

Gewässertypenatlas für das Großherzogtum Luxemburg

Autoren:

Raphael Hirsch

Christof Kinsinger

Ernst Löffler



erstellt im Auftrag der Services de la Gestion de l'Eau
Ministère de l'Intérieur du Luxembourg
(Betreuung: Monique Reichard)

September 2003

Inhaltsangabe

1	Zusammenfassung	4
2	Einleitung	6
3	Zielsetzung und Verwendung	8
4	Bearbeitungsschritte und Methodik	9
5	Gewässerentwicklung	11
5.1	Zeitliche Betrachtung	11
5.2	Heutiger potenziell natürlicher Gewässerzustand (hpnG)	12
5.3	Grundlagen der Gewässerentwicklung	12
5.3.1	Entwicklungsstadien und -prozesse	12
5.3.2	Komponenten der Gewässerentwicklung	14
6	Typisierungsebenen	16
6.1	Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie	16
6.2	Physisch-geographische Faktoren	17
7	Fließgewässertypen in Luxemburg (nach System B im Anhang II der EU-WRRL)	18
7.1	Substratgeprägte Fließgewässertypen und Fließgewässerräume	18
7.1.1	Naturräume Ösling und Gutland	19
7.1.2	Allgemeine Erläuterungen zu den Fließgewässerräumen	20
7.1.3	Fließgewässer des Schiefergebirges	22
7.1.4	Fließgewässer des Muschelkalks	24
7.1.5	Fließgewässer des Keupers und Lias (ohne Luxemburger Sandstein)	26
7.1.6	Fließgewässer des Luxemburger Sandsteins	28
7.2	Gewässergröße	30
7.3	Fischregionen	31
7.4	Oberflächenwasserkörper	34
7.4.1	Faktoren / Methodik / Ergebnisse	34
7.4.2	Codierung der Oberflächenwasserkörper	36
7.4.3	Integration anthropogener Beeinträchtigungen	38
7.4.4	Harmonisierung der Oberflächenwasserkörper an den Grenzen	38
8	Talmorphologische Fließgewässertypen	40
8.1	Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung als Typisierungsgrundsatz	40
8.2	Spannbreite der Typenausprägung	42
8.2.1	Haupttyp 1: Muldentalgewässer	43
8.2.2	Verbreitung und allgemeine Charakteristik	43

8.2.3	Gehölz- und substratbedingte Voraussetzungen der Gewässerentwicklung	47
8.2.4	Laufentwicklung	48
8.2.5	Längsprofilentwicklung	49
8.2.6	Querprofilentwicklung	51
8.2.7	Sohlenentwicklung	52
8.2.8	Uferentwicklung	53
8.2.9	Gewässerumfeld	55
8.3	Haupttyp 2: Kerbtalgewässer	57
8.3.1	Verbreitung und allgemeine Charakteristik	57
8.3.2	Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung	59
8.3.3	Gehölz- und substratbedingte Voraussetzungen der Gewässerentwicklung	62
8.3.4	Laufentwicklung	62
8.3.5	Längsprofilentwicklung	64
8.3.6	Querprofilentwicklung	66
8.3.7	Sohlenentwicklung	69
8.3.8	Uferentwicklung	72
8.3.9	Gewässerumfeld	75
8.4	Haupttyp 3: Auetalgewässer	76
8.4.1	Verbreitung und allgemeine Charakteristik	76
8.4.2	Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung	78
8.4.3	Gehölz- und substratbedingte Voraussetzungen der Gewässerentwicklung	81
8.4.4	Laufentwicklung	82
8.4.5	Längsprofilentwicklung	88
8.4.6	Querprofilentwicklung	91
8.4.7	Sohlenentwicklung	93
8.4.8	Uferentwicklung	97
8.4.9	Gewässerumfeld	101
8.5	Haupttyp 4: Mäandertalgewässer	102
8.5.1	Verbreitung und allgemeine Charakteristik	102
8.5.2	Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung	104
8.5.3	Gehölz- und substratbedingte Voraussetzungen der Gewässerentwicklung	106
8.5.4	Laufentwicklung	107
8.5.5	Längsprofilentwicklung	109
8.5.6	Querprofilentwicklung	111
8.5.7	Sohlenentwicklung	114
8.5.8	Uferentwicklung	117
8.5.9	Gewässerumfeld	123
9	Die Referenzgewässerstrecken	126
9.1	Auswahl	126
9.1.1	Vorauswahl potenzieller Referenzgewässerstrecken	126
9.1.2	Geländebereitung mit Referenzgewässerbewertung	127

9.2	Dokumentation	128
9.3	Referenzgewässerprotokolle	131
9.3.1	Referenzstrecken mit Langprotokoll	131
9.3.2	Referenzstrecken mit Kurzprotokoll	182
10	Erläuterung der Karten	194
10.1	Karte I: Substratgeprägte Fließgewässertypen, Gewässergrößen und Lage der Referenzstrecken	194
10.2	Karte II: Talmorphologische Fließgewässertypen	194
10.3	Karte III: Betrachtungsräume und Oberflächenwasserkörper (natürliche Faktoren)	195
11	Literatur	196

1 Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) hat der Lehrstuhl für Physikalische Geographie der Universität des Saarlandes einen Gewässertypenatlas für das Großherzogtum Luxemburg erstellt. Neben den unmittelbaren durch die Wasserrahmenrichtlinie gegebenen Anforderungen wurde in Anlehnung an die Gewässertypenatlanten der benachbarten deutschen Bundesländer Rheinland-Pfalz und Saarland ein weiterer Schwerpunkt auf die Festlegung und Beschreibung der talmorphologischen Gewässertypen gelegt. Im Einzelnen sind folgende Arbeiten durchgeführt worden:

Zunächst erfolgte in Anlehnung an die EU-WRRL eine Evaluierung der verschiedenen Typisierungsfaktoren im Großherzogtum Luxemburg. Dabei wurde wie in den benachbarten Ländern auf die Analyse nach System B im Anhang II der Richtlinie zurückgegriffen. Die aufgeführten obligatorischen Faktoren (Geologie, Gewässergröße, Höhenlage, Geographische Breite bzw. Länge) fanden dabei alle Berücksichtigung. Auf Basis der typischen Substratverhältnisse und seiner naturräumlichen Grundausstattung erfolgte eine Unterteilung des Großherzogtums in vier verschiedene Fließgewässerräume: dem einheitlichen Naturraum Ösling im Norden sowie drei weiteren Fließgewässerräume im Süden des Landes. Die einzelnen Räume wurden allgemein hinsichtlich Relief, Geschiebehaushalt und Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen beschrieben und gegeneinander abgegrenzt. Weiterhin wurden die Gewässer nach ihrer Größe typisiert und anhand der potenziellen Mittelwasserbreite plausibilisiert. Anschließend wurden die Fischregionen zur Validierung der Fließgewässerräume herangezogen. Auf Grundlage dieser drei Faktoren wurden 33 Oberflächengewässerkörper für Luxemburg ausgewiesen, die zu sieben Betrachtungsräumen zusammengefasst wurden. Die anthropogenen Belastungsfaktoren sind bei der Ausweisung nicht integriert.

In einem zweiten Teil wurde die in der WRRL als optional angeführte Talmorphologie (Talform, durchschnittliche Wasserbreite bzw. -tiefe, Form und Gestalt des Hauptflussbettes und die Feststofffracht) zur Typisierung der Fließgewässer herangezogen. Die Talmorphologie ist für die künftige Bewirtschaftungsplanung der Gewässer des Großherzogtums von besonderem Wert. Die talmorphologischen Gewässertypen ließen sich anhand der charakteristischen Höhenlinienbilder auf Basis der topographischen Karten (TC20) in vier Haupttypen und vier Mischtypen unterscheiden. Die ausführliche Beschreibung der talmorphologischen Gewässertypen nimmt einen großen Teil des Berichtes ein. In ihm sind alle wesentlichen Entwicklungsfaktoren der luxemburgischen talmorphologischen Gewässertypen dokumentiert. Dabei wurden die in den Gewässertypenatlanten von Rheinland-Pfalz und dem Saarland gemachten Aussagen auf die Verhältnisse in Luxemburg angepasst und durch erforderliche Zusatzinformationen ergänzt.

Bei der Kartenauswertung stand neben der allgemeinen Typisierung der Gewässer auch deren mögliche Auswahl als naturnahes Referenzgewässer im Blickpunkt. Ließ die Karteninterpretation keine eindeutige Zuordnung zu, erfolgte eine Überprüfung im Gelände. Gleichzeitig wurden die potenziellen Referenzstandorte hinsichtlich ihrer tatsächlichen Eignung

plausibilisiert und die Abgrenzungen der Fließgewässerräume anhand der Substratverhältnisse in den Gewässerbetten korrigiert. Die Kartenauswertung führte zur Identifikation von mehr als 90 potenziellen Referenzstandorten. Von diesen sind 50 Standorte als beispielhafte Referenzstandorte ausgewählt worden. Sie sind in 28 doppelseitigen und 22 halbseitigen Protokollen im Abschlussbericht dokumentiert.

Die Ergebnisse der Bearbeitung des Gewässertypenatlases spiegeln sich in drei erstellten thematischen Karten wieder. Karte I dokumentiert die substratgeprägten Fließgewässertypen, die Gewässergrößen und die Lage der Referenzstrecken. Karte II stellt die räumliche Verteilung der talmorphologischen Gewässertypen in Luxemburg dar. Die dritte Karte fasst die Ergebnisse des aktuellen Standes (25. Juli 2003) der Ausweisung der Oberflächenwasserkörper auf Basis natürlicher Faktoren zusammen. Zusätzlich zur Karte ist eine tabellarische Auflistung der Oberflächenwasserkörper beigefügt.

2 Einleitung

Fließgewässer sind wesentliche Landschaftselemente und als solche seit langem Gegenstand der Forschung unterschiedlicher Fachdisziplinen. Bisher wurden sie vorwiegend auf chemisch-physikalischer, hydrologischer und biologischer Basis untersucht und typologisiert. Fließgewässer sind von Natur aus offene, dynamische Systeme, die einer ständigen Veränderung unterliegen. Diese Dynamik wird von der Öffentlichkeit jedoch meist nur bei stärkeren Hochwasserereignissen wahrgenommen. Nach Ablauf einer Hochwasserwelle ist innerhalb der Bevölkerung, sofern sie nicht direkt davon betroffen wurde, die medienwirksam dokumentierte Katastrophe rasch vergessen. Gewässeranlieger, Vertreter der Wasserwirtschaft und Naturschutzverbände sind jedoch in hohem Maße über die Zunahme größerer Hochwasser innerhalb der letzten Jahre besorgt. Diese teilweise katastrophalen Ereignisse führen zu oftmals kontroversen Diskussionen über ihre Ursachen und die daraus erforderlichen Schutzstrategien.

Für die Fließgewässer existiert aus ökologisch-biozönotischer Sicht ein weiteres, in der Öffentlichkeit aufgrund fehlender unmittelbarer Betroffenheit weit weniger beachtetes Problem: Mehr als die Hälfte aller mitteleuropäischen Rote Liste Arten sind an Bäche, Flüsse und ihre angrenzenden Feuchtgebiete gebunden. In der Vergangenheit wurde dieser Negativtrend weitgehend auf Defizite bei der Gewässerreinigung und Abwasserbehandlung zurückgeführt. Im Zuge der Fortschritte auf diesen Gebieten zeigte sich jedoch, dass auch hydrologisch-hydraulische sowie strukturelle und morphodynamische Aspekte das Vorkommen gefährdeter Arten beeinflussen und eine wichtige Rolle für die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer spielen. Defizite im Artenspektrum lassen sich vielfach auf die Strukturarmut der Gewässer als Folge des Gewässerausbaus zurückführen. Sowohl bei den biozönotischen als auch hydrologisch-hydraulischen und morphologischen Aspekten sind die Fließgewässer immer auch als integraler Bestandteil des Einzugsgebietes der Gewässerlandschaft zu sehen.

Obwohl die zentrale Bedeutung der Gewässerstruktur und -morphodynamik für den Naturhaushalt der Gewässer inzwischen anerkannt wird, ist der bisherige Forschungsstand unzureichend. Dies ist problematisch, weil die Berücksichtigung gewässermorphologischer Aspekte und damit die Prognose zukünftiger Entwicklungstendenzen in Renaturierungsprojekten eine grundlegende Voraussetzung für den Erfolg geplanter Maßnahmen darstellt. Das Wissen über die typischen Gewässerstrukturen und morphologischen Prozessabläufe ist der Schlüssel für eine effektive, kostengünstige und biologisch wirksame Selbstentwicklung der Gewässer. In vielen Renaturierungsplanungen findet dies bisher keine angemessene Berücksichtigung.

Die negativen Veränderungen im Abflussverhalten und Strukturhaushalt haben vor dem Hintergrund des drastischen Artenrückgangs in den Fließgewässern und den angrenzenden Überflutungsräumen ein Umdenken in der wasserwirtschaftlichen Praxis notwendig gemacht.

Auch die EU-Wasserrahmenrichtlinie hat mit der Zieldefinition, bei allen stark veränderten oder künstlichen Gewässern den guten Zustand zu erreichen, die hydromorphologische Funktionsfähigkeit der Gewässersysteme berücksichtigt. Fließgewässersysteme sollen in Zukunft als integrale Bestandteile der Landschaft über Verwaltungsgrenzen hinweg stärker als bisher „grenzenlos“ betrachtet und bewirtschaftet werden. Innerhalb der Internationalen Kommission zum Schutz von Mosel und Saar (IKSMS), die in vielerlei Hinsicht den Grundgedanken der Wasserrahmenrichtlinie bereits erfüllt, müssen u.a. einheitliche Standards der Gewässertypisierung und Abgrenzung der Oberflächenwasserkörper gefunden werden.

Neben der Vorgabe, die Ergebnisse der Bearbeitung mit den Ergebnissen der Nachbarländer harmonisieren zu können, orientiert sich der Gewässertypenatlas für das Großherzogtum Luxemburg an den Zielvorgaben der Gewässertypenatlanten des Saarlandes und von Rheinland-Pfalz. Es sollen die gewässertypenspezifischen Entwicklungsvoraussetzungen analysiert und mit Hilfe ausgewählter Referenzstrecken Leitbilder für die einzelnen Fließgewässerräume bereitgestellt werden.

Obwohl die EU-WRRL die hydromorphologischen Entwicklungsvoraussetzungen der Gewässer nicht explizit berücksichtigt, wird bei der künftigen Bewirtschaftungsplanung der Bäche und Flüsse dieser Aspekt eine Schlüsselrolle spielen. Nur über die Kenntnis der Zusammenhänge der Gewässerstruktur und -dynamik werden Bewirtschaftungsplanungen, die den guten Zustand zum Ziel haben, erfolgversprechend umgesetzt werden können. Dabei ist vor dem Hintergrund beschränkter finanzieller Mittel die gezielte Inwertsetzung der eigendynamischen Entwicklungsprozesse von besonderer Bedeutung. Aus diesem Grund wurden auch Referenzstrecken ausgewiesen, die noch nicht die obersten Strukturgüteklassen aufweisen, sich aber in positiven Regenerationsstadien befinden.

3 Zielsetzung und Verwendung

Seit Ende 2000 ist die Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, die sogenannte EU-Wasserrahmenrichtlinie (nachfolgend WRRL genannt), in Kraft. Sie soll die Gestaltung eines kohärenten, einheitlichen und gemeinsamen Wasserrechtes innerhalb der EU sicherstellen.

Laut WRRL sind die Flussgebiete durch die zuständigen Behörden hinsichtlich der Merkmale ihrer Einzugsgebiete zu beschreiben. Des Weiteren ist eine Überprüfung signifikanter Auswirkungen der menschlichen Tätigkeiten auf den Zustand der Gewässer durchzuführen. Vorrangiges Ziel ist Schutz und Verbesserung des ökologischen Zustands der aquatischen Ökosysteme sowie der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme und Feuchtgebiete. Der gute Gewässerzustand soll für jedes Einzugsgebiet erreicht werden, weshalb eine Koordination der Maßnahmen für Grundwässer und Oberflächengewässer ein und desselben ökologischen, hydrologischen und hydrogeologischen Systems nötig ist.

Die Mitgliedsstaaten nehmen eine erstmalige Beschreibung der Wasserkörper vor, die eine Unterscheidung der Oberflächenwasserkörper innerhalb der Flussgebietseinheiten anhand obligatorischer sowie optionaler Faktoren bzw. Faktorenkombinationen ermöglicht. Wichtig ist dabei, dass die zur Beschreibung gewählten Faktoren eine Ableitung typenspezifischer, biologischer Referenzbedingungen sicherstellen.

Vor diesem Hintergrund liefert der Gewässertypenatlas wichtige Informationen und Grundlagen. Zum einen erfolgt eine nach Vorgaben der WRRL durchgeführte Gewässertypenfestlegung, die als Grundlage zur Abgrenzung von Oberflächenwasserkörpern dient. Zum anderen liefert er wichtige Erkenntnisse für eine künftige kosteneffiziente und nachhaltige Bewirtschaftungsplanung, die den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial zum Ziel haben soll.

Als Konsequenz für alle von der Wasserrahmenrichtlinie betroffenen Dienststellen, Planer und Träger öffentlicher Belange im Naturschutz kann und sollte daher der Gewässertypenatlas als Einstieg zum Verständnis der Entwicklungsdynamik von Gewässern im Sinne der Richtlinie dienen.

Zusammenfassend erfüllt der Gewässertypenatlas folgende Kriterien:

- Landesweite Festlegung und Beschreibung von Gewässertypen nach der WRRL
- Lokalisierung und Beschreibung von beispielhaften hydromorphologischen Referenzstandorten (Leitbildern) und positiven Entwicklungsstadien (weit vorangeschrittene Regeneration) als Grundlage für eine biologische Bewertung und Entwicklung (Bewirtschaftungsplanung) der Gewässer des Landes
- Grundlage zur Abgrenzung von Oberflächenwasserkörpern

4 Bearbeitungsschritte und Methodik

Für die Bearbeitung des Gewässertypenatlases des Großherzogtums wurden zum einen die Erfahrungen des Lehrstuhls für Physikalische Geographie bei der Erstellung der Gewässertypenatlanten für das Saarland und Rheinland-Pfalz genutzt, zum anderen wurden die besonderen Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie beachtet. Während die beiden deutschen Gewässertypenatlanten insbesondere die talmorphologisch bedingten Entwicklungsvoraussetzungen hervorheben, stellen die Anforderungen der EU-WRRL zwei Systeme für die Beschreibung der Typen von Oberflächenwasserkörpern zur Auswahl, wobei die Talform als optionaler Faktor aufgeführt ist (vgl. Kapitel 6: Typisierungsebenen). Um den guten Zustand der Gewässer im Sinne der EU-WRRL erreichen zu können, muss die Entwicklungsfähigkeit der Gewässer jedoch eine wesentliche Rolle spielen. Deshalb wurden die talmorphologisch determinierten Gewässertypen gleichberechtigt neben den von der EU-WRRL als obligatorisch ausgewiesenen Faktoren behandelt.

Folgende Quellen fanden bei der Erstellung des Gewässertypenatlases Berücksichtigung:

- Die Anforderungen der EU-WRRL (EU-WRRL, Anhang II; 2000)
- Die Methodik und Inhalte der Gewässertypenatlanten von Rheinland-Pfalz und Saarland
- Die Ansätze zur Gewässertypenfestlegung der LAWA und der Agence de l'Eau Rhin-Meuse

Während die Anforderungen der EU-WRRL vollkommen übernommen sind (System B), wurden die methodischen Ansätze der übrigen Vorlagen nur in für den Gewässertypenatlas relevanten Teilbereichen beachtet.

Im Anschluss erfolgt ein Überblick der durchgeführten Arbeitsschritte.

A: Sichtung der Datengrundlagen zur Analyse der Typisierungsebenen (Kapitel 6)

- Auswertung der Literatur zur naturräumlichen und geologischen Gliederung des Landes
- Auswertung der topographischen und geologischen Karten des Landes, Ableitung der zu erwartenden substratgeprägten Fließgewässertypen und Gewässergrößen
- Auswertung der Literatur zu den Fischregionen (Huet 1949), Ableitung der zu erwartenden Fischregionen bei den Gewässern
- Berichterstattung beim Auftraggeber

B: Vorläufige Festlegung der talmorphologischen Gewässertypen (Kapitel 8)

- Auswertung des Isohypsenverlaufs anhand der topographischen Karten, Erstellung einer vorläufigen Karte der talmorphologischen Fließgewässertypen
- Berichterstattung beim Auftraggeber

C: Vorauswahl von möglichen talmorphologischen Referenzstrecken (Kapitel 9)

- Auswertung der topographischen Karten (TC 20)
- Auswertung von Strukturgütekartierungen (soweit vorhanden)
- Festlegung von Bereisungsstrecken

D: Überprüfung und Ergänzung der Büroarbeiten der Positionen A, B und C

- Korrektur von falschen Zuweisungen
- Festlegung von substratgeprägten Gewässertypen
- Festlegung von talmorphologischen Gewässertypen
- Festlegung von Gewässergrößen (bzw. -breiten)
- Festlegung und Beschreibung von Referenzstrecken
- Anfertigung von Feldprotokollen und einer Fotodokumentation
- Berichterstattung beim Auftraggeber, Absprachen für den Abschlussbericht

E: Abschlussbericht (Dokumentation mit Erläuterungstext und Karten)

- Gewässerentwicklung
- Fließgewässertypen nach System B im Anhang II der EU-WRRL
- Vorauswahl von Oberflächenwasserkörpern auf Basis natürlicher Faktoren
- talmorphologische Fließgewässertypen
- Referenzstrecken

5 Gewässerentwicklung

5.1 Zeitliche Betrachtung

Um die aktuelle morphologische Ausgangssituation der Fließgewässer und ihre Bewertung besser einschätzen zu können, ist ein kurzer Abriss der Entwicklung unserer Bäche und Flüsse notwendig. Diese Betrachtung ist auch deshalb erforderlich, weil vielfach von dem Missverständnis ausgegangen wird, über die Auswertung historischer Karten weitergehende Aussagen zur Naturnähe der Gewässer treffen zu können. In der Regel lässt sich jedoch nur die Laufkrümmung erkennen. Andere Parameter der Gewässerentwicklung sind im Kartenbild nicht darstellbar und daher auch nicht interpretierbar. Die Naturnähe eines Gewässers allein auf die Linienführung zu beschränken verleitet zu falschen Schlussfolgerungen.

Die Entwicklung unserer Bäche und Flüsse ist in den meisten Fällen eng an die Landnutzung und den Kulturwasserbau gebunden. Mit Beginn der Landnahme wurden die ersten Talniederungen durch Drainagegräben großflächig trockengelegt, um die landwirtschaftliche Nutzung der versumpften, potenziell sehr fruchtbaren Talböden zu ermöglichen. Im Mittelalter erfolgten die ersten kleineren Begradigungen der natürlich gekrümmten, kleineren Gewässer. Gleichzeitig fand eine verstärkte Entwaldung der Einzugsgebiete statt, die zu umfangreichen Bodenabspülungen und zu massivem Sedimenteintrag in die Fließgewässer führte. Während Überschwemmungen wurden mitgeführte Schwebstoffe in den Talniederungen abgelagert, was gebietsweise bereits im Mittelalter eine starke Erhöhung der Talauen zur Folge hatte. Diese Sedimentation (Auelehmbildung) wurde durch den Bau zahlreicher Stauhaltungen zur Nutzung der Wasserkraft (Mühlenwesen, Sägewerke) und durch Bewässerungsanlagen verstärkt. Ab dem Hochmittelalter wurde ein Großteil der sich frei krümmenden Fließgewässer zusätzlich begradigt. Um die genutzten Vorländer vor Erosion zu schützen wurden die Gewässer bis weit in dieses Jahrhundert intensiv unterhalten.

Im 20. Jahrhundert erfolgte ein verstärkter Ausbau der Fließgewässer, der in den DIN-genormten Abflusskanälen der letzten Jahrzehnte seinen Höhepunkt erreichte. Mit der zunehmenden Technisierung der Landwirtschaft, dem Zerfall der unterhaltungsintensiven Stauanlagen in Folge des „Mühlensterbens“ und der Abkehr von arbeitsaufwendigen Gewässerunterhaltungen im Sinne des traditionellen Kulturwasserbaues setzten in den Fließgewässern in vielen Fällen Entwicklungsprozesse ein, die zuvor über Jahrhunderte hinweg unterbunden worden waren. Insbesondere die Auetalgewässer, die von Natur aus innerhalb ihrer breiten alluvialen Talböden ein großes Krümmungspotenzial besitzen, neigen seit Wegfall dieser „Korsettierung“ verstärkt zu deutlichen Veränderungen ihrer Gewässerbettmorphologie. Erosionsprozesse dokumentieren die in unterschiedlichem Ausmaß und auf unterschiedliche Weise wiedererlangte Bewegungsfreiheit. Die dabei zu beobachtenden Entwicklungen führen nicht immer zu einer gesteigerten Naturnähe, sondern sind unter Umständen einer ökologischen Rehabilitierung der Fließgewässer sogar abträglich.

Für die Beurteilung des hydromorphologischen Gewässerzustandes spielen natürlich in erster Linie die Strukturparameter und die Beschreibung von Referenzbedingungen die zentrale Rolle. Deshalb soll an dieser Stelle eine Klärung der leitbildbezogenen Gewässerbewertung erfolgen.

5.2 Heutiger potenziell natürlicher Gewässerzustand (hpnG)

Gewässermorphologisch versteht man unter dem potenziell natürlichen Zustand eines Gewässers den Reifezustand einer natürlichen, vom Menschen unbeeinflussten gewässermorphologischen Entwicklungssukzession. Das Gewässer wird in der gesamten Form, Struktur und Dynamik ausschließlich durch natürliche, morphologische Entwicklungen geprägt und ist Ausdruck eines dynamischen Gleichgewichtssystems.

Der naturnahe Zustand ist in Form, Struktur und Funktionsfähigkeit dem potenziellen natürlichen Zustand gleichwertig, wobei alle typischen Strukturen und Formelemente eines natürlichen Fließgewässers enthalten sind. Hinzu können aber auch anthropogene Formbestandteile und Strukturen kommen, sofern sie die ökologische Funktionsfähigkeit nicht oder nur unbedeutend mindern. Bei einer natürlichen Fortentwicklung des Gewässers wird der potenziell natürliche Zustand erreicht. Optimalziel aus gewässermorphologischer Sicht ist die natürliche Morphologie und Dynamik des Fließgewässers. Beide sind bei Waldbächen in engen Kerbtälern auch durchaus noch zu finden. Gewässer, die jedoch über Jahrhunderte in unserer Kulturlandschaft direkten und indirekten Beeinträchtigungen durch den Menschen unterworfen waren, haben sich von ihrem morphologisch natürlichen Zustand zumeist sehr weit entfernt. Auch ist die Rekonstruktion der natürlichen Morphologie trotz teilweise noch vorhandener naturnaher Referenzstrecken sehr schwierig, da die Rahmenbedingungen einem beständigen, wenn auch häufig nur graduellen Wandel unterliegen. Daher spricht man - in Anlehnung an die Pflanzensoziologie - von dem heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustand (hpnG).

Bei der Beschreibung der talmorphologischen Gewässertypen in Kapitel 8 und der Referenzgewässerstrecken in Kapitel 9 ist die Ausgangsbasis der Bewertung immer der hpnG.

5.3 Grundlagen der Gewässerentwicklung

5.3.1 Entwicklungsstadien und -prozesse

Die Kenntnis der Gewässerstruktur und hydromorphologischer Prozesse natürlicher oder naturnaher Gewässerstrecken ist grundlegende Voraussetzung für das Erkennen und Abschätzen regenerationsdynamischer Entwicklungen anthropogen überprägter Fließgewässer. Ein Großteil der luxemburgischen Bäche und Flüsse hat sich über Jahrhunderte durch kulturwasserbauliche Maßnahmen und Nutzungen in den Einzugsgebieten von dem natürlichen Zustand entfernt. Dies wird besonders anhand der landesweit durchgeführte Gewässerstruk-

turgütekartierung deutlich. Insbesondere in den intensiv agrarwirtschaftlich genutzten südlichen Landesteilen herrschen größere Strukturdefizite vornehmlich bei den Mulden- und Auetalgewässern vor. Nach Aufgabe der traditionellen und intensiven Gewässerunterhaltung bzw. -pflege zeigen viele Fließgewässer unterschiedliche Entwicklungsprozesse, die durch Tiefen-, Krümmungs- und Breitenerosion charakterisiert werden. Diese drei Erosionsprozesse überlagern sich teilweise und sind ein bedeutender Fingerzeig, in welche Richtung sich die Gewässer entwickeln.

Aus gewässermorphologischer Sicht bedeutet eine rasch ablaufende Tiefenerosion, die übermäßig tiefe und im Verhältnis zur Tiefe schmale Gewässerbetten schafft, eine Abkehr von der natürlichen Gewässerentwicklung. Sie verursacht bei Hochwasser überbeanspruchte Gewässerbetten, die der Rehabilitation einer biozönotisch standorttypischen Besiedlung entgegenwirken.

An dieser Stelle ist es notwendig, den Begriff der *Tiefenerosion* zu erläutern. Dieser Prozess ist eine natürliche Erscheinung bei Gewässertypen mit einem ausgeprägten „Erosionsregime“, d.h. bei Kerbtal- und Mäandertalgewässern. Die Tiefenerosion trägt zur ständigen Tieferlegung des Talbodens bei. Dieser Vorgang läuft in Mitteleuropa normalerweise in geologischen Zeiträumen; er ist also extrem langsam. Ist Tiefenerosion in Gewässern festzustellen, die von Natur aus nicht zur Tiefenerosion neigen, spricht man von einer widernatürlichen Entwicklung. Sie ist auf gestörte, fast ausschließlich vom Menschen verursachte Änderungen des natürlichen Gleichgewichtssystems der Gewässer zurückzuführen und kann innerhalb von wenigen Jahren rasch ablaufen.

Starke Tiefenerosion ist hauptsächlich bei Auetalgewässern zu beobachten, während Gewässer ohne mächtige Schwemmaue weit weniger anfällig sind. Aufgrund der oft über Jahrhunderte andauernden, anthropogen bedingten Auelehmbildung, sind die Talböden um mehrere Meter angewachsen, so dass nicht immer eine aktive Tiefenerosion die Ursache für zu tief liegende Gewässerbetten darstellt. Die Abflusskapazität übertiefer Gewässerbetten liegt teilweise beim 50- bis 100-jährlichen Hochwasser, ohne dass eine Ausuferung erfolgt. Von Natur aus ufern Auetalgewässer dagegen bei der zwei- bis dreifachen Mittelwasserführung, also dem ungefähren jährlichen Hochwasser, aus!

Die Prozesse der Krümmungs- und Breitenerosion sind demgegenüber aus ökomorphologischer Sicht als positiv zu bewerten. Beide Entwicklungen tragen wesentlich dazu bei, in begradigten und schmalen Gewässerstrecken hydraulisch entspanntere Gewässerbetten zu schaffen und ermöglichen die Wiederherstellung naturnaher Sohlen- und Uferstrukturen.

Als *Krümmungserosion* bezeichnet man das Auftreten einer wechselseitigen, punktuellen Ufererosion, die vorwiegend an begradigten Auetalgewässern zu verzeichnen ist. Sie ist die natürliche Reaktion beim Wegfall wasserbaulicher Unterhaltungsmaßnahmen und läuft verhältnismäßig rasch ab. Für die Wiederentstehung natürlicher Laufkrümmungen ist sie unentbehrlich. Bei morphologisch intakten Gewässern dient die Krümmungserosion dem Erhalt und/oder der langsamen Migration der Laufkrümmung im Rahmen der natürlichen Gewässerdynamik.

Die *Breitenerosion* ist eine Form der Ufererosion, die an beiden Ufern gleichzeitig angreift und eine Verbreiterung des Gewässerbettes bewirkt. Sie erfolgt vorwiegend an ehemals kanalisierten und einheitlich schmalen Gewässern, deren Uferbefestigung heute nicht mehr planmäßig unterhalten wird. Die Breitenerosion dient der Wiederherstellung eines breiten sowie flachen Gewässerbettes und somit dem Erlangen eines ausgeglichenen Breiten-/Tiefenverhältnisses. Sie entlastet wie die Krümmungserosion die Gewässerbetten bei Hochwasser und wirkt der Tiefenerosion entgegen. Der große „Nachteil“ dieser Erosionsprozesse liegt in der benötigten Fläche, die heute noch vielfach durch die landwirtschaftliche Nutzung beansprucht wird. Ein ausreichend breiter Gewässerrandstreifen als Entwicklungskorridor ist allerdings unverzichtbar, wenn der gute ökologische Zustand erreicht werden soll. Im Bundesland Bayern ist geplant, der vom fünfjährigen Hochwasser eingenommene Überflutungsraum grundsätzlich aus der landwirtschaftlichen Nutzung herauszunehmen..

5.3.2 Komponenten der Gewässerentwicklung

Morphologie und Dynamik der Fließgewässer sind Ausdruck eines komplexen, durch vielfältige Rückkopplungsmechanismen gekennzeichneten Wirkungsgefüges. Trotz dieser Komplexität lässt sich das aktuelle morphologische Erscheinungsbild der Gewässer mit Hilfe einzelner Parameter, den Komponenten der Gewässerentwicklung, beschreiben. Sie dokumentieren den aktuellen morphologischen Zustand der Gewässer, der sich über lange Zeiträume eingestellt hat. Die Parameter sind naturbedingt nicht isoliert zu betrachten, sondern beeinflussen sich gegenseitig. Die einzelnen talmorphologischen Gewässertypen weisen charakteristische, immer wiederkehrende Differenzierungen auf, die durch die einzelnen Komponenten der Gewässerentwicklung beschrieben werden können (Kapitel 8).

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der Komponenten der Gewässerentwicklung:

Laufentwicklung	Längsprofilentwicklung
Querprofilentwicklung	Sohlenentwicklung
Uferentwicklung	Gewässerumfeld

Die *Laufentwicklung* beschreibt Formen, Strukturen und Dynamik des Gewässerbettes im Grundriss. Wichtigstes Element der Laufentwicklung ist die Laufkrümmung. Sie hat die Funktion, das Gewässergefälle gegenüber dem Talgefälle zu reduzieren. Damit geht sowohl eine Laufverlängerung, als auch eine Erhöhung des Reibungswiderstandes einher, wodurch eine effiziente Energieumwandlung bei Hochwasser erreicht wird. Die Laufkrümmung ist in besonderem Maße von den Eigenschaften der Talsohle abhängig. Sie legt den seitlichen Entwicklungsspielraum der Fließgewässer, die Beweglichkeit fest. Die Krümmungserosion ist die Reaktion der Gewässer auf widernatürliche Laufbegradigungen. Beim Ausbleiben von

Unterhaltungsmaßnahmen tritt sie als regenerativer, der Begradigung und Tiefenerosion entgegen wirkender Vorgang in Erscheinung.

Bei der Längsprofilentwicklung wird die gewässertypenspezifische Abfolge unterschiedlicher Differenzierungen im Längsverlauf der Gewässer erfasst. Die zugehörigen Einzelparameter umfassen neben Sequenzen von Querbänken in Form von Furten, Rauschen und Schnellen den Wechsel der Strömungsdifferenzierungen und Tiefenverhältnisse. Im Wesentlichen bestimmen Talgefälle und Geschiebeführung die Sohlenlängsgliederung.

Form, Dynamik und Vergesellschaftung der natürlichen Profile werden durch die Querprofilentwicklung beschrieben. Die natürlichen Profile der Gewässer unterliegen einer typenspezifischen Heterogenität, die im Wesentlichen durch die Profiltiefen und den Breitenwechsel gekennzeichnet ist. Gewässer, die in ihrer natürlichen Breitenentwicklung eingeschränkt wurden, können durch Breitenerosion eine deutliche Strukturverbesserung erfahren.

Die Gewässersohle wird durch die unterschiedlichen Ausprägungen der Sohlenentwicklung beschrieben. Dabei spielen die Sohlensubstratzusammensetzung und der Geschiebetransport sowohl für die Sohlenphysiognomie als auch die Sohlenstabilität eine zentrale Rolle. Je nach Gewässertyp sind charakteristische Substratverteilungen und Sohlenstrukturen zu verzeichnen. Die Sohlenstruktur ist der am schwierigsten zu erfassende Parameter der Gewässerentwicklung. Er ist in besonderem Maße von den übrigen Komponenten abhängig. Eine intakte Sohlenstruktur ist insbesondere für die Benthosorganismen von großer Bedeutung.

Die Uferentwicklung umfasst regelmäßige und unregelmäßige Differenzierungen der Uferböschungen. Die Ufer sind das natürliche Bindeglied zwischen Mittelwasserbett und Gewässerumfeld. Die Uferentwicklung ist in besonderem Maße von der Substratzusammensetzung der Talniederung und den Ufergehölzen abhängig. Die einzelnen Gewässertypen weisen spezifische Vergesellschaftungen von Uferformen auf (Uferlängsgliederung).

Beim Gewässerumfeld werden die Eigenschaften der Talniederung beschrieben. Es ist insbesondere für die ungestörte Beweglichkeit des Gewässer im Rahmen seiner talmorphologischen Möglichkeiten von Bedeutung. Gewässerumfeld und Gewässer bilden eine Einheit. Eine starke Überformung des Umfeldes zieht immer auch Negativeffekte für das Gewässerökosystem nach sich. Daher kommt der Anlage von Gewässerrandstreifen eine besondere Bedeutung zu.

6 Typisierungsebenen

6.1 Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Die WRRL schlägt in ihrem Anhang II zwei unterschiedliche Systeme zur Festlegung der Typen von Oberflächenwasserkörpern vor. Für Luxemburg wird wie in Frankreich und Deutschland das System B zu Grunde gelegt. Dabei werden folgende obligatorische (physisch-geographische) Faktoren berücksichtigt:

- Höhenlage:

Das Großherzogtum befindet sich zwischen 130 m ü. NN (Moseltal) und 559 m ü. NN (Burgplatz bei Huldigen, Hochösling)

- Geographische Breite und Länge:

Das Großherzogtum liegt zwischen 49°26'52'' und 50°10'58'' n. Breite und 5°44'10'' und 6°31'53'' östl. Länge

- Geologie (Kapitel 7.1)
- Größe (Kapitel 7.2)

Darüber hinaus werden im System B noch optionale Faktoren genannt, von denen bei der Bearbeitung des Gewässertypenatlasses die folgenden direkt oder in Kombination mit den obligatorischen Faktoren Berücksichtigung finden:

- 1: Talform
- 2: durchschnittliche Wasserbreite
- 3: durchschnittliche Wassertiefe
- 4: durchschnittliches Wassergefälle
- 5: Form und Gestalt des Hauptflussbettes
- 6: Feststofffracht

Als ergänzendes, nicht zwingend erforderliches Kriterium bei der Typenbildung wird zur biologischen Validierung die Zonierung in Fischregionen herangezogen (Kapitel 7.3).

Für die Bearbeitung des Gewässertypenatlasses ist die Talmorphologie, die bei den tal-morphologischen Gewässertypen und der Gewässerentwicklung eine Schlüsselrolle einnimmt, von herausragender Bedeutung. Die o.g. sechs optionalen Faktoren können direkt

oder indirekt mit Hilfe der Talmorphologie zusammenfassend beschrieben werden (Kapitel 8).

Die einzelnen zur Typenbildung verwendeten Deskriptoren werden nachfolgend kurz erläutert und in den Kapiteln 7 und 8 konkretisiert.

6.2 Physisch-geographische Faktoren

Das Großherzogtum Luxemburg ist trotz seiner verhältnismäßig kleinen Flächengröße (2586 km²) von einer erstaunlich vielgestaltigen physisch-geographischen Landesnatur geprägt. Diese Vielfalt beruht nicht auf größeren Unterschieden in der Höhenzonierung und den klimatischen Verhältnissen, sondern auf den rasch wechselnden geologisch-geomorphologischen Voraussetzungen. Zur Typisierung der Fließgewässer sind daher weder klimatische noch höhenzonale Kriterien geeignet. Die maßgeblichen Unterschiede sind in den petrographischen Verhältnissen und der Gewässergröße zu finden. Die petrographischen Verhältnisse machen sich insbesondere an der Gewässersohle bemerkbar (vgl. Kapitel 7.1), die Gewässergröße weist bei den hydromorphologischen Prozessen und Differenzierungen ebenfalls signifikante Unterschiede auf (Kapitel 7.2). Als drittes Kriterium werden die Fischregionen integriert. Sie dienen der „biologischen Validierung“ und spiegeln die physisch-geographischen Verhältnisse zusammenfassend wider (Kapitel 7.3). Aus der Kombination dieser drei Kriterien lassen sich die natürlichen Oberflächenwasserkörper des Großherzogtums nach Vorgabe der EU-WRRL ableiten (Kapitel 7.4).

Für Fragen der Gewässerentwicklung und -bewirtschaftung im Sinne der WRRL sind neben den genannten Kriterien auch die talmorphologisch bedingten Entwicklungsvoraussetzungen von Bedeutung. Das Ziel des guten Zustandes (bzw. Potenzials) der Fließgewässer ist ohne die Kenntnisse des Zusammenspiels von Landschaftsgenese und Gewässerdynamik schwer zu definieren und zu erreichen. Diese Zusammenhänge sind darüber hinaus differenziert zu betrachten: Die Täler sind zum einen Ergebnis der fluvialen Dynamik, welche Teilprozess der Landschaftsformung ist; zum anderen üben sie einen entscheidenden Einfluss auf die aktuelle Morphologie und Genese unserer Gewässer aus. Die Talmorphologie ist in diesem Sinne als Standortlehre zu begreifen, die raum-zeitliche Zusammenhänge, welche sich in hydromorphologischen Prozessen und Strukturen der Bäche und Flüsse äußern, erklärt. Im Kapitel 8 werden die Strukturen, die sich (un-)mittelbar von der Talmorphologie ableiten lassen, ausführlich beschrieben und hinsichtlich ihrer Genese erläutert. Bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, d.h. bei der praxisnahen Anwendung von Sanierungsstrategien zur Erreichung bzw. Sicherung des guten Zustandes der Gewässer, wurden diese Aspekte nur unzureichend im Richtlinien-text behandelt.

7 Fließgewässertypen in Luxemburg (nach System B im Anhang II der EU-WRRL)

Die EU-WRRL erfordert eine Betrachtung und Bewirtschaftung der Fließgewässer über nationale Grenzen hinweg. Daher erfolgte die Ausweisung der Fließgewässertypen in Luxemburg nach festgelegten obligatorischen Deskriptoren gemäß System B im Anhang II, das auch in den Nachbarstaaten angewandt wurde. Dieses Vorgehen ermöglicht es, die Grenzgewässer einheitlich zu typisieren, ohne dass größere terminologische und fachlich-typologische Schwierigkeiten entstehen. Für das Großherzogtum Luxemburg wurden zunächst die französische und deutsche Methoden zur Festlegung der Fließgewässertypen ausgewertet, um gleich zu Beginn im Grenzbereich zu vergleichbaren Ausweisungen zu gelangen. In allen Mitgliedstaaten der IKSMS spielen das geologische Ausgangssubstrat (substratgeprägte Fließgewässertypen) und die Gewässergröße eine zentrale Rolle. Weitergehende Differenzierungen wie hydrologische, geomorphologische, klimatische oder biozönotische Aspekte (Fische, Benthos) sind für die nationalen Typologien und Abgrenzungen zwar von Bedeutung, spielen im Grenzraum aber eine untergeordnete Rolle. Gerade die biozönotischen Aspekte müssen aufgrund der lückenhaften nationalen Kenntnisse pragmatisch betrachtet werden. Für das Großherzogtum wurden dabei wie in Frankreich und Belgien die Fischregionen herangezogen.

7.1 Substratgeprägte Fließgewässertypen und Fließgewässerräume

Die petrographischen Verhältnisse nehmen vielfältigen Einfluss auf das Gewässernetz, die Gewässerstruktur und -dynamik. Im Einzelnen sind davon betroffen:

- die Dichte des Gewässernetzes
- die Zusammensetzung der Gewässereinbettung (Ufer- und Sohlensubstrate)
- die Geschiebezusammensetzung
- der Geochemismus

Diese vier Faktoren sind bereits in den zwei großen Naturräumen, dem Ösling und dem Gutland, unterschiedlich ausgeprägt. Während das Ösling einen kompakten einheitlichen Fließgewässerraum mit mehr oder weniger homogenen Substratverhältnissen bildet, lässt sich das Gutland aufgrund signifikanter Unterschiede bei der Substratzusammensetzung in drei Fließgewässerräume unterteilen. Zunächst erfolgt eine geographische Kurzcharakteristik der beiden Naturräume, anschließend werden die spezifischen Eigenheiten der Fließgewässertypen in den Fließgewässerräumen näher beschrieben.

7.1.1 Naturräume Ösling und Gutland

Die vielfältige Landesnatur in Luxemburg spiegelt sich in den beiden großen Naturräumen des Landes wider und beeinflusst die Verteilung der Fließgewässertypen.

Ösling

Der gesamte nördliche Landesteil des Großherzogtums (ca. 32%) wird vom Ösling gebildet, das dem Eifel-Ardennen-Mittelgebirgsblock, der Teil des rheinischen Schiefergebirges ist, angehört. Das Ösling bildet eine Hochebene mit einer mittleren Höhe von etwa 450 m ü. NN. Der höchste Punkt liegt mit 559 m ü. NN auf dem Buurgplatz bei Huldigen im Norden nahe der belgischen Grenze. Die Hochfläche wird durch ein dichtes Netz von tiefen Fluss- und Bachtälern zerschnitten, die das Ösling in einzelne Riedel aufteilen.

Petrographisch ist das gesamte Ösling von Schiefergesteinen, Sandsteinen und Quarziten des Devon geprägt. Entsprechend dem devonischen Ausgangsgestein haben sich nährstoffarme Böden, sogenannte Bleicherden, entwickelt. Diese mehr oder weniger flachgründigen Böden sind von steinig-lehmiger Natur und neigen auf den Hochflächen (Lehmböden) bei Wasserüberschuss zu Staunässe (Fennbildung) (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS 1995 und o.J.). Mit Niederschlägen von um die 900 mm sowie verglichen mit dem Gutland etwas niedrigeren Jahresdurchschnittstemperaturen besitzt das Ösling ein insgesamt feuchteres und kühleres Klima als das Gutland.

Diese naturräumlichen Gegebenheiten (Relief, Geologie und Bodenformen) schränken den Ackerbau stark ein. Lediglich im Hochösling ist eine großflächigere landwirtschaftliche Nutzung zu verzeichnen. Die Hänge der vielfach sehr steilen Kerb- und Mäandertäler sind überwiegend mit Wald bedeckt, die etwas breiteren Talsohlen der größeren Gewässer sind traditionelle Wiesen- und Weidestandorte. Der Niederschlagsreichtum sowie die geringe Speicherkapazität der Böden begünstigen häufige Hochwasserereignisse sowie äußerst geringe Niedrigwasserabflüsse während der regenarmen Perioden (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS o.J.).

Gutland

Das Gutland stellt eine durch Verwerfungen und tektonische Brüche heterogen geformte Schichtstufenlandschaft dar, die etwa 68% der Landesfläche einnimmt. Als Ausläufer des Pariser Beckens unterscheidet es sich sowohl äußerlich durch das Relief der Landschaft als auch anhand der natürlichen Rahmenbedingungen, insbesondere den geologisch-petrographischen Verhältnissen, grundlegend vom Ösling. Das Gutland zeichnet sich durch den Wechsel von harten, widerständigen und weicheren, erosionsanfälligen Schichten aus. Das Resultat dieses geologischen Aufbaus ist eine wellige Schichtstufenlandschaft mit einer mittleren Höhe von 300 m, aus der einige markante Bergkuppen, Schichtstufen und Zeugenberge (z.B. Schoffiels, Helperknapp, Rebiert, Widdebiert) um 100 m herausragen (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS 1995).

Die Schichten umfassen die geologischen Formationen Trias und Jura. Die Vegetation wechselt zwischen Wald auf den Stufenstirnen, dem Plateau des Luxemburger Sandsteins und den Talhängen der Kerbtäler sowie Weide- und Ackerland auf den Stufenflächen. Die Landnutzung bzw. das Vegetationsbild zeichnet somit die geologischen Formationen nach.

Die triassischen Schichten (Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper) finden sich hauptsächlich im zentralen sowie östlichen Teil des Gutlandes. Sie liefern die verschiedensten Bodentypen, angefangen bei ziemlich leichten Buntsandsteinböden im Öslinger Vorland bis hin zu den schweren, austrocknenden Tonböden des Keupers sowie kalkhaltigen Böden des Muschelkalks im Vorland der Mosel. Die grundlegenden Unterschiede bei der Gesteinszusammensetzung und deren häufiger Wechsel wirken sich unmittelbar auf die Fließgewässertypen aus (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS 1995).

Der Jura ist in Luxemburg durch den Lias und den Dogger vertreten. Die Doggerformation schließt im Süden des Landes das Gutland nach Frankreich und Belgien ab. Dieses Gebiet stellt die regenreichste Gegend Luxemburgs dar. Auf die Ausbildung der Fließgewässertypen nimmt diese Formation keinen größeren Einfluss, so dass sie bei der Typenzuweisung (vgl. Kapitel 7.1) nicht berücksichtigt wird.

Die Liasformation ist keineswegs einheitlich, sondern an vielen Stellen (zu 50%) wird der Sandstein von Lößlehm (auf Plateaus), Tonen und Kalkmergeln (in Ebenen) überlagert. Die hohen Tongehalte der Liastone und –mergel führen zu schweren und wasserstauenden Böden. Vor allem im Süden des Gutlandes wird die Landschaft und deren Nutzungsmöglichkeit durch die vom Sandstein grundlegend abweichenden Bodenverhältnisse bestimmt. Infolge der vorwiegend sandigen, wasserdurchlässigen und wenig fruchtbaren Böden macht die Waldbedeckung der Liasformation über 50% aus (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS 1995).

Im Gutland unterliegen die Gewässer geringeren Abflussschwankungen als im Ösling. Ihr Gefälle ist in der Regel flacher als im nördlichen Landesteil, wodurch ein langsamerer Abfluss und, im Zusammenwirken mit dem milderen Klima, eine stärkere sommerliche Erwärmung gegeben ist. Die hohe Besiedlungsdichte und die gebietsweise sehr intensive Landwirtschaft (v.a. Viehhaltung) haben im Gutland teilweise hohe organische Belastungen zur Folge (ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS o.J).

7.1.2 Allgemeine Erläuterungen zu den Fließgewässerräumen

In einem Fließgewässerraum werden Bäche und Flüsse zusammengefasst, die aufgrund ähnlicher Voraussetzungen hinsichtlich ihrer hydromorphologischen Struktur und Dynamik vergleichbar sind. Unterschiedliche Fließgewässerräume zeichnen sich folglich durch Fließgewässer aus, die sich anhand bestimmter Merkmalsausprägungen und Merkmalskombinationen gegeneinander abgrenzen lassen. Deshalb spielen die beiden großen Naturräume, die sich in ihrer physisch-geographischen Ausstattung unterscheiden, bei der Abgrenzung der Fließgewässerräume eine Rolle.

Das Großherzogtum Luxemburg wurde in vier Fließgewässerräume aufgeteilt (Karte I). Während das Ösling einen einzigen kompakten Fließgewässerraum darstellt, ist das Gutland in drei ineinander verzahnte Räume aufgeteilt. Die Abgrenzung der Räume richtet sich dabei speziell nach den für die Hydromorphologie und Dynamik entscheidenden Parametern. Wesentliche Abgrenzungskriterien in Luxemburg sind die Geologie (Petrographie, Struktur und Tektonik) sowie die Geomorphologie (Landschaftsformung, Reliefenergie). Diese beide Faktoren bestimmen im wesentlichen:

- die Anlage und Dichte des Tal- und Gewässernetzes
- die Morphologie und Genese der Täler (z.B. Talsohlenbreite, Talgefälle)
- den Geschiebe- und Sedimenthaushalt

Geologie und Geomorphologie prägen die fluvialen Strukturen und Prozesse eines Raumes, deren Ausprägung und Kombination letztendlich den talmorphologischen Gewässertyp bestimmen. Die vier Fließgewässerräume weisen aufgrund ihrer spezifischen geologischen und morphologischen Verhältnisse eine charakteristische Verteilung der substratgeprägten und talmorphologischen Gewässertypen auf (Karte I, II).

Klimatische Faktoren und die davon abzuleitenden hydrologischen Verhältnisse werden bei der Bearbeitung des Gewässertypenatlases nicht herangezogen, da sie für das gesamte Land zu wenig differenzierbar sind.

Häufig durchqueren Fließgewässer mehrere Fließgewässerräume. Sie ändern dabei ihre Struktur und Dynamik meist nicht abrupt, sondern transferieren verschiedene Eigenschaften von einem Raum in einen anderen. Je größer die Fließgewässer werden, desto stärker vermischen sich die unterschiedlichen Eigenschaften, so dass fließende Übergänge zwischen den einzelnen Fließgewässerräumen entstehen. Gesteinsbedingte Faktoren können bei der Gewässerentwicklung so dominant sein, dass sie die Struktur und Dynamik eines anderen Fließgewässerraumes viele Kilometer außerhalb ihres Eintrages in das Gewässer bestimmen. Beispielsweise überprägen die Bäche, die im Luxemburger Sandstein entspringen, mit ihrer Sandfraktion bei Übertritt in den Keuper die dortigen ersten Laufstrecken. Die Sauer dagegen weist bei der Mündung in die Mosel in ihrem Geschiebe noch grobe Quarzitschotter aus dem Ösling auf. Die Abgrenzungen zwischen den einzelnen Räumen (vgl. Karte I) sind folglich nicht als markante Grenzen anzusehen, sie markieren lediglich mehr oder weniger breite Übergangszonen. Bei der nachfolgenden Beschreibung der vier Fließgewässerräume werden die autochthonen, d.h. eigenständigen Eigenschaften hervorgehoben.

Die Charakteristik der Fließgewässerräume erfolgt anhand folgender Unterscheidungsmerkmale:

- Abgrenzung und allgemeine Charakteristik

Festlegung der Grenzen des Fließgewässerraumes; allgemeine Hinweise zur natürlichen Raumgliederung bzw. Raumausstattung.

- Reliefenergie

Beschreibung des Landschaftsgefälles in Anlehnung an die Oberflächenformen (Geomorphologie).

- Geschiebehaushalt

Beschreibung von Art und Ausmaß der für die Gewässer zur Verfügung stehenden Gerölle in Anlehnung an die geologischen Verhältnisse.

- Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen

Generelle Beschreibung des vorhandenen Gewässertypenspektrums und Verteilung der einzelnen Typen innerhalb des Fließgewässerraumes.

7.1.3 Fließgewässer des Schiefergebirges

Abgrenzung und allgemeine Charakteristik

Die Bäche und Flüsse fließen bis auf wenige Ausnahmen im Süden ausschließlich in den unterdevonischen Ablagerungen im Übergang zwischen den belgischen Ardennen und dem Rheinischen Schiefergebirge. Im Süden wird der Muschelkalk des Deckgebirges zur Grenzziehung herangezogen. Der dem Grundgebirge unmittelbar aufliegende schmale Streifen des Buntsandsteins ist räumlich und von der Gesteinszusammensetzung zu unbedeutend, als dass die Abgrenzung eines zusätzlichen Fließgewässerraums notwendig wäre. Quarze, Sande und Schiefergesteine beinhalten keine bzw. kaum Kalke, so dass die Gewässer durchweg silikatisch sind. Das Tal- und Gewässernetz ist dicht, wobei die Hauptentwässerungsrichtung in der Regel (Ausnahme Sauer) von Norden nach Süden verläuft, d.h. die geologischen von SW nach NO streichenden Ablagerungen werden quer durchschnitten. Die zahlreichen kleinen und kurzen Nebenbäche fließen den Hauptgewässern Sauer, Wiltz, Clerve und Our zu. Aufgrund der teilweise unzugänglichen Lage der Fließgewässer ist die anthropogene Überformung relativ gering und die Bäche besitzen ein insgesamt gutes Entwicklungspotenzial. Auf den Hochflächen und Riedeln dominiert die landwirtschaftliche Nutzung, wobei der Grünlandanteil von Süden nach Norden zunimmt. Die steilen Talflanken sind fast ausschließlich forstwirtschaftlich genutzt, in den engen Kerbtälern dominieren dabei Nadelforste. Die etwas breiteren Talsohlen werden zumeist als Wiesen und Weiden genutzt.

Fließgewässer des Schiefergebirges zeichnen sich durch vorwiegend grobkörnige, festgefügte Sohlensubstrate und eingeregelter Deckwerke aus. Sie haben häufig Kontakt zum anstehenden Fels. Bis auf das nördliche Hochösling schneiden sich die Fließgewässer rasch in das Grundgebirge ein. Im nördlichen Hochösling führen die höheren Niederschläge und das kühlere Klima auf den undurchlässigen Schieferböden zu einer geringeren Abbaurate der organischen Substanzen, so dass hier bereits der Rand der Fennlandschaften der Ardennen erreicht ist.

Reliefenergie

Im äußersten Norden befindet sich die höchste Erhebung Luxemburgs: der Buurgplatz mit 559 m ü.NN. Im Nordwesten und Norden prägen Hochebenen über 500 m ü.NN mit gering eingetieften Muldentälern das Landschaftsbild. Im Übergang zu den Flusstälern von Clerve, Sauer, Wiltz, Bles und Our bestimmen steile und tief eingeschnittene (um durchschnittlich 150 m) Kerbtäler die Topographie. Ihnen sind weitere kleinere Kerbtäler tributär, so dass eine insgesamt hohe Reliefenergie zu verzeichnen ist. Damit verbunden sind rasch durchlaufende Hochwasserwellen, ausgeprägte Niedrigwasserphasen im Sommer, hohe Strömungsenergien und turbulenter Abfluss. Das Sohlengefälle der Hauptgewässer liegt in den Unterläufen häufig deutlich unter 5‰, auf den Hochflächen dagegen meist über 10‰, da die rückschreitende Erosion noch nicht bis in die Hochflächen vorgedrungen ist. Die steilen seitlichen Kerbtalbüche weisen häufig Gefällewerte von über 50‰ auf.

Geschiebehaushalt

In Abhängigkeit von den petrographischen Verhältnissen, dem dichten Gewässernetz und insbesondere den hohen Reliefunterschieden sind die Fließgewässer des Schiefergebirges durch einen großen Geschiebereichtum ausgezeichnet. Dabei spielt die Schotter- und Blockfraktion die hydromorphologisch entscheidende Rolle. Der häufige Felskontakt aller Kerbtal- und Mäandertalgewässer und die durch die Steilheit der Talhänge gesteigerte seitliche Materialzufuhr liefern Geschiebe „im Überfluss“, so dass breite Gewässerbetten und teilweise verwilderte Laufstrukturen auf breiteren Talsohlen entstehen können. In Engtalstrecken ist die Strömungsenergie teils so stark, dass freigelegte Felssohlen (Mäandertalgewässer) zu beobachten sind. Insgesamt findet ein Durchtransport aller bewegliche Korngrößen statt.

Im Hochösling mit den flacheren Talhängen und den stärker verwitterten Ausgangssubstraten sieht die Situation anders aus. Hier bilden sich kiesige, schotterreiche Gewässersohlen aus, und die Ufer setzen sich aus feineren Ufersubstraten zusammen. Neben den dominanten rasch zerriebenen Schiefen, die in der Kies- und Schotterfraktion weitgehend plattige Gefüge aufweisen, bilden resistente Quarzite und Quarzsandsteine den Hauptbestandteil des Geschiebes. Es überwiegen grobkörnige, festgefügte Sohlensubstrate und eingeregelter Deckwerke.

Der Grobgeschiebereichtum und die hohe Strömungsenergie sind die wesentlichen Voraussetzungen für das große Entwicklungspotenzial der Fließgewässer im Schiefergebirge.

Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen

Bis auf das nördliche Hochösling mit den Oberläufen von Tretterbaach und Woltz dominieren in den Oberläufen Kerbtalbüche (vgl. Abbildung 1). Mäandertalgewässer sind vor allem für größere Büche und Flüsse charakteristisch. Zwischen diesen beiden Haupttypen gibt es teilweise mehrere Kilometer lange Strecken mit charakteristischen Übergängen zwischen Kerbtal- und Auetalbüchen (Sohlenkerbtalbüche). Stromabwärts leiten diese häufig in den Mischtyp Auetal- Mäandertalgewässer über. Die relativ stark vertretene Gruppe der Muldentalgewässer ist vor allem für das Hochösling sowie für die obersten Quellregionen der Riedel charakteristisch. Die längsten zusammenhängenden Strecken, die nur einem Gewässertypus zuzurechnen sind, bilden die Mäandertalflüsse Sauer und Our. Typische Auetalgewässer sind in diesem stark reliefierten Landschaftsteil kaum zu verzeichnen.

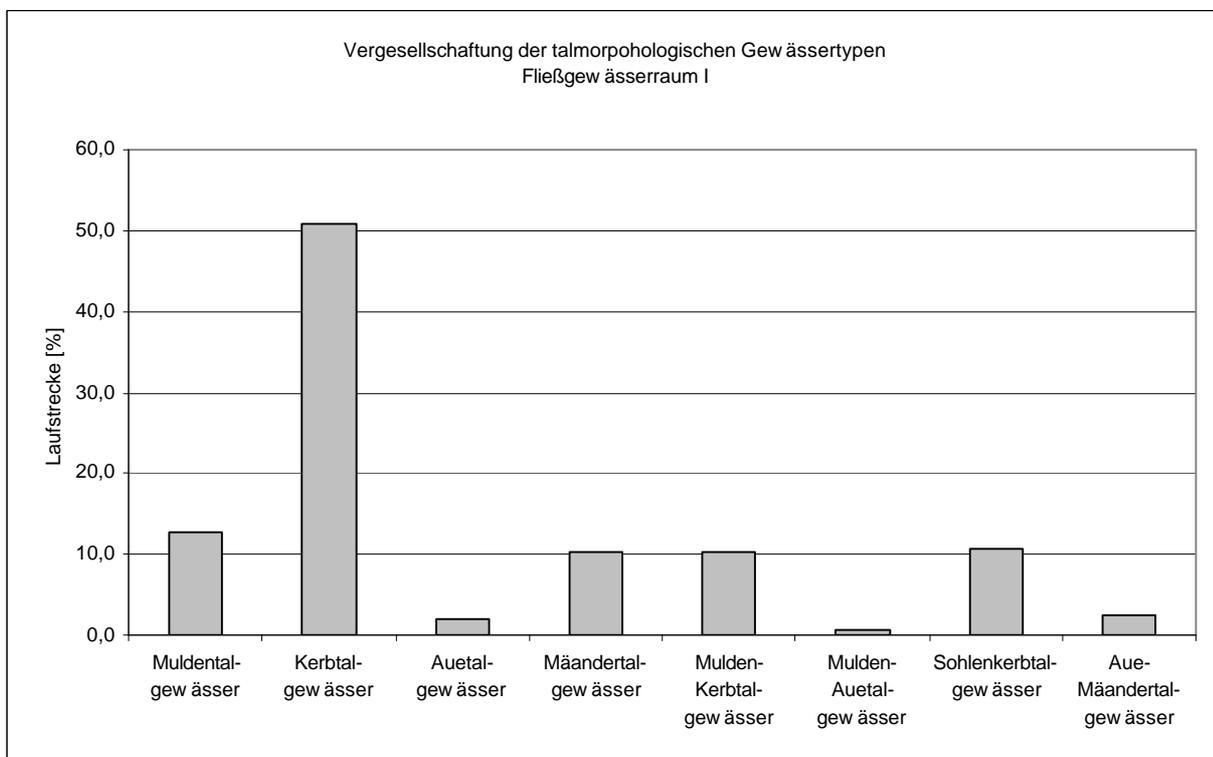


Abbildung 1: Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen im Fließgewässerraum I

7.1.4 Fließgewässer des Muschelkalks

Abgrenzung und allgemeine Charakteristik

Die Verteilung der Fließgewässer des Muschelkalkes ist eng mit dem geologischen Bau des mesozoischen Grabens in Luxemburg verbunden, an dessen Rändern die geologisch ältesten Gesteine des Mesozoikums zu Tage treten. Im Norden grenzt dieser schmale, bandförmige Fließgewässerraum an den variskisch (SSW-NNO) streichenden Grundgebirgsblock, im Osten verläuft er parallel zum Moseltal von Süd nach Nord. Obwohl die Gewässer häufig nur auf kurzen Strecken den Muschelkalk durchfließen, werden sie insbesondere in ihrer Struktur und Dynamik ihm geprägt. Der Einfluss des über dem Muschelkalk befindlichen Keupers wird in hydromorphologischer Hinsicht mit dem Eintritt in den Muschelkalk „schlag-

artig“ zurückgedrängt. Besonders deutlich wird dies beispielweise bei der Syre (Referenzstrecke II-6-K/A). Bis auf die steileren Kerbtäler dominiert der Offenlandcharakter mit meist ackerbaulicher Nutzung.

Fließgewässer im Muschelkalk zeichnen sich durch vorwiegend grobkörnige, festgefügte Sohlensubstrate (eingeregelte Deckwerke), häufigen Felskontakt und Blockansammlungen in den Schluchten aus. Hauptgewässer sind die Syre im Osten und die Attert im Norden. In den engen Kerbtälern fließen fast ausschließlich naturnahe Bäche. Die Attert zeichnet sich als einziger größerer Auetalbach durch starke Regenerationsdynamik aus (Referenzstrecke II-2-A).

Reliefenergie

Mit ca. 130 m ü.NN befindet sich in diesem Fließgewässerraum der tiefste Punkt des Großherzogtums. Insgesamt sind die Fließgewässer auf die tief liegenden Hauptgewässer eingestellt und fließen von im Schnitt ca. 300 m ü.NN in steilen Kerbtälern in ihre Vorfluter, so dass eine hohe Reliefenergie vorhanden ist. Im Moselvorland sind dabei die Gefälleunterschiede ausgeprägter als im nördlichen Verbreitungsraum der Muschelkalkgewässer.

Geschiebehaushalt

Die harten Kalke des oberen Muschelkalks liefern vorwiegend grobkörnige bis blockige Fraktionen. Insbesondere in den steileren Passagen bei den zur Mosel hin entwässernden Gewässern dominiert aufgrund der kurzen Transportwege die blockige, meist nur kantengerundete Felsfraktion. Der wasserlösliche Kalk lagert sich häufig auf den eingeregelter Deckwerken und Felsblöcken ab, so dass die Gewässersohle „glitschig“ und schlecht begehbar ist. Die Attert, das größte Gewässer des Muschelkalkes, transportiert aus ihrem Einzugsgebiet noch größere Anteile feinkörnigeren Geschiebes. Für die hydromorphologische Entwicklung des Gewässerbettes spielt jedoch der Muschelkalk die dominante Rolle.

Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen

Im Allgemeinen dominiert in diesem Fließgewässerraum der talmorphologische Typ der Kerbtalgewässer (Kerbtäler, Muldenkerbtäler und Sohlenkerbtäler). Die steilen Kerbtalstrecken leiten zu den tief liegenden Vorflutern Mosel, Sauer und Attert über. In den Oberläufen und vor dem Einschnitt in die harten Kalkschichten sind die Gewässer zum großen Teil als Muldentalbäche ausgebildet, so dass dieser Typus ebenfalls einen sehr hohen Anteil an der gesamten Gewässerlaufstrecke in diesem Fließgewässerraum einnimmt. Einzige Ausnahme bildet die Attert, die im oberen Laufabschnitt den Auetalgewässern und im Unterlauf den Mäandertalgewässern zuzuordnen ist.

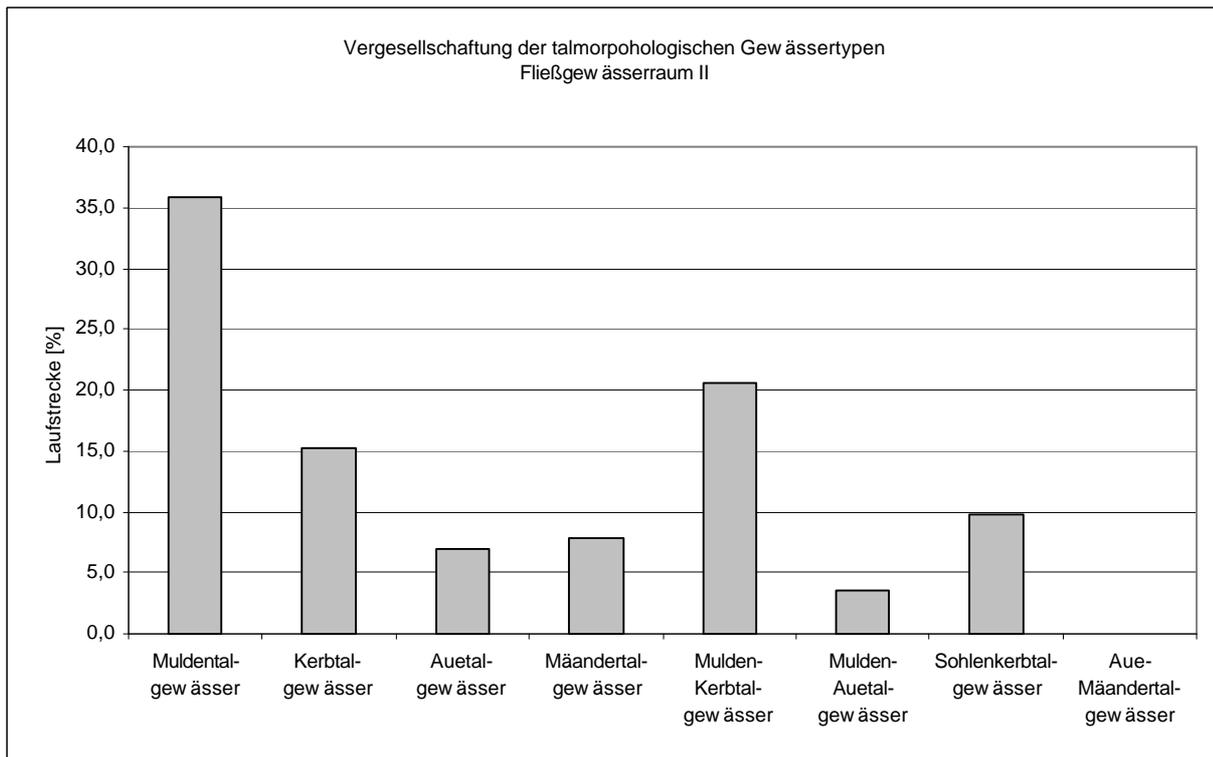


Abbildung 2: Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen im Fließgewässerraum II

Die Mäandertalstrecken der Sauer und Mosel sind aus der statistischen Auswertung herausgenommen. Bei Eintritt der beiden großen Fließgewässer in diesen Fließgewässerraum werden sie aufgrund ihrer Größe nicht mehr entscheidend vom Muschelkalk geprägt.

