des Deckgebirges (Engtal und schmales Sohlental)	6
II.4 • 6	Gewundener, schottergeprägter Strom des Deckgebirges (weites Sohlental)	7
II.4 • 7	Schwach gewundener-gewundener, kiesgeprägter Strom des Tieflandes mit hohem Schotteranteil (Austrittsbereich aus dem Deckgebirge)	8
II.4 • 8	Mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes	9
II.4 • 9	Schottergeprägter Strom des Deckgebirges	10
II.4 • 10	Kiesgeprägter Strom des Tieflandes	13
II.4 • 11	Anhang: Erläuterung der Flussabschnittstypen	15
II.4 • 12	Literaturverzeichnis	16

Kapitel II.4

II.4 • Leitbild „Weser“

Das morphologische Leitbild für die Weser in Nordrhein-Westfalen wurde als Grundlage für die Gewässerstrukturgütekartierung entwickelt.

Methodisch ist die Leitbildentwicklung eng an jenes Verfahren angelehnt, welches auch bei der Bearbeitung des Kapitels II.2 Anwendung fand.

Für die Weser ergeben sich zwei substratterminierte Stromtypen und verschiedengestaltige Stromabschnittstypen. Deren Ausprägung wird im Wesentlichen von der Talbodenform und den lokalen geologisch-orographischen Verhältnissen geprägt.

Die ausgewiesenen Typen und Abschnittstypen der Weser finden auch Eingang in das Kapitel II.5, den Fließgewässertypenatlas, so dass alle großen Fließgewässer entsprechend dokumentiert sind.

II.4 • 1 Einleitung

Das vorliegende morphologische Leitbild dient als Grundlage für die Gewässerstrukturgütekartierung der Weserabschnitte in Nordrhein-Westfalen. Ziel der Bearbeitung ist die Beschreibung gewässerstrukturgüte-relevanter Parameter der Weser im Leitbildzustand.

Methodisch wurde hierzu auf die im Rahmen eines Forschungsvorhabens¹⁾ (s. Kapitel II.2) entwickelte Vorgehensweise zur Leitbildfindung zurückgegriffen. Die Weser wurde gemäß ihrer naturräumlichen Rahmenbedingungen in homogene Laufabschnitte gegliedert, für die die einzelnen Abschnittstypen in den Abbildungen 2-7 bzw. in den Tabellen 1 und 2 dargestellt und beschrieben werden. Die Werte der Talboden- und Sohlgefälle wurden aus der ökologischen Gesamtplanung Weser des Umweltinstitutes Höxter übernommen bzw. aus diesen Werten errechnet, da nicht auf Höhenangaben aus dem Digitalen Geländemodell zurückgegriffen werden konnte.

Die Weser, die eine Gesamtlänge von 477 km aufweist, läuft über zwei längere Abschnitte (rd. 110 km) durch Nordrhein-Westfalen (vgl. Abb. 1). Der südliche in Nordrhein-Westfalen gelegene Abschnitt (Oberweser) liegt vollständig im Deckgebirge zwischen Herstelle und Bevern. Im Nordosten verläuft sie nochmals von Rinteln bis Schlüsselburg durch Nordrhein-Westfalen, wobei sie bei Porta Westfalica das Deckgebirge verläßt und ins Tiefland (Mittelweser) eintritt.

Im Deckgebirge sind die Sohle und Aue durch Steine und Schotter geprägt und erreichen lokal das Festgestein. Erst nach dem Übergangsbereich vom Deckgebirge zum Tiefland treten Kiese und vereinzelt Sande (Einmündung der Werre) in den Vordergrund.

Die Talformen der Oberweser wechseln kleinräumig zwischen Engtälern, schmalen und weiten Sohlentälern, in denen z.T. Niederterrassenareale in die Aue eingeschaltet sind. Die Engtalabschnitte zeichnen sich durch Laufabschnitte aus, die im Leitbildzustand einen gestreckten Gewässerverlauf mit vorherrschendem Einzelbettgerinne und abschnittweisen Stromspaltungen aufweisen. In den Sohlentälern ist eine Laufentwicklung zwischen schwach gewundenen bis mäandrierenden Gewässerläufen ausgebildet. Im Austrittsbereich aus dem Deckgebirge treten sowohl Auebereiche mit lokalen Aufweitungen, als auch Sohlentäler mit schmalen Talboden und ausgedehnten Hochflutrinnen in den seitlich angrenzenden Niederterrassen auf.

Nach dem Übergangsbereich weitet sich der Talboden und ermöglicht eine laterale Erosion auf der gesamten unteren Talstufe mit der Ausbildung von weiten Mäanderbögen und Durchbrüchen. Im Austrittsbereich können bei vorherrschendem unverzweigtem Lauftyp zahlreich Stromspaltungen auftreten, die Richtung Norden abnehmen.

¹⁾ *Interdisziplinäres Forschungsvorhaben zur Typologieentwicklung und Leitbildfindung für mittelgroße und große Fließgewässer in NRW*

II.4 • 2 Übersicht Gewässerabschnitte Weser in Nordrhein-Westfalen

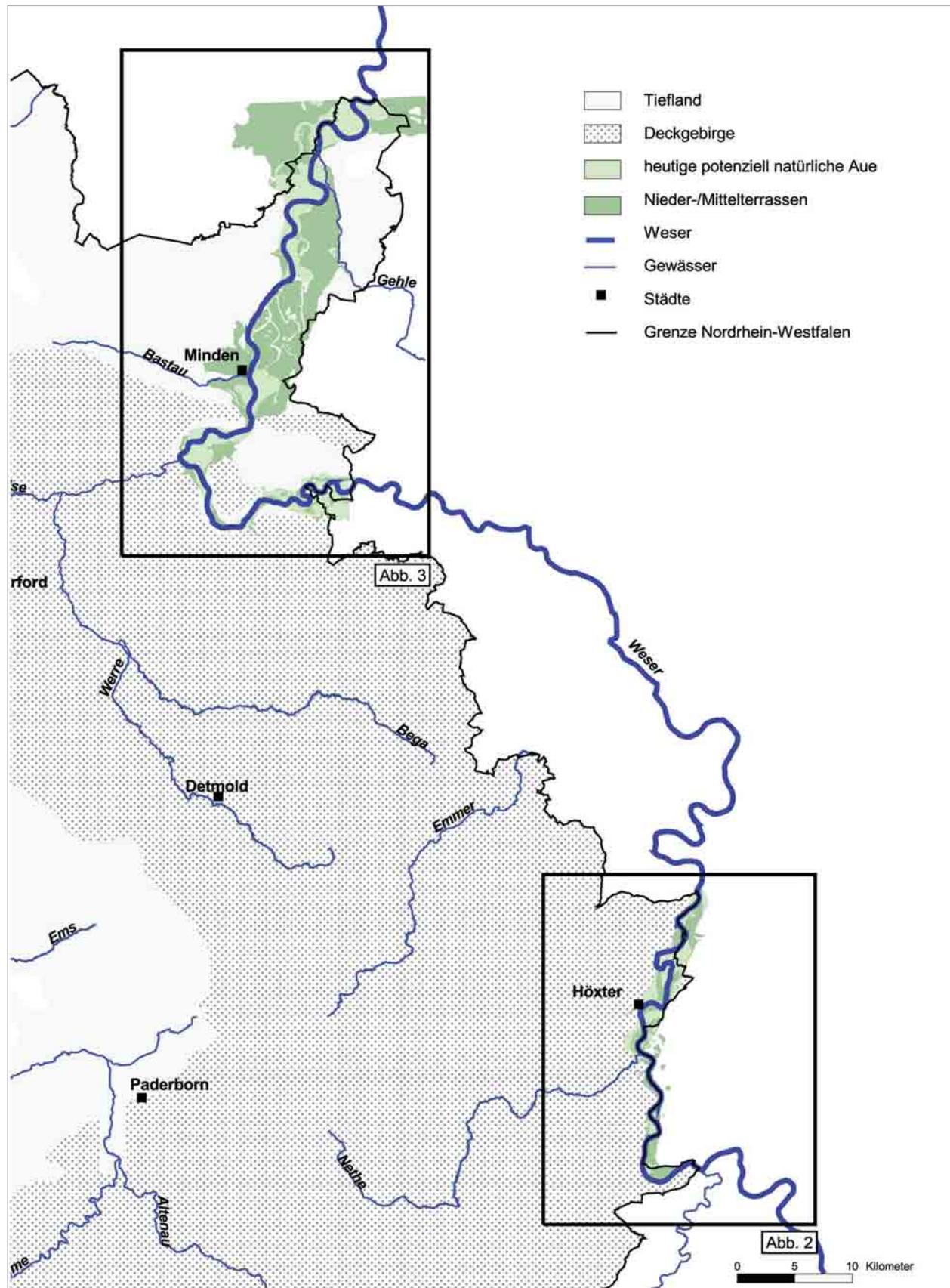


Abb.1: Übersicht Gewässerabschnitte Weser in Nordrhein-Westfalen

II.4 • 3 Abschnittstypen der Weser in Nordrhein-Westfalen (Herstelle-Bevern)

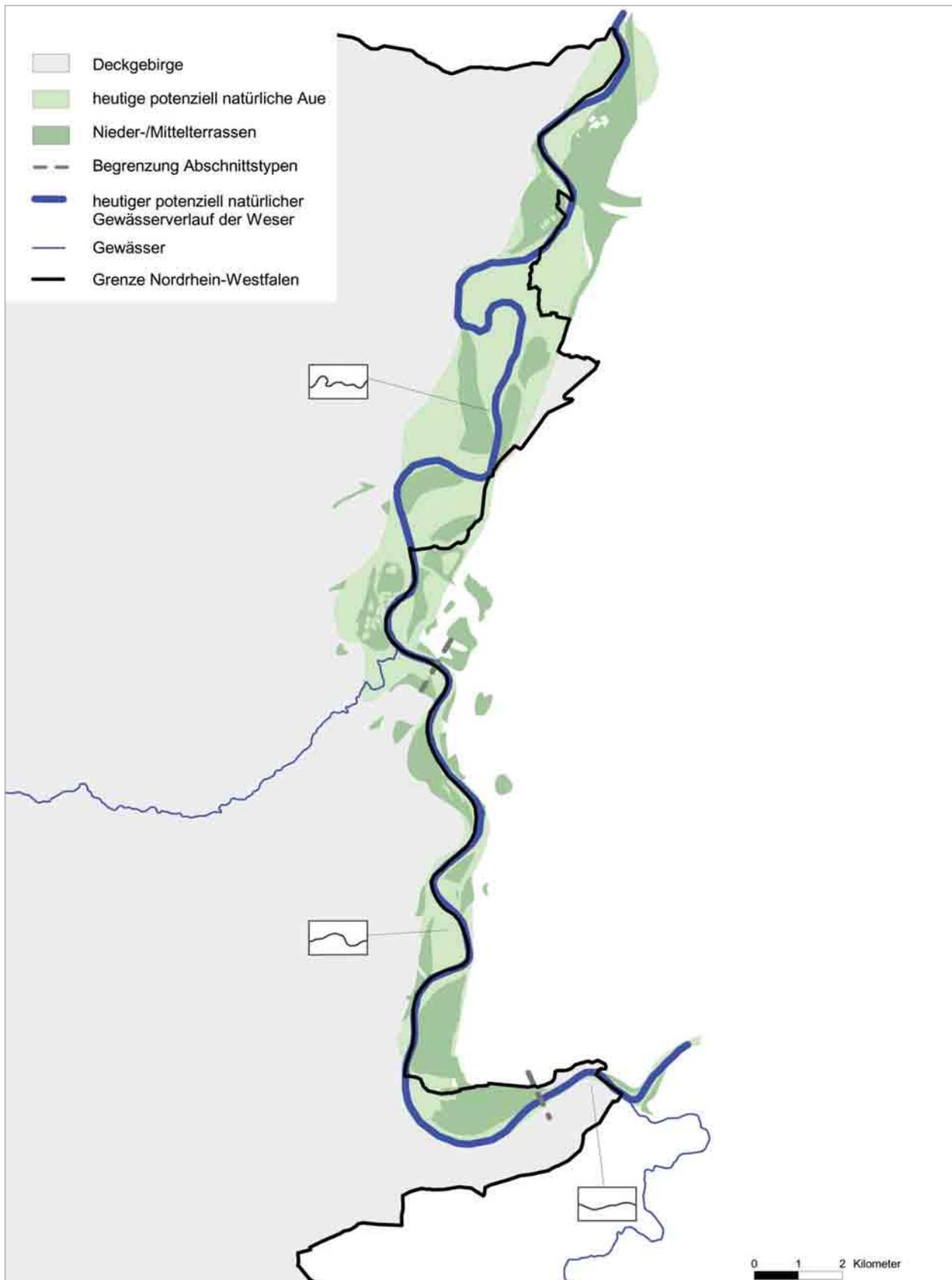


Abb. 2: Abschnittstypen der Weser in Nordrhein-Westfalen (Herstelle-Bevern)

II.4 • 4 Abschnittstypen der Weser in Nordrhein-Westfalen (Rinteln-Schlüsselburg)

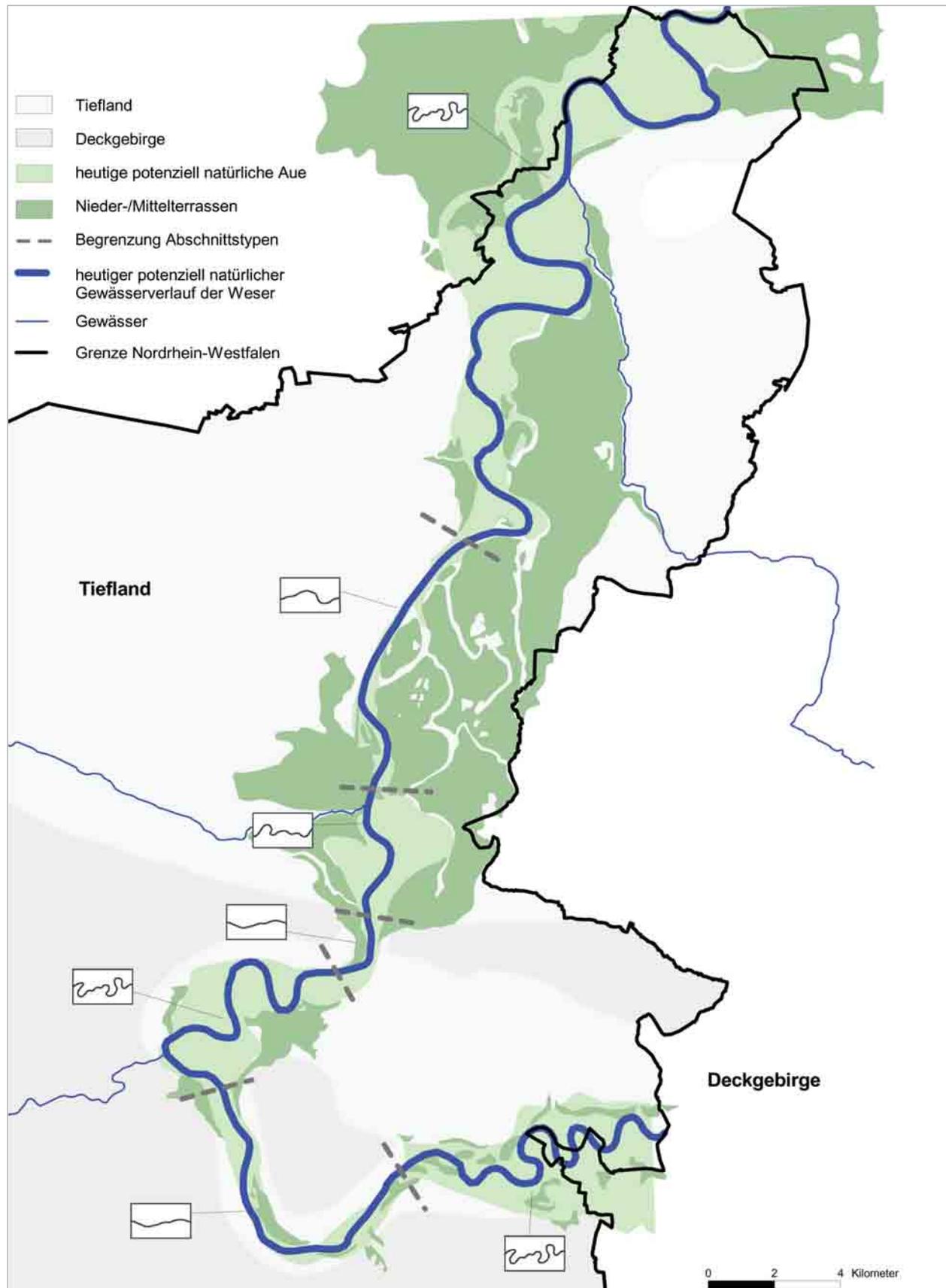
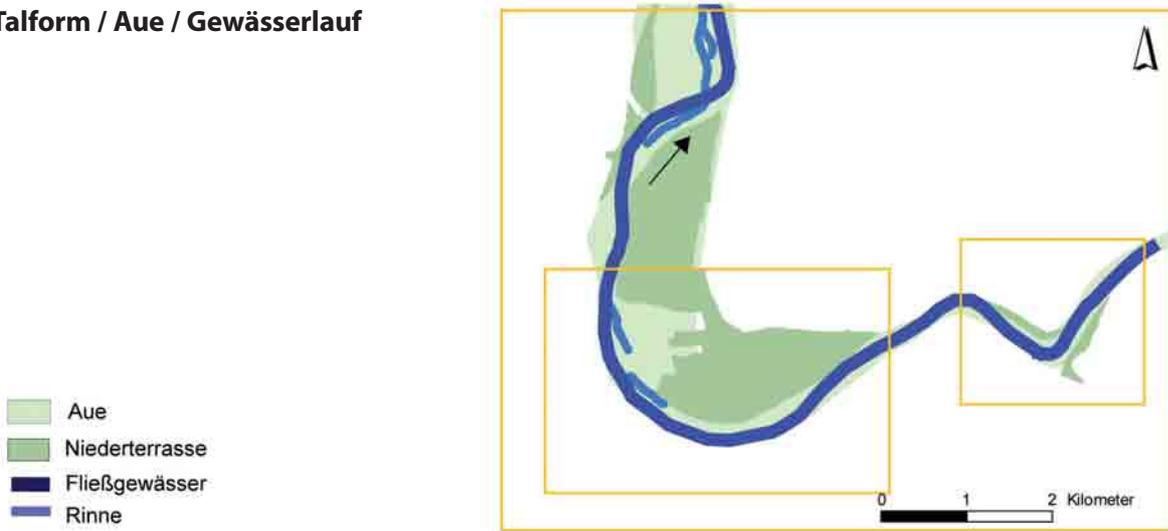


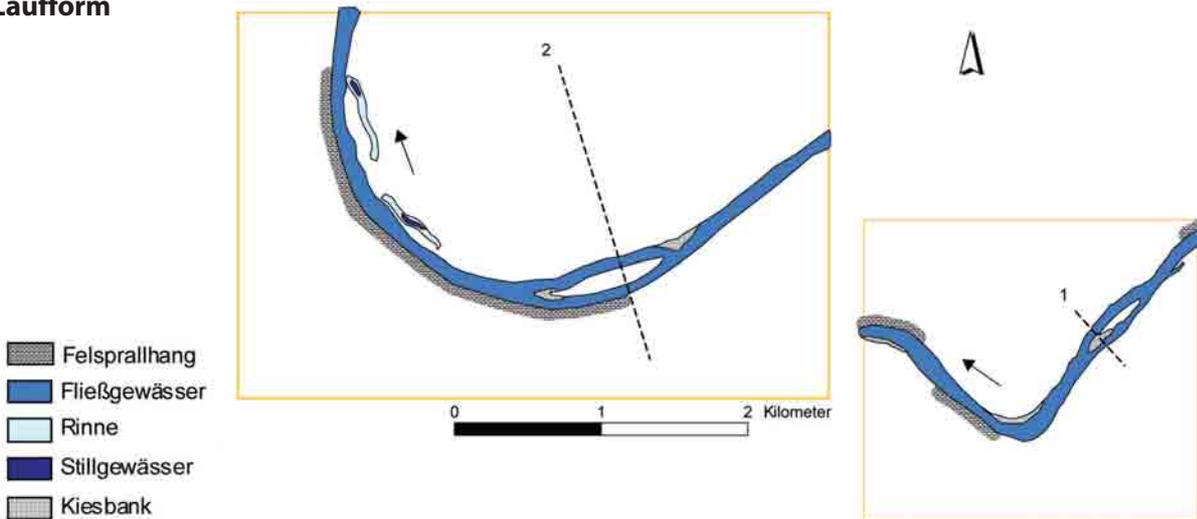
Abb. 3: Abschnittstypen der Weser in Nordrhein-Westfalen (Rinteln-Schlüsselburg)

II.4 • 5 Gestreckt - schwach gewundener, schottergeprägter Strom des Deckgebirges

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

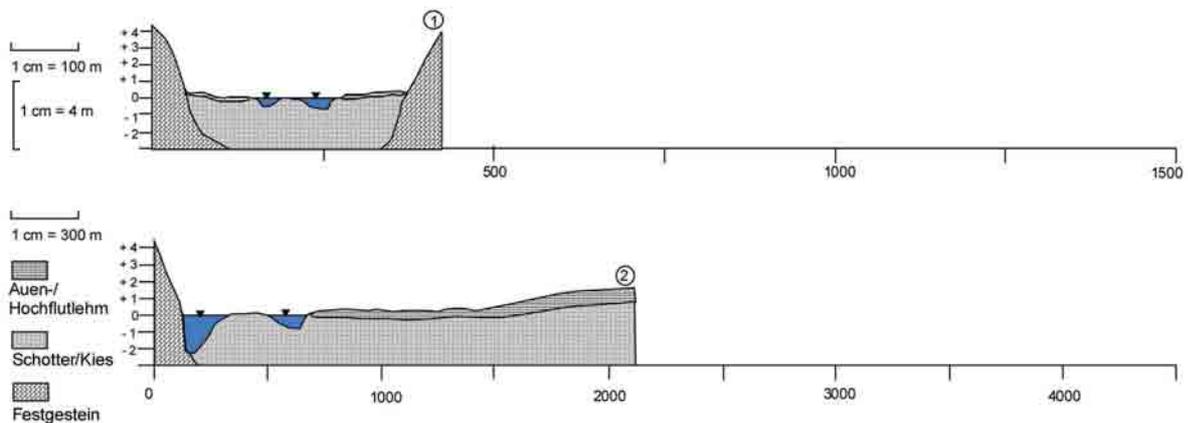
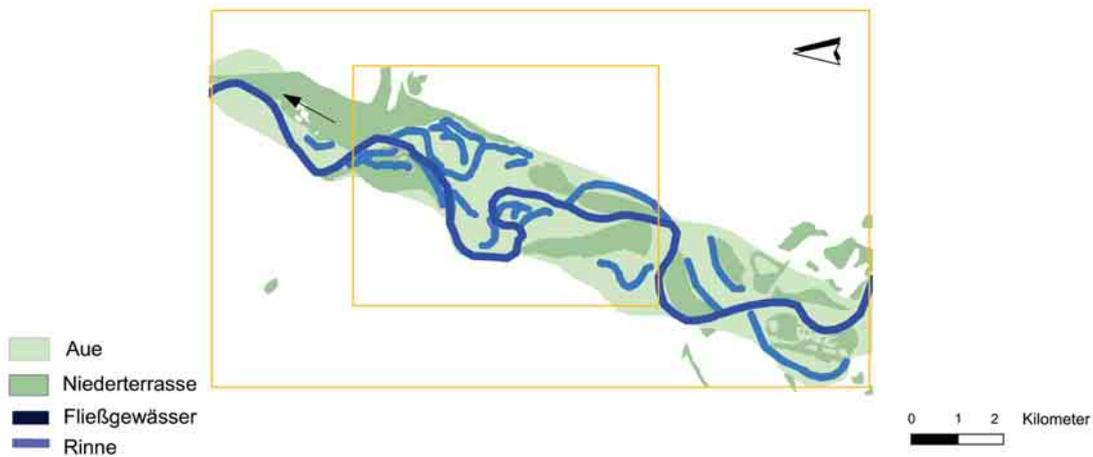


Abb. 4: Gestreckt - schwach gewundener, schottergeprägter Strom des Deckgebirges (Engtal und schmales Sohlental)

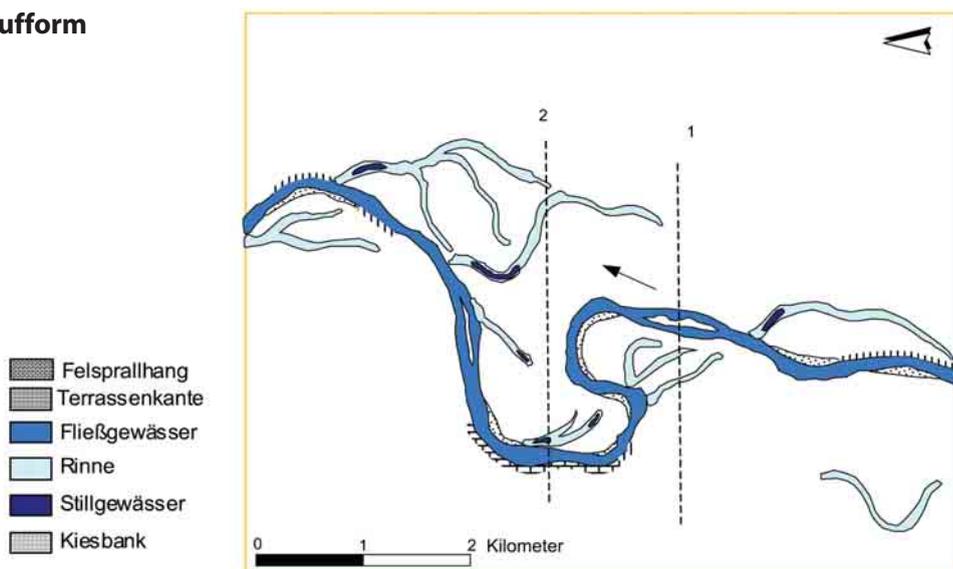
EZG ≈ 14800 km²

II.4 • 6 Gewundener, schottergeprägter Strom des Deckgebirges

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

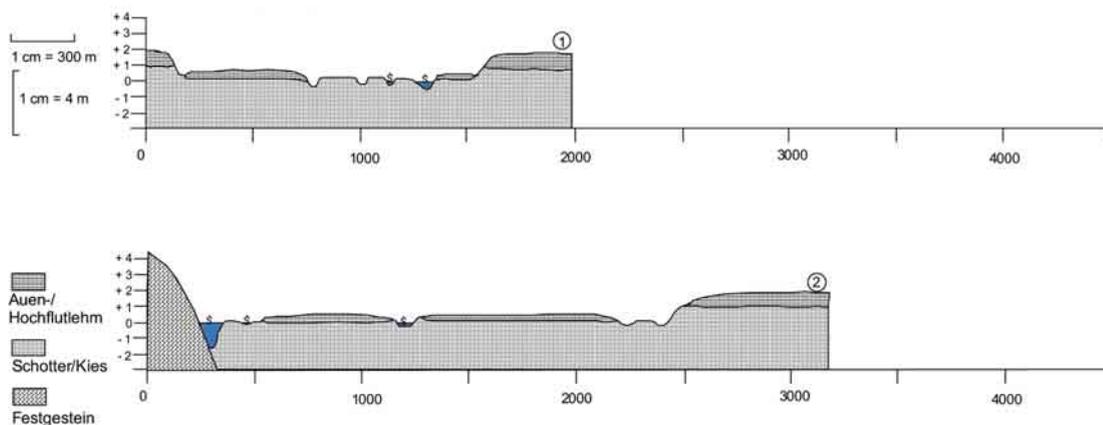
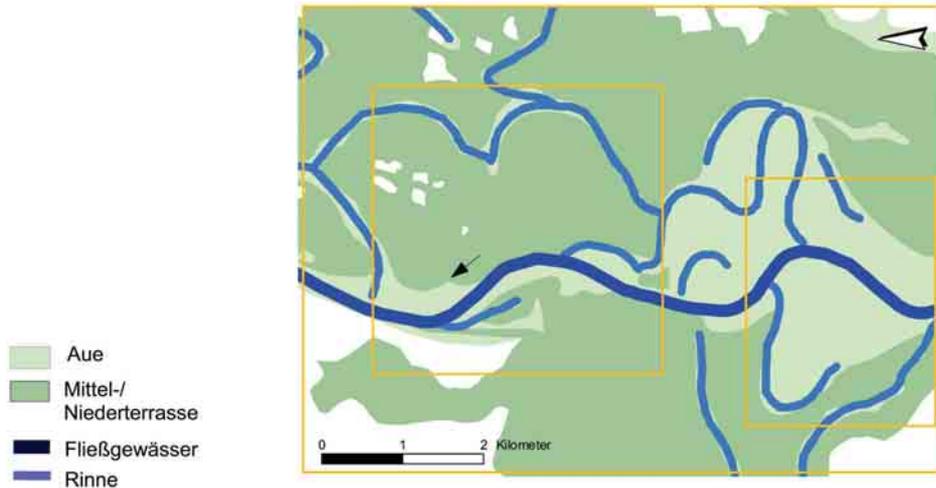


Abb. 5: Gewundener, schottergeprägter Strom des Deckgebirges (weites Sohlental)

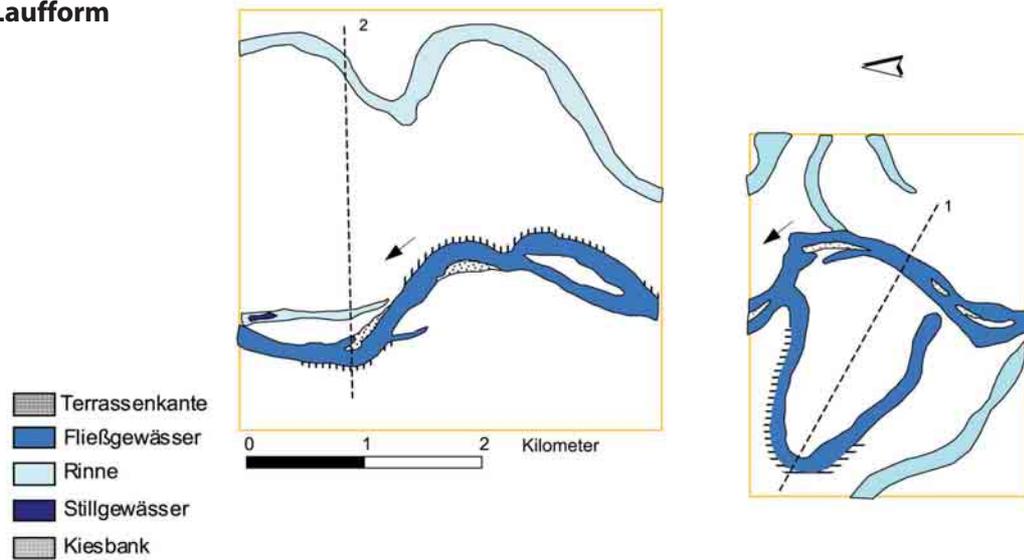
EZG \approx 15500 km²

II.4 • 7 Schwach gewundener - gewundener, kiesgeprägter Strom des Tieflandes mit hohem Schotteranteil

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

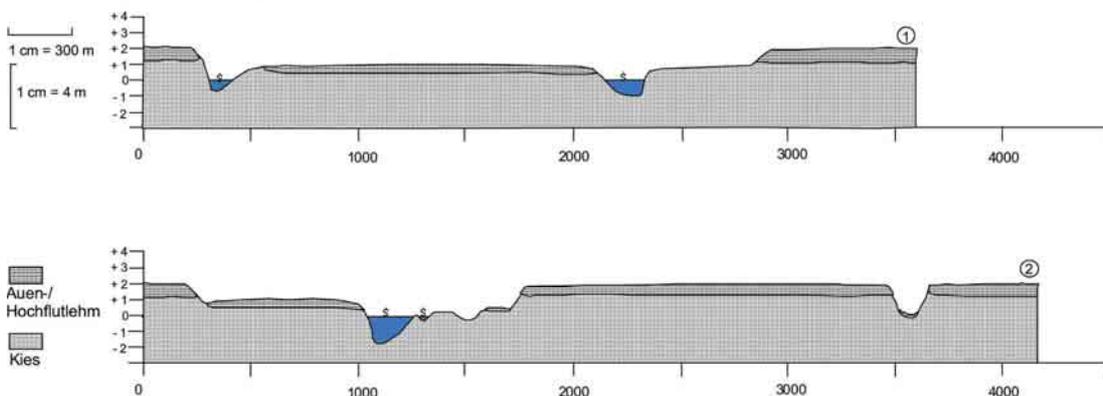
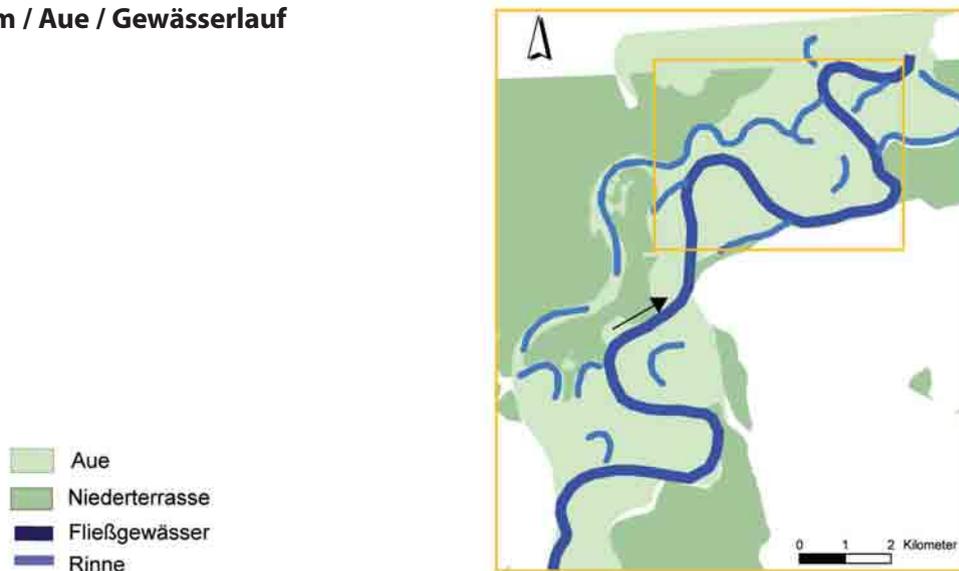


Abb. 6: Schwach gewundener - gewundener, kiesgeprägter Strom des Tieflandes mit hohem Schotteranteil (Austrittsbereich aus dem Deckgebirge)

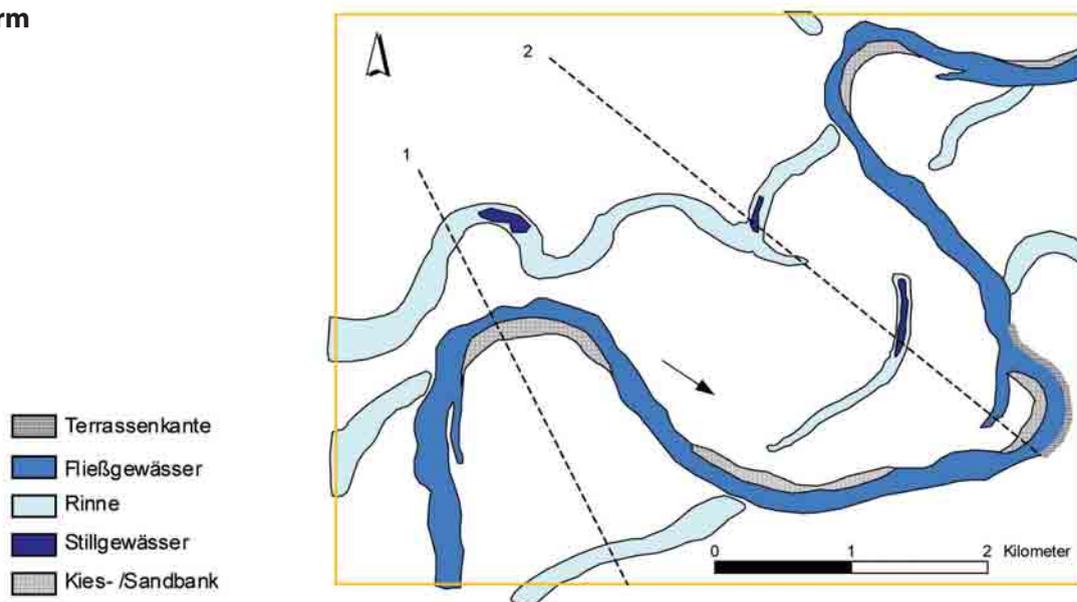
EZG \approx 19200 km²

II.4 • 8 Mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes

Talform / Aue / Gewässerlauf



Laufform



Gewässer-/ Auenquerprofil

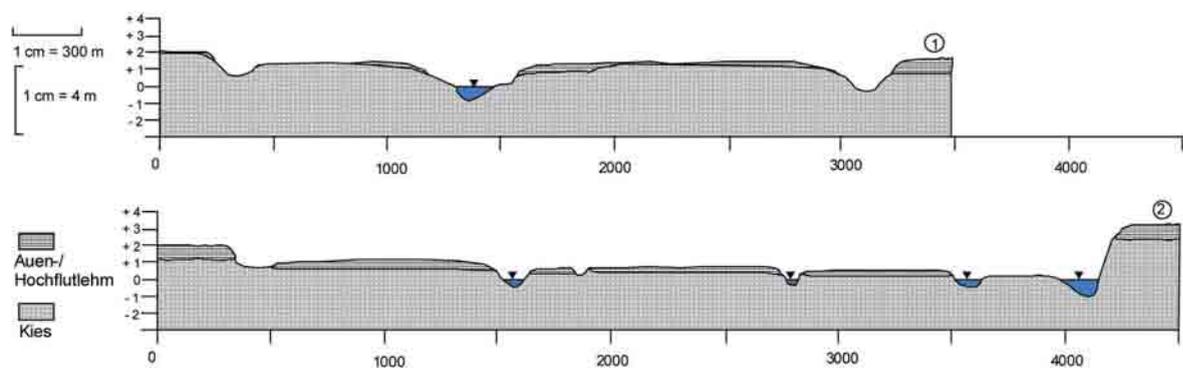
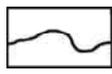
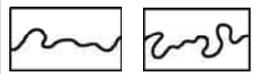


Abb. 7: Mäandrierender, kiesgeprägter Strom des Tieflandes

II.4 • 9 Schottergeprägter Strom des Deckgebirges

Fließgewässertyp		Schottergeprägter Strom des Deckgebirges		
Hydrologischer Typ/ Parameter	permanent			
Sohlbreite	> 120 m, bei Stromspaltungen > 200 m			
Quellentfernung	> 340 km			
Talformen	Talbodenformen und -ausdehnung kleinräumig wechselnd: <ul style="list-style-type: none"> • Engtalabschnitte mit schmalem Talboden (Gerinnebreite/Talbodenbreite < 1:3) • Sohlenabschnitte mit schmaler Talsohle (Gerinnebreite/Talbodenbreite > 1:3, selten > 1:10) • Sohlentalabschnitte mit weitem Talboden (Gerinnebreite/Talbodenbreite > 1:10) 			
Talbodenform/-charakteristik	Engtalabschnitte mit schmaler unterer Talstufe, mit engem durch Festgestein begrenzten Migrationskorridor	Schmale Sohlentalabschnitte mit Niederterrassenarealen und / oder seitlich die Aue begrenzende Mittel- und Niederterrassen	Weite Sohlentalabschnitte mit eingeschalteten Niederterrassenarealen oder die Aue begrenzende Mittel- und Niederterrassen	
Talbodengefälle	um 0,36 ‰ ¹			
Laufform				
Abschnittstypen				
Siehe Abb. 2	siehe Abb. 4	siehe Abb. 4	siehe Abb. 5	
Laufentwicklung Windungsgrad	gestreckt 1,01 – 1,05 zumeist um 1,04	schwach gewunden 1,06 – 1,25 zumeist um 1,15	gewunden bis mäandrierend 1,25 – 2,0 zumeist um 1,4	
Lauftyp	vorherrschend Einzelbettgerinne, abschnittsweise Stromspaltungen			
laterale Erosion / Verlagerungsverhalten Besondere Laufstrukturen	Laterale Erosion durch Talhänge begrenzt z.T. langgestreckte Insellagen	Laterale Erosion auf gesamter unterer Talstufe möglich, Einschränkung durch in die Aue eingebettete Niederterrassenareale, Abtragung der Niederterrassen lokal möglich Ausgedehnte Stromspaltungen, häufig Hochflutrinnen, Auegewässer	Laterale Erosion auf gesamter unterer Talstufe möglich, Einschränkung durch in die Aue eingebettete Niederterrassenareale, Abtragung der Niederterrassen lokal möglich Abschnitte ohne Niederterrassenareale mit weiten Mäanderbögen und Durchbrüchen Ausgedehnte Stromspaltungen, häufig Hochflutrinnen, Auegewässer	
Begrenzung der Laufentwicklung durch Talhänge im Festgestein				
Längsprofil				
Sohlgefälle²	um 0,35 ‰	um 0,31 ‰	um 0,26 ‰	
Sohlgefällestruktur / Querbänke	regelmäßiger Wechsel von Schnellen und Stillen,			
	überwiegen von Schnellen, auch Felsschwellen	Überwiegen von langgestreckten Riffeln in den Übergangsstrecken zwischen Laufbögen, stillenartige Laufabschnitte untergeordnet		

Tab. 1: Schottergeprägter Strom des Deckgebirges

¹⁾ Wert aus Ökologische Gesamtplanung Weser: Grundlagen, Leitbilder und Entwicklungsziele für Weser, Werra und Fulda, ARGE Weser, 1996

²⁾ Wert errechnet aus Talbodengefälle: aus Ökologische Gesamtplanung Weser: Grundlagen, Leitbilder und Entwicklungsziele für Weser, Werra und Fulda, ARGE Weser, 1996

Strömungscharakteristik Strömungsbild	vorherrschend turbulent und schnell fließend	vorherrschend turbulent und schnell fließend, abschnittsweise ruhiger	überwiegend turbulent und schnell fließend, jedoch auch längere ruhiger fließende Abschnitte
Strömungsdiversität/ Tiefenvarianz	groß bis sehr groß langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m) untergeordnet in Kolken u. Kehrwassern	schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): häufig in Übergangsstrecken	
Häufigkeit und räumliche Verteilung	langsam (< 0,3m/s) und flach (< 0,5 m) selten; in Uferrinnen	schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m) vorherrschend, in Riffle- und Übergangsstrecken	
Kritische Sohlschubspannung (τ)	kleinräumig wechselnd: 10 – 120 N/m ² , Festgestein lagestabil		wechselnd: 2 - 60 N/m ²
Sohlenstruktur Substrat	Dominanz von Schotter und Kiesen, vorherrschend kantengerundet, häufig gut gerundet selten kantig und plattig		
Sohlsubstrattypen in absteigender Häufigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Schotter / Steine • Kies • Sand • kleinräumig Fels und Blöcke • Falllaub, Äste, Totholz 		
Substratdiversität und -verteilung	große Substratvielfalt: Schotter und Kies dominierend; unterhalb der Werremündung höherer Sandanteil; NW-MW-Bett schotterdominiert, Bankstrukturen im angeströmten Bereich mit jeweils vorherrschendem Größtkorn, ausgedehnte Sand- und Schluffschleppen, Gleitufferrinnen mit Lehmauflagen, Totholz- und Treibselansammlungen		
Besondere Sohlenstrukturen	Vorherrschend schotterreiche Längs-, Mitten- und Diagonalbänke, zahlreiche Schnellen, Kolke	vorherrschend ausgedehnte, langezogene Gleituferbänke, häufig Mittenbänke und -inseln, Kolke und längere flache Strecken	
Querprofil			
Querprofil	durch Insellagen und Bänke gegliederte flache Querprofile	sehr flaches Querprofil mit ausgedehnten Bankstrukturen	flaches deutlich gegen den unteren Talboden abgrenzbares Profil
Breitenvarianz	groß (1:2 – 1:5)	sehr groß (> 1:5)	sehr groß (> 1:5)
Einschnittstiefe³	50 – 300 cm		
Profiltiefe⁴	vorherrschend sehr flach, an Felsprallhängen lokal tiefe Kolke		
Uferstruktur Besondere Uferstrukturen	steile bis flach geneigte strukturreiche Ufer, ausgeprägte Gliederung durch Flutmuldenanschlüsse		steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit flachgeneigten und durch Rinnen gegliederten Gleituferrinnen
	in Engtal- und Sohlentalabschnitten im Festgestein persistente Felsprallhänge und -ufer		

Fortsetzung Tab. 1: Schottergeprägter Strom des Deckgebirges

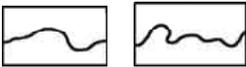
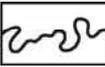
³⁾ NW-MW-Wasserspiegel unter Gelände

⁴⁾ Verhältnis Profiltiefe/Wasserspiegellänge

Aue			
Ausuferungscharakteristik	Häufige flächenhafte, wenige Tage bis wenige Wochen (tief gelegene Bereiche, Rinnensysteme) anhaltende Überflutungen der gesamten Aue vorrangig im Winterhalbjahr, Sommerhochwässer kurzzeitig		
Formenschatz der Aue	Schmales Hochflutbett vollständig durch aktuelle fluviatile Formung – temporäre und permanente Gerinne - geprägt	Hochflutbett durch Rinnensysteme gegliedert, höherer Talboden und Niederterrassen teilweise von älteren, gestreckten bis gewundenen flachen Rinnen durchzogen, häufig von Auenlehmen nivelliert	Gewundene Rinnensysteme, selten durchbruchbedingte Altwässer verschiedener Verlandungsstadien, Randsenken, Hochflutrinne der Niederterrassen
Vegetation unter strukturellen Aspekten			
Vegetationseinheiten	<p>dominant: Eichen-Eschen-Auenwald, oft im Übergang zum Stieleichen-Hainbuchenwald tiefgelegene Auenbereiche mit großen Wasserstandsschwankungen und hoher Dynamik stellenweise Weidenwälder und –gebüsche</p> <p>kleinflächig: an Flussufern und in Rinnensystemen Röhrichte, Seggenrieder sowie Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte, Hochstaudenfluren auf verschiedensten Standorten</p> <p>in dauerhaft vernässten Rinnen in Talrandlage und verlandeten Altwässern Erlenbruchwald bzw. Erlen-Eschenwald</p> <p>Quellfluren v. a. im Austrittsbereich von Hangdruckwasser an den Talrändern und entlang kleiner Zuflüsse</p> <p>Stillgewässer: Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte</p>		

Fortsetzung Tab. 1: Schottergeprägter Strom des Deckgebirges

II.4 • 10 Kiesgeprägter Strom des Tieflandes

Fließgewässertyp		Kiesgeprägter Strom des Tieflandes	
Hydrologischer Typ/ Parameter	permanent		
Sohlbreite	> 200 m, bei Stromspaltungen > 400 m		
Quellentfernung	> 480 km		
Talformen	Talbodenformen: <ul style="list-style-type: none"> • Sohlentalabschnitte mit zumeist schmalen Talboden und lokalen Aufweitungen (Gerinnebreite Talbodenbreite > 1:3, Aufweitungen: > 1:10 bis 1:18) • Sohlentalabschnitte mit sehr weitem Talboden (Gerinnebreite/Talbodenbreite > 1:10 bis 1:25) 		
Talbodenform/ -charakteristik	Sohlentäler mit schmalen Talboden und ausgedehnten Hochflutrinnen in den seitlich zur Aue angrenzenden Niederterrassen sowie lokale Aufweitungen	Sohlentäler / Niederungen mit sehr weitem Talboden mit gut verlagerbaren Substraten Seitlich an die Aue angrenzende Mittel- und Niederterrassen	
Talbodengefälle	um 0,275‰ ¹		
Laufform			
Abschnittstypen			
Siehe Abb. 2	siehe Abb. 6	siehe Abb. 7	
Laufentwicklung Windungsgrad	schwach gewunden- gewunden 1,06 – 1,5 zumeist um 1,2	mäandrierend 1,51 – 2,0 zumeist um 1,7	
Laufotyp	unverzweigt, jedoch zahlreiche Stromspaltungen	unverzweigt, einzelne Stromspaltungen	
laterale Erosion / Verlagerungsverhalten Besondere Laufstrukturen	begrenzte laterale Erosion im Niederterrassenkorridor, in Aufweitungen auch Bogendurchbrüche, langgestreckte Insellagen, Akkumulationsraum	Laterale Erosion auf gesamter unterer Talstufe, zahlreiche weite Mäanderbögen und Durchbrüche, häufig Hochflutrinnen, Auegewässer	
Längsprofil			
Sohlgefälle ²	um 0,23 ‰	um 0,16 ‰	
Sohlgefällestruktur / Querbänke	Wechsel von Schnellen und Stillen Überwiegen der Riffleabschnitte, häufig flach überströmte Diagonalbänke	vorherrschende Stillenstrecken mit relativ kurzen Rifflestrecken	
Strömungscharakteristik Strömungsbild	überwiegend turbulent und schnell fließend, jedoch auch längere ruhig fließende Abschnitte	vorherrschend ruhig fließende Abschnitte, jedoch abschnittsweise turbulent	
Strömungsdiversität / Tiefenvarianz Häufigkeit und räumliche Verteilung	groß bis sehr groß langsam (< 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): häufig, in Kolken, Kehrwassern und Stillenstrecken langsam (< 0,3m/s) und flach (< 0,5 m): häufig in Gleithängen, in gefällearmen Abschnitten vorherrschend	schnell (> 0,3 m/s) und flach (< 0,5 m): häufig in Riffle- und Übergangsstrecken schnell (> 0,3 m/s) und tief (> 0,5 m): untergeordnet in Kolken	

Tab. 2: Kiesgeprägter Strom des Tieflandes

¹⁾ Wert aus *Ökologische Gesamtplanung Weser: Grundlagen, Leitbilder und Entwicklungsziele für Weser, Werra und Fulda, ARGE Weser, 1996*

²⁾ Wert errechnet aus *Talbodengefälle: aus Ökologische Gesamtplanung Weser: Grundlagen, Leitbilder und Entwicklungsziele für Weser, Werra und Fulda, ARGE Weser, 1996*

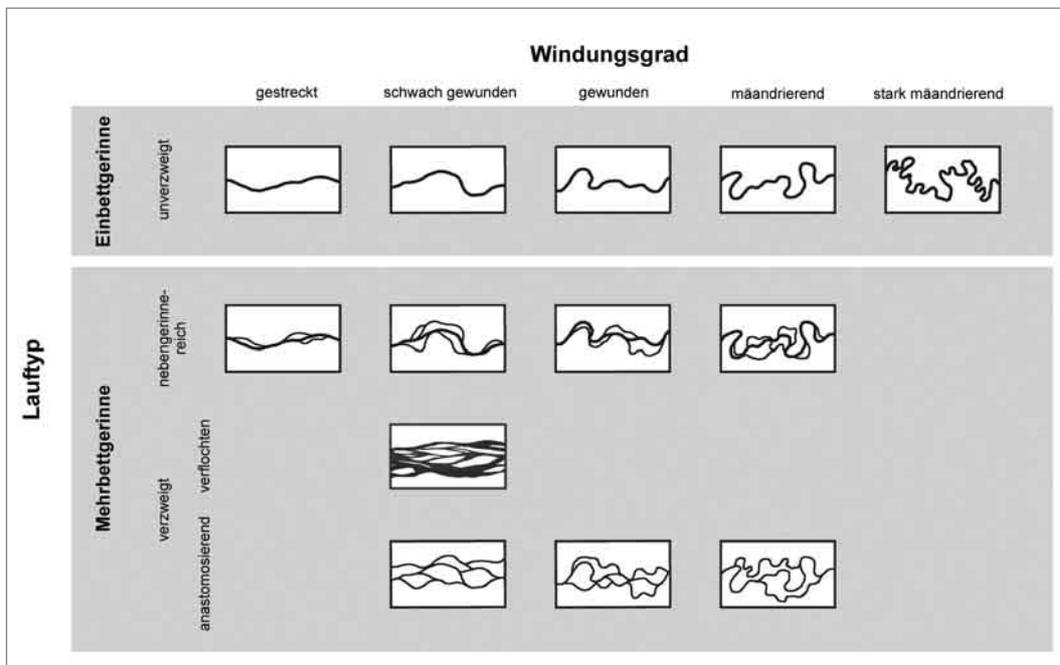
Kritische Sohlschubspannung (τ)	kleinräumig stark wechselnd zwischen 2 und 60 N/m ²	
Sohlenstruktur Substrat Sohlsubstrattypen in absteigender Häufigkeit	Dominanz von Kies, vorherrschend gut gerundet, selten plattig • Kies • Steine / Schotter (hoher Anteil im Austrittsbereich in das Tiefland) • Sand (Anteil nach Norden zunehmend) • Falllaub, Äste, Totholz • Lehm	
Substratdiversität und -verteilung	große bis sehr große Substratvielfalt: Kies und Sand dominierend; NW-MW-Bett kiesdominiert, Bankstrukturen im angeströmten Bereich mit jeweils vorherrschendem Größtkorn, ausgedehnte Sand- und Schluffschleppen, Gleitufferrinnen mit Lehmauflagen, Totholz- und Treibselansammlungen	
Besondere Sohlenstrukturen	vorherrschend ausgedehnte Gleituferbänke (30 – 70 % der Gewässerbreite), häufig auch Mittenbänke, lagetreue Inseln, ausgeprägte Kolke in Bogenscheiteln	
Querprofil		
Querprofil	flaches bis mäßig eingeschnittenes Profil mit stark wechselnden Böschungshöhen aufgrund des ausgeprägten fluviatilen Feinreliefs	
Breitenvarianz	groß (1:2 – 1:5)	sehr groß (> 1:5)
Einschnittstiefe³	50 – 400 cm	
Profiltiefe⁴	vorherrschend flach	
Uferstruktur	steile, vegetationsfreie Uferabbrüche in Mäanderaußenbögen (Prallhänge), Innenufer mit flachgeneigten und durch Rinnen gegliederten Gleituffern, bei lateraler Erosion älterer Talstufen oder Terrassenkanten sehr hohe Steilufer	
Aue		
Ausuferungscharakteristik	Häufige flächenhafte und langanhaltende, d.h. mehrere Wochen währende, kleinräumig stagnierende Überflutungen der gesamten Aue im Winter und Frühjahr	
Formenschatz der Aue	Gestreckte bis mäandrierende Rinnen-systeme, einzelne Altwässer, steile, z.T. vegetationsfreie Böschungen in Terrassenkanten, enge Verzahnung zur Niederterrasse über Hochflutrinnen	Gewundene bis mäandrierende Rinnen-systeme, zahlreiche durchbruchsbedingte Altwässer verschiedener Verlandungsstadien; ausgedehnte, Randsenken
Vegetation unter strukturellen Aspekten		
Vegetationseinheiten	<p>dominant: Eichen-Eschen-Auenwald, oft im Übergang zum Stieleichen-Hainbuchenwald tiefgelegene Auenbereiche mit großen Wasserstandsschwankungen und hoher Dynamik stellenweise Weidenwälder und -gebüsche</p> <p>kleinflächig: an Flussufern und in Rinnensystemen Röhrichte, Seggenrieder sowie Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte, Hochstaudenfluren auf verschiedensten Standorten</p> <p>in dauerhaft vernässten Rinnen in Talrandlage und verlandeten Altwässern Erlenbruchwald bzw. Erlen-Eschenwald</p> <p>Quellfluren v. a. im Austrittsbereich von Hangdruckwasser an den Talrändern und entlang kleiner Zuflüsse</p> <p>Stillgewässer: Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder, Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte</p>	

Fortsetzung Tab. 2: Kiesgeprägter Strom des Tieflandes

³⁾ NW-MW Wasserspiegel unter Gelände

⁴⁾ Verhältnis Profiltiefe/Wasserspiegelbreite

II.4 • 11 Anhang: Erläuterung der Flussabschnittstypen



Windungsgrad

Der Windungsgrad gibt das Verhältnis von Gewässerslänge zur Tal(boden)mittellinie an. Ein Windungsgrad nahe 1 entspricht gestreckten Gewässersläufen, Maßzahlen $> 1,5$ bilden mäandrierende Gewässersläufe ab. Geradlinige Gewässersläufe existieren unter Leitbildaspekten nicht.

Folgende Windungsgradklassen werden ausgewiesen:

- stark mäandrierend (Windungsgrad $> 2,0$)
- mäandrierend (Windungsgrad $> 1,51 - 2,0$)
- gewunden (Windungsgrad $1,26 - 1,5$)
- schwach gewunden (Windungsgrad $1,06 - 1,25$)
- gestreckt (Windungsgrad $1,01 - 1,05$)

Laufotyp

Die Ausweisung des Laufotyps differenziert die Gewässer in Ein- und Mehrbettgerinne. Folgende Laufotypen werden unterschieden:

- unverzweigt
- mit Nebengerinnen / nebengerinnereich
- verzweigt

Die verzweigten Gerinne können in Abhängigkeit der Gefälleverhältnisse nochmals in gefällearme, anastomosierende Varianten (Talbodengefälle $< 0,5 ‰$ und organisches bzw. teilmineralisches Substrat) und gefällereiche, verflochtene Varianten (Talbodengefälle $> 2,0 ‰$ und ausgeprägter Geschiebeüberschuss) unterschieden werden.

II.4 • 12 Literaturverzeichnis

ARBEITSGEMEINSCHAFT ZUR REINHALTUNG DER WESER (1996):
Erfassung, Darstellung und Auswertung des ökologischen Zustandes der Auenbereiche von Werra, Fulda, Ober- und Mittelweser: Ökologische Gesamtplanung Weser, Grundlagen, Leitbilder und Entwicklungsziele für Weser, Werra und Fulda

BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1986):
Anpassungsmaßnahmen an der Mittelweser zur Befahrung mit 2,50 m abgeladenen Europa-Schiffen, Stauhaltung Petershagen, Weser-km 204,450 – 213,490, Ökologische Untersuchungen

BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1989):
Morphologische Untersuchung der Oberweser, Teilbericht III: Zusammensetzung der Flußsohle, Dokumentation und Beurteilung

ECKOLT, MARTIN (1998):
Flüsse und Kanäle: Die Geschichte der deutschen Wasserstraßen

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN LUA NRW [HRSG.] (1998): Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen. Merkblätter Nr. 14. Essen.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN LUA NRW [HRSG.] (1999): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Materialien Nr. 16. Essen.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN LUA NRW [HRSG.] (1999): Leitbilder für kleine und mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Merkblätter Nr. 17. Essen.

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN LUA NRW [HRSG.] (2001): Leitbilder für mittel-große bis große Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen - Flusstypen. Merkblätter Nr. 34. Essen.

THOMAS, JÜRGEN (1993):
Untersuchungen zur holozänen fluvialen Geomorphodynamik an der oberen Oberweser

II.5 •	Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens	1
II.5 • 1	Einleitung	2
II.5 • 2	Die Karte der Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen – Werkzeug für Gewässerbewertung und -management	3
II.5 • 3	Vorgehensweise und Methodik	6
II.5 • 4	Die Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens und ihre kartographische Darstellung	18
II.5 • 5	Übersicht über die Fließgewässertypen in Tiefland und Mittelgebirge	26
II.5 • 6	Anwendung in der Planungspraxis	50
II.5 • 7	Literatur	54
II.5 • 8	Zugrunde liegende Forschungsstudien	56
II.5 • 9	Bildnachweis	56

Zu diesem Kapitel ist eine aktualisierte Fassung verfügbar:
[Fließgewässertypenkarten Nordrhein-Westfalen,](#)
[LANUV-Arbeitsblatt 25, 2015](#)

II.5 • Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens

Der Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens – verbindet alle bisherigen typologischen Arbeiten des Landes auf einer gemeinsamen Ebene. Auf Grundlage der vorlaufenden Arbeiten wurde GIS-gestützt eine linienhafte Zuordnung der Gewässertypen zu den aktuellen Fließgewässergeometrien des Landes vorgenommen.

Neben der analogen Druckfassung bietet das digitale **FließgewässertypenInformationsSystem** die Möglichkeit, Abfragen und Auswertungen in diesem zentralen Datenbestand vorzunehmen.

Im Rahmen der Auswertungen wurde die Karte der Fließgewässerlandschaften auf Basis der verfügbaren digitalen geologischen und pedologischen Daten überarbeitet. Sie zeigt nun ein wesentlich differenzierteres und räumlich feiner gegliedertes Bild. Die typologische Zuordnung erfolgte unter Berücksichtigung dieser detaillierteren Fließgewässerlandschaften wie auch unter Auswertung der lokalen Gefälleverhältnisse.

Nach einer weit reichenden Datenauswertung und Plausibilitätsprüfung liegt somit ein Datenbestand auf landesweit einheitlicher Basis vor.

II.5 • 1 Einleitung

Nordrhein-Westfalen war eines der ersten Bundesländer, das bereits vor zehn Jahren für die Zwecke der Bewertung und ökologischen Entwicklung der Bäche und Flüsse des Landes Leitbilder und Handlungsanweisungen entwickeln ließ. Ziel war dabei, die Vielfalt der etwa 10.000 Wasserläufe Nordrhein-Westfalens nach ihren Lebensgemeinschaften und ihrer strukturellen Ausprägung zu gliedern und zu typisieren. Auf der Grundlage möglichst naturnaher Referenzgewässer wurden detaillierte Leitbildbeschreibungen für die 14 Bachtypen und 7 Flusstypen des Landes entwickelt (MURL 1995, LUA 1999a, b, 2001a, b). Sie geben einen Eindruck von der Vielgestaltigkeit der Landschaftsräume wie der natürlichen Gewässer und liefern wertvolle Hinweise für ihre Bewertung und Entwicklung. Bemerkenswert ist, dass in Nordrhein-Westfalen zwei große und sehr unterschiedliche Ökoregionen, das „Zentrale Flachland“ und die „Zentralen Mittelgebirge“ aneinander grenzen – ein Grund für die Vielfalt unserer Wasserläufe. In die beiliegenden Kartenwerke wurde diese Grenze zur Orientierung übernommen.

Die Typen und Leitbilder der kleinen, mittelgroßen und großen Fließgewässer fanden in der wasserwirtschaftlichen Praxis rasche Aufnahme und große Zustimmung. Schwierigkeiten traten jedoch häufig auf, wenn einem konkreten, häufig stark degradierten, d.h. ausgebauten Bach oder Fluss das entsprechende Leitbild zugeordnet werden sollte. Auch wenn die Leitbildbeschreibungen auf alle wesentlichen Elemente des Ökosystems Fließgewässer eingehen (morphologische Struktur, Wasserbeschaffenheit, Hydrologie, Lebensgemeinschaften), lassen sich „uniformierte“ Gewässerabschnitte meist nur unter Hinzuziehung zahlreicher Grundlageninformationen und historischer Betrachtungen sicher zuordnen. Die Karte der zehn Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens kann dabei nur eine grobe Orientierungshilfe darstellen.

Um allen Anwendern der nordrhein-westfälischen Fließgewässertypologien und -leitbilder die Zuordnung „ihres“ Untersuchungsgewässers abschnittsgenau und sicher ermöglichen zu können, wurde – wiederum modellhaft für alle anderen Bundesländer – erstmals die Erstellung einer „Verbreitungskarte der Fließgewässer-

typen Nordrhein-Westfalens“ in Auftrag gegeben. Sie schließt als Abschlussbaustein die letzte Lücke der gewässertypologischen Arbeiten im Land und ist wichtiges Handwerkszeug des Gewässermanagements. Für die modernen Verfahren der Gewässerbewirtschaftung, wie sie die Wasser-Rahmenrichtlinie der Europäischen Union (EU-WRRL) fordert, sind damit frühzeitig essentielle Grundlagen geschaffen worden.