7.1.5 Fließgewässer des Keupers und Lias (ohne Luxemburger Sandstein)

Abgrenzung und allgemeine Charakteristik

Dieser Fließgewässerraum vereinigt verschiedene geologische Einheiten aus dem Jura (Dogger- und Liasschichten mit Ausnahme des Luxemburger Sandsteins) und der Trias (Keuper). Ihnen gemeinsam sind die feinen Verwitterungsprodukte. Die Schichten des Dogger werden aufgrund ähnlicher Entwicklungsvoraussetzungen und des geringen Flächenanteils in Luxemburg nicht weiter berücksichtigt. Wegen des auflagernden, ungleichmäßig verteilten Luxemburger Sandsteins ist dieser Fließgewässerraum stark zerfrant und nimmt nur im Süden ein größeres zusammenhängendes Areal ein.

Die Landschaft weist einen ebenen bis hügeligen Charakter auf, der insbesondere im Süden von der Doggerschichtstufe und Zeugenbergen leicht überragt wird. Die Hauptentwässerungsrichtung ist vorwiegend von Süden nach Norden ausgerichtet. Während im Bereich des zur Verkarstung neigenden Doggers im Süden das Gewässernetz weitmaschig ist, ist in den Bereichen mit tonigen und mergeligen Böden ein dichteres Gewässernetz ausgebildet. Die fruchtbaren Böden werden intensiv ackerbaulich genutzt, nur die übermäßig staunassen, tonige oder die trockenen, kalkige Böden (Minette) tragen teilweise Reste von naturnahem

Laubmischwald. Aufgrund der mergeligen, tonigen und kalkigen Substrate sind die Gewässer geochemisch vorwiegend als karbonatisch auszuweisen.

Die Gewässer zeichnen sich durch überwiegend feinkörnige, mobile Sohlensubstrate aus. Die Sohlen sind tiefgründig und locker. Aufgrund der intensiven ackerbaulichen Nutzung und der meist feinkörnigen (lehmigen) Substrate sind die Bäche und kleinen Flüsse stärker anthropogen überformt und entwicklungssträge. Die Hauptgewässer sind Alzette, Chiers und Syre.

Reliefenergie

Die weichen Landschaftsformen mit dem flachwelligen teilweise ebenen Charakter in rd. 300 m ü.NN, die nur vereinzelt durch höhere Bergkuppen und Schichtstufen unterbrochen werden, spiegeln sich auch in den gefällearmen Fließgewässern wieder. Die Hangneigungen bewegen sich in der Regel deutlich unter 10%. Das Sohlenlängsgefälle der Fließgewässer liegt meist unter 10‰, und es herrscht ein gleichmäßiger, wenig turbulenter Abfluss vor. Die Hochwasser laufen wesentlich langsamer auf und ab als beispielsweise im Ösling.

Geschiebehaushalt

Die Gewässer dieses Fließgewässerraumes stellen „Lockersohlengewässer“ dar, d.h. ihre Sohlen sind tiefgründig mobilisierbar und locker gefügt. Das Sohlensubstrat wird von der feinkörnigen Fraktion (tonig, mergelige sowie sandige Ausgangsgesteine) dominiert, wobei „Lehmsohlen“ mit schluffigen, tonigen Substraten charakteristisch sind. Die „Zähigkeit der Lehme“ macht sich auch in relativ steilen Uferböschungen bemerkbar. Die feinen Substrate werden oft weit in die benachbarten Räume als Schwebstofffracht transportiert. Grobes Geschiebe ist nicht vorhanden bzw. „Mangelware“, so dass die Dynamik der Gewässer - durch das relativ niedrige Sohlenlängsgefälle weiter begünstigt - gering ist. Die „Erosionswaffen“ zur raschen seitlichen Gewässerentwicklung sind nicht vorhanden.

Kleinräumig können im Bereich des mittleren Keupers allerdings auch grobkörnige Sohlensubstrate auftreten. Härtere Kalksteine (Gryphitenkalke) und Sandsteine (Schilfsandstein) sowie vereinzelt Konglomerate führen zu stein- und blockgeprägten Sohlen (z.B. Schrondeweilerbaach II-3-M). Diese Strecken bilden aber eher die Ausnahme.

Im nördlichen Teil des Fließgewässerraumes haben die Gewässer vielfach Anschluss an den Luxemburger Sandstein. Der Einfluss der feinkörnigen Substrate ist gegenüber der Sandfraktion des Luxemburger Sandsteins gering, da diese vorwiegend durchtransportiert werden (Suspension). Ein hoher Schwebstoffgehalt führt dabei zu einer milchigen Trübung des Gewässers.

Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen

Bis auf wenige Ausnahmen sind in diesem flach reliefierten Fließgewässerraum die Muldentalgewässer vorherrschend. Lediglich die größeren Bäche und kleineren Flüsse wie Alzette, Chiers, Syre und Kaylbaach bilden breitere alluviale Schwemmannen aus, so dass sie den Auentalgewässern zuzurechnen sind. In etwas stärker reliefierten Landesteilen, meist in der Nähe zu tiefer liegenden Vorfluten, kommen auch Übergänge zu Kerbtalgewässern (Muldenkerbtal und Sohlenkerbtalgewässer) vor.

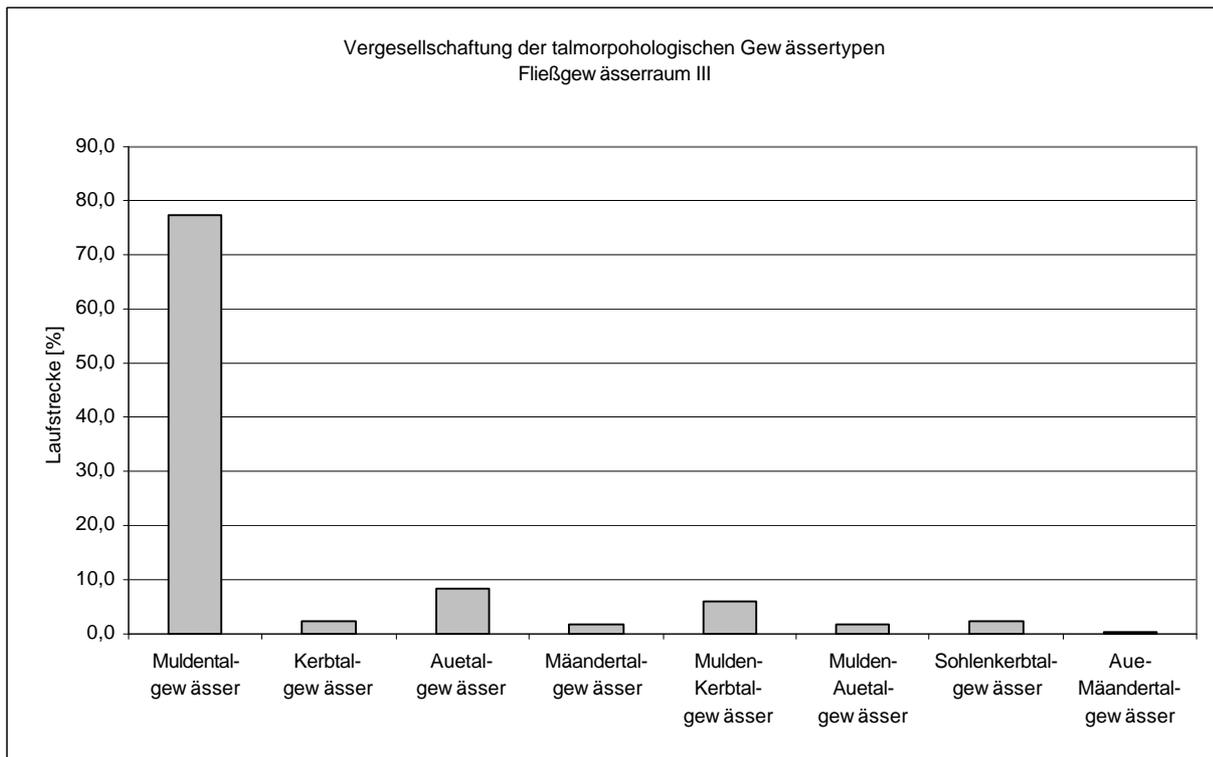


Abbildung 3: Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen im Fließgewässerraum III

7.1.6 Fließgewässer des Luxemburger Sandsteins

Abgrenzung und allgemeine Charakteristik

Dieser Fließgewässerraum umfasst das Luxemburger Sandsteinplateau, das durch das Alzettetal in zwei Teile getrennt wird. Es wird von den größeren von Süden nach Norden fließenden Gewässern, die noch Anschluss an den Keuper haben, durchflossen. Die geringmächtige Schicht des Luxemburger Sandsteins (<100 m) liegt im Inneren der muldenförmigen Grabenstruktur des mesozoischen Schichtpaketes und wurde von den kleineren Flüssen teilweise durchschnitten (Alzette, Ernze Blanche). Die Täler fallen über häufig felsige Stufenränder steil zur Gewässersohle ab. Auf dem Plateau selbst fließen kaum Bäche, da der anstehende Sandstein wasserdurchlässig ist. Die Fließgewässer, die den Luxemburger Sandstein queren, transferieren die Sandfracht teilweise bis weit in den benachbarten Fließgewässerraum. Die Fließgewässer in den engen Kerb- und Sohlenkerbtälern sind häufig wenig anthropogen überformt. Die Landnutzung beschränkt sich fast ausschließlich auf Waldbestände.

Reliefenergie

Die Reliefverhältnisse im Luxemburger Sandstein spiegeln sich ähnlich wie im Ösling, nur nicht ganz so ausgeprägt und etwa eine Höhenstufe von 150 m niedriger, wider. Die Sandsteinplateaus in ca. 400 m ü.NN fallen steil zu den tief eingeschnittenen Haupttälern ab. Die Hauptgewässer weisen dabei mit Gefällewerten von häufig deutlich unter 5‰ verhältnismäßig geringe Werte auf.

Geschiebehaushalt

Neben der steinigen, teilweise blockigen und felsigen Sohlenbasis dominiert die charakteristische Sandfraktion als unregelmäßige Auflage. Die Gewässer besitzen eine vorwiegend grobkörnige, festgefügte Sohle (eingeregelter Deckwerke). In Stillbereichen sind häufig Sandauflagen vorhanden, die mit abnehmendem Sohlengefälle deutlich zunehmen. Auf diese Weise existieren teilweise großflächige Sandablagerungen über einem Schotterbett. Beim Durchlauf einer Hochwasserwelle gerät die Sandfraktion komplett in Bewegung, während die Sohlenbasis aus Schottern und Kiesen ein eingeregelter Sohlendeckwerk bildet, über das der Sandtrieb abtransportiert wird. Der wenig widerständige Luxemburger Sandstein zerfällt relativ rasch in sein Einzelkorngefüge. Sobald sich eine Talsohle ausbilden kann und nicht mehr direkt grobes Material in das Gewässerbett eingetragen wird, prägen deshalb nur noch Sand und Feinkies die Gewässersohle.

Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen

Im Bereich des Luxemburger Sandsteins fließen in der Regel je nach Talsohlenbreite tief eingeschnittene Kerbtal- und Sohlenkerbtalgewässer (Ernz Blanche, Ernz Noire). Dabei weiten sich die Talsohlen, sobald der harte Sandstein durchschnitten ist und weichere Ablagerungen angeschnitten werden. Muldentalbachstrecken kommen vorwiegend nur auf kurzen Strecken vor, die auf den Plateauflächen verlaufen. Die kurzen Strecken summieren sich aber, so dass Muldentalgewässer insgesamt einen relativ hohen Anteil der Laufstrecken bilden. Eine Ausnahme bildet die Eisch, die auf weiten Strecken Übergänge zwischen Auetal- und Mäandertalbächen aufweist. Auch hier ist der geologische Wechsel vom harten Luxemburger Sandstein zu weicheren Liastonen oder Keuperlehmen verantwortlich. Im belgischen Grenzbereich fließt die Eisch in einem typischen Mäandertal innerhalb des Luxemburger Sandsteins.

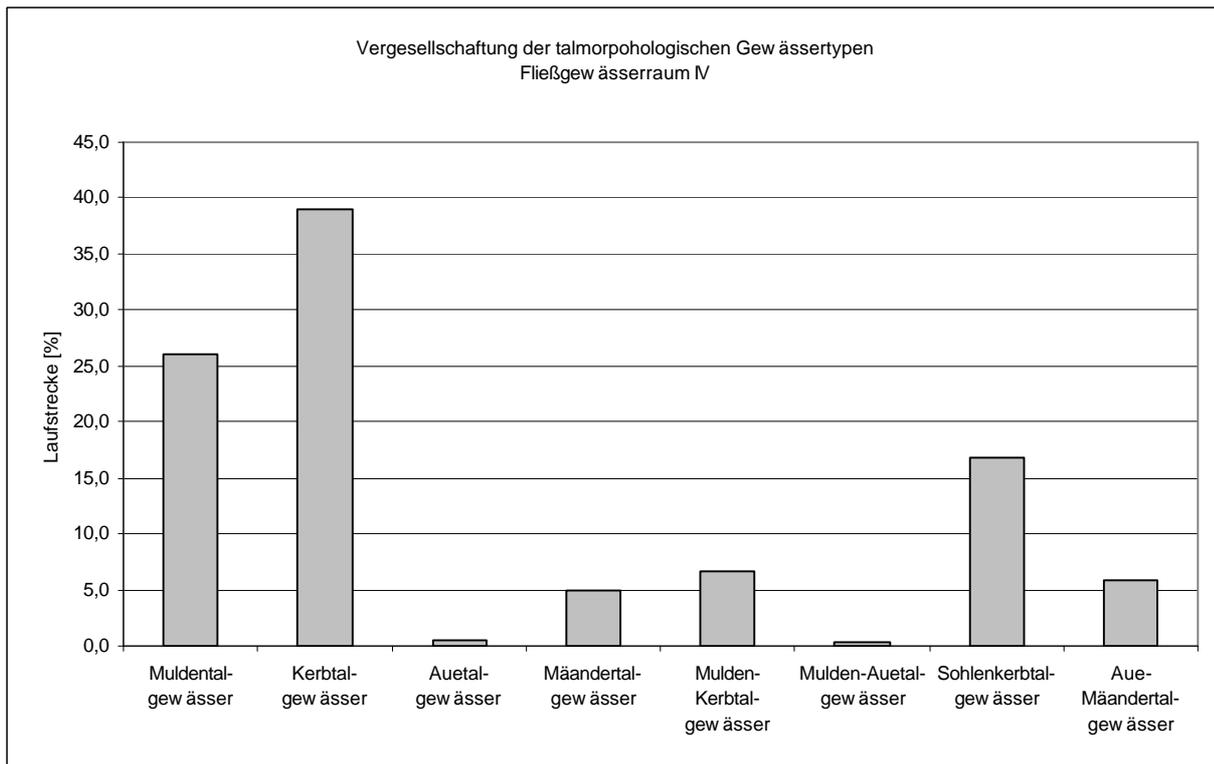


Abbildung 4: Vergesellschaftung der talmorphologischen Gewässertypen im Fließgewässerraum IV

7.2 Gewässergröße

Die Gewässergröße ist für die Morphodynamik, das Formen- und Strukturspektrum sowie den Stoff- und Energiehaushalt ein wichtiger Faktor, der sich auch auf die Lebensgemeinschaften auswirkt (Kapitel 7.3). Die Wasserrahmenrichtlinie schlägt auf der Grundlage der Einzugsgebietsgrößen vier Gewässergrößen vor, die bei der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser in der Bundesrepublik Deutschland (LAWA) mit folgenden Gewässerbezeichnungen belegt wurden:

- Bach (10 - 100 km²)
- Kleiner Fluss (100 - 1.000 km²)
- Großer Fluss (1.000 - 10.000 km²)
- Strom (> 10.000 km²)

Für eine großräumige Betrachtung im europäischen Kontext ist diese Einteilung sicherlich sinnvoll und ausreichend. Für die Bearbeitung des Gewässertypenatlases von Luxemburg, der insbesondere auch hydromorphologische Referenzbedingungen beschreiben und Aussagen für die Bewirtschaftungsplanung liefern soll, ist die Differenzierung der Gewässer allein nach der Größe der Einzugsgebiete nicht ausreichend. Sie stellt im Großherzogtum nicht immer eindeutige Zusammenhänge zu weiteren wichtigen Kenngrößen der Gewässer her. Abflussgeschehen und insbesondere die Morphodynamik werden entscheidend von anderen

Parametern mitgeprägt (z.B. Geologie, Relief, Talmorphologie): Beispielsweise stellte sich bei der Betrachtung der Größe der Einzugsgebiete und der Morphodynamik der Gewässer heraus, dass Gewässer mit kleineren Einzugsgebieten häufig deutlich breitere Gewässerbetten aufweisen als Gewässer mit größeren Einzugsgebieten (z.B. Our / Alzette). Diese Unterschiede sind für die Entwicklung und Bewirtschaftung der Fließgewässer von größerer Bedeutung als die Größe des Einzugsgebietes.

Auch das Konfluenzschema nach Strahler kann nicht immer befriedigende Zusammenhänge zwischen Gewässerordnung (Größe) und Morphodynamik herstellen. Bei diesem System wird, ausgehend von den Quellbächen, immer dann eine nächsthöhere Gewässerordnung erreicht, wenn zwei Gewässer gleicher Rangordnung zusammenfließen. Innerhalb eines Fließgewässerraumes können auf diese Weise brauchbare Ergebnisse erreicht werden, wenn der talmorphologische Gewässertyp nicht wechselt. Gewässer gleicher Rangordnung, die in unterschiedlichen Fließgewässerräumen fließen, können jedoch in Struktur und Dynamik sehr verschieden sein: Bäche des grobgeschiebereichen Ösling sind von Natur aus deutlich breiter und flacher als die feinmaterialreichen Bäche der Keuper- bzw. Liaslandschaften.

Aufgrund dieser Schwierigkeiten wurden zur Plausibilisierung der über die Einzugsgebietsgrößen bzw. das Konfluenzschema ermittelten Gewässergrößen die potenziell natürlichen Mittelwasserbreiten herangezogen. Sie geben wichtige Hinweise auf die Morphodynamik und Struktur der Gewässerbetten. Die potenziell natürlichen Mittelwasserbreiten lassen sich über naturnahe Referenzgewässerstrecken in Luxemburg und benachbarter Gebiete abschätzen und in die von der LAWA vorgeschlagenen Gewässerbezeichnungen Bach, kleiner/großer Fluss und Strom überführen. Dabei spielen der talmorphologisch vorgegebene Entwicklungsspielraum auf der Talsohle, die Gewässereinbettung und der Geschiebehaushalt eine wichtige Rolle. Da diese einzelnen Merkmalsausprägungen erst nach der Geländebereisung und Beschreibung der Referenzstrecken festgelegt werden konnten, wurden die Gewässergrößen erst am Ende der Bearbeitung endgültig zugewiesen.

Grundsätzlich ist bei der Festlegung von Gewässerbreiten (Mittelwasserbreiten) zu beachten, dass unsere mitteleuropäischen Fließgewässer durch die zahlreichen anthropogenen Beeinträchtigungen (Begradigung, Kanalisierung, Entfernung der Gehölze) in der Regel wesentlich schmaler sind als unter natürlichen Bedingungen. Deshalb muss bei der Festlegung der Gewässergrößen immer mit Unsicherheiten gerechnet werden. Auch Abflusswerte können keine in jedem Fall gesicherten Hinweise auf die morphologischen Auswirkungen liefern.

7.3 Fischregionen

Die Wasserrahmenrichtlinie erfordert mit Hilfe der obligatorischen und optionalen Deskriptoren der Gewässertypen (Oberflächenwasserkörper) eine gesicherte Ableitung typspezifischer biologischer Referenzbedingungen. Biozönotische Aspekte zur Ableitung von Fließgewässertypen sind nicht zwingend erforderlich. Da sich in den Lebensraumansprüchen von Organismengruppen die abiotischen Faktoren widerspiegeln, können beispielsweise die

nismengruppen die abiotischen Faktoren widerspiegeln, können beispielsweise die Fische zur Validierung der abiotischen Deskriptoren der Fließgewässerräume (Gefälle, Geschiebe, Gewässergröße) herangezogen werden. Trotz der Schwierigkeiten einer in allen Fällen gesicherten Zuweisung der Fischzonierungen (Datenlücken) wurde auch in Luxemburg dieser Weg beschritten. Die physikalischen Eigenschaften der Fließgewässer ändern sich mehr oder weniger kontinuierlich in Abhängigkeit von der Gewässergröße und -länge von der Quelle bis zur Mündung. Diese Veränderungen spiegeln sich auch in der Zusammensetzung der Fischarten wider, so dass über Leitarten bestimmte Fischregionen ausgegliedert werden können. Die charakteristischen Fischvergesellschaftungen ändern sich vom Ober- über den Mittel- hin zum Unterlauf eines Gewässers. Diese Zusammenhänge wurden beispielsweise von HUET (1949) im Bereich der belgischen Ardennen herausgearbeitet. Dabei setzte er die Fischartenzusammensetzung in Beziehung zur Gewässerbite und dem Gefälle. Eine Tabelle (nach MOLITOR 1979) mit Aussagen zu der ursprünglichen Einteilung der luxemburgischen Fließgewässer gemäß den Fischregionen findet sich auf der Internetseite des luxemburgischen Umweltministeriums.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Aussagen zur Gewässergröße nach STRAHLER und auf Basis der durchschnittlichen potenziellen Mittelwasserbreite (\emptyset pot. MWB) in Beziehung zu den Fischregionen nach HUET (1949) gesetzt.

Tabelle 2: Gewässerordnung, -breite und Fischregionen

Gewässername allg. (Größe)	Gewässerordnung n. Strahler	\emptyset pot. MWB [Meter]	Breite nach Huet	Gewässername nach Huet	Fischregionen
Quellbach	0`-er	0-1	0-1	Bächlein	Forellenregion
Kleiner Bach	1`-er	1-5	1-5	Bach	Forellenregion
mittelgroßer Bach	2`-er	5-10	5-25	kl. Flüsse	Forellen-/Äschenregion
Großer Bach	3`-er	10-15	5-25	kl. Flüsse	Äschenregion
Kleiner Fluss	4`-er	15-25	5-25	kl. Flüsse	Äschenregion
mittelgroßer Fluss	5`-er	25-50	25-100	gr. Flüsse	Äschen-/Barbenregion
Großer Fluss	6`-er	50-100	25-100	gr. Flüsse	Barbenregion
Strom	7`-er	>100	100-300	Strom	Barben-/Brassenregion

Auf diese Weise können die Fischregionen im Großherzogtum direkt über die Gewässerbreite erfasst werden, zumal sich die Gefälleverhältnisse bei einer stichprobenhaften Überprüfung weitgehend im Rahmen der von HUET angegebenen Spannweite bewegen. Es ist an dieser Stelle ebenfalls darauf hinzuweisen, dass sich die Arbeiten zur Abgrenzung der Fischzonierungen (HUET, ILLIES) wohl an den tatsächlichen Gewässerbreiten und nicht an den potenziell natürlichen Mittelwasserbreiten orientieren. Daher ist davon auszugehen, dass unter Berücksichtigung der potenziellen Mittelwasserbreiten bei der Fischzonierung sich das Rhithral auf Kosten des Potamals ausdehnen könnte. Durch Stauhaltungen, Begradigungs- und Ausbaumaßnahmen sowie massenhafter Einspülung von Bodenmaterial in die Auen (exzessive Auelehmbildung) sind vielfach potamale Voraussetzungen vom Menschen direkt oder indirekt geschaffen worden, obwohl naturgemäß rhithrale Bedingungen anzutreffen wären.

Für die Abgrenzung der Oberflächenwasserkörper wurden aus pragmatischen Gründen die sieben Gewässergrößenklassen (vgl. Tabelle 2) auf 5 Klassen reduziert:

1. Zu der Kategorie „kleiner Bach“ gehören Gewässer mit einer potenziell natürlichen Mittelwasserbreite von 0-5 Metern. Darunter fallen alle Quellbäche und Oberläufe; sie entsprechen der Forellenregion nach HUET. In der Regel weisen diese Gewässer Einzugsgebietsgrößen kleiner als 10 km² auf (Salmonidenregion).
2. Unter „großer Bach“ fallen alle Gewässer mit einer potenziell natürlichen Mittelwasserbreite von 5-15 Metern. Dazu gehören z.B. Mamer, Eisch, Ernz Noire, Ernz Blanche und Woltz. Diese Gewässer sind - was die Fischfauna betrifft - als Übergangsgewässer der Forellen- zur Äschenregion zu betrachten (Salmonidenregion).
3. „Kleine Flüsse“ besitzen eine potenziell natürliche Mittelwasserbreite von 15-25 Metern. Darunter fallen u.a. die Alzette flussabwärts der Einmündung von Eisch und Mamer oder die Clerve nach der Einmündung des Lamichtbaaches. Die Fischregion entspricht weitgehend der Äschenregion (Zwischenregion).
4. Zu der Klasse „großer Fluss“ gehört in Luxemburg nur die Sauer ab der Einmündung der Alzette. Sie besitzt eine potenziell natürliche Mittelwasserbreite von 25-100 Metern und entspricht der Barbenregion (Cyprinidenregion).
5. „Ströme“ besitzen eine potenziell natürliche Mittelwasserbreite von über 100 Metern. In Luxemburg erreicht von Natur aus nur die Mosel diese Breite. Die zugehörige Fischregion ist die Barben-Brachsenregion (Cyprinidenregion).

Für die Harmonisierung an den Grenzen erfolgte eine weitergehende Reduktion auf drei Klassen (kleine und große Bäche, kleine Flüsse, große Flüsse/Ströme). Für künftige Planungen sollte aber zumindest die fünfstufige Größengliederung herangezogen werden.

7.4 Oberflächenwasserkörper

Auf Grundlage der unter 7.1 bis 7.3 erläuterten Faktoren wurden für das Großherzogtum 33 Oberflächenwasserkörper ausgewiesen. Für eine Harmonisierung an den Grenzen mussten bei den nationalen Methoden Zugeständnisse und Anpassungen erfolgen, um vergleichbare fachliche und terminologische Ergebnisse zu ermöglichen.

Die Karte III im Anhang und der nachfolgende Erläuterungstext geben den Stand der Oberflächenwasserkörperausweisung nach einer Arbeitssitzung am 25.07.2003 in Metz wider. Bei dieser Abstimmung wurden die Oberflächenwasserkörper aller Grenzgewässer zwischen Luxemburg und seinen Nachbarländern auf Basis der natürlichen Faktoren festgelegt. Diese Abgrenzung ist daher vorläufiger Natur, da die anthropogenen Faktoren noch nicht berücksichtigt sind.

7.4.1 Faktoren / Methodik / Ergebnisse

Für die Ausweisung der Oberflächenwasserkörper wurden die substratgeprägten Fließgewässertypen der vier Fließgewässerräume (Kap. 7.1) mit den Gewässergrößen (Kap. 7.2) kombiniert und über die Fischregionen (Kap. 7.3) validiert. In den Nachbarstaaten erfolgte ebenfalls eine Unterteilung in homogene, den Fließgewässerräumen vergleichbare Einheiten (Hydro-Ecoregionen, Fließgewässerlandschaften). Die Gewässergrößen und die Fischregionen wurden in je drei Gruppen untergliedert (klein, mittel und groß bzw. Salmoniden-, Zwischen- und Cyprinidenregion). Aus Kombination von Fließgewässerraum, Gewässergröße und Fischregion wurden für Luxemburg die nachfolgend aufgelisteten Fließgewässertypen ausgewiesen:

Fließgewässerraum I (Ösling):

Typ 1: Bäche des Schiefergebirges (Salmonidenregion)

Typ 2: kleine Flüsse des Schiefergebirges (Zwischenregion)

Typ 3: große Flüsse/Ströme des Schiefergebirges (Cyprinidenregion)

Fließgewässerraum II (Muschelkalk):

Typ 4: Bäche des Muschelkalks (Salmonidenregion)

Typ 5: kleine Flüsse des Muschelkalks (Zwischenregion)

Typ 6: große Flüsse/Ströme des Muschelkalks (Cyprinidenregion)

Fließgewässerraum III (Keuper/Lias ohne Lux. Sandstein):

Typ 7: Bäche der Keuper-/ Liaslandschaften (Salmonidenregion)

Typ 8: Kleine Flüsse der Keuper-/ Liaslandschaften (Zwischenregion)

Fließgewässerraum IV (Luxemburger Sandstein):

Typ 9: Bäche des Luxemburger Sandsteins (Salmonidenregion)

Diese neun Typen dienen als Grundlage für die Ausweisung der Oberflächenwasserkörper auf Basis natürlicher Faktoren in Luxemburg. Dabei hat ein Wechsel des Gewässertyps nicht notwendigerweise auch die Ausweisung eines neuen Oberflächenwasserkörpers zur Folge. Aus pragmatischen Erfordernissen und um dem Homogenitätskriterium der EU-WRRL gerecht zu werden, erfolgen wie in den benachbarten Staaten Generalisierungen, um nicht zu einer unüberschaubaren Anzahl an natürlichen Oberflächenwasserkörpern zu gelangen. Bei einer konsequenten Ausweisung von Oberflächenwasserkörpern auf Grundlage des Typenwechsels müssten im Großherzogtum Luxemburg mehr als 70 Oberflächenwasserkörper ausgewiesen werden. Im Wesentlichen wurden deshalb folgende Kriterien bei der Ausweisung beachtet:

- Bei Bächen wird grundsätzlich nur ein Oberflächenwasserkörper ausgewiesen, auch wenn sie zwei Fließgewässerräume durchfließen
- Bei größeren Fließgewässern, die zwei oder mehrere Fließgewässerräume durchfließen, werden kurze Teilstrecken, sofern sie keine signifikanten typologischen Unterschiede zu den Hauptstrecken aufweisen, nicht als eigenständiger Oberflächenwasserkörper ausgewiesen
- Kleinere Gewässer eines Einzugsgebietes werden dem Hauptgewässer zugeschlagen, sofern keine signifikanten typologischen Unterschiede zu verzeichnen sind.

Die Sauer ab Mündung der Our bis zur Mündung in die Mosel sowie die gesamte „luxemburgische“ Mosel stellen je einen einzelnen Oberflächenwasserkörper dar. Diese beiden großen Gewässer vereinen aufgrund ihrer Größe und Typverschleppung die Eigenschaften mehrerer Fließgewässerräume und werden in ihrem Typus nicht mehr wesentlich verändert.

Auf diese Weise kommen im luxemburgischen Teil des Mosel-Saar-Einzugsgebietes 33 Oberflächenwasserkörper zustande (vgl. Karte III). Stark veränderte und künstliche Gewässer sowie signifikante Belastungen des chemisch-physikalischen und biologischen Gewässerzustandes sind bei der Abgrenzung nicht berücksichtigt!

Anschließend erfolgte eine Zusammenfassung der Oberflächenwasserkörper zu sog. Betrachtungsräumen, die im Wesentlichen den großen Einzugsgebieten des Landes entsprechen und als größere Bezugseinheiten für die Berichterstattung dienen. Sie stellen keine

Oberflächenwasserkörper dar, sondern dienen lediglich der besseren Zuordnung und Übersicht.

Folgende sieben Betrachtungsräume wurden ausgewiesen:

- Betrachtungsraum I: Einzugsgebiet Mosel
- Betrachtungsraum II: Einzugsgebiet Untere Sauer
- Betrachtungsraum III: Einzugsgebiet Obere Sauer
- Betrachtungsraum IV: Einzugsgebiet Wiltz
- Betrachtungsraum V: Einzugsgebiet Our
- Betrachtungsraum VI: Einzugsgebiet Alzette
- Betrachtungsraum VII: Einzugsgebiet Chiers

7.4.2 Codierung der Oberflächenwasserkörper

Für die Nummerierung der Oberflächenwasserkörper dient der Betrachtungsraum als oberster Bezugspunkt (vgl. Karte III und Tabelle auf folgender Seite).

Jeder Betrachtungsraum erhält eine römische Ziffer (I, II, III, etc.). Anschließend werden die einzelnen Oberflächenwasserkörper von der Mündung des Haupt-, Bezugsgewässers bis zu seiner Quelle durchnummeriert. Die Nummer jedes Oberflächenwasserkörpers eines Betrachtungsraumes beginnt also mit der römischen Ziffer des Betrachtungsraumes, so dass eine eindeutige Zuordnung gewährleistet ist. Der Oberflächenwasserkörper des Mündungsabschnittes bekommt beispielsweise die Nummer I-1, der weiter bach- bzw. flussaufwärts liegende Oberflächenwasserkörper die Nummer I-2 etc. Alle weiteren tributären Oberflächenwasserkörper werden einfach fortlaufend durchnummeriert.

Oberflächenwasserkörper Luxemburgs

Betrachtungsraum, Bezugsgewässer	Nummer des Betrachtungsraumes	Nummer des OWK's	Oberflächenwasserkörper (OWK)	Hauptgewässer / Einzugsgebiete
Mosel	I	I-1	Mosel	Mosel
		I-2	Einzugsgebiet der Syre von ihrer Mündung in die Mosel bis Manternaach	Syre, Schlammbaach / Lelligerbaach, Wulbertsbaach / Sauerbaach
		I-3	Einzugsgebiet der Syre von Manternach bis Quellregion	Syre, Biwerbaach, Fluessweiherbaach, Roudemerbaach, Bouneschbaach, Aefelter, Bierelerbaach, Kackeschbaach, Schleederbaach
		I-4	Nebenbäche der Mosel von Stadtbredimus im Süden bis Mertert im Norden	Aalbach, Lennengerbaach, Aalbach, Donwerbaach, Kelsbaach, Gehaansbaach, Rouderbaach, Leitschbaach, Laafbaach
		I-5	Nebenbäche der Mosel von Schengen im Süden bis Stadtbredimus im Norden	Aalbach, Kurlerbaach, Duelemerbaach
		I-6	Einzugsgebiet Gander	Gander, Aalbach, Briedemsbaach
Untere Sauer	II	II-1	Sauer von Mündung in die Mosel bis Mündung Our	Sauer von Mündung in die Mosel bis Mündung Our
		II-2	Nebenbäche der Sauer zwischen Wasserbillig und Echternach	Sernigerbaach, Kauzebaach, Girsterbaach, Bungertsbaach, Aleferbaach
		II-3	Nebenbäche der Sauer zwischen Echternach und Weilerbach (südlich von Bollendorf)	Lauterburerbaach, Aesbaach
		II-4	südliche Nebenbäche der Sauer zwischen Bollendorf und Wallendorf	Ernz noire (mit Halerbaach, Consdrefferbaach Kesselechsbaach, Gluedbaach), Boupicht, Birkbaach
		II-5	südliche Nebenbäche der Sauer zwischen Wallendorf und Mündung Ernz blanche	Einzugsgebiet der Ernz blanche
Obere Sauer	III	III-1	Einzugsgebiet der Sauer von Mündung Ernz blanche bis Mündung Wiltz (Goebelsmühle)	Tirelbaach, Bleeps, Tandelerbaach, Hiermesbaach, Schlenner, Letschbaach
		III-2	Einzugsgebiet der Sauer von Mündung Wiltz (Goebelsmühle) bis Lultzhausen	Rannerbaach, Boukelzerbaach, Schirbech, Dirbech
		III-3	Einzugsgebiet der Sauer von Lultzhausen bis westliche Landesgrenze	Ningserbaach, Beivenerbaach, Mamichterbaach, Schwarzerbaach, Syrbaach, Froumicht, Schwekendellt
Wiltz	IV	IV-1	Wiltz von Mündung in die Sauer (Goebelsmühle) bis Mündung Tettelbaach (westlich von Merkholtz) sowie Unterlauf der Clerve bis Mündung Lellgerbaach (Lellingen)	Unterlauf Wiltz, Unterlauf Clerve, Nocherbaach, Gieschtbaach, Jopich
		IV-2	Wiltz von Mündung Tettelbach (Merkholtz) bis westliche Landesgrenze	Mittel- und Oberlauf der Wiltz, Kirel, Tettelbaach, Kirelbaach, Himmelbaach, Erpeldangerbaach, Wemperbaach
		VI-3	Clerve von Mündung Lellgerbach (Lellingen) bis Quellregion	Mittlauf der Clerve, Woltz, Lellgerbach, Lamichtbaach, Irbech, Eselbaach, Wampecherbaach/Kailsbaach, Treterbaach, Eimeschbaach
		VI-4	Einzugsgebiet Syrbach	Einzugsgebiet Syrbach
Our	V	V-1	westliches Einzugsgebiet der Our von Mündung in die Sauer (Wallendorf) bis nördliche Landesgrenze	Niedeschbandsgricht, Hinkelsbaach, Kenzebaach, Ammeschterbaach, Stolzebuerger Akeschterbaach, Gemünder Akeschterbaach, Huschterbaach, Holzbech, Fallbech, Kenzelbaach, Stroumbaach, Hengeschterbaach, Jansschlederbaach, Reibaach, Schibeck
Alzette	VI	VI-1	Einzugsgebiet der Alzette von Mündung in die Sauer (Ettelbrück) bis Mündung von Eisch und Mamer (Mersch)	Haupteschbaach, Kiselbaach, Metschbaach, Schrondweilerbaach, Noumerbaach, Welterbaach
		VI-2	Alzette von Mündung Eisch und Mamer (Mersch) bis Nordgrenze der Stadt Luxemburg	Alzette, Bierschbaach, Rollengerbaach, Kaasselterbaach, Klengelbaach
		VI-3	Alzette im Stadtgebiet von Luxemburg	Alzette im Stadtgebiet von Luxemburg, Huerbaach
		VI-4	Alzette von Südgrenze der Stadt Luxemburg bis südliche Landesgrenze	Izegerbaach, Doulemerbaach, Peifbaach, Bibeschbaach, Dudelange, Mierbech, Mess, Kiemelbaach, Kaylbaach, Dipbech
		VI-5	Einzugsgebiet der Wark	Wark, Uesperbaach, Fel, Mechelbaach, Turelbaach
		VI-6	Unterlauf der Attert von Mündung in die Alzette bis Mündung Roudbaach	Helmeschbaach, Viichtbaach, Aeschbech, Schwebech, Schammicht
		VI-7	Einzugsgebiet Roudbach	Roudbaach, Beschruderbaach, Breschterbaach, Folschderbaach, Huschterbaach
		VI-8	Mittellauf der Attert von Mündung Roudbaach bis westliche Landesgrenze	Fräsbech, Koulbich, Rennbaach, Noutemberbaach, Kakebaach
		VI-9	Einzugsgebiet Pall	Pall, Nördenerbaach
		VI-10	Einzugsgebiet Eisch	Reckenerbaach, Kalbaach, Dondelerbaach, Lesbech, Giewelerbaach, Millebaach,
		VI-11	Mamer von Mündung in Alzette bis Mündung Kielbaach	Unterlauf der Mamer
		VI-12	Mamer von Mündung Kielbach bis Quellregion	Ober-Mittellauf der Mamer, Kielbaach, Olmerbaach, Faulbaach, Meneschbach
		VI-13	Einzugsgebiet Petrusse	Petrusse, Grouf, Zeissengerbaach
Chiers	VII	VII-1	Einzugsgebiet Chiers	Chiers, Rouerbaach, Mierbech, Pawuesgricht

7.4.3 Integration anthropogener Beeinträchtigungen

Der vorliegende Vorschlag zur Abgrenzung der Wasserkörper berücksichtigt keine anthropogenen Faktoren (Belastungen) oder besondere Schutzbestimmungen. Nach Forderungen der EU-WRRL müssen signifikante anthropogene Belastungskriterien zur Abgrenzung herangezogen werden. Erst durch die Integration der anthropogenen Belastungsfaktoren ist eine endgültige Bildung der Oberflächenwasserkörper möglich. Zu diesen Faktoren gehören u.a.:

Einleitungen - Änderung der Gewässergüte

- Punktuelle Belastungsquellen (vgl. Anhang 5 WRRL)
- Diffuse Belastungsquellen (vgl. Anhang 5 WRRL)

Morphologische Veränderungen

- Stark veränderte, ausgebaut, aufgestaute Gewässer
- künstliche Gewässer

Schutzgebiete

- Liegt das Gewässer in einem FFH -Gebiet?
- Ist das Gewässer als Badegewässer nach der EU-Badewasserrichtlinie ausgewiesen?

Während die Beachtung dieser Faktoren zu einer weiteren Unterteilung der Oberflächenwasserkörper führt, können andererseits benachbarte Oberflächenwasserkörper, für welche keine signifikante Änderung ihrer Güte oder sonstiger wichtiger Parameter vorliegt oder zu befürchten ist, zu Gruppen (Oberflächenwasserkörpergruppen) zusammengefasst werden.

7.4.4 Harmonisierung der Oberflächenwasserkörper an den Grenzen

Am 25.07.2003 fand in Metz ein informelles Treffen zur Festlegung der grenzüberschreitenden Oberflächenwasserkörper im Einzugsgebiet von Mosel und Saar statt. Die nationalen Expertengruppen erarbeiteten auf Grundlage ihrer Gewässertypen einen Harmonisierungsvorschlag, indem jeder einzelne Oberflächenwasserkörper hinsichtlich Geologie, Gewässergröße und Fischregion betrachtet wurde.

Für das Großherzogtum werden an dieser Stelle nur die von der ursprünglichen Ausweisung abweichenden Oberflächenwasserkörper, die bereits in der oben aufgeführten Tabelle eingearbeitet sind, erläutert. Bei den meisten vorgeschlagenen Oberflächenwasserkörpern fand keine Veränderung statt.:

Im Grenzbereich der Our zu Belgien und Rheinland-Pfalz wird anstatt zwei nur noch ein Oberflächenwasserkörper (V-1) ausgewiesen. Der Betrachtungsraum „Our“ (V) umfasst daher nur noch einen Oberflächenwasserkörper.

Im Betrachtungsraum „Obere Sauer“ (III) wird aus dem Oberflächenwasserkörper (III-3) der Syrbach als eigenständiger Oberflächenwasserkörper (III-4) ausgegliedert.

Unklar bleibt die Ausgliederung eines eigenständigen Oberflächenwasserkörpers im Betrachtungsraum der Alzette (VI). Die Notwendigkeit der Ausweisung eines neuen Wasserkörpers für den Nothomberbaach im Bereich des aktuellen Oberflächenwasserkörpers VI-8, wie von Belgien vorgeschlagen, ist nicht zwingend. Um eine Zerstückelung in kleine Oberflächenwasserkörper zu vermeiden, sollten die Kriterien der Fischzonierung nicht zu stark gewichtet werden, zumal die Kenntnisse hierüber lückenhaft sind. Es handelt sich beim Oberflächenwasserkörper VI-8 um ein Fließgewässersystem, das durch Übergänge (Muschelkalt/Schiefer und Salmoniden-/Zwischenregion gekennzeichnet ist. Die Ausweisung eines eigenständigen Wasserkörpers Koulbich/Nothomberbach ist nicht sinnvoll, da es sich um kein zusammenhängendes Gewässersystem handelt und die in anderen vergleichbaren Fällen durchgeführten Generalisierungen in Frage stellt.

Alle anderen von Luxemburg vorgeschlagenen Oberflächenwasserkörper im Grenzbereich zu Belgien, Deutschland oder Frankreich wurden akzeptiert.

8 Talmorphologische Fließgewässertypen

Die nachfolgenden Aussagen zu den talmorphologischen Fließgewässertypen sind vorwiegend dem Gewässertypenatlas des Saarlandes (KINSINGER & LÖFFLER 1998) und teilweise dem Typenatlas von Rheinland-Pfalz (LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 2000) entnommen. Beide Nachbarländer Luxemburgs weisen aufgrund der vergleichbaren naturräumlichen Gliederung und Abflussverhältnisse grundsätzlich gleiche oder ähnliche Entwicklungsvoraussetzungen der Bäche und Flüsse auf. Spezifische und signifikante Abweichungen bei den Fließgewässern in Luxemburg werden ergänzend dargestellt. Die Charakterisierung der einzelnen Fließgewässertypen wird, wenn möglich, anhand von geeignetem Fotomaterial aus Luxemburg verdeutlicht, und es wird auf entsprechende Referenzstrecken (vgl. Kapitel 10) verwiesen.

8.1 Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung als Typisierungsgrundsatz

Die Möglichkeiten Gewässer zu typisieren sind so zahlreich wie die Fachdisziplinen, die Gewässer als Gegenstand ihrer Forschung betrachten (vgl. Gewässertypenatlas von Rheinland-Pfalz, LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 2000). Schwerpunkte der Typisierungen lagen bisher bei biozönotischen, chemisch-physikalischen und teilweise auch hydrologischen Parametern. Dabei standen die Veränderungen der Parameter im Längsverlauf der Gewässer, d.h. von der Quelle bis zur Mündung im Vordergrund. Die Festlegung von biozönotischen (benthosbiologischen) Fließgewässertypen (LAWA 2003) auf Grundlage der Gewässerlandschaften nach Briem (2003) in Deutschland versucht insbesondere, die Substratzusammensetzung der Gewässersohle zu berücksichtigen. Dabei bestehen aber zahlreiche Schwierigkeiten bei der Regionalisierung (Typenverschleppung, anthropogene Überprägung, Terminologie), so dass mittelfristig keine zufriedenstellende allgemeingültige Typenfestsetzung zu erwarten ist.

Aus geomorphologischer Sicht sind Fließgewässer in ihrer Entwicklung in erster Linie regional naturräumlich bestimmt. Aufgrund der Orographie können in einer ersten, allgemeinen Differenzierung die grundsätzlich verschiedenen Naturräume, Hochgebirge, Mittelgebirge und Flachland, unterschieden werden. Die natürlichen Entwicklungsbedingungen (Geschiebehalt, Klima, Vegetation) in diesen Räumen sind grundverschieden. Je höher beispielsweise ein Naturraum über dem Meeresspiegel liegt, desto größer ist in der Regel das Landschaftsgefälle (die Reliefenergie), das unmittelbar den Stoffhaushalt der Einzugsgebiete und der Gewässer bestimmt. Im Allgemeinen gilt, dass die Intensität der Abtragungsprozesse und damit die Bereitstellung von Geschiebe mit größerer Höhenlage zunimmt.

Die Landesnatur in Luxemburg zeigt im wesentlichen Mittelgebirgs- und Hügellandcharakter mit nur mäßigen Reliefunterschieden, so dass die Fließgewässer auf regional-

naturräumlicher Ebene durch weitgehend homogene Entwicklungsvoraussetzungen gekennzeichnet werden.

Das Landschaftsgefälle hat zusammen mit der Petrographie und Geologie entscheidenden Einfluss auf die Talbildung und -formung. Da die Täler die natürlichen Standorte der Gewässerentwicklung sind, fällt ihnen neben den sohlensubstratspezifischen Voraussetzungen (1. Typisierungsebene, vgl. Kapitel 5:) die zentrale Rolle bei der Typisierung der luxemburgischen Fließgewässer zu.

Im Einzelnen nimmt der Talraum wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Gewässer durch:

- das Talgefälle
- die Talkrümmung
- die Form (Morphologie) der Talsohle
- die Breite der Talsohle
- die Substratzusammensetzung (Korngrößen) der Talsohle
- die seitliche Materialzufuhr

Diese Parameter sind durch verschiedene Rückkopplungen miteinander verknüpft und wirken sich direkt oder indirekt auf die einzelnen Komponenten der Gewässerentwicklung aus.

Die Kenntnis der von der Talmorphologie bestimmten Struktur und Dynamik unserer Gewässer ist von fundamentaler Bedeutung für die wasserwirtschaftliche Planungspraxis. Sie ermöglicht es, den aktuellen morphologischen Zustand zu bewerten und das Entwicklungs- oder Renaturierungspotenzial der Flüsse und Bäche im Sinne des heutigen potenziell natürlichen Gewässerzustandes (hpnG) korrekt einzuschätzen. Hier liegt der praktische Nutzen des talmorphologisch orientierten Typisierungsansatzes, gerade auch für die Erstellung von Bewirtschaftungsplänen nach Vorgabe der EU-WRRL. Über einen petrographischen oder biozönotischen Typisierungsansatz ist dieser Transfer dagegen sehr schwierig. Aufgrund der geringen Anzahl von Talformen ist der talmorphologische Typisierungsansatz verhältnismäßig einfach und überschaubar. Er verzichtet bewusst auf eine kombinatorische Zusammenschau zahlreicher Parameter wie sie insbesondere bei biozönotischen Typisierungsansätzen häufig zu verzeichnen ist. Die Lebensgemeinschaften stellen sich in der Regel auf die Wasserqualität und den abiotisch bestimmten Lebensraum ein und nicht umgekehrt. Dieser grundsätzlichen Voraussetzung wird in der wasserwirtschaftlichen Praxis häufig zu geringe Beachtung gewidmet.

8.2 Spannbreite der Typenausprägung

Die untersuchten luxemburgischen Fließgewässer lassen sich zu rund 70% ohne Schwierigkeiten einem der vier ausgewiesenen talmorphologischen Haupttypen über Karteninterpretation und/oder Geländebefunde zuordnen. Rund 30% der Gewässer, insbesondere der kleineren Bäche, sind weder über Karteninterpretation noch über Ansprache im Gelände eindeutig einem Typus zuzuordnen. Diese Bäche und Flüsse weisen entweder Merkmale von mehreren Gewässertypen (Übergangs- oder Mischformen) auf, dokumentieren lokale Sondersituationen und/oder unterliegen auf kurzen Strecken einem raschen Typuswechsel.

Bei strenger Auslegung der Abgrenzungsmerkmale müssten diese Gewässer entsprechend der Typenbeschreibung als nicht typisierbar gekennzeichnet werden. Im Gegensatz zum Gewässertypenatlas des Saarlandes werden diese Mischtypen gesondert ausgewiesen und nicht einem Haupttyp zugeschlagen, um somit auf die besonderen Verhältnisse der Gewässerentwicklung hinzuweisen (Karte II). Für die Bewirtschaftungsplanung ist eine solche Differenzierung sinnvoll und von praktischem Nutzen.

Für die Typisierung ist entscheidend, die für die Zuordnung wichtigsten Merkmale zu erkennen und korrekt einzuschätzen. Insbesondere in den kleineren Oberläufen sind die Talräume häufig heterogen gestaltet. Dies erschwert die Typenfestsetzung, da aufgrund der notwendigen Generalisierung in der Gewässertypenkarte nicht jeder kleinräumige Wechsel Berücksichtigung finden kann. Deshalb wird in diesen Fällen immer der Gewässertyp ausgewiesen, der aufgrund der Interpretation des Kartenbildes oder der Ansprache im Gelände dominiert. Bei der Kartenauswertung können dabei aufgrund der maßstabsbezogenen Kartengeneralisierung Fehlinterpretationen stattfinden. Etwaige Fehleinschätzungen sind nur im Gelände feststellbar und gegebenenfalls zu korrigieren, da nicht alle Oberläufe vor Ort bewertet werden konnten.

8.2.1 Haupttyp 1: Muldentalgewässer

8.2.2 Verbreitung und allgemeine Charakteristik



Abbildung 5: Charakteristisches Muldental des Tretterbaaches in einer schwach reliefierten kultivierten Offenlandschaft des Hochöslings. Während die Talflanken zumeist intensiv landwirtschaftlich genutzt werden, fallen auch im Hochösling nach und nach die schmalen, zur Vernäsung neigenden Talsohlen brach.

Geomorphologische Verbreitung

Sieht man von den Ursprungsmulden der kleinen, nur episodisch wasserführenden Quellbäche ab, umfasst das natürliche Hauptverbreitungsgebiet der Muldentalgewässer in Mitteleuropa die Hochflächen der tertiären Rumpfflächenlandschaften, die Hügellandschaften und die flachwelligen Landterrassen der Schichtstufenlandschaften. Muldentalbäche sind neben den tief eingeschnittenen Kerbtalbachern der zweite am häufigsten vertretene Gewässertyp der Oberläufe.

Vorkommen in Luxemburg

In Luxemburg befinden sich die Hauptverbreitungsgebiete der Muldentalgewässer in den flachhügeligen bis ebenen Landschaften der südlichen und zentralen Landesteile, d.h. in dem von Keuper und Lias geprägten Gutland, sowie im nordwestlichen Bereich des Öslings. In den übrigen Landesteilen sind Muldentalgewässer nur in den Quellmulden vertreten (vgl. Karte II).

Größenverhältnisse

Muldentalgewässer sind in der Regel kleine, häufig nur zeitweise wasserführende Bachoberläufe, die über kurze Strecken (meist <math><10\text{ km}</math>) ausgebildet sind. Ihre durchschnittliche Mittelwasserbreite übersteigt kaum 5 m. Die Einzugsgebiete sind klein und umfassen selten mehr als 20 km². Der Oberlaufcharakter ist bereits ein wesentliches Merkmal aller Muldentalbäche, das sich bei allen hydromorphologischen Parametern bemerkbar macht.

Abflusssdynamik

Die Bäche sind in der Regel abflussschwach und trocknen in niederschlagsarmen Sommern häufig aus (periodische Wasserführung). Der Durchlauf von Hochwasserwellen erfolgt rasch, wobei nur die unmittelbar angrenzenden Flächen überflutet werden. Bei sommerlichen Starkniederschlägen erfolgen die größten Abflüsse.

Erosions- und Schleppkraftvermögen

Die Bäche besitzen wegen der kleinen, schwach reliefierten Einzugsgebiete (Keuper und Lias), der verhältnismäßig geringen Wasserführung (in allen Landesteilen) und des vorwiegend niedrigen Talgefälles (Ausnahme: Quellmulden) ein relativ schwaches Erosions- und Schleppkraftvermögen. Ihre morphologische Entwicklung verläuft eher unspektakulär, so dass die natürlichen Komponenten der Gewässerentwicklung keinem sprunghaften Wandel unterliegen und keine abrupten Änderungen im Längsverlauf erfolgen. Muldentalgewässer sind jedoch von Natur aus Erosionsgewässer, d.h. in geologischen Zeiträumen betrachtet tiefen sie die Täler, in denen sie fließen, sukzessive ein. Dieser Vorgang ist allerdings weit weniger deutlich ausgeprägt als bei den Mäander- und Kerbtalgewässern.

Typenvarianten

Bei allen substratabhängigen Entwicklungskomponenten weisen die Muldentalgewässer im Lias und Keuper andere Eigenschaften auf als im Muschelkalk. Dies ist auf die grundsätzlich verschiedene Verwitterung der Ausgangsgesteine zurückzuführen: Im Muschelkalk dominieren grobe Steine, im Lias und Keuper herrschen bis auf einige Ausnahmen (Schilfsandstein) feinklastische Verwitterungsprodukte (Korngrößen <2 mm) vor. Hier dominieren Ton- und Siltfraktionen. Aufgrund der großen Unterschiede beim Talgefälle bestehen naturbedingt auch Unterschiede zwischen „entwicklungsfreudigen“ steilen und „entwicklungsträgen“ gefällearmen Varianten.

Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung

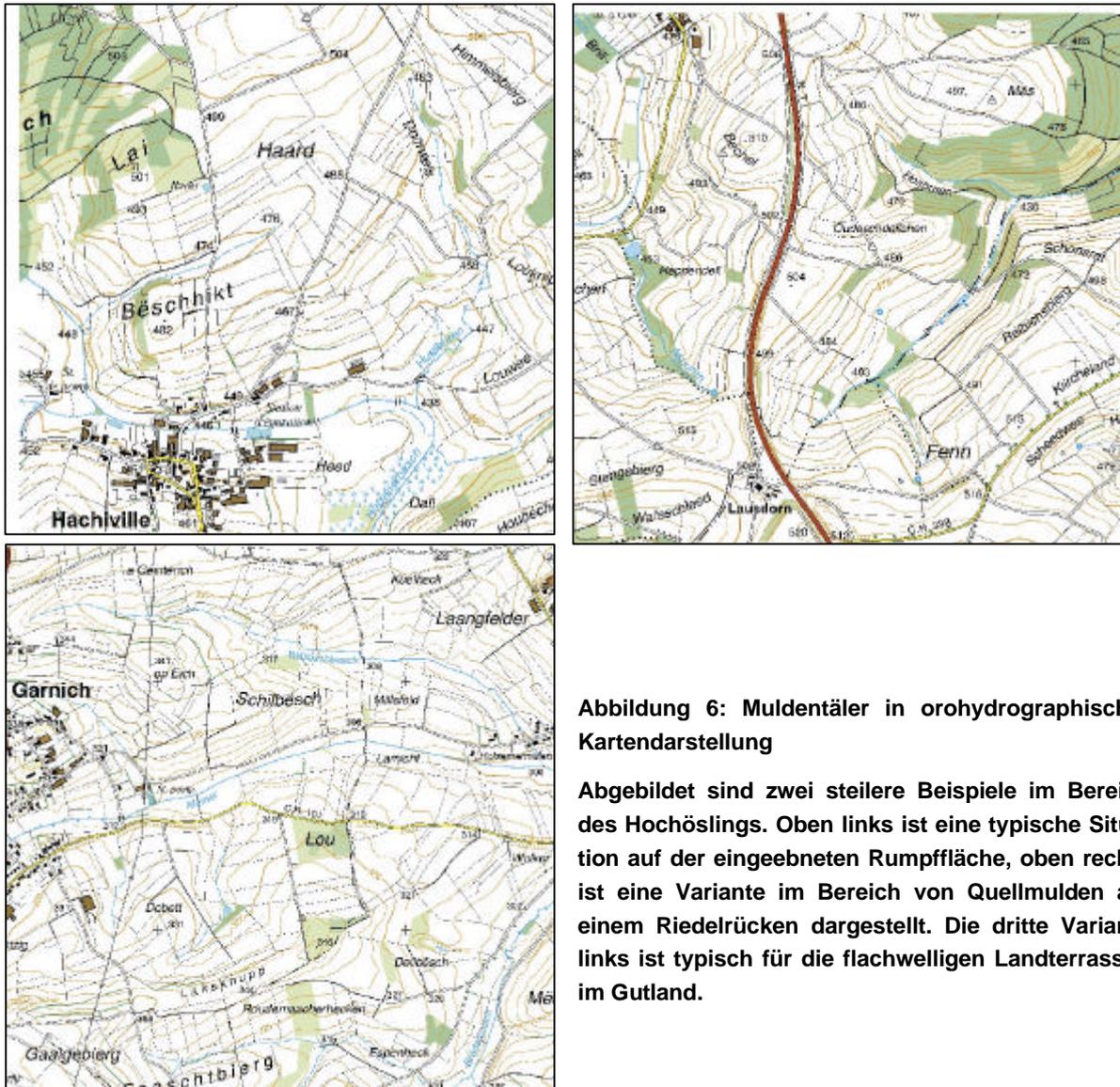


Abbildung 6: Muldentäler in orohydrographischer Kartendarstellung

Abgebildet sind zwei steilere Beispiele im Bereich des Hochöslings. Oben links ist eine typische Situation auf der eingebneten Rumpfläche, oben rechts ist eine Variante im Bereich von Quellmulden auf einem Riedelrücken dargestellt. Die dritte Variante links ist typisch für die flachwelligen Landterrassen im Gutland.

Talquerprofil

Die konvex-konkav geformten Hänge der gering eingesenkten Täler sind flach bis mäßig geneigt und leiten „übergangslos“ in die Talsohle oder in das benachbarte Tal über. Die Talhänge können wegen eiszeitlichem Bodenkriechen (Solifluktion) unterschiedlich geneigt sein.

Tallängsprofil und Talgefälle

Das Talgefälle ist sehr variabel und liegt meist zwischen 5‰ und 20‰. Dabei überwiegen im Gutland die flacheren, auf den Quellmulden der Riedel des Hochöslings die steileren Varianten. Deutliche Gefällesprünge sind nicht zu verzeichnen.

Talkrümmung

Die Täler können sowohl annähernd geradlinig als auch bogenförmig gekrümmt sein. Es erfolgen keine abrupten Richtungswechsel, sondern vorhandene Talkrümmungen sind weitgespannt und sanft.

Form (Morphologie) der Talsohle

Wesentliches Kennzeichen der Muldentäler ist die muldenförmige schmale Talsohle oder -niederung, welche in die Talhänge fließend übergeht. Der Höhenlinienverlauf lässt daher im Gegensatz zu den Auetälern keinen deutlichen Übergang zwischen Talniederung und Talhängen erkennen. Die Talsohle steigt beidseitig des Gewässers meist unmerklich über die Ufer an und leitet fließend in die auslaufenden Hangschleppen über. Sie ist in der Regel schmal und wird durch unregelmäßig einmündende, flach geneigte Hangschleppen zusätzlich eingeengt. Das ausufernde Hochwasser bleibt daher stets auf das unmittelbare Gewässerumfeld beschränkt. Eine breite Talaue mit lehmigen Alluvialablagerungen fehlt von Natur aus, so dass ein verhältnismäßig geringer seitlicher Entwicklungsspielraum zur Verfügung steht.

Gewässereinbettung (Substratzusammensetzung)

Das Talsohlensubstrat setzt sich aus dem oftmals mehrere Meter mächtigen Verwitterungsmaterial der Talhänge zusammen. Dieser Solifluktionsschutt wurde mehr oder weniger durch Bodenbildungsprozesse zerkleinert. Im Muschelkalk ist die Gewässereinbettung sowohl im Ufer- als auch Sohlenbereich wesentlich grobkörniger als in den anderen Landschaften des Gutlandes. Die Schieferlandschaften nehmen eine Zwischenstellung ein. Kontakt zum anstehenden Gestein ist im Gegensatz zu den Kerbtalgewässern nicht oder nur in Ausnahmesituationen zu verzeichnen.

Laterale Geschiebezufuhr

Die natürliche seitliche Materialzufuhr erfolgt sukzessive und über lange Zeiträume. Die Neigung der Talhänge reicht nicht aus, um größere oder spontane Massenbewegungen auszulösen, welche die Talniederung und das Gewässer unmittelbar beeinflussen könnten. Durch anthropogen bedingte Bodenerosion sind viele Talniederungen durch massenhafte Einspülungen „verplombt“ worden.

Mischtypen

Die steilen Muldentäler gehen talabwärts teilweise fließend in Sohlenkerbtäler über. Durch die Bodenerosion in den Einzugsgebieten fließen einige Muldentalgewässer in sekundär gebildeten, teils mächtigen lehmigen Ablagerungen, so dass charakteristische Übergänge zu den Auetalgewässern bestehen. Insbesondere im Bereich des Keupers und Lias kommen daher häufiger Laufstrecken vor, die Ähnlichkeiten mit den Auetalbächen aufweisen.

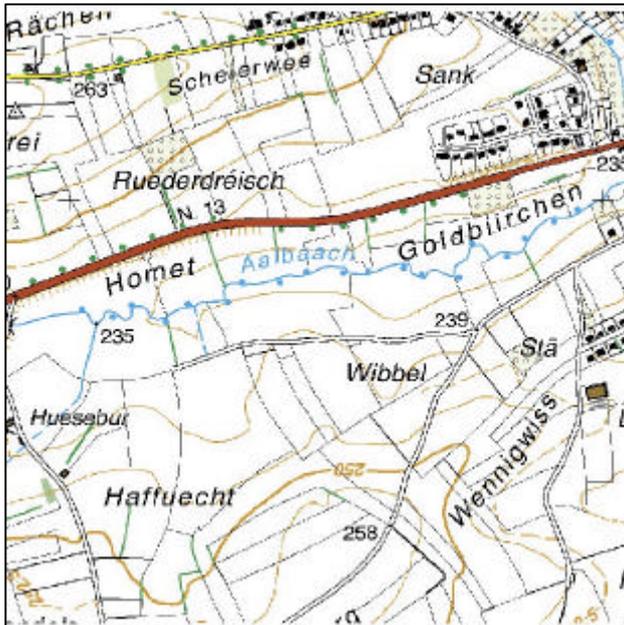


Abbildung 7: Übergänge zwischen Mulden- und Auetalgewässern lassen sich meist nur im Gelände sicher feststellen, da die Höhenunterschiede und damit das Höhenlinienbild nicht aussagekräftig genug sind. Die durch Sedimentablagerungen verbreiterte Talsohle ermöglicht den Bächen einen größeren seitlichen Bewegungsspielraum, der sich durch eine deutlich gesteigerte Krümmungsintensität dokumentieren kann.

8.2.3 Gehölz- und substratbedingte Voraussetzungen der Gewässerentwicklung

Einfluss der Ufergehölze

Die häufig zu beobachtende Vielgestaltigkeit der Muldentalbäche beruht im wesentlichen auf dem Einfluss der Gehölze. Sie modifizieren die nachfolgend beschriebenen Entwicklungskomponenten entscheidend. Da die Muldentalbäche durchweg kleine Bäche sind, die von Natur aus durch die Ufergehölze in ihrer gesamten Dynamik beeinflusst werden, können natürliche Entwicklungsbedingungen durch Gehölzpflanzungen verhältnismäßig rasch wiederhergestellt werden. Die Sohlen- wie Uferstrukturierung und die sie verursachende Dynamik wird durch die einerseits fixierenden wie andererseits turbulenzfördernden Ufergehölze maßgeblich bestimmt.



Abbildung 8: Die kleinen Muldentalbäche werden in ihrer gesamten Struktur und Dynamik wesentlich von den Gehölzen bestimmt. In diesem Fall musste der kleine Bach (Strengbaach) den Sturzbaum umfließen, so dass eine gehölzbedingte Laufkrümmung entstanden ist. Ein Verdriften bei Hochwasser ist bei diesen kleinen, abflussschwachen Bächen nicht möglich.

Einfluss des Geschiebes

Der Einfluss des Geschiebes ist bei den Muldentalbächen im Muschelkalk gänzlich anders als im Bereich der feinkörnigen Keuper-Liaslandschaften. Die grobgeschiebereichen Vertreter im Muschelkalk sind aufgrund der stärkeren Seitenbeweglichkeit wesentlich entwicklungs-freudiger. Sowohl die Querprofil-, als auch die Uferentwicklung ist vielgestaltiger. Die feinkörnigeren Vertreter weisen insgesamt eine geringere Variabilität bei den einzelnen Entwicklungskomponenten auf.

8.2.4 Laufentwicklung

Laufkrümmung

Die Laufkrümmung der Muldentalgewässer kann einerseits Ähnlichkeiten zu den Kerbtalgewässern, andererseits zu den Auetalgewässern aufweisen. Es kommen von Natur aus sowohl gestreckte bis geschwungene Laufabschnitte als auch intensiv gekrümmte Strecken vor. Erstere dominieren bei steilem Talgefälle in den Quellmulden, schmaler Talniederung und/oder einem großen Angebot an Grobgeschiebe (Muschelkalk). Die ausgiebiger gekrümmten Varianten kommen bei flachem Talgefälle, bei Aufweitungen der Talniederung und/oder verhältnismäßig geringem Anteil an grobem Sohlenmaterial vor. Sie sind typisch für die Keuper- und Liaslandschaften. Verzweigte Laufstrecken, die beispielsweise bei Sohlenkerbtalbächen häufiger vertreten sind, sind bei den grobkörnigeren Varianten nur selten anzutreffen.



Abbildung 9: Charakteristische gestreckt-geschwungene Laufkrümmung eines Muldentalbaches im Muschelkalk (Schlammbaach/Lelligerbaach).



Abbildung 10: Trotz teilweise vorhandener Talgefälle von mehr als 15‰ können die feinkörnigen Muldentalbäche außergewöhnliche Krümmungsintensitäten aufweisen (Nebenbach des Lelligerbaach).

Beweglichkeit

Aufgrund der Richtungslenkung durch massenhafte Ansammlungen von Grobschottern (im Muschelkalk), fest verankerte Ufergehölze und unregelmäßig einmündende Hangschleppen sind die kleinen Muldentalgewässer gezwungen, diesen Fixpunkten kleinräumig auszuweichen. Sie pendeln in einem schmalen Entwicklungskorridor, ohne jedoch durch Grobblöcke oder anstehendes Gestein zusätzlich beeinflusst zu werden. Somit kann - trotz schmaler Talniederung und Talneigungen von teilweise über 15‰ - eine erstaunlich intensive („mäanderähnliche“) Laufkrümmung entstehen. Die Krümmungen sind aber sehr unregelmäßig und im Gegensatz zu den Auetalgewässern nicht durch eigendynamische Entwicklung entstanden.

Längsbänke

Die Muldentalbäche weisen zahlreiche fließend ineinander übergehende, d.h. nur schwer gegeneinander abgrenzbare Bankbildungen auf. Eine klare Trennung zwischen diesen Laufstrukturen ist aufgrund der vielfältigen Beeinflussung durch Gehölze (Treibholz, Sturzbäume, Altbäume) in den seltensten Fällen möglich. D.h. Uferbänke, Krümmungsbänke und Inselbänke kommen zwar häufig vor, sind aber durch andere überlagernde und vernetzende Strukturen nicht deutlich abgrenzbar. Das ist grundsätzlich bei allen kleineren Bächen zu verzeichnen. Im Muschelkalk sind die umfangreichen grobkörnigen Bankbildungen weniger Ergebnisse eigendynamischer Akkumulationsprozesse, sondern eher die Folge der relativen Anreicherung von Verwitterungsschutt. Während Feingeschiebe sukzessive ausgeräumt wird, reichern sich die freigelegten groberen Bestandteile an der Gewässersohle an (Strengbaach: III-1-M). Bei den Muldentalbächen im Keuper und Lias fehlen die groberen Sohlensubstrate und die flachen Bankbildungen bestehen aus Feingeschiebe, die sich meist besser gegenüber anderen Sohlenstrukturen abgrenzen lassen.

8.2.5 Längsprofilentwicklung

Querbänke

Im Längsverlauf lässt sich eine heterogene, rasch wechselnde Sohlengliederung in Form von Querbänken feststellen. Im Gegensatz zu den Auetalgewässern mit ihrer mehr oder weniger regelmäßigen Abfolge von Furten und Stillen ist die Sequenz der einzelnen Gliederungselemente unregelmäßiger und in besonderer Abhängigkeit von der geringen Gewässergröße, den Ufergehölzen und dem Sohlensubstrat zu sehen. Aufgrund der schwachen Formungskraft der kleinen Muldentalbäche spielt die eigendynamische (autochthone) Sohlenlängsgliederung eine wesentlich geringere Rolle als bei den Auetalgewässern.

Die Sohle wird von zahlreichen Ablagerungen, die im raschen Wechsel längs, quer oder auch diagonal zur allgemeinen Abflussrichtung liegen, gegliedert. Diese Bänke sind je nach Sohlengefälle und Substratzusammensetzung als flache Furten oder deutlicher geneigte Rauschen anzusprechen. Sie gehen häufig fließend in die oben beschriebenen Längsbänke über, so dass eine teilweise netzartige Verbindung der einzelnen Bankstrukturen entsteht.