Wichtig ist der Hinweis, dass allen gewässertypologischen Materialien des Landes (und damit auch diesem Produkt) Leitbildbeschreibungen zugrunde liegen, die den „heutigen potentiell natürlichen Gewässerzustand“ berücksichtigen, der nur irreversible Veränderungen der Gewässerläufe als Einschränkung des Grades der Naturnähe zulässt. Die Leitbilder der Bäche und Flüsse Nordrhein-Westfalens entsprechen damit den Anforderungen der Wasser-Rahmenrichtlinie der Europäischen Union und den Vorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Die Vorstellung eines naturnahen Flusses wird daher z. B. von einem in der Regel sehr flachen Gerinnebett, einer meist erheblich größeren Wasserspiegelbreite und dem Vorhandensein verschiedenster Altwässer geprägt.

Mit dem hier vorgelegten Erläuterungstext und den beigefügten analogen und digitalen Kartenwerken (CD-ROM) wird dieses mithilfe von geografischen Informationssystemen (GIS) erstellte Gesamtprodukt allen mit dem Schutz und der Bewirtschaftung der Bäche und Flüsse des Landes betrauten Personen und Institutionen übergeben.

II.5 • 2 Die Karte der Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen – Werkzeug für Gewässerbewertung und -management

Für die ökologische Entwicklung der Wasserläufe Nordrhein-Westfalens, ihre Bewertung und das Einzugsgebietsmanagement ist die Zuordnung zum korrekten Gewässertyp bzw. Leitbild unerlässlich. Dies gilt für die Gewässer der freien Landschaft ebenso wie für die zahlreichen Nutzungen unterliegenden Bäche und Flüsse der dicht besiedelten Räume. Nur so kann im konkreten Bewertungs- oder Planungsvorhaben die richtige Messlatte bzw. Orientierungshilfe zur Verwendung kommen.

14 Bach-, 7 Fluss- und 2 Stromtypen repräsentieren die Vielfalt der Fließgewässer dieses Bundeslandes. In Kapitel II sind diese Typen mit den zugehörigen Beschreibungen ausführlich dargestellt, eine zusammenfassende Darstellung findet sich auch in dieser Schrift. Bislang gab es drei grundsätzliche Möglichkeiten, ein Gewässer dem entsprechenden Typ zuzuordnen:

- die Erhebung des Ist-Zustandes am und im Gewässer (Morphologie, Wasserbeschaffenheit, Lebensgemeinschaften) und der Vergleich mit den Angaben in den Typenbeschreibungen, um so den zutreffenden Typ zu finden,
- die Heranziehung von verschiedenen Kartenwerken und Datenquellen für die Zuordnung (z. B. geologische Karte, Bodenkarte, historische Karten),
- die Ermittlung anhand der Fließgewässerlandschaften, die für ganz Nordrhein-Westfalen ausgewiesen wurden.

Alle Möglichkeiten sind mit mehr oder weniger großen Schwierigkeiten behaftet: Die überwiegend deutlich überformten Bäche und vor allem Flüsse lassen sich nur schwer mit den an naturnahen Referenzbedingungen entwickelten Leitbildern übereinbringen. Ausgebaute Fließgewässer haben in der Regel einen großen Teil ihrer typspezifischen Eigenschaften verloren, sie sind „uniformiert“. Die Auswertung von Grundlagenkarten und Quellen zur Typenzuordnung erfordert bereits eine Erfahrung mit der Gewässertypologie. Die Ableitung

der Typen anhand der Flächen der Fließgewässerlandschaften ist ein bislang häufig praktiziertes Vorgehen. Dies ist jedoch aus zwei Gründen nicht genau genug und darf daher nur der groben Orientierung dienen: Die bislang dargestellten Fließgewässerlandschaften sind manuell durch Überlagerung erzeugte, verallgemeinernde Zusammenfassungen von verschiedenen Grundlagenkarten. Ihre Grenzlinien sind entsprechend grob und können nicht allein zur trennscharfen Abgrenzung typologisch unterschiedlicher Gewässerabschnitte genutzt werden, wie dies oft durch einfaches Hochvergrößern erfolgt ist.

Vor allem aber stellen die Fließgewässerlandschaften nur Verbreitungsschwerpunkte bestimmter Typen dar, die dort gehäuft auftreten. Das Vorkommen eines Fließgewässertyps außerhalb der für ihn als Verbreitungsareal angegebenen Landschaft ist aufgrund des kleinräumigen Wechsels der gewässerprägenden landschaftsökologischen Eigenschaften – gerade im Tiefland – nicht selten. In einzelnen Fällen können sogar für das Tiefland beschriebene Gewässertypen, wenn die lokalen Bedingungen entsprechend sind, im Mittelgebirge auftreten. Ein Beispiel hierfür ist das Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen, das vereinzelt bei geeigneten geomorphologischen Rahmenbedingungen (hohe Grundwasserstände, Sohlental, Vermoorungserscheinungen) im Grundgebirge auftritt.

Um für die Zukunft eine präzise Zuordnung eines Fließgewässers bzw. Fließgewässerabschnittes zum entsprechenden Typ zu ermöglichen und damit eine fachlich korrekte Anwendung der Leitbilder für alle wasserwirtschaftlichen Aufgaben zu gewährleisten, wurde die vorliegende digitale Verbreitungskarte der Bach-, Fluss- und Stromtypen Nordrhein-Westfalens entwickelt. Für alle 10.000 Fließgewässer des ATKIS-Gewässernetzes des Landes (vgl. Kap. II.5 • 3), insgesamt eine Lauflänge von ca. 34.000 km, ist damit die typologische Zugehörigkeit ablesbar. Zugleich wurden die Flächen der Fließgewässerlandschaften und deren Grenzlinien neu bearbeitet. Die linienhafte, abschnittsscharfe Darstellung der Fließgewässertypen und die präzisere Ausweisung und Grenzlinienziehung der Fließgewässerlandschaften war nur digital und teilautomatisiert, über die Verwendung geografischer Informationssysteme, möglich. Eine Überprüfung der Zuordnung erfolgte durch Begehungen in Modellgebieten, alle GIS-gestützten Zuordnungen wurden durch Expertenwissen kritisch überprüft und validiert.

Den Wasserläufen des Landes wurden durch das GIS-Verfahren in 100-Meter-Abschnitten die entsprechenden Bach- oder Flusstypen zugewiesen und diese (farblich unterschiedlich gekennzeichnet) linienhaft dargestellt. Insgesamt wurden also 340.000 Abschnitte typologisch gekennzeichnet. Im Gegensatz zu der bereits 1999 erschienenen Karte der Fließgewässerlandschaften (LUA 1999a, b) ist daher eine großmaßstäbliche Auswertung vertretbar und ohne weiteres digital möglich. Durch Hinterlegung topografischer Kartenwerke kann eine genaue Verortung des jeweiligen Abschnittes erfolgen. Ausschnitte, z. B. Teileinzugsgebiete, Flächen von Kreisen oder kreisfreien Städten können bei Bedarf durch weitere Arbeitsschritte einzeln dargestellt werden.

Als Grundprinzip der Erstellung der Verbreitungskarte gilt, dass Fließgewässertypen in zwei prinzipiellen Schritten ermittelt und ausgewiesen wurden (s. auch Kap. II.5 • 3):

1. Grundlage sind die ursprünglichen geomorphologischen Verhältnisse für die Ausweisung der Fließgewässerlandschaften, gegebenenfalls wurde dazu eine Rekonstruktion vorgenommen (z. B. theoretische Eliminierung von Abgrabungen und Aufschüttungen).
2. Die „heutigen potenziellen Gewässerausprägungen“ wurden als Fließgewässertypen von diesen ursprünglichen Verhältnissen abgeleitet, gegebenenfalls über eine Konstruktion.

Die Verbreitungskarte der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens gibt die genaue Verbreitung der für dieses Land beschriebenen Typen wieder. Sie ist Grundlage für die Bearbeitung einer Vielzahl von Fragestellungen, die einer typologischen Zuordnung bedürfen, z. B.

- Fließgewässerbewertung nach EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) (Leitbild, biologischer Referenzzustand),
- Strukturgütekartierung (morphologisches Leitbild),
- typspezifische Gütebeurteilung (z. B. saprobielle „Grundbelastung“, saprobielles Leitbild),
- Einzugsgebietsmanagement, Einleitungsgenehmigung (z. B. Sensitivität bestimmter Typen, Retentionsleistung),
- Unterhaltungs- und Entwicklungspläne, Ausbaumaßnahmen (Leitbild),
- Fließgewässerschutzsysteme (Lauflänge bestimmter Typen zur Ermittlung ihrer Seltenheit; Ableitung von Verbundsystemen).

Die im Einzelnen verwendeten Grundlagen zur Erstellung und die methodische Vorgehensweise werden in Kap. II.5 • 3 dargestellt.

Den Anwendern dieses Produktpaketes stehen folgende Bestandteile ausschließlich zur nicht kommerziellen Nutzung zur Verfügung:

- eine aktualisierte Kurzbeschreibung der 14 Bach-, 7 Fluss- und 2 Stromtypen Nordrhein- Westfalens,
- die lückenlose Typisierung aller im generalisierten ATKIS-Fließgewässernetz dargestellten Bäche, Flüsse und Ströme Nordrhein- Westfalens,
- die Detaillierung und Aktualisierung der Karte der Fließgewässerlandschaften,
- die Differenzierung der Niederungsgebiete hinsichtlich der Substratverhältnisse, durch GIS-gestützte Ausweisung von Substrattypen in der Fließgewässerlandschaft der Niederungen,
- die analoge Karte der Fließgewässerlandschaften im Maßstab 1 : 300.000,
- die analoge Karte der Fließgewässertypen im Maßstab 1 : 300.000,
- die analoge Karte der „Flusstypen und Flussabschnittstypen“ im Maßstab 1 : 300.000,
- eine CD-ROM mit digitalen Karten als ArcView-Projekt inklusive des Karten-Layouts,
- ein ausführlicher Begleittext mit Einführung, Kurzbeschreibung aller Typen, Erläuterung der Erstellungsmethodik der Karte und Anwendungshinweisen sowie einer kleinen fließgewässertypologischen Statistik.

Das vorgelegte Produkt steht im Einklang mit den Zielen und methodischen Vorgaben der Wasser-Rahmenrichtlinie der Europäischen Union vom 22.12.2000 und stellt ein essentielles Werkzeug zu ihrer Umsetzung dar, wobei hier die aus den NRW-Typen abgeleitete LAWA-Typologie verbindlich zu berücksichtigen ist.

II.5 • 3 Vorgehensweise und Methodik

II.5 • 3.1 Grundsätze und Prinzipien der Atlaserstellung

Geologisch-pedologische oder hydrologische Fließgewässertypen?

Der Fließgewässertypenatlas beschränkt sich ausschließlich auf die geologisch-pedologischen Fließgewässertypen, da bislang die Datengrundlagen für die Ausweisung der hydrologischen Fließgewässertypen (z. B. „temporär“ oder „permanent“ sowie „grundwasserarm“ oder „grundwassergeprägt“) nicht ausreichen.

Dennoch sind einige der ausgewiesenen Fließgewässertypen zu einem erheblichen Teil auch hydrologisch geprägt. Zu nennen sind hier insbesondere *die Fließgewässer der Niederungen, der Karstbach und das Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen*.

Fließgewässertyp oder Leitbild?

Aufbauend auf dem Grundsatz, nicht Leitbilder, sondern Fließgewässertypen darzustellen, wurden zunächst die Fließgewässerlandschaften als Rekonstruktionen der ursprünglichen geomorphologischen Verhältnisse ermittelt, um darauf aufbauend eine Konstruktion der heutigen potenziell natürlichen Gewässerausprägungen (Typ) vorzunehmen. Dazu dienten in erster Linie die geologischen und bodenkundlichen Kartenwerke sowie die digitalen Geländemodelle.

Ein vom Gewässertyp abweichendes Leitbild entsteht jedoch bei den Gewässern, die durch erhebliche irreversible Veränderungen der geomorphologischen Rahmenbedingungen geprägt sind. Dies ist z. B. überall dort der Fall, wo großflächige Aufschüttungen oder Abgrabungen vorhanden sind (s. Kap. II.5 • 6). Dargestellt wird auch hier der geomorphologische Gewässertyp.

Natürliches oder künstliches Gewässer?

Bei der Erstellung des Fließgewässertypenatlas wurde grundsätzlich nicht zwischen künstlichen und natürlichen Gewässern unterschieden (Ausnahme: Schifffahrtskanäle, die aus dem ATKIS-Datensatz entfernt wurden). Daher wird auch künstlichen Gewässern wie z. B. Be- und Entwässerungsgräben ein Gewässertyp

zugewiesen. Dieses Prinzip begründet sich zum einen dadurch, dass im Rahmen der Typzuweisung eine derartige Unterscheidung nur in Einzelfällen möglich gewesen wäre. Zum anderen kann die Ausweisung eines Gewässertyps auch für künstliche Gewässer sinnvoll sein, da der Typ im Falle eines angestrebten Erhalts des Gewässers zur Beschreibung der Referenzbedingungen für das „gute ökologische Potenzial“ gemäß EU-WRRRL herangezogen werden kann.

Aus der typologischen Ausweisung eines Gewässers kann aber nicht automatisch dessen Bestandsschutz abgeleitet werden. So könnte sich ein *Organisch geprägtes Fließgewässer* der Sander und *sandigen Aufschüttungen* beispielsweise bei genauerer Prüfung als ein Entwässerungsgraben herausstellen, der die naturnahe Entwicklung eines Feucht- oder Moorebietes beeinträchtigt und daher aus Naturschutzgründen entweder beseitigt oder in eine Kette von Stillgewässern umgewandelt werden sollte (vgl. Kap. II.5 • 6).

Rezente oder natürliche Lage und Laufentwicklung?

Grundsätzlich sind alle typisierten Fließgewässer mit ihren rezenten Verläufen gemäß dem nordrhein-westfälischen ATKIS-Fließgewässernetz dargestellt. Daher liefert die kartographische Darstellung weder Hinweise auf historische noch auf potenziell natürliche Verläufe. Stattdessen ermöglicht sie dem Anwender die Typisierung jedes heutigen Fließgewässerabschnitts, um damit gemäß der entsprechenden Leitbildbeschreibung (gemäß der jeweiligen LUA-Merkblätter) die konkret anzustrebende Laufentwicklung konstruieren zu können.

Für die Typzuweisung im Rahmen der Atlaserstellung musste jedoch auch die natürliche Lage der Fließgewässer berücksichtigt werden. Viele Gewässer sind nur auf Grund ihrer anthropogenen Verlegung in eine andere Fließgewässerlandschaft gelangt, müssen aber entsprechend den ursprünglichen Verhältnissen typologisch zugeordnet werden. Dies ist z. B. bei Fließgewässern am Rande von breiteren Auen oder Niederterrassen der Fall, die künstlich auf angrenzende Flächen außerhalb der Niederung verlegt wurden. In diesen Fällen handelt es sich nicht um ein den aktuellen Verhältnissen entsprechendes z. B. *Sandgeprägtes*

Fließgewässer der Sander und *sandigen Aufschüttungen*, sondern gemäß der ursprünglichen Gewässerlage um ein *Fließgewässer der Niederungen*. Hier ist grundsätzlich im Rahmen des Planungsprozesses die Möglichkeit einer Rückverlegung des Gewässers in die Niederung zu prüfen (vgl. Kap. II.5 • 6).

Gewässersohlgefälle oder Talbodengefälle?

Für die gefälleabhängige typologische Gewässercharakterisierung wurden die Längsgefälle entlang der Gewässerverläufe anhand der digitalen Geländemodelle 5 und 25 und des ATKIS-Gewässernetzes ermittelt. Daraus ergeben sich methodisch bedingte Abweichungen der ermittelten Gefällespannweiten von den Angaben der entsprechenden typspezifischen LUA-Merkblätter, da diese sich auf die Talbodengefälle (Gefälle der kürzesten Talbodenlinie) beziehen. Je nach der potenziell natürlichen Laufentwicklung sind diese Abweichungen größer oder kleiner (prinzipiell im Gebirge mit gestreckteren Verläufen geringere und im Tiefland mit windungsreicheren Verläufen stärkere Abweichungen). Die Sollwertspannweiten wurden dementsprechend für die einzelnen Gewässertypen auf die geringeren Gewässersohlgefälle umgerechnet.

Eine Schwierigkeit bei der gefälleabhängigen Typermittlung liegt in möglichen anthropogen veränderten Sohlgefällen, die im Rahmen der Atlaserstellung nicht im Einzelnen nachgewiesen werden konnten.

In der überwiegenden Zahl handelt es sich jedoch bei derartigen Fällen um Gefälleerhöhungen in Folge von Begradigungen, die maximal den Wert des jeweiligen Talbodengefälles erreichen können. Bei auffällig geraden Gewässerverläufen wurden dementsprechende Gefällewertkorrekturen für die Typzuweisung vorgenommen. Da jedoch nicht alle Lauflängenverkürzungen so offenkundig identifizierbar sind, wurden die Sollwertspannweiten für die Typermittlung generell um einen jeweils typspezifischen mittleren Begradigungsfaktor zu leicht höheren Gefällen hin erweitert.

Verringerungen der Energieliniengefälle, wie sie in Fließgewässern mit anthropogenen hydraulischen Belastungen durch Sohlstufen auftreten, sind für die Gefälleermittlung via digitalem Geländemodell ohne Relevanz, da sie sich nur bei sehr großen Fließge-

wässern (z. B. Rhein) in den Geländemodellen niederschlagen können. Lediglich Anstauungen, die größere Wasserflächen zur Folge haben (Flussstau und Talsperren), schlagen sich auch über die digitalen Geländemodelle als Gefälleverringerungen bzw. gefällelose Gewässerstrecken nieder, da hier die Wasseroberfläche berücksichtigt wird. Für diese Strecken wurden die mittleren Gefälle zwischen dem Höhenpunkt unmittelbar oberhalb des Staubereichs und dem nächstgelegenen Höhenpunkt unterhalb des Stauwehres der Typermittlung zu Grunde gelegt.

Auch infolge von Aufschüttungen oder Abgrabungen kann es zu abschnittswisen Erhöhungen und Verringerungen der Sohlgefälle kommen, die aber nur dann von Relevanz für die Typermittlung sind, wenn längere Gewässerabschnitte (> 1 km) betroffen sind. In diesen Fällen wurden wie bei größeren Stauabschnitten die mittleren Gefälle für die Gesamtstrecken ermittelt. Kleinere Aufschüttungen und Abgrabungen sind dagegen für die typologische Auswertung vernachlässigbar.

Typzuweisung bei Übergangs- und Mischformen

Da das Ziel der Atlaserstellung eine lückenlose gewässer- und abschnittsscharfe typologische Ausweisung aller Fließgewässer des nordrhein-westfälischen ATKIS-Gewässernetzes ist, müssen auch Übergangsabschnitte zwischen zwei Gewässertypen entweder dem einen oder dem anderen Typ zugeordnet werden. Diese Anforderung bedingt ihrerseits eine unterschiedliche Wichtung der für die einzelnen Typen charakteristischen Ausprägungsparameter, ohne die sich „Übergangs- oder Mischformen“ nicht dem einen oder anderen Typ zuordnen ließen. Daher werden für jeden Gewässertyp bestimmte Parameter als vorrangige, für die Typzuweisung ausschlaggebende Kriterien eingestuft. Dabei handelt es sich um diejenigen Faktoren, die als besonders relevant für biozönotische Besiedlungsunterschiede zwischen den einzelnen Fließgewässertypen anzusehen sind.

Die maßgeblichen, typbestimmenden Charakteristika für *Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete* sowie für *Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* sind die jeweiligen Substratverhältnisse (also Schotter/Kies oder Sand und nicht die im Namen ebenfalls enthaltenen Fließgewässerlandschaften), während *Fließgewässer der Niederungen* unterschiedlichste Substratdominanzen aufweisen können, aber unbedingt innerhalb von Niederungen (d. h. hinreichend breiter Auen oder Niederterrassen) verlaufen müssen. Biozönotisch ist das deshalb von besonderer Relevanz, weil die schwankenden Grundwasserstände der Niederungen die Abflussverhältnisse der Gewässer in spezifischer Weise prägen.

Ein *Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* tritt dagegen schon per definitionem nicht in *Niederungsgebieten* auf (obgleich es auch dort diverse organische Substrate gibt), sondern benötigt kontinuierlich hoch anstehendes Grundwasser, wodurch das Torfmooswachstum gefördert wird und ein mäßig hohes Sohlgefälle.

Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften sind primär durch dominierende hohe Schluffanteile (schluffige Lehme) gekennzeichnet, die nicht nur in den Bördenlandschaften, sondern auch in Moränengebieten auftreten können.

Für den *Karstbach* wiederum ist die Kombination der karbonatischen Gesteine mit den spezifischen hydrogeologischen Verhältnissen (starke Abflusssteigerungen ebenso wie streckenweises Trockenfallen) ausschlaggebend.

Der *Muschelkalkbach* ist dagegen allein durch seine namensgebenden spezifischen karbonatischen Gesteine gekennzeichnet.

Der *Bach der Vulkangebiete* wird vorwiegend durch vulkanisches Gestein geprägt.

Die weiteren Mittelgebirgsbachtypen im Grund- und Deckgebirge (*Kerbtalbach* sowie *Kleiner und Großer Talauebach*) sind neben ihrer Landschaftszugehörigkeit längszonal, d. h. über Gewässergröße bzw. Quellentfernung und über die jeweiligen Gefälleverhältnisse zu differenzieren.

Übergangseigenschaften zwischen Mittelgebirgs- und Tieflandgewässern sind für den *Collinen Bach* kennzeichnend, der vorrangig über seine Lage zwischen den beiden Großlandschaften in Kombination mit einigen charakteristischen Gesteinen zuzuordnen ist.

Trotz der vorrangigen Bedeutung der aufgeführten Entscheidungskriterien können immer wieder Verhältnisse auftreten, bei denen erst die Einbeziehung weiterer typspezifischer Merkmalsausprägungen den Ausschlag für die abschließende Typentscheidung gibt.

Gewässerabschnitte mit typologischen Übergangs- oder Mischverhältnissen sind grundsätzlich durch mehr oder weniger deutliche Abweichungen von den Beschreibungen der Reinformen der Gewässertypen gekennzeichnet, so dass auch die entsprechenden Biozönoten Anteile anderer Gewässertypen aufweisen können (vgl. Kap. II.5 • 6). Die Berücksichtigung der vorrangigen Entscheidungskriterien bei der Typausweisung verhindert jedoch eine dominierende Bedeutung dieser Anteile.

Kein Absolutheitsanspruch!

Als vorläufiger Abschluss einer Reihe von fließgewässertypologischen LUA-Merkblättern ist der Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens als Arbeitsinstrument zu verstehen, das nach kontinuierlicher Überprüfung in der Anwendungspraxis der Gewässerplanung und -bewirtschaftung in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden sollte.

Welche prinzipiellen Fehlerquellen innerhalb des Fließgewässertypenatlas nicht grundsätzlich auszuschließen sind, wird im Folgenden kurz dargestellt:

- Zu Grunde liegende Datenquellen:
 - unterschiedlicher zeitlicher Bearbeitungsstand der digitalen Kartengrundlagen; Problem der Blattschnittfreiheit der GK 100, das zu Differenzen gegenüber den analogen Karten führt; Fehlen vieler kleiner Gewässer < 1 km Länge, aber auch Darstellung von Gewässern, die heute nicht mehr existieren aufgrund von Digitalisierungsfehlern des zu Grunde gelegten ATKIS-Gewässernetzes.
- Maßstabsbedingte räumliche Verschiebungen zwischen unterschiedlichen digitalen Datengrundlagen: z. B. wenn die Flächen maßstabsbedingt verschoben sind, die Gewässerlinien aber korrekt verortet sind und daher neben den eigentlichen Flächen verlaufen; in der Regel sind derartige Abweichungen jedoch nur relativ klein und dürften in den meisten Fällen als Fehlerquellen bei der manuellen Nachkontrolle beseitigt worden sein.
- Vorgehensweise in Grenzbereichen (Typverschleppung): Gefälle- und gewässergößenabhängige Abschätzungen der „Verschleppungsstrecken“ mussten nach Expertenwissen vorgenommen werden, Fehleinschätzungen sind nicht grundsätzlich auszuschließen.
- Rekonstruktion der geomorphologischen Verhältnisse, z. B. bei Aufschüttungs- und Abgrabungsflächen, die u. U. zu einer typologischen Fehleinstufung führen können.
- Fehleinschätzungen hinsichtlich der genauen Abschnittslängen eines Typs. Ursachen:
 - Grenzen der jeweiligen maßstabsabhängigen Genauigkeit; Abschätzungsfehler hinsichtlich der potenziell natürlichen Ausprägung bestimmter relevanter Parameter. So sind z. B. innerhalb der Grundmoränengebiete (als Teilflächen der neu definierten *Verwitterungsgebiete*, *Flussterrassen* und *Moränengebiete*) Typzuordnungen nur auf Basis einer Grobabschätzung der jeweils wirkenden Schleppkräfte möglich, wofür wiederum auf die Gewässergroße und die Gefälleverhältnisse zurückgegriffen werden musste. Ein anderes Beispiel sind die *Organisch geprägten Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen*, die (im Gegensatz zu ihrem Namen) auch in Randlagen des Mittelgebirges auftreten können (und nachgewiesen wurden), vielfach jedoch auf Grund anthropogen veränderter hydrologischer Verhältnisse heute nicht mehr typgemäß ausgeprägt sind (Problem der Überprüfbarkeit). Deren Ausweisung erfolgte in erster Linie auf Grundlage von Gefälledaten und Grundwasserflurabständen gemäß Bodenkarte (BK 50), die jedoch das Problem der unterschiedlichen Einstufungen der einzelnen Kartenblätter birgt (keine Blattschnittfreiheit).

II.5 • 3.2 Beschreibung der GIS-basierten Atlaserstellung

Der Fließgewässertypenatlas wurde auf Basis der folgenden Datengrundlagen erstellt, wobei wegen des Meridian-Sprungs eine Transformation in den 2. Meridian vorgenommen wurde (Abb. 1):

- LUA-Merkblätter Nr. 16, 17, 29, 34
- Digitale Geologische Karte NRW 1 : 100.000 (GK 100) (Geologischer Dienst NRW), blattschnittfreie shp-Dateien
- Digitale Bodenkarte NRW 1 : 50.000 (BK 50) (Geologischer Dienst NRW), nicht blattschnittfreie shp-Dateien
- Digitales ATKIS-Gewässernetz NRW 1 : 5.000 (Landesvermessungsamt NRW), shp-Datei
- Digitale Topographische Karte NRW 1 : 100.000 (TK 100) (Landesvermessungsamt NRW), tif-Dateien
- Digitale Geländemodelle NRW 1 : 5.000 (DGM 5) und 1 : 25.000 (DGM 25) (Landesvermessungsamt NRW)

II.5 • 3.2.1 Ausweisung der Fließgewässerlandschaften

In einem ersten wesentlichen Bearbeitungsschritt wurden flächenhafte Aggregationen verschiedener Einheiten der Geologischen Karte vorgenommen, die die typologisch relevanten Verhältnisse der einzelnen Fließgewässertypen widerspiegeln. Dies können sowohl Differenzierungen nach den vorherrschenden Substraten bzw. Gesteinsarten, Korngrößen und Schichtungen als auch Flächenausweisungen nach den geologischen Haupteinheiten wie z. B. Niederterrassen und Auen sein.

Während einige dieser Flächen im Hinblick auf die spätere linienhafte Typzuweisung bereits sehr eindeutig und einheitlich gebildet werden konnten (z. B. Niederungen, reine Sand-, Löss-, Muschelkalk-, Vulkan- oder Karstgebiete), waren andere Flächen nur relativ unspezifisch aggregierbar. Letztere sind typologisch relevante

Flächeneinheiten, die Sande oder Löss über Grobsubstraten aufweisen, wie z. B. Mergel, Terrassenkiese oder Sandsteine sowie die Grundmoränengebiete.

Einen Sonderfall stellt die in der Geologischen Karte ausgewiesene Flächeneinheit der „Ablagerungen in Bach- und Flusstälern“ (Abb. 2) dar, die die überwiegende Zahl der Fließgewässer räumlich umschließt. Da sie weder die Substratverhältnisse der Gewässersohlen widerspiegelt noch lokale Differenzierungen in ihrer Zusammensetzung aufweist, musste diese Flächeneinheit durch eine kleinräumige Verschneidung mit den Umgebungsflächen eliminiert werden. In analoger Weise wurde gemäß der Maßgabe, Fließgewässertypen und nicht Leitbilder auszuweisen, mit Aufschüttungs- und Abgrabungsflächen (z. B. infolge von bergbaulichen Eingriffen) sowie Stillgewässerflächen verfahren. Sofern es sich dabei um großräumige Flächen handelte, wurden – soweit verfügbar – auch analoge historische geologische Karten zur Rekonstruktion der ursprünglichen Verhältnisse herangezogen (z. B. im Braunkohlenrevier).

Nach Abschluss der linienhaften Fließgewässertypenausweisung wurden schließlich aus den typologisch relevanten Flächeneinheiten durch weitere Flächenaggregationen die Fließgewässerlandschaften gebildet. Dazu wurden jeweils diejenigen Flächeneinheiten zusammengefasst, die schwerpunktmäßig denselben Fließgewässertypen zuzuordnen sind.

Über die Bildung der Fließgewässerlandschaften hinaus wurde die Fließgewässerlandschaft der Niederungsgebiete noch nach verschiedenen Substrattypen differenziert. Mit Hilfe dieser Differenzierung wird dem Anwender eine substratspezifische Unterscheidung der Fließgewässer der Niederungen ermöglicht, die sowohl biozönotische Relevanz haben dürfte als auch für die konkrete Gewässerplanung bei Neu- oder Umgestaltungsmaßnahmen von Bedeutung ist.

<p>Beschreibung der Fließgewässerlandschaften</p>	
<p>Beschreibungen der naturnahen Ausprägungen der 14 Bachtypen und der 7 Flusstypen gemäß den jeweiligen LUA-Merkblättern</p>	

Datengrundlagen	Ausschnitt	Produkt
<p>Digitale Geologische Karte NRW 1:100.000 (blattschnittfreie shp-Dateien)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Fließgewässerlandschaften • Substratflächen der Niederungsgebiete • Talbodenbreite
<p>Digitale Bodenkarte NRW 1:50.000 (nicht blattschnittfreie shp-Dateien)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Fließgewässerlandschaften • Substratflächen der Niederungsgebiete
<p>Digitales ATKIS-Gewässernetz NRW 1:5.000 (shp-Datei)</p>		
<p>Digitale Topographische Karte NRW 1:100.000 (tif-Dateien)</p>		
<p>Digitale Geländemodelle NRW DGM 5 und DGM 25</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Gewässersohlgefälle

Abb. 1: Datengrundlagen der GIS-basierten Erstellung des Fließgewässertypenatlas.

Unterschieden werden vier verschiedene Substratflächentypen der Niederungen, die aus der Überlagerung der Bodenkarte mit der Geologischen Karte abgeleitet wurden:

1. Sande und Kiese der Niederungen
2. schluffige Lehme der Auen, meist über Sanden und Kiesen
3. sandige Lehme der Niederterrassen, meist über fein- bis grobsandigen oder sandig-kiesigen Substraten
4. organische Substrate der Niederungen (Nieder-, Übergangs- und Hochmoore)

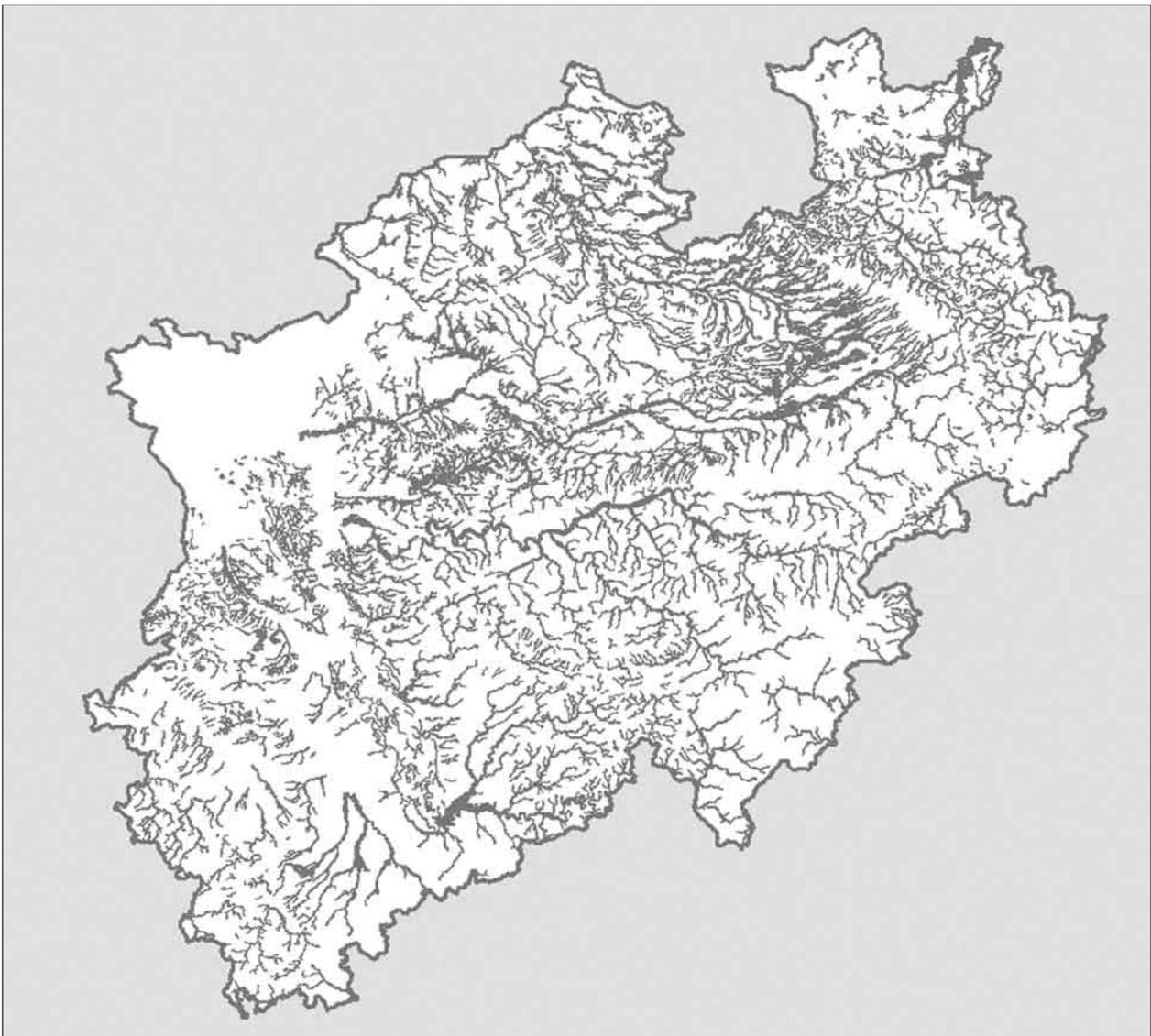


Abb. 2: Verbreitung der Flächeneinheit „Ablagerungen in Bach- und Flusstälern“.

II.5 • 3.2.2 Ausweisung der Bachlandschaften

Bei der linienhaften Ausweisung der Fließgewässertypen muss methodisch zwischen den Größenklassen der kleinen bis mittelgroßen Fließgewässer (Bäche) und der mittelgroßen bis großen Fließgewässer (Flüsse und Ströme) unterschieden werden.

Die Fließgewässertypen der kleinen bis mittelgroßen Fließgewässer (Bachtypen) wurden gemäß folgender prinzipieller Vorgehensweise ermittelt (Abb. 3):

Mit Hilfe der typologisch relevanten Flächeneinheiten (s. Kap. II.5 • 3.2.1) wurde eine erste typologische Grobausweisung der Fließgewässer durch Verschneidung mit dem ATKIS-Gewässernetz vorgenommen. Neben den Flächen (z. B. Niederungen, Reinsand-, Löss- oder Karstgebiete), die die eindeutige Zuweisung eines Fließgewässertyps erlaubten, gab es Flächen (Grundmoränengebiete, Sand- und Lössflächen über Grobsubstraten, das silikatische Grundgebirge und das Deckgebirge), innerhalb derer eine typologische Zuordnung nur unter Berücksichtigung weiterer Parameter (Gewässersohlgefälle, Talbodenbreite, einmündender Nebengewässer, Gewässergröße) möglich war.

Für die Ermittlung des Gewässersohlgefälles wurde das Digitale Geländemodell DGM 5 (in bestehenden Lücken das DGM 25) flächendeckend für ganz Nordrhein-Westfalen aufbereitet und mit dem ATKIS-Gewässernetz verschnitten. Es wurden Höhenpunkte im regelmäßigen Abstand von 100 m entlang des gesamten Gewässernetzes ermittelt, um das mittlere Sohlgefälle zu bestimmen. Da es sich hierbei um rezente Gefälleverhältnisse handelt, musste bei deren Verwendung für die Typausweisung ein möglicher anthropogener Einfluss mitberücksichtigt werden (s. Kap. II.5 • 3.2). Zudem war eine typologische Orientierung an den Angaben der LUA-Merkblätter 16 und 17 zum Talbodengefälle nur unter Einbeziehung der potenziell natürlichen Laufentwicklung möglich.

Innerhalb der Flächeneinheiten der Grundmoränengebiete, Sand- und Lössflächen über Grobsubstraten waren folgende Spannen der Gewässersohlgefälle für die Zuordnung der Fließgewässertypen relevant:

■ in Sand- und Lössflächen über Grobsubstraten:

< 0,4 % ▶ *Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen/ Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaft*

≥ 0,4 % ▶ *Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen*

■ in Grundmoränengebieten:

< 0,2% ▶ *Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen*

0,2 – 0,8% ▶ *Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaft*

≥ 0,8 % ▶ *Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete und Flussterrassen*

Als weitere Kriterien der gewässertypologischen Zuordnung innerhalb der Flächeneinheiten des Tieflandes wurden die Gewässergröße (gemäß der Teileinzugsgebietsgrößen und Lauflängen) und die dominierenden Substrate der einmündenden Seitengewässer berücksichtigt.

Sowohl die Gefälleangaben als auch die Gewässergrößeneinstufungen dienten in erster Linie einer Grobabschätzung der wirkenden Schleppkräfte, um auf diese Weise unter Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse die im Gewässerbett vorherrschenden potenziell natürlichen Sohlsubstrate und Profilausbildungen bestimmen zu können.

Auch die zonalen Fließgewässertypen des Mittelgebirges, wie *Kerbtalbach im Grundgebirge*, *Kleiner Talauebach im Grundgebirge*, *Großer Talauebach im Grundgebirge*, *Kleiner Talauebach im Deckgebirge* und *Großer Talauebach im Deckgebirge*, ließen sich unter zusätzlicher Berücksichtigung der Talbodenbreite auf diese Weise von einander unterscheiden (Tab. 1).

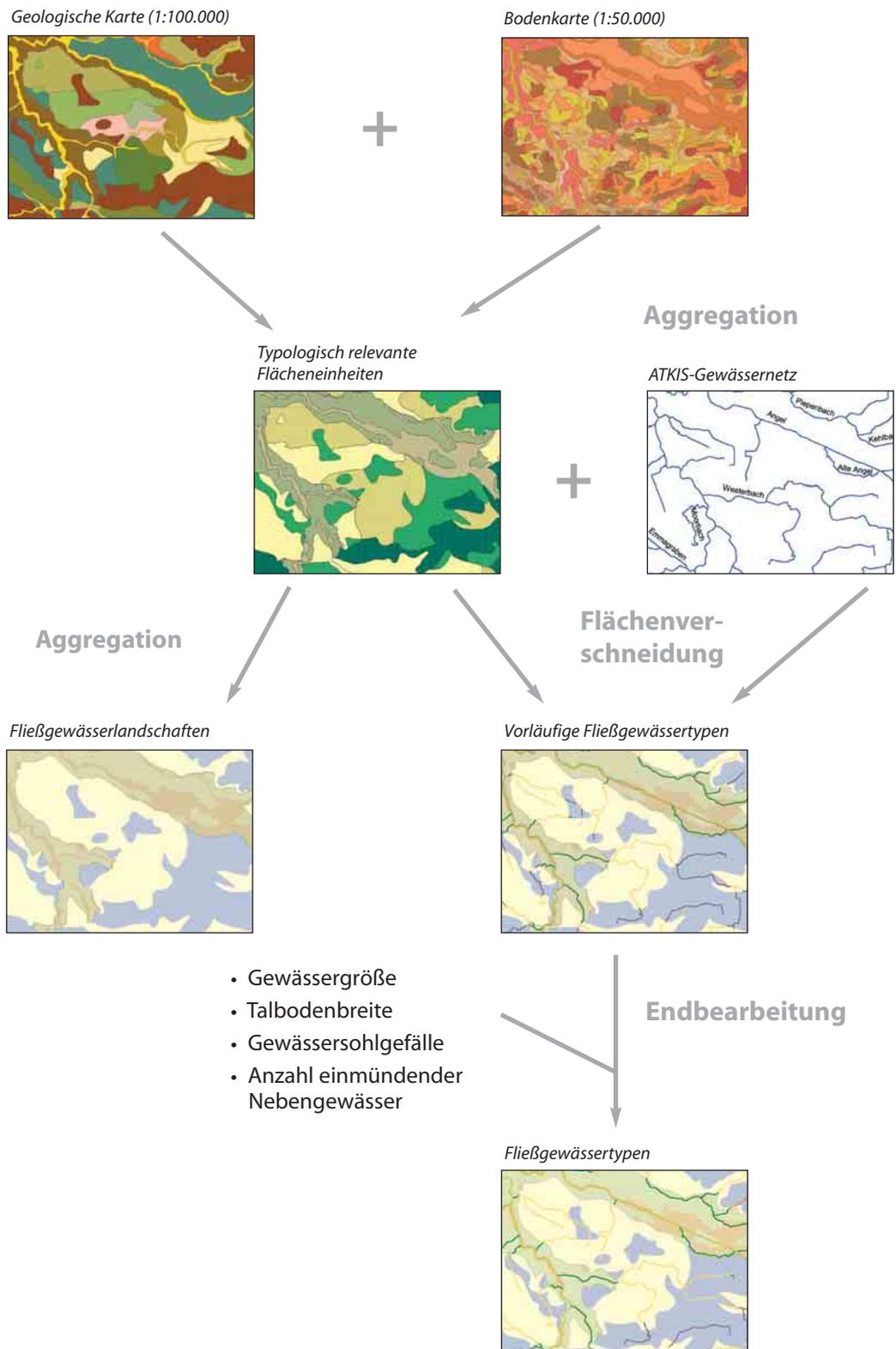


Abb. 3: Ablaufschema zur schrittweisen Erarbeitung der linienhaften Darstellung der Fließgewässertypen unter Verwendung verschiedener Grundlagenkarten und mit den Zwischenschritten Aggregation, Verschneidung und Endbearbeitung.

Tab. 1: Kriterien für die Typzuweisungen der Bachtypen in den Fließgewässerlandschaften des Silikatischen Grundgebirges und Schwach-karbonatischen Deckgebirges.

Kriterien für die Typzuweisung im Silikatischen Grundgebirge			
Gewässersohlgefälle	> 3,5 %	3,5 % bis 0,8 %	< 0,8 %
Talbodenbreite		< 150 m	≥ 150 m
Anzahl einmündender Nebengewässer	max. 1	< 3 – 5	> 3 – 5
Einzugsgebietsgröße		< 10 km ²	≥ 10 km ²
	↓	↓	↓
	Kerbtalbach	Kleiner Talauebach	Großer Talauebach
Kriterien für die Typzuweisung im Schwach-karbonatischen Deckgebirge			
Gewässersohlgefälle	≥ 0,8 %	< 0,8 %	
Talbodenbreite	< 150 m	≥ 150 m	
Anzahl einmündender Nebengewässer	< 3 – 5	≥ 3 – 5	
Einzugsgebietsgröße	< 10 km ²	≥ 10 km ²	
	↓	↓	
	Kleiner Talauebach	Großer Talauebach	

Eine Sonderrolle nehmen die *Organisch geprägten Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* ein, zu deren Identifizierung neben den Sohlgefällen noch Grundwasserflurabstandsangaben aus der Bodenkarte herangezogen werden mussten. Außerdem wurden alle Fließgewässer, die Übergangs- und Hochmoore durchfließen, generell diesem Typus zugeordnet.

In Bereichen mit hohen Grundwasserständen (aus BK 50) wird in Abhängigkeit von den Gewässersohlgefällen entschieden:

- im Tiefland:
Gewässersohlgefälle > 0,2 %; bei Gewässersohlgefällen < 0,2 % erfolgt die Zuweisung des betrachteten Gewässerabschnittes entsprechend der durchflossenen Fließgewässerlandschaft;
- im Mittelgebirge:
Gewässersohlgefälle < 3,5 %; bei Gewässersohlgefällen ≥ 3,5 % wird der Gewässerabschnitt dem Fließgewässertyp *Kerbtalbach des Grundgebirges*, *Kleiner Talauebach des Deckgebirges* bzw. *Colliner Bach* zugeordnet.

Über die erläuterte gewässertypologische Differenzierung hinaus wurden die Sohlgefälle und Größenparameter der Fließgewässer auch für die Ermittlung der prinzipiellen Verschleppbarkeit eines Fließgewässertyps aus einer Fließgewässerlandschaft in eine andere Fläche hinein berücksichtigt. Dazu sind sowohl die maßgeblichen Charakteristika der jeweiligen Fließgewässertypen als auch die spezifischen Flächeneigenschaften zu berücksichtigen.

So wurde z. B. davon ausgegangen, dass ein Bach, der in eine Karstfläche hineinfließt, unmittelbar als *Karstbach* einzustufen ist und auch nach seinem Austritt aus dieser Fläche noch für eine gewisse Strecke (deren Länge in erster Linie von der Gewässergröße abhängig ist) diesem Typ angehört. Gleiches gilt für den *Muschelkalkbach*. Im Gegensatz wurde eine Typverschleppung in Niederungsflächen hinein generell ausgeschlossen, da hier von einer vorrangigen Bedeutung der spezifischen hydrologischen Verhältnisse der Niederungen gegenüber allen anderen Faktoren ausgegangen wird. Daher wurde jedes kleine bis mittelgroße Fließgewässer, das in ein *Niederungsgebiet* hineinfließt, übergangslos als *Fließgewässer der Niederungen* ausgewiesen.

Ganz anders stellt sich die Situation bei den sand- oder kiesdominierten Gebieten des Tieflands dar. Hier wurden Verschleppungsstrecken sand- oder kiesgeprägter Fließgewässer in andere Flächen hinein jeweils in Abhängigkeit von den Gewässergrößen und Sohlgefällen ausgewiesen. Ebenso wurde mit Mittelgebirgstypen im Randbereich zum Tiefland verfahren.

Eine Verschleppung des Typs wurde dagegen beim *Collinen Bach* aus dem *Vorland des silikatischen Grundgebirges* heraus ausgeschlossen, da es sich selbst bereits um einen Übergangstypus zwischen Mittelgebirgs- und Tieflandfließgewässer handelt. Als ebenso verschleppungsfrei wurde auch das *Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften* eingestuft, bei dem trotz eines gewissen Austrags tonig-schluffigen Substrats in nicht lehmgeprägte Gebiete hinein andersartige Substrat- und Profilverhältnisse dominieren und daher typbestimmend sein dürften.

II.5 • 3.2.3 Ausweisung der Flusstypen und Flussabschnittstypen

Die Darstellung der Flusstypen und Flussabschnittstypen für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer wurde im Wesentlichen aus LUA (2001b) entnommen, dort findet sich auch eine ausführliche Methodenbeschreibung. Nachfolgend werden lediglich die wesentlichen Parameter und Inhalte der Karte der „Flusstypen und Flussabschnittstypen“ beschrieben sowie deren methodische Herleitung kurz erläutert. Die Gliederung entspricht dabei dem Aufbau der Kartenlegende.

Großlandschaft

Die Lage in der Großlandschaft Tiefland oder Mittelgebirge ermöglicht die Einordnung in den naturräumlichen Kontext. Hierbei ist zu beachten, dass insbesondere bei größeren Gewässern Einflüsse der oberen Einzugsgebiete weit in andere Naturräume hineinreichen können.

Die Großlandschaften sind auf der Karte als Flächen-signaturen unterlegt und basieren auf der „Karte der Fließgewässerlandschaften“ (LUA 1999a, b). Bei der Zuordnung zu einer Großlandschaft ist der zumeist fließende Übergang der Landschaftsräume zu berücksichtigen, der eine scharfe Trennung kaum oder nur selten möglich macht.

Sohlsubstrat

Das Sohlsubstrat wird durch das vorherrschende Größtkorn, d. h. die größte Korngrößenklasse, die einen Anteil von 15 % überschreitet, bzw. den organischen Anteil charakterisiert.

Das vorherrschende Größtkorn und damit das typologisch relevante Substrat werden kartographisch in Form von gewässerbegleitenden Farbbändern dargestellt. Die Farbe ermöglicht die Zuordnung des Substrates bzw. des Flusstyps, während die Breite des Bandes den Mittelwasserabfluss (in Klassen) visualisiert.

Neben den substratdeterminierten Flusstypen werden auf der Flussabschnittstypenkarte ergänzend relevante, jedoch nicht vorherrschende Substrate als farbige „Außenlinie“ dargestellt. Dies trifft insbesondere für organisch geprägte Flüsse zu, kleinräumig treten jedoch auch bei mineralisch geprägten Flüssen derart diversifizierte Substratbedingungen auf.

Für die Ermittlung der Substrattypen wurden im Wesentlichen Daten des Geologischen Landesamtes (heute Geologischer Dienst NRW) herangezogen. Sowohl die Daten aus den Kartenwerken GK 100 und BK 50 als auch Daten aus Schichtenverzeichnissen (rund 1000 Bohrungen in den Auen) wurden ausgewertet.

Für Rhein und Weser wurden die umfangreichen Beprobungen der Sohlen durch die Wasser- und Schifffahrtsverwaltungen hinzugezogen.

Lauftyp / Windungsgrad

Die Kombination von Lauftyp und Windungsgrad beschreibt den Flussabschnittstyp und ist in hohem Maße bewertungsrelevant. Der vorherrschende Lauftyp und Windungsgrad werden mit Hilfe von schematischen Piktogrammen auf der Karte ausgewiesen, die eine direkte Zuordnung zum jeweiligen Flussabschnitt ermöglichen (Abb. 4).

Grundlage für die Ausweisung von Lauftyp und Windungsgrad war die Auswertung der lokalen Gefälleverhältnisse, der Talbodenbreite sowie der abschnittsspezifischen Auswertung historischer Karten.

Für Laufabschnitte mit irreversiblen Veränderungen der naturräumlichen Rahmenbedingungen werden keine Abschnittstypen ausgewiesen, da diese im Einzelfall nur auf Grundlage der lokalen Gegebenheiten zu ermitteln sind. Für die Emscher konnten diese im Rahmen einer Einzelfallanalyse auf der Basis differenzierterer Grundlagen dennoch erstellt werden (EG 2002).

Abflusstyp

Die Benennung des Abflusstyps bzw. hydrologischen Typs erfolgt zur Dokumentation der typologischen Zuordnung. Der temporäre Abflusstyp (nur beim *Schottergeprägten Karstfluss des Deckgebirges*) ist in der Karte durch eine blaue Außenlinie des Substratbandes dargestellt.

Die Zuordnung der Abflusstypen erfolgt auf Grundlage von Pegelauswertung sowie der Berücksichtigung der geologischen Rahmenbedingungen auf Grundlage der GK 100.

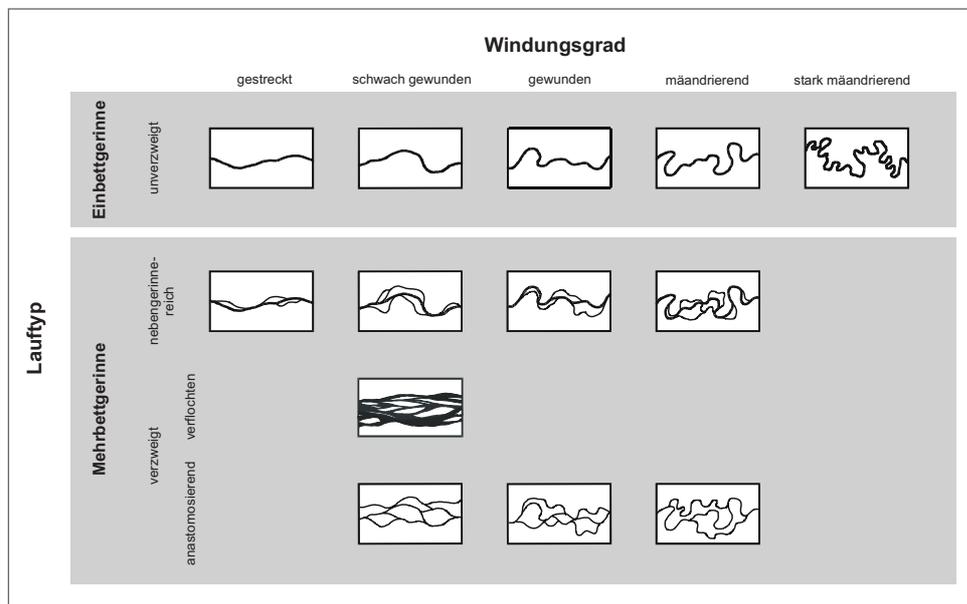


Abb. 4: Parameter der Flussabschnittstypen – Lauftyp und Windungsgrad.

II.5 • 4 Die Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens und ihre kartographische Darstellung

Nordrhein-Westfalen liegt im Übergang vom Norddeutschen Tiefland zur deutschen Mittelgebirgsschwelle und ist zu etwa gleichen Anteilen diesen Naturräumen zuzurechnen. Die Zuordnung der Fließgewässerlandschaften zum Tiefland oder zum Mittelgebirge richtet sich nach dieser Einteilung. Nordrhein-Westfalen lässt sich in zehn Fließgewässerlandschaften gliedern, die sich aufgrund ihrer naturräumlichen Gegebenheiten deutlich voneinander unterscheiden. Vier dieser Gewässerlandschaften kommen schwerpunktmäßig im Tiefland, sechs im Mittelgebirge vor.

Die Ausdehnung und der Flächenanteil dieser zehn Landschaften sind sehr unterschiedlich. Die Spanne reicht von sehr kleinflächigen Fließgewässerlandschaften wie den *Vulkangebieten* mit 71 km² Fläche bis zum *Silikatischen Grundgebirge* mit 9.444 km² Flächenanteil, das die größte Fließgewässerlandschaft Nordrhein-Westfalens darstellt (vgl. Tab. 2).

Unterschiedlich ist auch der Flächencharakter der Landschaften: Diese können als sehr kompakte, kaum zergliederte Fläche ausgebildet (*Silikatisches Grundgebirge, Vulkangebiete*) oder aber sehr stark eingeschnitten bis verinselt sein (*Sandgebiete; Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete*). Das zweite Erscheinungsbild tritt verstärkt im Tiefland auf und ist Ausdruck der bekannten Fleckenhaftigkeit der Norddeutschen Tiefebene; eher kompakte Fließgewässerlandschaften treten in den Mittelgebirgslagen auf.

Aufgrund der in diesem Projekt erfolgten GIS-gestützten Ausweisung der Fließgewässerlandschaften ergaben sich gegenüber der 1995 erstmalig nur für das Tiefland und 1999 für Tiefland- und Mittelgebirgsregion vorgelegten Karte „Fließgewässerlandschaften in Nordrhein-Westfalen“ (MURL 1995, LUA 1999a, b) eine Reihe von Unterschieden, die allerdings vor allem

Fließgewässerlandschaft	Fläche [km ²]	[%]
Tiefland		
Sandgebiete	4.169	12,2
Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete	3.956	11,6
Lössgebiete	3.752	11,0
Niederungsgebiete:	7.292	21,3
Sande und Kiese	4.186	12,3
sandige Lehme der Niederterrassen	2.061	6,0
schluffige Lehme der Auen	732	2,1
organische Substrate	313	0,9
Mittelgebirge		
Silikatisches Grundgebirge	9.444	27,7
Schwach-karbonatisches Deckgebirge	2.566	7,6
Verkarstete Kalkgebiete	1.795	5,3
Muschelkalkgebiete	683	2,0
Vorland des Silikatischen Grundgebirges	271	0,8
Vulkangebiete	71	0,2
Sonstige Flächen		
Rhein	80	0,2
Weser	8	0,0
Hoch- und Übergangsmoore	17	0,1

Tab. 2: Übersicht der Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens mit Angabe ihrer Fläche und des Anteils der Flächen an der Gesamtfläche des Landes auf der Grundlage der GIS-gestützten Analysen. Geordnet nach absteigender Flächengröße.

die Präzision der Grenzlinienziehung betreffen und die genaue Lage und Ausdehnung der Flächen der Landschaften. Diese sind nun wesentlich detaillierter abgebildet worden, als es beim Erstprodukt möglich war. Das Gesamtbild der nordrhein-westfälischen Fließgewässerlandschaften ist erhalten geblieben, substanzielle Änderungen haben sich nur in kleineren Teilen des Landes ergeben: So sind in der Niederrheinischen Bucht aufgrund der erweiterten Kenntnisse und anderen Methodik die Anteile der *Sandgebiete* und der *Lössgebiete* zugunsten der Fließgewässerlandschaft der *Verwitterungsgebiete*, *Flussterrassen* und *Moränengebiete* deutlich verändert worden, die in diesem Raum vorher nicht ausgewiesen war. Einen deutlich größeren Raum nehmen im Vergleich zur ersten Fassung die *Niederungsgebiete* ein, deren Grenzen durch GIS-gestützte Analysen wesentlich besser abzuleiten waren. Unter „Sonstige Flächen“ werden nun auch die aus den verwendeten geologischen und pedologischen Karten ablesbaren Flächen der Übergangs- und Hochmoore, die sich außerhalb der Flussniederungen finden, dargestellt.

Die Ausweisung großräumiger Gewässerlandschaften und ihre kleinmaßstäbliche Darstellung führen zwangsläufig zu einer Verallgemeinerung der natürlichen Verhältnisse. So lassen sich Übergänge zwischen den Fließgewässerlandschaften, hervorgerufen z. B. durch die unterschiedliche Mächtigkeit der Lössbedeckung, oder der kleinräumige Schichtwechsel im Mittelgebirge nicht immer trennscharf abbilden. Hinsichtlich der Ausdehnung und Grenzlinienziehung der Fließgewässerlandschaften wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese zwar nach dem Stand der Technik und des Wissens mit möglichst großer Präzision festgelegt wurden, dass aber, da diese auf der Aggregation verschiedener digitaler Informationsquellen und -ebenen basieren, keine unbegrenzte „Vergrößerung“ dieser Flächen und Grenzen mit dem Ziel einer genauen Abgrenzung für Zwecke der Einzelfallbetrachtung, z. B. für die lokale Gewässerplanung, möglich ist. Bei solchen Vorhaben ist stets eine eigene, auf kleinmaßstäbliche analoge oder digitale Karten zurückgehende Betrachtung vorzunehmen.

Die Fließgewässerlandschaft der „*Sandgebiete*“ (Abb. 5) ist von quartären Sandablagerungen geprägt, die als Flugdecksande oder als Schmelzwassersande (Sander) in mehr oder weniger mächtiger Lage dem Deckgebirge aufliegen. Die Sandgebiete sind hügelig oder flachwellig, teilweise sanft geneigt oder fast eben, dabei finden sich durch Sandverwehungen lokale Dünenbildungen. Als Bodentypen sind Podsol oder Podsolgley kennzeichnend. Der Kalkgehalt des Bodens ist von Natur aus gering bis mittel, die Böden und Gewässer sind in den *Sandgebieten* des Niederrheins oft silikatisch und dann tendenziell sauer, im Münsterländer Kreidebecken dagegen in der Regel karbonatisch. Vorherrschender Fließgewässertyp unter den Bächen ist das *Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen*. Ebenfalls charakteristisch, aber eher selten ist das *Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen*. Als Flusstyp tritt der *Sandgeprägte Fluss des Tieflandes* auf, selten der *Kiesgeprägte Fluss des Tieflandes*, der dann in der Regel seine Herkunft bereits aus dem Mittelgebirge hat (vgl. Tab. 3).



Abb. 5: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft Sandgebiete in Nordrhein-Westfalen.

Tab. 3: Fließgewässerlandschaften Nordrhein-Westfalens mit den häufigsten, darin vorkommenden Fließgewässertypen (aufgeführt nur Bäche), ihren Gesamt-Lauflängen und ihrem Anteil in der jeweiligen Landschaft (FGL). Fließgewässertypen mit einem Anteil unter 5 % sind nicht aufgeführt.

Fließgewässerlandschaft	verbreitete Fließgewässertypen	Länge [km]	Anteil an FGL [%]
Sandgebiete	• Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	2.241	78,1
	• Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete	238	8,3
	• Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	147	5,1
Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete	• Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete	1.759	58,8
	• Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	670	22,4
	• Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften	387	12,9
Lössgebiete	• Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften	1.552	84,0
	• Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete	130	7,0
Niederungsgebiete	• Fließgewässer der Niederungen	8.303	99,6
Silikatisches Grundgebirge	• Kleiner Talauebach im Grundgebirge	5.359	49,9
	• Kerbtalbach im Grundgebirge	4.138	38,5
	• Großer Talauebach im Grundgebirge	1.092	10,2
Schwach-karbonatisches Deckgebirge	• Kleiner Talauebach im Deckgebirge	1.872	75,2
	• Großer Talauebach im Grundgebirge	417	16,8
	• Muschelkalkbach	125	5,0
Verkarstete Kalkgebiete	• Karstbach	722	99,2
Muschelkalkgebiete	• Muschelkalkbach	348	98,5
Vorland des Silikatischen Grundgebirges	• Colliner Bach	269	93,7
Vulkangebiete	• Bach der Vulkangebiete	68	99,4

In der Fließgewässerlandschaft der „**Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete**“ (Abb. 6) sind drei morphogenetisch unterschiedliche Landschaftsräume aus pragmatischen Gründen zusammengefasst worden.

Der Gesamtraum ist einerseits von Sedimenten gekennzeichnet, die vor der Quartärzeit (Eiszeitalter) abgelagert wurden. Hierbei handelt es sich bei den Verwitterungsgebieten überwiegend um kreidezeitliche Sedimente. Diese stellen ein Festgestein dar, das als Schichtstufenland mit Plateaus und einer Folge von treppenförmigen Absätzen aus der umliegenden Landschaft herausgehoben ist. Die Reliefenergie ist somit besonders an den Rändern dieser Gewässerlandschaft bedeutend größer als in den anderen Gewässerlandschaften des Tieflandes. Als Verwitterungsprodukt des Gesteins sind die Bodentypen Braunerde, Rendzina und Pseudogley charakteristisch. Der Kalkgehalt ist mäßig bis hoch. Verwitterungsgebiete sind die Eckpfeiler des Kernmünsterlandes: die Baumberge im Nordwesten, die Beckumer Berge im Südosten und die Lipper Höhen im Südwesten.

Einen ähnlichen Charakter in Hinblick auf Reliefenergie, Sohlsubstratprägung und Landschaftsbild haben die glaziofluvial entstandenen Flussterrassen, v. a. des Niederrheins sowie kleinräumig der Maas. Wie der Grundwasserstand und das Landschaftsrelief wechselt die reale Nutzung der Landschaft in beiden Großformen kleinräumig: Auf kleiner Fläche liegen Waldgebiete, Grünland und Ackerflächen nebeneinander.