Die Substratzusammensetzung der Querbänke im Muschelkalk und Schiefergebirge ist die Folge des selektiven Abtransportes feinerer Korngrößen. Die Beweglichkeit und Verformbarkeit der Querbänke ist trotz der Formenfülle als eher gering einzustufen. Häufig sind sie durch die Bestandsdichte der Ufergehölze in ihrer Lage bestimmt. Im Bereich des Keupers und Lias sind die Querbänke grundsätzlich weniger ausgeprägt, da sie geringere Flächen in Anspruch nehmen und meist unter Wasser liegen.

Strömungsdiversität

Der rasche Wechsel der Sohlengliederung bewirkt bei den grobgeschiebereichen Varianten eine meist große Strömungsdiversität mit vielen Flachwasserstrecken, die teilweise durchrieselt werden. Es herrscht ein vielfältiges Mosaik von unterschiedlichen Strömungsdifferenzierungen vor. Dabei wird die unterschiedliche Struktur des Wasserspiegelbildes insbesondere auch von der unregelmäßigen Uferlinie mit den Gehölzen beeinflusst. Generell ist ein häufiger Wechsel von konvergierenden und divergierenden Abflussmustern zu verzeichnen. Sie lassen sich insbesondere auf die gehölzinduzierte große Breitenvarianz und den Reichtum an Bankbildungen zurückführen. Lediglich im Bereich von Wurzelquerungen und/oder Totholzansammlungen bilden sich kleinere Abstürze. Bei Hochwasser herrscht ein chaotisches Durcheinander von ortstreuen Verwirbelungen und flachen Turbulenzen. In den in der Regel schmaleren und tieferen Gewässerbetten der feinkörnigeren Varianten treten die extrem breiten Flachwasserstrecken zu Gunsten einförmig strömender Abflussbahnen zurück. Die Dynamik des Abflusses ist auch deutlich geringer, zumal die Gefälleverhältnisse durchweg moderater sind. Bei Hochwasser wird der Einfluss der Ufergehölze aber ebenfalls durch zahlreiche Verwirbelungen sichtbar.



Abbildungen 11, 12: Die Sohlenlängsgliederung, die Strömungsdiversität und auch die Tiefenvarianzen sind bei den grobkörnigen Muldentälchen des Muschelkalks (links: Lelligerbaach) grundverschieden im Vergleich zu den feinkörnigen Muldentälchen des Gutlandes (rechts: Olmerbaach).

Tiefenvarianzen

Für die grobkörnigen Muldentalbäche sind flache Gewässerstrecken charakteristisch. Größere Wassertiefen kommen vor allem lokal im Bereich von durchströmten Pools, Tiefwasserfurchen und Engenkolken vor, die von Ufergehölzen induziert werden.

Bei den Muldentalbächen im Lias und Keuper herrschen aufgrund der engeren und tieferen Profile grundsätzlich größere Wassertiefen vor. Wegen der leichteren Verformbarkeit des feinen Geschiebes sind diese Bäche, was die Gewässertiefen anbelangt, insgesamt variabler gestaltet.

8.2.6 Querprofilentwicklung

Querprofiltypen

Form und Vergesellschaftung der Querprofile sind bei den Muldentalgewässern vielgestaltig und an keine regelmäßig wiederkehrende, durch die Lage im Talraum vorbestimmte Abfolge gebunden. Aufgrund der allgemein geringen Schleppkraft der Muldentalgewässer spielt der Einfluss der Ufergehölze in zweierlei Hinsicht eine bedeutsame Rolle: Erstens bestimmt die Bestockungsdichte, d.h. der Abstand der Gehölze zueinander, welcher Entwicklungsspielraum für das Gewässer zur Verfügung steht. Zweitens beeinflussen die Ufergehölze mit ihren Stammbasen, ihrem Wurzelwerk und als Sturzbäume oder Lieferanten für Treibholz die Abflussdynamik und den Geschiebetransport. Sie sorgen für einen raschen Wechsel lokaler Abflussbeschleunigungen oder -bremsungen und bewirken einen pulsierenden Strömungswechsel, der sich auf die Querprofilentwicklung auswirkt. Die Abfolge der Profiltypen der Muldentalgewässer lässt sich in Abschnitte, die in unmittelbarer Abhängigkeit von den Ufergehölzen stehen und Strecken, die von ihnen weitgehend unbeeinflusst sind, unterteilen. In den Sohlenbereichen, die durch gegenüberstehende Ufergehölze stark eingengt werden, sind Engenprofile ausgebildet, ober- und unterhalb dieser Engstellen weiten sich die Profile und sind sehr flach. Ein rascher Wechsel von Bachweitungen und -engen ist daher charakteristisch und bei den grobgeschiebereichen Varianten am deutlichsten ausgeprägt.

Solitär stehende Gehölze (Prallbäume) verursachen durch ihre unmittelbare Beeinflussung der Strömung vielfältige Profildifferenzierungen. Uferkolke, -buchten, Flachwasserrinnen und Krümmungsfurchen werden durch die Gehölze induziert und sorgen für einen kleinräumigen Wechsel unterschiedlicher Profiltypen. Diese Vielgestaltigkeit wird durch die Wurzelquerungen verstärkt.

Bei den feinkörnigen Muldentalbächen sind die Profile deutlicher in das Vorland eingesenkt und durchweg schmaler. Der Einfluss der Ufergehölze ist nicht so dominant wie bei den grobkörnigeren Varianten. Allgemein nimmt die Vielgestaltigkeit und der Wechsel der Profiltypen mit schwächerem Gefälle ab. Die Beständigkeit und Vergesellschaftung der Querprofiltypen sind, sieht man einmal von kleineren Modifizierungen ab, in besonderem Maße an die Lebensdauer der Ufergehölze bzw. die Existenz von Sturzbäumen gebunden.



Abbildungen 13, 14: Die Querprofilentwicklung der kleinen Muldentalbäche wird vom Gefälle, der Substratzusammensetzung und der Verteilung der Ufergehölze maßgeblich bestimmt. Während bei den Muldentalbächen im Muschelkalk breite und flache Profile dominieren (Lelligerbaach), sind die Bäche im Lias und Keuper in der Tendenz tiefer und schmaler (Olmerbaach).

Profiltiefen

Allgemein herrschen bei den Muldentalbächen der Keuper und Liaslandschaften schmalere und tiefere Profile vor als bei den grobkörnigeren Varianten. Dieser generelle Unterschied wird besonders bei Gewässerstrecken deutlich, die von wenigen Ufergehölzen begleitet werden. Größere Geschiebe sorgen in Verbindung mit den turbulenzfördernden Gehölzen zu einer Rückverlagerung der Ufer. Bei feinem Geschiebe ist die Fernwirkung der Gehölze dagegen nur auf die unmittelbaren Bereiche der Stammbasen beschränkt.

Breitenvarianz

Der Wechsel der Gewässerbettbreiten ist als Ergebnis der gesamten Querprofilentwicklung sowohl was die Maximal- und Minimalbreiten als auch die Wechselhäufigkeit im Längsverlauf anbelangt sehr groß. Bei den Muldentalbächen mit groberem Ufer- und Sohlensubstrat ist diese Vielgestaltigkeit besonders ausgeprägt.

8.2.7 Sohlenentwicklung

Substratzusammensetzung und -verteilung

Die Sohlenstruktur der Muldentalgewässer lässt sich von den übrigen Gewässertypen durch folgende Merkmale abgrenzen: Die Korngrößen, welche die Gewässersohle prägen, sind vornehmlich in situ aufgearbeitet, d.h. sie wurden nicht über längere Gewässerstrecken transportiert. Das Geschiebe ist daher nicht oder nur kaum gerundet. Die Zufuhr von Boden- und Verwitterungsmaterial erfolgt von Natur aus langsam über Bodenkriechen. Insbesondere während der Kaltzeiten wurden teilweise mächtige Solifluktsdecken gebildet, in denen die

Gewässer noch heute fließen. Dabei haben sie nur in Ausnahmefällen Kontakt zum anstehenden Gestein.

Die Substratzusammensetzung und -verteilung unterscheidet sich in den Fließgewässerräumen. In den Lias- und Keuperlandschaften dominiert Feingeschiebe, in den Muschelkalkgebieten grobes kantiges Geschiebe. Die Schiefergebirgslandschaften nehmen eine Zwischenstellung ein. Das Sohlensubstrat ist hier in der Regel plattig ausgebildet.

Im Muschelkalk und Schiefer findet beim Durchlauf einer Hochwasserwelle kein kontinuierlicher Transport der gröberen Korngrößenfraktionen statt. Die feinsedimentären Bestandteile bis zur Fein- und Mittelkiesfraktion werden größtenteils abtransportiert und sammeln sich nur vereinzelt im Bereich schwach durchströmter Nischen an. Da der Nachschub an feineren Korngrößen nur gering ist, sind die Muldentalgewässer der Fließgewässerräume I, II und IV in der Regel arm an Korngrößen, die kleiner als die Grobkiesfraktion (20 mm im Durchmesser) sind. Sind von Natur aus keine gröberen Korngrößen vorhanden, setzt sich nach Durchlauf einer Hochwasserwelle das vielfach in Suspension geratene feinkörnige Material ab und kleidet die gesamte Sohle aus. Ohne Turbulenzförderung der Gehölze reicht die Transportkraft der Muldentalgewässer in der Regel nicht aus, den Schutt- oder Feingeschiebемantel stärker zu strukturieren. Bei den feinkörnigen Vertretern ist die Substratdiversität von Natur aus wesentlich geringer, in strömungsberuhigten und -abgewandten Zonen lagert sich jedoch vielfach feineres Material ab.



Abbildung 15: Von Feingeschiebe dominierter Muldentalbach im Lias (Aalbaach bei Frisange)



Abbildung 16: Von Grobgeschiebe dominierter Muldentalbach (Schrondweilerbaach bei Nomern)

8.2.8 Uferentwicklung

Ufertypen und Uferstrukturen

Im Verhältnis zur durchschnittlichen Mittelwasserbreite weisen die grobkörnigen Vertreter der Muldentalgewässer häufig überproportional breite Uferflächen auf (Fläche zwischen Mittel-

wasserlinie und Linie des bordvollen Abflusses). Die gegenüberliegenden Uferflächen nehmen zusammen teilweise mehr als die doppelte durchschnittliche Mittelwasserbreite ein. Bei den feinkörnigen Varianten ist diese Tendenz weitaus geringer ausgebildet. Hier lassen sich klar gegenüber der Gewässersohle und dem Vorland abgegrenzte Ufer feststellen. Aufgrund der weitgehend einheitlichen Substratzusammensetzung und geringen Gewässergröße bestimmen naturbedingt die Ufergehölze die Uferstruktur. In Randlagen der Talniederung wird sie zusätzlich von den Eigenschaften der einmündenden Hangschleppen bestimmt. Sie prägen aber nur einen kleinen Teil der Gesamtuferlänge. Bei den grobkörnigen Varianten dominieren vielgestaltige Flachlehnufer, die fließend in die Vorländer überleiten und durch den Einfluss der Ufergehölze sehr vielfältig gegliedert sind. Bei den feinkörnigen Muldentalgewässern ist der Anteil steillehniger Uferpartien größer.

Die bereits unter der Sohlenstruktur erwähnten Eigenschaften der Substratzusammensetzung und -verteilung treffen grundsätzlich auch auf die Ufersubstrate zu. In der Regel werden bei grobkörnigen Muldentalgewässern die feinen Korngrößen bei Hochwasser abtransportiert, so dass die Ufer auf weiten Strecken eine steinige Struktur erhalten. Die Ufersubstrate sind nur vereinzelt von dünnen Feinsedimenten überlagert. In diesen Fällen spielt fast immer der Einfluss der Gehölze eine Rolle (strömungsberuhigte Zonen). Die Ufersubstrate sind locker gelagert, nicht verfestigt und unter dem Einfluss der gehölzbedingten Turbulenzbildung gut verlagerbar. Bei den Muldentalbächen des Keuper und Lias setzen sich die Ufersubstrate mehr aus lehmigen Material zusammen, so dass in Verbindung mit dem schwachen Geschiebetrieb eine Uferrückverlagerung langsamer erfolgt und die Ufer durch die kohäsiven Lehme steiler und beständiger sind.

Mit größerem Anteil kohäsiver Ufersubstrate werden die Ufer zunehmend steiler und entwickeln sich ähnlich wie die Steillehnufer der Auetalgewässer. Durch die vom Menschen verursachte Verstärkung der Hangabtragung wurden die natürlichen Bedingungen der Uferentwicklung nachhaltig gestört. Die teilweise mächtigen Bodeneinspülungen schaffen nicht nur übertiefte Querprofile, sondern fixieren auch die Ufer.



Abbildungen 17, 18: Auf dem linken Foto ist eine abwechslungsreiche, im Wesentlichen durch die Ufergehölze geprägte Ufergliederung eines feinkörnigen Muldentalbaches zu sehen (Olmerbaach). Insgesamt dominieren steillehnige Ufer, die gegenüber der Gewässersohle und dem Vorland klar abgesetzt sind. Auf dem rechten Foto (Schrondweilerbaach) ist insbesondere auf der rechten Uferpartie die aufgelöste Uferstruktur zu sehen. Diese wird durch den Grobgeschiebereichtum in Verbindung mit der Turbulenzförderung der Gehölze verursacht.

Die Gehölze sind das eigentliche Rückgrat der Uferentwicklung. Nehmen sie bei der Strukturierung der schmalen Gewässersohle bereits eine Sonderstellung ein, so spielen sie für die Uferstruktur eine Schlüsselrolle. Die von ihnen hervorgerufenen Verwirbelungen sorgen im Uferbereich für einen mosaikartigen Wechsel kleinräumiger Uferdifferenzierungen. Das typische Uferrelief wird durch flache Ufernischen oder -buchten, Ufersporene und Prallbäume vielfältig und unregelmäßig gestaltet. Die rasche Folge von Strömungsluv- und -leelagen bewirkt oberflächennah eine heterogene Verteilung von gröberen und feineren Ufersubstraten.

Obwohl die Uferstruktur der Muldentalgewässer im wesentlichen „nur“ von den Gehölzen abhängt, ist die Vielfalt der Uferlängsgliederung mit der anderer Gewässertypen durchaus vergleichbar. Die Vielgestaltigkeit des kleinräumigen Wechsels ist im Gegensatz zu den Kerbtalgewässern wesentlich stabiler und lagetreuer, da keine plötzlichen Veränderungen durch Hangstürze oder massiven Geschiebetransport stattfinden. Die Veränderungen erfolgen nur dann abrupt, wenn Sturzbäume umflossen werden müssen oder sich Rückstauzonen bilden.

8.2.9 Gewässerumfeld

Die schmale Talniederung, die mehr oder weniger fließend in die Talhänge überleitet, unterliegt keinem raschen Formungswandel, da die ausufernden Hochwasser wenig erosiv wirksam sind. Die flachen, heterogenen Uferzonen sind oft so breit, dass das Hochwasserbett die schmale Niederung einnimmt. Die Abgrenzung eines typischen Überflutungsraumes ist daher nicht immer möglich. Vereinzelt kommen insbesondere in Talweitungen verlassene

Gewässerläufe, Furchen und wannenartige Eintiefungen vor. Sie lassen sich vornehmlich auf den Einfluss von Sturzbäumen und seltener auf Verklausungen zurückführen. Durch deren Barrierewirkung müssen die Muldentalgewässer natürliche Umläufe bilden. Beim Wegfall des Abflusshindernisses fallen sie häufig wieder trocken. Die Wurzeln der Ufergehölze sind vereinzelt auch im Vorlandbereich wichtige Strukturbildner. Sie werden häufig an der Oberfläche freigespült, indem die feinerdigen Bestandteile weggeschwemmt werden. Die Steine des Verwitterungsschutts bleiben zurück und bilden mit den Wurzeln eine kleinreliefierte, raue Strukturierung der Talniederung. Durch die anthropogen bedingte Bodeneinschwemmung ist der Überflutungsraum jedoch meist völlig nivelliert oder ausgekleidet.



Abbildungen 19, 20: Auf beiden Abbildungen ist das Gewässerumfeld besonders naturnah ausgebildet. Die schmale Talniederung mit Schwarzerle und Gemeiner Esche leitet rasch in weniger feuchtadaptierte Laubwaldbestände über. Im unmittelbaren Gewässerumfeld sind neben schmalen Flutmulden auch verlassene Krümmungsbögen vorhanden (Olmerbaach).

Im Gegensatz zu den Auetälern bleiben aufgrund der konkaven Talniederung die grundwasserbeeinflussten Feuchtstandorte ebenso wie das ausufernde Hochwasser auf das unmittelbare Gewässerumfeld beschränkt. Wegen des eingeschränkten Überflutungsbereiches und der nur kurzen Überflutungsdauer treten keine Auewälder in Erscheinung. Es dominieren Bruchwälder und Erlen-Eschen-Feuchtwälder, die im Bereich der auslaufenden Talhangschleppen in Laubmischwälder übergehen.

8.3 Haupttyp 2: Kerbtalgewässer

8.3.1 Verbreitung und allgemeine Charakteristik

Geomorphologische Verbreitung

Die Kerbtalgewässer kommen insbesondere in den Landschaftsräumen vor, die ein großes Landschaftsgefälle aufweisen, d.h. die über kurze Laufstrecken große Höhenunterschiede überwinden. Von Natur aus sind daher die Mittelgebirge und die Hochgebirge Hauptverbreitungsgebiete der Kerbtalgewässer. Sie sind aber auch vereinzelt in Durchbruchstätern in den harten Gesteinen der Schichtstufenlandschaften vorhanden.



Abbildung 21: Kleiner Quellbach (Nebenbach des Rebich), der mit steilem Gefälle in einem v-förmigen Kerbtal fließt. Die Talsohle ist mit dem Gewässerbett identisch.

Vorkommen in Luxemburg

Kerbtalgewässer sind aufgrund der großen Reliefunterschiede im zerriedelten Hochösling neben den Mäandertalgewässern landschaftsprägend. Auch im Luxemburger Sandstein und im Moselvorland (Muschelkalk) kommen sie häufiger vor, während sie im übrigen Gutland aufgrund der geringen Höhenunterschiede verhältnismäßig selten sind. Sie fließen vornehmlich in den steileren und gestreckten Nebentälern der Haupttäler (Mäandertäler).

Größenverhältnisse

Im Gegensatz zu den Muldentalgewässern kommen Kerbtalgewässer in allen Größenklassen vor. Die meisten Kerbtalgewässer sind jedoch ebenfalls den kleineren und den mittelgroßen Bächen zuzurechnen. In Luxemburg erreichen sie selten eine Mittelwasserbreite von über 5 Metern. Die Einzugsgebiete sind klein und schmal und umfassen kaum mehr als 10 km². Größere Bäche sind nur in Ausnahmesituationen (Durchbruchstäler) als Kerbtalgewässer ausgebildet (z.B. Syre im Muschelkalk oder Ernz noire im Luxemburger Sandstein).

Abflussdynamik

Kerbtalgewässer zeichnen sich durch eine große Abflussturbulenz, die sich auf einen schmalen Korridor auf dem Talgrund beschränkt, aus. Hochwasser laufen in der Regel schnell auf und werden rasch durchtransportiert. Im Sommer kommen jedoch insbesondere im Hochösling auch ausgeprägte Niedrigwasserphasen vor. Lange Phasen der Formungsruhe werden kurzfristig durch rasch auflaufende, sehr formungsaktive Hochwasser unterbrochen. Dabei können die örtlichen Bedingungen der Gewässermorphologie durch starke Erosions-, Umlagerungs- und Akkumulationsprozesse völlig verändert werden.

Erosions- und Schleppkraftvermögen

Kerbtalgewässer sind neben den Mäandertalgewässern die charakteristischen „Erosionsgewässer“. Aufgrund der hohen Gefällewerte in Verbindung mit der Enge der Talsohle und dem reichlich vorhandenen Geschiebe haben sie ein sehr großes Erosions- und Schleppkraftvermögen. Auf diese Weise sind sie in der Lage, ihre Talsohle tiefer zu legen, indem das anfallende Geschiebe an der Sohlenbasis durchtransportiert wird und den anstehenden Fels mechanisch beansprucht. Der seitliche Hangabtrag ist im Vergleich zur linearen Erosion wesentlich schwächer, so dass durch die Beseitigung und den Abtransport des stoßweise angelieferten Materials die typischen Kerbtäler entstehen.

Typenvarianten

Unter Kerbtalgewässern werden Bäche und Flüsse zusammengefasst, die in engen Schluchten, in v-förmigen Kerbtälern oder Sohlenkerbtälern fließen. Die Sohlenkerbtäler unterscheiden sich von den Kerbtälern i.e.S. durch die Ausbildung einer schmalen, unregelmäßig geneigten und heterogen zusammengesetzten Talsohle, die eine stärkere Krümmungsbildung zur Folge hat. Trotz der teilweise deutlich unterscheidbaren Querprofile dieser Täler werden sie gemeinsam behandelt, da die Gewässer in ihrer Struktur und Dynamik weitgehend bis vollkommen allochthon, insbesondere durch das anstehende Gestein, geprägt werden. Da die Sohlenkerbtalgewässer ein in Luxemburg häufig vertretener Mischtyp mit Übergängen zu den Auetalgewässern darstellen, werden sie im Gegensatz zu den anderen Mischtypen näher beschrieben. Eine weitergehende Differenzierung, welche die Substratzusammensetzung zu Grunde legt (vgl. Muldentalgewässer), ist nicht notwendig, da alle Kerbtalgewässer durch das anstehende Gestein und/oder die größten Korngrößen (Blöcke) determiniert sind.

8.3.2 Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung

Talquerprofil

Die konvex oder geradlinig geformten Hänge der tief eingesenkten Täler sind steil bis sehr steil. Sie weisen den charakteristischen v-förmigen Querschnitt auf. Die Talhänge sind bei den engen Schluchten am steilsten und besitzen teilweise Gefällewerte von über 70‰ .

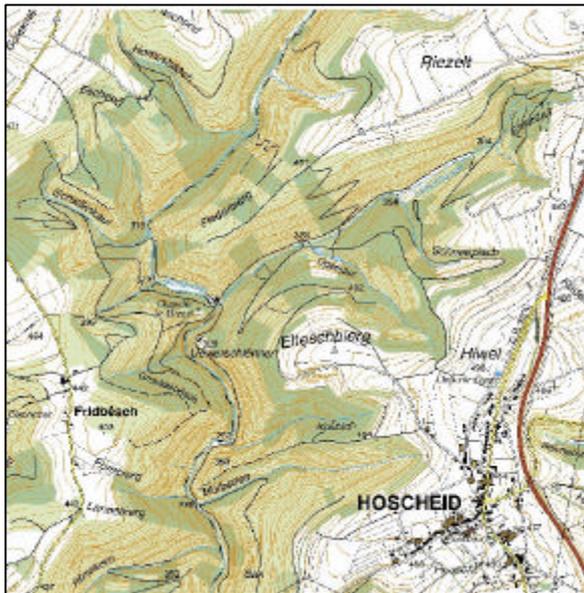


Abbildung 22: Kerbtalgewässer „springen“ allein durch die enge Scharung der Höhenlinien ins Auge. Zusätzlich sind sie durch die fast immer vorhandene Waldbedeckung, die sich gegenüber den landwirtschaftlich genutzten Riedeln deutlich absetzt, direkt in der Karte ausfindig zu machen.

Im Verhältnis zur Taltiefe sind die Schluchten äußerst eng. Sie sind fast ausschließlich auf kurzen Streckenabschnitten in sehr steilen Mittelgebirgslagen mit kompaktem, widerstandsfähigem Festgestein (Schiefer, Muschelkalk) vertreten. Sie sind die steilsten Nebentäler der tief eingeschnittenen Flüsse. In Luxemburg kommen sie vor allem im Ösling und im Muschelkalk vor. Bei den Sohlenkerbtalgewässern tauchen die Talhänge nicht unmittelbar in das Gewässerbett ab, hier ist eine schmale Talsohle dazwischen vorhanden.

Tallängsprofil und Talgefälle

Das Tallängsprofil ist sehr heterogen, stufenförmig und durchweg steil. Es erfolgen abrupte Gefällesprünge, die durch den Wechsel der Gesteinshärte oder Grobschutteintrag bedingt werden. Das durchschnittliche Talgefälle liegt bei den Schluchten bei mindestens 100‰, meist deutlich darüber, und ist durch Gefällesprünge sehr diskontinuierlich. Bei den Kerbtälern und Sohlenkerbtälern liegt das Talgefälle meist zwischen 10‰ und 100‰, wobei die Sohlenkerbtäler in der Regel ein geringeres Gefälle (10-20‰) aufweisen. Die Gefällesprünge werden generell mit abnehmendem Talgefälle geringer.

Talkrümmung

Die Talkrümmung der Schluchten, Kerbtäler und Sohlenkerbtäler ist in besonderem Maße an tektonisch vorgezeichnete Schwächezonen und/oder morphologisch weichere Felspartien gebunden. Der Talverlauf ist bei den Schluchten gestreckt bis unregelmäßig hakenförmig

gekrümmt, bei den Kerbtälern und Sohlenkerbtälern meist ebenfalls gestreckt. Teilweise sind auch deutliche Richtungsänderungen im Talverlauf möglich.

Form (Morphologie) der Talsohle

Bei den Schluchten ist die Talsohle weitgehend identisch mit dem Gewässerbett, welches unmittelbar in die nur leicht abgeschrägten, teilweise wandartigen Talhänge (Luxemburger Sandstein) übergeht.

Streckenweise werden die Kerbtalgewässer von einem ein- oder (seltener) beidseitig schmale Band aus umgelagertem Hangschutt und/oder von oberhalb angeliefertem Material begleitet. Diese Bänder oder Leisten sind jedoch sowohl im Tallängs- als auch Talquerprofil deutlich geneigt und sehr unregelmäßig reliefiert, so dass in der Regel kein Platz für einen Überflutungsraum vorhanden ist. Nur vereinzelt sind Ausuferungsflächen im Bereich von Überschotterungen der Talsohle mit Laufgabelungen oder kleinräumigen Sondersituationen zu verzeichnen.

Bei den Sohlenkerbtälern ist eine durchgehend schmale, unregelmäßig zum Gewässer hin geneigte Talsohle vorhanden. Sie kann in ihrer Breite deutlichen Schwankungen unterliegen, ist aber für eine freie Krümmungsbildung der Gewässer generell zu schmal. Im Vergleich zu den Talsohlen der Auetäler ist sie steiler und deutlich zum Gewässer geneigt, so dass sie lediglich bei außergewöhnlich starken Hochwassern überflutet werden kann und nur in unmittelbarer Gewässernähe ganzjährig feucht bis nass ist.

Gewässereinbettung (Sohlensubstratzusammensetzung)

Die Talsohle der Schluchten besteht durchgehend aus felsigem Untergrund, der teilweise durch Grobblöcke und -gerölle maskiert sein kann. Das Gewässerbett schließt randlich entweder an die Felswände oder das grobe Sturzmaterial der Talhänge an, so dass das Gewässer mit unmittelbarem Hangkontakt, vollkommen eingeeengt, zwischen den Talwänden fließt. Es ist kein alluvialer Uferboden ausgebildet. Die felsige Gewässereinbettung ist über lange Zeiträume formkonstant und nur durch Felsstürze lokal rasch veränderbar.

Die Talsohle der Kerbtäler wird ebenfalls durch das anstehende Gestein bestimmt. Der Untergrund ist jedoch häufiger durch Grobschuttmassen und Gerölle maskiert, so dass er nicht so dominant in Erscheinung tritt wie in den Schluchten. Die Ufer sind entweder unmittelbar in den felsigen Talhängen angelegt oder liegen in Grobschuttmassen bzw. zeichnen sich durch einen sehr steinigen (skelettreichen) heterogenen Uferboden aus. Das Gewässerbett grenzt in den engen Kerbtälern meist unmittelbar und beidseitig an die Talhangfüße. Im Bereich von Hangrutschungen und leichten Talweitungen hat das Gewässerbett teilweise nur einseitigen Hangkontakt oder auf kurzen Strecken keine unmittelbare Verbindung zu den Talhängen.

Bei den Gewässern in Sohlenkerbtälern herrschen die Streckenabschnitte ohne direkten Hangkontakt vor, die Gewässersohle liegt jedoch noch häufig dem anstehenden Gestein unmittelbar auf. Der Uferboden setzt sich aus sehr heterogenen Alluvialablagerungen zusammen. Es wechseln auf kurzen Strecken sowohl lehmige oder sandige als auch steinige

und grobschuttreiche Ufersubstrate, so dass die Gewässereinbettung unterschiedliche Voraussetzungen für die einzelnen Entwicklungskomponenten schafft.

Laterale Geschiebezufuhr

Morphologie und Dynamik der Kerbtalgewässer werden maßgeblich von der stoßweisen Materialzufuhr in Folge von episodischen Starkniederschlägen geprägt. Die seitliche Zufuhr von groben Hangschuttmassen über Hangrutschen, Schuttkegel und Massenbewegungen (Rutschungen, Abbrüche) bestimmt die natürlichen Entwicklungskomponenten entscheidend.

Im Gegensatz zu den Muldentalgewässern kann die seitliche Geschiebezufuhr massiv erfolgen. Die Gewässer haben zumindest streckenweise Kontakt zum anstehenden Gestein und ihr Erosionsvermögen ist sehr ausgeprägt.

Die Hangabtragung (seitliche Materialzufuhr) ist bei Schluchten bis auf seltene Ereignisse vernachlässigbar, während sie in Kerbtälern und Sohlenkerbtälern durch Rutschungen und Hangstürze häufig und stark erfolgen kann.

Mischtypen

Es gibt fließende Übergänge sowohl zu den Muldentalgewässern als auch zu den Auetalgewässern. In den Oberläufen gehen die Kerbtalgewässer häufig in die steilen Quellmulden über. Die Talhänge werden flacher, so dass der für die Kerbtalgewässer so bestimmende rasche seitliche Materialeintrag deutlich nachlässt.

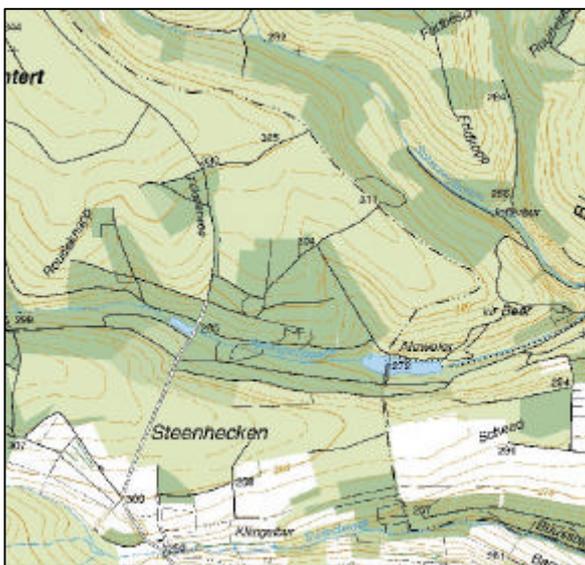


Abbildung 23 (Bachläufe westlich von Colmar Berg): Die Übergänge zwischen den Mulden- und Kerbtälern lassen sich im Kartenbild nicht immer eindeutig erkennen. Am geeignetsten ist die Betrachtung der Talhänge, die deutlich schwächer zum Gewässer geneigt sind. Eine sichere Ansprache ist nur im Gelände möglich

Der weitaus häufigere Mischtyp sind die Sohlenkerbtalgewässer, die fließend zwischen den Kerbtalgewässern und den Auetalgewässern vermitteln. Die Ausprägung einer schmalen alluvialen Talsohle ermöglicht eine eingeschränkte Krümmungsbildung, die Gewässersohle hat aber noch häufig Kontakt zum anstehenden Gestein, und die Dynamik der Gewässer ist noch durch das höhere Talgefälle und die seitliche Materialzufuhr geprägt. Das Umfeld wird bereits häufig als Wiese oder Weide genutzt.

Die Sohlenkerbtäler sind bei den flacheren Varianten zumeist die Übergangsstrecken zwischen den steileren Kerbtälern der Oberläufe und den flacheren Auetälern der Mittelläufe.

8.3.3 Gehölz- und substratbedingte Voraussetzungen der Gewässerentwicklung

Einfluss der Ufergehölze

Die Bedeutung der Ufergehölze für die Struktur und Dynamik der Kerbtalgewässer ist groß, steht aber dennoch weit hinter dem des Geschiebes zurück. Je steiler, enger und grobgeschiebereicher die Bäche sind, desto weiter nimmt der Einfluss der Gehölze ab. Deshalb sind die Sohlenkerbtalgewässer mit ihren beweglichen Talsohlen wesentlich stärker durch den Gehölzbestand beeinflusst als die engen Kerbtalbäche.

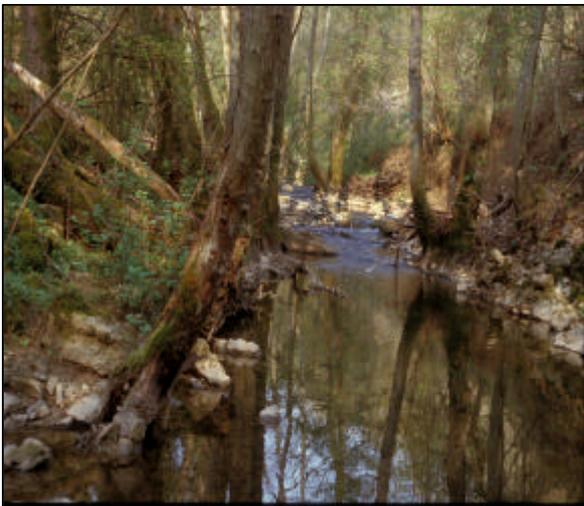


Abbildung 24: Die Ufergehölze können in den engen grobgeschiebereichen und häufig von Blöcken und anstehendem Fels dominierten Kerbtälern zwar imposante Ausmaße erreichen, ihr Einfluss auf die Entwicklung der Sohle und Ufer stehen weit hinter den Einflussmöglichkeiten bei den Aue- und Muldentalbächen zurück. Das Geschiebe dominiert die generelle Entwicklungstendenz. (Lenningerbaach im Muschelkalk)

Einfluss des Geschiebes

Der Geschiebereichtum, insbesondere an groben Korngrößen, ist der wesentliche Steuerungsfaktor der Entwicklung. Die großen Mengen an transportierbarem Grobgeschiebe aber auch an gröberem Felsblöcken beherrschen die gesamte Lauf-, Sohlen- und Uferstruktur in den engen Schluchten und Talkerben. Lediglich im Uferbereich der Sohlenkerbtalgewässer können die Ufergehölze die Uferentwicklung stärker beeinflussen.

8.3.4 Laufentwicklung

Laufkrümmung

Die Laufkrümmung der Kerbtalgewässer wird durch den Verlauf der engen Täler weitgehend vorbestimmt. Das im „Idealfall“ unmittelbar an die auslaufenden Talhangfüße grenzende Gewässerbett folgt konsequent dem vorwiegend gestreckten Tal. Richtungsänderungen erfolgen lediglich im Bereich von tektonisch-strukturellen Schwächezonen oder Härtewechsel des anstehenden Gesteins. Aus diesem Grund weist dieser Gewässertyp eine weitgehend gestreckte bis schwach gekrümmte, unregelmäßige Linienführung auf. Auch bei lokalen Tal-

weitungen bleibt der Gewässerlauf aufgrund des hohen Talgefälles, des wiederholten oder permanenten Felskontaktes und der reichlich vorhandenen Grobgerölle bzw. Hangschuttmassen weitgehend gestreckt. In einigen Laufabschnitten können über Schotter- und Schuttflächen auch Laufverzweigungen entstehen.

Bei den Sohlenkerbtalgewässern sind aufgrund der größeren lateralen Beweglichkeit auch geschwungene Laufkrümmungen zu beobachten.



Abbildungen 25, 26: Die Laufkrümmung der Kerbtalgewässer ist in der Regel gestreckt und folgt konsequent dem Talverlauf (linkes Foto: Constrefferbaach im Luxemburger Sandstein). Bei den gefälleschwächeren Sohlenkerbtalgewässern, die eine schmale, unregelmäßig geneigte Talsohle ausgebildet haben, kommen auch geschwungene Laufstrecken vor, die zwischen den Talhängen hin und her pendeln. Die Krümmungsintensität erreicht aber in keinem Fall die Werte, die für Aueltalgewässer typisch sind (rechtes Foto: Mamer, Luxemburger Sandstein).

Beweglichkeit

Wichtiges Merkmal der Kerbtalgewässer und Sohlenkerbtalgewässer ist der fehlende oder stark eingeschränkte Seitenspielraum für die Bildung freier Laufkrümmungen. Ist der Gewässerlauf im anstehenden Fels angelegt, bleibt er, sofern keine völlige Überdeckung der Talsohle durch massive Geschiebeinträge erfolgt, über längere Zeiträume unveränderlich. Vorhandene Laufkrümmungen und -strukturen werden in ihrer Lage und Stabilität nicht durch eigendynamische Prozesse bestimmt, sondern durch die häufig wechselnden Zwangspunkte (Hangstürze, Blockfluren) festgelegt.

Im Falle der Sohlenkerbtalgewässer können bedingt eigendynamische Laufkrümmungen entstehen. Dennoch ist im Gegensatz zu den Aueltalgewässern keine freie Krümmungsbildung möglich, da sie an bereits oben beschriebene Richtungslenker geknüpft bleibt. Die ausladenden Laufkrümmungen der Sohlenkerbtalgewässer kommen dadurch zustande, dass teilweise mächtige Alluvialablagerungen die Felssohle maskieren und den stark erosiven Gewässern mehr lateralen Bewegungsspielraum ermöglichen. Die durchweg breitere Talsohle bietet den Sohlenkerbtalgewässern größere Ausweichmöglichkeiten zwischen den

Zwangspunkten, so dass sich eine Richtungsänderung über längere Strecken auswirken kann. Dabei spielen die Talhangfüße als hauptsächliche und beständige Strömungsenker eine besondere Rolle. Im Gegensatz zu den Mäandertalgewässern erfolgt in der Regel keine den Hangfuß über längere Strecken begleitende Laufkrümmung (Talkrümmungsbogen), sondern die Gewässer werden meist unmittelbar umgelenkt und berühren den Talhangfuß nur auf kurzen Strecken. Nur die sehr grobgeschiebereichen Sohlenkerbtalgewässer neigen zu Laufgabelungen (Verzweigungen), während mit Zunahme kleinerer Korngrößen meist nur eine singuläre, aktuelle Abflussbahn ausgebildet ist. In Laufstrecken ohne unmittelbaren Kontakt zum anstehenden Gestein und mit Zunahme des Anteils an Grobgeschiebe sind die Laufkrümmungen bzw. Laufgabelungen sehr veränderlich. Bei häufig einmündenden Schuttkegeln und/oder Kontakt zum anstehenden Fels ist die Lage der Laufkrümmungen jedoch auch über längere Zeiträume stabil.

Längsbänke

Charakteristische, lang gestreckte Längsbänke, die sich im Innenuferbereich von Laufkrümmungen oder sonstigen strömungsberuhigten Uferzonen anderer Gewässertypen ausdifferenzieren, sind aufgrund der „chaotischen“ Abflussturbulenz bei Hochwasser kaum zu verzeichnen. Erst bei abnehmendem Gefälle bei den Sohlenkerbtalgewässern bilden sich klar abgrenzbare Krümmungs-, Ufer- und Inselbänke, die bei den größeren Bächen beachtliche Ausmaße erreichen können. Ansonsten dominiert entweder der grobe, nicht transportierbare Hangschutt oder der anstehende Fels die Gewässersohle.

8.3.5 Längsprofilentwicklung

Querbänke

Die Sohlengliederung der Kerbtalgewässer zeichnet sich durch eine unregelmäßige Abfolge aus. Sie ist durch eine außerordentliche Heterogenität und Unbeständigkeit gekennzeichnet. Die spezifischen Eigenheiten sind demzufolge weniger an bestimmte Sohlengliederungssequenzen (Schnellen und Stillen) gebunden, sondern die Gliederungselemente sind durch ihr variables, teilweise spontanes Auftreten oder Verschwinden für die Sohlenlängsgliederung von großer Bedeutung. Bedingt durch das hohe Talgefälle, den schubweisen Geschiebeeintrag und/oder -transport, den großen Einfluss von Verklausungen und den teilweise abrupt wechselnden Breitenverhältnissen der Talsohle, bildet sich ein diskontinuierliches Längsprofil aus. Die typischen im Festgestein angelegten Laufstrukturen wie Felsrampen, Abstürze und Kaskaden, bilden die einzigen stabilen Fixpunkte der Sohlengliederung. Zwischen diesen lokalen Gefälleverteilerungen sind häufig tiefe Kolke oder flachere Stillen geschaltet. Auf diese Weise entsteht eine unregelmäßige Abfolge von Kolken und Stufen, die teilweise durch heterogen gestaltete Übergangsstrecken getrennt sein können.



Abbildungen 27, 28: Auf dem linken Foto ist die charakteristische Abfolge der Sohlengliederung eines kleinen Kerbtalbaches im Schiefergebirge zu sehen (Nacherbaach). Über Felsriegeln und grobem Hangschutt fließt der Bach bereits bei Mittelwasser hoch turbulent über kleine Abstürze, die in einen tiefen Kolk (Vordergrund) überleiten. Das rechte Foto zeigt einen Sohlenkerbtalbach (Mamer). Der Anteil gestufter, kaskadenartiger Sohlengliederungselemente ist nur noch vereinzelt in Talrandlagen zu beobachten. Es treten demgegenüber mehr breite Querbänke in Form von Sohlenrauschen in Erscheinung. Grundsätzlich sind die Kerbtalgewässer durch einen unregelmäßigen Wechsel der Sohlengliederung gekennzeichnet.

Nur in Laufstrecken, die sich über längere Zeiträume ohne größere Störungen entwickeln konnten, bilden sich durch örtliche Geschiebeakkumulationen grobschotterreiche bis steinblockige Querbänke (Rauscheflächen) aus. Sie werden in ihrer Lage und Mobilität jedoch durch die zahlreichen Felsquerriegel der Gewässersohle festgelegt und sind weitgehend ortstreu. In der Regel verursachen aber spontan und unregelmäßig auftretende mächtig aufgetürmte Verklausungen bzw. Hangstürze Gefälleverteilerungen mit oberstrom anschließender Gefälleivellierung. Während die Hangstürze mehr oder weniger kontinuierlich beseitigt oder umflossen werden, können die Verklausungen aus Totholz und Geschiebe bei Hochwasser ebenso schnell zusammenbrechen wie sie sich gebildet haben. Insbesondere die kleineren Kerbtalgewässer werden durch massive Totholzansammlungen, Sturzbäume und die Sohle querende Wurzeln gegliedert. Ein besonderes Gliederungselement stellen die Tuffbildungen im Bereich der Muschelkalklandschaften dar.

Häufig stehen der Ausbildung klar abgrenzbarer Bankbildungen die turbulenten, in ihren Ausmaßen rasch wechselnden Erosions-, Transport- und Ablagerungsbedingungen sowie der generelle Geschiebereichtum entgegen. Entweder sind die Gewässersohlen durch breite und unregelmäßige Grobgeschiebeflächen geprägt, oder die Sohle besteht weitgehend aus freigefegten Felsflächen, die nur lokal von Schottern und Blöcken überlagert sind. Kommen deutlich abgrenzbare Bankbildungen häufiger vor, sind sie sehr unregelmäßig verteilt oder begrenzen die Gewässersohle bandartig. Diese Strukturen sind fast ausschließlich an weniger heterogen gestaltete Laufabschnitte gekoppelt.

Die Sohlenkerbtalgewässer besitzen demgegenüber einen größeren Bewegungsspielraum innerhalb ihrer Talniederung. Im Bereich der Talrandlagen unterscheidet sich die natürliche Sohlenlängsgliederung nicht wesentlich von den Kerbtalgewässern. Die längeren Strecken außerhalb der Talrandlagen sind nur noch vereinzelt durch Abstürze im anstehenden Gestein gekennzeichnet. Querbänke in Form von mehr oder weniger stark geneigten Rauschflächen, die sich durch die Ablagerung von Grobgeschiebe bilden, sorgen zusätzlich für eine bedingt eigendynamische Sohlengliederung. Ihre Lage wird jedoch immer von den stabilen, im Fels angelegten Gliederungselementen (Felsschwellen) wesentlich bestimmt.

Strömungsdiversität und Tiefenvarianzen

Der kleinräumige Wechsel des Sohlenreliefs bewirkt im Längsprofil eine sehr große Strömungsdiversität, wobei durch die turbulente Abflussdynamik der überstürzenden und verwirbelnden Strömungen bereits bei Mittelwasser eine deutlich hörbare Geräuschkulisse zu verzeichnen ist. Das kleinräumige Strömungsmosaik wird im Wesentlichen durch den raschen Wechsel konvergierender, divergierender, auf- und abtauchender Strömungsdifferenzierungen geprägt. Diese werden in unregelmäßigen Abständen von überstürzendem Abfluss unterbrochen. Im Bereich von Laufgabelungen und zwischen Grobblockfluren lassen sich auch kurze Versickerungszonen oder Rieselfelder feststellen. Trotz des in der Regel großen durchschnittlichen Talgefälles existieren oberhalb von Verklausungen oder Grobgeschiebebarrieren bei Mittelwasser auch vielfach Stillen. Aufgrund der raschen Abfolge von flachen bis sehr flachen Schnellen bzw. Felsrampen, tiefen Kolken und Felsfurchen ist die Tiefenvarianz sehr groß.

Bei Sohlenkerbtalgewässern ist die überstürzende Strömung reduziert. Dafür nehmen die Anteile von weniger turbulenten Abflussmustern zu, so dass trotz schwächerer Turbulenz ein vielfältiger Wechsel unterschiedlicher Strömungsarten zu verzeichnen ist. Es ist keine „tösende“ Geräuschkulisse feststellbar, sondern die vereinzelt turbulenten (überstürzenden) Strecken sind deutlich zu lokalisieren. Der Wechsel unterschiedlicher Wassertiefen ist auch bei den Sohlenkerbtalgewässern sehr unregelmäßig. Die Abfolge von größeren Wassertiefen oder Flachzonen ist jedoch nicht so markant ausgebildet, sondern es existieren längere Übergangsstrecken. Der direkte Einfluss der Eigenschaften des anstehenden Fels ist lediglich in den Talrandlagen noch dominant. In den übrigen Strecken lassen sich in zunehmendem Maße eigendynamische Tiefendifferenzierungen in den Ablagerungen der Gewässersole beobachten.

8.3.6 Querprofilentwicklung

Querprofiltypen

Bei keinem anderen Gewässertyp ist die Ausprägung und der Wechsel der Querprofile so vielgestaltig und von derart unterschiedlichen Einflüssen bestimmt wie bei den Kerbtalgewässern. Mehrfach variieren innerhalb kurzer Laufstrecken die Voraussetzungen für die natürliche Querprofilentwicklung. Einerseits existieren über lange Zeiträume stabile Profile, die vollkommen im Fels angelegt sind (Schluchtgewässer), andererseits zeigen Laufstrecken

aufgrund rasch wechselnder Erosions- und Akkumulationsprozesse eine große Instabilität und Verformbarkeit der Profile. Der Geschiebereichtum und der Einfluss von Totholz spielen hierbei eine große Rolle. Nach Durchlauf einer Hochwasserwelle können beispielsweise aus ehemaligen tiefen und engen Profilen durch massive Überschotterungen, die sich bis ins Vorland auswirken, breite, mehrgliedrige Flachlehnenprofile entstehen.

Die Form und Vergesellschaftung der Querprofile hängt von drei wesentlichen Ausgangssituationen ab: Erstens von der völligen Korsettierung im anstehenden Gestein (felsige Gewässereinbettung); zweitens von der starken Entwicklungseinschränkung durch seitlich einmündende, teilweise die gesamte Talniederung auskleidenden Hangstürzen (grobsteinige bis blockige Gewässereinbettung) und drittens von den in leichten Talaufweitungen zu beobachtenden fluvialen Umlagerungsmassen (alluviale Gewässereinbettung), die mehr oder weniger mächtig sind. Diese Ausgangssituationen sind häufig noch miteinander gekoppelt. Beispielsweise liegt die Gewässersohle im anstehenden Gestein, während die Uferwandungen aus kohäsionslosen Ablagerungen bestehen.

Diese unterschiedlichen Kombinationen ermöglichen natürlicherweise eine sehr große Heterogenität der Querprofilgliederung. Zusätzlich steigern der Grobgeröllreichtum und die Abflussdynamik im Zusammenspiel mit groben, in situ freigespülten Blöcken von Hangstürzen, fest verankerten Altbäumen und Verkläusungen die Querprofilvielfalt. Die natürlichen Gleichgewichtsprofile sind bei einem großen Geschiebevorrat, sieht man von lokalen Kolk- und Engenprofilen einmal ab, sehr flach und sehr breit. Die Gewässersohle ist dabei durch Grobschotter und Blöcke sehr rau und unregelmäßig gestaltet, bei Mittelwasser gibt es viele über den Wasserspiegel ragende „Trittblöcke“.

Die Querprofile sind oftmals durch fließende Übergänge zwischen Gewässersohle, Ufern und Talhängen gekennzeichnet. Teilweise setzen die Uferböschungen ganz aus oder sind durch Hangschutt und/oder Sohlenschotter maskiert. Durch den turbulenten Hochwasserabfluss und die häufige Hindernisbildung in Form von Totholz-/ Geschiebebarrieren, Grobblöcken und Schuttkegeln sind bei den Kerbtalgewässern die mehrgliedrigen Profile im Bereich von Laufverzweigungen zahlreich vertreten. Die Breite des bordvollen Abflusses variiert häufig auf kurzen Strecken, so dass ein rascher Breitenwechsel zu verzeichnen ist.

Bei den Sohlenkerbtalgewässern ist die natürliche Querprofilentwicklung weniger durch das anstehende Gestein geprägt. In der Regel sind keine ausschließlich im Fels angelegten Profile vorhanden. Die Querprofile sind meistens in den heterogenen Alluvialablagerungen angelegt. Im Bereich der Gewässersohle werden diese Ablagerungen häufig vom anstehenden Gestein abgelöst. In Talrandlage bilden im Uferbereich der Außenkrümmungen anstehende Felspartien oder vereinzelt Schuttkegel die natürliche Gewässereinbettung. In den kurzen Strecken der Talrandlagen sind die Querprofile am formbeständigsten. Der heterogene Aufbau der Alluvialablagerungen, der vielfach von kohäsionslosen Sanden, Kiesen und Schottern, öfters auch durch blockiges Material gekennzeichnet ist, stellt ein leicht modellierbares und zu beseitigendes Ausgangssubstrat für den kräftigen Geschiebestrom dar. Daher ist die Querprofilgliederung ebenfalls durch einen raschen Wechsel unterschiedlicher Situationen gekennzeichnet. Aufgrund der anthropogen verstärk-

gekennzeichnet. Aufgrund der anthropogen verstärkten Bildung von Auelehmen sind viele Sohlenkerbtalgewässer in der Querprofilgestaltung stark vereinheitlicht. Dies drückt sich in den vorwiegend steilwandigen Profilen der gehölzfreien Laufstrecken aus.



Abbildungen 29, 30: In der Regel sind die Profile der geschiebereichen Kerbtalgewässer außerordentlich breit und flach und gehen über grobe Geschiebeakkumulationen fließend oder über Felspartien abrupt in das Vorland über. Im Bereich des anstehenden Fels (links) können durch beständige korradiierende Wirkungen des Geschiebestromes auch sehr tiefe Kolke entstehen. Die Situation auf dem rechten Bild ist typisch für Sohlenkerbtalbach, die in die Uferalluvionen mehr oder weniger tief eingesenkte Querprofile aufweisen können. Beide Aufnahmen sind an der Ernz Noire im Luxemburger Sandstein gemacht worden.

Profiltiefen- und Breitenvarianz

Die Profiltiefen- und die Breitenvarianz sind aufgrund der vielgestaltigen und rasch wechselnden Querprofiltypen bei den Kerbtalgewässern sehr veränderlich und ebenfalls von den Eigenschaften der Gewässereinbettung beeinflusst. In der Regel sind die Kerbtalgewässer ausgesprochene flachsohlige Gewässer. Nur in einzelnen lokalen Bereichen können sehr tiefe Kolke, die häufig über lange Zeit gebildet wurden und sehr formbeständig sind, vorkommen. Die Breite des Gewässerbettes ist meist durch die Breite der Talsohle festgelegt. In Talweitungen, insbesondere bei Laufverzweigungen, öffnen sich die Profile zu überaus breiten Schotterfluren, so dass die Spannbreite zwischen minimalen und maximalen Gewässerbreiten außerordentlich groß ist.

Die Profiltiefen- und Breitenvarianzen der Sohlenkerbtalgewässer sind durch die alluviale Gewässereinbettung stärker beeinflusst. Die Gewässer schneiden sich in die „weichen“ Ablagerungen ein, so dass im Verhältnis zu den Kerbtalgewässern größere Profiltiefen und geringere Spannbreiten der Breitenentwicklung erreicht werden.

8.3.7 Sohlenentwicklung

Substratzusammensetzung und –verteilung

Im Vergleich zu den übrigen talmorphologischen Gewässertypen ist die Zusammensetzung und Vergesellschaftung der Sohlensubstrate heterogen und zeitlich bzw. räumlich rasch veränderlich. Diese Unbeständigkeit ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass neben den fluvialen Prozessen der Erosion und Akkumulation der seitliche Geschiebeinput durch Hangrutschungen bzw. -stürze und über Hangrutschen in erheblichem Maße Einfluss hat. Im Längsverlauf erfolgt dieser schubweise und massenhafte Eintrag meist lokal begrenzt. Er liefert das gesamte Korngrößenspektrum, wobei für die Strukturierung der Gewässersohle die gröberen Geschiebefraktionen bis hin zur zentnerschweren Blockfraktion von großer Bedeutung sind.



Abbildungen 31, 32: Die Sohlenstruktur der Kerbtalgewässer wird durch das überaus große Angebot an Geschiebe bestimmt. Während die kleineren Korngrößen, die beispielsweise über Hangrutschungen in das Gewässerbett gelangen, schnell abtransportiert werden, sind insbesondere im Schiefer und Muschelkalk sogenannte Residualblöcke, die selbst bei größeren Hochwassern nicht abtransportiert werden können, häufiger anzutreffen. Auf diese Weise entstehen an der Gewässersohle Ansammlungen von Blöcken, die natürliche Abstürze bilden können. Das feinere Material wird nach und nach stromabwärts transportiert und erst in den Sohlenkerbtalbereichen oder Auetalstrecken abgelagert. (links: Mamer, rechts: Schlammaach)

Die Voraussetzungen der Sohlenstrukturierung sind folglich so vielgestaltig, dass im Grunde genommen diese Heterogenität das spezifische Merkmal der Kerbtalgewässer ist. Die übrigen Gewässertypen grenzen sich gegenüber den Kerbtalgewässern entweder durch ein deutlich engeres Korngrößenspektrum und/oder durch eine regelmäßigerere Verteilung der Sohlensubstrate aus.

Die Sohlenphysiognomie der Kerbtalgewässer wird im Wesentlichen von zwei unterschiedlichen Ausgangssituationen bestimmt. Auf der einen Seite stehen das kompakte, anstehende Gestein und die auch bei Hochwasser unverrückbaren Grobblecke. Auf der anderen Seite

sind die bei Hochwasser transportablen Korngrößen, die vereinzelt bis in die grobe Blockfraktion reichen können, vorhanden. Die natürliche Abfolge dieser Fraktionen ist räumlich und zeitlich sehr veränderlich. Dafür ist in erster Linie der Nachschub an Grobgeschiebe verantwortlich, der bei massenhaftem Eintrag vormals auflagefreie Festgesteinssohlen oder Grobblockfluren maskieren kann. Generell sind die Gewässersohlen in eingegengten Talniederungen aufgrund der Abflussbündelung (Schussrampen) häufiger durch reine Felssohlen gekennzeichnet als durch Strecken, die seitliche Talbodenleisten ausgebildet haben.

Ort und Zeitpunkt der Akkumulation des transportablen Sohlenmaterials werden durch die starke, pulsierende Abflussturbulenz bestimmt. Sie wird von den zahlreichen, sich gegenseitig beeinflussenden Strömunglenkern hervorgerufen. Diese Strömunglenker sind Grobblöcke, Felsrampen und -rippen, Altbäume und Totholzbarrieren. Nur in seltenen Fällen herrschen über längere Zeiträume und Laufstrecken stabile, einheitliche Ablagerungsbedingungen vor, die eine Einregelung von Sohlenschottern ermöglichen. Meist verkeilt sich das grobe Sohlensubstrat, häufig von Totholz durchsetzt, ineinander oder lagert locker dem Festgestein auf. Die Sohlenphysiognomie ist wegen des in der Regel vorherrschenden Anteils von Schottern, Steinen und Blöcken sehr heterogen, fugenreich und rau. Das zahlreiche Auftreten von Wurzelflächen, Totholzansammlungen und Blattgeschwemmsel in Sohlendepressionen gliedert die Sohle der kleineren Kerbtalgewässer zusätzlich.

Häufig ist das Feinmaterial bereits bei Mittelwasserabfluss in Bewegung, wird weitgehend abtransportiert und kommt somit nur kleinräumig im Strömungsschatten von Blöcken, Uferinseln und Verklausungen sowie zwischen den Hohlräumen des die Sohle dominierenden Grobmaterials vor. Bei Liefergebieten mit hohem Feingeschiebeanteil werden oberhalb von Gefälleverteilerungen, die als lokale Sedimentfallen wirken, auch großflächige sandig-kiesige Ablagerungen gebildet (Luxemburger Sandstein). In diesem Zusammenhang spielen Verklausungen eine große Rolle. Sie sind im Gegensatz zu den übrigen „Sedimentfängern“ jedoch spontane Bildungen mit verhältnismäßig kurzfristiger Stauwirkung.

Aufgrund der kurzen Transportwege ist das Sohlenmaterial meist nur eckig oder kantengerundet. Trotz des geringen Vorkommens von Feinmaterial ist die Sohlensubstratdiversität von Natur aus groß. Dabei spielen Totholz, Wurzelflächen und Ansammlungen von feinerem organischem Material (Geschwemmselnester) eine wichtige Rolle. Bis auf glatte Felspartien ist die Sohle sehr rau und fugenreich.

Im Gegensatz zu den Kerbtalgewässern ist die Sohlenphysiognomie der Sohlenkerbtalgewässer durch den weitaus geringeren Einfluss des anstehenden Fels bei gleichzeitig zunehmender Bedeutung des Feingeschiebes gekennzeichnet. Aufgrund des geringeren Gefälles, der gemäßigten Abflussturbulenz und der generell schwächeren Korsettierung des Gewässerbettes lagern sich die aus den steileren Kerbtälern herantransportierten Substrate nicht nur innerhalb der breiteren Talniederung, sondern auch im Gewässerbett ab. Diese temporäre Ablagerung erfolgt schubweise durch massiven Sedimenteintrag bei relativ seltenen Hochwasserextremen. Im Anschluss schneiden sich die Sohlenkerbtalgewässer in diese Füllungen ein. Lokale Erosionsbasen in Form von anstehendem Fels oder auch Verklausun-

gen und/oder Sturzbäumen sorgen dafür, dass diese Einschneidung diskontinuierlich und unregelmäßig erfolgt. Der beständige Wechsel von Akkumulations- und Erosionsphasen innerhalb der heterogenen Talfüllung charakterisiert die Sohlensubstratzusammensetzung und damit verbunden die Sohlenphysiognomie. Kies und Sand dominieren zwar nicht die Sohle, sie lagern sich jedoch verstärkt in Ufernischen bzw. oberhalb von Verklausungen ab und maskieren teilweise das anstehende Gestein oder Grobgeschiebe.

Die geringere Abflussturbulenz führt zu einer deutlicheren Sortierung des Sohlensubstrates mit teilweiser Einregelung der mittleren Korngrößenfraktion. Generell ist die Lagerung des Sohlensubstrates aufgrund der starken Schleppkräfte instabil, so dass bei auflaufendem Hochwasser eine tiefgründige Aufnahme und turbulente Durchmischung des Sohlenmaterials erfolgen kann. Fest verfügte und ineinander verkeilte Schotterflächen, wie sie bei den Auetalgewässern zu verzeichnen sind, kommen nicht vor.

Aufgrund des längeren Transportweges ist das Sohlenmaterial im Gegensatz zu den Kerbtalgewässern stärker gerundet. Dennoch wird über Hangrutschungen und -stürze auch ungerundetes Material eingetragen, es nimmt jedoch anteilmäßig ab.

Sohlenstrukturen

Die typischen Sohlenstrukturen wurden bereits in den vorangegangenen Abschnitten erwähnt. Sind sie im Festgestein angelegt und/oder werden von grobem Sohlenmaterial bestimmt, sind sehr formbeständig und ortstreu. Massive Geschiebeeinträge und der Einfluss von mächtigen Verklausungen variieren jedoch die örtlichen Entwicklungsvoraussetzungen so nachhaltig und teilweise abrupt, dass neben der Heterogenität auch der schnelle zeitliche und räumliche Wechsel der Sohlenstrukturen das eigentliche Charakteristikum der Kerbtalgewässer darstellt.

Neben den Eigenschaften des anstehenden Gesteins bzw. des Grobgeschiebes spielen insbesondere auch die vielfältigen Einflüsse des Totholzangebotes eine wichtige Rolle. Alle Sohlenstrukturen zeichnen sich durch eine unregelmäßige Vergesellschaftung aus und können sporadisch oder massenhaft vertreten sein. Dabei spielt es keine Rolle, ob sie durch das anstehende Gestein, Grobblockansammlungen und/oder Verklausungen induziert sind. Beispielsweise können Rauscheflächen, Schnellen, Flachwasser oder Kolke bei einer Laufstrecke im Fels- oder Geröllbett angelegt sein, während sie im anschließenden Laufabschnitt ursächlich an Verklausungen gebunden sind. Letztere zeichnen sich durch eine deutlich geringere Lagestabilität aus.

Bei den Sohlenkerbtalgewässern treten die an das anstehende Gestein und die Grobblockfraktion gebundenen Sohlenstrukturen in den Hintergrund, während ansonsten kein wesentlicher Unterschied zu den Kerbtalgewässern besteht.

8.3.8 Uferentwicklung

Ufertypen und Uferstrukturen

Wie bei den bisher beschriebenen Komponenten der Gewässerentwicklung nehmen die turbulente Abflussdynamik, das in der Regel vorhandene große Angebot an Geschiebe, dessen schubweiser Transport und der meist große Totholzanteil wesentlichen Einfluss auf die Uferstruktur. Die rasch wechselnden Voraussetzungen der Uferentwicklung sorgen für eine vielgestaltige Uferlängsgliederung, wobei die einzelnen Strukturen teilweise fließend ineinander übergehen. Eine durchgängige Uferlinie ist in der Regel nicht ausgebildet. Im Gegensatz zu den Mäandertalgewässern ist keine regelmäßig Abfolge unterschiedlicher Entwicklungsbedingungen zu verzeichnen. Die Rolle der Ufergehölze ist bei der Ufergestaltung weniger bedeutend als der Einfluss des Gesteins.

Generell lassen sich drei wesentliche Voraussetzungen der natürlichen Uferentwicklung feststellen. Erstens spielt die Breite der Talniederung, d.h. der zur Verfügung stehende Raum zwischen Gewässersohle und Talhängen für die Formung und Prägung der Ufer eine wesentliche Rolle. In Engtalstrecken erfolgt ein weitgehender Durchtransport des Geschiebes. Die Beanspruchung der Ufer ist so groß, dass sie häufig im nackten Gestein ausgebildet sind. Zweitens sind Art und Zusammensetzung der Uferinbettung außerhalb dieser Engtalstrecken von gleichrangiger Bedeutung. Drittens ist auch der Geschiebehaushalt aufgrund der schubweisen Abflussdynamik und der lateralen Zufuhr von Hangsturzmassen zu berücksichtigen, da sie rasch neue Ausgangssituationen der Uferentwicklung verursachen. Demnach unterliegt die Gestaltung der Ufer grundsätzlich den gleichen wechselhaften Entwicklungsvoraussetzungen wie die Sohlenstruktur.

Von Natur aus sind die im Fels und groben Hangschutt angelegten Ufer in engen Talabschnitten stabil und unveränderlich. Sie zeichnen sich durch die gleichen Eigenschaften aus, wie sie bei den Felsufern der Mäandertalgewässer zu beobachten sind, d.h. ihre Formung wird im Wesentlichen von den Eigenschaften des anstehenden Gesteins und der Geschiebeanströmung bestimmt. Im Gegensatz zu den Mäandertalgewässern sind die Ufer häufig auf beiden Seiten im Fels oder Hangschutt angelegt. Lediglich im Strömungsschatten von Grobblöcken, in Felsnischen und hinter Felsvorsprüngen können sandig-kiesige Substrate die grobsteinigen oder felsigen Ufer dünn überlagern.

Außerhalb der engen Talabschnitte mit permanentem Felskontakt unterliegen die Ufer durch den starken Geschiebetransport einer häufigen Umgestaltung und Instabilität. Sie werden durch Erosions- und Akkumulationsprozesse kleinräumig und in unregelmäßigen Abständen modifiziert. Dabei haben die Ufer in der Regel einen steinigen und „nackten“ Charakter, da sich durch die Abflussturbulenz kaum Feingeschiebe im Uferbereich ablagert, und die Vegetation im steinigen, oft der Strömung ausgesetzten Substrat schlechte Aufwuchsbedingungen antrifft.

Das weitgehende Fehlen kohäsiver Auenlehme begünstigt die Ausbildung von unregelmäßigen Flachlehnenuffern. Die geringe Lagestabilität der lockeren Ufersubstrate lässt in der Re-

gel keine sich deutlich gegen die Sohle und das Umfeld abgrenzbaren Steilufer oder Uferkanten entstehen. Auf diese Weise erhalten die Ufer einen unterschiedlich breiten, oberflächenrauen Charakter, ohne Ausbildung klarer Abgrenzungslinien. Streckenweise sind, insbesondere in Strecken mit Laufgabelungen, überhaupt keine Ufer mit Uferbasis, -böschung und -krone ausgebildet, da Überschotterung und selektive Erosion fließende Übergänge schaffen.

Die Bildung tiefer Uferbuchten oder Uferkolke ist nur selten zu beobachten und meist an Auskolkungen im Fels oder zwischen Grobblöcken gebunden.



Abbildungen 33, 34: Die Uferentwicklung ist sehr vielgestaltig und wird insbesondere durch die Geschiebeverhältnisse und bei den Sohlenkerbtalgewässern zusätzlich durch die Ufergehölze bestimmt. Auf dem linken Foto ist im Umfeld eines Hangsturzes kein eigentliches Ufer entwickelt, sondern das Gewässerbett leitet unvermittelt über die Hangsturzmassen in die Talhänge über (Ernz Noire). Ganz anders ist die Situation bei der grobgeschiebeärmeren Variante eines größeren Sohlenkerbtalbaches (Mamer). Hier sind die Ufer in grobklastischen Uferalluvionen, die leicht verformbar sind, angelegt. Zum einen bilden größere Uferbäume stabile Uferbereiche, die deutlich gegenüber dem Gewässerbett abgegrenzt sind (Bildhintergrund) und zum anderen werden flache, „aufgelöste“ Uferpartien durch den Geschiebestrom freigehalten (Bildvordergrund).

Demgegenüber werden die Ufer der Sohlenkerbtalgewässer nur noch in den Talrandlagen vom anstehenden Gestein geprägt. Beide Uferseiten sind selten gemeinsam im Fels angelegt. Häufig liegen die Ufer außerhalb der Talrandlagen in skelettreichen (steinigen) Talfüllungen oder werden zumindest einseitig von Schuttkegeln berührt. Ein besonderes Merkmal ist jedoch die Zunahme an Feingeschiebe in den Ablagerungen. Dieser Trend verstärkt sich mit abnehmendem Talgefälle und zunehmender Breite der Talsohle. Die Kohäsion der Uferalluvionen ist aufgrund des hohen Sandanteils und der häufig zwischengeschalteten Bänder aus Sand, Kies und Schotter nicht mit den schluffig bis tonigen Auelehmen der Auetalgewässer zu vergleichen. Dennoch reicht die Uferstabilität häufig aus, um steillehnige Profile auszubilden. Die Ufer sind daher im Gegensatz zu denen der Kerbtalgewässer zumindest streckenweise deutlicher gegen das Vorland und die Gewässersohle abgegrenzt.

Aufgrund des turbulenten Geschiebetransportes und der leichten Modellierbarkeit der Alluvionen sind die Ufer durch eine rasche Veränderlichkeit geprägt. Dies zeigt sich insbesondere in der schnellen Abfolge von typischen Wechselufern, d.h. die Ufer sind verstärkt als korrespondierende Anlandungs- und Erosionsufer ausgebildet

Einfluss der Gehölze auf die Uferstruktur der Kerbtalgewässer

Die Betrachtung des Einflusses der Ufergehölze ist immer in Zusammenhang mit der Ufersubstratzusammensetzung zu sehen. Dabei ist von besonderer Bedeutung wie die Lagestabilität der Ufersubstrate ausgebildet ist und wie die Ufer dem Geschiebestrom ausgesetzt werden. Sind die Ufer im Anstehenden oder groben Hangschutt enger Talabschnitte angelegt, sind die Verhältnisse mit den Felsufern der Mäandertalgewässer zu vergleichen. Hier können durchaus gehölzfreie Ufer vorkommen. Trotz des starken Geschiebetransportes im Uferbereich verjüngt sich der natürliche Aufwuchs erstaunlich gut. Das natürliche Artenspektrum der Gehölze unterscheidet sich nicht von dem der Mäandertalgewässer. Auch hier sind die Schwarzerlen dominant.

In den Laufstrecken mit schmalen Talsohlenleisten oder in Strecken mit Laufgabelungen sind die Gehölze so fest im steinigen Ufersubstrat verankert, dass sie auch dem starken schubweisen Geschiebestrom widerstehen können. Sie werden häufig weitflächig hinterspült, so dass sie teilweise Geschiebepodeste bilden, in die sie sich mit ihrem groben Wurzelwerk verankern. Vereinzelt beeinflussen sie den Geschiebestrom, so dass in ihrem unmittelbaren Umfeld Geschiebebänder, Furchen und Wannern entstehen können. Streckenweise können ihre Wurzelkloben weiträumig freigespült sein, so dass sich skurrile Flechtwerke aus Geschiebe und Wurzeln entwickeln, die teils deutliche Abrasionsspuren aufweisen.

Neben dem großen Einfluss der Altbäume spielt der Totholzanteil bei den kleineren Bächen eine große Rolle. Die Sturzbäume, das Astwerk und Zweiggeschwemmsel strukturieren die Ufer in einem hohen Maße. Dabei besitzen neben den Prallbäumen mit ihren Wurzeltellern auch Blöcke eine wichtige Funktion als Ausgangspunkte für Verklausungen im Uferbereich. Bei massivem Geschiebeeintrag entstehen teilweise chaotisch erscheinende Verflechtungen aus Geschiebe, Wurzelwerk, Ästen und Zweigen.