Dieser Fließgewässerlandschaft angegliedert wurden Flächen, die in den geologischen Karten als Grundmoränen ausgewiesen sind. Diese Zusammenfassung wurde auch in einer Aufstellung der Fließgewässerlandschaften für das gesamte Norddeutsche Tiefland vorgenommen (vgl. SOMMERHÄUSER & SCHUHMACHER 2002). Die Grundmoränen sind durch Mergel, Schluff und Ton

gekennzeichnet und können sandige, kiesige bzw. steinige Beimengungen aufweisen. Sie finden sich v. a. im Zentrum des Kernmünsterlandes (zwischen Baumbergen, Beckumer Bergen und Lipper Höhen) sowie östlich der rechtsrheinischen Hauptterrasse (z. B. Kreis Borken).

Betrachtet man alle drei Teilräume zusammen, ist das *Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete* der häufigste Fließgewässertyp; sein Verbreitungsschwerpunkt liegt in den Verwitterungsgebieten und Teilen der Flussterrassen von Rhein und Maas. In den von Grundmoränenresten geprägten Teilräumen dieser Fließgewässerlandschaft finden sich in reliefärmeren Bereichen das *Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen*, in den reliefreicheren das *Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete* sowie das *Lösslehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften*. Flüsse sind in dieser nur kleinere zusammenhängende Flächen ausbildenden Fließgewässerlandschaft selten; vereinzelt tritt der *Kiesgeprägte Fluss des Tieflandes* auf. In sandigen, weit in diese fleckenhafte Landschaft eingreifenden Talungen findet sich häufiger der *Sandgeprägte Fluss des Tieflandes*.

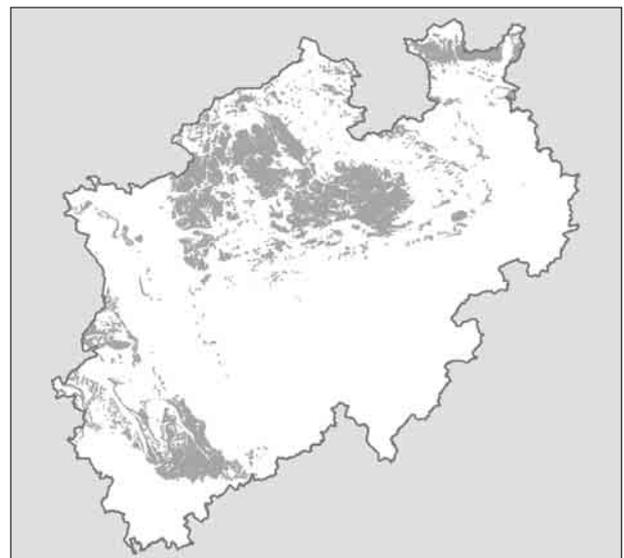


Abb. 6: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete in Nordrhein-Westfalen.

Die Fließgewässerlandschaft der „**Lössgebiete**“ (Abb. 7) ist von tonig-schluffigen, äolischen Ablagerungen der Eiszeit geprägt. Die Lösszone erstreckt sich als ebene, sanft geneigte Fläche im Vorland der Mittelgebirge. Kennzeichnender Bodentyp ist die Braunerde mit mittlerem bis hohem Kalkgehalt. Zu den *Lössgebieten* gehören große Teile der Niederrheinischen Bucht, der Westenhellweg und die Hellwegbörden.

Charakteristischer Fließgewässertyp ist das *Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaft*. Vereinzelt findet sich das *Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete* und sehr selten das *Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen*. Als Flusstyp treten der *Lehmgeprägte Fluss des Tieflandes* und aufgrund der Stauwirkung der Böden auch der *Organisch geprägte Fluss des Tieflandes* auf. Als mittelgebirgsbürtiger „Fremdlingfluss“ findet sich in der Niederrheinischen Bucht der *Kiesgeprägte Fluss des Tieflandes*.

Die Fließgewässerlandschaft der „**Niederungsgebiete**“ (Abb. 8) ist durch holozäne Flussablagerungen (Auelehm, Niedermoor) gekennzeichnet. Niederungsgebiete begleiten als ausgedehnte Schwemmebenen die großen Flussläufe und ihre Nebengewässer. Hauptsächlich vorkommende Bodentypen sind Gley, Anmoorgley und Niedermoor. Der Kalkgehalt wird in hohem Grad von der

Beschaffenheit des Grundwassers in den benachbarten Gewässerlandschaften beeinflusst. *Niederungsgebiete* sind weite Teile des nordrhein-westfälischen Tieflandes, wie z. B. die ausgedehnten Ebenen von Ems, Lippe und Emscher und weiterer Flüsse. Aber auch im Mittelgebirge tritt diese Gewässerlandschaft als schmales Band entlang einzelner Flüsse auf, z. B. an Rur, Ruhr und Werre.

Aufgrund der neuen Analyseverfahren können für die *Niederungsgebiete* Substratcharakteristika angegeben werden, die sich in den Substraten der hier verlaufenden Bäche potenziell abbilden, sofern diese nicht durch den Ausbauzustand überformt sind. Es können bei den *Niederungsgebieten* vier Substrattypen unterschieden werden:

- Sande und Kiese der Niederungen,
- schluffige Lehme der Auen, meist über Sanden und Kiesen,
- sandige Lehme der Niederterrassen, meist über fein- bis grobsandigen oder sandig-kiesigen Substraten und
- organische Substrate der Niederungen (Nieder-, Übergangs- und Hochmoore).

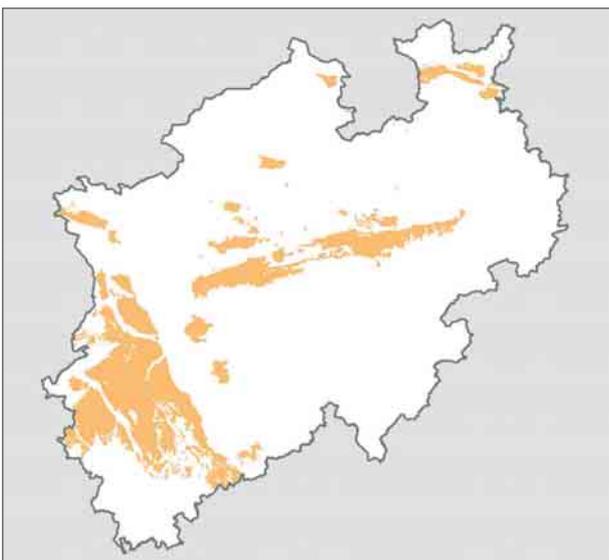


Abb. 7: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft Lössgebiete in Nordrhein-Westfalen.

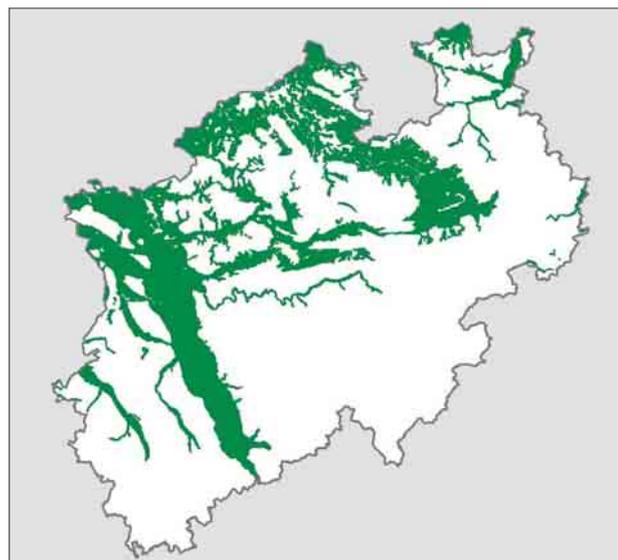


Abb. 8: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft Niederungsgebiete in Nordrhein-Westfalen.

Einzig vorkommender Fließgewässertyp ist das *Fließgewässer der Niederungen* (in den verschiedenen angegebenen Sohlsubstratausprägungen), das nur in der Größenordnung des Baches auftritt. Die in den Niederungen gelegenen Flussläufe werden in der Regel als (historisch) niederungsbildend angesehen und stellen einen jeweils eigenen Typ aus der Gruppe der Flusstypen dar (s. Kap. II.5 • 5.2, 5.4), von denen verschiedene Typen des Tieflandes oder Mittelgebirges vorkommen können.

Die Fließgewässerlandschaft des „**Silikatischen Grundgebirges**“ (Abb. 9) zeichnet sich durch das Vorkommen von sauren, metamorphen Gesteinen, hauptsächlich Tonschiefern aus dem Devon und Karbon, aus. Die daraus hervorgehenden Braunerden weisen einen geringen bis mäßigen Kalkgehalt auf. Die reich gegliederte Landschaft wird von einem fein verästelten, dichten Gewässernetz durchzogen, dessen Ausbildung durch die hohen Niederschläge, das steile Relief und die geringe Durchlässigkeit des Untergrundes begünstigt wird. Die Abflussspenden sind dementsprechend hoch. Das *Silikatische Grundgebirge* nimmt von allen Fließgewässerlandschaften den größten Flächenanteil ein. Es umfasst große Teile des Süderberglandes und der Eifel.

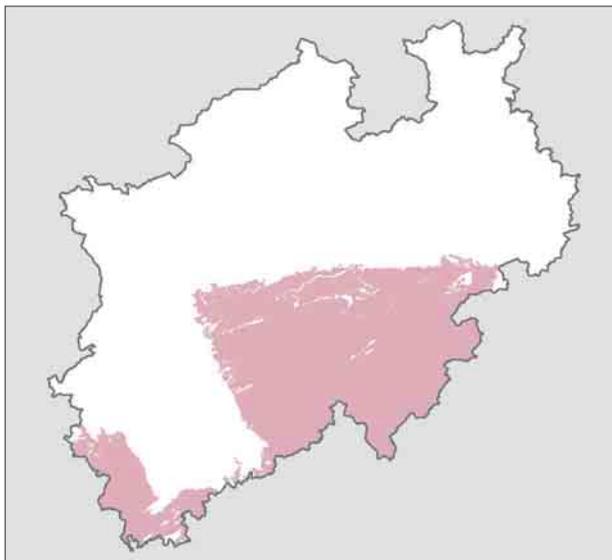


Abb. 9: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft Silikatisches Grundgebirge in Nordrhein-Westfalen.

Verbreitete Fließgewässertypen sind (in der Reihenfolge ihres längszönotischen Auftretens) der Kerbtalbach im Grundgebirge, der Kleine Talauebach im Grundgebirge und der Große Talauebach im Grundgebirge. In vermoorten Bachoberläufen findet sich auch im Mittelgebirge vereinzelt bei hohen Grundwasserständen das Organisch geprägte Fließgewässer (der Sander und sandigen Aufschüttungen). Dieses hat zwar seinen Verbreitungsschwerpunkt klar im Tiefland, tritt unter vergleichbaren geomorphologischen und hydrologischen Bedingungen jedoch auch in höheren Lagen auf, wenn auch mit einer variierten biozönotischen Zusammensetzung. Einzig Flusstyp ist der Schottergeprägte Fluss des Grundgebirges.

Die Fließgewässerlandschaft „Vorland des Silikatischen Grundgebirges“ (Abb. 10) besteht aus einem Mosaik von mesozoischen und devonischen Gesteinen, unter denen Sandsteine sowie Ton- und Mergelsteine dominieren. Ihre flachwelligen Geländeformen heben sich gegenüber den reliefreichen, tief zertalten Schiefergebieten des Silikatischen Grundgebirges im Süden und Südwesten deutlich ab und leiten als „schräge Rampe“ in die Gewässerlandschaften des Tieflandes über. Der Kalkgehalt der Böden wechselt kleinräumig in Abhängigkeit vom Ausgangsgestein. Die geringen Niederschlagsmengen von 600 – 700 mm sind bedingt durch die Lage im Regenschatten des Hohen Venn. Soweit die Einzugsgebiete der Fließgewässer innerhalb des Vor-



Abb. 10: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft Vorland des Silikatischen Grundgebirges in Nordrhein-Westfalen.

landes des Silikatischen Grundgebirges liegen, sind ihre Abflussspenden niedrig. Nördliche Randgebiete der Eifel sowie Teile der Voreifel bilden das Vorland des Silikatischen Grundgebirges. Charakteristischer Fließgewässertyp ist der Colline Bach.

Die Fließgewässerlandschaft der „**Vulkangebiete**“ (Abb. 11) ist durch tertiären Vulkanismus geprägt. Harte verwitterungsbeständige Ergussgesteine (Basalt, Latit, Trachyt) bilden den Kern der steil aufragenden Bergkegel, die von einer Decke aus weichen Trachyttuffen ummantelt werden. Die Nähe zur tief liegenden Erosionsbasis des Rheins begünstigt die Ausbildung tief eingeschnittener Täler. Der Kalk- und Basengehalt der Braunerden ist mäßig und liegt nur im Bereich basischer Magmatite höher. Durch die Lage im Regenschatten der Eifel sind die Abflussspenden gering. Die Verbreitung der *Vulkangebiete* beschränkt sich in Nordrhein-Westfalen auf das Siebengebirge.

Charakteristischer Fließgewässertyp ist der *Bach der Vulkangebiete*.



Abb. 11: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft Vulkangebiete in Nordrhein-Westfalen.

Die Fließgewässerlandschaft des „**Schwach-karbonatischen Deckgebirges**“ (Abb. 12) ist durch eine Vielzahl mesozoischer Sedimentgesteine geprägt. Die Ausbildung der vielgestaltigen Geländeformen beruht auf der intensiven Beanspruchung der Gesteine während der saxonischen Gebirgsbildung (Hebung, Senkung und Überschiebung von Schichten, Bruchschollenbildung) und reicht daher von steilen Schichtrippen über Berg- und Hügelländer bis hin zu Gräben und Mulden. Der Kalk- und Basengehalt der dominierenden Mergel- und Tonsteine ist mäßig, im Sandstein gering. Die Lage der Bergkämme führt zu einer unausgeglichene Niederschlagsverteilung mit hohen Niederschlägen entlang des Teutoburger Waldes und Eggegebirges und geringeren Niederschlägen in den östlich anschließenden Berg- und Hügelländern. Dies macht sich durch eine von Westen nach Osten abnehmende Gewässernetzdichte bemerkbar.

Das *Schwach-karbonatische Deckgebirge* ist vor allem im Nord-Westen glazial beeinflusst. Löss bedeckt fleckhaft das Festgestein und beeinflusst je nach Mächtigkeit der Auflage und der Steilheit des Reliefs die Gewässermorphologie. Da im Unterschied zu den durchweg gefällearmen *Lössgebieten* des Tieflandes im Mittelgebirge höhere Gefälle auftreten und die Gewässersohle regelmäßig gröberes Geschiebe enthält, wurden die lössbeeinflussten Gebiete im *Schwach-karbonatischen Deckgebirge* nicht als eigenständige Fließgewässerland-



Abb. 12: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft Schwach-karbonatisches Deckgebirge in Nordrhein-Westfalen.

schaft ausgewiesen. Das *Schwach-karbonatische Deckgebirge* nimmt einen Großteil des Weserberglandes (Ravensberger Hügelland, Lipper Bergland, Steinheimer und Warburger Börde) ein.

Ähnlich wie im *Silikatischen Grundgebirge* lösen sich in längszönotischer Reihenfolge zwei Fließgewässertypen ab, der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* und der *Große Talauebach im Deckgebirge*, vereinzelt findet sich auch hier das *Organisch geprägte Fließgewässer* (der Sander und sandigen Aufschüttungen). Kennzeichnender Flusstyp ist der *Kiesgeprägte Fluss des Deckgebirges*. Als Einzelfall tritt für die Weser der Stromtyp des *Schottergeprägten Stroms des Deckgebirges* auf, der in den anschließenden, sandigen Tieflandbereichen seine Grobsubstratprägung als *Kiesgeprägter Strom des Tieflandes* beibehält.

Die Fließgewässerlandschaft der **„Muschelkalkgebiete“** (Abb. 13) wird durch die Eigenschaften der mesozoischen Karbonatgesteine geprägt. Die verwitterungsbeständigen Kalksteine ragen als Schwellen (z. B. Brakeler Schwelle) aus weichen Keuperschichten heraus. Kennzeichnende Bodentypen der *Muschelkalkgebiete* sind Rendzinen und basen- und kalkreiche Braunerden. Durch Karsterscheinungen im Untergrund ist die Quell- und Gewässernetzdichte gering. Viele Bäche entspringen daher im angrenzenden *Schwach-karbonatischen Deckgebirge* und treten in

ihrem Verlauf in die Gewässerlandschaft der *Muschelkalkgebiete* ein. Die Fließgewässerlandschaft der *Muschelkalkgebiete* ist im Oberen Weserbergland verbreitet, mit einem Kerngebiet im Bereich der Brakeler Schwelle. Charakteristischer Fließgewässertypus ist der *Muschelkalkbach*, Flüsse treten in dieser kleinräumigen Landschaft, die kaum größere zusammenhängende Flächen ausbildet, nicht auf.

Die Fließgewässerlandschaft der **„Verkarsteten Kalkgebiete“** (Abb. 14) zeichnet sich durch das Vorkommen klüftiger Kalkgesteine aus. Der Kalk- und Basengehalt der vorherrschenden Bodentypen Rendzina und Braunerde ist hoch. Die Landschaft ist eben bis hügelig, aber durch tief eingeschnittene Kastentäler gegliedert. Die Gewässernetzdichte der *Verkarsteten Kalkgebiete* ist sehr gering, da ein Großteil der Niederschläge im unterirdischen Kluftwassersystem fließt. Viele Fließgewässer werden als „Fremdlingsgewässer“ durch Zuflüsse aus angrenzenden Gewässerlandschaften gespeist. Zu den *Verkarsteten Kalkgebieten* zählen die Paderborner Hochfläche, der Südwestrand des Teutoburger Waldes und die Massenkalkinseln des Rheinischen Schiefergebirges.

Kennzeichnende Fließgewässertypen sind der *Karstbach* und der *Schottergeprägte Karstfluss des Deckgebirges*, die ihre morphologischen und hydrologischen Charakteristika noch weit in die angrenzenden Landschaften hineinragen.



Abb. 13: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft *Muschelkalkgebiete* in Nordrhein-Westfalen.

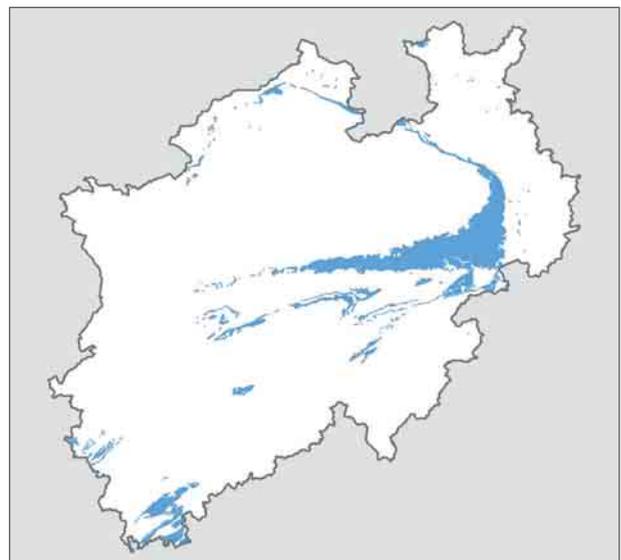


Abb. 14: Verbreitung der Fließgewässerlandschaft *Verkarstete Kalkgebiete* in Nordrhein-Westfalen.

II.5 • 5 Übersicht über die Fließgewässertypen in Tiefland- und Mittelgebirge

Die Fließgewässertypologie des Landes Nordrhein-Westfalen wurde in drei Schritten erarbeitet: Zunächst wurden eine Bachtypologie und Leitbildbeschreibungen für die Tieflandregion erarbeitet (MURL 1995), für den Mittelgebirgsraum folgten die Typologie der Mittelgebirgsbäche und die Beschreibungen ihrer Leitbilder nach, die zusammen mit einer leicht überarbeiteten Fassung der Tieflandbachtypologie 1999 umfassend veröffentlicht wurden (LUA 1999a,b). Etwa zeitgleich mit der Erstellung des Fließgewässertypenatlas wurden die Flüsse des Landes typologisch bearbeitet (LUA 2001a,b), so dass nun für alle Fließgewässer des Landes eine ausführliche und flächendeckende Gewässertypologie einschließlich der linienhaften Verbreitung aller Fließgewässertypen vorliegt – erstmalig für ein Bundesland. Diese Fließgewässertypologie deckt alle Größenordnungen vom kleinen bis zum großen Bach sowie vom kleinen bis zum großen Fluss ab. Ausdrücklich aufgenommen sind Quellen und sehr kleine Quellbäche (Quellabläufe). Für die beiden Ströme des Landes, Rhein und Weser, wurden im Zuge der Erstellung von Leitbildern für die Strukturgütekartierung morphologische Leitbilder erstellt (IHLEN, in Vorbereitung, KOENZEN 2001), die im Fließgewässertypenatlas entsprechend ausgewiesen sind.

In diesem Begleittext zum digitalen Fließgewässertypenatlas werden die Bach- und Flusstypen in ihren Grundzügen beschrieben; diese Darstellungen beschränken sich auf die wesentlichen morphologischen Eigenschaften, den physiko-chemischen Charakter des Wassers und die kennzeichnende aquatische Vegetation. Zusätzlich wird der jeweilige Typus mit einem charakteristischen Foto visualisiert. Ausführliche Beschreibungen finden sich in den bisher erschienenen einschlägigen Schriften des Landesumweltamtes und in weiteren fachwissenschaftlichen Veröffentlichungen (s. Tab. 4).

Nicht dargestellt werden in diesem Text z. B. das Typensystem, die methodische Ableitung der verschiedenen Typen und ihre biozönotische Ausstattung. Auch die hydrologischen Varianten der Typen (z. B. „sommertrocken, ephemer, grundwassergeprägt“) werden nicht näher ausgeführt. Diese, bei allen nordrhein-westfälischen Fließgewässertypologien berück-

sichtigte, so genannte „hydrologische Ebene“, die für die Ausprägung der Lebensgemeinschaften mit entscheidend ist, wird hier nicht als eigenes Thema behandelt, da der Schwerpunkt entsprechend der möglichen technischen Vorgehensweise bei der Erstellung des Fließgewässertypenatlas ein geomorphologischer ist.

Diese „räumliche“ Ebene umfasst „sichtbare“ Eigenschaften der Gewässer wie z. B. die Sohlsubstrate und die Talformen und wird im Tiefland als geologisch-pedologische, im Mittelgebirge als geologisch-längszonale Ebene bezeichnet. Die Hydrologie der Bäche wird als „funktionale“ Ebene bezeichnet.

Im Tiefland spiegeln sich vor allem die Verhältnisse der Geologie und der Böden in den Sohlsubstraten der Bäche wider. In jeder der vorwiegend nach geologisch-pedologischen Gesichtspunkten ausgewiesenen Fließgewässerlandschaften des Tieflandes hat deshalb mindestens ein Bachtyp („Sohlsubstrattyp“) seinen Verbreitungsschwerpunkt. Umgekehrt ist ein Typ allerdings nur selten auf eine Landschaft beschränkt, sondern kann in mehreren Landschaften, dann jedoch oft nur vereinzelt, vorkommen. Das *Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* ist als Extremfall in fünf Fließgewässerlandschaften des Tieflandes bzw. des Mittelgebirges häufig verbreitet (s. Tab. 5), wenn in diesen die lokalen geomorphologischen und gegebenenfalls hydrologischen Bedingungen dies (kleinräumig) ermöglichen. Es ist die Leistung der genauen digitalen Analyse und Darstellung der Fließgewässerlandschaften und -typen, dass auch solche seltenen bzw. teils einmaligen Erscheinungen exakt abgebildet werden.

Im Mittelgebirge spielt neben den Verhältnissen der Geologie die Längszonierung der Bäche bei der Typisierung eine bedeutende Rolle. Sie findet in unterschiedlichen Gefälleverhältnissen und Talformen eines Gewässers Ausdruck. Wo es für die Beschreibung der Leitbilder notwendig erschien, wurde eine längszonale Gliederung innerhalb der Gewässerlandschaften vorgenommen. In den neun Bachtypen des Mittelgebirges sind die wichtigsten geologisch-längszonalen Typen zusammengefasst (vgl. Tab. 6).

Fließgewässertypen und weiterführende Literatur

Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen

LUA (1999b), MURL (1995), Podraza et al. (2000), Pottgiesser & Sommerhäuser (2000), Pottgiesser et al. (1999), Sommerhäuser (1998), Sommerhäuser (2001), Sommerhäuser & Klausmeier (1999), Sommerhäuser & Timm (1997), Timm & Sommerhäuser (1993)

Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen

LUA (1999b), MURL (1995), Podraza et al. (2000), Pottgiesser & Sommerhäuser (2000), Pottgiesser et al. (1999), Sommerhäuser (1998), Sommerhäuser (2001), Sommerhäuser & Klausmeier (1999), Sommerhäuser & Timm (1997), Timm & Ohlenforst (1994), Timm & Sommerhäuser (1993)

Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete

LUA (1999b), MURL (1995), Podraza et al. (2000), Pottgiesser & Sommerhäuser (2000), Pottgiesser et al. (1999), Sommerhäuser (1998), Sommerhäuser (2001), Sommerhäuser & Klausmeier (1999), Sommerhäuser & Timm (1997), Timm & Sommerhäuser (1993)

Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften

Foltyn et al. (1996), Foltyn (2000), LUA (1999b), MURL (1995), Podraza et al. (2000), Pottgiesser & Sommerhäuser (2000), Pottgiesser et al. (1999), Sommerhäuser (2001), Sommerhäuser & Klausmeier (1999), Sommerhäuser & Timm (1997)

Fließgewässer der Niederungen

LUA (1999b), MURL (1995), Podraza et al. (2000), Pottgiesser & Sommerhäuser (2000), Pottgiesser et al. (1999), Sommerhäuser (2001), Sommerhäuser & Klausmeier (1999), Sommerhäuser & Timm (1997)

Organisch geprägter Fluss des Tieflandes

Ehlert et al. (2002), Koenzen et al. (2000), LUA (2001b), Pottgiesser & Ehlert (2002)

Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes

Ehlert et al. (2002), Koenzen et al. (2000), LUA (2001b), Pottgiesser & Ehlert (2002)

Sandgeprägter Fluss des Tieflandes

Ehlert et al. (2000, 2002), Koenzen et al. (2000), LUA (2001b), Pottgiesser & Ehlert (2002)

Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes

Ehlert et al. (2002), Koenzen et al. (2000), LUA (2001b), Pottgiesser & Ehlert (2002)

Kerbtalbach im Grundgebirge

Ehlert et al. (1999), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Kleiner Talauebach im Grundgebirge

Ehlert et al. (1999), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Großer Talauebach im Grundgebirge

Ehlert et al. (1999), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Colliner Bach

Ehlert et al. (1999), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Bach der Vulkangebiete

Ehlert et al. (1999), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Kleiner Talauebach im Deckgebirge

Ehlert et al. (1999), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Großer Talauebach im Deckgebirge

Ehlert et al. (1999), Lorenz (2000), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Muschelkalkbach

Ehlert et al. (1999), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Karstbach

Ehlert et al. (1999), LUA (1999b), Podraza et al. (2000)

Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges

Ehlert et al. (2002), Koenzen et al. (2000), LUA (2001b)

Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges

Ehlert et al. (2002), Koenzen et al. (2000), LUA (2001b)

Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges

Ehlert et al. (2002), Koenzen et al. (2000), LUA (2001b)

Kiesgeprägter Strom des Tieflandes (Abschnittstyp Rhein)

Brunotte & Ihben (2001), Ihben (2000, in Vorbereitung)

Schottergeprägter Strom des Deckgebirges (Abschnittstyp Weser)

Koenzen (2001)

Tab. 4: Übersicht über die 23 Fließgewässertypen mit Hinweisen auf weiterführende Literatur.

Tab. 5: Häufigste Verbreitung der 14 Bachtypen Nordrhein-Westfalens in den 10 Fließgewässerlandschaften des Landes in absteigender Häufigkeit des Vorkommens.

Fließgewässertyp	Verbreitung in Fließgewässerlandschaften
Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	<ul style="list-style-type: none"> • Sandgebiete • Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete • Schwach-karbonatisches Deckgebirge • Lössgebiete • Silikatisches Grundgebirge
Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	<ul style="list-style-type: none"> • Sandgebiete • Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete
Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete • Sandgebiete • Lössgebiete
Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Lössgebiete • Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete
Fließgewässer der Niederungen	<ul style="list-style-type: none"> • Niederungsgebiete • Sandgebiete
Kerbtalbach im Grundgebirge	<ul style="list-style-type: none"> • Silikatisches Grundgebirge
Kleiner Talauebach im Grundgebirge	<ul style="list-style-type: none"> • Silikatisches Grundgebirge
Großer Talauebach im Grundgebirge	<ul style="list-style-type: none"> • Silikatisches Grundgebirge • Lössgebiete • Sandgebiete
Colliner Bach	<ul style="list-style-type: none"> • Vorland des Silikatischen Grundgebirges
Bach der Vulkangebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Vulkangebiete
Kleiner Talauebach im Deckgebirge	<ul style="list-style-type: none"> • Schwach-karbonatisches Deckgebirge
Großer Talauebach im Deckgebirge	<ul style="list-style-type: none"> • Schwach-karbonatisches Deckgebirge
Muschelkalkbach	<ul style="list-style-type: none"> • Muschelkalkgebiete • Schwach-karbonatisches Deckgebirge
Karstbach	<ul style="list-style-type: none"> • Verkarstete Kalkgebiete • Silikatisches Grundgebirge

Tab. 6: Die Bach-, Fluss- und Stromtypen Nordrhein-Westfalens mit Angabe ihrer Lauflänge und des Anteils der Lauflänge am Gesamtließgewässernetz. Geordnet nach abnehmender Lauflänge.

Fließgewässertyp	Länge [km]	[%]
Tiefland		
Fließgewässer der Niederungen	8.509	25,3
Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	2.939	8,7
Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete	2.134	6,3
Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaft	1.975	5,9
Sandgeprägter Fluss des Tieflandes	869	2,6
Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen	368	1,1
Kiesgeprägter Strom des Tieflandes	262	0,8
Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes	239	0,7
Organisch geprägter Fluss des Tieflandes	154	0,5
Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes	53	0,2
Mittelgebirge		
Kleiner Talauebach im Grundgebirge	5.418	16,1
Kerbtalbach im Grundgebirge	4.148	12,3
Kleiner Talauebach im Deckgebirge	1.909	5,7
Großer Talauebach im Grundgebirge	1.127	3,4
Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges	959	2,9
Karstbach	901	2,7
Muschelkalkbach	495	1,5
Großer Talauebach im Deckgebirge	433	1,3
Colliner Bach	275	0,8
Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges	175	0,5
Bach der Vulkangebiete	91	0,3
Schottergeprägter Strom des Deckgebirges	75	0,2
Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges	55	0,2
Summe	33.562	100

II.5 • 5.1 Bachtypen des Tieflandes

Organisch geprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen

Das *Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* (Bild 1) besitzt eine Sohle aus Torf, Detritus, Holz und anderen organischen Materialien. Es ist tendenziell sauer und führt weiches, dystrophes, durch Huminstoffe oft bräunlich gefärbtes Wasser. Kennzeichnende Talform ist das Sohlenauental, auf dessen flacher Sohle der Bach unregelmäßige, untereinander verbundene Laufrinnen (Anastomosen) bildet.

Das Bachbett stellt einen in Tiefe und Breite variierenden Kasten dar, auf weiten Abschnitten ist der Wasserkörper im Verhältnis zur Breite recht tief. Längere tiefe Abschnitte wechseln mit kurzen, schnell überrieselten Flachstellen an Erlenwurzeln, Moospolstern oder Holzbarrieren ab. Kennzeichnend für das organisch geprägte Fließgewässer ist, dass der Wasserspiegel bei Mittelwasser nur ganz geringfügig unter Flur liegt, so dass jedes Hochwasser die gesamte Talsohle überflutet. Erosionen des Bachbettes kommen kaum vor.

Das organisch geprägte Fließgewässer ist besonders eng mit seiner Aue verzahnt, die als Erlen- oder Birkenbruchwald ausgebildet ist (*Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*). Im Unterwuchs sind Torfmoose (*Sphagnum* spp.) und Kleinseggen (*Carex* spp.) sowie der Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*) aspektbildend. Im Bach

erreicht das Knöterichlauchkraut (*Potamogeton polygonifolius*) stellenweise hohe Deckungsgrade, daneben sind das Weichwassermoos (*Scapania undulata*), die flutende Moorbirse (*Isolepis fluitans*) oder der Wasserschwaden (*Glyceria fluitans*) anzutreffen.

Das organisch geprägte Fließgewässer hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in der Fließgewässerlandschaft der *Sandgebiete*, es kommt aber bei gegebenen morphologischen Rahmenbedingungen (z. B. hohe Grundwasserstände, Sohlental) auch in allen anderen Fließgewässerlandschaften des Tieflandes (außer den *Niederungsgebieten*) vor sowie vereinzelt in zwei Landschaften des Mittelgebirgsraumes (*Schwach-karbonatisches Deckgebirge* und *Silikatisches Grundgebirge*).

Dieser Bachtyp ist fast ausschließlich als kleines Gewässer mit einer Lauflänge von maximal ca. fünf Kilometern ausgebildet.

Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen

Das *Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* besitzt überwiegend eine Sohle aus stabil gelagertem Sand. Das Wasser kann in bestimmten Teilräumen weich und kalkarm sein und leicht sauer bis neutral; es ist in der Regel nährstoffarm und klar. Auf dem Boden eines mehr oder weniger ausgeprägten Sohlentales bildet das sandgeprägte Fließgewässer Mäander mit steilen Prallhängen und flach ansteigenden Gleithängen aus (Bild 2).

Die Wassertiefe im kastenförmigen Bachbett des sandgeprägten Fließgewässers ist durchschnittlich flach, jedoch gibt es regelmäßig Tiefenrinnen im Stromstrich der Mäander sowie Sandbänke und Kolke im Bereich von Strömungshindernissen. Der Mittelwasserspiegel liegt 0,5 – 1,0 m unter dem Geländeniveau. Nur während höherer Hochwässer vermag es sein Bett zu verlassen und Sand im Auenbereich abzulagern. Jedoch ist eine lebhaftere Verlagerung des Laufs (Seitenerosion) mit Uferabbrüchen, Mäanderdurchbrüchen und Laufabschnürungen von Altarmen kennzeichnend.

Entlang des *Sandgeprägten Fließgewässers der Sander und sandigen Aufschüttungen* ist ein Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald oder ein Eichen-Hainbuchenwald ausgebildet, jeweils in krautarmer Variante. Charakteristische Pflanzen im Fließgewässer sind der Wasserhahnenfuß (*Ranunculus peltatus*), die Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) und die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*). Der Schwerpunkt der Verbreitung dieses Typus liegt in der Fließgewässerlandschaft der *Sandgebiete*, bei geringer Geländeneigung kommt er auch in den sandreicheren Bereichen vor allem der *Flussterrassen und Moränengebiete* vor.

Kiesgeprägtes Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete

Das *Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete* (Bild 3) besitzt eine Sohle aus überwiegend fein- bis grobkiesigem Material mit mehr oder weniger großen Bei-

mengungen von Sand. Es ist tendenziell neutral bis leicht basisch und hat kalkreiches und gut gepuffertes, nährstoffreicheres klares Wasser. Kennzeichnende Talformen sind Mulden- oder Sohlen-Auentäler, an deren Grund der Bach bei größerem Gefälle gestreckt, bei kleinerem Gefälle geschlängelt verläuft.

Das Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete weist im Querprofil eine Kastenform und im Längsverlauf eine unregelmäßige Uferlinie auf. Prall- und Gleithänge sind weniger ausgeprägt als beim Sandgeprägten Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen, weil durch die Stabilität des Sohlmaterials die Erosion lokal begrenzt ist. Die Breitenvariabilität ist dagegen größer, häufig sind Uferunterspülungen. Die Einschnittstiefe im Gelände beträgt 0,5 – 1,5 m und ist abhängig von der Tiefenlage

der erosionshemmenden Kiesschicht. Die Wassertiefe eines kiesgeprägten Fließgewässers ist recht gering und im Querprofil gleichmäßig, während im Längsverlauf ein regelmäßiger Wechsel von kürzeren, flach überströmten Schnellen und längeren, tieferen Stillen auftritt. Nur selten tritt der Bach bei hohen Hochwässern über seine Ufer und überflutet seine Aue.

Das kiesgeprägte Fließgewässer wird von einer Aue aus Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald oder Eichen-Hainbuchenwald mit einer reich entwickelten, frischen bis feuchten Krautschicht begleitet. Im Wasserkörper treten Arten auf, die auf stabilem Untergrund haften, wie das Fieberquellmoos (*Fontinalis antipyretica*) oder die Berle (*Berula erecta*). Daneben finden sich häufiger auch die Brunnenkresse (*Nasturtium officinale*) und die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*).



Bild 1: Das kaum eingeschnittene Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen fließt in verzweigten Laufrippen auf der Sohle eines vertorfte Auentales.



Bild 2: Typisches Sandgeprägtes Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen in der Senne mit für einen Tieflandbach außergewöhnlich steilen Talflanken. In ruhigen Flachwasserstellen sind deutlich die dunkleren Ablagerungen von organischem Feinmaterial zu erkennen.



Bild 3: Das Kiesgeprägte Fließgewässer der Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete mit seinem Wechsel zwischen flach überrieselten Schnellen und tieferen, langsam durchströmten Stillen erinnert am ehesten an einen klassischen Mittelgebirgsbach.

Das kiesgeprägte Fließgewässer hat den Schwerpunkt seiner Verbreitung in der Fließgewässerlandschaft der *Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete*, findet sich jedoch vereinzelt auch in reliefreichen Oberlaufabschnitten der *Lössgebiete* bei vorhandenem Kiesmaterial.

Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften

Das *Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften* (Bild 4) ist an seiner natürlichen, stets milchig-trüben Wasserfärbung und an den bindigen, feinklastischen Uferböschungen und Sohlsubstraten zu erkennen, die überwiegend aus feinen, zum Teil zu Klumpen verbackenen Ton- und Schluffteilchen bestehen. Sein Wasser ist kalkreich, neutral bis leicht basisch und nährstoffreich. Talformen sind das Muldental und das Sohlen-Muldental, auf deren Talsohle der Bach in unregelmäßigen Bögen geschlängelt verläuft.

Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaften haben eine ausgeprägte Kastenform mit nahezu senkrechten, stabilen Uferkanten und einer uneinheitlichen Uferlinie im Längsverlauf. In Mäanderbögen ist häufig eine Unterschneidung des Prallufers anzutreffen, die im bindigen Lössmaterial jedoch stabil ist. Im Querprofil zeigt das löss-lehmgeprägte Fließgewässer ausgeprägte Tiefenrinnen im Stromstrich mit flacheren Uferabschnitten. Die Wassertiefe wechselt auch im Längsverlauf des Gewässers zwischen tiefen und flach überströmten Bereichen. Der Einschnitt des Wasserlaufs im Gelände

durch Tiefenerosion ist mit 0,8 – 1,5 m beträchtlich, weil der Bach selbst bei Niedrigwasser Material von der Sohle aufnimmt. Entsprechend selten und nur bei den höchsten Hochwässern wird die umgebende Aue überflutet.

Die Vegetation der Aue der *Löss-lehmgeprägten Fließgewässer der Bördenlandschaften* wird von Eichen-Ulmenwald oder Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald mit einer reichen Krautvegetation im Unterwuchs gebildet. Die Wasservegetation ist wegen der ständigen Wassertrübung, die die Photosynthese der Unterwasserpflanzen stark einschränkt, nur spärlich ausgebildet. Dabei sind einige Arten, z. B. *Potamogeton pectinatus*, aufgrund ihrer Wuchsform mit flottierenden Blättern nahe der Wasseroberfläche im Vorteil.



Bild 4: Typisches Löss-lehmgeprägtes Fließgewässer der Bördenlandschaften mit unregelmäßig geschlängeltem Verlauf, großer Einschnittstiefe und steilen Uferböschungen. Das Wasser ist häufig milchig-trüb.



Bild 5: Fließgewässer der Niederungen gibt es in Nordrhein-Westfalen als naturnahe Vorbilder nicht mehr. Die einstmals besonders intensiv verzahnten Beziehungen zwischen Fließgewässer und Aue sind entkoppelt, die Bäche zu reinen Vorflutern degradiert.



Bild 6: Fließgewässer der Niederungen sind kaum im Gelände eingetieft, so dass sie bei jedem Hochwasser in die Aue weitflächig ausufernd. Aufspaltungen in Haupt- und Nebengerinne und Altarme sind häufig, die Bäche zeigen wegen des geringen Längsgefälles auf weiten Strecken nahezu Stillgewässercharakter.

Dieser Bachtyp ist charakteristisch für die *Lössgebiete* des Landes, ist jedoch nicht ausschließlich auf die Börden und andere, kleinräumig lössbeeinflusste Landschaftsteile beschränkt, sondern findet sich als lehmgeprägtes, aber lössfreies Fließgewässer auch in den entsprechenden Bereichen der Grundmoränen bei geringem Gefälle. Bachbettprofil und die Ausbildung schluffig-toniger, wasserstauender Schichten in Bachbett und Aue sind dem eigentlichen löss-lehmgeprägten Fließgewässer vergleichbar, die besonders durch die Lösspartikel hervorgerufene milchige Trübung tritt jedoch weniger extrem auf.

Fließgewässer der Niederungen

Alle *Niederungsgebiete* in Nordrhein-Westfalen sind heute mehr oder weniger stark entwässert. Zu diesem Zweck wurden die kleinen Fließgewässer begradigt, stark eingetieft und zum Teil eingedeicht (Bild 5). Das für diese Gewässerlandschaft charakteristische *Fließgewässer der Niederungen* ist deshalb in naturnaher Ausprägung nicht mehr vorhanden und muss aus der Anschauung des Bachtypus aus anderen Ländern sowie von im Charakter ähnlichen Bachtypen abgeleitet werden.

Bei den *Fließgewässern der Niederungen* handelt es sich um Bäche, die in eine von einem größeren Fließgewässer, in der Regel einem Fluss, geschaffene Niederung einmünden oder in dieser ihren gesamten Verlauf haben. Je nach den in den Niederungsgebieten vorhandenen (abgelagerten) Substraten weisen die *Fließgewässer der Niederungen* entsprechende Sohlsubstratprägungen auf, diese können auftreten als

- Sande und Kiese der Niederungen,
- schluffige Lehme der Auen, meist über Sanden und Kiesen,
- sandige Lehme der Niederterrassen, meist über fein- bis grobsandigen oder sandig-kiesigen Substraten oder
- organische Substrate der Niederungen (Nieder-, Übergangs- und Hochmoore).

Bei Vorhandensein organischen Materials führt das *Fließgewässer der Niederungen* durch Huminstoffe und Schwebstofftransport bräunlich gefärbtes Wasser. Eine eigentliche Talform fehlt stets, der Bach durchfließt in mehreren untereinander verbundenen Laufrinnen (Anastomosen) eine breite, flache Ebene. Das *Fließgewässer der Niederungen* besitzt ähnliche morphologische Eigenschaften wie das *Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen* und weist eine in Tiefe und Breite unregelmäßige Kastenform auf. Die Wassertiefe des *Fließgewässers der Niederungen* ist vergleichsweise groß, aber im Querprofil stark wechselnd. Der Wasserspiegel der kleinen Bäche liegt bei Mittelwasser nur wenige Dezimeter, der größeren bis zu 0,5 m unter dem Niveau des umgebenden Geländes, so dass das Gewässer bei jedem Hochwasser weit in die umgebende Niederung ausuft (Bild 6). Die Auen können besonders im Winterhalbjahr für Wochen mit Wasser bedeckt sein.

Das *Fließgewässer der Niederungen* wird von einem Erlen-Auenwald, einem Erlenbruchwald oder in basenreicher Ausprägung auch von einem Eichen-Ulmenwald begleitet. Kennzeichnend sind ebenfalls ausgedehnte Röhrichte oder Großseggenbestände. Als Wasserpflanzen treten Arten hervor, die keinen ausgesprochenen Fließgewässercharakter mehr anzeigen, sondern auch in Stillgewässern zu finden sind, wie z. B. *Potamogeton natans*, *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum spicatum*, *Nuphar lutea* oder *Polygonum amphibium*.

Wichtig ist der Hinweis, dass das *Fließgewässer der Niederungen* (in den verschiedenen angegebenen Sohlsubstratausprägungen) nur in der Größenordnung des Baches auftritt. Die in den Niederungen gelegenen Flussläufe werden in der Regel als (historisch) niederungsbildend angesehen und stellen einen jeweils eigenen Typ aus der Gruppe der Flusstypen dar, von denen alle Typen des Tieflandes oder einzelne Typen des Mittelgebirges auch in den Niederungen vorkommen können.

II.5 • 5.2 Flusstypen des Tieflandes

Organisch geprägter Fluss des Tieflandes

Die Auen und Gewässersohlen des *Organisch geprägten Flusses des Tieflandes* werden teilweise von biogenen Substraten (Torfe, Falllaub, Makrophyten, Totholz u. a.) eingenommen (Bild 7). Rein organische Ausprägungen treten in Nordrhein-Westfalen nur kleinräumig auf, da aus den Auensedimenten und oberen Einzugsgebieten mineralische Substrate in die Gewässer eingetragen werden; zumeist herrschen daher teilmineralische Ausprägungen vor.

In Nordrhein-Westfalen sind zwei teilmineralische Ausprägungen anzutreffen: Teilmineralisch-kiesige Formen in den Terrassenlandschaften des linken Niederrheins und teilmineralisch-sandige Formen in den rechtsrheinischen Terrassen sowie nördlich des Teutoburger Waldes. In Abhängigkeit des Gefälles können zwei Gerinnebettmuster und somit morphologische Flussabschnittstypen auftreten: Bei Talbodengefällen $< 0,5 ‰$, mäßigen Abflussschwankungen und hohem organischen Anteil der Auen entwickeln sich anastomosierende Gerinne, die diffus in die Auen übergehen. Höhere Talbodengefälle mit Werten $> 0,5 ‰$ bedingen dagegen gewundene bis mäandrierende Gewässer ohne ausgeprägte Nebengerinne.



Bild 7: Die Auen und Gewässersohlen des Organisch geprägten Flusses des Tieflandes werden teilweise von Torf, Falllaub und Makrophyten eingenommen.

Der organisch geprägte Fluss führt huminstoffreiches bräunlich gefärbtes Wasser, der pH-Wert liegt im leicht sauren bis leicht basischen Bereich. Der Nährstoffgehalt ist mäßig. In Nordrhein-Westfalen treten regional zwei unterschiedliche geochemische Grundtypen des organisch geprägten Flusses auf. Linksrheinisch sind die Gewässer mäßig kalk- und elektrolytreich, während die rechtsrheinischen Gewässer kalkreich sind und höhere Leitfähigkeiten aufweisen.

Auf den großflächig vorhandenen Niedermoor- und Anmoorböden der Niederungen dominieren Erlenbruchwälder. Auf den etwas trockeneren, höher gelegenen Bereichen wachsen Erlen-Eichenwälder und Stieleichen-Hainbuchenwälder, während auf den lang anhaltend oder ganzjährig überstauten Flächen Ohr- und Grauwidengebüsche sowie Röhrichte dominieren. Die Wasservegetation wird u. a. durch das Vorkommen von Großlaichkräutern und der wuchsformreichen Ausbildung der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens dominiert.



Bild 8: Ufer und Sohle des Lehmgeprägten Flusses des Tieflandes werden von lehmigen und bindigen Substraten dominiert. Naturnahe Vorbilder sind in Nordrhein-Westfalen aber nicht mehr anzutreffen.

Der *Organisch geprägte Fluss des Tieflandes* kommt in Nordrhein-Westfalen in den Terrassenlandschaften des linken Niederrheins und nördlich des Teutoburger Waldes vor. Die Einzugsgebiete der Flüsse liegen überwiegend im Tiefland. Lediglich die Oberläufe der organisch geprägten Flüsse nördlich des Teutoburger Waldes und einige Zuflüsse reichen in das Mittelgebirge hinein.

Lehmgeprägter Fluss des Tieflandes

Die Sohl-, Auen- und Uferbereiche des *Lehmgeprägten Flusses des Tieflandes* werden von kohäsiven (bindigen) Sedimenten dominiert und können je nach Ausprägung auch kiesige und sandige Bestandteile aufweisen (Bild 8). Diese in flachen Sohlentälern und Niederungen verlaufenden Flüsse weisen gewundene bis mäandrierende Einzelbettgerinne auf. Die erosionsbeständigen kohäsiven Sedimente der Ufer führen zu vergleichsweise langsamer lateraler Verlagerung sowie großen Einschnittstiefen der häufig kastenförmigen Profile.

Lehmgeprägte Flüsse sind kalk- und elektrolytreich, im Bereich natürlicher Solen kommen erhöhte Chloridkonzentrationen vor. Das Wasser ist leicht basisch und nährstoffreich.

Auf den ebenen Talböden und in den ausgedehnten Niederungen dominieren Stieleichen-Hainbuchenwälder. In Gewässernähe und an dauernassen Standorten wie feuchten Randsenken kommen Au- und Bruchwälder vor. Zur kennzeichnenden Makrophytenvegetation der lehmgeprägten Flüsse gehören wuchsformenreiche Ausbildungen der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens und Wassersternbestände mit *Callitriche platycarpa* und *Callitriche stagnalis*.

Der *Lehmgeprägte Fluss des Tieflandes* ist in Nordrhein-Westfalen überwiegend in der dem Süderbergland vorgelagerten Bördenlandschaft des Hellwegs verbreitet. Vereinzelt tritt dieser Gewässertyp auch nördlich der Bördenlandschaft des Westenhellwegs im Emscherland auf.

Sandgeprägter Fluss des Tieflandes

Der *Sandgeprägte Fluss des Tieflandes* weist hinsichtlich der Korngrößenverteilung ein vergleichsweise homogenes Substratbild auf (Bild 9). Kiesige Fraktionen finden sich in den Übergangsbereichen zu den Mittel-

gebirgslandschaften sowie in Bereichen der Fließgewässerlandschaft der *Verwitterungsgebiete, Flussterrassen und Moränengebiete*. Räumlich untergeordnet können Niedermoore in die Auen eingelagert sein, die dort zu teilorganischen Ausprägungen führen. Selten sind kleinräumige Festgesteinsbereiche anzutreffen, die felsdominierte Ausprägungen bedingen. Häufiger sind dagegen Mergelbänke anzutreffen, die lokal die Sohle prägen können und zur Ausbildung riffelartiger Strukturen führen.



Bild 9: Der Sandgeprägte Fluss des Tieflandes besitzt eine lagestabile, mit organischen Ablagerungen durchsetzte sandige Sohle.

In Abhängigkeit der Talbodenbreiten und Gefälleverhältnisse können zwei Abschnittstypen auftreten: Talabschnitte mit geringen Talbodenbreiten führen zu gestreckten bis schwach gewundenen Einzelbettgerinnen. Dagegen erlauben die vorherrschenden weiten Sohlentäler zumeist mäandrierende bis stark mäandrierende Läufe mit hohem Verlagerungspotenzial.

Diese Verlagerungen führen zu einem ausgeprägten Feinrelief der Auen, die durch zahlreiche Rinnenstrukturen und Stillgewässer gegliedert werden. Besonders hervorzuheben sind sehr hohe vegetationsarme Steilufer, die durch das Anschneiden der Terrassenkanten entstehen.

Der sandgeprägte Fluss gehört in Nordrhein-Westfalen zu den Karbonatgewässern. Er ist mäßig kalkreich bis kalkreich und elektrolytreich, der pH-Wert liegt im leicht basischen Bereich. Das Wasser ist klar, dort wo Niedermoore in die Auen eingelagert sind, durch Huminstoffe auch leicht bräunlich gefärbt.

Der Stieleichen-Hainbuchenwald ist die dominierende Waldvegetation in den sandigen Auen der sandgeprägten Flüsse. An den Unterläufen der größeren Flüsse ist der Stieleichen-Ulmenwald verbreitet, die dynamischen Standorte in Gewässernähe werden von Weidenwäldern und -gebüsch besiedelt. In den Rinnensystemen der Aue, in Randsenken und an Altwässern wachsen auf nassen Anmoor- und Moorböden Erlen-Eschenwälder und Erlenbruchwälder. Das ausgeprägte Verlagerungsverhalten der gewundenen und mäandrierenden Laufabschnitte schafft optimale Voraussetzungen für die Ansiedlung von gehölzfreien Pioniergesellschaften und Weidengebüsch, die auf den offenen sandigen Rohböden der ausgedehnten, mit organischem Material durchsetzten Gleituferbänke und im Bereich der trockeneren Rehnen und Dammufer wachsen.

Großlaichkräuter wie *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton alpinus* und *Potamogeton gramineus* sind charakteristische Wasserpflanzen sandgeprägter Flüsse. Zusammen mit Arten der wuchsformreichen Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens kennzeichnen sie diesen Flusstyp.

Der *Sandgeprägte Fluss des Tieflandes* ist in der Westfälischen Bucht weit verbreitet. Darüber hinaus kommt er im Westfälischen Tiefland nördlich des Teutoburger Waldes vor. Das Einzugsgebiet der Flüsse, die im Kerngebiet der Westfälischen Bucht entspringen, liegt vollständig im Tiefland, während einige Oberläufe und Zuflüsse in der Grenzregion zum Deckgebirge bis in das Mittelgebirge reichen.

Kiesgeprägter Fluss des Tieflandes

Die Substrate des *Kiesgeprägten Flusses des Tieflandes* stammen zu großen Teilen aus den holozänen und auch pleistozänen kiesigen Terrassenkörpern der niederrheinischen Bucht und des Tieflandes (Bild 10). Das Korngrößenspektrum reicht von der Lehm- bis in die Stein-/Schotterfraktion, wobei die Gewässersohlen von gut gerundeten Kiesen dominiert werden. Räumlich untergeordnet können Niedermoore in die Auen eingelagert sein, die zu teilmineralischen Ausprägungen führen.

Die Talbodenbreiten bestimmen neben den Gefällewerten den Windungsgrad der Gewässer, der von gewundenen Laufabschnitten bei schmalen Talböden

bis zu stark mäandrierenden Einzelbettgerinnen in gefällearmen Abschnitten der niederungsartigen Sohlentäler reicht.

Einzelbettgerinne sind vorherrschend, Nebengerinne treten in den stillgewässerreichen und stark reliefierten Auen nur vereinzelt auf.

In Nordrhein-Westfalen treten zwei unterschiedliche geochemische Grundtypen des kiesgeprägten Flusses auf. Flüsse, deren Ursprung größtenteils in den kalkarmen Gesteinen des Grundgebirges oder in den Sanden und Kiesen der Hauptterrassen liegt, besitzen einen Übergangscharakter zwischen silikatischem und karbonatischem Gewässer. Ist der Anteil karbonatischer Gesteine im Einzugsgebiet größer, sind die Gewässer kalk- und elektrolytreich.

Die dominierende Waldvegetation der Auen ist der Stieleichen-Hainbuchenwald, der an den Unterläufen der Flüsse in den Stieleichen-Ulmenwald übergehen kann. Bei hohen Wasserstandsschwankungen wachsen in Gewässernähe Weidenwälder und -gebüsch, während die dauernassen Anmoor- und Moorböden in den Rinnensystemen der Aue, den verlandeten Altwässern und in den ausgedehnten randlichen Senken geeignete Standorte für Erlen-Eschenwälder und Erlenbruchwälder sind. Kurzlebige Pioniergesellschaften wie z. B. die Zweizahnfluren entwickeln sich auf den im Sommer trocken fallenden Rohböden der ausgedehnten Gleitufer- und Mittenbänke.

Neben den von Großlaichkräutern dominierten Wasserpflanzenbeständen und der wuchsformenreichen Ausbildung der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens kommen im *Kiesgeprägten Fluss des Tieflandes* Wasserhahnenfuß-Gesellschaften vor, die den Mittelgebirgseinfluss widerspiegeln.

Der *Kiesgeprägte Fluss des Tieflandes* kommt in Nordrhein-Westfalen in der Niederrheinischen Bucht und im Westfälischen Tiefland nördlich des Teutoburger Waldes vor. Die Lage der oberen Einzugsgebiete am Nordrand der Eifel erklärt den Einfluss des Mittelgebirges auf einige Vertreter dieses Flusstyps.

II.5 • 5.3 Bachtypen des Mittelgebirges

Kerbtalbach im Grundgebirge

Der Kerbtalbach im Grundgebirge (Bild 11) schließt sich im Längsverlauf an die Quellregion an. Bei ausreichender Abflussmenge und großem Gefälle entstehen durch Tiefenerosion Kerbtäler. Durch die Talform sind die gestreckt bis leicht geschwungene Linienführung des Bachtyps und das Fehlen einer Aue vorgegeben. Die Gewässersohle besteht hauptsächlich aus dem steinigen und blockigen Verwitterungsschutt der Talhänge. Durchschneiden die Kerbtäler harte Gesteinsriegel, treten Kaskaden mit hohen Fließgeschwindigkeiten auf. Neben Querriegeln aus Steinen beeinflussen vor allem Totholzbarrieren das Strömungsbild und führen zu Retention von Laubpaketen und feinkörnigen Substraten. Kerbtalbäche besitzen flache, strukturreiche Querprofile, nur lokal an Engstellen tritt eine erkennbare Seitenerosion auf. Durch die enge Verzahnung von Bach und Umfeld gehen die schotterreichen Ufer häufig ohne deutliche Böschungskante in die Talhänge über.

Eine eigenständige bachbegleitende Auenwaldgesellschaft fehlt den Kerbtalbächen weitgehend. Lediglich unmittelbar am Ufer wachsen Feuchtezeiger in der Krautschicht und mischen sich einzelne Eschen (*Fraxinus excelsior*) und Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) in den bodensauren Hainsimsen-Buchenwald des Umfeldes. In schattigen luftfeuchten Lagen mit guter Nährstoffversorgung wachsen ahorn- und eschenreiche Mischwälder, die durch Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) sowie zahlreiche großblättrige Kräuter dominiert



Bild 10: Kiesgeprägte Flüsse des Tieflandes besitzen häufig ausgedehnte Uferbänke. Die Substrate werden durch die Strömung sortiert: Kiese lagern sich an den strömungsexponierten Stellen ab, Sand vor allem an den langsam fließenden Abschnitten.

werden. In den kühlen und kalkarmen Bachoberläufen sind verschiedene Wassermoose verbreitet, unter denen *Scapania undulata* und *Chiloscyphus polyanthos* regelmäßig anzutreffen sind.

Der Kerbtalbach im Grundgebirge findet sich ausschließlich im Mittelgebirgsraum und hier in der Fließgewässerlandschaft des Silikatischen Grundgebirges.

Kleiner Talauebach im Grundgebirge

Bei abnehmendem Gefälle lagert der Bach das von den Hängen und über die zahlreichen kleinen Zuläufe eingetragene Geschiebe und Feinmaterial ab, so dass es zur Aufschotterung des Talbodens und zur Auenbildung kommt. Die Laufentwicklung der kleinen Talauebäche ist daher nicht streng festgelegt. Der Bach verläuft je nach den örtlichen Gefälleverhältnissen schwach gekrümmt bis geschlängelt und schneidet dabei häufig die Hangkanten an. Als typische Talform dominieren neben Muldentälern Kerbsohlentäler mit sehr unterschiedlich weiten Talböden.

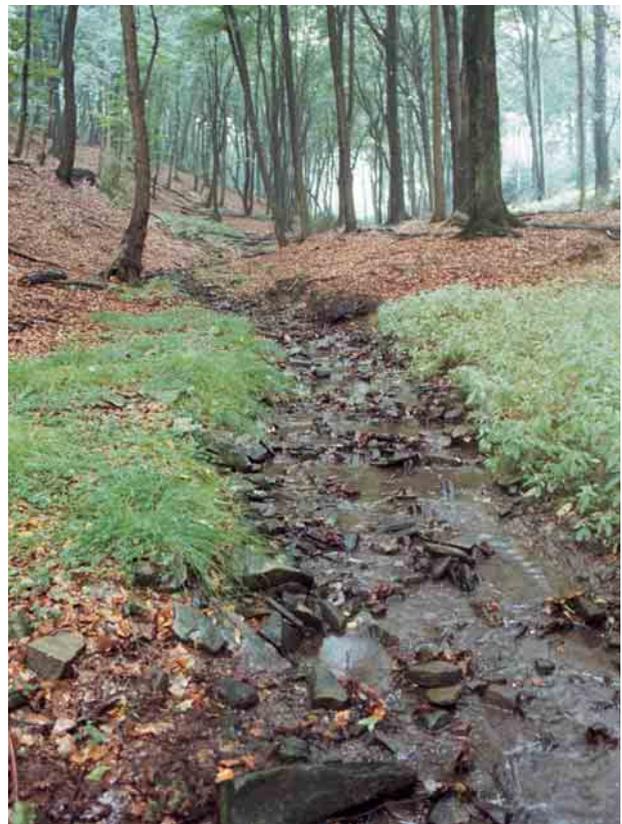


Bild 11: Die gestreckte Laufentwicklung des Kerbtalbaches im Grundgebirge ist durch die Talform vorgegeben. Eine eigenständige, bachbegleitende Auenwaldgesellschaft fehlt weitgehend.

Der *Kleine Talauebach im Grundgebirge* (Bild 12) besitzt eher flache, strukturreiche Gewässerbetten mit einer großen Breiten- und Tiefenvarianz. Ufer- und Sturzbäume, umflossene Schwarzerlenwurzeln sowie die dominierenden, groben Sohlsubstrate führen zu einem sehr vielfältigen Strömungsbild.

Nicht selten bildet der Bach durch Strömungshindernisse (umspülte Schwarzerlen oder umgestürzte Bäume) Laufgabelungen oder fließt bei hohen Abflüssen in Hochflutrinnen ab.

Im Längsverlauf erfolgt ein regelmäßiger Wechsel von rasch fließenden Schnellen und tieferen Stillen und Kolken. Charakteristisch für den *Kleinen Talauebach im Grundgebirge* sind die großflächigen Schotterbänke aus abgelagertem Geschiebe, die bei mittleren Abflüssen in Ufernähe trocken fallen. Die Bäche sind zwischen 20 und 100 cm in ihre Ablagerungen eingetieft, was vor allem an den Prallhängen deutlich sichtbar wird. Die Auen werden nur kurzzeitig bei extremen Hochwasserereignissen überflutet. Der Grundwasserabstand unter Flur ist besonders im Winter und Frühjahr gering, wie zahlreiche Feuchte- und Nässezeiger in der Krautschicht belegen.

Als typische Pflanzengesellschaften grundwasserbeeinflusster Böden wächst direkt bachbegleitend ein Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*), an den ein Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) anschließt, der die nur wenige Dezimeter höher gelegenen Auenflächen einnimmt. An den größeren Bächen sind die Schotterflächen der Ufer z. T. von der Gemeinen Pestwurz (*Petasites hybridus*) bewachsen. Als Wasserpflanzen finden sich ausschließlich Moose, welche die stabilen Hartsubstrate wie Erlenwurzeln und große Steine besiedeln.

Der *Kleine Talauebach im Grundgebirge* findet sich ausschließlich im Mittelgebirgsraum und hier in der Fließgewässerlandschaft des *Silikatischen Grundgebirges*.

Großer Talauebach im Grundgebirge

Der *Große Talauebach im Grundgebirge* (Bild 13) weist durch die zahlreichen Zuläufe des stark verästelten Gewässernetzes eine große Abflussdynamik auf, die sich in der Gestalt des Gewässerbettes und der Aue bemerkbar macht.