Einfluss der Gehölze auf die Uferstruktur der Sohlenkerbtalgewässer

Bei den Sohlenkerbtalgewässern ist der Einfluss der Gehölze deutlich stärker ausgeprägt. Im Zusammenspiel mit den feinklastischen Uferalluvionen entstehen buchtenreiche Spornufer. Darüber hinaus unterscheiden sich die gehölzinduzierten Entwicklungsvoraussetzungen der Ufer nicht von denen der Kerbtalgewässer. Aufgrund der geringeren Geschiebemenge und schwächeren Abflussdynamik nehmen die Altbäume jedoch stärker Einfluss auf die aktive Uferformung. Die Verzahnung von Geschiebe- und Gehölzstrukturen nimmt demgegenüber ab.

8.3.9 Gewässerumfeld

In den Bereichen, die durch unmittelbar in die Gewässersohle abtauchende Talhänge gekennzeichnet sind, beschränkt sich der Überflutungsraum auf einen sehr schmalen Randsaum. Dieser ist in der Regel im Fels angelegt und von dessen Eigenschaften geprägt. Auch in den Laufstrecken, die durch schmale Talsohlenleisten gekennzeichnet sind, beschränkt sich der Überflutungsraum in der schmalen Talniederung vorwiegend auf das unmittelbare Gewässerumfeld. Die schmalen Talsohlenleisten sind dabei durch Hangschutt und seitlich einmündende Schwemmkegel unregelmäßig gegliedert. Zwischen den Talsohlenleisten und dem Mittelwasserbett befindet sich daher ein sehr heterogen gestalteter, unregelmäßiger Überflutungsraum, der im Grunde genommen ein stark aufgeweitetes, turbulentes Hochwasserbett darstellt. In ihm wechseln sich felsige Flächen mit grobgeschiebereichen Abschnitten ab. Teilweise entstehen Geländedepressionen, die bei Mittelwasser Tümpel bilden. Bei Ausbildung breiterer Talsohlenleisten pendelt dieser Überflutungsraum in einem schmalen Korridor unregelmäßig zwischen den Talflanken und leitet über Reste alter Talböden mehr oder weniger deutlich abgesetzt in die Talhänge über.

Bei besonders starken Hochwasserereignissen und/oder massivem Geschiebeeintrag über die Talflanken können solche Streckenabschnitte vollkommen überdeckt werden, so dass mehrgliedrige Abflussbahnen im Bereich der gesamten Talsohle vorkommen. In diesem Fall ist die Talsohle durch Überschotterungen, zungenförmige Geländedepressionen, Entlastungsfurchen, Verklausungen und Sturzbäume sehr heterogen gestaltet. Einmündende Schutt- oder Schwemmkegel engen den insgesamt schmalen Überflutungsraum in unregelmäßigen Abständen ein. In dieser heterogenen Talniederung sind die Abflussbahnen sehr instabil, so dass nach Durchlauf einer Hochwasserwelle Laufverlagerungen entstehen können.

Neben den standorttypischen Ufergehölzen (insbesondere Schwarzerle und Gemeine Esche) kommen aufgrund der besonderen hygri-schen Verhältnisse im Bereich der Hangschutthalden, Felsen und Talhangleisten auch weniger feuchtigkeitstolerante Gehölzarten in Gewässernähe vor (u.a. Hainbuche, Bergahorn). Insgesamt dominieren jedoch feuchte Schluchtwälder. Das Gewässerumfeld zeigt eine rasch wechselnde Gehölzvegetation mit einer reichhaltigen Farn- und Moosflora. Lichtbedürftige Kräuter, Röhrichte, Gräser und Stauden kommen aufgrund der geringen Sonneneinstrahlung in den engen Tälern verhältnismäßig selten vor. Außerdem behindern der massive Geschiebetrieb und die vielfach steinigen Böden einen dichten krautigen Unterwuchs.

Die Talniederung der Sohlenkerbtalgewässer wird oberflächennah zunehmend von feinklastischem Material, das die größeren Substrate überlagert, gebildet. Grundsätzlich ist aufgrund der geringeren Abflussdynamik auch eine geringere Tendenz zu raschen Veränderungen der Talniederung zu verzeichnen. Ansonsten ist das Inventar an typischen Umfeldstrukturen durchaus mit dem der breiteren Talsohlenleisten der Kerbtalgewässer vergleichbar. Durch anthropogen bedingte Bodenabspülung und dem damit verbundenen Anstieg der Schwebstoffbelastung sind die Überflutungsräume der Sohlenkerbtalgewässer häufig aufge-

wachsen, so dass die Überflutungshäufigkeit abnimmt, da die Gewässer in der Talfüllung tiefe Erosionsbetten schaffen.



Abbildungen 35, 36: Das Gewässerumfeld der Kerbtalgewässer ist zumeist auf einen kleinen Korridor, der nur bei größeren Hochwassern geflutet wird, beschränkt. Häufig reichen bis an das Gewässerbett Baumarten heran, die weniger feuchtetolerant sind als die Schwarzerle (linkes Foto: Kakeschbaach im Luxemburger Sandstein). Im Bereich von grobgeschiebereichen Sohlenkerbtalgewässern bilden sich durch die häufige Überflutung breite, steinig-blockige Akkumulationsflächen, die durch Furchen, Rinnen und Tümpel vielfältig strukturiert sein können (rechtes Foto: Syre im Bereich des Muschelkalks).

8.4 Haupttyp 3: Auetalgewässer

8.4.1 Verbreitung und allgemeine Charakteristik

Geomorphologische Verbreitung

Auetalgewässer kommen bis auf ausgesprochene Flach- und Hochgebirgslandschaften in allen schwach bis mäßig reliefierten Berg- und Hügellandschaften vor. Sie sind die gefällearmen bis mäßig steilen Täler der Mittel- und Unterläufe der Gewässer und nehmen als Haupttäler (Sammeltäler) die zahlreichen einmündenden Mulden- und Kerbtäler auf. Dabei erfolgt ein mehr oder weniger abrupter Wechsel des Taltyps zwischen Haupt- und Seitental.

Talaufwärts gehen die Auetäler häufiger mit längeren Übergangszonen in (Sohlen-) Kerbtäler (z.B. Himmelbaach I-13-K/A) oder Muldentäler (z.B. Tretterbaach I-5-M/A oder Briedembaach III-11-M/A) über.



Abbildung 37: Die Wiltz südlich von Schleif und westlich von Grummelscheid im nordwestlichen Hochösling fließt als mittelgroßer Bach mit deutlicher Krümmungsbildung in seinen eigenen Aufschüttungen (Alluvionen). Das Foto zeigt einen Laufabschnitt, der sich bereits im leichten Übergang zum Typ der Mäandertalgewässer befindet (I-10-A/S und I-11-A/S)

Vorkommen in Luxemburg

Auetalgewässer sind neben den Muldentalgewässern im Keuper und Lias die am stärksten überformten Gewässertypen in Luxemburg. Sie kommen im Großherzogtum in allen vier Fließgewässerräumen vor, sind in ihrer idealtypischen Ausprägung jedoch in keinem Raum stärker vertreten, sondern verhältnismäßig selten. Im Ösling kommen sie im schwächer zertalten Norden vor und leiten dort relativ rasch mit Übergangsstrecken zu den Muldental- (z.B. Tretterbaach: I-5-A/M), Kerbtal- (z.B. Wark: I-22-K/A) oder Mäandertalgewässern (z.B. Clerve: I-13-A/S) über. Im Gutland fließen die Mittelläufe der größeren Bäche und kleineren Flüsse (z.B. Syre und Alzette) in Auetälern.

Größenverhältnisse

Bis auf die kleinen, steilen Oberläufe sind Auetalgewässer in allen Gewässergrößen anzutreffen. Die kleinen Oberläufe können aufgrund des Reliefs, des Geschiebehaltens und des Abflussgeschehens keine breite, alluvial gebildete Schwemmsohle ausbilden.

Abflussdynamik

Auetalgewässer sind in der Regel perennierend, d.h. ganzjährig wasserführend. Im Gegensatz zu den steileren Oberläufen ist der Hochwasserdurchfluss langsam, d. h. auflaufende und ablaufende Hochwasser nehmen einen deutlich längeren Zeitraum in Anspruch. Entscheidend für die gesamte Hydromorphodynamik der Auetalgewässer ist das sogenannte Gewässer-Aueregime: Gewässer und Aue bilden ein dynamisches hydromorphologisches System, das unter ständigen Rückkopplungsmechanismen einem Gleichgewichtszustand entgegenstrebt. Der Hochwasserdurchfluss erfolgt sowohl im struktur- und krümmungsreichen Gewässerbett als auch in der strukturreichen Waldaue langsam .

Erosion, Umlagerung und Akkumulation laufen an verschiedenen Stellen im Gewässerbett gleichzeitig ab und heben sich in ihrer Wirkung gegenseitig auf. Sie werden nicht durch anstehendes Gestein oder abrupte Geschiebeeinträge beeinflusst.

Der Wasserhaushalt der ganzjährig feuchten bis nassen Talniederung ist durch die häufige Überflutung der Aue, die nur geringe Eintiefung der Gewässersohle und das hohe Speichervermögen der Auelehme geprägt. Der Wasserhaushalt der Talniederung ist durch ganzjährig hohe Grundwasserstände und regelmäßig wiederkehrende Überflutungsphasen gekennzeichnet. Die Überflutungen bestimmen auch den Stoffhaushalt.

Erosions- und Schleppkraftvermögen

Talgefälle und -breite erlauben den Auetalgewässern von Natur aus eine ausgeprägte Laufkrümmung, durch die sie ihr Sohlengefälle und ihr Geschiebetransportvermögen so weit reduzieren, dass sie die anfallende Transportfracht ohne größere Formveränderungen weitertransportieren können. Die Schleppkraft reicht zum einen gerade noch aus, das Gewässerbett vor Verlandung zu bewahren, zum anderen ist sie jedoch nicht stark genug, die Gewässersohle durchgehend einzutiefen.

Aufgrund der breiten und flachen Gewässerbetten ufern die Gewässer mindestens einmal pro Jahr aus. Die weitflächige und rasche Überflutung der Talaue entlastet die Gewässerbetten bei Hochwasser, so dass, sieht man von lokalen Sondersituationen einmal ab, nur geringe formverändernde Kräfte im Gewässerbett morphologisch wirksam werden. Daher sind naturnahe Auetalgewässer entwicklungsträge und ihr Gewässerlauf kurz- bis mittelfristig wenig veränderlich. Abrupte Laufverlagerungen und rasche Krümmungsmigration sind von Natur aus selten.

Typenvarianten

Grundsätzlich lassen sich steilere (>8‰ Talgefälle) und flachere Auetalgewässer (<8‰ Talgefälle) unterscheiden, wobei die steileren Varianten in der Regel auch durch gröbere Korngrößen an der Gewässersohle gekennzeichnet sind. Diese Differenzierung kommt in Luxemburg ähnlich wie bei den Muldentalgewässern zwischen dem Ösling und den Landschaften im Süden vor. Sie ist aber weniger deutlich ausgeprägt, so dass nur bei signifikanten Unterschieden eine Herausstellung der einzelnen Modifizierungen erfolgt.

8.4.2 Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung

Talquerprofil

Auetäler können sehr unterschiedliche Ausmaße aufweisen. Das Talquerprofil ist im Idealfall als kastenförmig zu bezeichnen, weshalb Auetäler auch als Kasten- oder Sohlentäler genannt werden. Die breiten Talböden sind scharfrandig gegen steile, in der Regel geradlinige oder konvex geformte Talhänge abgesetzt. In Luxemburg sind häufig Talasymmetrien mit einseitig konkav einmündenden Hangschleppen ausgebildet. Entscheidend für die Ausweisung als Auetalgewässer ist jedoch der breite alluviale Talboden. Die Tiefe der Täler kann darüber hinaus sehr variabel sein.

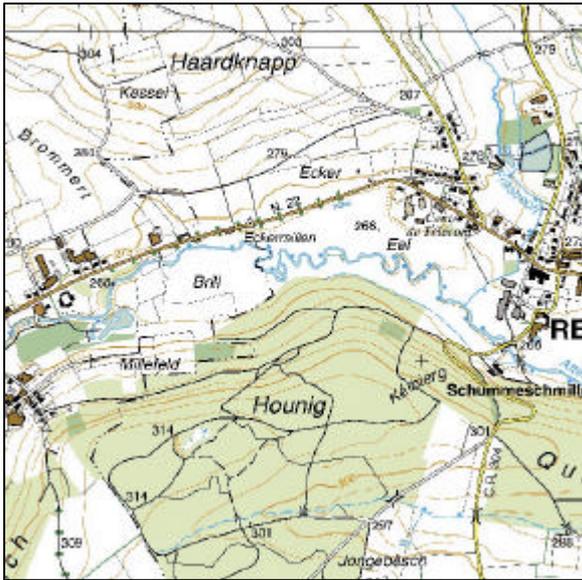


Abbildung 38: Die Attert westlich von Redange (II-2-A) fließt in einem breiten asymmetrischen Auetal. Die Neigung der Talhänge ist unterschiedlich. Für die Festlegung als Auetalgewässer ist die breite Talsohle entscheidend. Sie ermöglicht dem Bach eine ausladende Laufkrümmung, wobei die Talhänge nur selten berührt werden.

Tallängsprofil und Talgefälle

Das Talgefälle liegt meist zwischen 2‰ und 8‰, in Ausnahmefällen bei steilen Varianten können durchaus auch 15‰ erreicht werden, so dass fließende Übergänge zu anschließenden Sohlenkerbtälern bestehen (z.B. Syre: II-6-K/A). Das Gefälle der Talniederung ist in Fließrichtung gleichmäßig, d.h. es sind keine deutlichen Gefällestrufen ausgebildet. Gefälleunterschiede werden über längere Talstrecken sanft ausgeglichen.

Talkrümmung

Sieht man von den Übergangsformen zu den Mäandertälern einmal ab sind die Auetäler meist gestreckt bis schwach geschwungen. Sie ändern die eingeschlagene Talrichtung nur selten. Je größer die Täler werden, d.h. je breiter die Talniederung ausgebildet ist, desto deutlicher ist dieser Trend festzustellen.

Form (Morphologie) der Talsohle

Der im Querprofil ebensohlige, oft mehrere Meter mächtige Talboden lässt sich im Gelände von den Talflanken deutlich abgrenzen (z.B. Tandlerbaach: I-20-K/A). Die Talniederung ist von Natur aus jedoch nicht völlig eben, sondern durch Flutrinnen, Aufschotterungen u.a. Au-entstrukturen kleinreliefiert. Bei den größeren Auetälern (z.B. Attert, Alzette) sind häufig pleistozäne Terrassen, die bei Hochwasser nicht mehr überflutet werden, ausgebildet. Sie zählen nicht mehr zum rezenten Überflutungsraum. Seitlich einmündende Schwemmfächer der Seitentäler können die Talniederung nur auf kurzen Strecken einengen, führen aber bei den kleineren Fließgewässern zu einer Beeinträchtigung der freien Laufkrümmung.

Gewässereinbettung (Substratzusammensetzung)

Sowohl die Sohlenbasis als auch die randliche Begrenzung des Gewässerbettes bestehen aus den mehr oder weniger mächtigen alluvialen Ablagerungen des Gewässers. Diese Ablagerungen

gerungen unterscheiden sich von denen der übrigen Gewässertypen deutlich in der Herkunft, Zusammensetzung und Genese. In der Aue befinden sich nur Korngrößen, die von dem Gewässer auch transportiert werden können.

Die Alluvialablagerungen bestehen an ihrer Basis aus pleistozänen Sanden, Kiesen und Schottern, die von jüngeren Lehmschichten mehr oder weniger mächtig überdeckt werden.

Im Laufe der jüngeren (nacheiszeitlichen) Entwicklungsgeschichte der Täler haben die Bäche und Flüsse über pleistozänen Sanden, Kiesen und Schottern die Auelehme abgelagert. Innerhalb dieser Ablagerungen bewegen sich die Gewässer ohne direkten Kontakt zum anstehenden Untergrund. Durch anthropogen verstärkte Auelehmbildung im Zuge der ackerbaulich bedingten Bodenabspülung sind die Auetäler in fast allen Landesteilen durch exzessive Auelehmbildungen gekennzeichnet. Trotz der damit verbundenen Einschränkung ihrer von Natur aus großen Seitenbeweglichkeit bestimmen diese morphologisch weichen, gut modellierbaren Feinsedimente die Entwicklungsfähigkeit der Gewässer.

Laterale Geschiebezufuhr

Auetalgewässer beziehen ihr Geschiebe fast ausschließlich von den Erosionsgewässern der tributären, steilen Nebentäler. Unmittelbarer Geschiebeeintrag über die eigenen Talflanken ist nur in Ausnahmefällen möglich und vernachlässigbar, da nur selten, im Bereich von Talengen oder bei deutlicher Änderung der Talrichtung, die Talflanken berührt werden. Der Anteil des transportierten Feingeschiebes (Schwebstoffe) übersteigt das an der Sohle rollende Grobgeschiebe deutlich. Insgesamt ist die Menge des Grobgeschiebes im Verhältnis zur transportierten Wassermenge und im Vergleich zu den Erosionsgewässern als gering zu bezeichnen.

Mischtypen

Auetäler bilden zu allen anderen talmorphologischen Gewässertypen Übergangsformen aus. Als charakteristische Täler der Mittelläufe gehen sie vorwiegend im Ösling talabwärts fließend in die tiefer eingeschnittenen und engeren Mäandertäler der größeren Flüsse über. Dabei nimmt das Talgefälle in der Regel ab. In den Oberläufen bilden sie einerseits über Sohlenkerbtäler fließende Übergänge zu den engen Talkerben, insbesondere im stark zerriedelten Hochösling. Andererseits „öffnen“ sich die Täler zu den weitgespannten Talmulden der Hochflächen (im Nordwesten) und Schichtstufenlandschaften im Gutland. In diesen beiden Fällen nimmt das Talgefälle in der Regel zu. Diese Übergangstypen sind aufgrund der Landesnatur des Großherzogtums (Morphologie, Tektonik) häufiger vertreten als die reinen Auetäler.



Abbildung 39: Der Tettelbaach bei Selscheid im Ösling fließt in einem typischen Sohlenkerbtal. Sohlenkerbtäler stellen Übergänge zwischen den steileren Kerbtälern und den gefälleärmeren Auetälern dar. Die Talhänge sind deutlich gegenüber der unregelmäßig geneigten Talsohle abgesetzt. Die Talsohle schwankt in ihrer Breite und der Bach berührt öfters die Talflanken.

8.4.3 Gehölz- und substratbedingte Voraussetzungen der Gewässerentwicklung

Einfluss der Ufergehölze

Der Einfluss der Ufergehölze ist hinsichtlich der Gewässergröße und dem Zusammenspiel mit der Gewässereinbettung, insbesondere der Ufersubstratzusammensetzung, von Bedeutung. Im Gegensatz zu den Muldentalbächen besitzen Auetalbäche eine Mindestgröße, die sich bei einer Mittelwasserbreite von 5 Metern bewegt. Es gibt also keine Quellbäche, die in ihrer Dynamik sehr stark von den Gehölzen beeinflusst werden. Der Einfluss der Gehölze wirkt sich bis zu einer durchschnittlichen Gewässerbreite von 15 Metern deutlich aus. Je größer die Bäche werden, desto geringer wird die Bedeutung der Ufergehölze auf die Strukturierung und Entwicklung der Gewässersohle (Kolke, Bachengen und -weitungen). Im Uferbereich sind die Unterschiede zwischen kleineren und größeren Bächen geringer. Bei größeren Flüssen ist die Beeinflussung der Gehölze auf die Gewässerdynamik vernachlässigbar, was ist im Wesentlichen auf die Substratzusammensetzung der Ufer zurückzuführen ist. Die vorwiegend lehmigen Ufersubstrate sind relativ leicht modellierbar, so dass sich der Einfluss der größeren Gehölze, von Totholz bzw. der Sturzbäume leicht auf die Uferstrukturierung auswirken kann. Grobes Geschiebe oder anstehendes Gestein kommen nur in Ausnahmesituationen vor und haben deshalb keine Bedeutung. Ablauf und Intensität der gehölzbedingten Gewässerentwicklung ist jedoch immer auch im Zusammenspiel mit dem Geschiebe zu sehen.



Abbildung 40: Die Unterscheidung in Bäche und Flüsse kann auch über den Einfluss der Ufergehölze definiert werden. Bäche sind in vielerlei Hinsicht von der Existenz der Ufergehölze in ihrer Entwicklung abhängig. Bis zu einer durchschnittlichen Mittelwasserbreite von ca. 15 - 20 Metern bestimmen Ufergehölze, die zu einer kompletten Beschattung der Wasserfläche führen können, die Dynamik der Bäche. Sturzbäume können zu einer völligen Blockade des Gewässerquerschnitts führen. Bei größeren Mittelwasserbreiten sind die Ufergehölze zwar noch für viele Strukturen im Uferbereich verantwortlich, ihr Einfluss auf die Lauf-, Sohlenlängs- und Querprofilentwicklung nimmt jedoch deutlich ab. Bei kleineren Bächen ist das Zusammenspiel zwischen Korngrößenzusammensetzung und gehölzinduzierter

Strömungsturbulenz und -lenkung bemerkenswert (Attert: II-2-A). Die Ufergehölze beeinflussen den Geschiebestrom im Ufer- und Sohlenbereich, so dass sowohl strukturreiche Ufer als auch vielfältige Bankbildungen entstehen

Einfluss des Geschiebes

Alle fluvialen Prozesse finden in Substraten statt, die von den Auetalgewässern selbst über längere Strecken transportiert wurden. Demzufolge reicht die Schleppekraft der Gewässer bei Hochwasser aus, alle Korngrößen zumindest zeitweise zu verlagern. Diese Mobilität ist für die eigendynamische Bildung der zahlreichen Strukturelemente von Bedeutung. Das Geschiebe ist demzufolge nicht durch seine „Unbeweglichkeit“ oder durch massenhaftes Vorkommen, sondern durch seine Beweglichkeit oder Verlagerbarkeit für die Gewässerentwicklung von Bedeutung. Dabei sind die lockersohligen und feinkörnigen Varianten, die vorwiegend im Keuper und Lias vertreten sind, von den festsohligen und grobkörnigen Varianten des Öslings zu unterscheiden. Letztere besitzen in der Regel eine größere Dynamik und Tendenz zur Veränderung, da sie mit der Kies- und Schotterfraktion ihre Gewässerbettwandungen stärker beanspruchen können. Im Zusammenspiel mit den Ufergehölzen ist der Einfluss der grobgeschiebereichen Varianten bei den kleineren und mittelgroßen Bächen sehr deutlich ausgebildet.

8.4.4 Laufentwicklung

Laufkrümmung und Beweglichkeit

Die Intensität der Laufkrümmung und die Voraussetzungen der Krümmungsbildung sind so eng an die Beweglichkeit innerhalb der Talsohle gekoppelt, dass bei diesem Gewässertyp keine getrennte Betrachtung der Laufkrümmung und Beweglichkeit erfolgt.

Alle Fließgewässer neigen von Natur aus zur Bildung gekrümmter Läufe. Die Morphologie der Talsohle setzt der Krümmungsbildung bei den meisten Gewässertypen im Mittelgebirgsraum enge Grenzen. Herausragendes Merkmal der Auetalgewässer ist daher die ungehin-

derte und ausgiebige Laufkrümmung in einem von Natur aus breiten Krümmungskorridor. Die anderen talmorphologischen Gewässertypen sind demgegenüber in ihrer Seitenbeweglichkeit und Krümmungsmigration mehr oder weniger deutlich eingeschränkt. Die Bildung freier Laufkrümmungen ist für die Entwicklung des typischen Strukturinventars der Auetalgewässer von großer Bedeutung.

In ihrer natürlichen Gleichgewichtsform zeichnen sich die Auetalgewässer durch eine ausgiebige Laufkrümmung aus. Sie ist das Ergebnis einer Entwicklung, die sich im Reifestadium (primäre Referenzstrecken) nur noch durch geringe Veränderlichkeit und Dynamik auszeichnet. Da die Auetalgewässer durch die anthropogenen Veränderungen kaum mehr primären Referenzcharakter aufweisen, läuft die Krümmungsregeneration in der Regel deutlich schneller ab, sofern der Geschiebehalt intakt ist. Die Attert im Bereich der Regenerationsstrecke bei Redange ist ein besonders anschauliches Beispiel einer sich positiv entwickelnden sekundären Referenzstrecke (II-2-A). Ansonsten sind die Auetalgewässer in Luxemburg mehr oder weniger stark begradigt.



Abbildungen 41, 42: Auf dem linken Foto ist eine charakteristische S-förmige Laufschrägung der Attert (II-2-A) oberhalb von Redange zu erkennen. Im Vordergrund markiert eine ausgeprägte Krümmungsbank das Innenufer. Im Hintergrund ist ein erodiertes Prallufer im Außenuferbereich zu sehen. Auf dem rechten Bild wird der ebenfalls deutlich gekrümmte Tandlerbaach bei Tandel, nördlich von Bettendorf, an einer weiteren Krümmungsbildung durch Uferstabilisierung am Böschungsfuß behindert

Grundsätzlich weisen die Auetalgewässer eine Vielzahl von Unterschieden zu der natürlichen Linienführung der anderen Gewässertypen auf. Diese Differenzierungen umfassen zum einen die Entwicklungsvoraussetzungen und zum anderen den Ablauf der Krümmungsbildung (Genese) und den Grad der Krümmungsintensität (Ausmaß).

Typische Unterschiede liegen in den natürlichen Voraussetzungen der Krümmungsbildung. Dabei sind insbesondere die Breite und die Substratzusammensetzung der Talniederung hervorzuheben. Die Auetalgewässer können sich auf der breiten Talsohle unter freier Entfaltung der fluvialen Dynamik bewegen. Die einzelnen Krümmungsparameter (Länge, Amplitu-

de und Radius der Krümmung) werden in ihrem natürlichen Zusammenspiel nicht behindert. Neben der Breite der Talsohle spielt dabei auch noch die „Geradlinigkeit“ der Täler eine Rolle, d.h. die Gewässerkrümmungen werden durch keine deutlichen Richtungsänderungen des Talverlaufs behindert. Die Breite des Krümmungskorridors erreicht in der Regel nicht die Breite der gesamten Talniederung (z.B. Attert: II-2-A). Der Krümmungskorridor ist der Raum, in dem die natürliche Laufkrümmung erfolgt. Lediglich in Ausnahmefällen werden die Talflanken punktuell berührt (steilere Auetalgewässer im Übergangsbereich zu Sohlenkerbtal- oder Mäandertalgewässern) oder beeinflussen einmündende Schwemmfächer die Krümmungsbildung bei kleinen Auetalbächen. Ansonsten wird der Gewässerlauf weder durch anstehendes Gestein noch durch massive seitliche Geschiebeeinträge (Hangstürze) beeinflusst. Die Substratzusammensetzung der Talniederung stellt durch ihre relative Homogenität eine konstant bleibende Voraussetzung für die Krümmungsbildung dar. Die vorwiegend feinkörnigen Ablagerungen können verhältnismäßig leicht aus ihrem Verband gelöst werden und setzen im Gegensatz zum anstehenden Gestein einer direkten Anströmung nur wenig Widerstand entgegen. Die Laufkrümmungen bilden sich ausschließlich in den zu früheren Zeiten abgelagerten Sedimenten des Gewässers.

Die Krümmungsbildung erfolgt durch wechselseitige punktuelle Ufererosion (Krümmungserosion) und Anlandung im Innenuferbereich. Auf diese Weise entsteht die typische Abfolge von Prall- und Gleitufnern, welche die lokalen Erosions- und Akkumulationsstellen der aktiven Krümmungsbildung markieren. Dabei spielen die Ufergehölze bei den kleinen und mittelgroßen Auebächen eine stabilisierende Rolle.



Abbildungen 43, 44: Auf dem linken Foto ist eine exzessive, mäanderartige Laufkrümmung der Woltz bei Bockmilleren zusehen. Der Krümmungskorridor nimmt fast die gesamte Talbodenbreite ein. Die Bildmitte zeigt einen abgeschnittenen Mäanderbogen. Aufgrund des Mangels an stabilisierenden Ufergehölzen, des intakten Geschiebetriebes und der relativ schmalen Auenbreite ist diese außergewöhnlich starke und veränderliche Laufkrümmung im Übergangsbereich zu den Mäandertalgewässern zu beobachten. Auf dem rechten Foto kommt der die Krümmung stabilisierende Einfluss der Ufergehölze bei kleinen Auetalgewässern zum Ausdruck (Wark).

Je nach Talgefälle, Gewässergröße und Substratzusammensetzung der Gewässereinbettung ist die Krümmungsintensität unterschiedlich stark ausgeprägt. Insbesondere bei den kleineren und mittelgroßen Auetalgewässern sind die Laufkrümmungen naturbedingt sehr uneinheitlich und unregelmäßig. Es entstehen unterschiedliche Gleichgewichtskrümmungen, die zusätzlich von den Ufergehölzen in ihrer Lage und Dynamik geprägt werden.

Die Auetalgewässer im Mittelgebirgsraum sind durchgehend intensiv gekrümmt. Aufgrund ihres in der Regel relativ hohen Sohlengefälles und Geschiebereichtums erreicht ihre Linienführung jedoch nur selten die Ausmaße eines typischen „Mäanderregimes“. Längere Streckenabschnitte, die durch Abweichungen der Fließrichtung um mehr als 90° von der Talrichtung gekennzeichnet sind, kommen verhältnismäßig selten vor. Die Schwingungslängen liegen meist deutlich über den Schwingungsbreiten, so dass besser von einer Laufschräglung als von einer Laufmäandrierung gesprochen wird. Schlingenbildung und Laufabschnürungen sind daher die Ausnahme und in der Regel Ausdruck einer beschleunigten Krümmungsregeneration.

Gefällearme Auetalgewässer mit sandig-kiesiger Sohle neigen dagegen streckenweise zur Ausbildung von Laufschräglungen mit vereinzelter Laufabschnürung. Ebenso kommen bei den kleineren, von den Ufergehölzen beeinflussten Auetalbächen mäanderartige Laufkrümmungen vor. Diese sind aber von dem strömungslenkenden Einfluss der Gehölze abhängig und werden nicht durch eigendynamische fluviale Entwicklungen (autochthon) gebildet. Ansonsten dürften häufiger zu beobachtende Mäandrierungen an die anthropogen verstärkte Schwebstoffführung und die damit verbundenen Veränderungen im komplexen Wirkungsgefüge von Stoff-, Wasser- und Energiehaushalt der Auetalgewässer gekoppelt sein.

Generell nimmt die Krümmungsentwicklung (-geschwindigkeit) mit zunehmendem Talgefälle und Grobgeschiebereichtum zu, während die Krümmungsintensität abnimmt. Die freie Beweglichkeit der Laufkrümmungen ist das herausragende Merkmal dieses Gewässertyps und bestimmt mehr oder weniger alle übrigen Komponenten der Gewässerentwicklung. Das natürliche Strukturinventar ist daher in besonderem Maße Ausdruck der freien Beweglichkeit der Auetalgewässer.

Längsbänke

Bei keinem anderen Gewässertyp ist die Strukturvielfalt derart an die Laufkrümmung gekoppelt wie bei den Auetalgewässern. Dies drückt sich insbesondere in der Anlage von Längsbänken, die unmittelbar an die Linienführung gebunden sind, aus. Sowohl Anzahl als auch Vergesellschaftung der Längsbänke geben somit direkte Hinweise auf den Natürlichkeitsgrad der Auetalgewässer.

Durch die Laufkrümmung werden im Gewässerbett sich regelmäßig wiederholende Strömungsmuster induziert. Im Bereich der Innenkrümmungen wird durch die anlandige Strömung von oberstrom angeliefertes Geschiebe akkumuliert, so dass im Regelfall die für die Auetalgewässer typischen Krümmungsbänke entstehen. Sie tauchen je nach Krümmungsradius mehr oder weniger steil zur Gewässersohle ab und nehmen unterschiedliche Flächen-

areale ein. Die Körnung unterscheidet sich in der Regel nur unwesentlich von dem Sohlensubstrat der übrigen Gewässersohle. Im Auslaufbereich schließen sich jedoch im Strömungsschatten verstärkt kiesige und sandige Auslaufschleppen an. Je nach Krümmungsinintensität lagern sich die Akkumulationen schwach gebogen bis u-förmig vor den Gleitufeln ab. Im Regelfall werden die Krümmungsbänke von der Landseite allmählich bewachsen und festgelegt. Sie gehen somit fließend in die Gleitufer über.



Abbildungen 45, 46: Auf dem linken Foto sind trotz nur schwach ausgebildeter Laufkrümmungen zwei Krümmungsbänke, die den Innenuferbereichen vorgelagert sind, deutlich zu erkennen. Sie bilden sich nach Durchlauf von Hochwasserwellen immer wieder an diesen strömungsberuhigten Bereichen des Gewässerbettes (Attart im Bereich der Referenzstrecke II-2-A). Auf dem rechten Foto sind Inselbänke und Uferbänke, die in ihrer Lage wesentlich von den Gehölzen beeinflusst werden, sichtbar (Attart nahe der Grenze zu Belgien).

In der natürlichen Gleichgewichtsform sind die Krümmungsbänke nur wenig veränderlich. Im Gegensatz zu den langfristig ortsfesten Krümmungsbänken der Talkrümmungsbögen der Mäandertalgewässer wandern sie jedoch, innerhalb von Jahrzehnten im Zuge der freien Krümmungsmigration gewässerabwärts. Ehemals begradigte Auetalgewässer, die sich in einer Phase der natürlichen Regeneration befinden, sind durch eine beschleunigte Verlagerung der Krümmungsbänke gekennzeichnet.

Die Form, Dynamik und Vergesellschaftung der Krümmungsbänke sind zwar das markanteste und typenspezifischste Merkmal innerhalb der Laufstrukturen, es kommen aber auch andere Längsbänke zahlreich vor. Sie sind ebenfalls durch die freie Beweglichkeit innerhalb des Gewässerbettes gekennzeichnet. In den gestreckten Laufabschnitten zwischen den Laufkrümmungen bilden sich vielfach Uferbänke. Ihre Vergesellschaftung ist jedoch nicht mit der Regelmäßigkeit des Vorkommens der Krümmungsbänke vergleichbar, obwohl sie streckenweise häufiger als die Krümmungsbänke auftreten können. Uferbänke sind nur bei ausreichender Sohlenbreite vorhanden. Sie lagern unmittelbar am oder in nur geringem Abstand vom Uferfuß. Daher werden sie im Gegensatz zu den Krümmungsbänken auch von den Ufergehölzen öfter in ihrer Lage und Form bestimmt. Teilweise riegeln sie tiefe Uferbuchten

wallartig ab oder verschütten sie sogar bis zum Durchlauf einer Hochwasserwelle. Außerdem bestehen sie meist aus deutlich feinkörnigerem Material als das durchschnittliche Sohlensubstrat. Alle Uferbänke werden darüber hinaus beim Durchlauf einer Hochwasserwelle vollkommen bis an ihre Basis ersetzt oder erneuert. Dennoch erscheinen sie meist wieder an der gleichen Stelle.



Abbildung 47: Neben den Krümmungsbänken kommen bei den Auetalgewässern in gestreckten Abschnitten flache Uferbänke vor, wenn eine naturnahe Gewässerbreite vorhanden ist (Atttert: II-2-A).

Bei Auetalgewässern, die verstärkt Krümmungen regenerieren, leiten wechselseitig lagernde Uferbänke in gestreckten Laufabschnitten als erste Ansatzpunkte die Krümmungsneubildung ein. Zwischen ihnen beginnt die Strömung zu pendeln und greift sukzessive die Uferwandungen zwischen den einzelnen Bänken an.

Im Gegensatz zu den Krümmungs- und Uferbänken sind Insel- oder Mittelbänke bei naturnahen Auetalgewässern seltener. Innerhalb bestimmter Regenerationsphasen kleinerer und mittlerer Auetalgewässer, die durch deutliche und häufige Gewässerbettaufweitungen gekennzeichnet sind, sind sie häufiger vertreten. Sie kommen ausschließlich zwischen den einzelnen Krümmungsbögen vor. Der Zusammenfluss (Abflusskonvergenz) der Strömung im Bereich der Krümmungen verhindert ihre Entstehung. Sie bilden sich oftmals unterhalb der Krümmungskolke im Übergangsbereich zu den gestreckten Laufabschnitten oder sind den Sohlenfurten aufgelagert. In der Regel markieren sie überdurchschnittlich breite Gewässerbetten mit nur geringer durchschnittlicher Mittelwassertiefe. Ihre Korngrößenzusammensetzung ist deutlich gröber als in den übrigen Sohlenbereichen. Strömungsbedingt setzt eine rasche Abnahme des Schleppkraftvermögens ein, so dass die größten Sohlensubstrate rasch akkumuliert werden.

Außer den Laufstrukturen, die sich auf unterschiedliche Formen lokaler Geschiebeakkumulationen zurückführen lassen, sind viele Strukturelemente, die auch bei den übrigen Gewässertypen für die Laufgliederung eine Rolle spielen, zu verzeichnen. Vielfach sind jedoch die Ursachen ihrer Entstehung und ihr Vorkommen im Gewässerbett differenziert zu betrachten. Hierbei spielt wiederum die Vielfalt der Krümmungen eine tragende Rolle. Gliederungselemente, die an die Existenz von Blöcken oder anstehendes Festgestein gebunden sind oder

stärkeres Talgefälle erfordern, sind naturbedingt nicht vorzufinden. Bei den größeren Auetalgewässern spielen die gehölzinduzierten Laufstrukturen im Gegensatz zu den kleineren und mittelgroßen Fließgewässern keine wichtigere Rolle.

8.4.5 Längsprofilentwicklung

Die Sohlenlängsgliederung der Auetalgewässer ist Ergebnis komplizierter, hydromorphologischer Abläufe. Das Zusammenspiel verschiedener Mechanismen und Faktoren führt zu einer rhythmischen Abfolge von Querbänken, die von zwischengeschalteten Stillwasserzonen getrennt werden. Während die Bildung dieser Sohlengliederungselemente bei den anderen Gewässertypen vorwiegend allochthon bestimmt wird, ist sie bei den Auetalgewässern auf das Zusammenspiel strömungsdynamischer Prozesse zurückzuführen.

Bei keinem anderen Gewässertyp ist die naturgemäße Sohlengliederung so stark an die Laufkrümmung gebunden wie bei den Auetalgewässern. Lage, Form, Genese und Abfolge der Sohlengliederungselemente sind wichtige Indikatoren für die Naturnähe des gesamten hydromorphologischen Systems.

Abgesehen von lokalen Störstellen in Form von Sturzbäumen oder Verklausungen erfolgt eine regelmäßige Abfolge der einzelnen Sohlendifferenzierungen. In naturnahen Auetalgewässern bilden sich durch den Geschiebetrieb gesteuerte, rhythmische Wellenbewegungen der Gewässersohle. Dabei werden die Sohlenmulden (Wellentäler) als Stillen und die Sohlensättel (Wellenberge) als Schnellen, Rauschen oder Furten bezeichnet. Je nach Sohlengefälle, Geschiebezusammensetzung und Krümmungsgeometrie sind diese Gliederungselemente unterschiedlich geformt, prägen größere oder kleinere Flächen und weisen spezifische Abstände zueinander auf. Abgesehen von kleinräumigen Abweichungen (z.B. Uferbuchten, Verklausungen) nehmen sie die gesamte Gewässerbreite ein und lassen sich in der Regel gut gegeneinander abgrenzen, da sie auch von spezifischen Strömungsmustern begleitet werden. Sohlenstufen, die auf kurzer Distanz Sprunghöhen von einigen Dezimetern aufweisen, kommen von Natur aus nicht vor, da das Gefälle im Vergleich zu den Kerbtalgewässern zu niedrig ist. Generell nimmt der Abstand zwischen den Querbänken mit zunehmenden Gefälle ab. Ebenso reduziert sich ihre Längenerstreckung, so dass die für steile Auetalgewässer typischen Sohlenrauschen, die in rascher Staffelung vorkommen können und als deutliche Aufwölbungen an der Gewässersohle erkennbar sind, entstehen. Demgegenüber sind die für die gefälleärmeren Auetalgewässer typischen Sohlenfurten sanft geneigt und nur an der leicht aufgerauten Abflussstruktur erkennbar.

Lediglich die Auetalgewässer mit sandiger und/oder kiesiger Geschiebeführung bilden nur leicht aufgewölbte Sohlenfurten, deren Körnung sich naturbedingt nicht wesentlich von den übrigen Sohlenbereichen unterscheidet. Sohlenrauschen kommen bei ihnen naturbedingt nicht vor.



Abbildungen 48, 49: Auf dem linken Foto ist die rhythmische Abfolge zwischen Sohlenrauschen und Stillwasserzonen deutlich erkennbar. Drei durch den aufgerauten Wasserspiegel (Vordergrund) oder Lichtreflexe (Mittel- und Hintergrund) markierte Querbänke mit flachem Wasserspiegel werden von den dazwischenliegenden „pools“ mit glatter Wasseroberfläche bzw. ohne Lichtreflexion getrennt (Attert: II-2-A). Bei der gefälleärmeren Alzette auf dem rechten Foto (II-4-A) ist diese charakteristische Abfolge in Form von schwächer geneigten Sohlenfurten ebenfalls erkennbar.

Innerhalb einer Laufschwingung (Krümmungslänge, die durch ein „S“ beschrieben werden kann) liegen die Querbänke in der Regel in dem gestreckten Laufabschnitt zwischen den Krümmungsbögen. Dazwischen liegen die Stillen, die im Bereich der Krümmungsbögen die größten Tiefen erreichen und entsprechend der Kurvenlage asymmetrisch zum Außenufer abtauchen (Krümmungskolke).



Abbildung 50: Tiefe Kolke im Bereich von Außenkrümmungen stellen ein typisches, regelmäßig wiederkehrendes Gliederungselement der Gewässersohle bei naturnahen Auetalgewässern dar. Im Bildvordergrund hat sich eine Wurfbank, die durch das flachwellige Strömungsmuster angezeigt wird, gebildet. Wurfbänke kommen häufig unterhalb von Krümmungskolken vor.

Über dem natürlichen Sohlendeckwerk werden im Bereich der Schnellen gröbere Korngrößen abgelagert als in den Stillen. Der Hochwasserabfluss erfährt beim Anströmen einer Sohlenschwelle eine gewisse Abbremsung und lagert gröbere Korngrößen teilweise ab. Mit Ü-

berwindung des Sohlenscheitels erfährt der Abfluss eine Beschleunigung in die Sohlenmulde, um bei Annäherung an die nächste Schwelle erneut abgebremst zu werden. Auf diese Weise entsteht ein pulsierender Geschiebetrieb, der die wellenförmige Sohlengliederung bewirkt.

Querbänke treten auch in Regenerations- und Degradationsstadien der Auetalgewässer auf. Ihre Vergesellschaftung, Form und Stabilität unterscheiden sich von den Querbänken naturnaher Gewässer aber deutlich. Alle dokumentierten Auetalgewässerstrecken sind daher als Regenerationsgewässer, d.h. sekundäre Referenzstrecken zu bewerten. Die Querbänke naturnaher Auetalgewässer sind erstaunlich lagertreu und wandern entsprechend der natürlichen Krümmungsmigration nur langsam gewässerabwärts.

Insbesondere bei den kleineren und mittelgroßen Auetalgewässern nehmen die Ufergehölze, Sturzbäume und/oder Verklausungen Einfluss auf die Abfolge der einzelnen Sohlengliederungselemente. Sie induzieren zusätzliche Bildungen von Querbänken, die die regelmäßige Abfolge der Furten oder Rauschen beeinträchtigen und wesentlich zum heterogenen Erscheinungsbild naturnaher Auetalbäche beitragen. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Wurfbänke, die sich beispielsweise im Anschluss an Kolke, Sohleneinengungen und Uferspore bilden, zu erwähnen. Mit größer werdendem Abflussquerschnitt nimmt die Anzahl dieser unregelmäßig vorkommenden Gliederungselemente deutlich ab.

Strömungsdiversität und Tiefenvarianzen

Die Abfolge der natürlichen Sohlengliederungselemente spiegelt sich auch in den Strömungsdifferenzierungen und im Tiefenwechsel der Auetalgewässer wider. Über den steinigen und flachen Sohlenfurten und -rauschen herrscht bei Mittelwasser ein turbulenter, geripelter bis deutlich aufgerauter Abfluss, der sich aufgrund der umgebenden Stillen klar lokalisieren lässt. Er erstreckt sich über die gesamte Sohlenbreite. In den Stillen dominieren dagegen ruhig strömende bis leicht gewellte Strömungsdifferenzierungen. In der kurzen Übergangszone zwischen den Querbänken und Stillen sind häufiger Tiefwasserfurchen oder Kolke (durchströmte Pools) zu beobachten. In ihnen erfolgt entweder eine deutliche Abflusskonvergenz (Furchen) oder eine kurz aufwallende und anschließend wieder divergierende Strömung. Über den Querbänken divergiert die Strömung aufgrund der flachen Wassertiefen und aufgerauten Sohlenstruktur.

Diese regelmäßig wiederkehrenden Strömungsdifferenzierungen werden insbesondere in den Regenerationsstrecken durch lokale, unregelmäßig vorkommende Abflussmuster und Tiefenwechsel überlagert. Sie werden von Verklausungen, ins Gewässerbett reichenden Ufersporen oder Sturzbäumen verursacht. Der Einfluss der Ufergehölze kann bei kleineren und mittelgroßen Bächen so stark werden, dass der ruhig strömende Abfluss der Stillen durch Drehwasser sowie auf- und abtauchende Strömungsmuster in den Randbereichen stärker modifiziert wird.

In den Laufkrümmungen taucht die Strömung im Bereich der Prallufer in der Regel ab, um unterstrom im Bereich der Gleitufer wieder aufzutauchen. Sind die Prallufer durch Vorsprünge stärker gegliedert, entstehen vielfach ortstreue Drehwalzen (Kolkdrehwasser).

8.4.6 Querprofilentwicklung

Die Querprofilentwicklung der Auetalgewässer weist einen engen Zusammenhang mit der Laufkrümmung, der Sohlenlängsgliederung (Schnellen- und Stillenabfolge) und der Gewässereinbettung auf. Die freie Entwicklung innerhalb der leicht mobilisierbaren Alluvialablagerungen ist dabei wiederum das herausragende Merkmal. Dies trifft uneingeschränkt auf die Auetalgewässer mit einer durchschnittlichen Mittelwasserbreite von mindestens 15 m zu. Bei mittelgroßen und insbesondere bei kleinen Auetalbächen nimmt der Einfluss der Ufergehölze zu. Grundsätzlich müssen dabei die im Sinne des hpnG als naturnah bezeichneten Gewässer (primäre Referenzstrecken) von den Regenerationsgewässern unterschieden werden. Diese Unterscheidung ist insbesondere für die Stabilität der Profilformen von Bedeutung.

Die besondere Bedeutung der Ufergehölze für die Profilentwicklung kleinerer Gewässer lässt sich mit Hilfe eines im Gelände zu beobachtenden Vergleichs verdeutlichen. Während gehölzfreie Mäandertal- und Kerbtalgewässer durchaus noch vielgestaltige Querprofile aufweisen können, sind gehölzfreie Auetalgewässer in der Regel durch einheitliche, meist tiefe U-Profile gekennzeichnet (z.B. Syre). Den Auetalgewässern fehlen die Fixpunkte in Form von anstehendem Gestein, Blöcken und Hangschutt, welche die natürliche Profilentwicklung maßgeblich beeinflussen. Zwar kommen auch eigendynamische Profilentwicklungen bei den anderen Typen vor, sie sind aber in ihrer Lage und Genese immer an diese Fixpunkte gebunden. Bei den Auetalgewässern können die Ufergehölze die Profilentwicklung lediglich mittelfristig bestimmen.

Sohlendepressionen in Form von Kolken und Tiefwasserfurchen sorgen in Verbindung mit den zahlreichen Bankbildungen (Sohlensaufwölbungen) und den vielfältigen Variationsmöglichkeiten in den Uferbereichen für die Bildung von unregelmäßigen, kleinreliefierten Profilen. Im morphologischen Reifezustand ist die Veränderlichkeit der Profile aufgrund des raschen Ausuferns und der damit verbundenen geringen Beanspruchung des Gewässerbettes nur gering. Im Gegensatz zu der mehr oder weniger regelmäßigen Abfolge der Sohlenlängsgliederung sind die Querprofile unregelmäßiger gestaltet. Einige Auetalgewässer, die sich in einem weit vorangeschrittenen Regenerationsstadium befinden, weisen aufgrund anthropogen bedingter Auenaufhöhung noch leicht übertiefte Querprofile auf (Atttert II-2-A)



Abbildungen 51, 52: Auf dem linken Foto ist ein charakteristisches Wechselprofil mit flachem Gleitufer und steilem Prallufer im Bereich der Attert bei Redange zu sehen. Die Tiefe des Profils lässt sich wohl auf eine verstärkte Auenauflandung zurückführen. Die regelmäßige Abfolge von wechselseitig asymmetrischen Profilen wird bei kleineren Auetalgewässern durch den Einfluss der Gehölze stärker modifiziert (rechtes Foto).

Im Bereich der Laufkrümmungen bilden sich die für die Auetalgewässer charakteristischen Querprofile aus. Sie tauchen von den Gleituferrn mehr oder weniger deutlich zu den Pralluferrn hin ab, wo sie steil aufsteigen und mit einem in der Regel markanten Knick in die Vorländer überleiten

Innerhalb einer Laufschiwung entstehen auf diese Weise wechselseitig asymmetrische Profildifferenzierungen (Wechselprofile). Häufig wird diese Abfolge, insbesondere bei den kleinen Auebächen, vom Einfluss der Ufergehölze mitgestaltet, so dass der alternierende Wechsel deutlich modifiziert werden kann.

Während die natürlichen Profilformen der vom Menschen nicht oder kaum beeinträchtigten Auetalgewässer trotz der leichten Erodierbarkeit der Ufersubstrate über lange Zeit stabil bleiben, sind die Regenerationsgewässer durch eine beschleunigte Profilentwicklung gekennzeichnet. Dabei spielt neben der Krümmungserosion insbesondere die Breitenerosion eine große Rolle (vgl. Kapitel 6). Diese tritt bei naturnahen Auetalgewässern nur kleinräumig, durch lokale Störungen verursacht, auf. Fast alle sekundären Referenzstrecken, die ehemals schmale Einheitsprofile aufwiesen, verbessern durch Breitenerosion ihr Breiten- und Tiefenverhältnis über längere Laufstrecken. Zahlreiche hinterspülte Ufergehölzgalerien dokumentieren diese positive Entwicklung. Die Querprofile sind in diesen Abschnitten durch breite Ausbuchtungen über der Mittelwasserlinie gekennzeichnet. Verstärkte Breiten- und Krümmungserosion sind die Hauptindikatoren für die Regenerationsentwicklung sekundärer Referenzstrecken, wobei die Breitenerosion im Wesentlichen für die Rehabilitation ausgewogener Breiten-/Tiefenverhältnisse zuständig ist und somit naturgemäße Profilentwicklungen ermöglicht. Die ausgewiesenen Referenzgewässerstrecken des Gewässertypenatlases weisen eine bereits weit vorangeschrittene Breitenerosion auf. Grundsätzlich läuft diese Entwicklung

um so schneller ab, je größer das Gefälle, je gröber das Sohlengeschiebe, je kohäsionsloser das Ufersubstrat und je geringer die durchschnittliche Profiltiefe sind.

Die bisherigen Ausführungen sind auf die Auetalgewässer mit sandig-kiesiger Gewässersohle nicht immer übertragbar. Diese Auetalgewässer neigen generell zu tieferen und schmaleren Profilen und weisen von Natur aus einheitlichere Profile (geringere Breitenvarianz) auf. Sind diese Gewässer in ihrem hydromorphologischen Gleichgewicht jedoch gestört, können sie aufgrund der weniger kohäsiven Uferalluvionen ihre Querprofile rasch verändern. Ohne turbulenzfördernde Ufergehölze ist diese Entwicklung allerdings nicht möglich, da Sandtrieb alleine die stark durchwurzelten Stauden- und Röhrichufer kaum destabilisieren kann.

Profiltiefen

Abgesehen von natürlichen Kolkprofilen und sonstigen lokalen Sohlenübertiefungen sind die Gleichgewichtsprofile der festsohligen (steinigen) Auetalgewässer (Ösling) flach und breit. Dabei sind die geringsten Profiltiefen über den Sohlenfurten und -rauschen zu finden. Im Bereich der Stillen sind die durchschnittlichen Profiltiefen zwar größer als über den Schnellen, jedoch beschränken sich überproportional tiefe Stellen nur auf die Krümmungskolke. Je feinkörniger das an der Sohle transportierte Substrat ist, desto geringer ist die Uferbeanspruchung und desto schmaler und tiefer sind die durchschnittlichen Gleichgewichtsprofile. Diese Entwicklung ist um so augenscheinlicher, je geringer das Talgefälle ist.

Breitenvarianz

Die Breitenvarianz ist von Natur aus bei allen Auetalgewässern groß, wird jedoch mit zunehmender Gewässerbreite geringer. Die Auetalgewässer, die sich über lange Zeiträume in einem hydromorphologischen Gleichgewicht befinden, weisen generell einen geringeren Wechsel der bordvollen Abflussbreiten auf als die Regenerationsgewässer. Deren Dynamik drückt sich unter anderem in einer teilweise exzessiven Breitenvariabilität aus. Dabei spielt insbesondere der turbulenzfördernde Einfluss der Gehölze eine tragende Rolle. Gehölzfreie Regenerationsstrecken weisen demgegenüber verhältnismäßig einheitliche Gewässerbreiten auf. Auetalgewässers mit gröberem Geschiebe wechseln die Breiten häufiger und sind im Durchschnitt breiter als feinkörnige Vertreter.

8.4.7 Sohlenentwicklung

Substratzusammensetzung und -verteilung

Die Gewässereinbettung der Auetalgewässer setzt sich, von wenigen Ausnahmen in Talrandlagen (Übergänge zu Sohlenkerbtal- und Mäandertalgewässern) abgesehen, vollständig aus alluvialen Sedimenten zusammen. Alle fluvialen Prozesse finden in Substraten statt, die von den Auetalgewässern selbst transportiert wurden. Demzufolge reicht die Schleppkraft der Gewässer bei Hochwasser aus, alle Korngrößen zumindest zeitweise zu verlagern. Nur in Ausnahmefällen findet eine eigenständige Geschiebeaufbereitung am Fuße der Talhänge statt. Ansonsten wird die gesamte Flussfracht über die tributären, steileren Nebengewässer angeliefert. Es muss grundsätzlich zwischen Geschiebetrieb und natürlichem Sohlendeck-

werk unterschieden werden (s.u.). Beide sind für die Sohlenstruktur von herausragender Bedeutung.

Die Bildung natürlicher Deckwerke findet auch bei anderen Gewässertypen statt, jedoch nicht mit der großen Bedeutung für das gesamte Gewässersystem. Bei den Regenerationsgewässern (Festsohlen-Auetalgewässer) ist ein ausreichender Grobgeschiebetrieb (Grobkiese und Schotter) unerlässlich, um die Breiten- und Krümmungserosion zu reaktivieren.

Die geologischen Verhältnisse des Einzugsgebietes spiegeln sich in der Substratzusammensetzung und Struktur der Gewässersohle wider. Grundsätzlich sind Liefergebiete mit vorwiegend feinkörnigen (Buntsandstein, Keuper und Lias) von solchen mit gröberen Verwitterungsprodukten (Quarzite, Muschelkalk) zu unterscheiden. In den Keuper- und Liaslandschaften setzen sich die Sohlensubstrate der Auetalgewässer naturbedingt vorwiegend aus der Sand- und Siltfraktion zusammen (z.B. Unterläufe von Mamer und Eisch). In den anderen Landesteilen dominiert dagegen kiesig-schotteriges Sohlensubstrat. Diese grundsätzlich verschiedenen Ausgangssituationen bewirken entsprechend unterschiedliche Entwicklungen der Gewässersohle. In Luxemburg ist diese Differenzierung aufgrund der relativ geringen Anzahl von reinen Auetalgewässern, die zudem meist nur kurze Laufabschnitte einnehmen, nicht sehr ausgeprägt. Die Zusammensetzung der Sohlensubstrate der feinkörnigen Vertreter der Muldentalgewässer und die davon abhängigen Sohlenstrukturen zeigen ähnliche Verhältnisse.



Abbildungen 53, 54: Auf dem linken Foto ist eine strukturreiche Gewässersohle der Attert bei Redange zu sehen. Das Sohlensubstrat setzt sich vorwiegend aus Kiesen und Schottern zusammen. Die gesamte Sohlenstruktur ist durch die große Dynamik der sekundären Referenzstrecke geprägt. Mächtige Bankbildungen, Flachwasserstrecken und Tiefwasserzonen wechseln miteinander ab, so dass ein vielfältiges Mosaik unterschiedlicher Sohlenstrukturen entsteht. Demgegenüber zeigt das rechte Foto eine Referenzstrecke (außerhalb Luxemburgs) mit feinkörnigerem Sohlensubstrat in einem weiter vorangeschrittenen Referenzstadium. Die Strukturvielfalt, das Korngrößenspektrum ist in diesem Stadium von Natur aus geringer und wesentlich lagebeständiger als auf dem linken Foto.

Bei den Auetalgewässern mit steiniger Gewässersohle bildet sich von Natur aus ein Sohlendeckwerk. Dieses dachziegelartig übereinander gestaffelte und ineinander verschachtelte Schotterpaket wird in den Zwischenräumen netzartig von feineren Sohlensubstraten ausgefüllt. Bei Auetalgewässern, die sich über lange Zeit in einem hydromorphologischen Gleichgewicht befinden, bilden diese Sohlendeckwerke das natürliche Rückgrat der gesamten Gewässerentwicklung. Die Bildung dieser auch als Sohlenpanzerung bezeichneten, flächenhaften Struktur setzt einen intakten Geschiebehalt voraus. Sie wird in ihrem Grundgerüst aus den größten, bei bordvollem Abfluss gerade noch bewegbaren Korngrößen gebildet. Aufgrund der strömungsbegünstigten Einregelung an der Sohlenbasis werden diese nur selten und kleinräumig begrenzt aus ihrem Verband gelöst. Über dieses natürliche Sohlendeckwerk werden bei Hochwasser alle am Geschiebetrieb beteiligten Korngrößen bewegt, ohne dass die Sohlenbasis in Bewegung gerät. Mit fallendem Hochwasser werden die einzelnen Korngrößen sukzessive in Form temporärer Geschiebeakkumulationen abgelagert. Sie können sich teilweise locker über dem Sohlendeckwerk ablagern oder bilden markante Sohlenaufwölbungen in Form von Längsbänken. In Teilbereichen der Gewässersohle setzt diese Überdeckung auch aus, so dass das Deckwerk an der Sohlenoberfläche ansteht.

Die bisher geschilderten Verhältnisse treffen in dieser Form nur auf die wenigen naturnahen Referenzgewässerstrecken (hpnG) zu. Ihre natürliche Migration ist so gering und ihr Geschiebehalt so ausgeglichen, dass die natürliche Entwicklung der Sohlendeckwerke garantiert bleibt.

Bei den Regenerationsgewässern laufen die seitenerosiven Prozesse der Krümmungs- und Breitenerosion häufig so rasch ab, dass die Regeneration naturgemäßer Sohlendeckwerke nicht zeitgleich erfolgen kann. Bei ausreichendem Grobgeschiebeanteil erfolgt jedoch keine Tiefenerosion. Das Fehlen stabiler Gewässersohlen ermöglicht bei Hochwasser eine turbulente Durchmischung des gesamten Sohlensubstrates. Auf diese Weise können widernatürlich gehäufte und vergesellschaftete Sohlenstrukturen entstehen. Sie drücken die exzessive Dynamik des Gewässers während der Regenerationsphase aus.

Die im Atlas dokumentierten Referenzgewässerstrecken haben entweder naturgemäße Sohlendeckwerke weitgehend regeneriert oder lassen bei naturgemäßer Weiterentwicklung mittelfristig eine natürliche Sohlenstabilisierung erwarten. Dabei spielt bei den kleineren Bächen die Fixierung durch die Ufergehölze eine wichtige Rolle.

Auetalgewässer, die von Natur aus Lockersohlen aufweisen, lassen keine deutliche Untergliederung zwischen Geschiebetrieb und Deckwerk erkennen. Sie erfahren bei Hochwasser eine stärkere Sohlendurchmischung, obwohl sie in der Regel ein geringeres Gefälle besitzen. Das lockere Gefüge der Sand- und Kiespartikel kann keine stabile, fest gefügte Gewässersohle ausbilden. Diese Auetalgewässer bilden an der Sohle teilweise Riffel- und Dünenstrukturen aus. Ihr Korngrößenspektrum lässt von Natur aus auch keine große Substratdiversität erkennen. Demgegenüber sind die Festsohlengewässer durch einen häufigeren Wechsel unterschiedlicher Korngrößengemenge über dem Deckwerk geprägt. Die Verteilung

der einzelnen Substratmuster nimmt dabei mit abnehmender Gewässergröße entsprechend der Steigerung der Strömungsdiversität zu.



Abbildung 55: Charakteristische Dünenstrukturen an der Gewässersohle sind bei Auetalstrecken (Übergangstypen), die Anschluss an den Luxemburger Sandstein haben, vereinzelt zu beobachten.

Eine klare Trennung zwischen Lockersohlen- und Festsohlengewässern ist häufig nicht möglich. Einerseits bestehen naturbedingt Übergangsformen, andererseits spielt insbesondere der seit Jahrhunderten durch den Menschen verstärkte Sedimenteintrag in die Gewässer eine große Rolle.

Sohlenstrukturen

Im Gegensatz zu den übrigen talmorphologischen Gewässertypen sind die einzelnen Sohlendifferenzierungen vollständig in den temporären Akkumulationen und dem Sohlendeckwerk angelegt. Bei den naturnahen Vertretern sind sie trotz der teilweise vollständigen Durchmischung bei Hochwasser erstaunlich lagertreu und formbeständig. Die mittelfristige Fixierung des Gewässerlaufes durch die Ufergehölze schafft bei den kleineren Gewässern fast immer wieder die gleichen Ablagerungs- und Erosionsbedingungen. Lediglich bei Bildung oder Wegfall von Sturzbäumen und Treibholzansammlungen werden neue Ausgangssituationen geschaffen, die kleinräumig veränderte Sohlendifferenzierungen hervorrufen.

Bei den sekundären Referenzgewässern (Regenerationsgewässer) wechselt die natürliche Abfolge der einzelnen Sohlenstrukturen häufiger. Außerdem stellen sich nicht immer die gewässertypischen Vergesellschaftungen der einzelnen Sohlenstrukturen ein. Diese Gewässer weisen vielfach eine größere Anzahl einzelner Strukturelemente als die Referenzgewässer auf, die dem hpnG weitgehend entsprechen. Erst mit Erreichen einer ausgewogenen Laufkrümmung und bei Rehabilitierung standortgemäßer Ufergehölze nähern sich auch Anzahl und Vergesellschaftung der Sohlenstrukturen den naturnahen Verhältnissen im Sinne des hpnG. Die im Atlas dokumentierten Auetalgewässer und Übergangstypen stellen fast ausschließlich in ihrer morphologischen Eigenentwicklung weit vorangeschrittene Regenerationsgewässer dar oder lassen innerhalb der nächsten Jahrzehnte aufgrund ihrer Regenerationsgeschwindigkeit eine deutliche Annäherung an naturnahe Verhältnisse erwarten.

Alle Sohlenstrukturen, die nicht an blockiges Geschiebe oder massiven Fels gebunden sind, kommen von Natur aus in den Referenzgewässerstrecken häufig vor. Dabei spielen insbesondere bei den kleineren Auebächen die Ufergehölze eine herausragende Rolle, da sie sowohl durch ihre stabilisierende als auch turbulenzfördernde Wirkung zahlreiche Strömungsdifferenzierungen bewirken.

Die gehölzinduzierten Bachweitungen und -verengungen schaffen vielfältige Voraussetzungen für die Bildung von Tiefrinnen, Kolken, Pools und Flachwasserstrecken. Diese bilden sich vorwiegend in den temporären Geschiebeablagerungen über dem Sohlendeckwerk und setzen sich aus unterschiedlichen Substratflächen zusammen. Regelmäßig werden Krümmungskolke vor den Prallufeln der Krümmungsbögen gebildet. Sie können wie auch andere lokale Sohlenübertiefungen (z.B. Tiefwasserstaubecken, Engenkolke) bis weit in das Sohlendeckwerk eindringen. Teilweise reicht die Basis dieser Strukturelemente bis in die das Sohlendeckwerk unterlagernden fossilen Sedimente. Im Randbereich der Gewässersohle befinden sich vielfältige Differenzierungen von Uferkolken, seichten Uferbuchten, Rinnen, Furchen und weit ins Mittelwasserbett reichende Wurzelfächer. Ihre Anzahl und Vergesellschaftung ist stark von der Gewässergröße, dem Ufergehölzbestand und der Korngrößenverteilung abhängig (Attert II-2-A).

8.4.8 Uferentwicklung

Ufertypen und Uferstrukturen

Form, Entwicklung und Vergesellschaftung der Ufertypen wird von einem Beziehungskomplex zahlreicher Faktoren geprägt, die in ihrem Zusammenspiel rasch wechselnde und teilweise grundverschiedene Uferformen schaffen. Klare Zusammenhänge, wie sie sich beispielsweise aus dem schubweisen und massenhaften Geschiebetransport der Kerbtalgewässer ableiten lassen, sind bei den vielgestaltigen Ufern der Auetalgewässer nicht immer offensichtlich. Wie bei fast allen übrigen Gewässertypen spielen die Ufergehölze eine wichtige Funktion für die Uferstruktur der kleineren und mittelgroßen Bäche.

Das Mosaik zahlreicher Uferstrukturen wird von vielen Einflüssen verursacht. Turbulenzförderung der unregelmäßig stockenden Ufergehölze, leichte Erodierbarkeit der Ufersubstrate sowie Eigenschaften des Geschiebetriebes sind dabei wichtige Faktoren. Im morphologisch reifen Zustand der Auetalgewässer sind die Ufer als kurz- bis mittelfristig (Gehölzgeneration) formstabil anzusehen, da die Schleppkraftbeanspruchung bei Hochwasser gering ist. Bei den sekundären Referenzgewässern ist die Entwicklung je nach Entwicklungsstadium zu differenzieren.



Abbildungen 56, 57: Auf den Fotos (Attert bei Redange) sind strukturreiche, durch die Gehölze und Geschiebeanlandungen geprägte Ufer dokumentiert: es wechseln sich Buchten-, Sporn-, Wurzel- und über-schotterte Flachlehnufer ab und sorgen somit für eine abwechslungsreiche Uferlängsgliederung.

Einfluss der Substratzusammensetzung auf die Uferstruktur

Wichtige Voraussetzung für die Uferentwicklung der Auetalgewässer ist die Zusammensetzung der Ufersubstrate. Ihr Einfluss ist sowohl für die generelle Seitenbeweglichkeit des Gewässers als auch für die spezielle Formung und Vergesellschaftung der Ufertypen von Bedeutung. Grundgerüst der Ufer bilden die Sedimente der Talsohle, die unter dem Einfluss der Hochwasseranströmung geformt werden. Örtliche Erosions- und Akkumulationsprozesse laufen im hydromorphologischen Gleichgewicht langsam ab, ohne dass drastische Veränderungen zu verzeichnen sind. Ausnahmen bilden die spontanen Störstellen in Form von Verklausungen und Sturzbäumen. Im Uferlängsverlauf können die Ufer in Form, Neigung, Höhe, Rauheit und Substratverhältnissen rasch wechseln. Sie werden insbesondere von der Bestandsdichte der Gehölze, welche die lokalen Strömungsverhältnisse steuern, bestimmt.

Die verhältnismäßig geringe Veränderlichkeit der meisten Ufertypen naturnaher Auetalgewässer lässt sich im wesentlichen auf folgende Rahmenbedingungen zurückführen. Zum einen werden die Ufer aufgrund der raschen Ausuferung bei Hochwasser nicht übermäßig beansprucht. Die Lagetreue des Gewässerbettes ausgereifter Auetalgewässer lässt sich daher auch an der kurz- bis mittelfristig unveränderlichen Uferlängsgliederung erkennen. Die Uferhöhen sind generell so niedrig, dass nur bei lokalen Übertiefungen der Gewässersohle kritische Tiefen (Krümmungskolke), die zur Destabilisierung der bindigen Uferlehme führen, erreicht werden. Zunehmende Sandanteile mindern die Kohäsivität, so dass sandige Uferlehme leichter modellier- und ausräumbar sind.

In der Regel dominieren zwei Grundformen die Uferlängsgliederung. Je nach Hochwasseranströmung entstehen schwach geneigte Flachlehnufer, die fließend in die Gewässersohle und das Vorland überleiten, oder Steillehnufer. Diese steigen steil aus der Gewässersohle empor und leiten über Uferschultern in das Vorland. Beide Grundformen sind durch

eine nur geringe Höhendifferenz zwischen Mittelwasserniveau und bordvollem Abfluss gekennzeichnet. In Laufkrümmungen liegen sich beide Ufertypen in Form der flachen Gleit- und steilen Prallufer gegenüber. Steillehnufer sind im Gegensatz zu den Flachlehnufern keinem stärkeren Geschiebetrieb ausgesetzt, so dass die hohe Spülresistenz und Scherfestigkeit der Uferlehme von Natur aus steile Ufer bilden. Diesen beiden Ufergrundformen sind zusätzliche Strukturen in Form von Anlandungen, Erosionsstrukturen, Wurzelflächen u.a.m. aufgesetzt, so dass eine äußerst abwechslungsreiche Uferlängsgliederung entsteht.

Bei den Regenerationsgewässern unterliegen die Ufer einem raschen zeitlichen und räumlichen Wechsel. Die beschleunigte Dynamik zeigt sich insbesondere in der Dominanz von vegetationsfreien Erosionsufern. Bei einem intakten Geschiebetrieb können die ansonsten spülresistenten Ufer stärker modelliert und rückverlagert werden. Die Ufergehölze spielen in diesem Zusammenhang eine wesentliche Funktion. Die Uferentwicklung ist nur dann als positiv zu werten, wenn keine Tiefenerosion auftritt. Diese leitet eine chaotische Uferentwicklung mit dauerhaft widernatürlichen Ufern ein. Die Regenerationsgewässer im Atlas zeigen Entwicklungen, die konstruktiv im Sinne des hpnG zu werten sind.