Im Bereich von Mäanderbögen entstehen an den Prallufeln hohe Uferabbrüche in den z. T. mächtigen Auenlehmen. Sturzbäume und mächtige Totholzansammlungen sind häufig Initiatoren von Ufer- und Tiefenerosion. Die Gleithänge sowie die zahlreichen ruhig durchflossenen Stillen weisen feinkörnige Substrate mit einem hohen Sandanteil auf. Außerhalb der Mäanderbögen sind die Bachbetten und die Ufer flacher und von grobem Geschiebe bedeckt. Die Sedimentfracht während der rasch anschwellenden Hochwässer ist erheblich. Die starke Seitenerosion führt zu geschwungenen bis mäandrierenden Gewässerverläufen, die sich häufig tief in die Auenlehme der Sohlentäler eingegraben haben. Die Auen stellen daher häufig einen Komplex aus bei Hochwasser noch durchflossenen Altarmen und terrassenförmig angelegten, bereits verlandeten Mäanderschlingen dar. So entstehen durch die Dynamik vielfach temporäre Gewässer und Pionierstandorte, in denen sich eigenständige Biozönosen etablieren können.

Die Aue des *Großen Talauebaches im Grundgebirge* wird nur bei sehr hohen Abflüssen überflutet. Der Grundwassereinfluss wird aber durch den bachbegleitenden Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) und den daran anschließenden Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) deutlich. Ausgedehnte Pestwurz-Uferfluren (*Phalarido-Petasitetum*) auf den Schotterbänken übernehmen eine wichtige Funktion bei der Ufersicherung. An verlagerungsstabilen Substraten wie Blöcken und Felsrippen wachsen die Wassermoose *Fontinalis antipyretica* und *Brachythecium rivulare* sowie die Rotalge *Lemanea*.

Der *Große Talauebach im Grundgebirge* findet sich ausschließlich im Mittelgebirgsraum und hier verbreitet in der Fließgewässerlandschaft des *Silikatischen Grundgebirges* sowie vereinzelt im *Vorland des Silikatischen Grundgebirges*.

Colliner Bach

Der *Colline Bach* (Bild 14) besitzt schon kurz unterhalb der Quellregion einen geschwungenen bis mäandrierenden Verlauf. Die Schotter der Bachsohle sind häufig von Totholz, Falllaub und Detritus bedeckt. Nur an den regelmäßig vorkommenden, flach überströmten Schnellen wird der Mittelgebirgscharakter des *Collinen Baches* deutlich. Die Fließgeschwindigkeit ist anson-

sten eher gering. Im Querprofil weist der *Colline Bach* eine mäßig tiefe, unregelmäßige Kastenform mit stark strukturierter Uferlinie auf. Durch den gewundenen Verlauf entstehen vielfach Prall- und Gleithänge. Typische Talformen sind Sohlentäler und in den Oberläufen Muldentäler. Das Wasser des *Collinen Baches* besitzt vorwiegend silikatischen Charakter. Es ist tendenziell neutral mit einem geringen bis mäßigen Kalkgehalt und Pufferungsvermögen. Durchfließen die Bäche die räumlich begrenzten Kalkbereiche, steigen Kalkgehalt und Pufferungsvermögen rasch an.

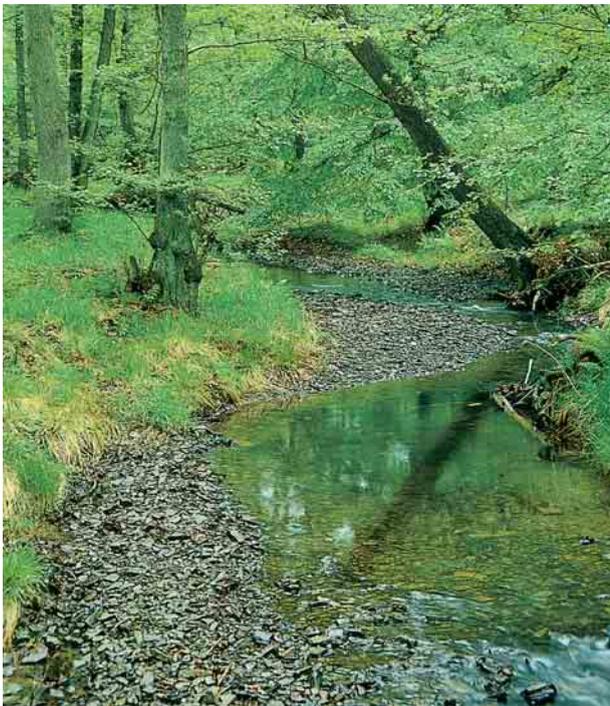


Bild 12: Der Kleine Talauebach im Grundgebirge besitzt eine Sohle aus grobem, plattigem Geschiebe. Bei mittlerem Abfluss fallen in Ufernähe ausgedehnte Schotterbänke trocken.



Bild 13: Im Großen Talauebach des Grundgebirges sind Sturzbäume und mächtige Totholzansammlungen häufig Initiatoren von Ufer- und Tiefenerosion.

In ihrem Erscheinungsbild gleichen diese Bäche Fließgewässern im Tiefland, da das für viele Mittelgebirgsbäche typische hohe Gefälle, die starke Strömung und die steinige Bachsohle weitgehend fehlen. Die Fließstrecke der Bäche ist kurz, da sie nach Norden die Mittelgebirgsregion verlassen und in die Gewässerlandschaften des Tieflandes übertreten.

Der *Colline Bach* wird von einem Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) begleitet, der in stau-nassen Bereichen Bruchwaldcharakter annehmen kann. Wassermoose sind spärlich vertreten und besiedeln Erlenwurzeln und lagestabile Steine der Bachsohle.

Der *Colline Bach* ist auf das *Vorland im Silikatischen Grundgebirge* beschränkt und stellt hier den einzigen Fließgewässertyp dar.



Bild 14: Der *Colline Bach* besitzt einen stark gewundenen Verlauf mit zahlreichen Mäanderschlingen.



Bild 15: Der Bach der Vulkangebiete fließt in steilen Kerb- oder Kerbsohlentälern und hat sich tief in die weichen Tuffgesteine eingegraben.

Bach der Vulkangebiete

Der Bach der Vulkangebiete (Bild 15) fließt in tief eingeschnittenen Kerbtälern oder schmalen Kerbsohlentälern. Aufgrund der Talform und des hohen Gefälles verlaufen die Bäche gestreckt oder geschlängelt. Ihre Sohle besteht neben Schotter, der als Verwitterungsschutt von den steilen Hängen ins Gewässer eingetragen wird, aus den lehmigen Verwitterungsprodukten der Tuffgesteine. Das Wasser des Baches der Vulkangebiete ist tendenziell kalk- und nährstoffarm, schwach gepuffert und neutral. Liegt das Einzugsgebiet der Bäche im basischen Basalt oder Basalttuff, ist das Wasser nährstoffreicher.

Der Bach der Vulkangebiete besitzt eine variable Ausgestaltung des Querprofils. Neben flachen, schotterreichen Profilen sind die Bachbetten in Tuffgesteinen in der Regel kastenförmig in die weicheren Sedimente eingetieft. In diesen Bereichen treten Erosionsspuren in Form von Uferabbrüchen und -unterspülungen auf. Die Wassertiefe ist gering, das Fließverhalten sehr variabel und vor allem an den Schnellen aus anstehendem Fels, Steinen und Totholz turbulent und schnell fließend.

In Kerbtälern fehlt dem *Bach der Vulkangebiete* eine eigenständige Auenwaldgesellschaft, in Kerbsohlentälern wird er von einem schmalen Saum eines Hainmieren-Erlen-Auenwaldes (*Stellario-Alnetum*) begleitet. An den Talhängen schließt daran zumeist ein bodensaurer Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo Fagetum*) an. Auf den Böden der basenreicheren Basaltgebiete wachsen jedoch typische Vertreter der Waldmeister-Buchenwälder (*Galio-Fagetum*).

Der *Bach der Vulkangebiete* ist auf die Fließgewässerlandschaft der *Vulkangebiete* beschränkt und hier der einzige Fließgewässertyp. Das Siebengebirge ist die einzige zusammenhängende, vulkanisch geprägte Region innerhalb der Fließgewässerlandschaft der *Vulkangebiete*. Es ist heute fast vollständig bewaldet, jedoch ist die Landschaft schon lange wirtschaftlich z. B. als Niederwald genutzt worden.



Bild 16: Typische Talformen des Kleinen Talauebaches im Deckgebirge sind Mulden- oder Sohlentäler. Bereits in quellnahen Gewässerabschnitten verläuft der Bach gekrümmt oder geschwungen.

Kleiner Talauebach im Deckgebirge

Der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* (Bild 16) fließt in kurzen steilen Muldentälern, die sich rasch zu Sohlentälern aufweiten. Bäche, die direkt zur Weser entwässern oder die Schichtgrenze unterschiedlich harter Gesteinsserien schneiden, besitzen ein höheres Gefälle und verlaufen z. T. in Kerb- oder Kerbsohlentälern.

Die Bachsohle des *Kleinen Talauebaches im Deckgebirge* besteht aus einem Gemisch verschiedener Korngrößen. In der Regel dominieren feinkörnige Sedimente und kleine Mergelplättchen oder Steine. Das gröbere plattigsteinige Geschiebe wird an kleinen Gefällestufen aus dem lehmigen oder sandigen Feinmaterial herausgewaschen. Die tiefgründig verwitternden Mergel- und Tonsteine liefern vor allem viel lehmiges Feinmaterial und Gesteinsbruchstücke, so dass der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* auch bei Hochwasser geschiebearm ist. Nur die Gewässer im Sandstein sind eine Quelle größeren Geschiebes. Der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* ist tendenziell leicht basisch, mäßig kalk- und nährstoffreich und gut gepuffert. Liegt das Einzugsgebiet im Sandstein, sind die Bäche ionen-ärmer mit einem geringeren Kalkgehalt und Pufferungsvermögen.

Der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* weist im Querprofil eine unregelmäßige Kastenform auf. Die Ufer sind flach, in bindig-lehmigen Substraten etwas steiler. Dort erreichen die Bäche eine Einschnittstiefe bis zu 60 cm. Ihre Linienführung ist abhängig von den örtlichen Gefälleverhältnissen. Meist verlaufen die rasch, an Schnellen turbulent fließenden Gewässer gekrümmt bis geschlängelt.

In Regionen mit einer Lösslehmauflage (Ravensberger Hügelland, Steinheimer und Warburger Börde) nähert sich der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* in der Gestalt seines Bachbettes den löss-lehmgeprägten Fließgewässern im Tiefland an: Die Uferböschungen sind steiler und die Einschnittstiefe nimmt zu. Jedoch weist der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* immer eine höhere Sohlrauhheit als der entsprechende Typus im Tiefland auf, da über die steileren Oberläufe eine Geschiebenachlieferung stattfindet. Auch die Biozönose zeichnet sich durch viele charakteristische Arten der Mittelgebirge aus.

Der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* wird von einem Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) begleitet. Schwarzerlenwurzeln und verlagerungsstabile Steine werden von den Wassermoosen *Fontinalis antipyretica*, *Brachythetium rivulare* und *Rhynchostegium riparioides* besiedelt. An kalkarmen Standorten ist das Wassermoose *Scapania undulata* anzutreffen.

Der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* ist in seiner Verbreitung auf das *Schwach-karbonatische Deckgebirge* beschränkt.

Großer Talauebach im Deckgebirge

Der *Große Talauebach im Deckgebirge* (Bild 17) fließt in breiten Mulden- oder Sohlentälern und verläuft bei einem Talbodengefälle unter 3 % geschwungen bis mäandrierend. Im Bereich von Schnellen besitzt er eine Sohle aus plattigem Geschiebe und einzelnen größeren Blöcken. Außerhalb der Schnellen treten in der Sohle nur stellenweise grobsteinige Geschiebe hervor, die vor allem in den ruhiger fließenden Abschnitten durch kleine Mergelplättchen, Sand und lehmige Substrate in unterschiedlichen Anteilen überdeckt werden.



Bild 17: An Prallufeln treten in Großen Talauebächen des Deckgebirges durch Krümmungserosion häufiger Uferabbrüche auf.

Durchfließt der *Große Talauebach des Deckgebirges* die Schichtgrenze unterschiedlich harter Gesteine, wird das Fließverhalten turbulenter und das Substrat grobkörniger, z. T. felsig. Die Verteilung der Substrate der Bachsohle zeigt die sortierende Wirkung des fließenden Wassers, wobei das gröbere Geschiebe nur bei Hochwasser bewegt wird. Der *Große Talauebach* ist wie der *Kleine Talauebach im Deckgebirge* tendenziell leicht basisch, mäßig kalk- und nährstoffreich und gut gepuffert.

Das in Tiefe und Breite variable Profil des *Großen Talauebaches im Deckgebirge* zeigt vielfache Erosionsspuren. Durch Seitenerosion entstehen in den lehmigen oder sandigen Ufern bis 1,5 m hohe Abbruchkanten und unterspülte Ufer. Das Bachbett ist zwischen 20 und 150 cm in die Auensedimente eingetieft.

Der *Große Talauebach im Deckgebirge* wird von einem Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) begleitet, an den sich auf der ebenen Talsohle ein

Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) anschließt. Pestwurz-Uferfluren (*Phalarido-Petasitetum*) finden sich nur in schotterreichen Uferzonen. In der aquatischen Flora dominieren Wassermoose wie *Fontinalis antipyretica*, *Brachythetium rivulare* und *Rhynchostegium riparioides*.

Der *Große Talauebach im Deckgebirge* ist in seiner Verbreitung auf das *Schwach-karbonatische Deckgebirge* beschränkt.



Bild 18: Der Muschelkalkbach verläuft in flachen Mulden- oder Sohlentälern. Sein Bachbett ist eher schmal, Schotterbänke treten kleinflächig an den Gleitufeln auf.

Muschelkalkbach

Der *Muschelkalkbach* (Bild 18) besitzt eine Sohle aus lehmigen Substraten und Kalksteinen, die häufig versintert sind. Der Anteil feinkörniger Ablagerungen sowie von Laubpaketen und Detritus nimmt vor allem während des Sommers in den kleinen Bächen zu, wenn die Wasserführung stark zurückgeht. In großen Bächen treten die Kalksteine stärker in Erscheinung, da durch die hohen hydraulischen Kräfte die lehmigen Substrate abtransportiert werden. Das Wasser des *Muschelkalkbaches* ist basisch, kalkreich und besitzt ein hohes Pufferungsvermögen. Typische Talformen sind flache

Mulden- und Sohlentäler. Vor allem in stärker verkarsteten Gebieten verlaufen die Gewässer leicht gekrümmt, da die abflussschwachen Bäche nur geringe erosive Kräfte besitzen. Größere Muschelkalkbäche sind stärker gewunden.

Der *Muschelkalkbach* besitzt ein unregelmäßiges kastenförmiges Querprofil, dessen Ufer durch die bindigen Lehme stabil sind. Die Uferlinie kleiner Bäche ist geradlinig, nur lokal tritt Seitenerosion auf. Die Bachbetten sind daher recht schmal. Die insgesamt geringe Strömungsgeschwindigkeit nimmt nur an Querstrukturen im Bachbett zu, wo das Wasser turbulent zwischen versinterten Kalksteinen oder Totholzbarrieren abfließt. Nur in größeren Bächen wird bei hohen Abflüssen Geschiebe auf der Bachsohle bewegt. Die kleinen *Muschelkalkbäche* transportieren vor allem lehmige Substrate, die bei starkem Hochwasser zur Auenlehmbildung beitragen.

Unmittelbar bachbegleitend wächst am *Muschelkalkbach* ein schmaler Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*). Auf den schuttreichen Hängen der Muldentäler schließt sich ein reicher Waldmeister-Buchenwald (*Galio-Fagetum*) mit zahlreichen kalkliebenden Pflanzen an. Die aquatische Flora setzt sich aus den Wassermoosen *Fontinalis antipyretica*, *Brachythetium rivulare* und *Rhynchostegium riparioides* und der kalkliebenden Art *Cinclidotus fontinaloides* zusammen.

Bis auf wenige Ausnahmen treten alle Gewässer als kleine Bäche in eine andere Fließgewässerlandschaft über, so dass eine längszonale Unterteilung des Bachtyps nicht erfolgte. Der *Muschelkalkbach* ist der einzige Bachtyp in der Fließgewässerlandschaft der *Muschelkalkgebiete*.

Karstbach

Der *Karstbach* (Bild 19) besitzt eine Sohle aus plattigen Kalksteinen und großen Kalkblöcken, die nach langen Trockenphasen fast vollständig von Laub und Totholz bedeckt sein können. Als Talformen treten Mulden- oder Sohlentäler auf. Letztere haben sich zum Teil kastenförmig in die Landschaft eingeschnitten. Der *Karstbach* ist in der Regel basisch, kalkreich und gut gepuffert. Da er, außer bei starken Regenfällen, größtenteils mit „Fremdwasser“ aus Bächen anderer Ge-

wässerlandschaften gespeist wird, ist sein Wasserchemismus in diesen Übergangszonen von der Wasserbeschaffenheit seiner Zuflüsse abhängig. Der *Karstbach* nimmt aber schon nach kurzer Fließstrecke karbonatischen Charakter an.

Sobald das Ufer des *Karstbaches* durch harte Kalksteine gebildet wird, die eine Seitenerosion erschweren, ist sein Profil deutlich kastenförmig. Die Sohle großer Bäche liegt daher z. T. bis zu 2 m unter dem Geländeniveau. Neben den freierodierten Kalkblöcken der Gewässersohle sind die häufig auftretenden Uferabbrüche eine Folge der episodisch auftretenden Hochwasserwellen im Karstbach und Ausdruck ihrer bettbildenden Kräfte. Kleine wie große *Karstbäche* verlaufen gestreckt bis gewunden, eine Mäanderbildung tritt nur selten auf.

Periodisch wasserführende *Karstbäche* werden von einem Hainmieren-Erlen-Auenwald (*Stellario-Alnetum*) begleitet. Dieser fehlt an den episodisch wasserführenden Bächen, da auf den skelettreichen frischen Böden verschiedene Ausprägungen des kalkliebenden Wald-

meister-Buchenwaldes (*Galio-Fagetum*) konkurrenzstärker sind und somit den Talboden sowie die steileren Hänge besiedeln. Die Wassermoose *Cinclidotus fontinaloides* und *Fontinalis antipyretica* überdauern die sommerliche Austrocknung in periodischen Bächen ohne Schaden.

Der *Karstbach* ist auf die Fließgewässerlandschaft der *Verkarsteten Kalkgebiete* beschränkt und hier der einzige Bachtyp.



Bild 19: Die groben Kalkblöcke des episodisch wasserführenden Karstbaches werden durch Hochwässer nach starken Regenfällen oder der Schneeschmelze freigespült. Die längste Zeit des Jahres findet kein Oberflächenabfluss statt.

II.5 • 5.4 Flusstypen des Mittelgebirges

Schottergeprägter Fluss des Grundgebirges

Die Sohlen und Auen des *Schottergeprägten Flusses des Grundgebirges* weisen das gesamte Korngrößenspektrum von lehmigen bis blockigen Substraten auf und erreichen zudem lokal das anstehende Festgestein. Die vorherrschenden Steine und Schotter sind zumeist plattig bis kantengerundet. Sandige und lehmige Komponenten sind an strömungsberuhigte Bereiche von Bänken und Nebengerinnen gebunden und bilden keine flächenmäßig homogenen Einheiten. Als Beimischung sind Sande jedoch auch im Sohl- und Auen-substrat vertreten.

Die den kiesig-steinigen, teilweise auch blockreichen Talbodenfüllungen flächenhaft aufgelagerten Auenlehme führen bei lateraler Verlagerung den Gewässern einen erheblichen Feinsedimentanteil zu. Die kleinräumig wechselnden Talbodenbreiten und Gefälleverhältnisse führen zu verschiedenartigen Ausprägungen der Gerinnebettmuster (Bild 20): Laufabschnitte in Engtalabschnitten zeichnen sich durch gestreckte bis schwach gewundene Gewässerverläufe mit einzelnen Nebengerinnen aus.

Die stark geneigten oder auch schmalen Talböden der mittelgroßen Gewässer bedingen häufig eingetiefte, schmale Hochflutbetten, die durch sehr nebengerinnereiche, gestreckte bis gewundene Flussläufe gegliedert werden.

In Sohlentälern treten in Abhängigkeit der Gefälle-, Geschiebe- und Abflussverhältnisse zwei unterschiedliche Ausprägungen auf: Abschnitte mit nebengerinnereichen, schwach gewundenen bis gewundenen Gewässerläufen oder Laufabschnitte mit gewundenen bis mäandrierenden Einzelbettgerinnen.

Die Austritts- und Übergangsbereiche in das Tiefland sowie die Mündungsbereiche zeichnen sich durch akkumulative Sedimentationsbedingungen und damit einhergehende Tendenz zu großräumigen Laufverlagerungen und der Ausbildung zahlreicher Nebengerinne aus. Kleinräumig können hier in besonders gefällereichen Abschnitten verflochtene Gewässerabschnitte auftreten.

Schottergeprägte Flüsse des Grundgebirges sind kalk- und elektrolytarme Silikatgewässer. Sie sind mäßig gepuffert und führen klares und nährstoffarmes Wasser. Das lokale Vorkommen kalkhaltiger Gesteine im Einzugsgebiet führt zu einem Ansteigen von Härte und elektrischer Leitfähigkeit.

Die vorherrschenden Auwälder der schottergeprägten Flüsse sind der Stieleichen-Hainbuchenwald und der Erlen-Eschenwald. An wärmebegünstigten Standorten mit hohen Wasserstandsschwankungen wachsen vor allem in den Flussunterläufen Stieleichen-Ulmewälder und ufernah Weidenwälder und -gebüsche.

Der Anteil weiterer Pflanzengesellschaften hängt wesentlich vom Gerinnebettmuster ab. Erlen-Auwälder und Hochstaudenfluren, wie die verbreitete Pestwurzflur, säumen die schotter- und blockreichen Ufer vor allem kleiner Flüsse mit gestreckten bis gewundenen Läufen. Ausgedehnte Pionierfluren, wie die Flussknöterich-Gesellschaft sowie weitere waldfreie Standorte sind bei weitreichender lateraler Gerinneverlagerung auf den ausgedehnten schotter- und kiesdominierten Bänken vor allem an den Unterläufen anzutreffen. Dauernasse Standorte in der Aue bleiben auf quellige Randsenken, Rinnensysteme der älteren Talstufen und Altwässer beschränkt.

In den stark beschatteten Flussabschnitten herrschen Moosgesellschaften in den blockreichen Gewässerbetten vor. Besonders verbreitet sind in den größeren schottergeprägten Flüssen Wasserhahnenfuß-Gesellschaften, die in Begleitung von Großlaichkräutern auftreten.

Der *Schottergeprägte Fluss des Grundgebirges* ist in der Eifel und im gesamten Süderbergland verbreitet. Die Unterläufe dieses Flusstyps greifen bis in das Tiefland über und prägen somit Gestalt und Besiedlung der Flüsse über die eigentliche Mittelgebirgsregion hinaus.

Kiesgeprägter Fluss des Deckgebirges

Die Sohlen der *Kiesgeprägten Flüsse des Deckgebirges* weisen neben den namensgebenden Kiesen einen sehr hohen Sandanteil auf. Schotter und Blöcke treten dagegen fast vollständig zurück (Bild 21).

Die im Vergleich zum Grundgebirge moderateren Gefälle- und Abflussverhältnisse führen zu meist gewundenen bis mäandrierenden Einzelbettgerinnen, deren Entwicklung nur durch engere Talabschnitte beschränkt wird. In solchen Abschnitten bilden sich gestreckte bis schwach gewundene Läufe aus, Nebengerinne treten nur vereinzelt auf.

Die Verlagerungstendenz der Gerinne ist aufgrund der vergleichsweise leicht erodierbaren Substrate ausgeprägt, so dass die Auen ein gut ausgebildetes Feinrelief mit einem hohen Stillgewässeranteil aufweisen.



Bild 20: Mittelgroße Schottergeprägte Flüsse des Grundgebirges sind durch nebengerinnereiche, gestreckte bis gewundene Flussläufe charakterisiert, die von Erlen-Auwäldern begleitet werden.



Bild 21: Das namensgebende Sohls substrat der Kiesgeprägten Flüsse des Deckgebirges tritt auf Insel- und Uferbänken augenfällig in Erscheinung.

Kiesgeprägte Flüsse des Deckgebirges sind kalk- und elektrolytreiche Karbonatgewässer. Ihr gut gepuffertes Wasser ist klar und leicht basisch. Im Bereich natürlich salzhaltiger Quellen steigt der Mineralgehalt an.

Die dominante Waldgesellschaft auf den mineralischen Auenböden ist der Stieleichen-Hainbuchenwald, z. T. auch der Erlen-Eschenwald. Am Flussufer, in nassen Rinnensystemen und an Altwässern wachsen kleinflächig Erlenuwald, Weidengebüsche und Röhrichte, auf dauernassen Standorten auch Erlenbruchwälder.

Vertreter der Gattung *Ranunculus* (Wasserhahnenfuß) und Großlaichkräuter sind die dominierenden Wasserpflanzen. Daneben zählen wuchsformenreiche Ausbildungen der Gesellschaft des Einfachen Igelkolbens und Wassersternbestände mit *Callitriche platycarpa* und *Callitriche stagnalis* zur kennzeichnenden Makrophytenvegetation des *Kiesgeprägten Flusses des Deckgebirges*.

Der *Kiesgeprägte Fluss des Deckgebirges* ist im Weserbergland verbreitet und tritt im Einzugsgebiet der Weser auf.

Schottergeprägter Karstfluss des Deckgebirges

Charakteristikum der *Schottergeprägten Karstflüsse des Deckgebirges* sind ihr temporäres Trockenfallen sowie die ausgeprägte Varianz der Abflüsse, welche durch die Karsterscheinungen der Paderborner Hochfläche bestimmt werden (Bild 22).



Bild 22: Als einziger Flusstyp in Nordrhein-Westfalen trocknet der Schottergeprägte Karstfluss des Deckgebirges zeitweise aus. Im Flussbett bleiben an einzelnen Stellen Stillwasserkolke erhalten.

Die dominierenden Schotter und Kiese sind zumeist plattig und nur mäßig gerundet. Vereinzelt treten Blöcke auf, während sandige und feinere Fraktionen im Gewässerbett weitgehend fehlen und auf die Auenflächen beschränkt bleiben.

Die Gerinnebettformen lassen sich in zwei morphologische Abschnittstypen unterscheiden: Die Laufabschnitte der Mäander- und Kastentäler mit flachem Talboden und darin eingelassenem schmalen schotterflurgeprägten Hochflutbett sowie die Austrittsbereiche in das Tiefland.

Die Übergangsbereiche in das Tiefland werden durch ausgedehnte Schotterfluren gekennzeichnet, die von temporären Haupt- und Nebengerinnen durchzogen sind. Diese Schotterfluren sind aufgrund der raschen Verlagerung der Gerinne sowie der großen hydraulischen Belastungen weitgehend frei von Gehölzen.

Die schottergeprägten Karstflüsse zählen zu den Karbonatgewässern. Sie sind kalk- und elektrolytreich, der pH-Wert liegt im basischen Bereich. Ihr klares Wasser erscheint in einem blauen Farbton, der vor allem im Bereich tieferer Kolke zu erkennen ist.

Außerhalb des Hochflutbettes ist der Stieleichen-Hainbuchenwald die dominante Waldgesellschaft in den Auen, stellenweise tritt hier der Erlen-Eschenwald hinzu. In regelmäßig durch Hochwässer überfluteten gewässernahen Bereichen wächst ein Erlenauwald. Kurzlebige Pionierfluren, v. a. die Flussknöterichgesellschaft und Weidengebüsche prägen den Sommer- und Herbstaspekt der trocken gefallen lückig bewachsenen Schotterfluren in den Hochflutbetten. In den Austrittsbereichen in das Tiefland sind diese Pionierfluren großflächig verbreitet.

In den trocken fallenden Gewässerabschnitten dominieren die Wassermoose *Rhynchostgium riparioides* und *Fontinalis antipyretica* vor allem auf den verlagerungsstabilen Hartsubstraten. In permanent fließenden Abschnitten treten großblaukrautreiche Wasserhahnenfuß-Bestände und Wasserstern-Bestände mit *Callitriche platycarpa* und *Callitriche stagnalis* hinzu.

Der *Schottergeprägte Karstfluss des Deckgebirges* besitzt in Nordrhein-Westfalen eine kleinräumige Verbreitung im Bereich der Paderborner Hochfläche. In einem kurzen Abschnitt tritt er in die Tieflandsregion ein, bevor er in den sandgeprägten Fluss übergeht.

II.5 • 5.5 Stromtypen von Rhein und Weser

Strom- und Stromabschnittstypen des Rheins

Der Rhein ist auf seinen 1320 km Fließlänge von den Alpen bis zur Nordsee ein vielgestaltiger Strom, der in verschiedene Abschnitte – Quellflüsse, Alpenrhein, Hochrhein, Oberrhein, Mittelrhein, Niederrhein, Rheindelta – unterteilt werden kann. Der Niederrhein beginnt beim Austritt des Rheins aus dem Mittelgebirgsabschnitt (Mittelrhein) bei Rolandseck mit dem Eintritt in die Niederrheinebene und endet an der deutsch-niederländischen Grenze (Bild 23). Die Niederrhein-strecke ist somit identisch mit dem nordrhein-westfälischen, rund 240 km langen Rheinabschnitt.

Das Abflussgeschehen des Niederrheins ist geprägt von starker Wasserführung durch die Schneeschmelze in den Mittelgebirgen und anschließender Schneeschmelze in den Alpen, so dass die Niedrigwasserperiode in die Zeit von August bis Oktober fällt. Die Wasserführung bei Rees beträgt im Mittel 2000 m³/sec und schwankt zwischen 990 und 6660 m³/sec. Die Fließgeschwindigkeit ist trotz des geringen Gefälles relativ hoch.

Der Niederrhein ist dem Fließgewässertyp des *Kiesgeprägten Stroms des Tieflandes* zuzuordnen. Die Stromsohle besteht überwiegend aus Kies und in absteigender Häufigkeit auch aus Sanden, Steinen und Schluff. Schlammablagerungen sind im heutigen Zustand praktisch nur in den Bühnenfeldern vorhanden. Natürlicherweise wären Feinsedimentablagerungen in Bereichen mit Kehrströmungen und in Nebengerinnen anzutreffen. Die Korngrößendurchmesser der Stromsohle nehmen, entsprechend dem abnehmenden Gefälle, sinkender Schleppkraft und zunehmender Aufarbeitung der Geschiebe von ober- nach unterstrom ab. Das Gerinne des Rheins ist in quartäre Sedimente eingebettet.

tet. Im heutigen potenziell natürlichen Zustand können lokal Festgesteinsbänke (Tertiärquarzite, Tonsteine), Steine, Sand (z. T. tertiäre Feinsande), Schluff, Ton und organische Substrate im Gerinnebett auftreten.

Großräumige Stromverlagerungen gehören unter Leitbildbedingungen (heutiger potenziell natürlicher Gewässerzustand = hpnG) zum Charakter des Rheins. Das Verlagerungspotenzial nimmt dabei von Süden nach Norden v. a. auf Grund der zunehmend feinkörnigeren Zusammensetzung des Materials in der Sohle, am Ufer, in der Aue und in der Niederterrasse beständig zu.

Das Querprofil des Strombettes ist vorherrschend flach und breit. Es wird von Furten und asymmetrischen Prallhang-Gleithang-Profilen bestimmt. Daneben finden sich zahlreiche Sohlenstrukturen wie Bänke, Inseln, Kolke und Tiefrinnen.

Der Niederrhein fließt in einem flachen Sohlental und hat große Teile der Fließgewässerlandschaft der *Niederungsgebiete* ausgebildet. Entsprechend der unterschiedlichen Feinausprägung von Talform, Gefälle und Substraten sowie gewässermorphologischen Parametern ist der Niederrhein im längszonalen Wechsel in fünf verschiedene morphologische Stromabschnittstypen mit entsprechenden Talbodenformen zu unterteilen.