Einfluss der Gehölze auf die Uferstruktur

Die generelle Bedeutung der Gehölze für die Uferentwicklung ist bereits bei den anderen Typen, insbesondere bei den Muldentalgewässern, erläutert worden. Der von den Gehölzen verursachte, kleinräumige Wechsel der Strömungsturbulenzen, wirkt sich in den Ufersubstraten der Auentalgewässer besonders strukturfördernd aus. Sie sind die einzigen Fixpunkte der Uferentwicklung die für kurz- bis mittelfristig stabile Verhältnisse sorgen. Ihr Einfluss wird sehr deutlich, wenn gehölzbestandene Laufstrecken in gehölzfreie Abschnitte übergehen.

Die U-Profile der Wiesenbäche werden von durchgehend überhöhten und verkrauteten Steilufern geprägt. Sie sind die Folge der intensiven Durchwurzelung der Uferanlandungen. Laufstrecken mit einer standortgemäßen Vergesellschaftung von Ufergehölzen sind dagegen durch eine Vielzahl von Uferdifferenzierungen gekennzeichnet. Freigespülte Wurzelflächen, hinterspülte Prallbäume, gehölzinduzierte Anlandungen und/oder Erosionsrinnen gliedern die Ufer im raschen Wechsel mit Treibholzansammlungen und/oder Sturzbäumen. Krautige Ufer kommen naturbedingt nur vereinzelt in lichtdurchfluteten Bereichen vor. Sie sind wichtige Uferstrukturelemente und wirken nicht flächenhaft monoton wie bei den Wiesenbächen.

Das Wurzelwerk, insbesondere der Schwarzerlen, nimmt direkten Einfluss auf ganze Uferpartien, indem es die Ufer kleinräumig vor Uferabtrag schützt und mit Wurzelvorhängen oder -bärten, die teilweise bis unter die Mittelwasserlinie reichen, sehr heterogen gestaltet. Das Wurzelwerk der Schwarzerlen verankert sich in den Basisschottern der Ufer und des Sohlendeckwerkes, so dass die Ufergehölze hinterspült werden können und typische Umläufe bilden. Zwischen diesen Ufergehölzen, die häufig als spornartig Prallbäume ins Gewässerbett reichen, bilden sich durch die Hochwasserverwirbelung im Bereich der Stammbasen und Wurzelkloben der Bäume oftmals flache Uferbuchten.

Der Wechsel der Ufersporne und -buchten erzeugt eine für Auetalgewässer typische Abfolge der Uferlängsgliederung und eine deutliche Vergrößerung der Uferflächen. Die an die Ufergehölze gebundene Turbulenzförderung durch Schwall-, Walzen- und Wirbelbildung schützt die Ufer vor durchgehender Sedimentation und Vereinheitlichung. Die Ufergehölze bewirken durch die intensive Hochwasserverwirbelung eine wirksame Energieumwandlung und Abflussverzögerung, so dass die Vorlandüberflutung rascher erfolgen kann. Buchtenreiche Ufer bilden zusammen mit den Wurzelkloben und den Stammbasen der Gehölze häufig Drifthin- dornisse für Treibholz, so dass teilweise massive Teilverklausungen entstehen und die große Strukturvielfalt noch zusätzlich erhöht wird.



Abbildungen 58, 59: Auf dem linken Foto sind die Ufer durch Hinterspülungen von ganzen Uferflächen (Breitenerosion) weit zurückverlagert. Es wechseln sich steillehnige Erosions- und Anlandungsufer ab. Die Situation ist typisch für Regenerationsstadien, die sich durch eine permanente Umlagerung nicht nur im Sohlen-, sondern auch im Uferbereich auszeichnen. Es stellen sich erst stabilere Verhältnisse ein, wenn sich die Breiten- und Krümmungserosion abschwächen (Wiltz bei Schleif, nahe der belgischen Grenze). Auf dem rechten Foto übernehmen die Ufergehölze bereits eine stabilisierende Funktion der Ufer. Die Ufer gehen teilweise fließend, teilweise mit niedrigen Leisten in das Vorland über. Bei beiden Bächen bestehen gute Entwicklungsmöglichkeiten, da der Geschiebehaushalt intakt ist, so dass keine widernatürlichen, steilen Erosionsufer entstehen können.

Für den Ablauf der Uferentwicklung der sich regenerierenden Auetalgewässer sind die Einflüsse, die von standortgemäßen Ufergehölzen ausgehen, von großer Bedeutung. Das Zusammenspiel von Alters-, Artenspektrum und Bestandsdichte der Gehölze, sowie Entwicklungsstadium, Geschiebetrieb und anderen direkten bzw. indirekten Faktoren ist sehr komplex. Die Regenerationsstrecken im Typenatlas zeichnen sich in jedem Fall durch eine bereits weit vorangeschrittene Uferentwicklung aus. Der Einfluss der Gehölze ist dabei differenziert zu sehen. Meist spielen sie eine tragende Rolle als Impulsgeber und Strömunglenker.

8.4.9 Gewässerumfeld

Auetalgewässer werden von breiten Überflutungsflächen, den Auen begleitet. Grundsätzlich ist zwischen den Flußauen der größeren Fließgewässer und den in Luxemburg dominierenden Bachauen zu unterscheiden.

Das natürliche Gewässerumfeld wird in seiner ökologischen Funktionsfähigkeit und morphologischen Struktur in besonderem Maße von den sie durchfließenden Auetalgewässern bestimmt. Gewässer und die sie umgebende Auen sind in ihrem Bestand und ihrer Entwicklung untrennbar miteinander verbunden. Ein komplexes Wirkungsgefüge hält durch viele Rückkopplungen die abiotischen und biotischen Faktoren in einem sensiblen Gleichgewicht. Aufgrund der intensiven Nutzung existieren im Großherzogtum kaum noch naturnahe Auenstandorte.

Während große Auetalflüsse in ihrer Dynamik kaum von dem Auenwald beeinträchtigt werden, sind die kleineren Auetalgewässer in ihrer Morphodynamik und Struktur sowie in ihrem Stoff- und Energiehaushalt eng an die Existenz von Feuchtwäldern gebunden. Entsprechend den hygri-schen Verhältnissen bilden sich lockere Bruch- und/oder Auenwälder aus, zumindest aber Erlen-Eschen-Feuchtwälder, die auch in Trockenperioden auf feuchten Standorten stocken.

Wichtigster Prozess für die natürliche Entwicklung der Bachauen ist die regelmäßige und weitflächige Überflutung der Talniederung. Bei der Überflutung erfolgt die Ablagerung der feinkörnigen Talalluvionen, in denen sich die Auetalgewässer ausgiebig krümmen können. Dabei ist der natürliche Talboden nicht wie bei unseren Kultur- oder Wiesenauen glatt und eben, sondern er ist durch eine deutliche Kleinreliefierung rau gestaltet und wirkt daher abflussbremsend. Ein vielfältiges Mosaik unterschiedlicher Form- und Strukturelemente wie beispielsweise Tümpel, Hochwasserentlastungsfurchen, umgestürzte Bäume mit aufgeklappten Wurzeltellern, Schotter-, Kies- und Sandbänken gliedert den natürlichen Überflutungsraum sehr stark, so dass die ablaufenden Hochwassermassen durch Walzen- und Wirbelbildungen abgebremst werden. Bei der Abflussdynamik und der Strukturvielfalt spielen die Feuchtwälder eine tragende Rolle für das gesamte Gewässer-Auesystem (z.B. als Tothholzlieferant).



Abbildungen 60, 61: Zu intakten Auetalgewässern gehören halbwegs naturnahe Auen. Gemeinsam bilden sie das sogenannte Gewässer- Auesystem. Die Auen sind für den naturnahen Hochwasserrückhalt nur dann besonders wertvoll, wenn sie nicht nur ungehindert überflutet werden können, sondern auch durch zahlreiche Strukturen wie Flutmulden, Altwasser oder Gehölze rau gestaltet sind. Hier findet bei Hochwasserdurchfluss eine vielfältige Verwirbelung und Abflussverzögerung statt, die in „glatten“ Kulturaunen nicht erfolgen kann.

8.5 Haupttyp 4: Mäandertalgewässer

8.5.1 Verbreitung und allgemeine Charakteristik

Geomorphologische Verbreitung

Das Hauptverbreitungsgebiet der Mäandertalgewässer liegt in den Mittelgebirgslandschaften, die noch eine leichte Hebungstendenz aufweisen. Sie sind im Rheinischen Schiefergebirge bis in die Ardennen landschaftsprägend, kommen aber auch in den Schichtstufenlandschaften vor. Entscheidend ist das Vorkommen morphologisch harter Gesteinsformationen.



Abbildung 62: Die Our fließt auf ihrer gesamten Laufstrecke in Luxemburg in tiefen gewundenen Talmäandern, regelmäßig die Talflanken wechselnd. Mäandertalgewässer stellen die prägenden Landschaftselemente des Öslings dar.

Vorkommen in Luxemburg

Fließgewässer in Mäandertälern sind neben den Kerbtalgewässern die landschaftsprägenden Gewässer im Ösling. Insbesondere die Sauer und ihre größeren Zuflüsse wie Our, Clerve und Wiltz haben sich tief in die umgebenden Hochflächen eingeschnitten. Aber auch im Gutland sind einige bedeutende Mäandertalgewässer vertreten, wie beispielsweise die Eisch im Grenzbereich zu Belgien, die Attert im Unterlauf oder die Alzette im Bereich der Stadt Luxemburg.

Größenverhältnisse

Für die Ausbildung der typischen gewundenen bis mäandrierenden Talform müssen die Fließgewässer eine bestimmte Mindestgröße aufweisen. Aus diesem Grund können erst größere Bäche und Flüsse die typischen und regelmäßig wiederkehrende Formen und Strukturen entwickeln. Mäandertalgewässer besitzen mindestens eine Breite von 5 m (bei Mittelwasserabfluss) auf, meist liegen sie allerdings deutlich darüber (>10 m).

Abflussdynamik

Im Verhältnis zur Gewässergröße gesehen, steht den Mäandertalgewässern eine nur schmale Talsohle zur Verfügung. Der Abfluss wird quasi auf natürliche Weise gebündelt und dadurch sehr turbulent, obwohl keine besonders steilen Tallängsprofile ausgebildet sind. In Folge der besonderen talmorphologischen Voraussetzungen wechseln sich konvergierende und divergierende Strömungen mehr oder weniger regelmäßig ab. Das schnell auflaufende Hochwasser der steilen Zubringerbäche führen Mäandertalgewässer rasch ab.

Erosions- und Schleppkraftvermögen

Das Erosions- und Schleppkraftvermögen der Mäandertalgewässer ist sehr hoch. Durch die regelmäßig die Talflanken wechselnde, einseitige Hangunterschneidung entwickeln sich dadurch die für Mäandertäler charakteristischen ausladenden Talmäander. Die Schleppkraft reicht nicht nur zum Abtransport des anfallenden Geschiebes aus, sondern die Gewässer erodieren zusätzlich das Gewässerbett und tragen zur weiteren Taleintiefung bei.

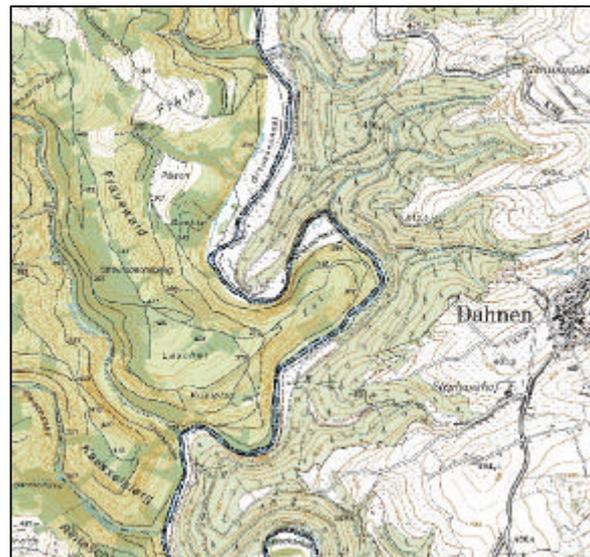
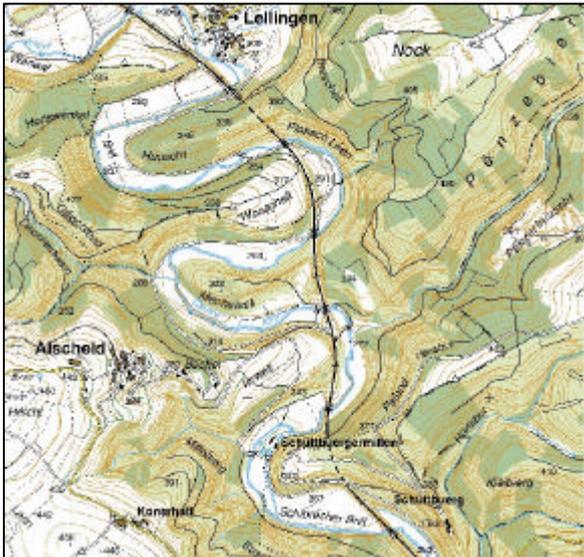
Typenvarianten

Je nach Form, Neigung und Breite der Talsohle lassen sich sogenannte flachsohlige und schrägsohlige Varianten unterscheiden. Für diese Differenzierung sind insbesondere die geologischen Voraussetzungen verantwortlich, worauf bei der Beschreibung der einzelnen Komponenten der Gewässerentwicklung näher eingegangen wird.

8.5.2 Talmorphologische Voraussetzungen der Gewässerentwicklung

Talquerprofil

Mäandertäler sind die großen, im Kartenbild deutlich hervortretenden, häufig wechselseitig asymmetrischen, tief eingeschnittenen Täler, die im Verhältnis zu der in der Regel schmalen Talsohle eine überaus breite Talöffnung besitzen. Die konvexen bis geradlinigen Talhänge fallen meist steil und unvermittelt von den Hochflächen zur Talsohle ab.



Abbildungen 63, 64: Mäandertalgewässer „stecken“ durch den markant gekrümmten tief eingeschnittenen Talverlauf sofort ins Auge. Die Kartenausschnitte zeigen zwei besonders schöne Beispiele an der Clerve (links) und der Our im Grenzbereich zu Deutschland (rechts). Die beiden typischen, sich immer wieder abwechselnden Situationen im Bereich der Talkrümmungsbögen (beidseitig des Gewässers weiße Farbe - Offenland) und Talquerungstrecken (einseitig grüne Farbe - Wald) sind beispielhaft ausgebildet. Der Anteil dieser beiden Differenzierungen im Bereich der Talsohle kann deutlich variieren.

Tallängsprofil und Talgefälle

Das Talgefälle liegt meist zwischen 5‰ und 10‰, seltener darüber. Bei den flachsohligen Mäandertälern liegt das Talgefälle auch unter 5‰. Während die flachsohligen Täler ein gleichmäßiges Gefälle besitzen, kommen bei den gefällereichen Varianten vereinzelt Verteilungen vor. Abrupte Sprünge wie bei den Kerbtalgewässern sind generell selten zu verzeichnen.

Talkrümmung

Der Talverlauf ist meist deutlich geschwungen bis ausladend mäandrierend, zuweilen auch gestreckt. Er ist im Kartenbild eindeutig zu erkennen. In größeren Tälern führt die Abschnürung von Laufsclingen zur Bildung von Umlaufbergen (z.B. Attert bei Colmar-Berg oder Sauer bei Echternach). Bei der Anlage der Talkrümmungen spielt der Einfluss von Schwä-

chezonen im anstehenden Fels (Brüche und Spalten) sowie Unterschiede bei der Gesteins-
härte eine große Rolle.

Im Gewässerverlauf reihen sich in regelhafter Abfolge Talkrümmungsbögen entlang der
Prallhänge und dazwischen liegende Talquerungstrecken aneinander. Diese Differenzie-
rung stellt ein wesentliches Abgrenzungskriterien zu den weitaus unregelmäßiger gestalteten
Sohlenkerbtalgewässern dar.

Form (Morphologie) der Talsohle

Die Talniederung ist durch eine meist deutlich ausgeprägte Asymmetrie geprägt. Während
die konvexen bis geradlinigen Prallhänge unvermittelt und steil aus der Gewässersohle em-
porsteigen, laufen die Gleithänge fächerförmig geneigt im Gewässerbett aus. Je nach Nei-
gung der Gleithänge liegen schrägsohlige oder flachsohlige Mäandertäler vor. In Anlehnung
daran existieren schmale (schrägsohlige) oder breitere (flachsohlige), wechselseitig das Ge-
wässer begleitende Überflutungssäume oder -bänder.

Gewässereinbettung (Substratzusammensetzung)

Das Talsohlensubstrat setzt sich bei den Mäandertalgewässern aus einem teilweise mächti-
gen, steinig-schotterigen Alluvium zusammen. Im Bereich der Talkrümmungsbögen (Prall-
hänge) liegt das Gewässer regelmäßig dem anstehenden Fels auf. Es ist somit in seiner seit-
lichen Bewegungsfreiheit deutlich eingeschränkt und langfristig formstabil. In den Talque-
rungstrecken ist in den grobklastischen, steinig-schotterigen Substraten die Korsettierung
des Gewässerbettes weitgehend aufgehoben. Hier können bei Hochwasser in den locker
gelagerten, kohäsionslosen Sedimenten durch Erosions-, Umlagerungs- und Ablagerungs-
prozesse starke Formveränderungen hervorgerufen werden. Bei den flachsohligen Varianten
liegt über der steinig-schotterigen Sohlenbasis häufig eine dünne feinklastische Auflage aus
sandig-lehmigen Substrat.

Laterale Geschiebezufuhr

Die Geschiebezufuhr erfolgt im wesentlichen über die steilen tributären Kerbtäler und im Be-
reich der Prallhänge (Talkrümmungsbögen).

Im Gegensatz zu den Kerbtalgewässern hat bei den deutlich größeren Mäandertalgewässern
das Grobgeröll und anfallende Totholz nicht die herausragende, die Morphologie und -
dynamik der Gewässer bestimmende Funktion, da das anfallende Material kein wesentliches
Abflusshindernis darstellt. Die Schleppkraft der Mäandertalgewässer reicht in der Regel aus,
die eigene Flussfracht und die seitlichen Sedimentzulieferungen weiterzutransportieren, so
dass keine Laufgabelung erfolgt, sondern der Abfluss konzentriert sich auf eine Abflussbahn.

Mischtypen

Es kommen fließende Übergangsformen zu den Auetal- und Kerbtalgewässern vor. Bei den
Übergangsformen zu den Auetalgewässern ist das Tal noch deutlich gekrümmt hat aber be-

reits eine ebenflächige Talsohle ausgebildet, die teilweise autochthone Laufkrümmungen ermöglicht. Diese Mischtypen kommen insbesondere im Bereich des Hochöslings vor.

Die Übergänge zu den Kerbtalgewässern sind insbesondere bei kleineren Mäandertalgewässern, deren Formungskraft nicht ausreicht, die regelmäßig vorkommenden Talkrümmungen aufzubauen, zu beobachten. Die Übergänge finden zumeist oberhalb der typischen Mäandertalstrecken statt.

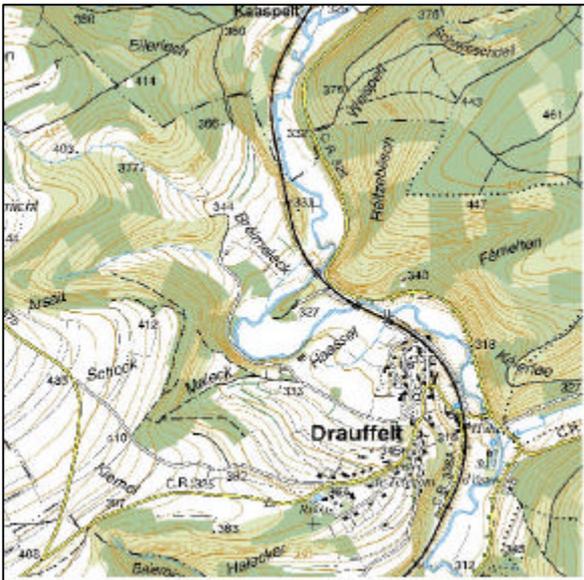


Abbildung 65: Dieser Kartenausschnitt zeigt eine charakteristische Übergangssituation zwischen Mäandertalgewässern und Auetalgewässern. Sie wird durch die unregelmäßige Ausbildung von Laufkrümmungen zwischen den Prallhängen in den Talquerungstrecken dokumentiert. Die bereits schmal ausgebildete Aue ermöglicht diese Linienführung. Die Clerve ist in ihrer Dynamik aber noch im wesentlichen den Mäandertalgewässern zuzurechnen, wenn auch die typischen Talkrümmungsbögen durch punktuelle Anströmungen der Hänge ersetzt werden.

8.5.3 Gehölz- und substratbedingte Voraussetzungen der Gewässerentwicklung

Einfluss der Ufergehölze

Der Einfluss der Ufergehölze auf die allgemeine Struktur und Dynamik der Mäandertalgewässer ist im Gegensatz zu den anderen Gewässertypen relativ gering. Zum einen sind die Mäandertalgewässer aufgrund ihrer durchschnittlichen Mittelwasserbreite und zum anderen aufgrund ihres Erosions- und Schleppkraftvermögens weniger beeinflussbar. Dennoch gibt es im Längsverlauf deutliche Unterschiede. Im Bereich der felsigen Prallhänge sind die Auswirkungen der Ufergehölze auf die Uferformung im Gegensatz zu den Talquerungstrecken, insbesondere den flachsohligen Varianten, vernachlässigbar. Dieser Einfluss nimmt wie bei den anderen Typen mit zunehmender Gewässergröße ab.

Einfluss des Geschiebes

Im Bereich der Talkrümmungsbögen am Fuße der Prallhänge ist der Einfluss des Geschiebes sehr differenziert zu betrachten. Es existieren kaum größere Geschiebeakkumulationen und davon abhängige Strukturen. Jedoch ist der massive Geschiebestrom bei Hochwasser für die Gewässerentwicklung von herausragender Bedeutung, da er durch seine abschleifende Wirkung für die Anlage der häufig einheitlichen Profile verantwortlich ist.

Zwischen den Talkrümmungsbögen im Bereich der Talquerungsstrecken beeinflusst das massenhaft vorkommende Grobgeschiebe die Komponenten der Gewässerentwicklung in hohem Maße, weil hier bei breiterer Talsohle verstärkt akkumuliert und in den Substraten modelliert werden kann. Das Geschiebe besitzt hier einen wesentlich ausgeprägteren Einfluss als die Ufergehölze.

8.5.4 Laufentwicklung

Laufkrümmung und Beweglichkeit

Die Laufkrümmung der Mäandertalgewässer wird durch die immer wiederkehrende Abfolge gleichartiger Entwicklungsvoraussetzungen bestimmt. Diese Regelmäßigkeit ist unmittelbar an die deutlich unterscheidbaren Talsituationen gekoppelt. Bei keinem anderen Gewässertyp tritt diese Abhängigkeit so klar hervor.

Die Laufkrümmung der Mäandertalgewässer wird, sieht man von Talweitungen der Talquerungsstrecken einmal ab, von der Talkrümmung bestimmt. Die Gewässer müssen diesem aufgezwungenen Lauf konsequent folgen und haben nicht die Möglichkeit zur freien Laufkrümmung. Die Zwangs- oder Talmäander können je nach Härte des anstehenden Gesteins, den tektonischen Rahmenbedingungen, dem Talgefälle und der Gewässergröße geschwungen bis ausladend mäandrierend, in Teilbereichen auch gestreckt sein. Die Sauer in Luxemburg weist diese komplette Spektrum beispielhaft auf.

Die Gewässer fließen unmittelbar am Fuß der Prallhänge des Tales entlang und wechseln dabei von einem Talkrümmungsbogen zum anderen regelmäßig die Talseite. Sie gleiten quasi auf dem Innenhang (Gleithang) zum Prallhang ab und tragen zur fortschreitenden Vertiefung und Verbreiterung des Tales bei. Im Gegensatz zu den freien Mäandern der Auetalgewässer ist die Migration der Zwangsmäander extrem langsam, da die Außenkrümmungen im widerständigen Felshang und nicht in leicht erodierbaren Alluvialablagerungen liegen. Die Seitenbeweglichkeit der Mäandertalgewässer ist daher von Natur aus, außer in den Talquerungsstrecken, stark eingeschränkt.



Abbildungen 66, 67: Auf dem linken Foto ist die charakteristische Laufgliederung im Bereich eines gestreckten Talkrümmungsbogens (Our: I-8-S) und auf dem rechten Foto im Bereich einer Talquerungsstrecke (Sauer, oberhalb des Stausees bei Bungerefermillen) dargestellt. Beim Talkrümmungsbogen ist der Gewässerlauf festgelegt, während im Bereich der Querungsstrecke seitlicher Bewegungsraum vorhanden ist.

Sowohl Krümmungs- als auch Tiefenerosion laufen über lange (geologische) Zeiträume ab, so dass die Anlage des Gewässerlaufs kaum messbaren Veränderungen unterliegt. Die Seitenerosion in den Talkrümmungsbögen ist als Hangerosion und nicht als einseitig wirksame Ufererosion wie bei den Auetalgewässern zu bezeichnen. Lediglich in Weitungen der flachsohligen Talquerungsstrecken (Talquerungsauen) zwischen zwei Prallhängen können die Mäandertalgewässer in Ansätzen unregelmäßige Krümmungen bilden. Diese sind jedoch wegen des massenhaften Vorkommens von Grobgeschiebe, der häufig querenden Felsriegel, der relativ schmalen Talsohle und der geringen Entfernung zwischen den Prallhängen (stark eingeschränkter Seitenspielraum) nicht frei beweglich.

Die Laufkrümmung wird durch die charakteristische Abfolge von Talquerungsstrecken und Talkrümmungsbögen gekennzeichnet. Sie wirkt sich auf die gesamte Morphologie und Dynamik der Mäandertalgewässer aus und ist das wesentliche Unterscheidungsmerkmal zu den anderen talmorphologischen Gewässertypen. Nachfolgend werden die Merkmale der Mäandertalgewässer entsprechend dieser speziellen Laufgliederung erläutert.

Längsbänke und typische Laufstrukturen der Talkrümmungsbögen

Zu den typischen Laufstrukturen der Mäandertalgewässer zählen die ortstreuen Krümmungsbänke der Talkrümmungsbögen. Sie bilden sich regelmäßig im Bereich enger Innenkrümmungen im Übergangsbereich zu den Talquerungsstrecken und leiten in der Regel fließend in die Gleitufer über. Sie sind langgestreckt und lagern sich bandartig und bogenförmig vor den Innenufern ab. Sie tauchen meist deutlich zum gegenüberliegenden Prallhang ab, wo sie unmittelbar über der Felssohle ausstreichen. Ihre Auslaufschleppe ist von deutlich feinkörnigerem Material gekennzeichnet als der übrige Teil der Bank.

Im Bereich gekrümmter Tiefwasserfurchen entstehen an der strömungsabgewandten Seite häufig schmale, sandig-kiesige Akkumulationen (Furchenbänke), die sich beim Durchlauf einer Hochwasserwelle immer wieder neu bilden. Vereinzelt Uferbänke in gestreckten Talkrümmungsbögen sind flach und lagern sich nur vor den Innenufern ab. Vor den Prallhängen fehlen sie. Die typische Vergesellschaftung der Uferbänke wird daher immer durch eine einseitige Anordnung in den Talkrümmungsbögen gekennzeichnet. In gestauchten (engen) Talkrümmungsbögen werden häufig deutliche Laufverengungen gebildet. In ihnen bilden sich teilweise tiefe Felskolke oder flache Felsschnellen.

Längsbänke und typische Laufstrukturen der Talquerungsstrecken

Im Bereich der Talquerungsstrecken fallen die teilweise extrem aufgeweiteten Querprofile auf. Diese Laufweitungen liegen über Felsriegeln, sind durch flache Wasserstände gekennzeichnet und laufen ober- und unterstrom zu den Prallhängen keilförmig aus. In diesen Weitungen bilden sich typische Talquerungsbänke (Diagonalbänke) aus, die diagonal die felsige Gewässersohle queren. Sie sind bei Mittelwasser weitgehend durch geringe Wassertiefen gekennzeichnet und werden häufig vom anstehenden Fels in Form von flachen Rinnen und Furchen sowie seichten Wannen gegliedert. Diese Bänke bilden sich nicht über einem Sohlendeckwerk, sondern liegen als grobes Streusediment unmittelbar der Felssohle auf (Fels-/Schotterbänke). Teilweise werden sie randlich in Flachwasserrinnen und/oder Furchen turbulent umflossen, und die zentralen Teile erheben sich knapp über dem Wasserspiegel. Es kommt jedoch nur selten zu Laufgabelungen im Bereich von längeren Talquerungsstrecken, obwohl massenhaft Geschiebe vorhanden ist. In der Regel reicht die Streckenlänge zwischen den Talkrümmungsbögen nicht aus, Laufgabelungen mit mehreren Abflussbahnen, Inselbänken und Inseln zu bilden. Im Gegensatz zu den Talkrümmungsbögen ist die Anlage von Uferbänken vor beiden Ufern möglich; sie kommen häufig vor.

8.5.5 Längsprofilentwicklung

Die Sohlenlängsgliederung wird durch die Lage der Gewässer auf dem Talboden bestimmt. Während in den Talquerungsstrecken zumindest streckenweise der Felskontakt unterbrochen wird und sich eigendynamische Gliederungselemente bilden können, ist das Längsprofil der Talkrümmungsbögen vom durchgehenden Felskontakt in Talrandlage gekennzeichnet.

Querbänke und Sohlengliederung der Talkrümmungsbögen

Die Sohlengliederung wird im Bereich der Talkrümmungsbögen von den Eigenschaften des anstehenden Gesteins geprägt. In diesen Laufabschnitten ist in der Regel keine eigendynamische Bildung von Querbänken zu verzeichnen, sondern der Härtewechsel des anstehenden Gesteins prägt die Gliederung des Längsprofils. Das Längsprofil ist im Bereich gestreckter Talkrümmungsbögen zwischen Gefälleverteilungen weitgehend einheitlich schwach geneigt. Die Sohle wird hier nur vereinzelt durch Felskolke, -wannen und/oder Flachwasserstrecken unregelmäßig gegliedert. Gefälleverteilungen werden von Felsriegeln, die von Grobgeschiebe überlagert sein können und/oder groben Hangschuttmassen (Groblöcken)

gebildet. Diese natürlichen Querriegel können als schmale Rampen, als breite Sohlengleiten oder Felsschnellen ausgebildet sein.

Im Bereich enger Talkrümmungsbögen kommen regelmäßig Krümmungskolke, die im anstehenden Fels angelegt sind, vor. Sie markieren die größten Wassertiefen und stehen im krassen Gegensatz zu den flachen Wasserständen der anschließenden Talquerungsstrecken. Die Krümmungskolke laufen unterstrom häufig in Tiefwasserschussrinnen aus, die rasch in die Talquerungsstrecken überleiten. Im Bereich der Gleitufer leiten sie häufig in Krümmungsbänke über.

Querbänke und Sohlengliederung der Talquerungsstrecken

Auch in den Talquerungsstrecken bilden vereinzelt Felsriegel natürliche, ortsfeste Gliederungselemente des Längsprofils. Ein durchgehender Felskontakt im Bereich des Wechsels der Talseiten ist jedoch nicht zu verzeichnen. Die Querriegel sind in der Regel nicht als Felsrippen mit deutlicher Gefälleversteilung ausgebildet, sondern sind flach, teilweise überschottert und gehen häufig fließend in die Talquerungsbänke über. In den Talquerungsstrecken sind zusätzlich eigendynamische Bildungen von Querbänken in Form von flachen Furten und (seltener) steileren Rauschen zu verzeichnen. Ihre Lage wird durch Felsquerriegel und die Prallhänge bestimmt. Sie sind wie die Krümmungsbänke ortsfest und wenig veränderlich. Bei starker Aufweitung der Talquerungsstrecken treten großflächige, schwach geneigte Flachwasserstrecken über korradierten Felsflächen mit dünner Sedimentauflage auf. Je nach Mächtigkeit der Talverfüllung über dem anstehenden Fels können sich in den Talquerungsstrecken zwischen den Felsquerriegeln Kolke und Tiefwasserfurchen bilden. Sie sind im Gegensatz zu den Talkrümmungsbögen nicht im anstehenden Fels angelegt.



Abbildungen 68, 69: Die Sohlenlängsgliederung beim Übergang von einem Prallhang in eine Talquerungszone ist häufig durch den glatt geschliffenen Fels des anstehenden Gesteins geprägt und sehr einheitlich (links, Clerve, kurz vor der Mündung in die Wiltz bei Kautenbach). In den Talquerungsstrecken sind dagegen häufig Akkumulationsfächer (Talquerungsbänke), die sich aus groben Schottern zusammensetzen und zu einer deutlichen Querprofilweitung führen können, zu beobachten.

Strömungsdiversität und Tiefenvarianzen in den Talkrümmungsbögen

Die typenspezifische Gliederung in Talkrümmungsbögen und Talquerungsstrecken dokumentiert sich ebenfalls in den Strömungsdifferenzierungen und Tiefenverhältnissen. Im Bereich gestreckter (weit gespannter) Talkrümmungsbögen ist der Abfluss, sieht man generell von lokalen Störstellen in Form von Querriegeln und Felsblöcken ab, wenig turbulent. Der Abfluss ist mehr oder weniger über die gesamte Mittelwasserbreite gleichförmig strömend, der Wasserspiegel höchstens leicht gewellt und in der Regel herrschen durchschnittliche Wassertiefen vor. Turbulentes Fließen mit Wellenüberkippung und Schaumkronenbildung sind selten und beschränken sich auf durch Felsrippen unregelmäßig gestaltete Querriegel und/oder Tiefwasserfurchen in Prallhanglage. In engen Talkrümmungsbögen taucht die Oberflächenströmung zu den Prallhängen hin ab, um unterstrom im Bereich der Krümmungsbänke wieder aufzutauchen. Im Bereich weit gespannter Talkrümmungsbögen ist ein gleichmäßiger, bis auf vereinzelte Störstellen, breiten- und tiefenkonstanter Abfluss zu verzeichnen.

Von besonderer Bedeutung sind die mächtigen Drehwalzen der Krümmungskolke. Diese Kolkdrehwasser haben eine vertikale Achse und sind bereits bei Mittelwasser durch aufwallende Strömungsturbulenzen gekennzeichnet. Hier sind die größten Wassertiefen zu verzeichnen. In der Auslaufzone der Krümmungskolke schließen sich häufig rasch durchströmte Schussrinnen mit Wellenüberkippung und Schaumkronenbildung an. Sie laufen unter Abflussdivergenz (Auseinanderfließen) in die anschließende Talquerungsstrecke aus.

Strömungsdiversität und Tiefenvarianzen in den Talquerungsstrecken

In den Laufweitungen der Talquerungsstrecken sind teilweise ausgedehnte kleinwellige Flachwasserflächen (Rieselfelder) mit wenig eingetieften, netzartig verteilten Abflussrinnen zu verzeichnen. Sie können unter Umständen die gesamte Talquerungsstrecke bestimmen. Die Wasserspiegelfläche ist häufig unterbrochen und unregelmäßig. Rascher Wechsel von Wassertiefen und Strömungsdifferenzierungen sind in den Talquerungsstrecken die Ausnahme und meist nur im Bereich der leichter modellierbaren Schotterstrecken ohne Felskontakt zu verzeichnen.

8.5.6 Querprofilentwicklung

Querprofiltypen

Entwicklung, Form und Vergesellschaftung der Profiltypen der Mäandertalgewässer werden im wesentlichen von der Lage des Gewässers in der Talniederung (Talkrümmungsbögen, Talquerungsstrecken) bestimmt. Dabei spielen der laterale Entwicklungsspielraum, der durch die Breite der Talniederung vorgegeben wird, und die Widerständigkeit des Ufersubstrates (anstehender Fels, Alluvialablagerungen) eine zentrale Rolle. Diese Faktoren bewirken im Längsverlauf der Mäandertalgewässer eine charakteristische Profilserie oder -sequenz, die bei den übrigen Gewässertypen nicht in dieser Regelmäßigkeit zu verzeichnen ist.

Generell sind Talquerungsstrecken durch einen häufigeren Wechsel der Querprofile gekennzeichnet als Laufstrecken im Bereich der Prallhänge. Bezogen auf eine Laufschwingung ist der Wechsel der Profile durch eine große Variabilität mit teilweise deutlichen Extremwerten bei der Gewässerbreite gekennzeichnet. Laufstrecken mit großer Querprofilheterogenität wechseln naturbedingt mit Strecken weitgehend homogener Querprofilgestaltung ab.

Querprofilentwicklung in den Talkrümmungsbögen

Im Gegensatz zu den Talquerungsstrecken sind die Querprofile im Bereich der Talkrümmungsbögen durchgehend durch die Talrandlage und den Felskontakt gekennzeichnet. Fluviale Prozesse in Form von Erosion und Akkumulation, die in alluvialen Ablagerungen für einen teilweise raschen Wechsel unterschiedlicher Querprofile sorgen, zeigen einen zu vernachlässigenden Einfluss auf die Formung der Querprofile. Beidseitige breitereosive Prozesse sind aufgrund der Prallhanglage von Natur aus nicht zu verzeichnen. Die Gestaltung der Querprofile hat sich über längere Zeiträume entwickelt und etabliert. Sie stellt sich, sieht man von lokalen Sondersituationen einmal ab, nach Durchlauf einer Hochwasserwelle immer wieder ein. Die korradierende (nivellierende) Wirkung des Geschiebestroms schafft somit in gestreckten Talkrümmungsbögen längere Abschnitte mit recht einheitlich breiten und flachen Profilen, die teilweise aufgrund der Fliehkräfte schwach zum Prallhang hin geneigt sein können.

Große Hangsturzmassen und die Sohle querende, morphologisch härtere Gesteine verursachen vereinzelt und unregelmäßig zu beobachtende Störungen dieser ansonsten naturbedingt einheitlichen Querprofile, indem sie für Einengungen oder Weitungen des Gewässerbettes sorgen. An Prallbäume gebundene Ufersporne, -buchten und Hinterspülungen bilden im Bereich der Innenkrümmungen kleinerer Mäandertalgewässer nicht nur sehr heterogene Ufer, sondern wirken sich auf die Querprofilgestaltung aus, indem sie die Sohle unregelmäßiger gliedern. Im Bereich der felsigen Prallufer ist dieser Einfluss nicht zu beobachten. Insgesamt ist in den gestreckten Talkrümmungsbögen in der Regel ein von Natur aus nur geringer Breiten- und Profilwechsel zu verzeichnen.

Den teils extrem aufgeweiteten Querprofilen der Talquerungsstrecken und den über längere Strecken einheitlichen Gleichgewichtsprofilen der gestreckten Talkrümmungsbögen stehen die Engenprofile der gestauchten Talkrümmungsbögen gegenüber. Sie sind im Bereich des Krümmungsscheitels häufig wannen- oder kolkförmig gestaltet und gehen ober- und unterstrom in zum Prallhang hin abtauchende, deutlich asymmetrische Profile über. Dabei wechselt von Prallhang zu Prallhang die Neigungsrichtung, so dass von asymmetrischen Wechselprofilen gesprochen werden kann. Im Gegensatz zu den Wechselprofilen in alluvialen Ablagerungen findet jedoch keine freie Migration statt, sondern die Profile sind über lange Zeiträume stationär im Fels festgelegt.



Abbildungen 70, 71: Im Bereich der Prallhänge können auf langen Strecken einheitliche Profile dominieren. Sie tauchen vom Innenufer schwach geneigt zum gegenüberliegenden Prallhang ab, so dass leicht asymmetrische flache Profile entstehen. Bei engen Talkrümmungsbögen können auch tiefe Kolkprofile, die über lange Zeiträume unveränderlich sind, vorkommen (Clerve bei Kautenbach). Demgegenüber weiten sich die Querprofile in den Talquerungsstrecken auf die teilweise dreifache Durchschnittsbreite. Hier sind die Profile durch den raschen Wechsel von Akkumulation und Erosion zudem sehr vielgestaltig und veränderlich, weil die Einengung der Talhänge aussetzt.

Querprofilentwicklung in den Talquerungsstrecken

Die Profiltypen in den Talquerungsstrecken sind in ihrer Entwicklung durch die meist abrupte Befreiung von der Korsettierung durch das anstehende Gestein gekennzeichnet. Lediglich im Bereich querender Felsriegel wird die Formung der Profile durch den festen Untergrund bestimmt. Da die Einschränkung der Breitenentwicklung wegfällt, können sich Laufweitungen mit sehr flachen, teilweise die dreifache durchschnittliche Mittelwasserbreite einnehmenden Profile bilden. Die weitgehend kohäsionslosen steinigen Ablagerungen ermöglichen eine große Seitenbeweglichkeit in den Weitungen der Talquerungsstrecken. Die durch starke Breitenerosion entstandenen Weitungsprofile sind oftmals durch Außenrinnen leicht eingetieft, so dass bei Niedrigwasser weite Flächen trocken fallen können.

Bei Aussetzen des anstehenden Gesteins bilden sich in den groben Sohlensubstraten Flachprofile, die meist breiter sind als die Gleichgewichtsprofile der Talkrümmungsbögen, jedoch nicht die Ausmaße im Bereich von Felsriegeln der Talquerungsstrecken erreichen. Im Gegensatz zu diesen ebenflächigen Profilen, zeichnen sich die übrigen Bereiche der Talquerungsstrecken durch das Vorkommen von größeren Bankbildungen, Uferkolken, Tiefwasserfurchen und Flachwasserrinnen aus. Generell bleiben die Profile jedoch aufgrund des Geschiebereichtums flach. Die Tendenz zur Laufgabelung in längeren Talquerungsstrecken wird vereinzelt durch Inselbildungen dokumentiert, so dass mehrgliedrige Querprofile entstehen.

Die typische, regelmäßig wiederkehrende Profilsequenz der Mäandertalgewässer lautet zusammenfassend:

- einheitliche und mehr oder weniger breitenkonstante Profile der gestreckten Talkrümmungsbögen,
- übertiefte Engenprofile und asymmetrische Wechselprofile der engen Krümmungsbögen und
- sehr breite Flachprofile der Talquerungsstrecken.

Profiltiefen- und Breitenvarianz

Die Profiltiefen und -breiten sind an die beschriebene Profilsequenz gekoppelt. Insgesamt herrschen einheitliche und regelmäßig wiederkehrende Verhältnisse vor, so dass extreme Situationen deutlich hervortreten. Diese sind an die Form und Breite der Talsohle sowie die Lage im Talraum gekoppelt.

8.5.7 Sohlenentwicklung

Substratzusammensetzung und -verteilung

Art und Zusammensetzung der Sohlensubstrate werden zum einen von dem Reichtum an Grobgeschiebe und zum anderen von den unterschiedlichen Akkumulationsbedingungen im Längsverlauf der Mäandertalgewässer bestimmt. Aufgrund der verschiedenartigen Transport- und Ablagerungsvoraussetzungen kann auch für die Sohlenstrukturierung eine grundsätzliche Zweiteilung in Talkrümmungsbögen und Talquerungsstrecken erfolgen. Es lassen sich die vom anstehenden Fels geprägten und grobgeschiebereiche Gewässersohlen unterscheiden. Feingeschiebe spielt nur kleinräumig im Strömungslee von Abflusshindernissen und als fugenfüllendes Lückensediment eine Rolle. Im Luxemburger Sandstein sind die Sandanteile am größten (Eisch). Im Längsverlauf einer Laufschwungung sind Fels- und Grobschottersohlen, die sich mehr oder weniger regelmäßig abwechseln und miteinander verzahnen, dominant.

Substratzusammensetzung und -verteilung in den Talkrümmungsbögen

Im Bereich der Talkrümmungsbögen erfolgt bei Hochwasser eine Abflussbündelung aufgrund der Talrandlage und des nur schmalen Überflutungsbandes im unmittelbaren Gewässerumfeld des auslaufenden Gleithanges. Diese Abflusskonzentration setzt große Schleppkräfte frei, die auch bei fallendem Hochwasser das grobe Geschiebe noch weitertransportieren können. Aufgrund ihrer weitgehend ebenflächigen bzw. nur schwachen Reliefierung im Bereich der gestreckten Talkrümmungsbögen werden die Gewässersohlen bei Durchlauf einer Hochwasserwelle häufig „freigefegt“, so dass großflächig der „nackte“ Fels ansteht und/oder eine dünne Sedimentauflage vornehmlich aus Schottern und Steinen zu verzeich-

nen ist. Diese flachgründige Maskierung der Felssohle ist sehr unregelmäßig und keilt in der Regel mit Annäherung an den Prallhang aus. Mächtigere Schotterpakete mit dachziegelartiger Einregelung sind in den Talkrümmungsbögen selten.

In unregelmäßigen Abständen gliedern Grobblöcke, die von lokalen, oftmals lange zurückliegenden Hangstürzen stammen, die Sohle zusätzlich. Sie halten auch größeren Hochwassern stand und verursachen deutliche Abflussverwirbelungen. In ihrem Strömungslee kann sich lokal Feingeschiebe ansammeln. Ansonsten kommen Feinsubstrate nur in den Uferbuchten der strömungsabgewandten Innenufer großflächiger vor. Kleinere Blöcke, die bei Hochwasser gerade noch bewegt werden können und ebenfalls von Hangstürzen stammen, sammeln sich stellenweise am Fuße der Prallhänge im Bereich der tiefsten Profile an und maskieren den anstehenden Fels. Sie sind meist kantig oder nur schwach kantengerundet, was auf kurze Transportwege hinweist.

In den engen Talkrümmungsbögen tauchen die schotterigen Krümmungsbänke meist steil zu den Felskolken ab. Unterstrom in Richtung Talquerungsstrecken legen sich häufig grobgeröllreiche Wurfbänke kranzförmig um die Kolke, oder die Kolke laufen in felsigen Tiefwasserfurchen aus. Sie werden vereinzelt von (meist) ein- oder (seltener) beidseitigen Sand- und/oder Kiesschleppen begleitet.



Abbildungen 72, 73: Auf dem rechten Bild ist ein Felsquerriegel im Schiefer angelegt. Der Felskontakt ist ein charakteristisches Merkmal im Einflussbereich der Prallhänge. Sie können aber auch in Talquerungsstrecken vorkommen, treten dort aber wesentlich seltener offen an die Oberfläche. Auf dem linken Bild ist das typische Sohlensubstrat der Mäandertalbäche des Öslings zu sehen. Es dominieren plattige Schiefer der Schotterfraktion, die kaum kantengerundet sind. Sie lagern sich temporär in den Talquerungsstrecken und in den Innenkrümmungen der Talkrümmungsbögen ab, bevor sie von der nächsten Hochwasserwelle wieder aufgenommen und weitertransportiert werden (Sauer bei Michelau).

Substratzusammensetzung und -verteilung in den Talquerungsstrecken

Im Bereich der Talquerungsstrecken herrschen völlig andere Transport- und Ablagerungsbedingungen. Beim Verlassen der Talkrümmungsbögen erfolgt eine abrupte Weitung des Ab-

flussquerschnitts. Durch den divergierenden Abfluss erfolgt eine deutliche Druckentlastung und Schleppkraftverminderung. Das von den Talkrümmungsbögen herantransportierte Grobgeschiebe kann zumindest teilweise zur Ablagerung kommen und wird nicht vollständig zum nächsten Talkrümmungsbogen weitertransportiert. Je länger und breiter die Talquerungsstrecke ist, desto deutlicher ist diese Entwicklung. Die Talquerungsstrecken können daher als rezente Geschiebedepots oder temporäre Sedimentationsflächen im Erosionsregime der Mäandertalgewässer bezeichnet werden. Ihre Anlage ist für die heutige Morphologie und Dynamik von großer Bedeutung. Es entstehen die oftmals mehrere Meter mächtigen Schotterablagerungen der Talquerungsstrecken (Talquerungsauen). In ihnen können sich die Mäandertalgewässer mit größerem seitlichen Bewegungsspielraum entwickeln, bevor sie unterstrom erneut in einen Krümmungsbogen eintreten. Die Gewässersohle ist in den Talquerungsstrecken von dem überaus reichlichen Grobgeschiebeangebot geprägt. Es bilden sich kompakte festgefügte Schotter-/Steinsohlen, die zahlreiche Blöcke ummanteln. Sie weisen eine generell große Oberflächenrauheit auf und bewirken ein mosaikartiges, kleinräumig rasch wechselndes Abflussmuster.

Durch starke Hochwasser episodisch eingetragene Grobblöcke gliedern die Oberfläche zusätzlich. Sie ragen bereits bei Mittelwasser über die Wasserspiegelfläche. Die Schleppkraft ist in der Regel bei Mittelwasser so groß, dass die kleineren Korngrößen abtransportiert werden und Feingeschiebe weitgehend nur kleinflächig, meist in Ufernähe zur Ablagerung kommt. Während die Sohle durch das grobe Substrat mikromorphologisch sehr unregelmäßig gestaltet ist, bedingt der Grobgeschiebereichtum mesomorphologisch eine vorwiegend schwach reliefierte Sohlenoberfläche (Sohlennivellierung). Lediglich im ufernahen Bereich kleinerer Mäandertalgewässer bewirken Ufersporne (Prallbäume) und -buchten ein kleinräumig abwechslungsreicheres Substratmosaik. Der dominante Einfluss des Grobgeschiebes auf die Sohlenstrukturierung setzt jedoch auch vereinzelt in den Talquerungsstrecken aus. In diesen Fällen ist die Gewässersohle im Bereich querender Felsriegel häufig direkt im anstehenden Festgestein angelegt und insgesamt ähnlich strukturiert wie in den Talkrümmungsbögen.

Typische Sohlenstrukturen in den Talkrümmungsbögen

Neben den bereits unter den typischen Laufstrukturen erwähnten Elementen (Krümmungsbänke, -kolke) kommen noch weitere Strukturen vor. Sie lassen sich auf spezielle Substratverhältnisse zurückführen. Im Bereich der Talkrümmungsbögen sind diese Strukturen meist an den anstehenden Fels gebunden. Der Härtewechsel und die Streichrichtung der sohlennahen Felspartien spielen dabei im Zusammenhang mit der „Kurvenlage“ des Gewässerbettes eine zentrale Rolle. Insbesondere die Schieferung des Gesteins (Ösling) ist, sofern sie strömungsparallel verläuft, für die Bildung langgezogener Rinnen, die eine markante Kleinreliefierung bewirken können, verantwortlich. Diese Rinnen wachsen durch weitere Korrasion zu Felsfurchen zusammen, die vornehmlich am Fuße der Prallhänge stark durchströmte, bei Niedrigwasser oftmals den gesamten Abfluss aufnehmende Tiefwasserfurchen bilden. Zwischengeschaltete, meist schmale morphologisch härtere Gesteinsbereiche (z.B. Ganggesteine oder Quarzite) werden herauspräpariert. Sie bilden beispielsweise unregelmäßig gefurchte Rauschflächen, die je nach Streichrichtung quer

furchte Rauschflächen, die je nach Streichrichtung quer oder auch diagonal das Gewässerbett gliedern können. Im Bereich der Prallhänge sind sie für die Ausbildung markanter, vorstehender Felsrippen und dazwischenliegender Auskolkungen mit turbulenten Kehrwassern verantwortlich. Vereinzelt gliedern zentnerschwere Felsblöcke zurückliegender Hangstürze die Sohle. Sie bilden natürliche Störstellen mit teilweiser Ausbildung von Felsschnellen.

Typische Sohlenstrukturen in den Talquerungsstrecken

Außerhalb der Talkrümmungsbögen sind unmittelbar an den Fels gebundene Sohlenstrukturen wesentlich seltener und nur an die vereinzelt Felsriegel gekoppelt. Von besonderer Bedeutung sind dabei die bereits erwähnten extremen Laufweitungen, die selbst bei Mittelwasser ausgesprochenen Flachwassercharakter (Rieselfelder) aufweisen. Das auf dem Fels lagernde Streusediment ist locker verteilt und wird bei Durchlauf einer Hochwasserwelle vollständig ersetzt. Dabei entstehen Felsflächen mit solitären Steinen oder langgestreckten perlschnurartigen Geschiebegirlanden. Das unregelmäßig ineinandergreifende und häufig die Richtung wechselnde Strömungsmosaik ist an die Abflusslenkung durch flache Felsrinnen und seichte -wannen sowie die heterogenen Geschiebeakkumulationen gebunden.

Außerhalb der Felsriegel sind meist randlich liegende Tiefrinnen nicht im Fels, sondern im Grobgeschiebe angelegt. In den Talquerungsstrecken sind insbesondere bei kleineren Mäandertalgewässern fluviale Prozesse, die bevorzugt von Prallbäumen ausgehen, für die ufernahe Sohlenstruktur (Kehrwasserbuchten, Uferkolke) von Bedeutung.

8.5.8 Uferentwicklung

Ufertypen

Genese, Form und Vergesellschaftung der Ufer sind bei den Mäandertalgewässern naturbedingt sehr vielgestaltig, da zum einen die Uferstruktur von den Eigenschaften des anstehenden Fels und zum anderen von den leicht modellierbaren, wenig kohäsiven alluvialen Ufersubstraten geprägt wird. Einen weiteren wesentlichen Einfluss auf die Ufergestaltung nimmt der Geschiebereichtum, der im besonderen Maße die felsfreien Ufer beim Durchlauf einer Hochwasserwelle gestaltet. Dabei spielt - wie bei den vorangegangenen Entwicklungskomponenten auch - die Lage des Gewässers im Talraum eine entscheidende Rolle. Generell lassen sich rasch verformbare, instabile Ufer den über lange Zeiträume weitgehend unveränderlichen Ufern gegenüberstellen. Die Rolle der Gehölze bei der Ufergestaltung ist differenzierter zu betrachten als bei den übrigen Gewässertypen.

Einfluss der Substratzusammensetzung und -verteilung auf die Ufertypen in den Talkrümmungsbögen

Die Talkrümmungsbögen sind durch zwei grundsätzlich unterscheidbare Situationen gekennzeichnet. In Prallhanglage sind die Ufer fast ausschließlich durch die Eigenschaften des anstehenden Gesteins und/oder die Sturzmassen des Talhanges geprägt. Trotz der massiven Beanspruchung bei Hochwasser sind sie aufgrund der nur langsamen Erodierbarkeit des widerständigen Felsens über längere Zeiträume sehr formkonstant. Sie tauchen entweder

unvermittelt und ohne Kanten- bzw. Absatzbildung steillehlig aus der Gewässersohle empor, oder bilden schmale Simse bzw. Absätze oberhalb der Mittelwasserlinie, ehe sie in die eigentlichen Talhänge überleiten. Eine Abgrenzung zwischen Ufer und Talhang ist meist nicht eindeutig festzulegen.

Je nach morphologischer Härte und petrographischer Zusammensetzung des Felsens werden weitgehend glatte Felswände von kleinreliefierten Bereichen oder von durch Felswannen und/oder -vorsprüngen deutlich gegliederten Abschnitten unterschieden. Während Verwitterungsprodukte am Fuß der Talhänge spätestens beim nächsten Hochwasserereignis abtransportiert werden, können grobe Residualblöcke der Hangsturzmassen und Blockströme lokal die Ufer bilden und den anstehenden Fels maskieren. Bei besonders starker seitlicher Grobgeschiebezufuhr können die ansonsten im Längsverlauf konkaven Prallufer konvexe Vorsprünge ausbilden. Steil aus dem Gewässerbett herausragende wandartige Felsufer stellen im Grunde genommen die nur gering überformten, fossilen Felssohlenränder des alten Gewässerbettes dar. Uferanlandungen oder breite Uferüberschotterungen kommen nur vereinzelt bei Ausbildung breiterer Randstreifen zwischen Gewässerbett und flach auslaufenden Talhängen vor. Sie werden bereits beim Auflaufen kleinerer Hochwasser mobilisiert und anschließend durch erneute temporäre Akkumulationen ersetzt.

Im Gegensatz zu den Außenufern der Talkrümmungsbögen sind die Innenufer selten vollständig im anstehenden Fels angelegt. Hier ziehen oberflächlich anstehende Felsriegel weitgehend ohne Sedimentüberlagerung im Uferbereich von den Innenkrümmungen zum Prallhang. Die Ufer sind schwächer geneigt und gehen meist ohne deutliche Übergänge in die Felssohlen des Gewässerbettes über. Sie bilden oftmals weiter ins Mittelwasserbett reichende Ufersporne und werden erst nach einigem Abstand vom Gewässerbett von den Alluvia-
lablagerungen des Gleithanges überdeckt. In der Regel setzen sich die Ufer im Bereich der Innenkrümmungen aus Schottern und Steinen ohne überlagernde feinere Ablagerungen zusammen.

Im Bereich gestreckter Talkrümmungsbögen sind die Innenufer meist flach bis mäßig geneigt und vorwiegend niedrig, während sie aufgrund des Rückstaus vor den engen Talkrümmungsbögen steiler und deutlich höher sind. In beiden Fällen sind die Ufer, trotz der bei jedem bordvollen Abfluss stattfindenden massiven Beanspruchung, sehr formkonstant und lagetreu, da sie im anlandigen Strömungsbereich gegenüber der Prallhänge liegen. Die Ufer können daher, trotz der vielfach zu beobachtenden deutlichen Erosionsspuren im nur locker gefügten, grobgeröllreichen Ufersubstrat als „dynamisch stabil“ gekennzeichnet werden. Die Innenufererosion bewirkt im Grunde genommen nur die permanente Wiederherstellung des vorhergegangenen Zustandes.

Bei fallendem Hochwasser können sich insbesondere im Auslaufbereich gestauchter Talkrümmungsbögen schotterige Uferanlandungen bilden, die fließend zu den Krümmungs- und Uferbänken überleiten. Somit sind die Ufer der Innenkrümmungen durch eine große Vielfalt von Erosions- und Akkumulationsformen gekennzeichnet, wobei letztere den Erosi-

onsformen nachträglich (beim Abflachen der Hochwasserwelle) aufgesetzt werden und vorwiegend den unmittelbaren Böschungsfuß betreffen.



Abbildungen 74, 75: Die Uferentwicklung ist bei den Mäandertalgewässern so vielgestaltig wie bei sonst keinem Gewässertyp. Das anstehende Gestein, die Ufergehölze und der massive Geschiebetrieb schaffen immer wieder neue Entwicklungsvoraussetzungen, so dass beispielsweise steile Felsufer im Prallhangbereich und freigespülte Uferbuchten zwischen Ufergehölzen auf kurzen Strecken miteinander abwechseln können (links Wiltz I-12-S; rechts Our: I-8-S)

Einfluss der Substratzusammensetzung und –verteilung auf die Ufertypen in den Talquerungsstrecken

Im Gegensatz zu den Talkrümmungsbögen sind die Ufer der Talquerungsstrecken, sieht man von vereinzelt, flach ausstreichenden Felsriegeln ab, beidseitig in weitgehend grobkörnigen Substraten angelegt. Im Umfeld der Felsriegel herrschen ähnliche Voraussetzungen wie bei den Felsufern der Innenkrümmungen (s.o.). Die weiteren Uferbereiche der Talquerungsstrecken sind dagegen äußerst vielgestaltig und rasch veränderlich. Während die Innenufer der Talkrümmungsbögen aufgrund der Lage im Talraum trotz starker Beanspruchung der locker gefügten Substrate eine deutliche Fixierung erfahren, steht einer ungehinderten Formung in den Talquerungsstrecken keine seitliche Einschränkung entgegen. Der massive Geschiebestrom, der mit voller Wucht aus den beengten Verhältnissen der Talkrümmungsbögen in die Talquerungsstrecken stößt, kann die aus lockeren Substraten bestehenden Ufer bei auflaufendem Hochwasser leicht modellieren und zurückverlagern.

Aufgrund des Geschiebereichtums und der felsigen Sohlenbasis erfolgt keine Tiefenerosion, so dass die ganze Formungskraft in den Uferrandbereichen zum Tragen kommt. Auelehme, welche die meist mehrere Meter mächtigen, groben Basisgerölle dünn überdecken können, spielen bei der Uferformung aufgrund ihrer Lage, ihrer Geringmächtigkeit und ihres naturbedingt vernachlässigbaren Erosionswiderstandes gegenüber dem massiven Geschiebestrom eine untergeordnete Rolle.

In den breiteren Talquerungsstrecken sind durch den größeren seitlichen Spielraum häufig korrespondierende Gleit- und Pralluferstrecken zu beobachten. Sie entstehen durch unregelmäßiges Pendeln der Mäandertalgewässer in dem Krümmungskorridor der Talweitung. Von den Gleit- und Prallufern der Aueltalgewässer unterscheiden sie sich durch ihren geringen Krümmungsradius (gestreckter Verlauf) und ihr schubweises (abruptes) Vor- und Zurückweichen. Diese Prozesse dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass insgesamt nur wenig seitlicher Bewegungsspielraum besteht. Die Ufer können sich nicht über längere Strecken zurückverlagern oder nachwachsen.

Vegetationsfreie, steilere Erosionsufer, die einer massiven Hochwasserbeanspruchung ausgesetzt und nur sehr schmal sind, korrespondieren mit ausgedehnten, nachwachsenden und insgesamt durch geringere Korngrößen gekennzeichneten Flachufern. Diese laufen meist fließend in den Gleithang aus und sind nur an ihrer Basis vegetationsfrei.

Sind bei den Innenufern der Talkrümmungsbögen bereits vereinzelt Erosions- und Akkumulationsformen in enger Vergesellschaftung vertreten, so werden die Ufer der Talquerungsstrecken durch diese Strukturierung häufiger und auf beiden Uferseiten charakterisiert. Beispielsweise sind durch Seitenerosion zurückverlagerte, teilweise von mächtigen Uferüberschotterungen geprägte Ufer zu verzeichnen. Diese Formen sind auf das vielgestaltige, örtlich und zeitlich rasch wechselnde Wirkungsgefüge von Abflussturbulenz, Geschiebereichtum und Seitenspielraum zurückzuführen. Der Einfluss der Ufergehölze spielt dabei eine eigenständige Rolle, die sich je nach Lage des Gewässerbettes im Talraum unterschiedlich auswirkt.

Einfluss der Gehölze auf die Uferstruktur in den Talkrümmungsbögen

Naturbedingt finden im Bereich der felsigen Prallhänge die Ufergehölze nur ungünstige Besiedlungsmöglichkeiten. Lediglich im Umfeld von stabilem Hangschutt, in spaltenreichen Felsnischen oder hinter Felsvorsprüngen im klüftigen Gestein sind bessere Aufwuchsbedingungen für Gehölze vorhanden. Glatte, kluffarme Felswände sind ebenso gehölzfrei wie stark dem Geschiebestrom ausgesetzte Bereiche knapp über Mittelwasserniveau, so dass von Natur aus kein geschlossener Ufergehölzsaum ausgebildet sein muss. Somit erstaunt die Tatsache, dass trotz der teilweise sehr ungünstigen Voraussetzungen für die Neubesiedlung naturnahe Waldbestände existieren. Dies liegt im wesentlichen an der Unzugänglichkeit der abgelegenen, steilen Prallhänge.

Während die Standorte, die unmittelbar im Mittelwasserbereich liegen, vorwiegend von Schwarzerlen und Gemeinen Eschen besiedelt werden, sind die nur von größeren Hochwassern erreichbaren Abschnitte von typischen Laubmischwaldarten bestanden. Je nach Tiefgründigkeit des Bodens (Hangneigung), Bodenwasserhaushalt und Exposition sind unterschiedliche Vergesellschaftungen mit entsprechenden Wuchshöhen zu verzeichnen. Unterwuchs mit Gräsern, Stauden und Röhricht ist im Bereich der Felsufer nur sehr spärlich und lokal ausgebildet. Er wird von einer an die standörtlichen Bedingungen besser angepassten Moos-, Farn- und Flechtenflora abgelöst.

Der Einfluss der Vegetation auf die Uferformung ist in Prallhanglage vernachlässigbar und wird vollkommen vom anstehenden Gestein überlagert. Es existieren in der Regel keine gehölzbedingten Ufersporne, -buchten und Hinterspülungen. Der Bildung von Verklausungen stehen einerseits die starke Hochwasserturbulenz und andererseits die lückenhafte Gehölzbesiedlung, die nur wenig Ansatzpunkte liefert, entgegen. Im Gegensatz zu den übrigen Uferbereichen kommen naturbedingt auch Sturzbäume nur selten vor. Zum einen sind die Altbäume in dem felsigen Ufersubstrat so stark verankert, dass sie nicht unterspülungs- und windwurfanfällig sind, sondern in der Regel altersbedingt nach und nach in sich zusammenfallen. Zum anderen bilden die steilen Prallhänge durch die starke Strömungsexposition ein nur unzureichendes Widerlager für Sturzbäume. Somit sind Wurzelkloben und -überhänge, die durchaus sehr zahlreich vorkommen können und durch den Geschiebetrieb oftmals deutlich beansprucht sind, die einzigen regelmäßig und häufiger zu beobachtenden Uferstrukturen, die von den Gehölzen direkt gebildet werden.

Ist zwischen den steilen, felsigen Prallhängen und dem Gewässerbett ein größerer und flacher Ufersaum ausgebildet, nimmt der direkte Einfluss der Gehölze auf die Ufergestaltung deutlich zu und ist mit den Verhältnissen im Bereich der anderen Uferpartien der Mäandertalgewässer vergleichbar.

Generell nimmt im Bereich der Innenufer der Talkrümmungsbögen der Einfluss der Gehölze auf die Uferformung in dem Maße zu, wie der Einfluss des anstehenden Gesteins abnimmt. Er erreicht jedoch nicht die Ausmaße wie in den Talquerungsstrecken. Die Gehölzzusammensetzung unterscheidet sich grundsätzlich nicht von den Talquerungsstrecken. Im Gegensatz zu den Prallhangufnern sind in der Regel bis ins Vorland Schwarzerlen dominant und beschränken sich nicht nur auf einen schmalen Saum oberhalb der Mittelwasserlinie.

Der Übergang zu anderen, feuchtigkeitsliebenden oder -meidenden Gehölzarten ist entscheidend von der Uferhöhe und der damit verbundenen Überflutungsdauer und -häufigkeit abhängig. Der Unterwuchs aus Gräsern, Stauden und Röhricht ist zwar deutlich ausgeprägter als in Prallhanglage, bleibt jedoch aufgrund der häufigen Uferbeanspruchung durch Umlagerungsprozesse im groben Ufersubstrat hinter dem Uferbewuchs der Auetalgewässer zurück. Niedere Pflanzen wie Flechten, Moose und Farne finden kaum dauerhafte Besiedlungsflächen und treten deshalb weitaus seltener als im Bereich der gegenüberliegenden Felsenufer auf.

Insbesondere im Bereich der gestreckten Talkrümmungsbögen stellen Altbäume standhafte, in den groben Ufer- und Sohlensubstraten fest verankerte Fixpunkte der Uferentwicklung dar. Durch ihre Hochwasserverwirbelung bilden sie lokale Störstellen, die für die Anlage weit zurückweichender Uferbuchten verantwortlich sind. Sie werden häufig hinterspült und gliedern mit ihrem oberflächennahen Wurzelwerk die unteren und mittleren Uferpartien, ehe die Ufer mit einem deutlichen Knick in die eigentlichen Vorländer überleiten. Bei fallendem Hochwasser bilden sich unter ihrem Einfluss sowohl Spülrinnen in noch stärker verwirbelten Zonen als auch langgestreckte feinere Akkumulationsbänder. Somit sind diese Ufer vereinzelt durch Uferdepressionen, die unter Mittelwasserniveau liegen und vom Hauptwasserkör-

per abgetrennt sind, gekennzeichnet. Diese gehölzabhängige Uferformung erreicht insgesamt nicht das Ausmaß wie in Talquerungsstrecken.

Der Einfluss der Gehölze wird besonders deutlich, wenn gehölzfreie Innenufer der Talkrümmungsbögen zum Vergleich herangezogen werden. Die zum Innenufer auftauchende Hochwasserströmung wird hier nicht durch die Altbäume zusätzlich verwirbelt, so dass vorwiegend einheitliche, stationäre Erosionsufer entstehen. Die unregelmäßige Anordnung der Altbäume und die vielfach zu beobachtende Andriftung von Treibholz bedingt im Umfeld der Innenufer die Bildung von teilweise mächtigen Treibholzansammlungen. Während die im Mittelwasserniveau stockenden Gehölze wie die gegenüberliegenden Altbäume der Prallufer aufgrund ihrer festen Verankerung nur sehr selten Sturzbäume bilden, werden die höherliegenden Gehölze, denen der Kontakt zum anstehenden Fels fehlt, vereinzelt durch Unterspülung der unterlagernden Schotter destabilisiert und tragen zur zusätzlichen Gliederung der Ufer bei. Die netzartige Umflechtung der Schotter durch das Wurzelwerk bildet teilweise skurrile Hohlkehlen, Überhänge und sockelartig freigespülte Ufersporne.

Einfluss der Gehölze auf die Uferstruktur in den Talquerungsstrecken

Ist im Bereich der Innenufer der Talkrümmungsbögen der Einfluss der Gehölze auf die Uferformung bereits deutlich, so fällt ihnen in den Talquerungsstrecken eine noch größere Rolle zu. Im Gegensatz zu den Talkrümmungsbögen unterdrückt kein durchgehend anstehender Fels (Prallufer) bzw. beeinflusst keine Leelage (Innenufer) die gehölzinduzierte Uferentwicklung. Somit werden durch den Einfluss der Gehölze weite Uferareale geprägt. Dabei spielen insbesondere die Schwarzerlen eine dominante Rolle. Sie halten zum einen in erstaunlichem Maße dem Geschiebestrom stand und bilden allein aufgrund dieser Tatsache bedeutende Strukturen aus. Zum anderen nehmen sie durch ihre Strömungslenkung und Turbulenzverstärkung indirekten Einfluss auf die Uferformung. Im Gegensatz zu den Innenufern der Talkrümmungsbögen beschränkt sich dieser Einfluss strömungsbedingt nicht auf eine insgesamt nur schmale Uferzone, sondern es bilden sich teils breite Flachuferflächen, die fließend in die Vorländer überleiten.

Diese Uferentwicklung ist natürlich immer auch an den starken Geschiebestrom gebunden. Die im groben Sohlenschotter fest verankerten Alterlen werden weiträumig hinterspült, indem die nicht durchwurzelter Ufersubstrate ausgeräumt werden. Auf diese Weise entsteht eine im Querprofil häufig zu beobachtende Ufersequenz: Sockelartig erhobene Wurzelkloben der Prallbäume leiten in breite, unregelmäßige Hinterspülungsfelder über, die mit unterschiedlich geneigten Uferschultern ins Vorland übergehen. Die Prallbäume sind teilweise so erosionswiderständig, dass sie bei entsprechender Lateralerosion auch innerhalb des Mittelwasserbettes inselartig vorkommen können. Die Hinterspülungsfelder dienen als Entlastungsfurchen bei kleineren und mittleren Hochwassern, sind durch Erosions- und Akkumulationsformen kleinreliefiert und von vereinzelt Gehölzen durchsetzt. Randlich gehen die Hinterspülungsfelder unregelmäßig, teils unter Ausbildung von Erosionskanten, ins Vorland über.