1. Abschnitt Rolandseck bis Bonn:

Hierbei handelt es sich um einen gestreckten Gerinnelauf in einem engen Sohlental. Verzweigungen des Gewässers treten nur sehr selten auf.

2. Abschnitt Bonn bis Leverkusen:

Dieser Abschnitt liegt wie der vorhergehende noch im mittelgebirgsgeprägten Eintritts-/Übergangsbereich des Niederrheins ins Tiefland. Es handelt sich um einen vorherrschend unverzweigten, schwach gewundenen Stromabschnitt, der von einem schmalen Talboden begleitet ist.

3. Abschnitt Leverkusen bis Duisburg:

Von Leverkusen bis Duisburg liegt ein überwiegend unverzweigter, mäandrierender Lauf vor, in dem einzelne Nebengerinne ausgebildet sind. Der Talboden ist u. a. durch die Auflösungszone des Niederterrassefeldes aufgeweitet.

4. Abschnitt Duisburg bis Wesel:

Dieser Abschnitt ist durch eine breite Aue gekennzeichnet, in dem der Strom teilweise verzweigt und reich an Nebengerinnen mäandriert. Als Folge großräumigen Kiesabbaus ist rezent eine Seenlandschaft entstanden, deren Gestalt erheblich von den natürlichen Altgewässern des Stroms abweicht. Darüber hinaus hat untertägiger Abbau von Steinkohle und Steinsalz zu landschaftsprägenden Geländeabsenkungen geführt. Durch Auskiesungen bzw. Nassabgrabungen auf der Niederterrasse sowie durch bergbauliche Abbautätigkeiten verursachte anthropogene Geländedepressionen sind zurzeit als irreversible Veränderungen der naturräumlichen Gegebenheiten anzusehen. In diesen Geländevertiefungen tritt Grundwasser zu Tage. Außerdem können diese Bereiche durch laterale Verlagerung des Rheinstroms angeschnitten oder bei Hochwasserereignissen direkt überformt werden. Infolgedessen erstreckt sich beiderseits des Rheinstroms eine Seenlandschaft, die eine Aufweitung der potenziell natürlichen Aue in diesem Rheinabschnitt bewirkt. Dieser Sohlentalabschnitt wird neben dem mäandrierenden Hauptstrom geprägt durch einen kleinräumigen Wechsel von Seen, flach überschwemmten Gebieten, Aufschüttungen (Halden), inselartigen Niederterrassearealen, Stauchmoränen und Sandern im Westen sowie Dünen und Hochflutrinnen. Die erheblichen Eintiefungen der Rheinsohle seit dem letzten Jahrhundert sowie die Auskiesungen in der gegenwärtigen, aktiven Aue sind dagegen unter leitbildkonformen Bedingungen als reversibel anzusehen, auch wenn sich inzwischen durch die in jüngster Zeit erheblich gesteigerte Tiefenerosion des Rheins (bis zu 1 – 2 cm pro Jahr) bereits sichtbare Beeinträchtigungen der natürlichen Altgewässer zeigen.

5. Abschnitt Wesel bis Kleve-Bimmen:

Der letzte Niederrheinabschnitt, oberhalb der so genannten Geldernschen Poort, verläuft in einem sehr breiten Talboden, worin dem Strom viel Raum für Bettverlagerungen gegeben ist. Im heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand besitzt der Rhein hier einen mäandrierenden, häufig verzweigten Lauf, und er ist reich an Nebengerinnen.

Die heutige potenzielle natürliche Vegetation des Niederrheins und seiner Aue besteht aus einer Weichholzaue auf kies- und sandreichen Auerohböden mit Silberweidenwald (*Salicetum albae*) und Mandelweiden-Korbweidengebüsch (*Salicetum triandroviminalis*). Kleinflächig finden sich auch Laichkrautgesellschaften und Röhrichte sowie Pioniergesellschaften feuchter bis nasser Standorte mit Erlenbrüchen, Sandtrockenrasen, Flächen mit Flechtengesellschaften sowie amphibische Moosgesellschaften. Die höher gelegene Hartholzaue ist bestanden von Stieleichen-Ulmenwäldern (*Quercus-Ulmetum*) auf episodisch überfluteten Braunen Aueböden. Natürlicherweise existieren auch offene gehaltene Flächen (z. B. durch Großsäuger) und an den Stillgewässern ersetzen Schilfröhrichte und Seggenrieder die Auenwaldsäume.

Strom- und Stromabschnittstypen der Weser

Die Weser, die eine Gesamtlänge von 477 km aufweist, fließt über zwei längere Abschnitte – rund 110 km – durch Nordrhein-Westfalen. Der südliche in Nordrhein-Westfalen gelegene Abschnitt (Oberweser) liegt zwischen Herstelle und Bevern vollständig im Deckgebirge und wird typologisch dem Fließgewässertyp des *Schottergeprägten Stroms des Deckgebirges* zugeordnet (Bild 24). Im Nordosten verläuft sie nochmals von Rinteln bis Schlüsselburg durch Nordrhein-Westfalen, wobei sie bei Porta Westfalica das Deckgebirge verlässt und ins Tiefland (Mittelweser) eintritt. Im Übergangsbereich zum Tiefland erfolgt eine typologische Zuordnung zum *Kiesgeprägten Strom des Tieflandes*.



Bild 23: Der Niederrhein fließt in einem flachen, breiten Sohlental. Heute prägen Bühnenfelder sein Bild, natürlicherweise würde dieser Kiesgeprägte Strom des Tieflandes ausgedehnte Kies- und Schotterbänke aufweisen.

Im Deckgebirge sind Sohle und Aue durch Steine und Schotter geprägt und erreichen lokal das Festgestein. Erst nach dem Übergangsbereich vom Deckgebirge zum Tiefland treten Kiese und vereinzelt Sande (Eimündung der Werre) in den Vordergrund.

Die Talformen der Oberweser wechseln kleinräumig zwischen Engtälern, schmalen und weiten Sohlentälern, in denen z. T. Niederterrassenareale in die Aue eingeschaltet sind. Die Engtalabschnitte zeichnen sich durch Laufabschnitte aus, die im Leitbildzustand einen gestreckten Gewässerverlauf mit vorherrschendem Einzelbettgerinne und abschnittswisen Stromspaltungen aufweisen. In den Sohlentälern ist eine Laufentwicklung zwischen schwach gewundenen bis mäandrierenden Gewässerläufen ausgebildet. Im Austrittsbereich aus dem Deckgebirge treten sowohl Auenbereiche mit lokalen Aufweitungen als auch Sohlentäler mit schmalen Talboden und ausgedehnten Hochflutrinnen in den seitlich angrenzenden Niederterrassen auf. Nach dem Übergangsbereich weitet sich der Talboden und ermöglicht laterale Erosion auf der gesamten unteren Talstufe mit der Ausbildung von weiten Mäanderbögen und Durchbrüchen. Im Austrittsbereich können bei vorherrschendem unverzweigtem Lauftyp zahlreiche Stromspaltungen auftreten, die Richtung Norden abnehmen.



Bild 24: Weite Mäanderbögen sind charakteristisch für die Stromtal-landschaft der Weser im Übergangsbereich von Mittelgebirge zum Tiefland. Hier findet auch ein Wechsel des Fließgewässertyps vom Schottergeprägten Strom des Deckgebirges zum Kiesgeprägten Strom des Tieflandes statt.

Die Auen werden von ausgedehnten Eichen-Eschen-Auenwäldern, oft im Übergang zu Stieleichen-Hainbuchenwäldern eingenommen. Tief gelegene Auenbereiche mit großen Wasserstandsschwankungen und hoher Dynamik werden von Weidenwäldern und -gebüsch geprägt.

Deutlich kleinflächiger treten an Flussufern und in Rinnensystemen Röhrichte, Seggenrieder sowie Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte sowie Hochstaudenfluren auf. Die dauerhaft vernässten Rinnen in Talrandlage und verlandeten Altwässern sind von Erlenbruchwald bzw. Erlen-Eschenwaldbeständen bestockt.

Die insbesondere in den Talweitungen zahlreichen Stillgewässer sind durch Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Seggenrieder sowie Pionierfluren feuchter bis nasser Standorte geprägt.

II.5 • 6 Anwendung in der Planungspraxis

II.5 • 6.1 Fließgewässertypologisches Informationssystem FTIS

Da der Fließgewässertypenatlas GIS-technisch mit der Software ArcView 3.2™ erstellt wurde, können dem Anwender neben Text und analogen Karten alle relevanten Informationen auch digital zur Verfügung gestellt werden. Dazu liegt dem Merkblatt eine CD-ROM mit dem Fließgewässertypologischen Informationssystem (FTIS) bei.

Dabei handelt es sich um eine Projektdatei mit mehreren Shape-Dateien (= mit geographischen Verortungen verknüpfte Datenbankdateien) zu Fließgewässerlandschaften, Fließgewässertypen und administrativen Grenzen sowie Legenden-Dateien.

Die Projektdatei (FTIS.apr) kann direkt von der CD-ROM oder nach vollständiger Übertragung auf eine Festplatte von dieser gestartet werden. Sie ermöglicht den Zugang zu allen Daten des Fließgewässertypenatlas und enthält fertige Kartenlayouts für die Erstellung und den Plot beliebiger Kartenausschnitte mit frei wählbaren Maßstäben. Die Projektdatei (Flusstypenkarte.apr) enthält zusätzliche Informationen zu Inhalt und Layout der Karte der „Flusstypen und Flussabschnittstypen“. Die Pfade der Projektdateien wurden so eingerichtet, dass sie unabhängig von Laufwerks- und Verzeichnisbezeichnungen funktionieren.

Die Verwendung von FTIS in ArcView bietet alle mit einem Geographischen Informationssystem verbundenen Vorteile der Datenauswertung, angefangen bei der Suche einzelner Gewässer über den Gewässernamen, die Gewässerkennzahl oder Rechts-Hoch-Werte bis zur statistischen Analyse von Strecken- oder Flächenanteilen ausgewählter Fließgewässertypen oder Fließgewässerlandschaften (Abb. 15).

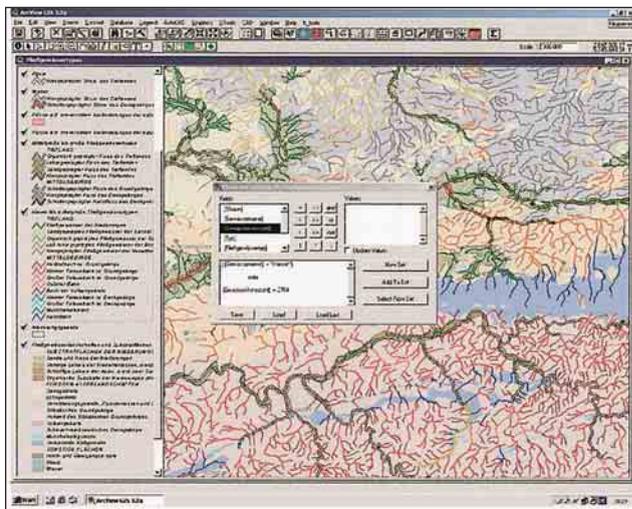
Ein besonderer Vorteil liegt auch in der Möglichkeit, alle Informationen problemlos mit anderen gewässer- oder raumbezogenen Daten kombinieren, überlagern und beliebige Maßstäbe wählen zu können.

Bei der Auswertung sind die in Kap. II.5 • 3 aufgeführten Maßstäbe der digitalen Kartengrundlagen zu beachten. Wegen der unterschiedlichen Maßstäbe der Linien-, Flächen- und Geländemodelle (zwischen 1 : 5.000 und 1 : 10.000) kann kein einheitlicher Erarbeitungsmaßstab vorgegeben werden. Es wird empfohlen, einen maximalen Auswertungsmaßstab von 1 : 25.000 nicht zu überschreiten, da bei größeren Maßstäben die Gefahr der Genauigkeitsüberschätzung besteht. Bei der Ermittlung von Fließlängen ist zu beachten, dass es sich um generalisierte Daten des ATKIS-Gewässernetzes handelt.

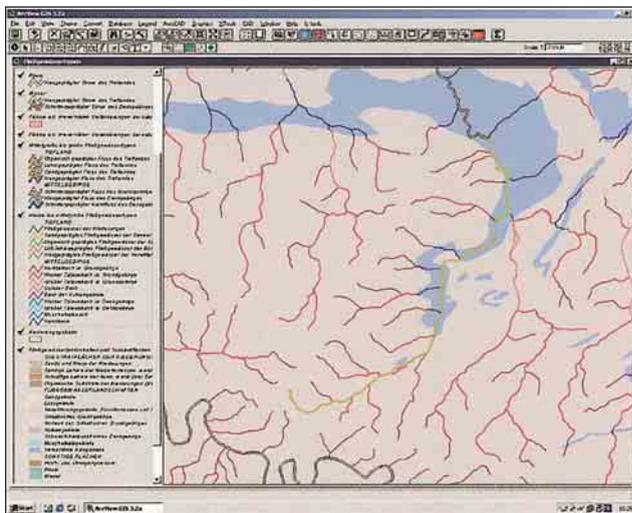
II.5 • 6.2 Karte der Flusstypen und Flussabschnittstypen

Das namensgebende Sohlssubstrat der Flusstypen ist in der Karte der „Flusstypen und Flussabschnittstypen“ als farbiges Band entlang der Gewässer dargestellt. Die Flussabschnittstypen weisen über Piktogramme die Zuordnung des Lauftyps und des Windungsgrades eines bestimmten Laufabschnittes aus. Für Flüsse, deren näheres Umfeld irreversible Veränderungen der naturräumlichen Rahmenbedingungen aufweist (z. B. Laufabschnitte von Erft und Emscher), werden keine Flussabschnittstypen ausgewiesen, da diese im Einzelfall nur auf Grundlage der lokalen Gegebenheiten zu ermitteln sind (siehe Kap. II.5 • 3.2.3).

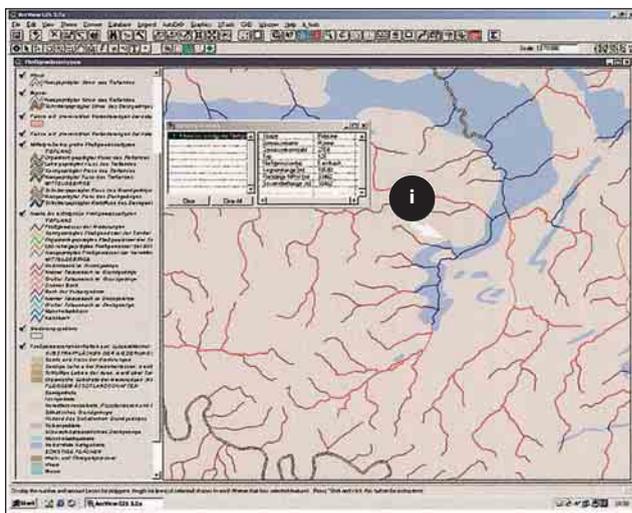
Die Grenzen der räumlichen Auflösung einer Karte im Maßstab 1 : 300.000 müssen auf der Anwenderseite stets präsent sein. Die ausgewiesenen Flusstypen und Flussabschnittstypen geben jeweils die vorherrschende Merkmalsausprägung wieder und können durchaus kleinräumige Abweichungen aufweisen. Eine Überprüfung der jeweiligen lokalen Gegebenheiten und gegebenenfalls eine Anpassung ist für spezifische Leitbildbeschreibungen notwendig.



Gesuchtes Gewässer: Hönne
Gewässerkennzahl: 2764



Zoom auf den markierten Gewässerbereich.



Nach Entfernung der Markierung werden die einzelnen Typabschnitte auf Grund ihrer unterschiedlichen Farben erkennbar. Die genauen, mit den Einzelabschnitten verknüpften Informationen lassen sich durch einfaches Anklicken mit der Maus abrufen.

Abb. 15: Screenshot mit exemplarischer Suche nach einem Fließgewässer.

Die Ermittlung des zutreffenden lokalen Leitbildes erfolgt im Wesentlichen auf Grundlage der digitalen Karte, der Inhalte des entsprechenden Merkblattes sowie eines Geländeabgleiches:

- 1. Zuordnung** des zu kartierenden Laufabschnittes mit Hilfe der Karte
- 2. Auswertung** der vorliegenden Tabellen und Abbildungen des Merkblattes
- 3. Abgleich** mit den lokalen Bedingungen des Kartierabschnittes und ggf. Anpassung an die örtlichen Rahmenbedingungen (z. B. können kleinräumige Talbodeneinengungen durch Schwemmfächer oder auch Festgesteinsriegel Modifikationen des potenziell natürlichen Windungsgrades erfordern)

II.5 • 6.3 Der Fließgewässertypenatlas – ein Instrument für die Planungspraxis

Der Fließgewässertypenatlas ergänzt die umfassenden gewässertypologischen Veröffentlichungen des Landes Nordrhein-Westfalen um ein wichtiges Produkt für eine Vielzahl von Anwendungszwecken. Er ermöglicht eine eindeutige Zuordnung der in den jeweiligen Merkblättern beschriebenen Fließgewässertypen und -landschaften und stellt somit ein praxisnahes Arbeitsinstrument für das Gewässermanagement dar.

Der Anwender ist jedoch gehalten, sowohl die in Kapitel II.5 • 3 beschriebenen methodisch bedingten Voraussetzungen, als auch die möglichen Abweichungen der jeweiligen Gewässerausprägungen von der allgemeinen Typbeschreibung bei der konkreten Gewässerplanung zu berücksichtigen. Ein Typ ist ein Idealfall, der in der Realität nie genau so auftritt, sondern individuell ausgestaltet ist.

Der Anwender, der den Fließgewässertyp für ein konkretes Gewässer benötigt, sollte daher wie folgt vorgehen: Das Gewässer wird z. B. anhand seines Namens oder seiner Gewässerkennzahl in der Karte identifiziert und der für den betreffenden Abschnitt ausgewiesene Gewässertyp ermittelt. Die zu den Gewässertypen gehörigen Charakterisierungen der jeweiligen Leitbilder sind den Kapiteln II.1 und II.2 zu entnehmen.

In Einzelfällen ist nicht auszuschließen, dass die getroffene Typzuweisung für einen konkreten Gewässerabschnitt nicht korrekt erscheint. Solche Hinweise können sich aus genauer Anschauung vor Ort ergeben, wobei allerdings zuerst sichergestellt sein muss, dass die abweichenden Eigenschaften des Gewässers (z. B. nicht mit den Leitbildbeschreibungen in den Kapiteln II.1 und II.2 übereinstimmende Substratverhältnisse oder geochemische Wasserbeschaffenheit) nicht durch anthropogene Überformungen bedingt sind.

Der Anwender kann dann eine eigene Überprüfung der Typzuweisung vornehmen. Diese kann z. B. durch Analyse detaillierter geologischer Karten, Bodenkarten und historischer sowie aktueller topografischer Karten und Literatur erfolgen. Ergibt sich auch danach ein von der Ausweisung abweichender Typ, so gibt es dafür zwei Möglichkeiten: Es kann eine starke Variation des Typus vorliegen, die durch das oben genannte Phänomen der individuellen Ausgestaltung der idealisierten Leitbildbeschreibungen möglich ist. Daneben treten Übergangs- und Mischformen auf, etwa im Wechsel eines Gewässerabschnittes von einer Fließgewässerlandschaft in eine andere oder besonders im Übergang vom Tiefland zum Mittelgebirge. Hier sind gegebenenfalls leichte Variationen der Typusbeschreibung für die Anwendungszwecke zu akzeptieren.

Es ist nicht auszuschließen, dass vom Anwender aus berechtigten und nachzuweisenden Gründen eine vollständige Neuzuweisung des Typs für einen Gewässerabschnitt für erforderlich gehalten wird. Bevor diese wasserwirtschaftliche Verwendung findet, ist sie zu dokumentieren und der Herausgeber dieser Schrift ist darüber zu informieren (siehe Kasten).

Im Falle erheblicher und irreversibler Beeinträchtigungen der abiotischen Rahmenbedingungen, die sich auf die Typologie- und Leitbildebene auswirken, ist gemäß Erlass des MUNLV vom 18.12.2001 (vorläufige Arbeitsanleitung „Leitbilder und Entwicklungsziele unter Berücksichtigung irreversibler naturräumlicher Veränderungen“) zu verfahren.

Hinweis:

Wird als Ergebnis der typologischen Verifikation eine Neuzuweisung des Fließgewässertyps in Abweichung vom Fließgewässertypenatlas für erforderlich gehalten, muss diese sowohl mit den zuständigen Fach- und Aufsichtsbehörden als auch mit dem Landesumweltamt NRW abgestimmt werden. Dem Landesumweltamt als Herausgeber des Typenatlas ist eine schriftliche Begründung für die abweichende Typisierung zuzusenden, die die maßgeblichen Kriterien für eine Neueinstufung plausibel und nachvollziehbar macht. Beim Landesumweltamt werden alle Einzelinformationen gesammelt, so dass sie gegebenenfalls für eine künftige Überarbeitung des Fließgewässertypenatlas verwendet werden können.

II.5 • 7 Literatur

- BRUNOTTE, E. & I. IHBEN (2001): Geomorphologische Leitbildentwicklung in NRW für mittelgroße bis große Fließgewässer sowie für den Niederrhein. – In: FISCHER, H. & R. GRAAFEN (Hrsg.): Koblenzer Geographisches Kolloquium. Themenheft „Flusslandschaften zwischen Persistenz und Überformung“. 23. Jg., Jahresheft. Zugl. Kulturlandschaft. Zschrft. f. Angewandte Historische Geographie. Jg. 10. H. 1 (2000) Koblenz.
- EG (2002) (EMSCHERGENOSSENSCHAFT) : Zuordnung der Gewässertypen und Leitbilder der Emscher sowie die Darstellung der irreversiblen anthropogenen Überprägungen ab der Kläranlage Dortmund-Deusen. – (unveröffentl. Gutachten).
- EHLERT, T., A. VAN DEN BOOM, P. PODRAZA & H. SCHUHMACHER (1999): Leitbilder für Mittelgebirgsbäche in Nordrhein-Westfalen. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Tagungsbericht 1998 (Klagenfurt): 445–448.
- EHLERT, T., U. KOENZEN, T. POTTGIESSER, H. SCHUHMACHER & G. FRIEDRICH (2000): Dem Leitbild auf der Spur. - In: Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein- Westfalen (NUA) (Hrsg.): Emsauenschutz – Zwischenbilanz, Strategien, Zukunft. – NUA-Seminarbericht Band 6: 22–25.
- EHLERT, T., D. HERING, U. KOENZEN, T. POTTGIESSER, H. SCHUHMACHER & G. FRIEDRICH (2002): Typology and type specific reference conditions for medium-sized and large rivers in North Rhine-Westphalia: methodical and bio-logical aspects. – Int. Rev. Hydrobiol. 87: 151–163.
- FOLTYN, S. (2000): Überlebensstrategie in sommertrockenen Löss-Lehmbächen. – In: Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein-Westfalen (NUA) (Hrsg.): Gewässer ohne Wasser? Ökologie, Bewertung, Management temporärer Gewässer. – NUA-Seminarbericht Band 5: 72–81.
- FOLTYN, S., M. SOMMERHÄUSER & T. TIMM (1996): Zur Eintags- und Steinfliegen-Fauna temporärer Löss-Lehmbäche des Kernmünsterlandes, Nordrhein-Westfalen (Insecta: Ephemeroptera, Plecoptera). – Lauterbornia 27: 3–9.
- IHBEN, I. (2000): Leitbild Niederrhein – Arbeitshilfe für die Gewässerstrukturgütekartierung. Abt. f. Angewandte Geomorph. u. Landschaftsforschung. – Geogr. Inst. Univ. zu Köln. (unveröff.).
- IHBEN, I. (in Vorbereitung): Geomorphologische Leitbildentwicklung für den Niederrhein (als Grundlage für die Gewässerstrukturgütebewertung). – Diss. Abt. f. Angewandte Geomorph. u. Landschaftsforschung. Geogr. Inst. Univ. zu Köln.
- KOENZEN, U. (2001): Morphologisches Leitbild für die Weser in NRW. – Gutachten im Auftrag des StUA Minden, 17 S. (unveröff.).
- KOENZEN, U., E. BRUNOTTE, T. EHLERT, T. POTTGIESSER, H. SCHUHMACHER & G. FRIEDRICH (2000): Typologie und Leitbilder für große Fließgewässer Nordrhein-Westfalens – Konzepte und Methoden. - Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Tagungsbericht 1999 (Rostock): 81–85.
- LORENZ, A. (2000): Ökologische Auswirkungen periodischer Wasserführung auf die Makroinvertebratenbiozönose eines Mittelgebirgsbaches im Weserbergland. – In: Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein- Westfalen (NUA) (Hrsg.): Gewässer ohne Wasser? Ökologie, Bewertung, Management temporärer Gewässer. – NUA-Seminarbericht Band 5: 129–136.
- LUA (1999A) (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Teil I: Kleine bis mittelgroße Fließgewässer. - Merkblätter Nr. 16: 1–235 + 1 Karte.
- LUA (1999B) (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.): Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen. - Merkblätter Nr. 17: 1-88 + 1 Karte.
- LUA (2001A) (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.): Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens. Teil 2: Mittelgroße bis große Fließgewässer – Gewässerabschnitte und Referenzstrukturen. – Merkblätter Nr. 29: 1–247.

- LUA (2001b) (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.): Leitbilder für mittelgroße bis große Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Flusstypen. – Merkblätter Nr. 34: 1–129 + 1 Karte.
- MURL NRW (Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.) (1995): Leitbilder für Tieflandbäche in Nordrhein-Westfalen. Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen im Flachland. – WAZ-Druck, Duisburg: 1–60.
- PODRAZA, P., T. EHLERT, M. SOMMERHÄUSER, H. SCHUHMACHER & G. FRIEDRICH (2000): Ableitung von Fließgewässertypen und -landschaften der kleinen und mittelgroßen Fließgewässer der Tiefland- und Mittelgebirgsregion Nordrhein-Westfalens. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Tagungsbericht 1999 (Rostock): 86–90.
- POTTGIESSER, T. & T. EHLERT (2002): Eine kurvenreiche Zukunft für Flüsse? Typologie und Leitbilder für die Flüsse des Tieflandes in Nordrhein-Westfalen. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Tagungsbericht 2001 (Kiel): 81–86.
- POTTGIESSER, T. & M. SOMMERHÄUSER (2000): Naturnahe Tieflandbäche in Nordrhein-Westfalen. Refugien seltener und gefährdeter Wasserinsekten. – Verh. Westd. Entom. Tag Düsseldorf 1999: 233–246.
- POTTGIESSER, T., B. AHN, N. HENKEL, P. KOCH, M. SOMMERHÄUSER & S. TACKMANN (1999): Zur Typologie des Gewässerumfeldes naturnaher Tieflandbäche am Beispiel des altglazialen Raumes (Untersuchungsgebiet Nordrhein-Westfalen). – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Tagungsbericht 1998 (Klagenfurt): 425–429.
- SOMMERHÄUSER, M. (1998): Limnologisch-typologische Untersuchungen zu sommertrockenen und permanenten Tieflandbächen am Beispiel der Niederrheinischen Sandplatten. – Diss. Universität-GH Essen, 256 S. + Anhang (Microform).
- SOMMERHÄUSER, M. (2001): Bachtypen und Gewässerfauna des Niederrheinischen Tieflandes – ein Beitrag zu Gewässertypologie und Naturschutz. – Natur am Niederrhein (N. F.) 16: 101–114.
- SOMMERHÄUSER, M. & P. KLAUSMEIER (1999): Fließgewässertypisierung und Leitbildfindung – zur Methodik und Anwendung in ökomorphologischen Bewertungsverfahren am Beispiel ausgewählter Tieflandbachtypen. – Wasserwirtschaft 89 (9): 460–467.
- SOMMERHÄUSER, M. & H. SCHUHMACHER (HRSG.) (2002): Handbuch der Fließgewässer Nord-deutschlands. Typologie - Bewertung - Management - Atlas für die limnologische Praxis. - Hardcover, ecomed: im Druck.
- SOMMERHÄUSER, M. & T. TIMM (1997): Limnologische Leitbilder zur regionalen Gewässertypologie. – In: ZUMBROICH, T., A. MÜLLER & G. FRIEDRICH (Hrsg.): Strukturgröße von Fließgewässern. Grundlagen und Kartierung. – Springer, Berlin u. a.: 73–94.
- TACKMANN, S. & P. KLAUSMEIER (2000): Morphologische und vegetationskundliche Typenbildung für das Gewässerumfeld von kleinen und mittelgroßen Tieflandbächen am Beispiel Nordrhein-Westfalens. – Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL), Tagungsbericht 1999 (Rostock): 96–100.
- TIMM, T. & F. H. OHLENFORST (1994): Der grundwassergeprägte Tieflandbach. – Limnologica 24: 213–229.
- TIMM, T. & M. SOMMERHÄUSER (1993): Bachtypen im Naturraum Niederrheinische Sandplatten – Ein Beitrag zur Typologie der Fließgewässer des Tieflandes. – Limnologica 23 (4): 381–394.

II.5 • 8 Zugrunde liegende Forschungsstudien

MURL-Studie „**Zielvorgaben und Handlungsanweisungen für die Renaturierung von Tieflandbächen in Nordrhein-Westfalen**“ (1991–1993), erarbeitet von: T. Timm, H. Ohlenforst, M. Sommerhäuser, K. Beverungen, R. Hahn, K. Lätsch, T. Pottgiesser, B. Rückriem, R. Steimer.

3 Bände:

- Band 1: Die Leitbilder für Tieflandbäche in NRW, mit Zielvorgaben und Handlungsanweisungen
- Band 2: Beschreibung von zwölf ausgewählten Modellen naturnaher Tieflandbäche in NRW
- Band 3: Voruntersuchung: Kataster der Probestellen an Tieflandbächen in NRW

LUA-Studie „**Typisierung und Leitbildfindung für kleine und mittelgroße Fließgewässer des Mittelgebirgsraumes NRW**“ (1995–1998), erarbeitet von: H. Schuhmacher, P. Podraza, A. van den Boom, T. Ehlert, I. Antunes, R. Behnke, S. Foltyn, H.-P. Henter, T. Pottgiesser, T. Schmidt.

4 Bände:

- Band 1: Leitbilder für kleine und mittelgroße Fließgewässer des Mittelgebirgsraumes NRW (Textband)
- Band 2: Beschreibung von 14 ausgewählten Modellen naturnaher Mittelgebirgsbäche in Nordrhein-Westfalen
- Band 3 und Band 4: Dokumentation der Voruntersuchungsphase

LUA-Studie „**Interdisziplinäres Forschungsvorhaben zur Typologieentwicklung und Leitbildfindung für mittelgroße und große Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen**“ (1998–2000), erarbeitet von: T. Ehlert, T. Pottgiesser, U. Koenzen, B. Ahn, A. van den Boom, M. Buck, A. Haidekker, H.-P. Henter, R. Immendorf, S. Kramm, T. Kröffges, A. Kurth, L. Janzen, M. Lautenschläger, R. Manderbach, M. Mindt, A. Müller, S. Neumann, A. Palm, P. Rolauffs, J. Smit, P. Wermter.

MUNLV-Studie „**Verbreitungskarte und Datenbank der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalens**“ (1999–2001), erarbeitet von: M. Sommerhäuser, T. Pottgiesser, M. Halle, S. Seuter, I. Bergmann, T. Ehlert, I. Ihben, U. Koenzen, P. Podraza.

II.5 • 9 Bildnachweis

Behnke & S. Foltyn:	30
A. van den Boom:	27, 31
A. van den Boom & T. Ehlert:	26, 28
T. Ehlert:	22, 23, 24, 32, 34, 36
T. Ehlert & S. Foltyn:	29
C. Feld:	21
G. Friedrich:	37
M. Halle & S. Seuter:	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 39
H.-P. Henter:	33
Abt. Hydrobiologie, Universität Essen:	25
P. Klausmeier:	17
U. Koenzen:	4, 38
T. Pottgiesser:	35
T. Timm:	15, 16, 18, 19, 20