Sind die Ufer einem verstärkten Geschiebestrom ausgesetzt, können sich im Strömungslee der Altbäume häufig schmale und langgestreckte Geschiebebänder bilden, die als wallartige

Rücken hervortreten. Trotz der generell festen Verankerung der Ufergehölze im steinig-schotterigen Substrat werden höher stehende Gehölze durch Uferunterhöhlung destabilisiert und gliedern als Sturzbäume die Ufer zusätzlich. Sie dienen teilweise als Ansatzpunkt für mächtige Treibholzverkläuerungen und bewirken durch ihre Abflussverwirbelung eine reichhaltige Kleinstrukturierung der Ufer.

Aufgrund der räumlich und zeitlich rasch wechselnden Standortbedingungen im Zuge der Erosions-, Umlagerungs- und Akkumulationsprozesse in den Uferbereichen der Talquerungsstrecken ist ein kleinräumig rasch wechselndes Vegetationsmosaik mit Stauden, Röhricht und Gräsern zu verzeichnen.

Zusammenfassung der typischen Uferlängsgliederung

Es lassen sich grundsätzlich drei Ausgangssituationen der natürlichen Uferentwicklung unterscheiden, die im wesentlichen von der Lage im Talraum abhängig sind. Innerhalb der Talquerungsstrecken sind, sieht man von vereinzelt unterlagernden Felsriegeln einmal ab, die Ufer durch das weitgehend freie Spiel erosiver und akkumulativer Prozesse gekennzeichnet. Der Einfluss der Gehölze auf die Uferformung ist hier am deutlichsten ausgeprägt. Dem steht die teilweise völlig konträre Ausgangssituation im Bereich der Talkrümmungsbögen gegenüber. Sofern im Umfeld der Innenufer kein Fels dominiert, ist die Uferentwicklung noch am ehesten mit der in den Talquerungsstrecken zu vergleichen. Jedoch sind die Ufer aufgrund der strömungsabgewandten Lage meist schmaler und weniger veränderlich. Die gegenüberliegenden Ufer stellen im Grunde genommen die auslaufenden Talhangfüße der Prallhänge dar. Sie sind häufig unmittelbar im Fels oder groben Hangschutt angelegt und äußerst formkonstant. Der Einfluss der Gehölze auf die Formung der Ufer ist hier insgesamt vernachlässigbar. Die unterschiedlichen Voraussetzungen der Uferentwicklung lassen eine insgesamt vielfältige Längsgliederung der Ufer entstehen. Dabei sind naturbedingt die Ufer der Talquerungsstrecken heterogener gestaltet als die der Talkrümmungsbögen.

8.5.9 Gewässerumfeld

In der Regel sind in den Talkrümmungsbögen naturbedingt nur schmale Überflutungssäume im Bereich der Innenkrümmungen zu verzeichnen. Vereinzelt kommen bei sehr flach auslaufenden Gleithängen auch breitere (einseitige) Talkrümmungsausläufer vor. Sie weisen eine grobsteinige, teilweise dünn mit Feinalluvionen überdeckte Substratzusammensetzung auf. Bei starken Hochwassern werden diese Flächen im ufernahen Bereich häufig durch grobsteinige, aus dem Gewässerbett geworfene Substrate überdeckt. Die Basis der Vorlandüberschotterungen liegt meist am Beginn der Talkrümmungsbögen und wird durch die abrupte Abflussbremsung des angeströmten Prallhanges verursacht. Die mitgelieferten groben Schotter und Blöcke werden teilweise im unmittelbaren Vorland und Uferbereich der Innenkrümmung abgelagert, so dass langgezogene, über längere Zeit freiliegende Schotterfluren entstehen. Sie sind häufig mehrere Dezimeter mächtig und im Einflussbereich der Gehölze durch Rinnen und Riedel heterogen gegliedert. Vereinzelt werden diese Schotterfelder randlich von

Hochwasserentlastungsfurchen begleitet, die unterstrom wieder in das Gewässerbett einmünden.



Abbildungen 76, 77: Das Gewässerumfeld der Mäandertalgewässer ist im Bereich der Talquerungsstrecken von Natur aus sehr strukturreich und durch die hohe Abflussturbulenz geprägt (linkes Bild). In Luxemburg kommen nur wenige Mäandertalstrecken mit naturnahem Gewässerumfeld vor (Wiltz: I-12-S).

Aufgrund des schmalen Abflusskorridors und der damit verbundenen Turbulenz werden auch bei fallendem Hochwasser feinere Korngrößen nicht in erwähnenswerten Ausmaßen abgelagert. Die Talquerungsstrecken mit ihren teilweise deutlichen Weitungen werden bei Hochwasser beidseitig geflutet. Hier sind typische Talquerungsauen ausgebildet. Im Gegensatz zu breiten Sohlentälern sind die beidseitig überflutbaren Vorländer im Tallängsverlauf nur auf verhältnismäßig kurzen Streckenabschnitten ausgebildet. Sie werden wesentlich rascher durchflossen, nur kurzfristig überflutet und setzen sich vorwiegend aus grobsteinigem Material zusammen. Ihre Dynamik und Struktur wird im wesentlichen von dem bei Hochwasser zu verzeichnenden Geschiebetrieb geprägt. Bei starken Hochwassern werden die Talquerungsauen häufig bis weit ins Vorland mit Sedimenten überdeckt, so dass offene Sand-, Kies- und Schotterflächen für lange Zeit die Talniederung prägen.

Sowohl beim Eintritt in die Talquerungsstrecken als auch auf den Vorländern der Prallufer innerhalb der Talweitungen werden bei stärkeren Hochwassern weite Vorlandbereiche durch die mitgeführten Sohlensubstrate unregelmäßig überdeckt und kleinreliefiert. Durch die starken Fliehkräfte bzw. den abrupt wegfallenden Gegendruck der Prallhänge können Teile des Sohlenmaterials nicht im Gewässerbett gehalten werden, sondern werden fächerförmig ins Vorland transportiert. Aufgrund der weitgehend ungehinderten Ausbreitung in den Talquerungsauen wird die transportierte Fracht stärker sortiert, so dass das gesamte Korngrößenspektrum zur Ablagerung kommen kann. Auf diese Weise werden auch sandig-kiesige Ablagerungen in Randlagen großflächiger verteilt, jedoch dominiert insgesamt das grobkörnigere Material. Der Einfluss der Gehölze ist für die Reliefierung der Talquerungsauen von besonderer Bedeutung. Sie induzieren als lokale Strömungsenker unterschiedlich zusammenge-

setzte Geschiebebänder, tiefe Wannen, langgestreckte Rinnen und schotterige Hochwasserentlastungsfurchen, die meist vegetationsfrei bleiben.

Eine zusätzliche Strukturierung erfolgt durch die teilweise hoch aufgetürmten Totholzbarrieren und Sturzbäume. Im Gegensatz zu den Auetalgewässern sind die Talquerungsauen der Mäandertalgewässer durch eine wesentlich stärkere Dynamik (Veränderlichkeit), größere Spannbreite des abgelagerten Sohlenmaterials und eine deutlicher herauspräparierter Kleinreliefierung gekennzeichnet.

9 Die Referenzgewässerstrecken

Unter Referenzgewässern werden die Bäche und Flüsse verstanden, die im Sinne der heutigen potenziellen natürlichen Gewässermorphologie (hpnG) beispielhafte Vertreter der einzelnen Gewässertypen in den Fließgewässerräumen darstellen. Sie dienen als Leitbilder und Bewertungsmaßstab für die übrigen Gewässer des jeweiligen Gewässertyps. Aufgrund anthropogener Eingriffe erstreckt sich die Referenzwürdigkeit selten auf die gesamte Gewässerlänge, sondern ist nur in Teilabschnitten gegeben. Es liegen somit im eigentlichen Sinne Referenzgewässerstrecken vor. Die Referenzgewässerstrecken weisen in vielfacher Hinsicht die unter den talmorphologischen Gewässertypen beschriebenen hydromorphologischen Eigenschaften auf.

9.1 Auswahl

Die im Gewässertypenatlas dokumentierten Referenzgewässerstrecken stellen einen Großteil der im Rahmen der Geländebereisungen ermittelten naturnahen Gewässerabschnitte dar. Die Recherche potenzieller Referenzgewässerstrecken vollzog sich in zwei Arbeitsschritten:

9.1.1 Vorauswahl potenzieller Referenzgewässerstrecken

Eine Vorauswahl wurde durch die Auswertung topographischer und geologischer Karten vorgenommen.

Indizien für eine mögliche Referenzwürdigkeit der Gewässer sind:

- Verlauf unter geschlossener Waldbedeckung (Laubwald) oder breiter Ufergalerie
- großflächig vernässtes Gewässerumfeld
- ausgiebige Krümmungsbildung
- Verlauf entlang von Grenzen (Gemeindegrenzen, u.ä.)

Treten mehrere dieser Kartenmerkmale gleichzeitig auf, erfolgte in jedem Fall eine Geländebereisung.

Es ist zu beachten, dass die Karteninhalte nicht immer dem aktuellen Gewässerzustand entsprechen, sondern zwischenzeitlich sowohl positive als auch negative Entwicklungen einsetzen konnten. Daher wurden einige naturnahe Strecken auch mehr oder weniger zufallsbedingt entdeckt.

Als weitere Informationsquellen diente die für einige Gewässer Luxemburgs vorliegende Strukturgütekartierung. Dabei kamen die Gewässerstrecken, welche die Strukturgüteklasse 1

und 2 aufweisen, grundsätzlich als Referenzgewässer in Frage. Mit der Strukturgütekategorie 3 bewertete Streckenabschnitte wurden teilweise aufgesucht.

9.1.2 Geländebereisung mit Referenzgewässerbewertung

Die in der Vorauswahl ermittelten Gewässer wurden anschließend bereist, um ihre Referenzwürdigkeit festzustellen. Wichtigstes Kriterium ist dabei der Natürlichkeitsgrad der Gewässer, der sich an der heutigen potenziellen natürlichen Gewässermorphologie (hpnG) orientiert. Es handelt sich dabei um Abschnitte von Gewässern, die als primäre oder sekundäre Referenzen bezeichnet werden:

a) Primäre Referenzgewässer:

Darunter werden Bäche und Flüsse verstanden, die dem heutigen potenziellen natürlichen Gewässerzustand (hpnG) weitgehend entsprechen. Sie weisen eine über lange Zeiträume reichende eigendynamische Entwicklung auf, die vom Menschen nicht oder zumindest nicht wesentlich beeinflusst wurde. In der Regel liegen diese Strecken unter Waldvegetation und/oder befinden sich in unzugänglichen Tälern, weshalb es sich häufig um Kerbtalgewässer handelt.

b) Sekundäre Referenzgewässer:

Diese Fließgewässer durchlaufen eine Phase der morphologischen Regeneration, so dass in absehbarer Zeit wieder eine große Naturnähe zu erwarten ist. Die Gewässer weisen nicht immer gute und sehr gute Strukturgütebewertungen bei allen Parametern auf. Sie sind jedoch aufgrund ihrer Entwicklungsfähigkeit „auf dem besten Wege“ ohne Zutun des Menschen in absehbarer Zeit die höchste Strukturgütekategorie zu erreichen. Solche Gewässerstrecken stellen vorbildliche Regenerationsstadien dar, die für die künftige Gewässerentwicklung als „Lernstrecken“ für Planer und die Wasserwirtschaftsverwaltung von großer Bedeutung sind.

Im Rahmen des Forschungsauftrages war es nicht möglich, alle referenzwürdigen Gewässerstrecken aufzusuchen und nur die „besten“ in den Referenzgewässerprotokollen zu beschreiben. Vielmehr sollte für die einzelnen Fließgewässerräume eine repräsentative Auswahl von referenzwürdigen Strecken ausgewiesen werden, die zusätzlich gut erreichbar sind und das Typenspektrum des jeweiligen Fließgewässerraumes abdecken. Bei Vorlage der Ergebnisse der Gewässerstrukturgütekartierung in Luxemburg können sicherlich noch weitere potenzielle Referenzstrecken lokalisiert werden. Es hat sich auch herausgestellt, dass bei der Strukturgütebewertung durchaus verhältnismäßig schlecht bewertete Gewässerstrecken als sekundäre Referenzstrecken in Frage kommen können (z.B.: Attert II-2-A). Gerade auch bei den kleineren Gewässern kommen Referenzstrecken vor, die nur zufallsbedingt lokalisiert werden können.

9.2 Dokumentation

Die ausgewiesenen Referenzstrecken werden in ausführlicheren Langprotokollen (Steckbriefen) oder in weniger aufwändigen Kurzprotokollen dokumentiert. Die Auswahl, welche Referenzstrecken in einem Lang- bzw. Kurzprotokoll beschrieben wird, richtet sich nach der Repräsentanz für den Fließgewässerraum, nach dem Natürlichkeitsgrad und der Beispielhaftigkeit bestimmter hydromorphologischer Entwicklungen.

Allen Steckbriefen geht ein „Kopf“ voraus, der einen Überblick über die wichtigsten Daten der Strecke enthält.

1a Kennziffer der Referenzstrecke und Gewässername		
1b Gewässertyp (Gewässergröße und Fließgewässerraum)		
2 Talform	3 Referenzstatus	4 Länge der Referenzstrecke
5 Talgefälle	6 Naturräumliche Einheit	7 topographische Karte

Abbildung 78: Kopf der Lang- und Kurzprotokolle

Im oberen Abschnitt sind dabei die „Eckdaten“ (1a, b) der Gewässertypisierung genannt. Die Inhalte des „Kopfes“ werden im Folgenden kurz erläutert.

1 1a: Kennziffer der Referenzstrecke und Gewässername

Die Kennziffer der einzelnen Referenzstrecken setzt sich aus der Nummer des Fließgewässerraumes, einer fortlaufenden Nummer innerhalb des Fließgewässerraumes, sowie einem Kürzel, das den talmorphologischen Gewässertyp bezeichnet, zusammen. Diese drei „Ziffern“ sind jeweils durch einen Bindestrich miteinander verbunden (z.B. II-3-A).

Nummer und Kurzcharakteristik des Fließgewässerraumes

I = Fließgewässer des Schiefergebirges

vorwiegend grobkörnige, festgefügte Sohlensubstrate (eingeregelter Deckwerke); häufig Felskontakt; silikatisch

II = Fließgewässer des Muschelkalks

vorwiegend grobkörnige, festgefügte Sohlensubstrate (eingeregelter Deckwerke); häufig Felskontakt mit Blockansammlungen; karbonatisch

- III = Fließgewässer des Keuper und Lias (ohne Luxemburger Sandstein)
vorwiegend feinkörnige, mobile Sohlensubstrate (tiefgründig lockersohlig);
karbonatisch
- IV = Fließgewässer des Luxemburger Sandsteins
vorwiegend grobkörnige, festgefügte Sohlensubstrate (eingeregelter Deckwerke); häufig Sandauflagen; silikatisch

Die fortlaufende Nummerierung innerhalb des Fließgewässerraumes orientiert sich an der geographischen Lage der Referenzstrecke und erfolgt weitestgehend von Nordwest nach Südost.

Die Kürzel der talmorphologischen Gewässertypen lauten:

Haupttypen M = Muldentalgewässer

A = Auentalgewässer

K = Kerbtalgewässer

S = Mäandertalgewässer

Mischtypen M/K = Übergänge zwischen Mulden- und Kerbtalgewässern

M/A = Übergänge zwischen Mulden- und Auentalgewässern

K/A = Übergänge zwischen Kerbtal- und Auentalgewässern

A/S = Übergänge zwischen Auental- und Mäandertalgewässern

Der Gewässername entspricht der Benennung der Fließgewässer nach der topographischen Karte 1:20000 von Luxemburg.

1b: Gewässertyp

Der Gewässertyp gibt Auskunft über die Gewässergröße und über den Fließgewässerraum (z.B. großer Bach im Muschelkalk). Es werden dabei vier Gewässergrößen (vgl. Kapitel 5.2.2) sowie die vier definierten Fließgewässerräume unterschieden (vgl. Kapitel 7.2).

2: Talform

Es wird der zutreffende Typ, der sich aus den vier möglichen Haupt- und vier Mischtypen auswählen lässt, aufgeführt (vgl. Kapitel 8)

3. Referenzstatus

Der Referenzstatus unterscheidet zwischen primären und sekundären Referenzgewässerstrecken

4: Länge der Referenzstrecke

Die Lauflänge des Gewässern innerhalb des Referenzbereiches wird auf 50 Meter gerundet angegeben.

5: Talgefälle

Das Talgefälle wurde anhand eines längeren Gewässerabschnittes (und nicht nur im Referenzbereich) ermittelt und wird auf 1‰ gerundet angegeben.

6: Naturräumliche Einheit

Die Naturräumlichen Einheiten wurden der Veröffentlichung „Naturräumlichen Gliederung Luxemburgs – Ausweisung ökologischer Regionen für den Waldbau mit Karte der Wuchsgebiete und Wuchsbezirke“ der ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS von 1995 entnommen.

7. Topographische Karte

Es wird der Name der topographischen Karte Luxemburgs 1:20000 angegeben, auf welchem die Referenzstrecke zu finden ist.

In Anschluss an den „Kopf“ ist die genaue Lage der Referenzstrecke anhand eines roten Kreises auf der topographischen Karten 1:20000 markiert. Darauf folgt eine Erläuterung der Referenzstrecke mit Aussagen über Lage und besondere Merkmale. Bei den Langprotokollen werden charakteristische Merkmale anhand eines oder mehrerer Fotos verdeutlicht.

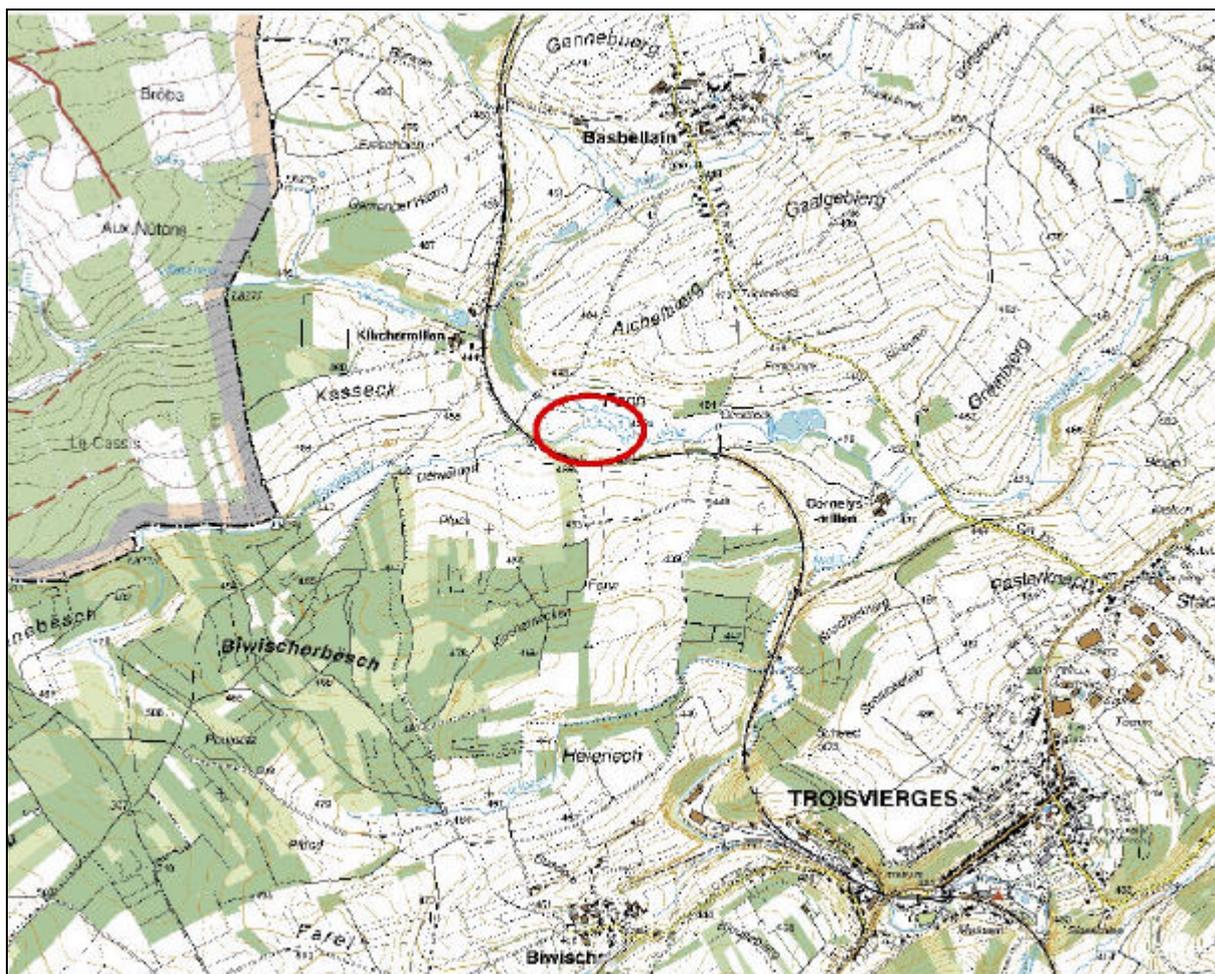
Eine Übersicht der Referenzgewässerstrecken gibt die Karte I. Aus der Karte können die entsprechenden Referenzgewässer direkt mit Hilfe der Kennziffer in Kapitel 9.3 ausfindig gemacht werden.

9.3 Referenzgewässerprotokolle

9.3.1 Referenzstrecken mit Langprotokoll

Kennziffer der Referenzstrecke	Gewässername	Seitennummer
I-3-M	Klengelbaach	132
I-5-A/M	Tretterbaach	134
I-7-A/S	Woltz	136
I-8-S	Our	138
I-9-A/S	Cleve	140
I-10-A/S	Wiltz	142
I-11-A/S	Wiltz	142
I-12-S	Wiltz	144
I-16-S	Wiltz	146
I-18-K	Schlrirbech	148
I-22-K/A	Wark	150
II-2-A	Attert	152
II-4-A	Alzette	154
II-5-M	Schlammbaach / Lelligerbaach	156
II-6-K/A	Syre	158
II-9-K/A	Lenningerbaach	160
III-1-M	Strengbaach	162
III-2-M	Schrandweilerbaach	164
III-3-M	Schrandweilerbaach	164
III-4-M	Olmerbaach	166
III-5-K	Mierbech	168
III-6-M/K	Pawuesgriecht	168
III-10-M	Aalbaach	170
III-11-M/A	Briedemsbaach	172
IV-2-K/A	Ernz noire	174
IV-3-K	Ernz noire	176
IV-7-K/A	Mamer	178
IV-8-K	Kackeschbaach	180

I-3-M Klengelbaach		Kleiner Bach im Schiefergebirge
Talform: Muldental	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 250 m
Talgefälle: ca. 21‰	Naturraum: Nördliches Hochösling	Topographische Karte: TK 1: Troisvierges



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Der Klengelbaach ist ein kleiner Muldentalbach, der südlich von Basbellain in die Woltz mündet. Im Hochösling im Nordwesten des Landes stellen sich die Muldentalbäche anders dar als in den Keuper- und Liaslandschaften im Süden. Die höheren Niederschläge und das kühlere Klima führen auf den undurchlässigen Schieferböden zu einer geringeren Abbaurate der organischen Substanzen, so dass hier bereits der Rand der Fennlandschaften der Ardennen erreicht ist. Die Bäche fließen in Talniederungen, die organisch geprägte Gleye oder Niedermoore aufweisen. Der Klengelbaach fließt im Referenzabschnitt durch eine wohl zu früheren Zeiten dränierte Moorniederung unter freier Entwicklung seiner Morphodynamik. Er bildet im Einmündungsbereich zur Woltz einen Schwemmfächer mit unregelmäßig angeordneten, verzweigten Abflussrinnen. Diese freie Dynamik ist der Grund, warum diese Referenzstrecke als primär eingestuft ist.

renzstrecke, trotz weitgehend fehlender Gehölze ausgewiesen wurde. Die Gehölze werden wohl aus naturschutzfachlichen Gründen in regelmäßigen Zeitabständen entfernt. Die freie Dynamik im Bereich des Schwemmfächers vermittelt aber einen sehr guten Eindruck dieser in der Kulturlandschaft selten gewordenen Situation (Foto). Die Laufverwilderung im Bereich des Schwemmfächers wird durch die fehlenden Gehölze begünstigt, da der Bach ungehindert über den uhrglasförmig aufgewölbten Schwemmfächer pendeln kann. Im oberen Bereich stabilisieren Gehölze den Bachlauf (Foto), so dass hier ein klar abgegrenztes Gewässerbett ausgebildet ist (Foto). Das Sohlensubstrat setzt sich vorwiegend aus feinkörnigen Korngrößen zusammen, wobei die Sand- und Kiesfraktionen (Schiefer und Quarzite) dominieren.

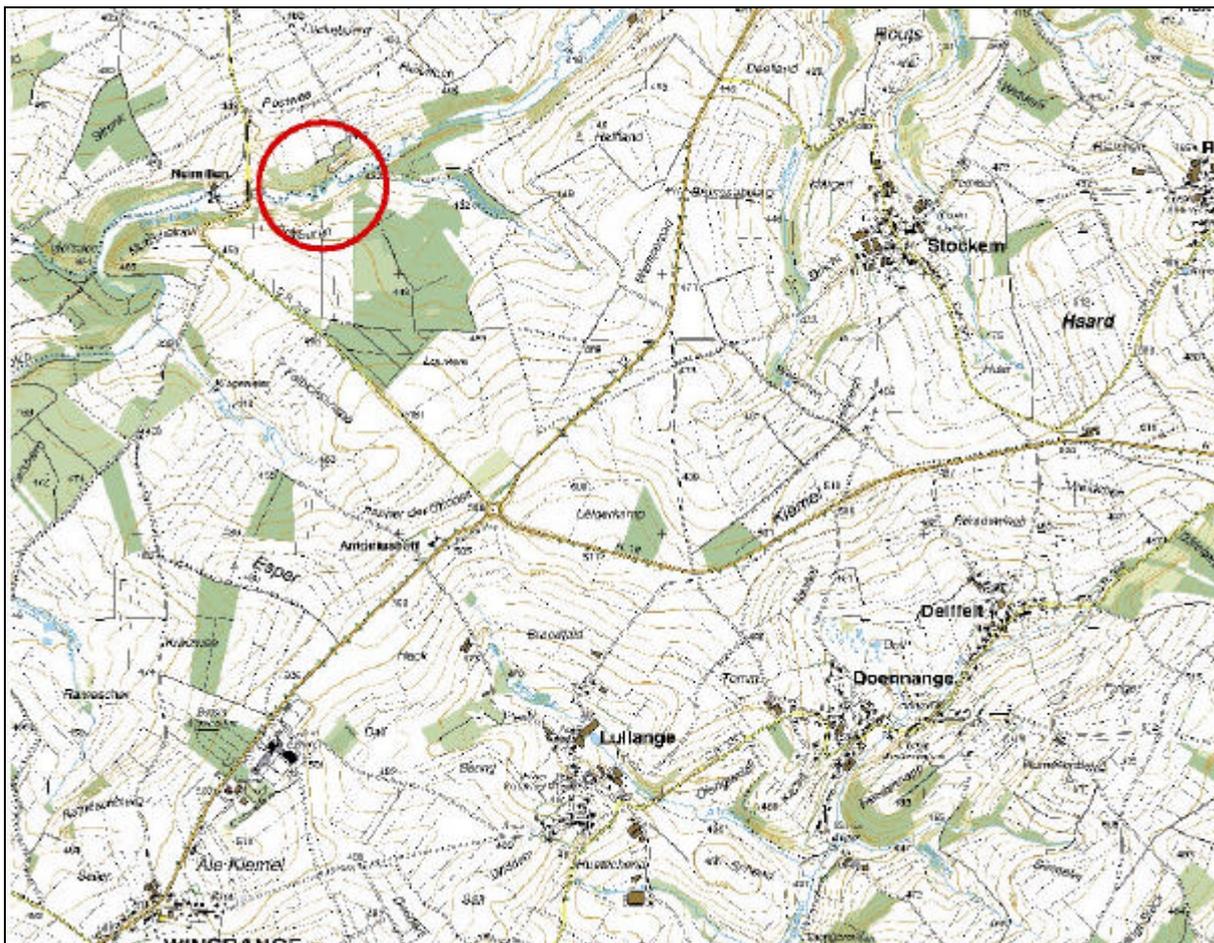


*breitflächiger Abfluss im Bereich
des Schwemmfächers*



*flachsohliges mit Feinmaterial
ausgekleidetes Gewässerbett im
Bereich mit Ufergehölzen*

I-5-M/A Tretterbaach		Kleiner Bach im Schiefergebirge
Talform: Auetal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 800 m
Talgefälle: ca. 6‰	Naturraum: Nördliches Hochösling	Topographische Karte: TK 3: Wincrange



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke des Tretterbaches befindet sich unterhalb der Brücke bei Neimillen. Der Taltypus ist im gesamten Verlauf des Tretterbaches durch zahlreiche Übergänge gekennzeichnet. Streckenabschnitte zeigen im „fliegenden Wechsel“ Charakteristika von Auetälern, Muldentälern und vereinzelt Kerbtälern. Im beschriebenen Bereich zeichnet sich der Bach durch eine starke Krümmungsbildung, wie sie für Auetalgewässer typisch ist, aus. Leider ist der Anteil der bachbegleitenden Ufergehölze, wie im gesamten Hochösling, relativ gering, so dass im Uferbereich teilweise deutliche Strukturdefizite zu beobachten sind. Auch am Tretterbach ist keine Tendenz zur Tiefenerosion zu erkennen, trotz teils deutlicher Begradiungen. Der Geschiebereichtum verursacht im Gegenteil häufig Aufschotterungsflächen, die

bereits bei leichtem Hochwasser weitflächig überrieselt werden. Diese Entwicklung wird durch die einzelnen Ufergehölze, insbesondere durch Strauchweiden, begünstigt. Sie sind oftmals Ausgangspunkt für Treibholzverklausungen, die den gesamten Gewässerquerschnitt verbarrikadieren und den Bach zum Ausuferen zwingen. Da die Wiesen und Weiden nicht mehr genutzt werden und sich zwischenzeitlich Nassfluren und Röhrichtbestände ansiedeln, ist diese Entwicklung für das Gewässer-Aue-System positiv zu bewerten.



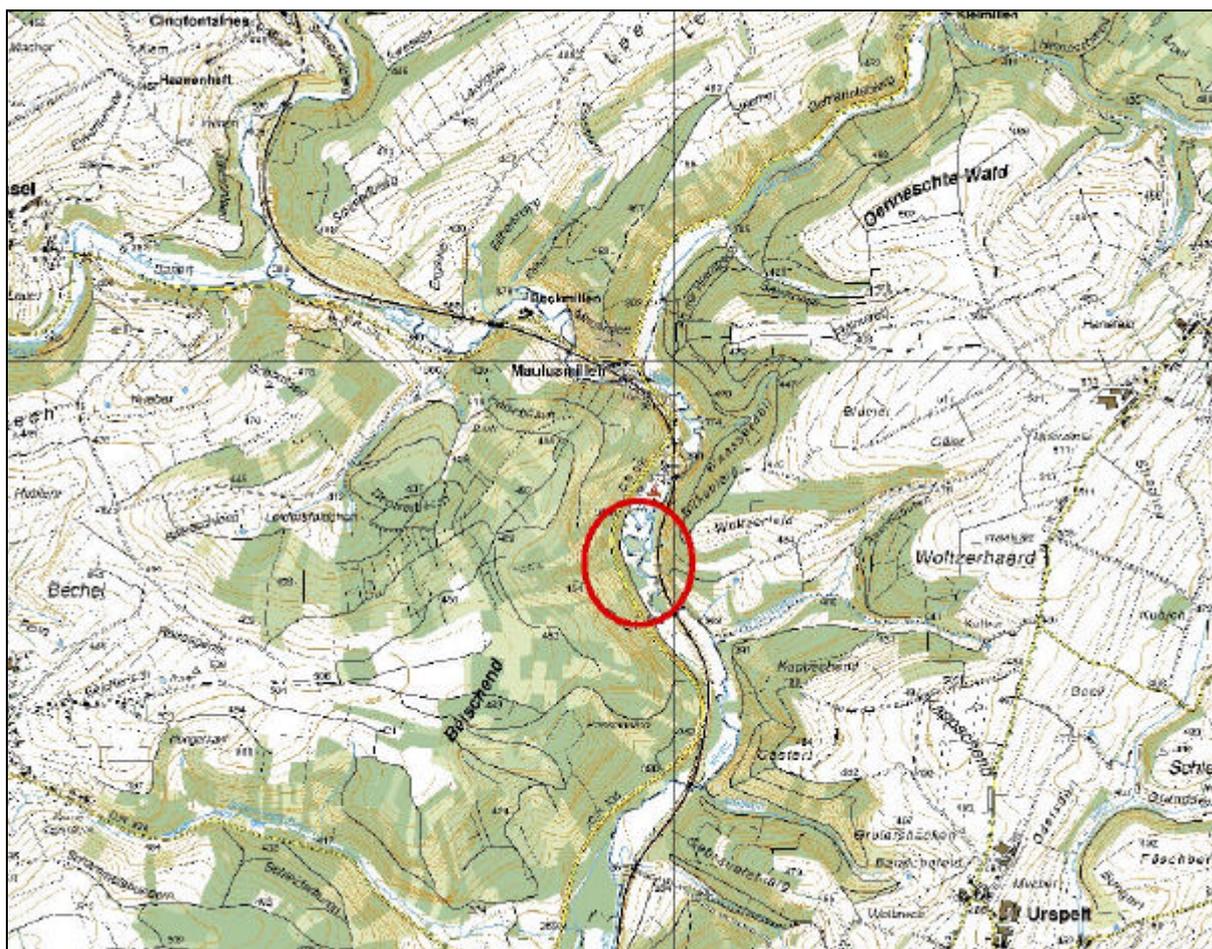
Selbst bei Mittelwasser ufert der Tretterbach streckenweise aus, weil der Abfluss im Gewässerbett durch vereinzelte Barrikaden aus Treibholz versperrt ist.

Diese Überflutungen führen zu weiträumigen Wiedervernässungen, die sich zu Nassbrachen, Röhricht- und Staudenfluren entwickeln.



Zwischen diesen Akkumulationsstrecken fließt der Bach in einem klar abgrenzbaren Gewässerbett, das in den meisten Fällen bis auf Einzelbäume gehölzfrei ist.

I-7-A/S Woltz		Großer Bach im Schiefergebirge
Talform: Übergang Auetal- Mäandertal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 600 m
Talgefälle: ca. 6‰	Naturraum: Nördliches Hochösling	Topographische Karte: TK 3: Wincrange



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Südlich von Maulusmillen fließt die Woltz teilweise unter starker Krümmungsbildung in einem engen, gewundenen Sohlental, das charakteristisch für die größeren Bäche des Öslings ist. Unterhalb des Campingplatzes befindet sich eine besonders schöne Referenzstrecke, die vor allem durch ihre Krümmungsdynamik hervorsteht. Auf der topographischen Karte zeichnet die Gemeindegrenze den alten Bachverlauf nach. Zwischenzeitlich hat die Woltz durch Krümmungserosion neue Krümmungen geschaffen, so dass die Gemarkungsgrenze teilweise auf beeindruckende Weise den alten Bachlauf dokumentiert. Als zu früheren Zeiten die Talgründe die wertvollsten Wiesenstandorte waren, wurde von Seiten der Eigentümer peinlich genau darauf geachtet, dass kein Land der eigenen Parzelle verloren ging. Die arbeitsintensiven und hochwassergefährdeten Talgründe sind für die moderne, hochtechnisierte

Landwirtschaft nicht mehr interessant, so dass auch das Gewässer seinen Weg frei wählen kann. Auf diese Weise ist eine sehr struktur- und abwechslungsreiche Referenzstrecke entstanden (Fotos). Zahlreiche Schotter-, Kies- und Sandbänke zeugen von dem Geschiebereichtum der Strecke. Das Strömungsmuster ist durch eine große Breiten- und Tiefenvarianz sehr abwechslungsreich gestaltet. Einzelne Fichtenaufforstungen und der Bahndamm beeinträchtigen den positiven Gesamteindruck nur unwesentlich.

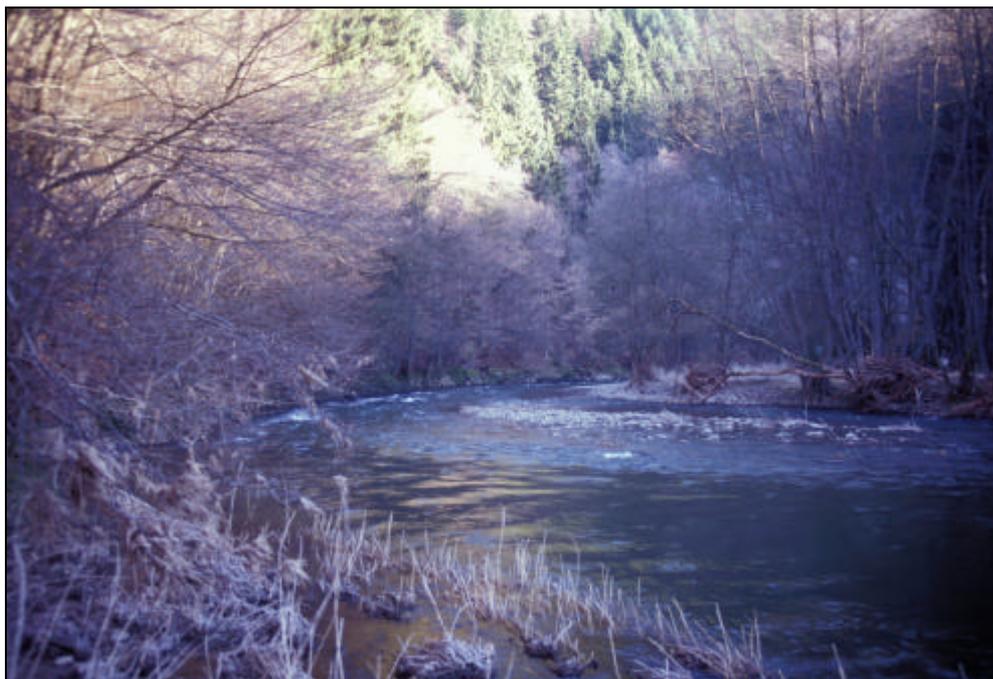


I-8-S Our		Großer Bach im Schiefergebirge
Talform: Mäandertal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 1200 m
Talgefälle: ca. 3‰	Naturraum: Ourtal	Topographische Karte: TK 4: Hosingen

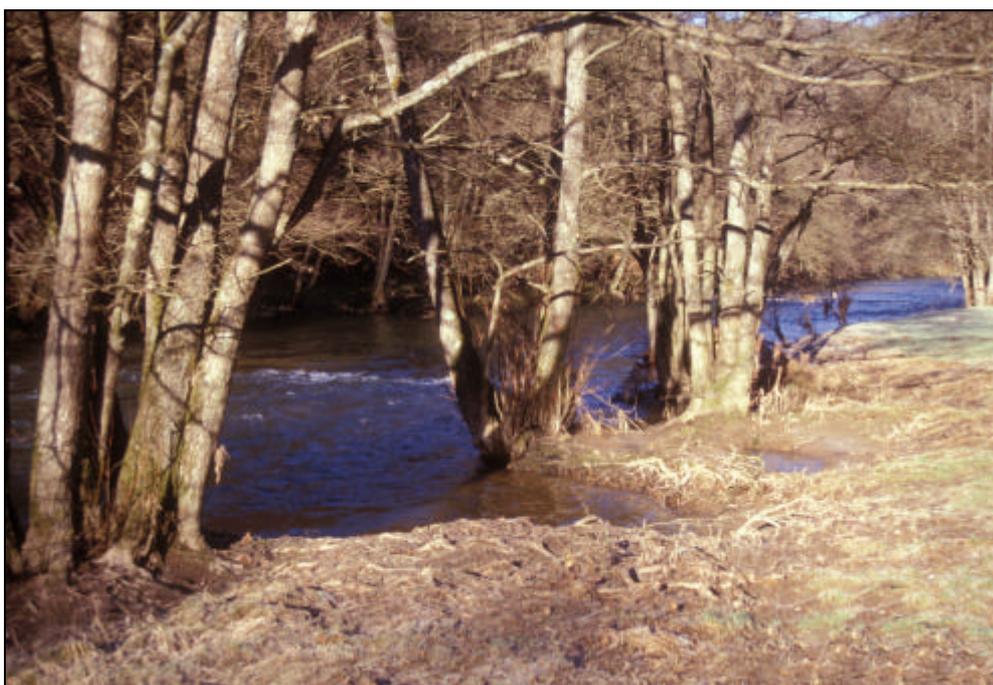


Erläuterungen zur Referenzstrecke

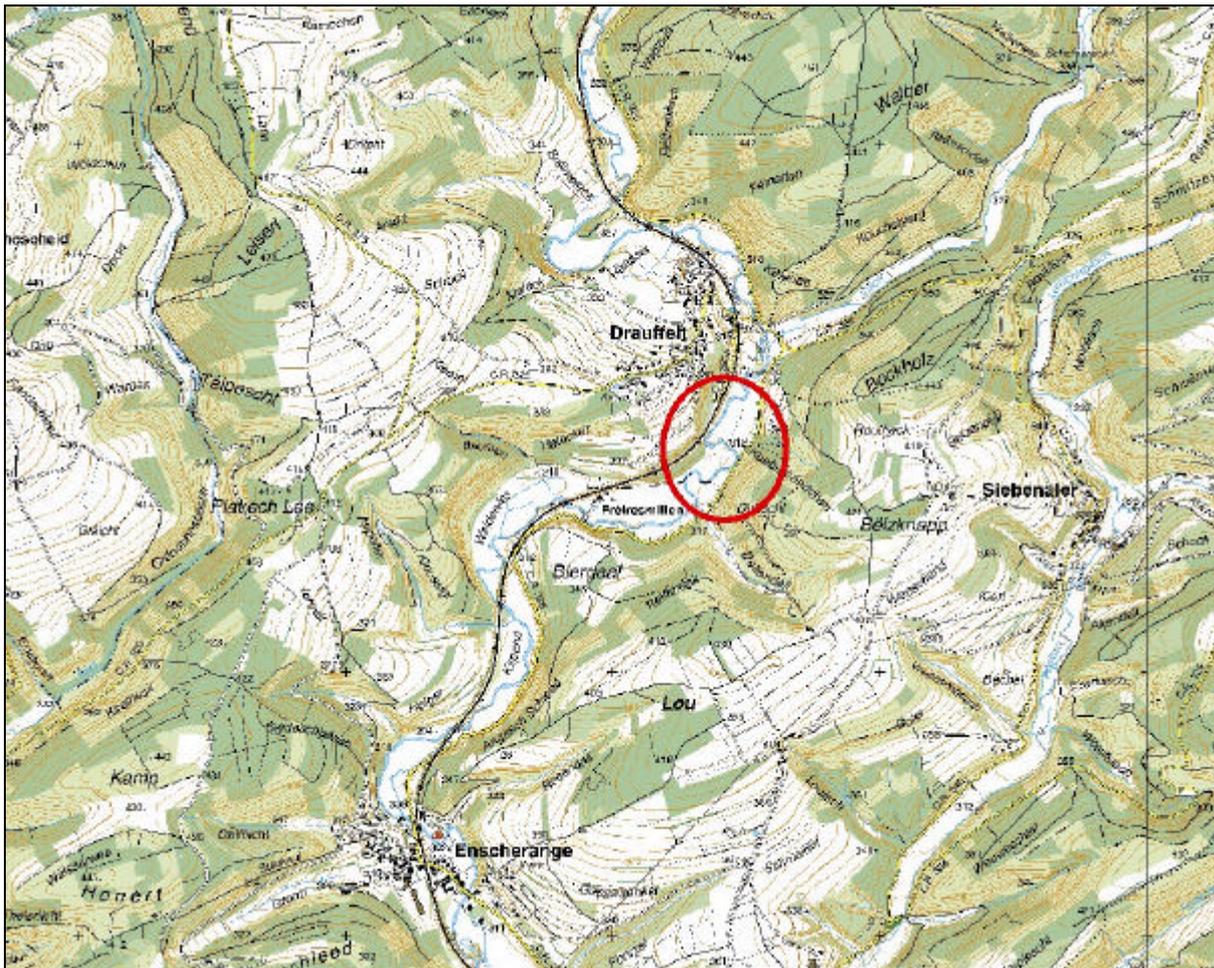
Östlich von Marnach befindet sich diese naturnahe Mäandertalstrecke der Our außerhalb des Rückstaubereiches der Rellesmühle nördlich von Dasbourg Pont. Oberhalb dieses Abschnittes schließen sich vereinzelt weitere naturnahe Strecken bis zur belgischen Grenze an. Die Laufkrümmung dieses großen Mäandertalbaches ist durch die ausladende Talkrümmung vorgegeben. Bis auf Stauhaltungen der großen Wehre und vereinzelter Uferverbau in kleinen Siedlungslagen sind keine größeren Beeinträchtigungen bei der Our oberhalb von Vianden zu verzeichnen. Allerdings sind die flachen Gleithänge häufig bis unmittelbar an die meist gehölzfreien Ufer als Wiese oder Weide genutzt.



Auf dem oberen Foto ist eine für Mäandertalgewässer charakteristische Situation beim Eintritt in einen Talkrümmungsbogen zu sehen. Das sehr breite Gewässerbett ist durch eine grobsteinige Aufschotterung (Krümmungsbank) im Rückstaubereich des Prallhanges gegliedert. Die Aufschotterungen wurden auch im Innenuferbereich bis ins nähere Umfeld transportiert. Die Prallbäume, die fest verankert im groben Material stocken, fangen Treibgut ab. Im Bereich des Prallhanges können aufgrund der massiven Geschiebeanströmung bei Hochwasser im unteren Hangfußbereich keine Gehölze aufkommen. In hangparallelen Laufabschnitten (unteres Foto) sind die Gewässerbetten von Natur aus wesentlich einheitlicher strukturiert. Häufig liegt das Gewässer unmittelbar auf dem anstehenden Fels. Im Innenuferbereich können sich zwischen den Schwarzerlen tiefe Uferbuchten bilden.



I-9-A/S Clerve		Großer Bach im Schiefergebirge
Talform: Übergang Auetal- Mäandertal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 900 m
Talgefälle: ca. 3‰	Naturraum: Obersauer-, Clerve-, Wiltz-, Bleestal	Topographische Karte: TK 3: Wincrange



Erläuterungen zur Referenzstrecke

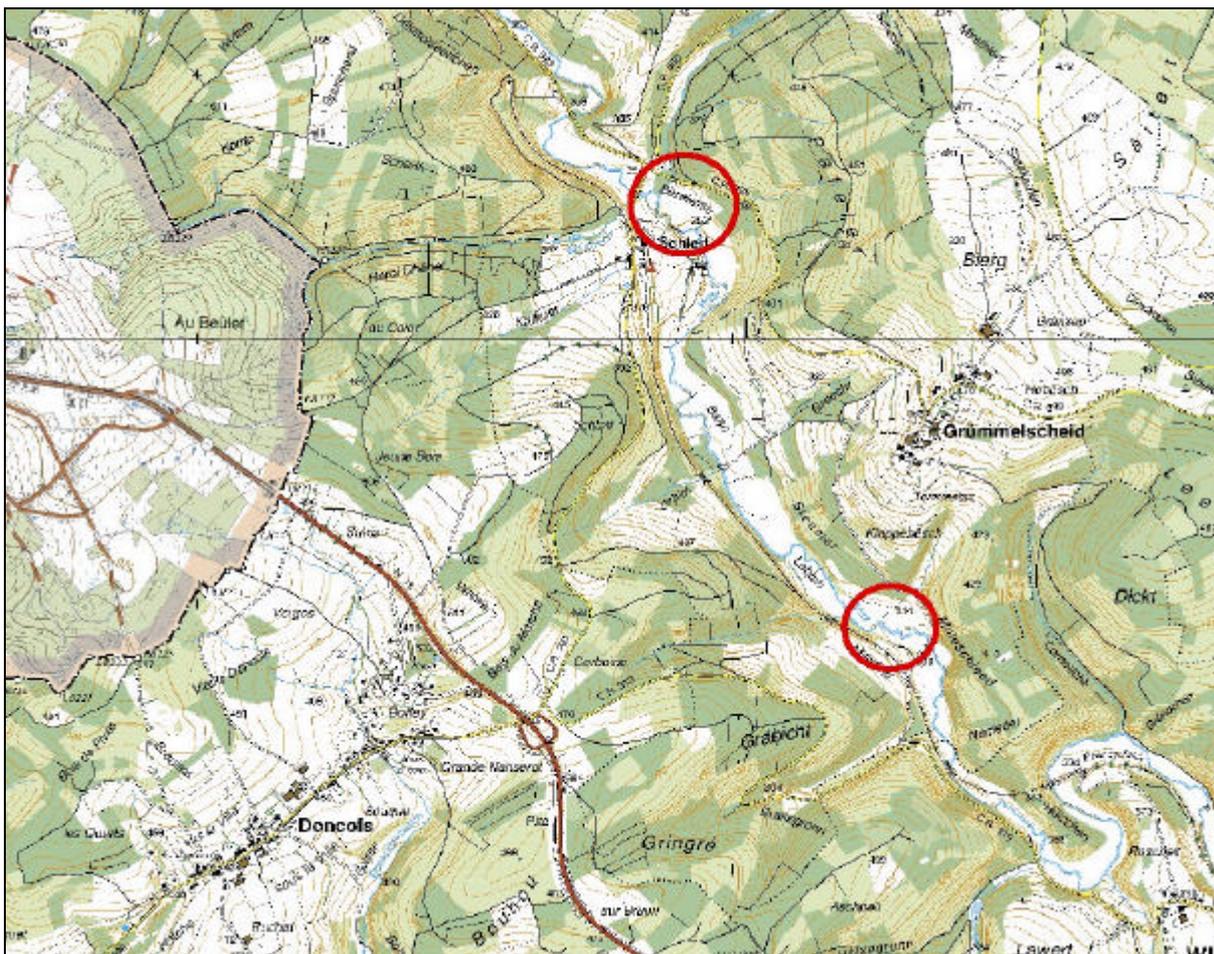
Die Referenzstrecke befindet sich südlich der Ortschaft Drauffelt und fließt in einem gewundenen Mäandertal, das zu früheren Zeiten durch starke Sedimentation aufgefüllt wurde und daher einen flachsohligen Talboden aufweist. Die Clerve fließt hier mit unregelmäßigen und ausladenden Laufkrümmungen und berührt, im Gegensatz zu reinen Auetalgewässern, immer wieder die Talflanken. Der Übergang zwischen Auetal- und Mäandertalstrecken ist charakteristisch für das sich langsam heraushebende devonische Grundgebirge. Oberhalb dieser Strecken fließen die Bäche in gestreckteren Auetälern, die in den Quellregionen in Muldentäler übergehen. Je weiter man nach Süden, d.h. zum Sauerthal kommt, desto stärker ist der Mäandertaltyp mit engen und stark gewundenen Talsohlen ausgeprägt.

Aufgrund ihrer kies- und schotterreichen Fracht ist das Gewässerbett flach und ufert bereits bei leichtem Hochwasser weitflächig aus. Das Sohlenmaterial wird wie bei allen größeren Auetal – und Mäandertalgewässern an den Talflanken aufgenommen oder wird über die steilen Nebenbäche aus den Kerb- und Sohlenkerbtalgewässern herantransportiert. Trotz des verhältnismäßig geringen Talgefälles wurden diese Übergangsstrecken von Clerve, Woltz und Wiltz nur selten über längere Abschnitte begradigt, weil ihr Geschiebereichtum nur mit sehr viel Mühe „beherrschbar“ war. Nachdem die intensive Uferunterhaltung des traditionellen Kulturwasserbaus in den letzten Jahrzehnten immer stärker aufgegeben wurde, können diese Gewässer mehr und mehr in die Breite arbeiten und ihre Querschnitte weiten. Bei dieser Referenzstrecke fehlen lediglich durchgehende Gehölzbestände und teilweise Gewässerrandstreifen.



Bereits bei leichten Hochwassern ufert die Clerve in ihre Aue weitflächig aus. Beim bordvollen Abfluss werden die Unterschiede bei den Breitenverhältnissen besonders deutlich. Ufergehölze wie diese gegenüberstehenden Schwarzerlen markieren häufig Bachengen, während unter- und oberhalb Bachweitungen zu verzeichnen sind.

I-10-A/S Wiltz		Großer Bach im Schiefergebirge
I-11-A/S Wiltz		
Talform: Übergang Auetal- Mäandertal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecken: ca. 400 - 450 m
Talgefälle: ca. 6‰	Naturräume: Nördliches Hochösling; Obersauer-, Wiltz-, Clerve-, Bleestal	Topographische Karte: TK 5: Lac de la haute Sure



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Der Oberlauf der Wiltz befindet sich in den Referenzabschnitten im Übergang zwischen einem Auen- und Mäandertal. Zum einen kann der Bach in seinen Alluvionen eigendynamisch Laufkrümmungen bilden, zum anderen berührt er aufgrund der deutlichen Talkrümmung und des hohen Gefälles häufig die Talflanken. Die Struktur der Gewässersohle weist aber insgesamt mehr Merkmale eines Auetalbaches auf. Es wurden zwei morphodynamisch aktive Abschnitte, die nahe beieinander liegen, ausgewiesen, wobei die obere Strecke bei Schleif im Gewässerumfeld (Sukzessionsflächen) eine bessere Bewertung erfährt. Die untere Strecke südlich von Grümmscheid befindet sich oberhalb der Brücke und ist nur teilweise von einem Gewässerrandstreifen gesäumt. Ansonsten sind beide Strecken durch starke seitenero-

sive Prozesse gekennzeichnet, so dass sich ein abwechslungsreiches breites Gewässerbett entwickeln konnte. Insbesondere die Breitenerosion hat das Gewässerbett in den letzten Jahrzehnten deutlich aufgeweitet. Der Geschiebereichtum aus vorwiegend Kies und Schotter hat die Ufer teilweise flächenhaft zurückverlagert, so dass heute mitten im Gewässerbett stehende Gehölze die alte „Uferlinie“ markieren. Der Geschiebereichtum verhindert auch die Tiefenerosion, so dass im Ösling nur selten übertiefte Gewässerstrecken zu verzeichnen sind.

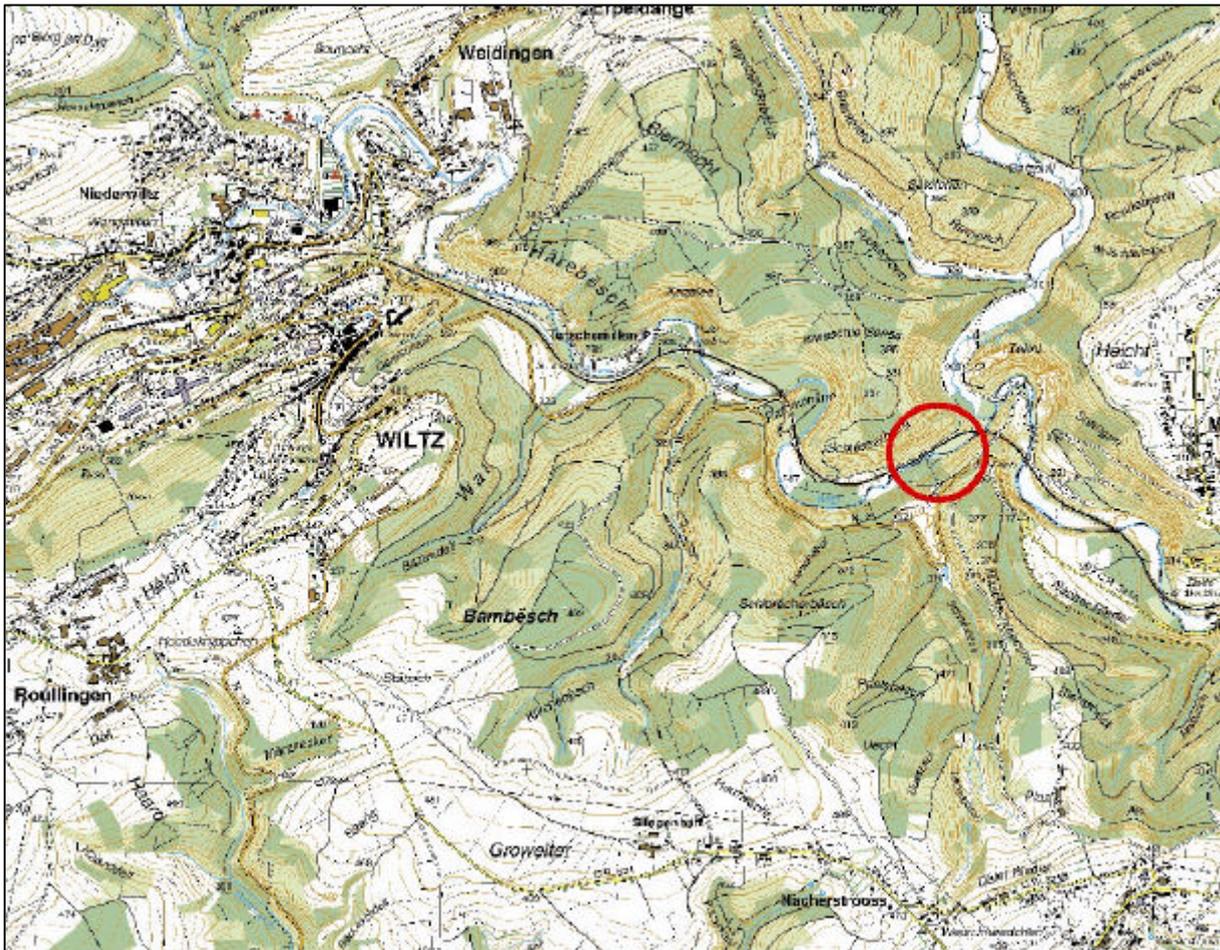


Deutlich aufgeweitete, flache Gewässerbetten kennzeichnen die ausgewiesenen Referenzabschnitte. Beide Strecken stellen sekundäre Referenzen dar, die sich aufgrund ausbleibender Gewässerunterhaltung durch ihr großes Regenerationspotenzial verhältnismäßig rasch, d.h. innerhalb von wenigen Jahrzehnten von strukturarmen Kulturbächen zu strukturreichen Kulturbächen entwickeln konnten.



Gerade im Ösling kann unter Berücksichtigung dieser Entwicklungsdynamik eine nachhaltige Gewässerentwicklung im großen Umfang unter deutlicher Kostensenkung erfolgen, sofern ausreichend seitlicher Bewegungsspielraum zur Verfügung gestellt werden kann.

I-12-S Wiltz		Großer Bach im Schiefergebirge
Talform: Mäandertal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 350 m
Talgefälle: ca. 6‰	Naturraum: Obersauer-, Wiltz-, Clerve-, Bleestal	Topographische Karte: TK 6: Kautenbach



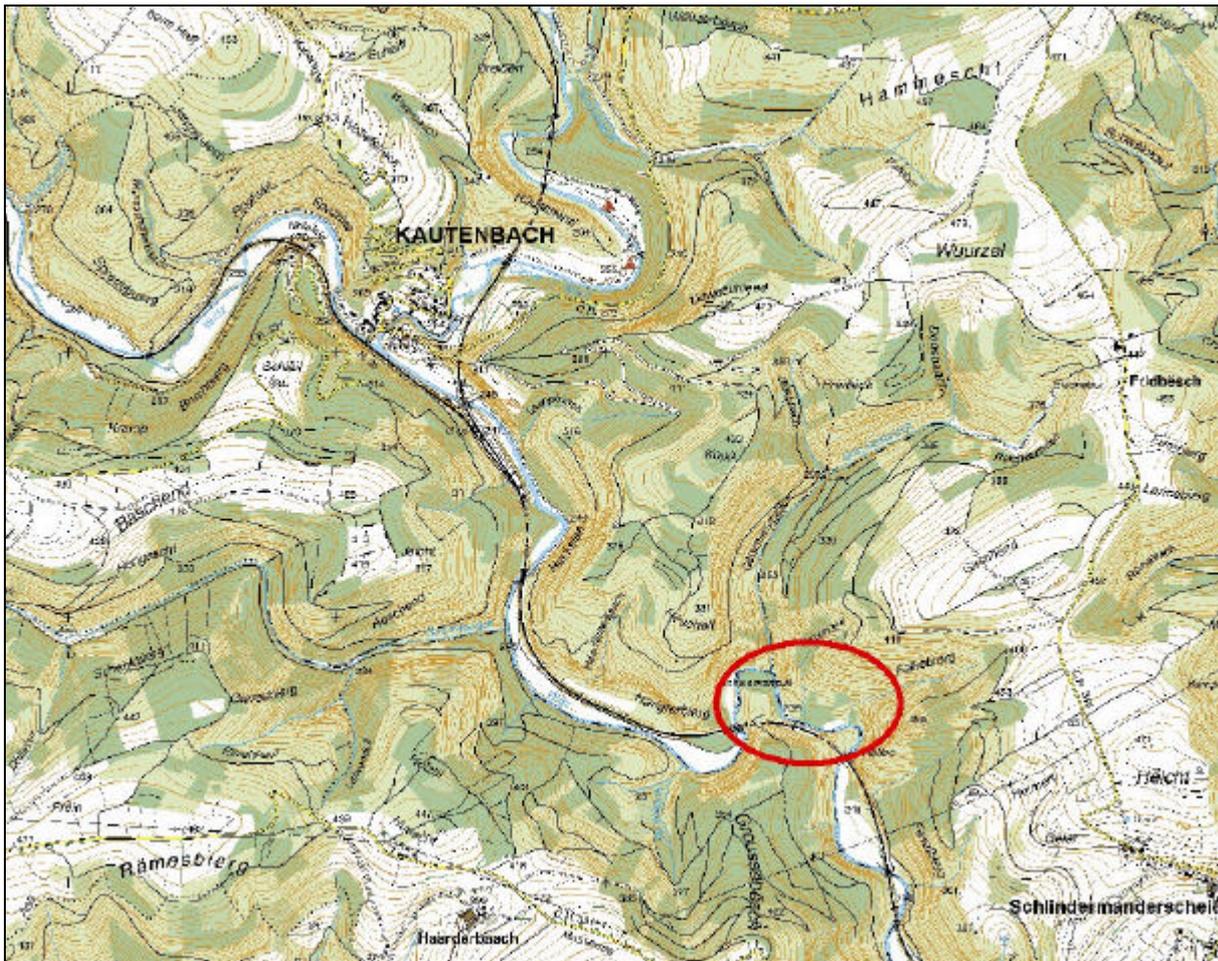
Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke befindet sich oberhalb der Bahnbrücke bei der Einmündung des Himmelbaaches unterhalb der Kleinstadt Wiltz. Hier fließt der große Bach in einem Mäandertal mit flachsohligem Talgrund. Dennoch wurde der Bach als Mäandertalgewässer ausgewiesen, da die Laufkrümmung noch vollständig von der Talkrümmung vorgegeben wird. Die Talsohle wurde vollkommen aus der landwirtschaftlichen Nutzung genommen, teilweise mit Fichten bepflanzt, und lediglich im Bereich des Bahndammes ist der Bach in seiner natürlichen Breitenentwicklung eingeschränkt. Ansonsten kann sich die Breitenentwicklung ungehindert entfalten. Oberhalb der Eisenbahnbrücke fließt der Bach parallel am Talhangfuß und ist von Natur aus weniger strukturreich als in den Strecken, die sich zwischen zwei Prallhängen befinden. In diesen sogenannten Talquerungsstrecken besteht die Möglichkeit der ungehinderten Morphodynamik des Gewässers (Foto oben). Hier ist ein Wechsel von Lateral-

erosion und Akkumulation zu verzeichnen, die Gewässersohle ist in der Regel wesentlich vielgestaltiger als im Bereich der Talkrümmungsbögen. Im unteren Bereich der Strecke befindet sich ein kleiner gepflanzter Uferwald (Foto unten). Leider ist die Wasserqualität schlecht und der Uferwald hält nicht nur Treibholz, sondern auch Müll zurück.



I-16-S Wiltz		Kleiner Fluss im Schiefergebirge
Talform: Mäandertal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 1000 m
Talgefälle: ca. 4‰	Naturraum: Obersauer-, Wiltz-, Clerve-, Bleestal	Topographische Karte: TK 6: Kautenbach



Erläuterungen zur Referenzstrecke

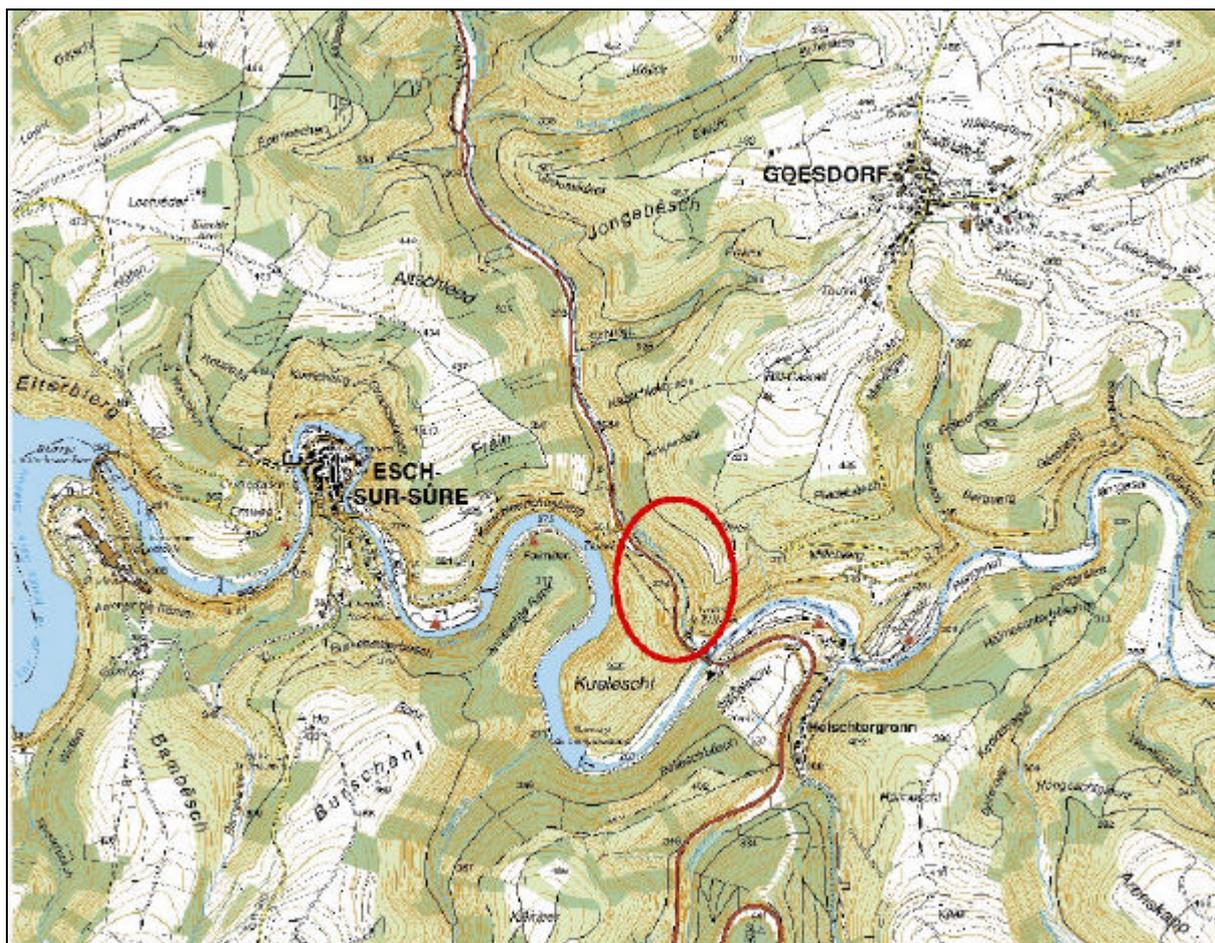
Südöstlich von Kautenbach, etwa 2 km vor der Mündung in die Sauer, fließt die Wiltz in einem engen und tiefen Mäandertal, wobei sie regelmäßig die Talflanken wechselt. Die Talasymmetrie wird bereits durch das Höhenlinienbild erkennbar. Mäandertalgewässer sind charakteristisch in Landschaften, die sich langsam aufwölben. Das geologische Ausgangsgestein ist dabei nicht von großer Bedeutung. Im Rheinischen Schiefergebirge und den Ardenen sind bis auf die Hochflächen die Flüsse fast ausschließlich diesem Typus zuzuordnen. Sie sind trotz des teilweise erstaunlich niedrigen Gefälles typische Erosionsgewässer, die das reichlich anfallende Geschiebe flussabwärts transportieren. In den engen Tälern bilden sich bei Hochwasser hohe Wasserstände über dem Gewässerbett, da kaum oder nur eng begrenzte Überschwemmungsflächen vorhanden sind. Erst bei den größeren Flüssen gehen

die schrägsohligen Mäandertalgewässer zumeist in den Unterläufen in flachsohlige Mäandertalgewässer über (Mosel, Sauer), so dass eine weitflächigere Ausuferung erfolgen kann. Aber auch in diesen Fällen werden die Talhänge noch regelmäßig tangiert.



Das Foto gibt einen typischen Überblick einer Talbogenkrümmung der Mäandertalgewässer: Im Vordergrund befindet sich das überschotterte Innenufer (plattige Schiefer), das bei Hochwasser beständiger Umlagerung unterliegt und auf dem sich bei fallendem Hochwasserspiegel ein mächtiger Totholzstamm abgelagert; im Mittelgrund sieht man das flachsohlige, leicht zum Außenufer geneigte Gewässerbett über anstehendem Fels. Auf der gegenüberliegenden Seite taucht der bewaldete Prallhang unvermittelt in das Gewässerbett.

I-18-K Schlirbech		Großer Bach im Schiefergebirge
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 600 m
Talgefälle: ca. 22‰	Naturraum: Obersauer-, Clerve-, Wiltz- Bleestal	Topographische Karte: TK 6: Kautenbach



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Der Schlirbech ist ein Nebenbach der Sauer. Von Büderscheid im Norden bis zu seiner Mündung in die Sauer bei Esch-sur-Sûre verläuft er parallel zur Landstrasse N 15. Vor der Mündung in die Sauer gibt es trotz einiger Einschränkungen bei der Dynamik des Kerbtalbaches (aufgeschüttete Straßenböschung) referenzwürdige Abschnitte. Da es sich um einen der wenigen naturnahen größeren Kerbtalbäche handelt, welcher nicht unter dichtem Fichtenforst, sondern unter Laubwald liegt und der darüber hinaus noch gut erreichbar ist, wurde diese Strecke als Referenz ausgewiesen. Insbesondere der Mündungsbereich in die Sauer ist sehr interessant.

Der Bach hat häufig Felskontakt. Streckenweise scheint die natürliche Breitenentwicklung durch Steinschüttungen der Straßenböschung etwas eingeschränkt zu sein. Der Bach zeich-

net sich aber auch aufgrund der natürlichen Steilheit und Enge des Talgrundes durch eine gestreckte Linienführung aus. Vereinzelt eingebaute Sohlschwellen sind weitgehend in Auflösung begriffen. Die Sohle ist durch die Blöcke, welche Strömungs-, Tiefen- und Breitenvarianz bestimmen, vielfältig strukturiert.



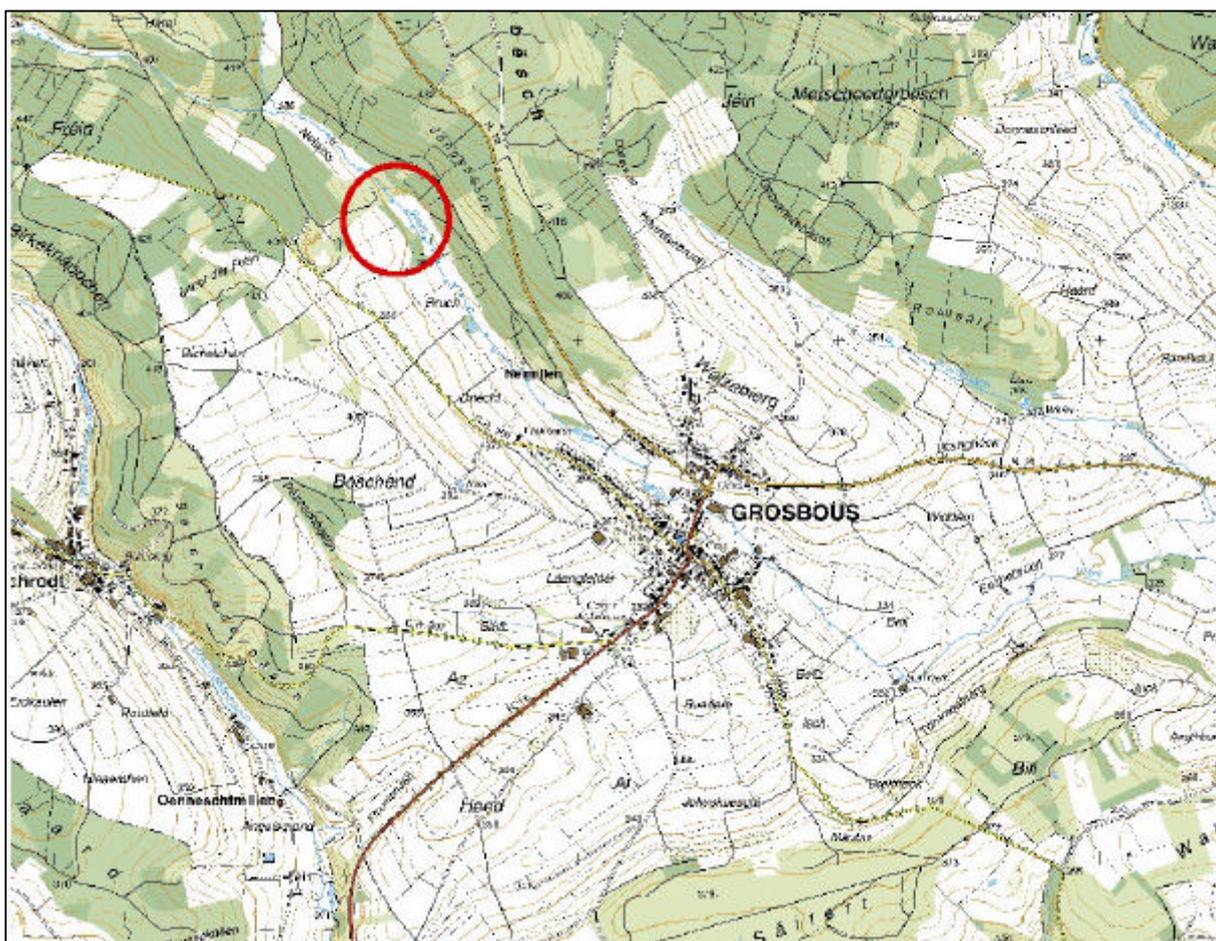
Das hohe Gefälle ist für die Ansammlung von groben Blöcken verantwortlich. Die Schotterfraktion wird bei Hochwasser weitgehend durchtransportiert, so dass keine größeren zusammenhängenden Kies- und Schotterbänke zu verzeichnen sind. Das Strömungsmuster ist durch einen unregelmäßig aufgerauten Wasserspiegel mit nur wenigen Stillwasserzonen gekennzeichnet.

Im Mündungsbereich zur Sauer wird auf besonders eindrucksvolle Weise die Morphodynamik beider Gewässer sichtbar. Die mitgeführten Kiese und Schotter des Schlirbechs wurden im Rückstaubereich der hochwasserführenden Sauer über einen Meter aufgeschüttet, weil die wesentlich abflussstärkere Sauer den Schlirbech mit seiner Fracht zurückstaut. Erst mit sinkendem Wasserstand der Sauer, hat sich der Schlirbech in seine Akkumulationen wieder einschneiden können und einen Teil der Fracht in die Sauer transportiert.



Im Mündungsbereich zur Sauer wird auf besonders eindrucksvolle Weise die Morphodynamik beider Gewässer sichtbar. Die mitgeführten Kiese und Schotter des Schlirbechs wurden im Rückstaubereich der hochwasserführenden Sauer über einen Meter aufgeschüttet, weil die wesentlich abflussstärkere Sauer den Schlirbech mit seiner Fracht zurückstaut. Erst mit sinkendem Wasserstand der Sauer, hat sich der Schlirbech in seine Akkumulationen wieder einschneiden können und einen Teil der Fracht in die Sauer transportiert.

I-22-K/A Wark Kleiner Bach im Übergangsbereich Schiefer / Buntsandstein		
Talform: Übergang Kerbtal-Auetal	Referenzstatus: primär / sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 400 m
Talgefälle: ca. 17‰	Naturraum: Ösling-Vorland	Topographische Karte: TK 9: Ettelbruck



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke befindet sich nordwestlich von Grosbous. Geologisch gesehen liegt sie im oberen Buntsandstein, hat aber über die Quellbäche noch Anschluss an das devonische Schiefergebirge. Die Gewässersohle wird vornehmlich von Sandsteinen und Quarziten der Kies- und Schotterfraktion geprägt. Die Bäche, die den Buntsandstein durchfließen, haben fast alle kiesig schotterige Gewässersohlen, die Sandanteile sind im Gegensatz zum Luxemburger Sandstein relativ gering. Der obere Buntsandstein ist in Luxemburg vorwiegend konglomeratisch ausgeprägt. Da die Bäche des devonischen Grundgebirges auch Quarzite aufweisen und sich insgesamt kaum von den wenigen kleinen Bächen des Buntsandsteins unterscheiden, wurden die Bäche im Buntsandstein nicht als eigenständige Typen ausgewiesen. Die Gewässerstrecke zeichnet sich insgesamt durch einen großen Strukturreichtum

aus, streckenweise sind sogar naturnahe Bruchwaldreste zu verzeichnen (Foto oben). Auf einigen Streckenabschnitten ist zu früheren Zeiten der Gewässerlauf begradigt worden. Durch die unterlassene Gewässerunterhaltung hat sich der Bach naturnah entwickeln können (Foto Mitte und unten).

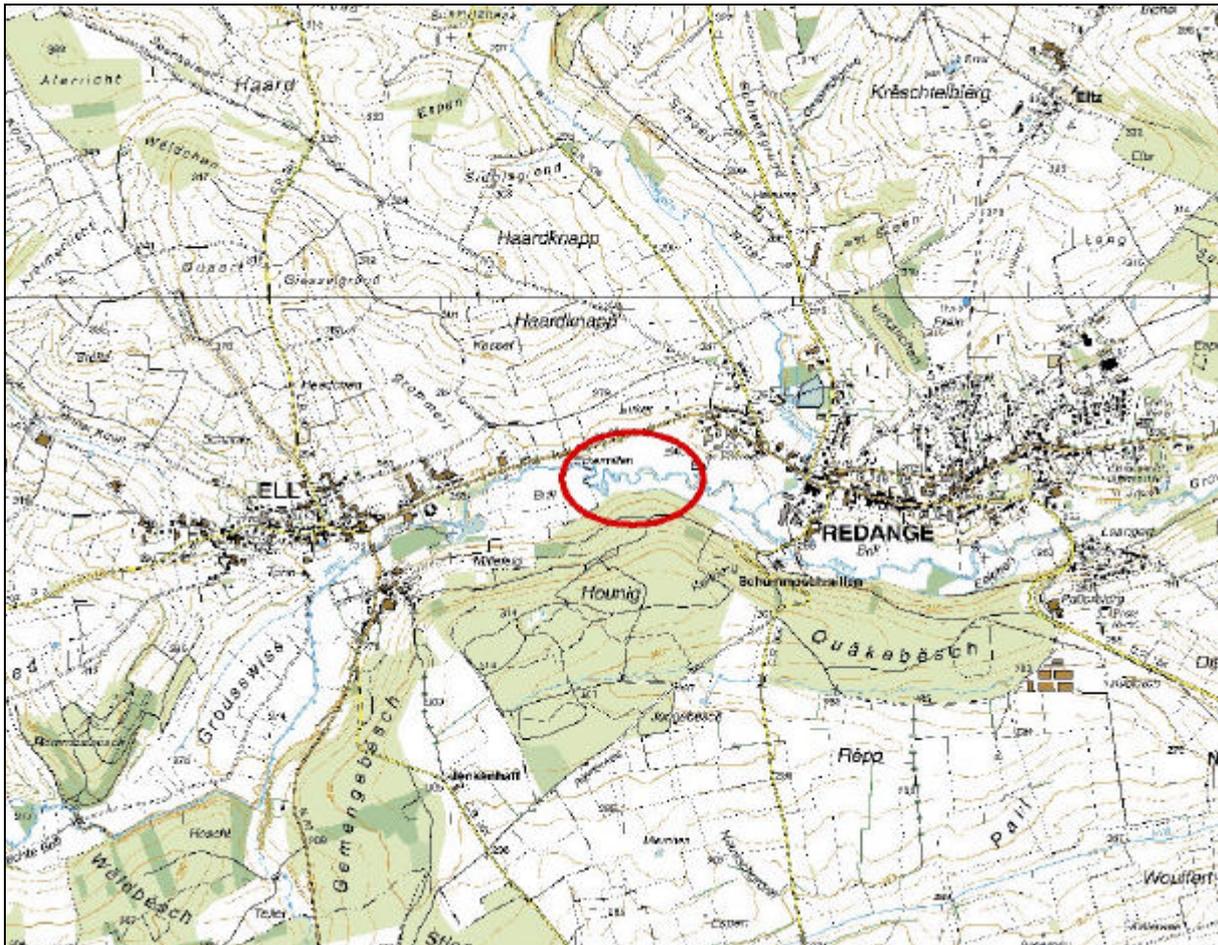


Naturwaldnahe Bruchwaldreste säumen die Ufer der Wark im Bereich der Referenzstrecke

Breiten-, Tiefen- und Strömungsvarianzen sind Kennzeichen eines naturnahen Gewässerlaufes.



II-2-A Attert		Großer Bach im Muschelkalk
Talform: Auetal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 950 m
Talgefälle: ca. 6‰	Naturraum: Attert Gutland	Topographische Karte: TK 12: Beckerich



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke befindet sich bei Eckermillen zwischen Redange im Osten und Eil im Westen.

Die Gesteinszusammensetzung im Einzugsgebiet ist sehr heterogen. Für die Gewässerentwicklung sind die gröberen Kies- und Schotterfraktionen aus dem Devon (Quarzite) und insbesondere aus dem oberen Muschelkalk von Bedeutung, da durch sie die Struktur und Dynamik wesentlich geprägt wird. Die feineren Korngrößen spielen hierbei fast keine Rolle; sie werden als Schweb bei Hochwasser durch die große Turbulenz rasch abgeführt, so dass die Sohle vorwiegend durch Schotter geprägt ist.

Bereits auf der topographischen Karte fällt die deutliche Laufkrümmung, die für Auetalgewässer charakteristisch ist, ins Auge. Diese Laufkrümmungen wurden wohl über Jahrhunderte hinweg durch die traditionelle Gewässerpflege und -unterhaltung in ihrer weiteren Migration behindert. Mit dem Wandel in der Landwirtschaft erfolgte auch eine einschneidende Änderung bei den Entwicklungsbedingungen der Gewässer-Auen-Systeme. Die hochtechnisierte Landwirtschaft ist nicht an einer arbeits- und kostenintensiven Gewässerunterhaltung im Mittelgebirgsraum interessiert. Daher konnten in den letzten Jahrzehnten verstärkt seitenerosive Prozesse den Entwicklungsbedarf der Bäche und Flüsse ausgleichen. Im Fall dieser Gewässerstrecke wird das besonders deutlich. Die Gewässersohle liegt zwar etwas zu tief unter Auenniveau, was auch durch den Wegfall eines Wehres gefördert wird. Das ehemals enge Gewässerbett hat sich jedoch zwischenzeitlich deutlich aufgeweitet und deutet den Beginn einer Sekundärauenbildung an. Dabei spielen die Ufergehölze durch ihre Turbulenzförderung eine wichtige Rolle. Lokaler Uferverbau ist weitgehend in Auflösung begriffen und der teilweise fehlende Gewässerrandstreifen wertet die insgesamt hochwertige Referenzstrecke nicht ab.



Auf dem Foto sind drei Bankbildungen im deutlich gekrümmten Gewässerlauf zu sehen. Diese Akkumulationen erfolgen bei intaktem Geschiebetrieb und ausreichend breiter Gewässersohle im Strömungsschatten von Hindernissen, insbesondere im Bereich des Innenufers. Typisch für den Beginn einer Sekundärauenbildung zu tief liegender Gewässer ist die Bildung von Uferhinterspülungen im Bereich eines Prallbaums (Mittelgrund).

II-4-A Alzette		Kleiner Fluss im Muschelkalk
Talform: Auetal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 500 m
Talgefälle: ca. 2‰	Naturraum: Alzette-, Attert-, Mittelsauertal	Topographische Karte: TK 9: Ettelbrück



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke befindet sich direkt unterhalb der Mündung der Attert bei Colmar-Berg. Es handelt sich dabei um eine der wenigen naturnahen Flussabschnitte im Großherzogtum Luxemburg, die in einem Auetal fließen. Die Gewässersohle der Alzette ist auf dieser ca. 500 m langen naturnahen Strecke vielfältig strukturiert. Bezeichnend sind variable Strömungsmuster, deutliche Profilweitungen mit Inselbildung und Laufverlagerungen sowie die Existenz von ausgedehnten Sand-, Kies- und Schotterbänken.

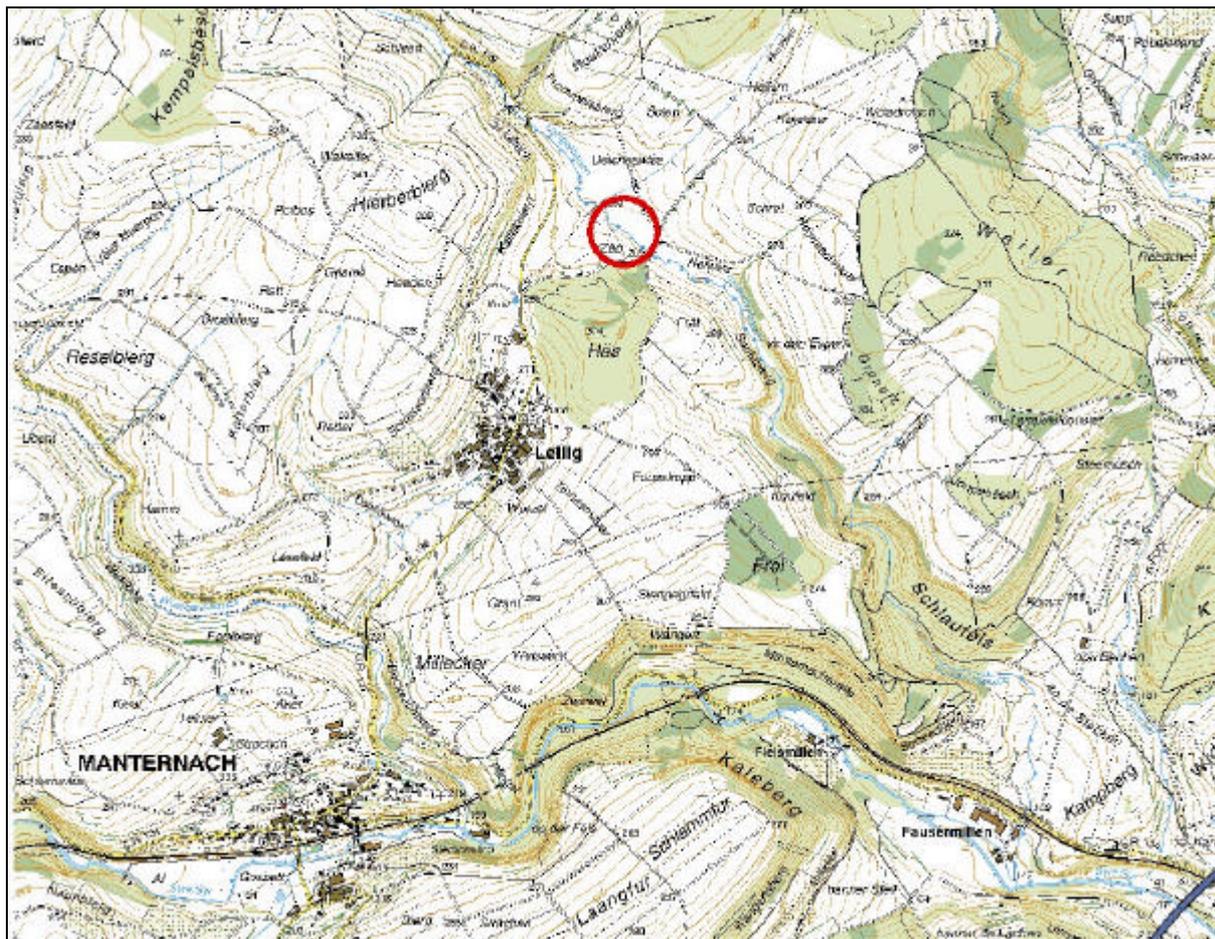
Der Abschnitt wurde aber nicht nur wegen des relativ hohen Struktureichtums ausgewählt. Vielmehr wird hier auch der besondere Einfluss der Talmorphologie und der Geschiebefrachten sichtbar. Dabei ist die strukturelle Entwicklung der Alzette in Abhängigkeit von der Attert

offensichtlich. Die Attert transferiert aus ihrem Einzugsgebiet gröbere Korngrößen, während die Alzette vorwiegend feinkörniges Geschiebe transportiert. Aus diesem Grund neigt die Attert zu stärkeren seitenerosiven Prozessen (vergleiche Referenzstrecke II-2-A und II-3-S), während die Alzette deutlich weniger seitliche Bewegungsdynamik zeigt und ein relativ enges Gewässerbett ausgebildet hat. Die bindigen (kohäsiven) Uferlehme fallen steil vom Vorland in das Gewässerbett ab, wie es oberhalb der Referenzstrecke zu beobachten ist. Nach Einmündung der Attert weitet sich das Profil der Alzette nicht nur aufgrund der erhöhten Abflussmenge und der breiteren Talsohle, sondern wohl auch aufgrund der „ererbten“ Geschiebezufuhr aus dem Einzugsgebiet der Attert. Zwar sind die Ufer im Übergang zum Vorland immer noch relativ steil, sie weisen aber trotz des relativ niedrigen Talgefälles häufig vorgelegerte Bankbildungen (Innenufer) oder Erosionsrinnen (Außenufer) auf. Das grobere Geschiebe dient als „Erosionswaffe“ und ist für die gesteigerte Strukturvielfalt verantwortlich. Für Renaturierungsmaßnahmen sind solche Beispiele von besonderer Bedeutung, weil sie bei genauer Beobachtung und Analyse der Zusammenhänge dem Planer wichtige Hinweise für Gewässerentwicklungsmaßnahmen geben können.



Auf dem Foto kommt besonders deutlich die rhythmische Sohlenlängsgliederung durch den aufgerauten Wasserspiegel im Mittel- und Hintergrund zum Ausdruck. Die deutlich ausgeprägte Kies- und Schotterbank dürfte fast ausschließlich aus Sohlenmaterial der Attert, die ca. 400 Meter oberhalb einmündet, stammen.

II-5-M Schlammabaach / Lelligerbaach		Kleiner Bach im Muschelkalk
Talform: Muldental	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 250 m
Talgefälle: 10‰	Naturraum: Pafebierger und Oetringer Gutland	Topographische Karte: TK 15: Wasserbillig



Erläuterungen zur Referenzstrecke

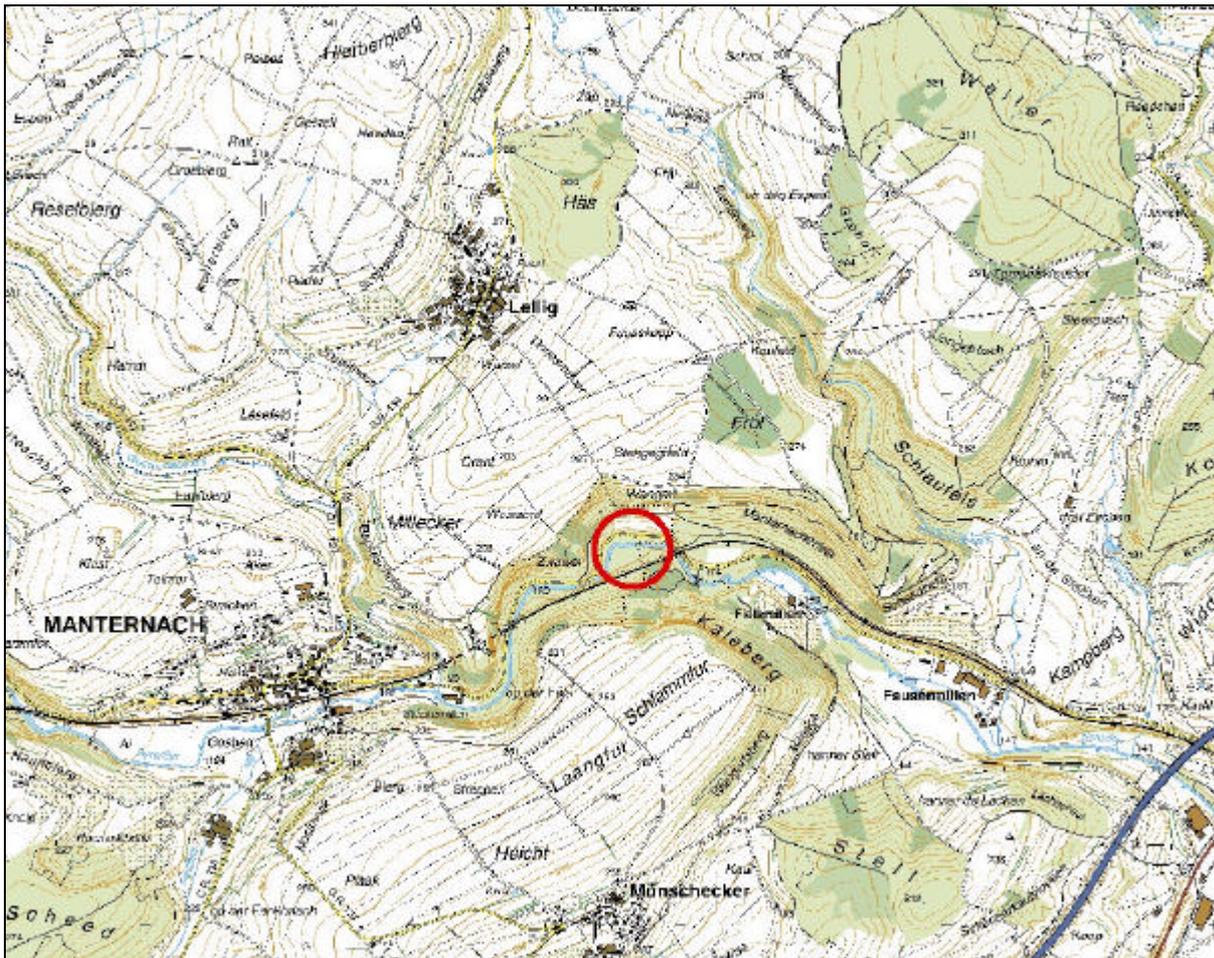
Die Referenzstrecke befindet sich nördlich von Lellig. Bevor sich der Bach tief in den oberen Muschelkalk einschneidet, fließt er in einem unregelmäßig gekrümmten und in der Breite variablen asymmetrischen Muldental, das Übergänge zu Sohlenkerbtälern und Auetälern aufweist. Im Gegensatz zu den bachabwärts anschließenden Kerbtalstrecken wird hier das Gewässervorland zunehmend als Wiesen- und Weidefläche genutzt und häufig fehlen Gewässerrandstreifen. Trotz dieser deutlichen Mängel im direkten Umfeld des Baches kommen vereinzelt recht naturnah strukturierte Abschnitte vor. Im Übergangsbereich zum Keuper werden bereits die harten Kalke angeschnitten, so dass an der Sohle ausreichend grobes Geschiebe vorhanden ist. Da auch durchgehend Ufergehölze vorkommen und die natürliche Laufkrümmung nur unbedeutend beeinträchtigt ist, können sich strukturreiche Gewässersoh-

len bilden. Durch den Rückzug der traditionellen Kulturwasserpflge werden die Ufer nicht mehr unterhalten, so dass stark veränderliche Gewässerbreiten zu verzeichnen sind. Die Ufergehölze bewirken zusammen mit Schottern des Muschelkalks auf kurzen Strecken stark wechselnde hydromorphodynamische Situationen, die sich in einem raschen Wechsel von akkumulativ und erosiv bedingten Strukturen dokumentieren.



Überaus abwechslungsreiche Querprofile und variable Strömungsmuster kennzeichnen diesen strukturreichen Muldentalbach im oberen Muschelkalk. Die oftmals zu beobachtenden Hinterspülungen der Ufergehölze sind wie die gesamte Dynamik Ausdruck der unterlassenen Gewässerunterhaltung und -pflege. Den Bächen werden aufgrund des nicht mehr praktizierten arbeitsintensiven Kulturwasserbaus mehr Spielräume zugestanden. Dennoch fehlen in der Regel Gewässerrandstreifen, so dass die Wiesen- und Weidennutzung häufig bis zur Uferböschungskante reicht. Bei dieser Winteraufnahme wird noch ein interessantes Phänomen des Auffrierens der Gewässersohle dokumentiert: Bei flachsohligen Bächen frieren die steinigen, stabilen Sohlenfurten von der Sohlenbasis nach oben auf (Bildmitte). Im Grenzbereich zwischen Gestein und fließender Welle ist die Fließgeschwindigkeit sehr gering, so dass das unterkühlte Wasser in die Eisphase wechselt. Bei kiesigen und sandigen Sohlen frieren die Fließgewässer wegen der permanenten Durchwirbelung dagegen nicht von der Sohle auf.

II-6-K/A Syre		Großer Bach im Muschelkalk
Talform: Übergang Kerbtal-Auetal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 350 m
Talgefälle: ca. 15‰	Naturraum: Moselvorland und Syretal	Topographische Karte: TK 15: Wasserbillig



Erläuterungen zur Referenzstrecke

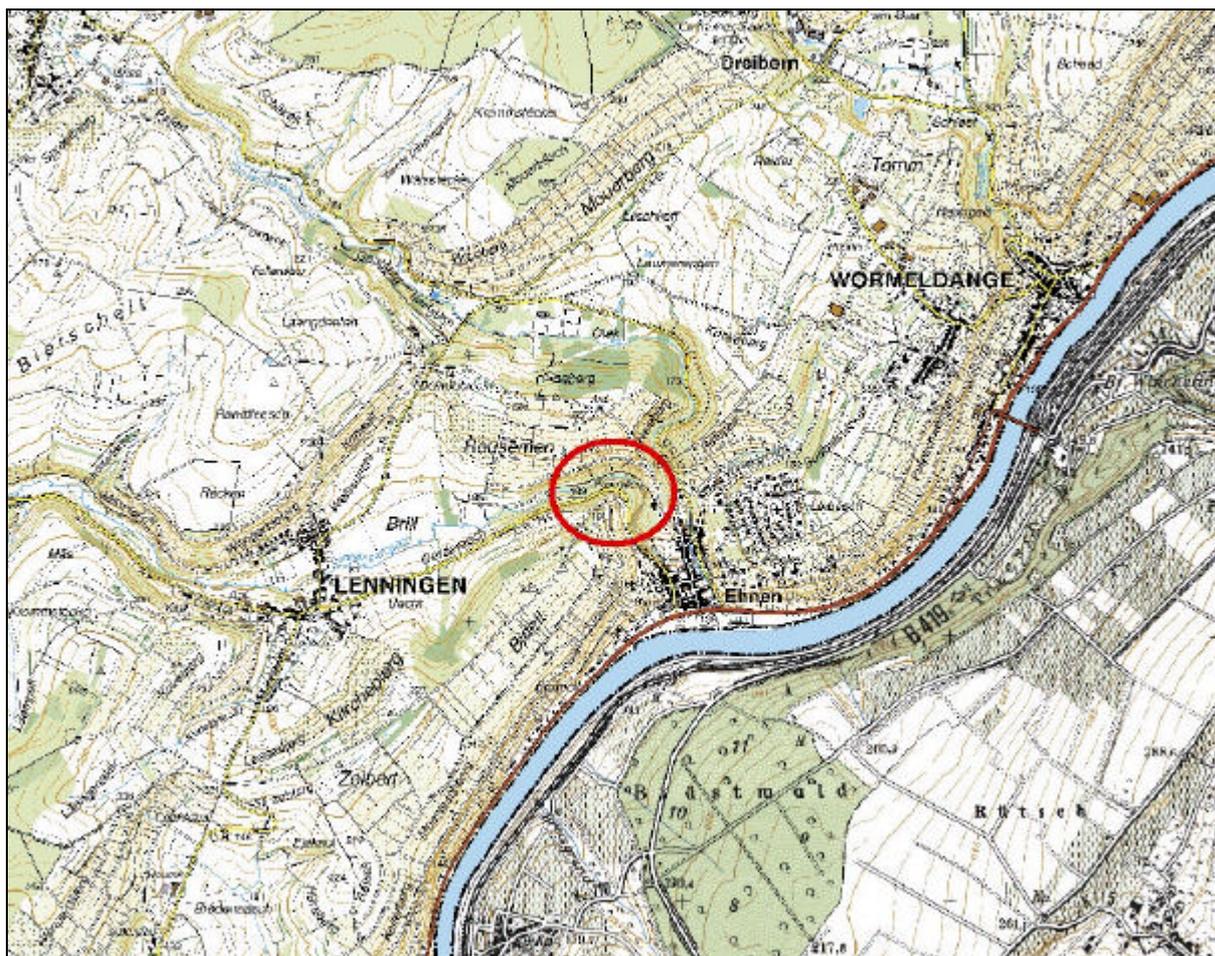
Die Referenzstrecke befindet sich zwischen Mertert und Manternach ca. 3 km oberhalb der Mündung der Syre in die Mosel.

Von Mertert kommend beginnt die komplett unter Laubwald liegende Referenzstrecke direkt oberhalb der Eisenbahnbrücke und erstreckt sich in hervorragender Ausprägung über ca. 350 m bachaufwärts. Die Bedeutung des Sohlensubstrates für die Bildung der Fließgewässertypen wird bei dieser Referenzstrecke besonders deutlich. Bevor die Syre kurz oberhalb der Referenzstrecke in den Muschelkalk eintritt, führt sie lediglich feine Korngrößen des Keupers und fließt mit engen, tiefen Querprofilen in einem Auetal. Durch die Schotter und

Blöcke, die mit Eintritt in den harten Muschelkalk aufgearbeitet werden, ändert sich die hydromorphologische Situation komplett. Das Gewässerbett weitet sich auf, der Bach neigt zu Laufverzweigungen und die komplette Talsohle ist von groben Schottern und Blöcken ausgekleidet (Fotos). Neben der hohen Strukturvielfalt im Gewässerbett ist auch die gesamte steinige und totholzreiche Aue durch naturnahe Verhältnisse gekennzeichnet.



II-9-K/A Lenningerbaach		Großer Bach im Muschelkalk
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 550 m
Talgefälle: ca. 21‰	Naturraum: Moselvorland und Syretal	Topographische Karte: TK 15: Wasserbillig



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke liegt oberhalb von Follmiller zwischen Lenningen und Ehnem in einem naturnahen Erlen-/Eschenwald. Sie beginnt unterhalb der Brücke eines Feldwirtschaftsweges. Es handelt sich um ein für das Moselvorland typisches Kerbtalgewässer in einem Durchbruchstal des oberen Muschelkalks, das sich rasch auf das Niveau des tiefen Moseltals einstellen musste. Der obere Muschelkalk setzt sich aus harten Gesteinspartien zusammen, so dass Felskontakt und blockige Korngrößen dominieren. Harte Gesteinsbänke werden häufig über natürliche Abstürze oder Kaskaden überwunden, die Ufer gehen in der Regel unvermittelt in die steilen, teilweise felsigen Talhänge über, so dass ein schluchtartiger Charakter zu verzeichnen ist. Oberhalb des harten Muschelkalkes fließen die Bäche in den morphologisch weichen Schichten des Keupers und sind dem Typ der Muldentalbäche zu-

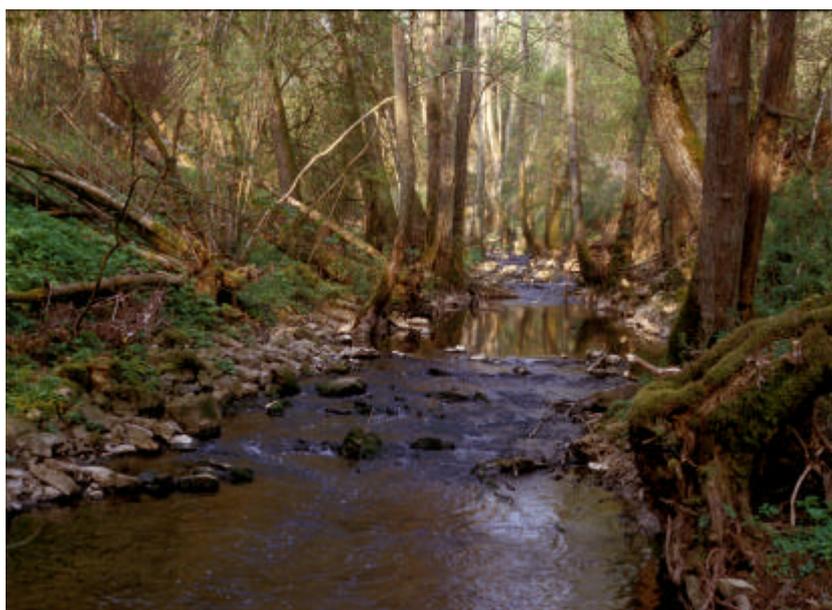
zuordnen. Mit Eintritt in den Muschelkalk werden die Täler steiler und verengen ihren Talquerschnitt, so dass sie über Sohlenkerbtalstrecken rasch in Kerbtäler überleiten. Bedingt durch die Steilheit und Enge der Täler ist der Einfluss des wirtschaftenden Menschen in diesen Abschnitten vernachlässigbar, so dass bis auf die Ortslagen zumeist eine naturgemäße Struktur und Dynamik zu verzeichnen ist.



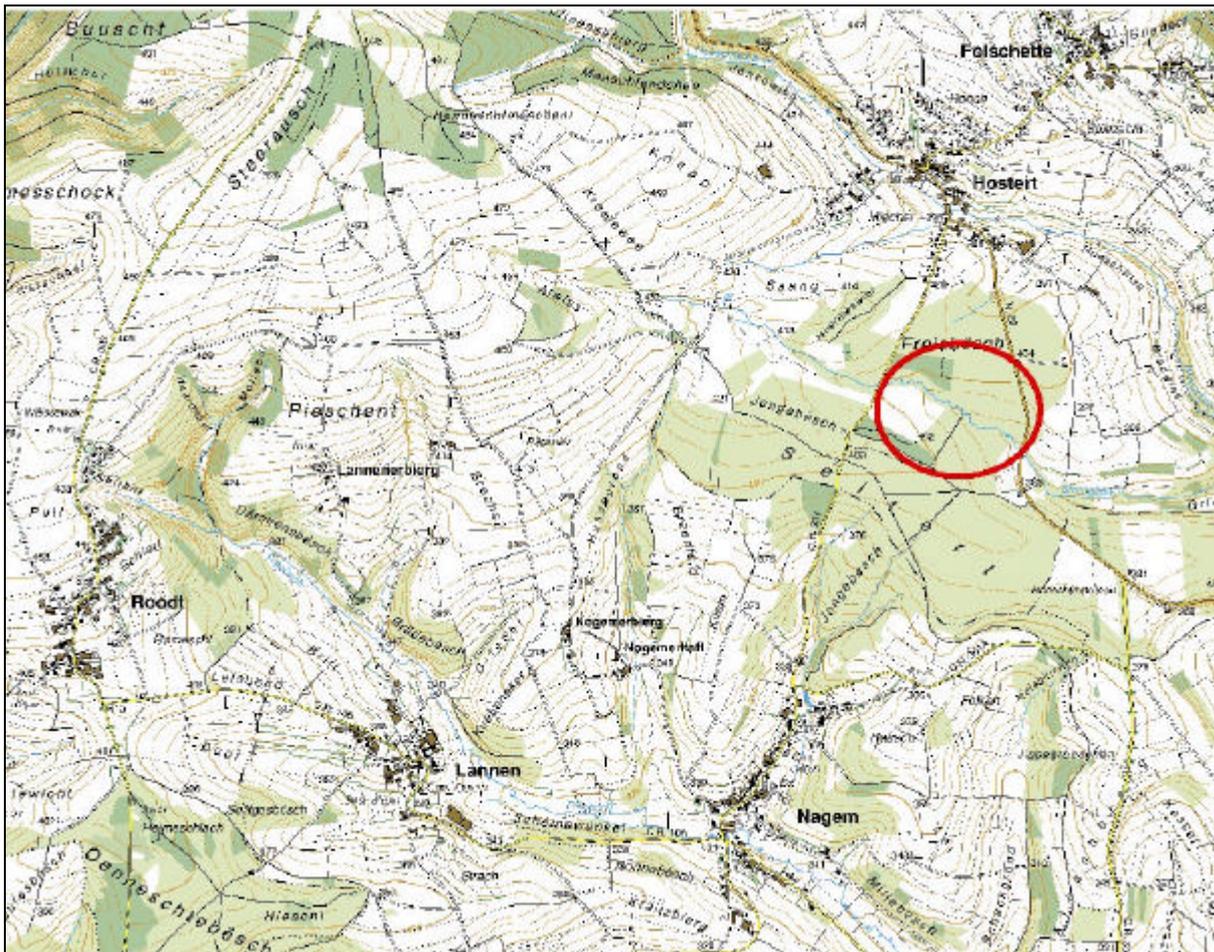
In den engen Durchbruchstätern fließen die Muschelkalkbäche unter Ausbildung einer großen Breiten- und Tiefenvarianz mit steilem Gefälle der Mosel zu. Der harte und gebankte Muschelkalk bestimmt dabei die Sohlenstruktur und auch die stufige Sohlenlängsgliederung. Über Felsplatten und zwischen Felsblöcken rauscht bereits bei Mittelwasser der turbulente Abfluss. Ein wichtiges Strukturelement

stellen auch die ausladenden Wurzelteller der Schwarzerlen im Mittelwasser- und Niedrigwasserbereich dar, die dem starken Geschiebetrieb bei Hochwasser standhalten können. Die Gemeinen Eschen bilden über der Mittelwasserlinie natürliche Wurzelufer, die teilweise über mehrere Meter die Ufer vollkommen überdecken.

In diesem Abschnitt kommt die durch grobe Blöcke bestimmte Sohlenlängsgliederung des von Natur aus gestreckten Gewässerlaufs deutlich zum Ausdruck. Über den Blockansammlungen bilden sich Sohlenrauschen, während zwischen diesen turbulent durchflossenen Strukturelementen teils flachsohlige, teils wannenartig übertiefte Stillen einen gleitenden, lautlosen Durchfluss aufweisen. Bei Hochwasser werden diese „Ruhezonen“ jedoch ebenfalls stark turbulent durchflossen.



III-1-M Strengbaach		Kleiner Bach im Keuper
Talform: Muldental	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 800 m
Talgefälle: ca. 28‰	Naturraum: Ösling Vorland	Topographische Karte: TK 8: Rambrouch



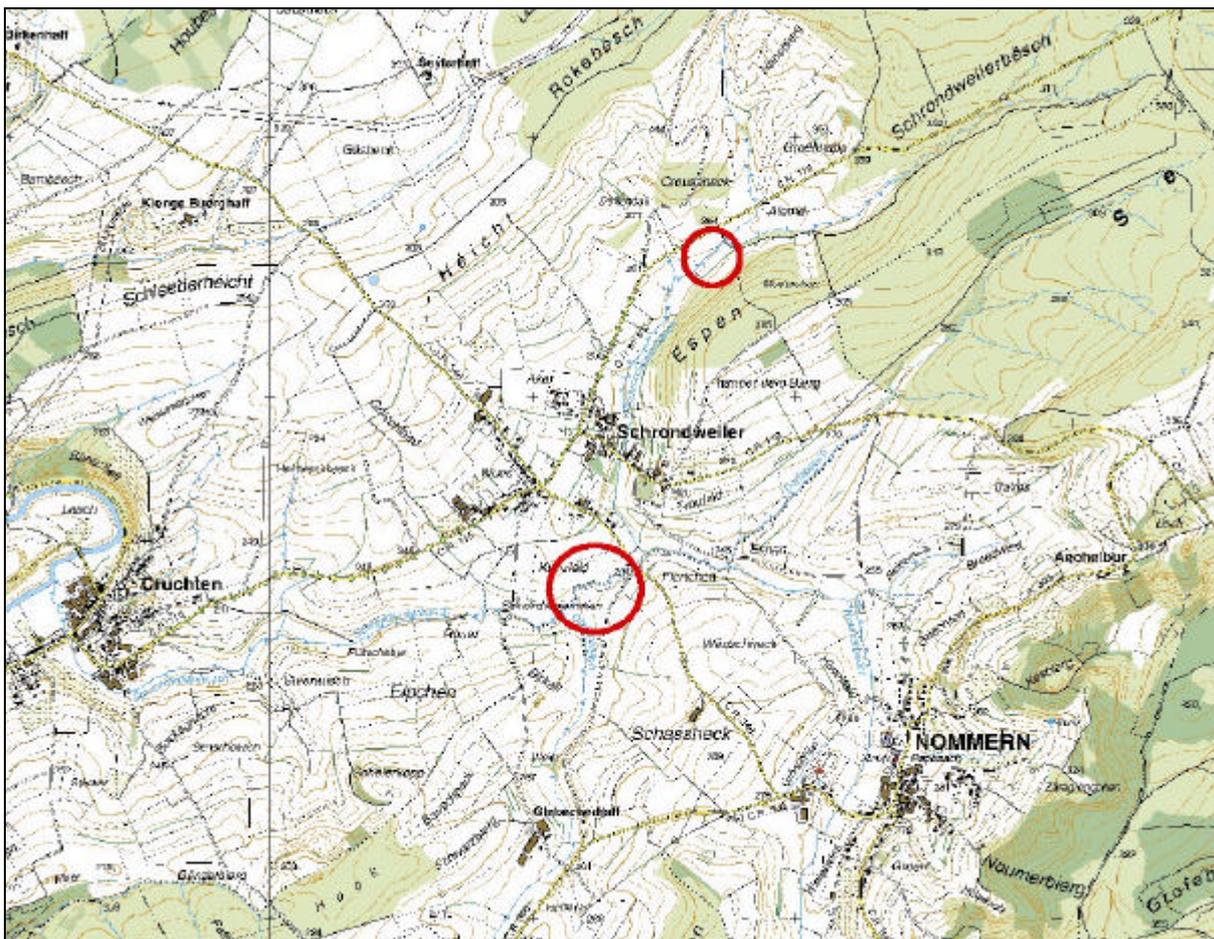
Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke befindet sich zwischen den beiden Landstraßen, die von Süden kommend nach Hostert führen. Es handelt sich um einen vorbildlich ausgeprägten Muldentalbach, der komplett unter Laubwald liegt. Aufgrund der staunassen, lehmig-tonigen Böden des Steinmergelkeupers findet in diesem Bereich wohl keine landwirtschaftliche Nutzung statt, so dass die Strecke als primäre Referenz eingeordnet wird. Die Gewässersohle wird durch steiniges und kiesiges, aber auch feines toniges Material geprägt. Trotz des großen Talgefälles weist der Bach eine ausladende Laufkrümmung auf (Foto oben), die ansonsten nur bei Auetalgewässern mit einem Gefälle deutlich unter 10 Promille zu verzeichnen ist. Diese Sonderstellung ist auf den Einfluss der Gehölze zurückzuführen. Bei kleinen und steilen Muldentalbächen bilden die ausladenden Wurzelstöcke der alten Bäume über lange Zeit-

räume Fixpunkte für die Laufkrümmung. Die abflussschwachen Bäche schlängeln sich zwischen diesen natürlichen Hindernissen hindurch. Die natürliche Migration der Bäche ist dabei an das Aufkommen und Wegfallen einzelner Bäume gebunden (Foto unten). Voraussetzungen sind alte Baumbestände, vom Menschen ungehinderte Laufbeeinträchtigung und geringe Abflussleistung der kleinen Bäche. Bei größeren Bächen ist bei solchen Reliefbedingungen weitgehend gestreckte Linienführung zu beobachten.



III-2-M Schrondweilerbaach		Kleiner Bach im Keuper
III-3-M Schrondweilerbaach		
Talform: Muldental	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecken: ca. 200 und ca. 400 m
Talgefälle: ca. 24‰	Naturraum: Stegener Gutland	Topographische Karte: TK 10: Beaufort



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die untere Referenzstrecke befindet sich zwischen Schrondweiler und Nommern unterhalb des Durchlasses der Landstraße, die beide Ortschaften miteinander verbindet. Ein Großteil der Bäche im Keuper wird durch Feingeschiebe geprägt. Der Schrondweilerbaach ist an seiner Sohle jedoch häufig von Schottern und Blöcken bestimmt, während die feineren Korngrößen hinsichtlich der Morphodynamik weniger bedeutend sind. Sie sorgen aber für eine große Heterogenität bei der Substratverteilung und lagern sich in den strömungsberuhigten Bereichen ab. Die Sandsteinblöcke werden im Bereich der Referenzstrecke durch Hangunterschneidung freigelegt und stammen von den Ablagerungen des Schilfsandsteins, der im Bereich des Keupers sehr unregelmäßig zu Tage tritt. Solche lokalen Besonderheiten kön-

nen bei der Festlegung der Gewässertypen nicht überall berücksichtigt werden. Einige 100 Meter oberhalb dieser Strecke fehlen bereits die groben Korngrößenfraktionen. Aufgrund der geringen Transportkraft der kleineren Bäche werden die Blöcke auch nicht weit transportiert, so dass sich das die Sohle prägende Substrat mit dem Wechsel der Geologie rasch ändern kann.

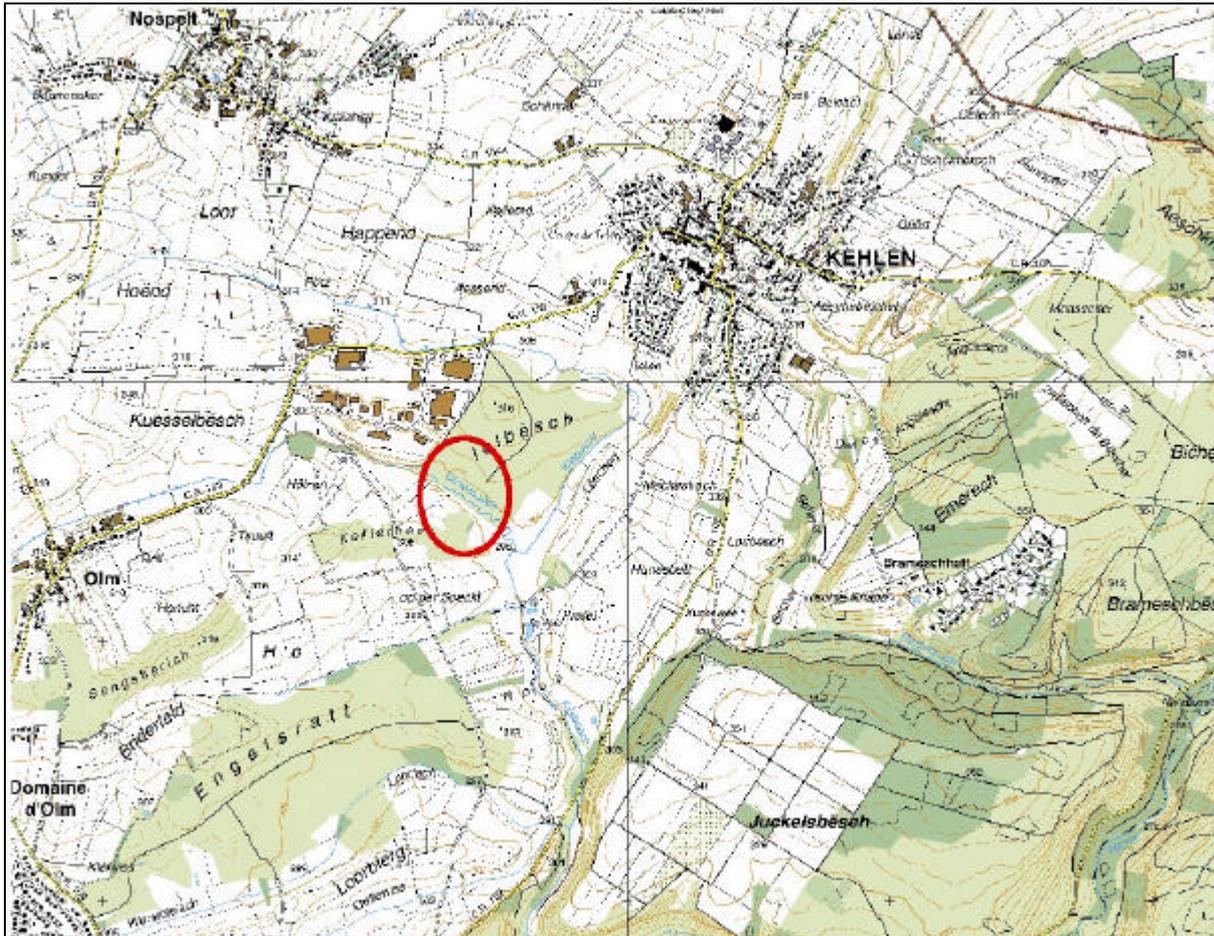


Der rasche Wechsel der dominanten Korngrößenverteilung wird auf diesen beiden Fotos deutlich: Während unterhalb von Schrondweiler Steinblöcke und Schotter die Sohle bestimmen, ist oberhalb der Ortschaft die Gewässersohle von schluffigen bis sandig-kiesigen Ablagerungen geprägt.

Beide Gewässerstrecken weisen unterschiedlich breite Gewässerrandstreifen auf und sind typische sekundäre Referenzstrecken. An der Gewässersohle sind sie in beiden Fällen sehr strukturreich ausgebildet, wobei der Einfluss der Ufergehölze bei den feinmaterialdominierten Strecken größer ist.



III-4-M Olmerbaach		Kleiner Bach im Lias
Talform: Muldental	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 400 m
Talgefälle: ca. 4‰	Naturraum: Eisch-Mamer-Gutland	Topographische Karte: TK 16: Garnich



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke liegt in einem Waldstück ganz in der Nähe eines größeren Gewerbegebietes südwestlich von Kehlen. Es handelt sich um einen Gewässerstandort, der in vielerlei Hinsicht eine Besonderheit darstellt. Zum einen sind die Gewässerstrecken, die auf den Plateauflächen des Gutlandes fließen i.d.R. stärker beeinträchtigt, zum anderen ist die Referenzstrecke über eine lange Periode (zumindest eine Baumgeneration) ohne größere Beeinträchtigungen sich selbst überlassen geblieben. Es handelt sich also bei diesem Bach um eine „Rarität“. Solche Relikte liefern wichtige Hinweise und Anhaltspunkte für die Renaturierungsstrategien an stärker beeinträchtigten Bächen.

Der Olmerbaach ist ein autochthones Lias-Gewässer (mittlerer Lias), das durch einen hohen Schwebstoffanteil und kleinere Korngrößen -vorwiegend Ton und Schluff- an der Sohle gekennzeichnet ist. Im Einzugsgebiet stehen in erster Linie mergelige und lehmige Böden an. Die ausladende, teilweise määnderähnliche Laufkrümmung des kleinen, abflussschwachen Baches ist im besonderen Maße auch an die Fixierung der älteren Bäume gebunden. Trotz des „aufgeräumten“ Charakters des Laubwaldes und des dadurch bedingten geringeren Aufkommens an Totholz sind alle Strukturelemente eines naturnahen Muldentalbaches vorhanden.

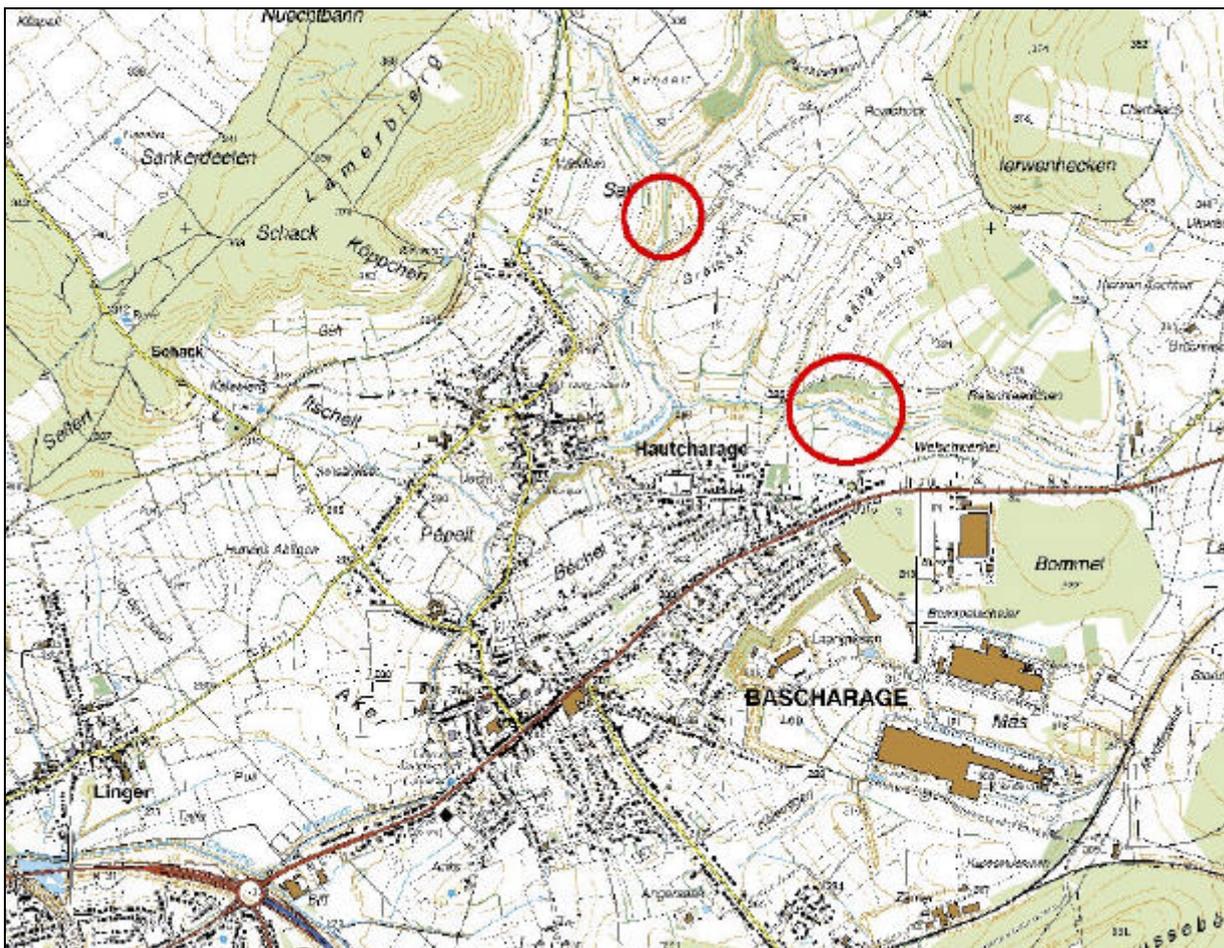
Unterhalb der Waldstrecke fließt der Olmerbaach im Offenland und zeigt die typischen engen und übertieften Profile eines Wiesenbaches.



Der Olmerbaach ist ein Vertreter der Muldentalbäche, die durchaus stärkere Laufkrümmungen aufweisen können. Das Vorland ist aber im Gegensatz zu Auentalbächen unregelmäßig zum Gewässer geneigt, so dass bei Hochwasser nur ein schmaler, unregelmäßiger Saum neben dem Gewässer überflutet wird.



III-5-K Mierbaach		Kleinere Bäche im Lias
III-6-M/K Pawuesgriecht		
Talform: Kerbtal und Übergang Muldental-Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecken: ca. 300 - 450 m
Talgefälle: ca.12‰	Naturraum: Rebieger Gutland	Topographische Karte: TK 16: Garnich



Erläuterung zu den Referenzstrecken

Die benachbarten Bäche Mierbaach und der Pawuesgriecht sind zwei kleine Gewässer, die typisch für die unregelmäßigen und nur wenig eingetieften Kerbtäler und Sohlenkerbtäler des mittleren Lias sind.

Während die meisten Bäche auf dem flachwelligen Relief dem Muldentaltypus angehören, gibt es vereinzelt auch Kerbtal- und Sohlenkerbtalbäche, wenn härtere, meist nur gering mächtige Sandsteine, die unregelmäßig und nur kleinräumig angeschnitten werden, anstehen. Die Übergänge zum Typus der Muldentalgewässer sind häufig fließend.

Die Referenzstrecke des Mierbaches befindet sich nördlich von Hautcharge. Die Referenzstrecke des Pawuesgriecht liegt ganz in der Nähe nördlich von Bascharge und nordöstlich von Hautcharge, kurz vor der Einmündung in den Mierbaach. Das durch den häufigen Hangkontakt aufgearbeitete sandige, teils plattige Geschiebe wird rasch zerkleinert und außerhalb der meist nur kurzen Talkerben finden sich meist nur noch feinkörnige Korngrößen. Im Gegensatz zu den meist tiefen Kerbtälern des Schiefergebirges oder Muschelkalks wechseln die Talquerschnitte häufig, so dass vielfach asymmetrische Abfolgen entstehen. Diese sind aber im Gegensatz zu den Mäandertälern nicht regelmäßig in Gleithänge und Prallhänge gegliedert.



Der Mierbach (oben) ist wie der Pawuesgriecht (unten) nur wenig eingetieft. Für die Ausweisung als Kerbtal- bzw. Sohlenkerbtalgewässer spielt aber weniger die Tiefe der Zertalung als vielmehr die Morphodynamik und Struktur eine Rolle.

Beide Bäche weisen fließende Übergänge zwischen Kerbtal- und Sohlenkerbtalgewässern auf. Die Sohle wird von der Kies- und Schotterfracht dominiert, Blöcke sind seltener vertreten. Das Gewässerbett ist zumeist sehr flach und breit.



III-10-M Aalbaach		Kleiner Bach im Keuper
Talform: Muldental	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 250 m
Talgefälle: ca.6%	Naturraum: Paffebierger und Oetringer Gutland	Topographische Karte: TK 18: Wormeldange



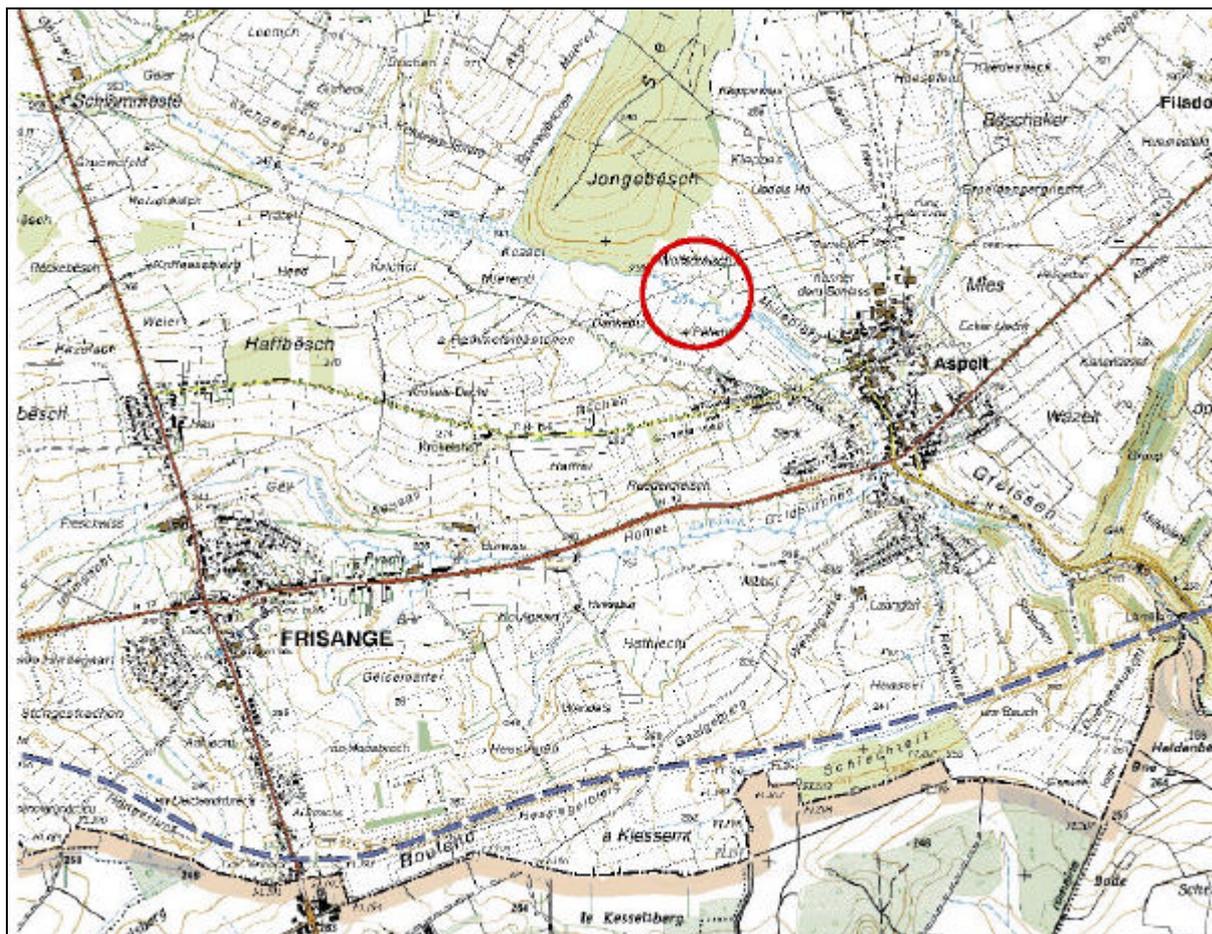
Erläuterungen zur Referenzstrecke

Der Aalbach ist ein kleiner Nebenbach der Mosel. Die Referenzstrecke befindet sich im Oberlauf. Man erreicht sie, wenn man von Dreiborn kommend der Landstrasse Richtung Flaxweiler folgt. Bevor der Aalbach in der tiefen Talkerbe, die er in den Oberen Muschelkalk eingeschnitten hat, fließt, durchquert er als kleiner Quellbach den Gipskeuper, für den weitgespannte Muldentäler charakteristisch sind. Die Referenzstrecke weicht daher in ihrer Struktur und Dynamik vollkommen von den schluchtartigen Kerbtalstrecken ab. In der Referenzstrecke fließt der Aalbach unter häufiger Krümmungsbildung zwischen alten Erlen und verschiedenen Baumstümpfen, die noch Reste der alten Waldbedeckung darstellen. Der gerodete Wald wird zwischenzeitlich von einem neuen jungen Erlen-Eschen-Feuchtwald ersetzt. Neben dem durch die Laufkrümmung und den Gehölzreichtum verursachten Strukturreichtum

mit besonders abwechslungsreichen Ufern (Foto oben), fallen auch die hohen Grundwasserstände und die damit zusammenhängenden Tümpel und Quellaustritte positiv auf, so dass auch die Bodenvegetation sehr vielgestaltig und artenreich ist (Foto unten). Das Sohlensubstrat setzt sich vorwiegend aus feinen Korngrößen zusammen. Bachabwärts nimmt die Sohlentiefe etwas zu.



III-11-M/A Briedemsbaach		Kleiner Bach im Lias
Talform: Übergang Muldental-Auetal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 600 m
Talgefälle: ca. 4‰	Naturraum: Moselvorland und Syretal	Topographische Karte: TK 20: Bettembourg



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke befindet sich oberhalb der Ortschaft Aspelt in einer weitgespannten Talmulde, ca. 900 m vor der Einmündung des Aalbaches, des zweiten Quellbaches der Gander. Der trotz einiger Schadstrukturen (Bauschuttalagerungen, teilweise fehlender Gewässerrandstreifen) referenzwürdige Bach fließt durch eine Weiden- und Wiesenlandschaft und wird von einer lückigen Gehölzgalerie begleitet. Die Talsohle des Baches besteht aus umgelagerten und eingeebneten kolluvialen Sedimenten (von den Hängen abgespültes Bodenmaterial), so dass ein Mischtypus zwischen Muldental- und Auetalbach vorliegt. Das vornehmlich tonig-mergelige Ausgangssubstrat (Lias) spiegelt sich auch an der Gewässersohle und im Uferbereich wieder. Feine Korngrößen dominieren. Die Morphodynamik des kleinen Baches wird im entscheidenden Maße von den Gehölzen geprägt und zeichnet sich durch

eine naturnahe Laufkrümmung, abwechslungsreiche Uferstrukturen und große Breiten- und Tiefenvarianz aus. Dabei spielen nicht nur die „stehenden“ Ufergehölze als Turbulenzförderer und Fixpunkte der Entwicklung eine große Rolle, sondern auch Treib- oder Totholz. Dieser Einfluss wird insbesondere in den gehölzfreien Streckenabschnitten offensichtlich, weil hier eine wesentlich geringere Strukturvielfalt zu verzeichnen ist. Gerade bei den kleinen Mulden- und/oder Auetalbächen mit feinkörniger und beweglicher Sohle sollte das „Gehölzmanagement“ größere Berücksichtigung bei der Gewässerentwicklung spielen, zumal die Gehölze für die Benthosorganismen ein wichtiges Besiedlungssubstrat darstellen.

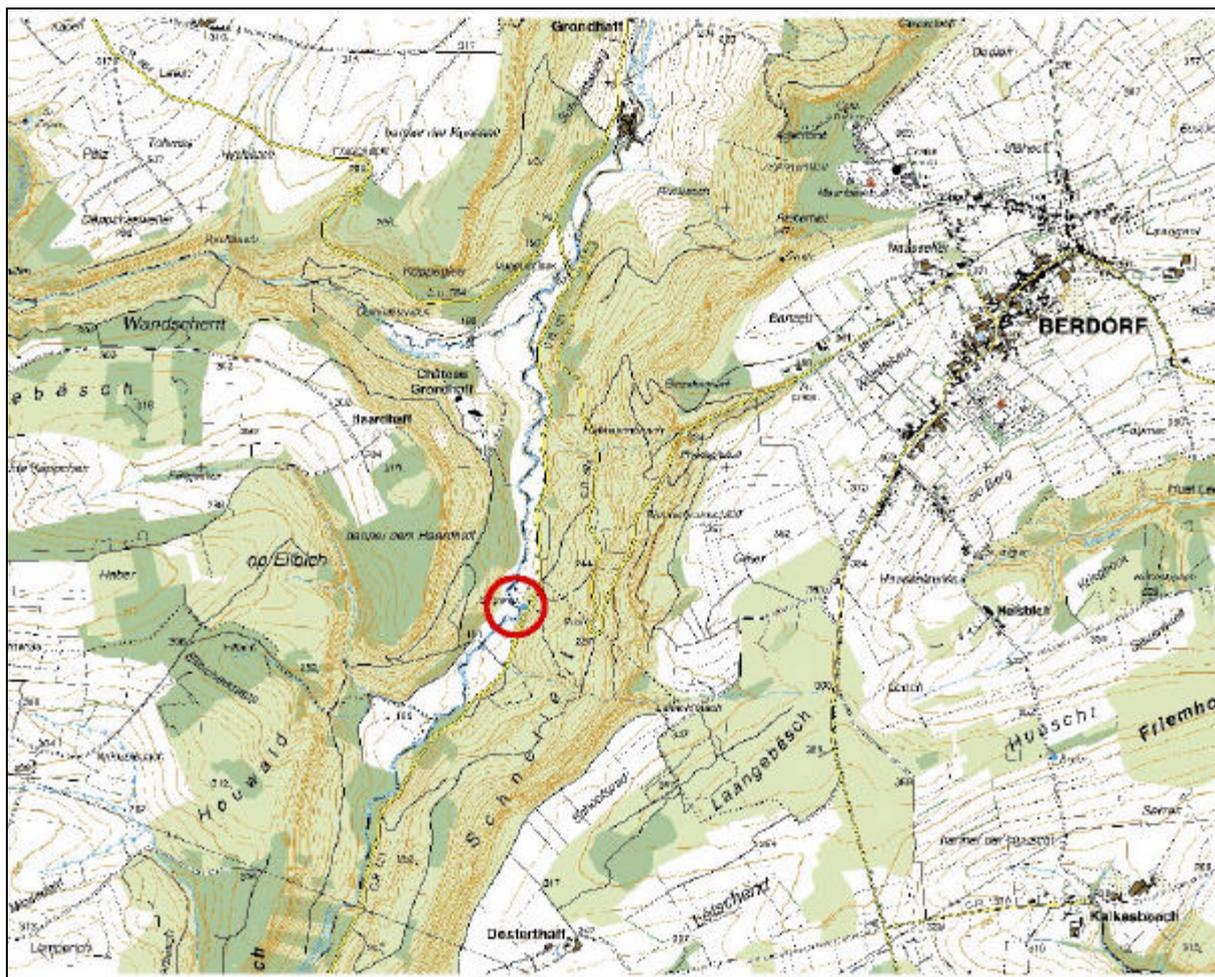


Naturnaher, im Wesentlichen über die Ufergehölze strukturierter Abschnitt der Referenzstrecke am Briedemsbaach.

Beim benachbarten Aalbaach wurden die Ufergehölze und Ufer im Zuge einer Renaturierungsmaßnahme gepflegt, d.h. Totholz und in das Gewässerbett reichende Astwerk wurden entfernt. Die Ufer wurden abgeflacht und anscheinend die Sohle auf Teilstrecken stabilisiert.



IV-2-K/A Ernz Noire		Großer Bach im Luxemburger Sandstein
Talform: Übergang Kerbtal-Auetal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 1850 m
Talgefälle: ca. 6‰	Naturraum: Untersauertal	Topographische Karte: TK 10: Beaufort



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Ernz Noire weist mit Eintritt in den Luxemburger Sandstein bis fast zur Mündung in die Sauer zahlreiche naturnahe Referenzabschnitte auf. Lediglich die im Tal verlaufende Straße, einige Rohrdurchlässe und Störungen (wie Campingplatz, Nadelforsten oder fehlende Randstreifen) beeinträchtigen die hervorragende Referenzsituation. Die Spannweite reicht von blockigen Engtalstrecken mit schluchtartigem Querprofil (Schiesstümpel) über flachsohlige, schotterreiche Kerbtalstrecken bis hin zu Sohlenkerbtalstrecken mit deutlich aufgeweiteten Erosionsprofilen.

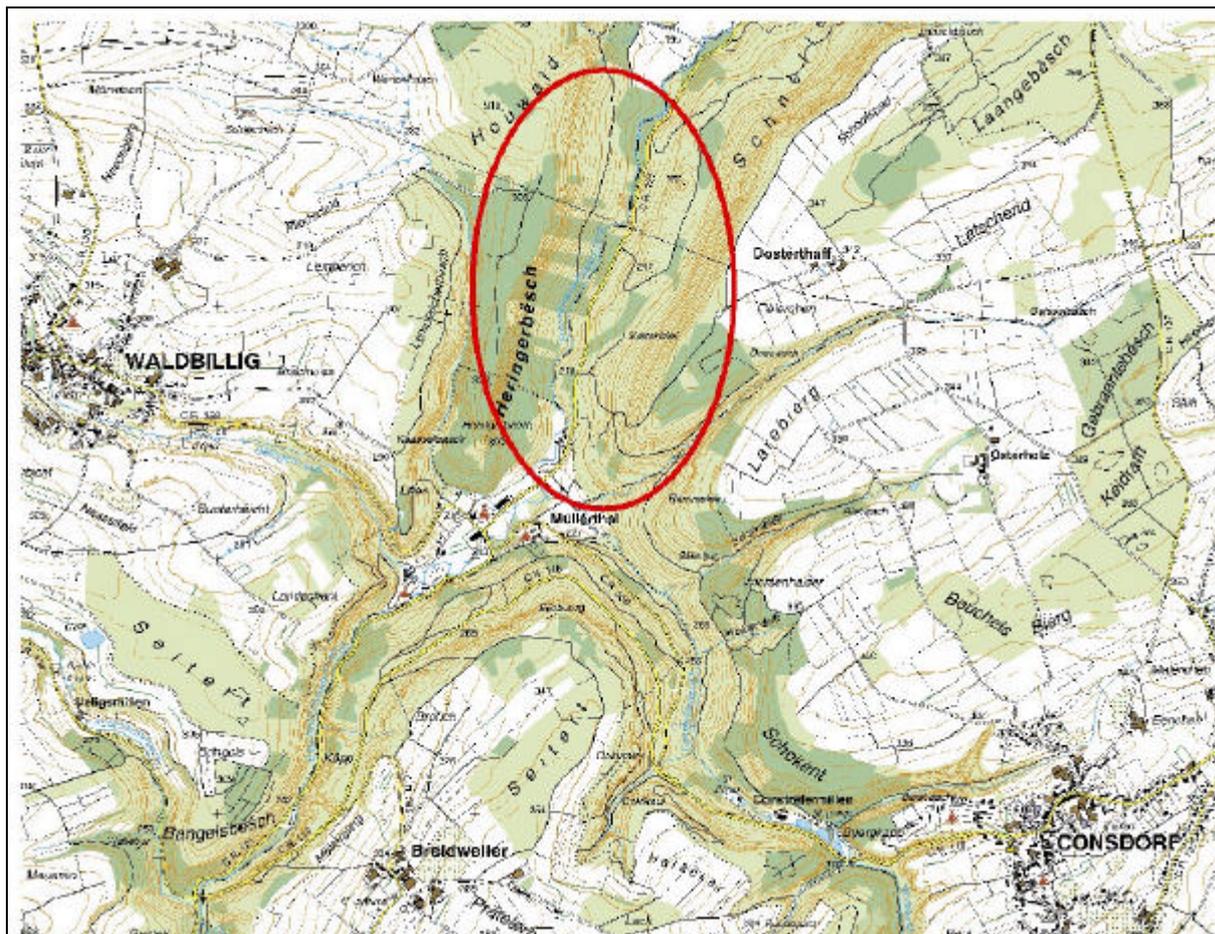
Im Unterlauf der Ernz Noire auf den letzten Kilometern vor der Mündung in die Sauer hat die Ernz Noire den Luxemburger Sandstein, der noch an den Talflanken ansteht, durchschnitten.

Sie fließt in diesem Bereich in den morphologisch weicheren Schichten des Keupers in einem deutlich aufgeweiteten Sohlenkerbtal mit mächtiger alluvialer Talverfüllung. Es bestehen Übergänge zum steilen Auetal.

Hier hat der Bach die Möglichkeit innerhalb seiner sandigen Ablagerungen größere unregelmäßige Laufkrümmungen auszubilden. Die Talflanken werden noch sehr häufig berührt, was bei typischen Auetalgewässern nur vereinzelt vorkommt. Verstärkt durch die Hochwasserereignisse der letzten Jahre hat die Ernz Noire ihr Gewässerbett durch starke Lateralerosion massiv aufgeweitet. Uferausbrüche und Ansätze von Laufverzweigungen sind häufig zu beobachten. Die erosionsanfälligen sandig-lehmigen Ufersubstrate setzen dabei kaum Widerstand entgegen, zumal aus dem Luxemburger Sandstein auch noch gröbere Fraktionen angeliefert werden. Im Bereich des rot umkreisten Bereiches stellt sich die Entwicklung besonders eindrucksvoll dar (Foto). Hier bilden sich mächtige Sand- und Kiesbänke, die sich teilweise bis auf das Vorland erstrecken können, und das Gewässerbett zeigt eine große Breiten- und Tiefenvarianz.



IV-3-K Ernz Noire		Großer Bach im Luxemburger Sandstein
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 1750 m
Talgefälle: ca. 10%	Naturraum: Schoffielser und Müllerthaler Gutland	Topographische Karte: TK 10: Beaufort



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Bachauf- und abwärts der Campingplätze von Müllerthal befinden sich viele naturnahe Referenzgewässerabschnitte, die je nach Breite der Talsohle und Steilheit der Talhänge schluchtartigen oder sohlenkerbtalartigen Charakter aufweisen. Bis auf einzelne Böschungsbefestigungen ist kaum ein anthropogener Einfluss zu verzeichnen, so dass die Ernz Noire in einem naturnahen Gewässerbett mitten in den Ablagerungen des Luxemburger Sandsteins fließt. Nicht nur die teils bizarren Felsformationen, sondern auch die naturnahen, teilweise schluchtartig verengten Gewässerstrecken machen den Erholungswert dieser durch Wanderwege touristisch gut erschlossenen Luxemburger Schweiz aus.

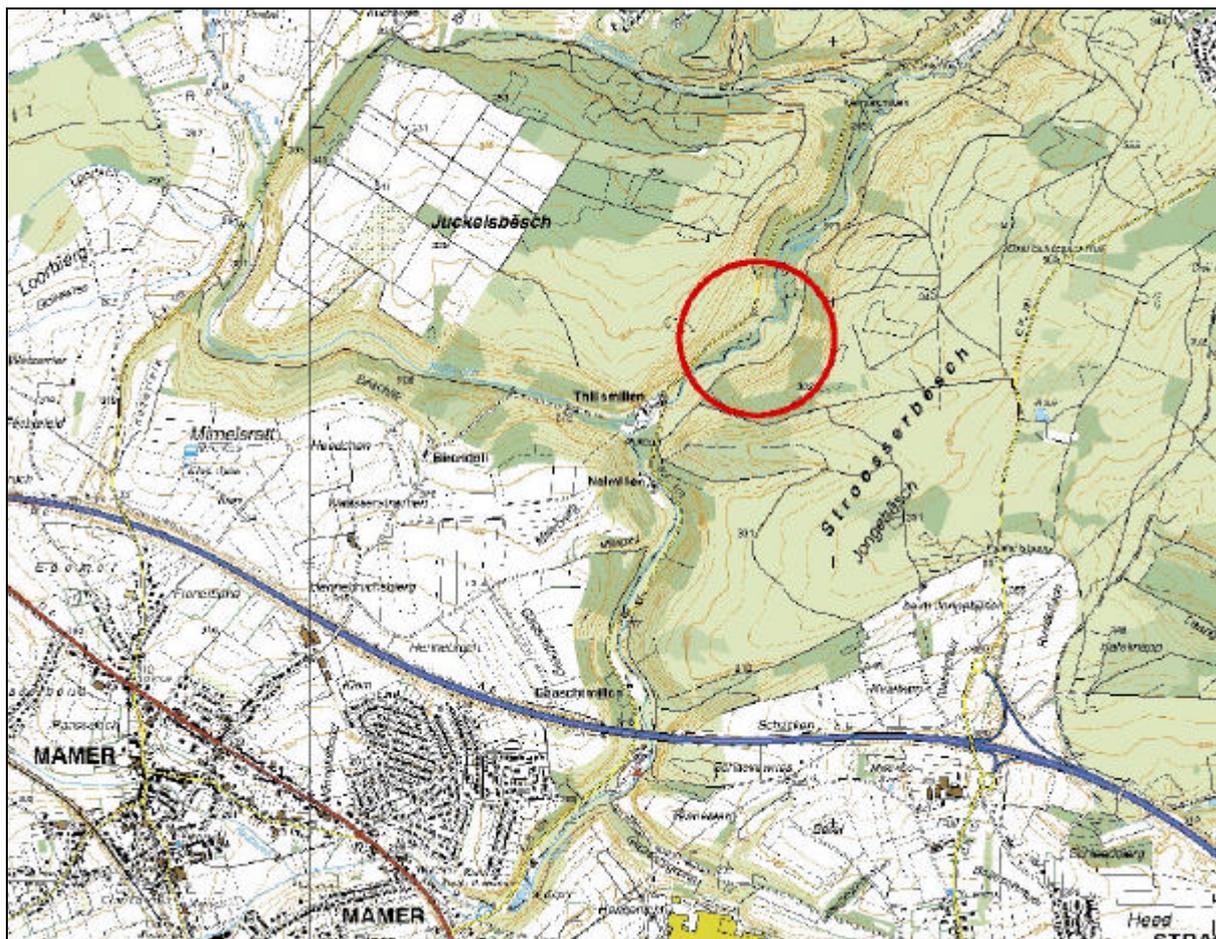
Zwei typische Situationen der Ernz Noire im Müllerthal:

Auf dem oberen Foto fließt sie in einer leicht aufgeweiteten Talsohle zwischen den Talhängen unregelmäßig die Talflanken wechselnd hin und her und neigt zu Laufverwilderungen. Dagegen zeigt das untere Foto einen schluchtartigen Charakter mit groben Blöcken und Talhängen, die in das Gewässerbett abtauchen, ohne dass klar abgrenzbare Ufer erkennbar sind.



Beiden Strecken ist gemeinsam, dass bei Hochwasser eine stark turbulente Strömung herrscht und ein massiver Geschiebetrieb erfolgt. Die schweren Blöcke bleiben dabei an Ort und Stelle liegen und werden nach und nach durch den anprallenden Geschiebestrom zerkleinert.

IV-7-K/A Mamer		Großer Bach im Luxemburger Sandstein
Talform: Übergang Kerbtal-Auetal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 700 m
Talgefälle: ca. 9‰	Naturraum: Eisch-Mamer-Gutland	Topographische Karte: TK 17: Luxemburg



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Die Referenzstrecke befindet sich innerhalb der Waldflächen an der Landstraße zwischen Mamer und Kopstal. Sie beginnt unterhalb der Einmündung des Kielbaaches/Olmerbaaches und endet nach etwa 700 Metern Laufstrecke. Bachabwärts schließen sich weitere referenzwürdige Abschnitte an. Bis auf häufig anzutreffende Fichtenaufforstungen bestehen keine größeren Beeinträchtigungen.

Die Gewässersohle wird vorwiegend von Schottern des Luxemburger Sandsteins geprägt, obwohl ein Großteil des Einzugsgebietes in den mergeligen Böden des mittleren Lias liegt. In strömungsberuhigten Zonen lagert sich Sand des rasch in die Kornfraktion zerfallenden Sandsteins ab.

Die Mamer kann in diesem tief eingesenkten Sohlenkerbtal ihre Dynamik und Struktur ungehindert entfalten. Die am Hang verlaufende Straße beeinträchtigt die naturnahe Situation nur punktuell. Alle Strukturelemente eines naturnahen geschiebereichen Sohlenkerbtalbaches sind vorhanden. Hohe Strömungsdiversität, Sand-, Kies- und Schotterbänke, sowie eine hohe Breiten- und Tiefenvarianz sind für diese naturnahe Gewässerstrecke bezeichnend. Die Laufkrümmung und die Seitenbeweglichkeit werden im entscheidenden Maße durch die schmale Talsohle und den häufigen Kontakt mit den Talhängen geprägt. Breite Schotterfurten wechseln mit Tiefrinnen und Kolken ab, so dass ein guter Eindruck in das Formen- und Breitenspektrum vermittelt wird. In den mergelig tonigen Böden des Lias fließt die Mamer dagegen von Natur aus in wannenartigen tiefen Profilen mit deutlich abgesetzten Uferböschungen.



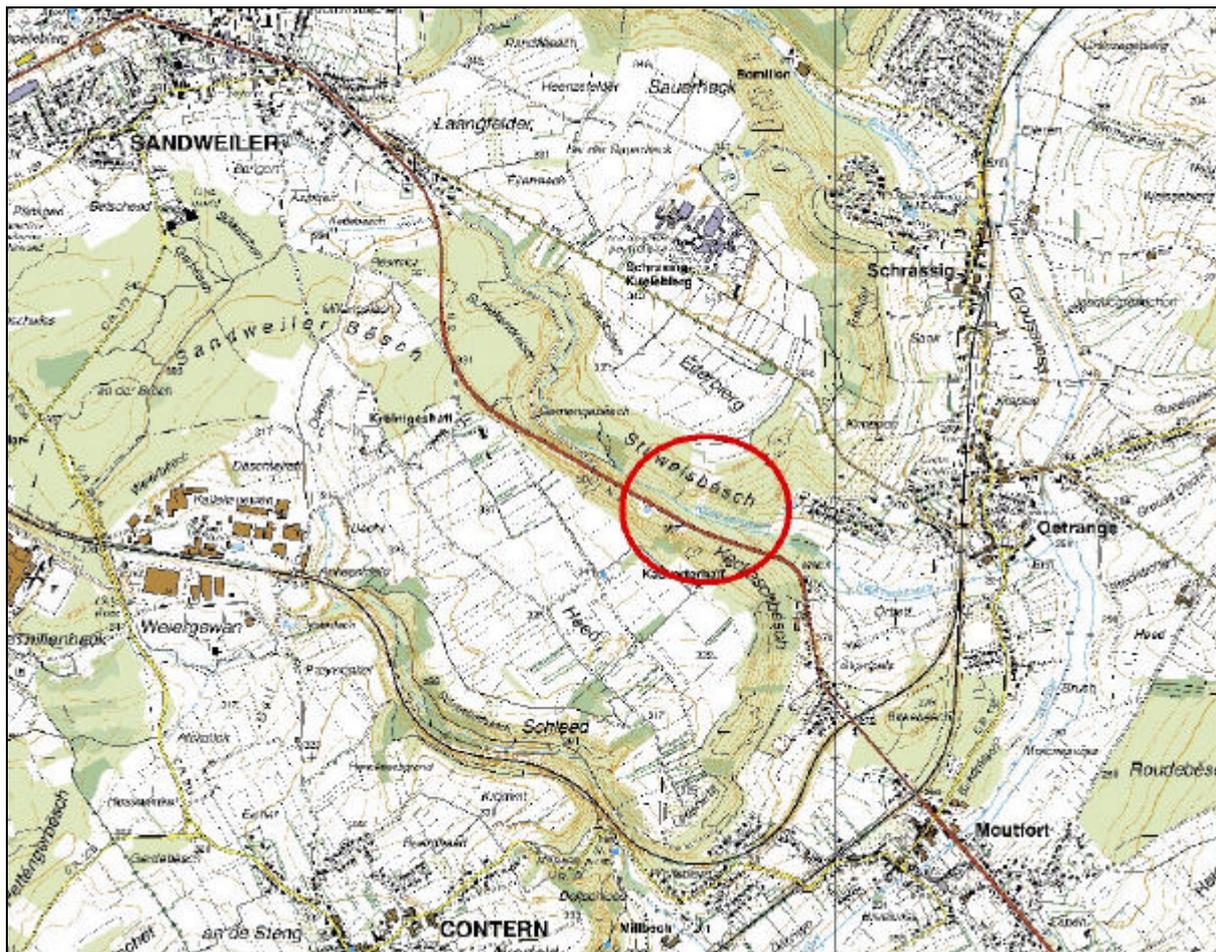
Typisch für Sohlenkerbtalgewässer ist der unregelmäßige Wechsel des Gewässerverlaufs zwischen den Talflanken. Hier werden die Talhänge unter schnitten und es erfolgt ein Großteil der Grobgeschiebeaufnahme.

Zwischen den Talflanken weitet sich das Gewässerbett und es entstehen ausgeprägte Querbänke.

Durch den hohen Grobgeschiebeanteil werden die Ufer teilweise weit zurückverlegt, so dass sich ein gegenüber der Talsohle abgesetztes Hochwasserbett bilden kann.



IV-8-K Kackeschbaach		Kleiner Bach im Luxemburger Sandstein
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 630 m
Talgefälle: ca. 30‰	Naturraum: Schoffielser und Müllerthaler Gutland	Topographische Karte: TK 17: Luxemburg



Erläuterungen zur Referenzstrecke

Dieser Abschnitt des steilen Quellbaches befindet sich östlich der Nationalstraße von Moutfort nach Sandweiler und fließt in einem naturnahen Buchenwald. Er ist als primäre Referenz für Kerbtalbäche im Luxemburger Sandstein anzusprechen. Bedingt durch das hohe Gefälle und die starke Turbulenz werden die Sandanteile bei Hochwasser rasch mobilisiert und bachabwärts transportiert. Aufgrund des großen Nachschubs von sandigen Partikeln über Ufererosion und Abspülungen von den Hängen wird aber bei fallendem Hochwasser im Strömungsschatten immer wieder großflächig sandiges Substrat akkumuliert, so dass ein vielgestaltiges Mosaik unterschiedlicher Korngrößen zu beobachten ist. Unter den sandigen Akkumulationen befinden sich in der Regel Blöcke oder anstehender Fels. Im Gegensatz zu

Sohlenkerbtalbächen, die eine unregelmäßig geneigte, schmale Talsohle aufweisen, gehen bei diesem Kerbtaltyp die Ufer meist direkt in die Talhänge, die häufig unterschritten werden, über. Daher sind häufig Hangrutschungen und Sturzbäume zu verzeichnen (Fotos). Der Kackeschbaach ist einer von vielen kleineren abflussschwachen Quellbächen, die den Luxemburger Sandstein durchfließen und unter der durchgehenden Waldbedeckung immer naturnah strukturiert sind. Einzelne Durchlässe sind für die Dynamik in den meisten Fällen bedeutungslos. Fließen diese Bäche aus dem Luxemburger Sandstein in das Keupervorland, das zumeist intensiv landwirtschaftlich genutzt wird, weiten sich die Talsohlen, während die Gewässerbetten schmaler und tiefer werden und fast vollständig mit Sand überlagert sind. Man kann von einer Typverschleppung aus einer geologischen Einheit in die nächste sprechen.

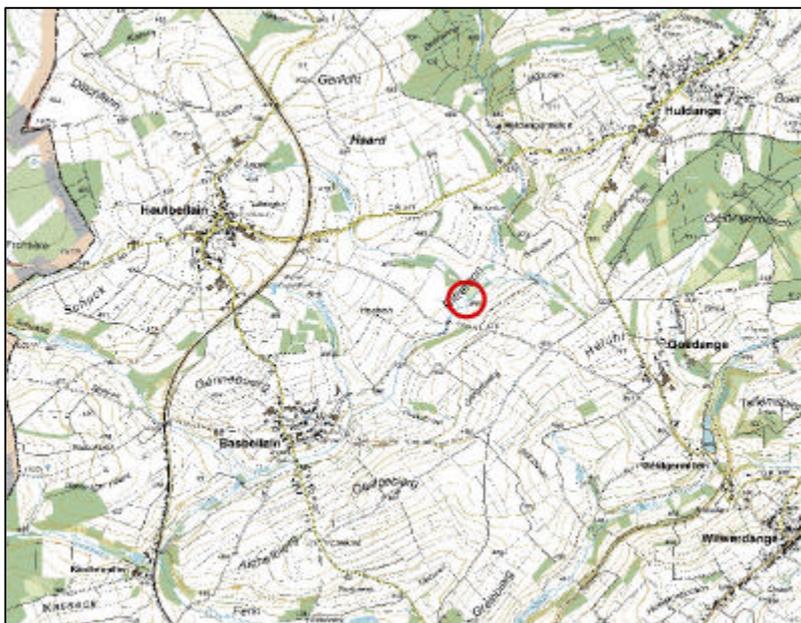


9.3.2 Referenzstrecken mit Kurzprotokoll

Kennziffer der Referenzstrecke	Gewässername	Seitennummer
I-1-M	Woltz	183
I-2-M	Kailsbaach	183
I-4-M	Tretterbaach	184
I-6-A/S	Woltz	184
I-13-K/A	Himmelbaach	185
I-14-S	Clerve	185
I-15-K	Nacherbaach	186
I-17-S	Sauer	186
I-19-S	Sauer	187
I-20-K/A	Tandelerbaach	187
I-21-K	Nebenbach des Rebich	188
II-1-A	Attert	188
II-3-S	Attert	189
II-7-K	Schlambaach / Lelligerbaach	189
II-8-K/A	Guschtengerbaach	190
III-7-A	Chiers	190
III-8-M	Nebenbach des Lelligerbaach	191
III-9-M/K	Feschbech	191
IV-1-K	Halerbaach	192
IV-4-K	Consdrefferbaach	192
IV-5-K	Ernz noire	193
IV-6-K/A	Ernz blanche	193

I-1-M Woltz Kleiner Bach im Schiefergebirge		
Talform: Muldental	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 250 m
Talgefälle: ca. 16‰	Naturraum: Nördliches Hochösling	Topographische Karte: TK 1: Troisvierges

Die Strecke liegt am Oberlauf der Woltz, östlich von Basbellain im Rittesfenn. Der Bach fließt in einem kleinen Erlenbruchwäldchen mit hohem Grundwasserstand. Laufverzweigungen und eine strukturreiche Gewässersohle sind für den zu früheren Zeiten begradigten und verlegten Bach typisch. Aufgrund des naturnahen Gewässerumfeldes hat der Bach ein gutes Entwicklungspotenzial.



I-2-M Kailsbaach Kleiner Bach im Schiefergebirge		
Talform: Muldental	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 250 m
Talgefälle: ca. 27‰	Naturraum: Nördliches Hochösling	Topographische Karte: TK 2: Weiswampach

Der Abschnitt befindet sich oberhalb des Stausees von Weißwampach in einer Rodungsfläche. Der ehemals begradigte, kleine Bach beginnt Laufkrümmungen zu regenerieren und seine Gewässersohle wird durch Jungwuchs und altes Wurzelwerk kleinräumig strukturiert, was eine große Breiten- und Tiefenvarianz bewirkt.

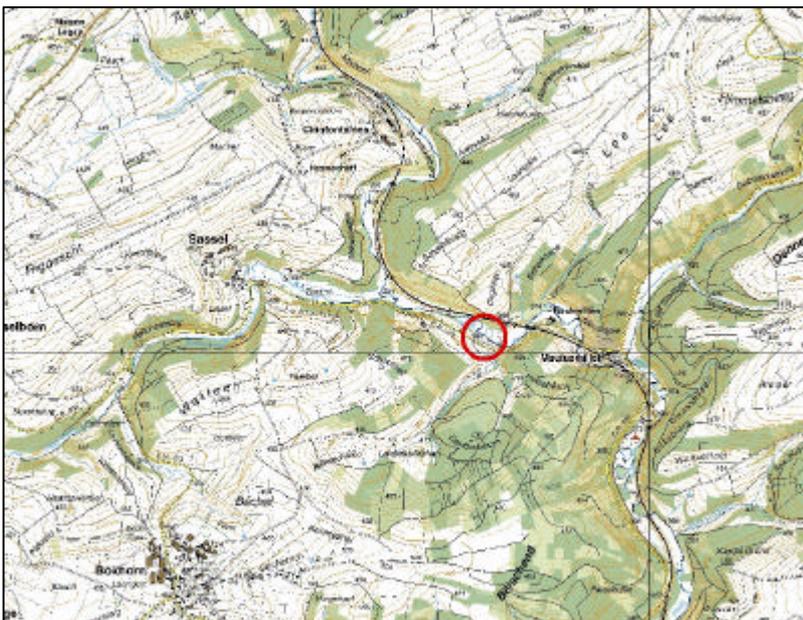


I-4-M Tretterbaach		Kleiner Bach im Schiefergebirge
Talform: Muldental	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 550 m
Talgefälle: ca. 15‰	Naturraum: Nördliches Hochösling	Topographische Karte: TK 3: Wincrange



Dieser durch starke Krümmungsdynamik gekennzeichnete Abschnitt befindet sich nahe der belgischen Grenze, westlich von Troine. Da der Bach nicht zur Tiefenerosion neigt, hat er beim Aufkommen von standortgemäßen Ufergehölzen, die im Wiesensbereich derzeit fehlen, gute Möglichkeiten, auch an der Gewässersohle und im Uferbereich eine deutlich strukturelle Aufwertung zu erfahren.

I-6-A/S Woltz		Großer Bach im Schiefergebirge
Talform: Übergang Auetal- Mäandertal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 300 m
Talgefälle: ca. 6‰	Naturraum: Nördliches Hochösling	Topographische Karte: TK 1: Troisvierges

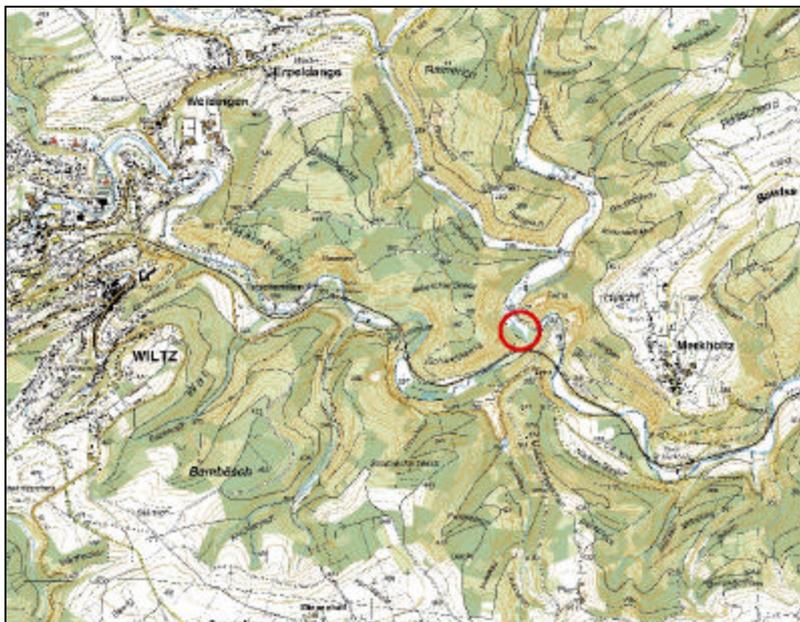


Dieser frei gekrümmte Gewässerabschnitt der Woltz liegt zwischen Maulusmillen im Osten und der Einmündung des Tretterbaachs im Westen. Er wurde trotz der nur mäßigen Strukturvielfalt der Sohle als Referenz ausgewiesen, weil solche Gewässerstrecken ein großes Regenerationspotenzial besitzen, sobald Ufergehölze gepflanzt werden oder sich natürlich ansiedeln können.

I-13-K/A Himmelbaach		Großer Bach im Schiefergebirge
Talform: Übergang Kerbtal-Auetal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 250 m
Talgefälle: ca. 5‰	Naturraum: Obersauer-, Clerve-, Wiltz-, Bleestal	Topographische Karte: TK 6: Kautenbach

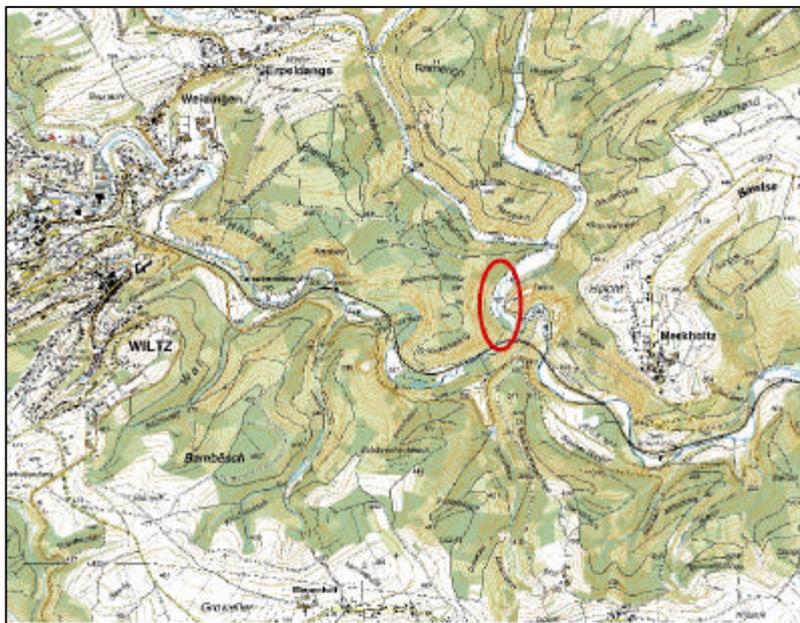
Der Abschnitt befindet sich im Mündungsbereich des Himmelbaachs in die Wiltz, westlich von Merkholtz.

Das ehemals ausgebaute Gewässer hat durch Breitenerosion sein „Korsett“ weitgehend gelockert und ist sowohl im Ufer- als auch Sohlenbereich vielfältig strukturiert.

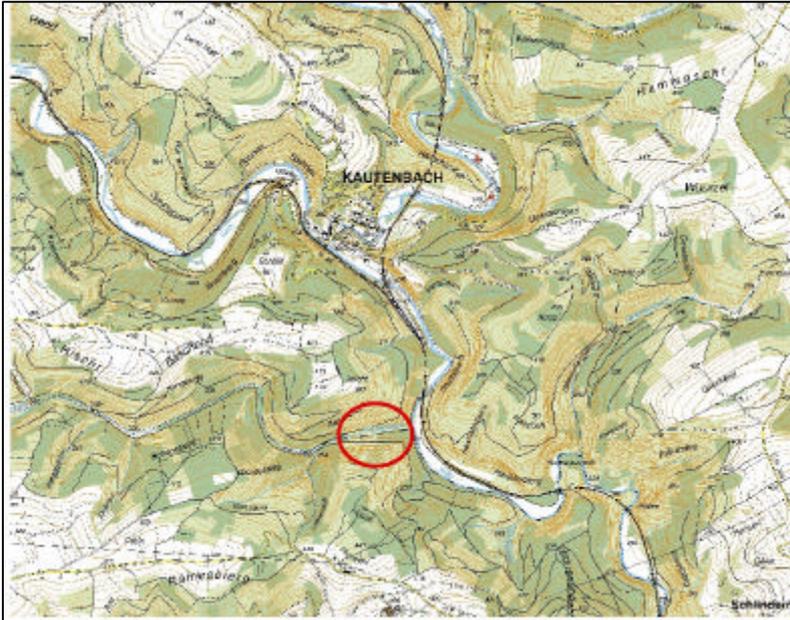


I-14-S Clerve		Kleiner Fluss im Schiefergebirge
Talform: Mäandertal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 800 m
Talgefälle: ca. 2‰	Naturraum: Obersauer-, Clerve-, Wiltz-, Bleestal	Topographische Karte: TK 6: Kautenbach

Diese flachsohlige Mäandertalstrecke der Clerve liegt oberhalb des Campingplatzes von Kautenbach. Trotz einiger Mängel im Gewässerumfeld (z.B. Wochenendhäuser, Bahnböschung) ist dieser Abschnitt durch seine strukturreiche Gewässersohle als Referenzstandort gut geeignet.



I-15-K Nacherbaach		Kleiner Bach im Schiefergebirge
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 450 m
Talgefälle: ca. 60‰	Naturraum: Obersauer-, Clerve-, Wiltz-, Bleestal	Topographische Karte: TK 6: Kautenbach

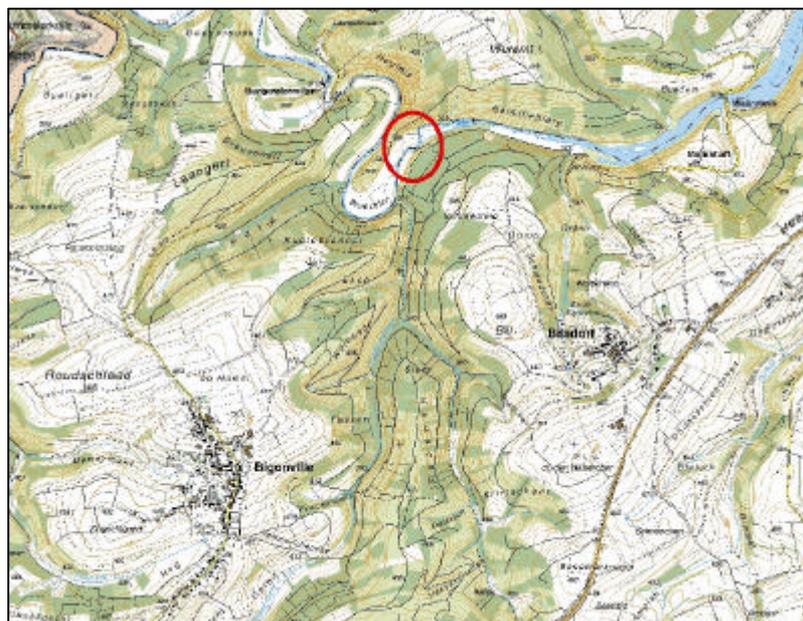


Der Nacherbaach ist ein steiler Nebenbach der Wiltz südlich von Kautenbach. Oberhalb der Mündung in die Wiltz ist die Sohle stein- und blockgeprägt und liegt vollständig unter Waldvegetation.

Der Nacherbaach steht stellvertretend für eine Vielzahl von Kerbtalbachen, die den größeren Hauptgewässern als Geschiebelieferant „tributär“ sind.

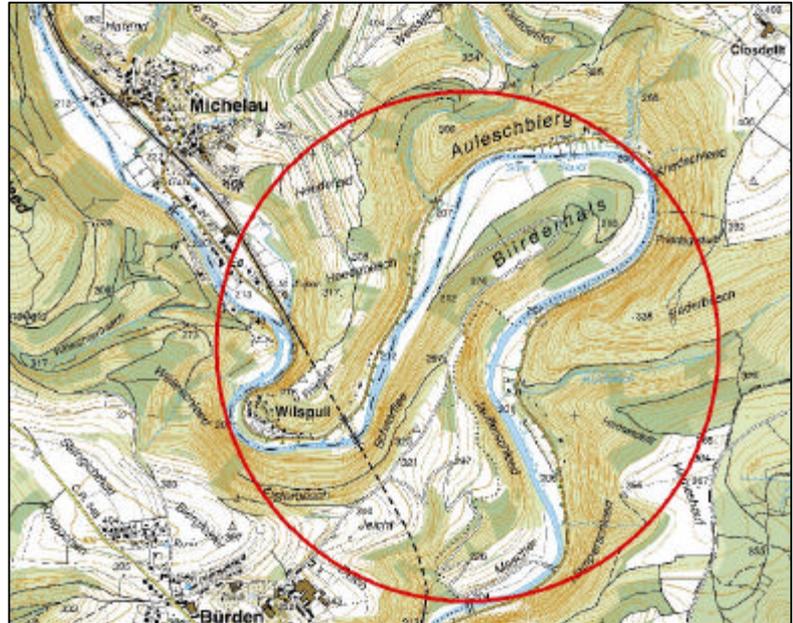
I-17-S Sauer		Großer Bach im Schiefergebirge
Talform: Mäandertal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 450 m
Talgefälle: ca. 2‰	Naturraum: Obersauer-, Clerve-, Wiltz- Bleestal	Topographische Karte: TK 8: Rambrouch

Diese direkt oberhalb des Rückstaubereiches der Sauer befindliche Strecke ist eine typische Talquerungsstrecke zwischen zwei Prallhängen. Hier sind die Mäandertalgewässer in der Regel struktureicher als im Bereich der Talkrümmungsbögen. Diese Strecke zeichnet sich durch Lateralerosion und Schotterbänke aus und ist über einen am rechten Talhang verlaufenden Pfad zu erreichen.



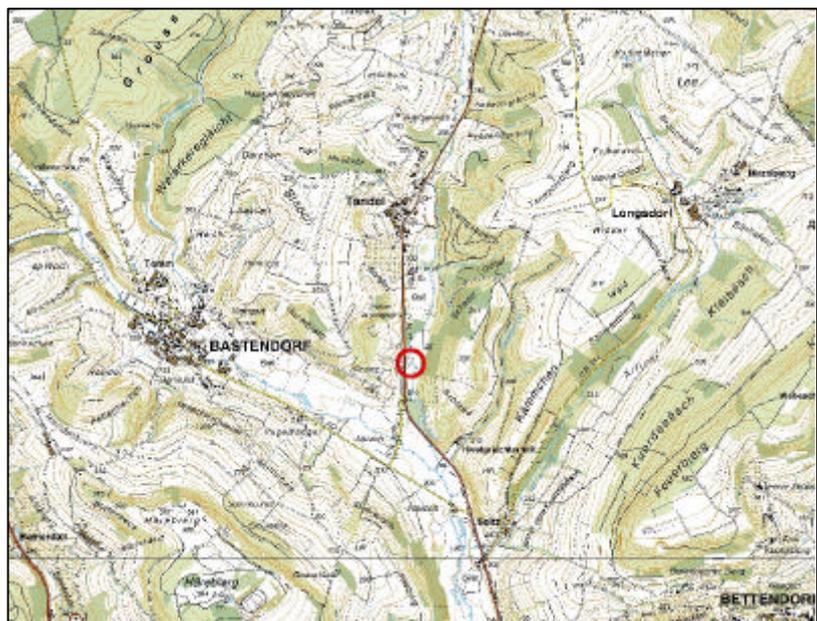
I-19-S Sauer		Kleiner Fluss im Schiefergebirge
Talform: Mäandertal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 4800 m
Talgefälle: ca. 2‰	Naturraum: Obersauer-, Clerve-, Wiltz- Bleestal	Topographische Karte: TK 6: Kautenbach

Südlich von Michelau befindet sich eine der wenigen, bedingt geeigneten Referenzstrecken der Sauer. Sieht man einmal von vereinzelt Böschungssicherungen im Bereich der Straße und dem weitgehenden Fehlen von Ufergehölzen außerhalb der Prallhänge ab, sind doch einige Bachweitungen (Inseln), teilweise Vorlandüberschotterungen und die typische Ausbildung der Laufkrümmung (Talkrümmungsbögen, Talquerungsstrecken) zu beobachten.

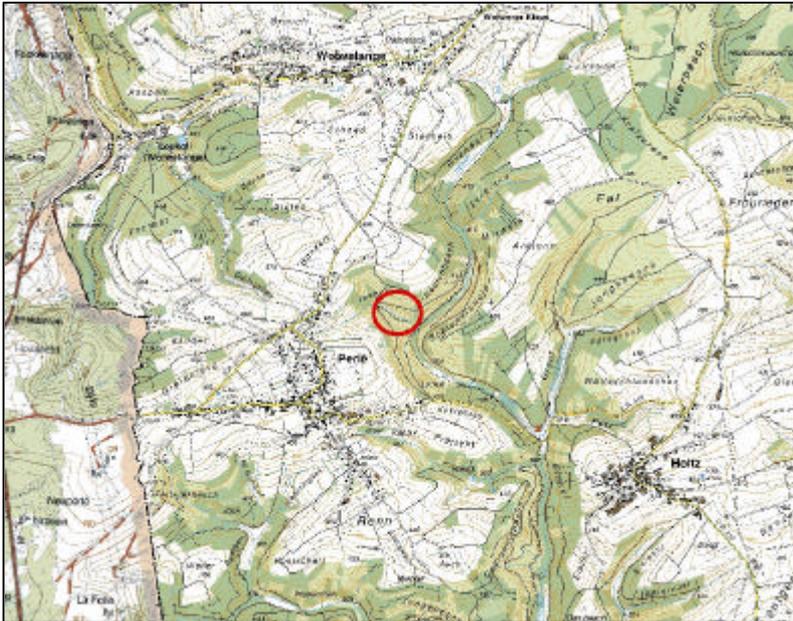


I-20-K/A Tandelerbaach		Kleiner Bach im Schiefergebirge
Talform: Übergang Kerbtal-Auetal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 250 m
Talgefälle: ca. 11‰	Naturraum: Ösling-Vorland	Topographische Karte: TK 7: Vianden

Der Tandelerbaach ist kurz vor seiner Einmündung in die Blees, östlich von Basendorf, durch einen schön mäandrierenden Bachlauf gekennzeichnet, der von alten Bäumen gesäumt ist. Der etwas zu tief liegende Sohlenkerbtalbach wird leider in seinen Außenkrümmungen durch Steinschüttungen befestigt.



I-21-K Nebenbach des Rebich		Kleiner Bach im Schiefergebirge
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 250 m
Talgefälle: ca. 60‰	Naturraum: Südliches Hochösling	Topographische Karte: TK 8: Rambrouch



Bei Perlé mündet ein kleiner steiler Kerbtalbach in den Rebich, der eine vorbildlich ausgeprägte Schotter-, Block- und Felssohle aufweist. Im Gegensatz zum Rebich liegt das Referenzgewässer vollständig unter Laubwald. Im Ösling sind fast alle Kerbtäler und Sohlenkerbtäler, die unter Wald liegen, durch Fichtenforste beeinträchtigt und zusätzlich häufig begradigt, so dass geeignete Referenzen selten zu finden sind.

II-1-A Attert		Großer Bach im Muschelkalk
Talform: Auetal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 600 m
Talgefälle: ca. 2‰	Naturraum: Attert Gutland	Topographische Karte: TK 12: Beckerich



Diese Strecke liegt südwestlich von Ell und ist gegenüber den weiter unterhalb gelegenen Referenzstandorten schlechter zu bewerten. Das Gewässer ist durch die geneigte Talsohle an den Talrand gedrängt und wurde dort zusätzlich begradigt. Durch Breiten-erosion erfolgt eine deutliche Strukturverbesserung. Die Gewässersohle ist durchaus gut strukturiert. Das Gewässerbett liegt etwas zu tief.

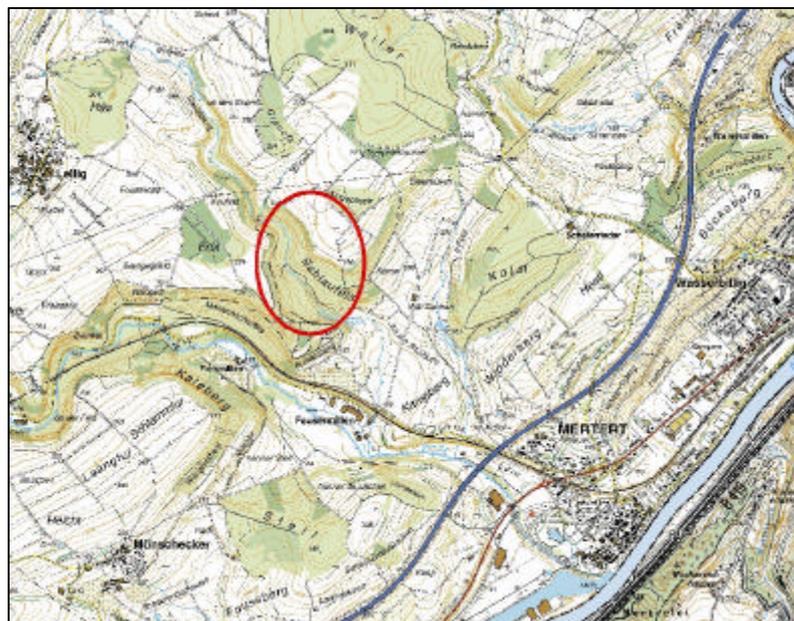
II-3-S Attert		Großer Bach im Muschelkalk
Talform: Mäandertal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 300 m
Talgefälle: ca 5‰	Naturraum: Alzette-, Attert-, Mittelsauertal	Topographische Karte: TK 9: Ettelbrück

Diese Referenzstrecke befindet sich kurz vor der Mündung der Attert in die Alzette bei Colmar Berg. Talsohle und Geschiebehaushalt werden durch den zuvor durchflossenen Keuper (feine Ablagerungen) sowie den Muschelkalk geprägt.

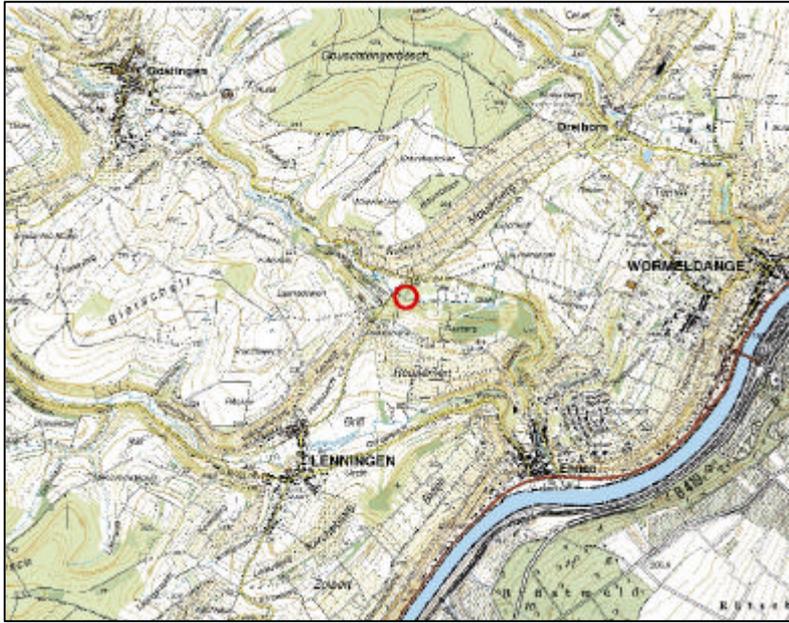


II-7-K Schlammbaach / Lelligerbaach		Kleiner Bach im Muschelkalk
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 850 m
Talgefälle: ca. 40‰	Naturraum: Moselvorland und Syretal	Topographische Karte: TK 15: Wasserbillig

Diese Referenzstrecke liegt westlich von Mertert. Es handelt sich um eine vom Menschen weitgehend unberührte, steile Kerbtalstrecke (Schlucht) unter Laubwald, mit häufigem Felskontakt und groben Blöcken an der Sohle. Mit Austritt aus dem oberen Muschelkalk weitet sich das Tal „schlagartig“ auf, da der „weiche“ Keuper, der hier durch eine Verwerfung tiefer liegt als der Muschelkalk, leicht ausgeräumt wurde.



II-8-K/A Gouschtengerbaach		Kleiner Bach im Muschelkalk
Talform: Übergang Kerbtal-Auetal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 150 m
Talgefälle: ca. 19‰	Naturraum: Moselvorland und Syretal	Topographische Karte: TK 18: Wormeldange



Die Referenzstrecke befindet sich an der Kreuzung der Landstrassen zwischen Lenningen und Dreibern bzw. Ehnen und Gostingen. Der strukturreiche Sohlenkerbtalbach zeichnet sich insbesondere durch mächtige Schotterbänke aus. Zu früheren Zeiten wurde er an den Talrand verlegt, um die tektonisch bedingte Talweitung besser nutzen zu können.

III-7-A Chiers		Großer Bach im Lias
Talform: Auetal	Referenzstatus: sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 550 m
Talgefälle: ca. 1‰	Naturraum: Minette-Vorland	Topographische Karte: TK 16: Garnich



Die Referenzstrecke liegt zwischen Petange im Osten und der belgischen Landesgrenze im Westen, unterhalb der Kläranlage von Petange. Sie wurde vor einigen Jahren naturnah ausgebaut, teilweise im Uferbereich befestigt und zeichnet sich zusätzlich durch einen bachbegleitenden Uferfeuchtwald aus. Leider ist die Wasserqualität schlecht.

III-8-M Nebenbach des Lelligerbaach		Kleiner Bach im Keuper
Talform: Muldental	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 700 m
Talgefälle: ca. 15‰	Naturraum: Pafebierger und Oetringer Gutland	Topographische Karte: TK 15: Wasserbillig

Die Referenzstrecke befindet sich östlich von Bech bei den Höfen Lilien. Dieser nur temporär wasserführende Nebenbach des Lelligerbaaches zeichnet sich durch eine starke Krümmungsintensität bei relativ hohem Talgefälle aus. Deutlich tritt hier die Funktion der Bäume als Fixpunkte der Krümmungsbildung hervor.

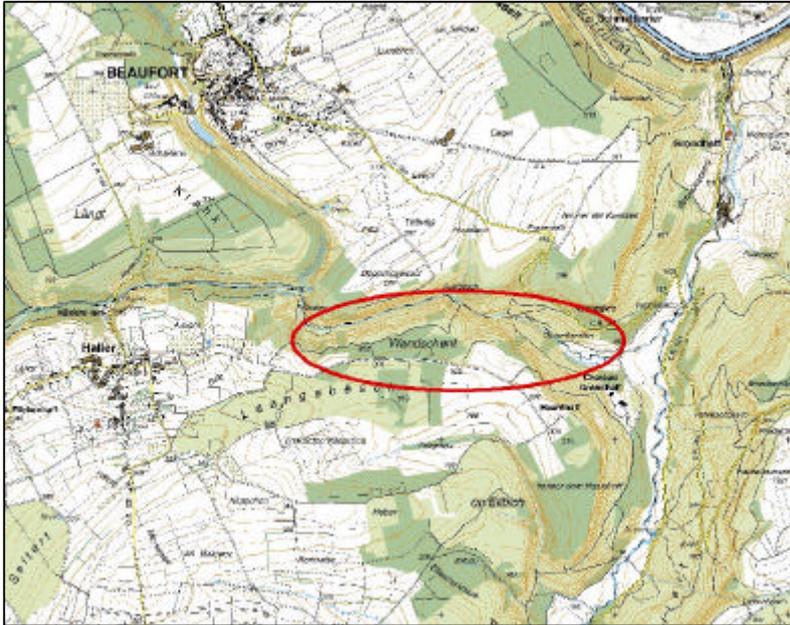


III-9-M/K Feschbech		Kleiner Bach im Keuper
Talform: Übergang Muldental- Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 900 m
Talgefälle: ca. 14‰	Naturraum: Pafebierger und Oetringer Gutland	Topographische Karte: TK 14: Junglinster

Die unter Laubwald liegende Referenzstrecke befindet sich nordwestlich von Roodt-sur-Syre. Hier liegt eine Übergangsform zwischen einem Muldental- und einem Kerbtalbach vor. Bachabwärts, beim Übergang in das Offenland weitet sich der Talgrund zu einem typischen Muldental.

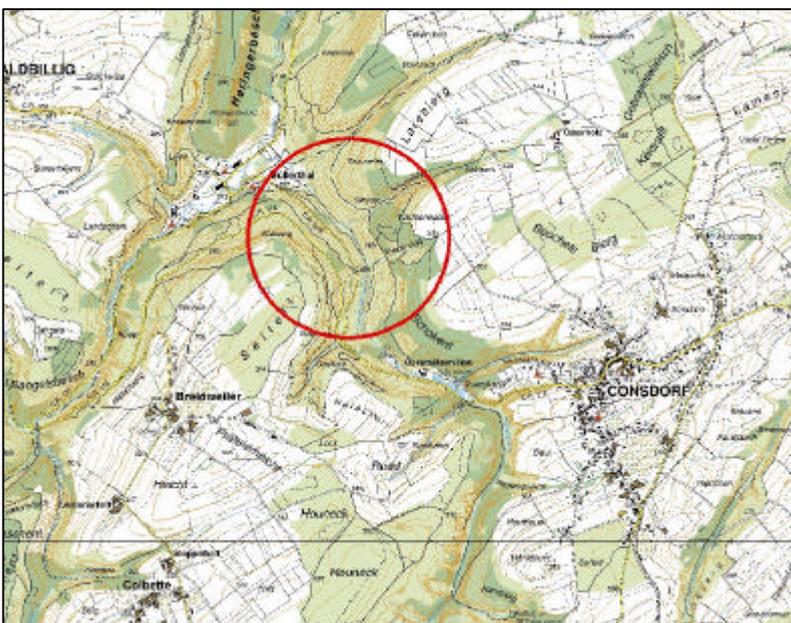


IV-1-K Halerbaach		Kleiner Bach im Luxemburger Sandstein
Talform: Kerbtal / Sohlenkerbtal	Referenzstatus: primär / sekundär	Länge der Referenzstrecke: ca. 2000 m
Talgefälle: ca. 40‰	Naturraum: Schoffielser und Müllerthaler Gutland	Topographische Karte: TK 10: Beaufort



Der Abschnitt befindet sich südöstlich von Beaufort und setzt sich aus zwei Strecken zusammen. Die Kerbtalstrecke unter Wald ist typisch für den Luxemburger Sandstein. Die Sohlenkerbtalstrecke im Offenland beim Eintritt in den Keuper zeichnet sich durch eine völlig andere Morphodynamik aus. Im steileren Kerbtal dominieren Blöcke die Sohlenstruktur, im Sohlenkerbtal weist der Bach eine deutlich geschwungene Krümmung des von Sand und Kies geprägten gehölzfreien Gewässers auf.

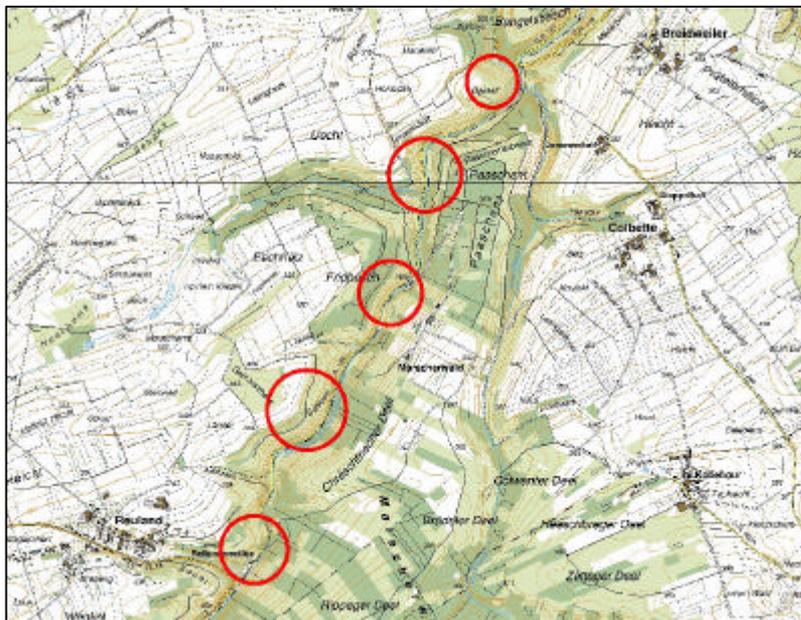
IV-4-K Consdreiferbaach		Kleiner Bach im Luxemburger Sandstein
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 1250 m
Talgefälle: ca. 33‰	Naturraum: Schoffielser und Müllerthaler Gutland	Topographische Karte: TK 10: Beaufort



Die Referenzstrecke befindet sich westlich von Consdorf und endet vor Müllerthal. Sie liegt vollständig unter naturnahem Wald. Obwohl sich die Strecke bereits im Keuper befindet, ist die Gewässersohle jedoch vorwiegend vom Luxemburger Sandstein geprägt, den das Gewässer zuvor durchschneidet.

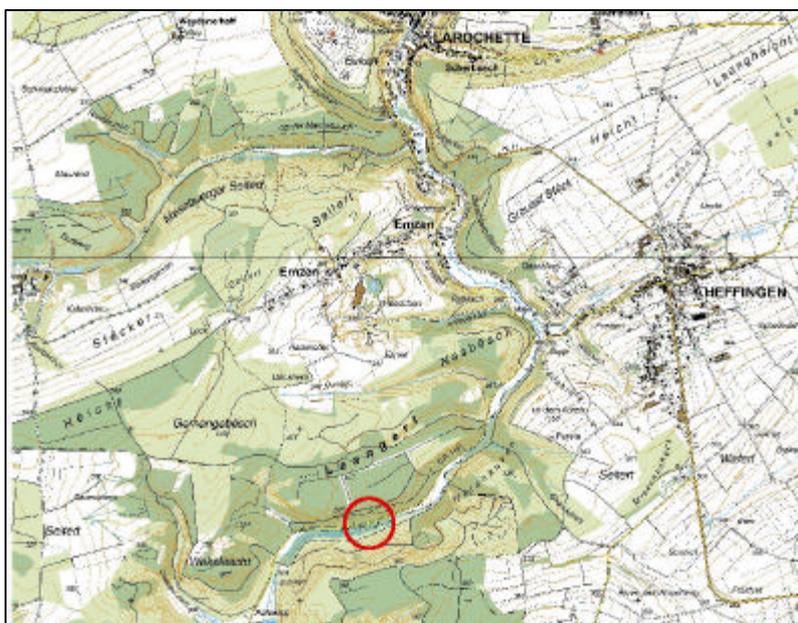
IV-5-K Ernz Noire		Mittelgroßer Bach im Luxemburger Sandstein
Talform: Kerbtal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 4000 m
Talgefälle: ca. 8%	Naturraum: Schoffielser und Müllerthaler Gutland	Topographische Karten: TK 10: Beaufort, TK 14: Junglinster

Vom Eintritt der Ernz Noire in den Luxemburger Sandstein bei Blummendall bis oberhalb des Campingplatzes bei Müllerthal ist das breite Spektrum der Formenvielfalt von Kerbtalgewässern zu finden. Nur stellenweise stören Straßenbefestigungen, Durchlässe und Fichtenaufforstungen den Referenzcharakter.



IV-6-K/A Ernz Blanche		Großer Bach im Luxemburger Sandstein
Talform: Übergang Kerbtal-Auetal	Referenzstatus: primär	Länge der Referenzstrecke: ca. 350 m
Talgefälle: ca. 2‰	Naturraum: Schoffielser und Müllerthaler Gutland	Topographische Karte: TK 14: Junglinster

Die Referenzstrecke liegt ca. 2 km südlich von Larochette, teilweise unter Laub-, teilweise unter Nadelwald. Im Gegensatz zur Ernz Noire fließt die Ernz Blanche fast ausschließlich in einem Sohlenkerbtal mit mächtiger alluvialer Talverfüllung. Sie kann daher zwischen den häufig angeschnittenen Talhängen geschlängelt fließen. Das Gewässerbett leitet in der Regel über steile Ufer in eine schmale Talsohle über.



10 Erläuterung der Karten

10.1 Karte I: Substratgeprägte Fließgewässertypen, Gewässergrößen und Lage der Referenzstrecken

Die Karte I des Gewässertypenatlases dokumentiert auf oberster Ebene die Unterteilung des Großherzogtums in die zwei großen Fließgewässerräume Ösling und Gutland. Sie sind durch die Farbgebung deutlich voneinander zu unterscheiden. Während das Ösling im Norden durch eine grün-blaue Farbgebung als eigenständiger Fließgewässerraum erkennbar ist, werden die drei Fließgewässerräume des Gutlandes in der Mitte und im Süden anhand gelblicher Farbtöne dargestellt. In der Legende sind zusätzlich die wesentlichen Merkmale der vorherrschenden Sohlensubstrate der einzelnen Fließgewässerräume erläutert.

Die Gewässer in den Fließgewässerräumen werden je nach ihrer Größe in fünf Klassen eingeteilt. Die kleinen Bäche werden dabei durch eine dünn-gestrichelte blaue Linie, die größeren Fließgewässer durch eine je nach Größe unterschiedlich breite blaue Linie dargestellt, so dass die Hauptgewässer des Landes deutlich hervortreten. Die Namen der Hauptgewässer sind ebenso wie die größeren Ortschaften und Städte eingetragen. Neben den flächen- und linienhaften Informationen wird noch die Lage der Referenzstrecken mit orangefarbenen Punkten (Langprotokolle) und Dreiecken (Kurzprotokolle) dokumentiert. Die Referenzgewässerkennziffer steht unmittelbar daneben. Ihre Entschlüsselung ist in der Legende erläutert.

Mit Hilfe dieser Übersichtskarte sind bis auf die landesweite Verbreitung der talmorphologischen Gewässertypen (Karte II) alle gewässertypenbezogenen Daten, die in den einzelnen Kapiteln näher beschrieben werden, zusammengefasst.

10.2 Karte II: Talmorphologische Fließgewässertypen

Auf dieser Karte sind alle Fließgewässer des Großherzogtums einem talmorphologischen Gewässertypen zugeordnet. Die talmorphologischen Gewässertypen wurden auf einer eigenen Karte dokumentiert, um die Karte I nicht mit zu vielen Informationen zu überfrachten. Die Unterscheidung in Haupttypen und Mischtypen wird mit Hilfe von farbigen Linien vorgenommen, wobei eine Farbe einen Haupttyp repräsentiert. Mischtypen, die Merkmale von zwei Haupttypen aufweisen, werden durch eine Kombination der beiden jeweiligen Farben gekennzeichnet. Eine Berücksichtigung der Gewässergröße erfolgt nicht, so dass die Linien eine einheitliche Strichstärke aufweisen. In Kapitel 8 sind die talmorphologischen Gewässertypen ausführlich beschrieben.

10.3 Karte III: Betrachtungsräume und Oberflächenwasserkörper (natürliche Faktoren)

Karte III zeigt einen Vorschlag zur Abgrenzung von Oberflächenwasserkörpern anhand natürlicher Faktoren. Dargestellt sind sieben Betrachtungsräume, welche die Einzugsgebiete größerer Gewässer umfassen. Diese Betrachtungsräume sind flächig dargestellt und nach den Hauptgewässern benannt. Die einzelnen Oberflächenwasserkörper in den sieben Betrachtungsräumen werden anhand unterschiedlicher Farben dargestellt und zusätzlich durch eine unterbrochene Linie gegeneinander abgegrenzt. Die Karte stellt lediglich den Bearbeitungsstand bei Abschluss der Arbeiten zum Gewässertypenatlas dar und ist kein direkter Bestandteil des Vertrages. Die Methodik der Abgrenzung der Oberflächenwasserkörper ist in Kapitel 7 erläutert.

11 Literatur

- ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG (Hrsg.) (1995): Naturräumliche Gliederung Luxemburgs – Ausweisung ökologischer Regionen für den Waldbau mit Karte der Wuchsgebiete und Wuchsbezirke. Luxemburg.
- ADMINISTRATION DES EAUX ET FORETS DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG (Hrsg.) (o.J): Fische in Luxemburg. Luxemburg.
- AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (Hrsg.) (1994): Typologie des rivières du bassin Rhin-Meuse. Moulins-lès-Metz.
- AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (2003): Eléments de diagnostic de la partie française du district Rhin. Moulins-lès-Metz.
- AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (2003): Eléments de diagnostic de la partie française du district Rhin.- Documents Annexes. Moulins-lès-Metz.
- AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (2003): Méthodologie de mise en œuvre de la DCE et aspects communs aux deux districts Rhin et Meuse. Moulins-lès-Metz.
- BIO MONITOR – CONSEIL & EXPERTISE EN ENVIRONNEMENT (2001): Gewässerstrukturgütekartierung im Großherzogtum Luxemburg. Teil 1 Sauer und Attert. Abschlussbericht.
- BRIEM, E. (2003): Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland. ATV-DVWK-Arbeitsbericht GB-1.
- BROOKES, A.; SHIELDS, F.D. JR (1996): River channel restoration.– Guiding Principles for Sustainable Projects. Chichester.
- CHARRIER, P., HONECKER, U., KINSINGER, C., LÖFFLER, E. (2003): Gestion des bassins versants transfrontaliers: la comparaison des méthodes d'évaluation de la qualité physique des cours d'eau sur le bassin Moselle-Sarre.- In: Mosella. Metz. S 107-122.
- FORSCHUNGSGRUPPE FLIEßGEWÄSSER (1994): Fließgewässertypologie.– Ergebnisse interdisziplinärer Studien an naturnahen Fließgewässern und Auen in Baden-Württemberg mit Schwerpunkt Buntsandstein-Odenwald und Oberrheinebene. Landsberg.
- HONECKER, U., KINSINGER, C., LÖFFLER, E. (2003): Auenschutz- und –Entwicklungskonzept für das Saarland. - In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung (eingereicht).
- HUET, M. (1949): Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes.– In: Schweizerische Zeitschrift für Hydrogeologie Nr. 11. S. 332-351.

- KERN, K. (1994): Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung.– Geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern. Heidelberg.
- KINSINGER, C (1990): Untersuchungen zur rezenten Erosionstätigkeit des Alsbachs und seiner Nebenbäche unter besonderer Berücksichtigung anthropogener Maßnahme. Diplomarbeit. Saarbrücken.
- KINSINGER, C (1991): Morphologische Entwicklungsfähigkeit und natürliche Formelemente der Mittelgebirgsbäche. Niederschrift des Vortrages aus der Seminarreihe „Gewässerpflge, Gewässerrenaturierung“ des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz. Mainz.
- KINSINGER, C. (1994): Gewässermorphologische Charakterisierung der Bäche Simmerbach, Traunbach, Flaumbach, Nitzbach, Salm und Nette: Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz. Mainz.
- KINSINGER, C.; LÖFFLER, E. (1995): Die Bedeutung der Gewässerstruktur und – morphodynamik beim Fließgewässerschutz.- In: Magazin Forschung 2/1995. Universität des Saarlandes. Saarbrücken. S 17-22.
- KINSINGER, C.; LÖFFLER, E. (1998): Gewässertypenatlas des Saarlandes. Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr (Hrsg.). Saarbrücken.
- KINSINGER, C (2000): Beispielhafte Entwicklungsstadien saarländischer Bäche. -In: Die Bedeutung von Gewässerstruktur und Gewässerdynamik für den Fließgewässerschutz. Referatesammlung des Wasserbauseminars am 6. November 1998. Ministerium für Umwelt (Hrsg.).Saarbrücken.
- KINSINGER, C. (2003): Totholz – Thema für ein Wasserbauseminar? In: Referatesammlung des Wasserbauseminars am 16. November 2000. Ministerium für Umwelt Saarland (Hrsg.). Saarbrücken. (im Druck).
- KINSINGER, C; WEBEL, G. (2003): Hydromorphologische Erfolgskontrollen bei Gewässern.- In: Der „gute ökologische Zustand“ der Gewässer – Welchen Beitrag können Wasserbau, Naturschutz und Fischerei hierzu leisten? Referatesammlung des Wasserbauseminars am 20. November 2002. Ministerium für Umwelt Saarland (Hrsg.). Saarbrücken. (im Druck).
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (Hrsg.) (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. Mainz.
- LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT RHEINLAND-PFALZ (1999): Grundlagen der Gewässerentwicklung in Rheinland-Pfalz.– Heft 1 Gewässertypenatlas. Mainz.

- LEOPOLD, L.B., WOLMANN M.G., MILLER J.P. (1964): Fluvial Processes in Geomorphology. San Fransisco und London.
- LINNENWEBER, C. (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland.– Verfahren für kleine und mittelgroße Gewässer. Schwerin.
- LUCIUS, M. (1941): Die Ausbildung der Trias am Südrande des Oeslings. Zweiter Teil. Die Entwicklung der geologischen Erforschung Luxemburgs. Beiträge zur Geologie von Luxemburg. Band III. Luxemburger Geologischer Landesaufnahmedienst. Luxemburg.
- LUCIUS, M. (1959): Das Oesling. Erläuterungen zu der Geologischen Spezialkarte Luxemburgs. Band VI. Geologie Luxemburgs. Ministère des Travaux publics. Service géologique.
- MOUSEL, M. (2002): Typologie der Oberflächengewässer in Luxemburg im Rahmen der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG. Diplomarbeit. Luxemburg.
- NEUMANN-REDLIN, Ch. (1971): Hydrogeologische und hydrochemische Untersuchungen im oberen Muschelkalk und Keuper Luxemburgs. Volume XXII. Ministère des Travaux publics. Service géologique.
- OTTO, A. (1991): Grundlagen einer morphologischen Typologie der Bäche. Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Kulturtechnik. Universität Karlsruhe. Heft 180. Karlsruhe.
- OTTO, A.; REH, W. (1999): Gewässerstruktur. Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz. Mainz.
- ROSGEN, D. (1996): Applied River Morphology – A Guide for the Classification, Assessment und Monitoring of Rivers and the Application for Water Resource Management. Pagosa Springs, Colorado.
- SOMMERHÄUSER, M.; SCHUHMACHER, H. (2003): Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands. Typologie Bewertung Management Atlas für die limnologische Praxis. Landsberg.
- THORNE, C.R. (1998): Stream Reconnaissance Handbook. Chichester.
- THORNE, C.R.; HEY, R.D.; NEWSON, M.D. (1997): Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering an Management. Chichester.