

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland

Band: 10 (2007)

Artikel: Geoökologische Kartierung von Uferbereichen an Fliessgewässern : Kartiersystematik und Talvergleich in der Region Basel (Schweiz)

Autor: Koch, Randy / Amhof, Sascha

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-676690>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Geoökologische Kartierung von Uferbereichen an Fliessgewässern – Kartiersystematik und Talvergleich in der Region Basel (Schweiz)

RANDY KOCH UND SASCHA AMHOF

Zusammenfassung: Uferzonen sind schmale Grenzräume zwischen Festland und Wasserflächen. Entlang von Fliessgewässern haben die Ausprägung und Struktur der Uferzonen eine grosse Bedeutung für Retentionsprozesse in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten. Das Zurückhalten von Wasser, Bodensedimenten und Nährstoffen in den Uferzonen ist ein vordergründiges Anliegen des Gewässerschutzes. Im Zuge der vorliegenden Publikation wird eine geoökologische Kartiersystematik für Uferbereiche entlang von Fliessgewässern vorgestellt, um den Ist-Zustand der Uferzonen zu erfassen, kleinräumige Ökologische Problemzonen auszuweisen und das Retentionsvermögen einzelner Uferabschnitte abschätzen zu können. In der Region Basel findet neben der Methodenevaluation ein Vergleich der Uferzonenstrukturen ausgewählter Talabschnitte statt. Es zeigt sich, dass die Kartiersystematik praxistauglich, eindeutig, effektiv und effizient ist. Sie ist für verschiedene Anwendergruppen zweckdienlich, für eine GIS-Verwendung geeignet und ermöglicht eine zeiteffektive Kartierung grösserer Gewässerabschnitte. Beim Vergleich der kartierten Uferbereiche in der Region Basel fällt auf, dass – trotz einiger ähnlicher Ufereigenschaften – jeder Talabschnitt sehr individuelle Charakteristika aufweist. Punktuelle Nutzungen in den Uferzonen stellen ein stoffhaushaltliches Hauptproblem dar. Die Hälfte der untersuchten Uferzonen weist ein mässiges Retentionsvermögen auf. In den anderen Tälern muss das Retentionsvermögen der Uferzonen sogar als gering bewertet werden, weil kein ausreichender Gewässerschutz vorhanden ist. Die Kartierung von Uferbereichen mithilfe der hier vorgestellten Methode ermöglicht ein Monitoring der Uferstrukturen und Detailnutzungen für grössere Gebiete und trägt im Zuge einer Umnutzung beziehungsweise Revitalisierung von lokalen Ökologischen Problemzonen nachhaltig zu einer Verbesserung des Gewässerschutzes bei.

Abstract: **Geoecological mapping of riparian zones – The mapping system and a comparison of riparian structures in the region of Basel.** Riparian zones are buffer areas situated between the mainland and bodies of water. Retention of water, soil and nutrients are some of the primary concerns of water protection. Retention processes in agricultural catchments are strongly influenced by the structure and shape of the riparian zones. This study focuses on developing and applying a geoecological mapping system specifically suited for riparian areas along rivers and brooks. The aim of the study is to determine the current state of riparian zones, in order to identify small scale «ecological problem zones» as well as to estimate the current retention capacity. All method evaluation and comparisons of riparian zone structures are conducted in the region of Basel. The studies performed in purposely chosen valley sections prove the mapping method to be practicable, conclusive, effective and efficient. In addition, the time efficient mapping system is suited for GIS application. – Despite the fact that the analyzed valley sections have several riparian area properties in common, many individual characteristics can be observed. One of the primary natural nutrient balance problems is widespread punctiform land use. About half of the examined riparian zones show moderate retention capacity, whilst the other half offer even reduced retention capacity. The consequence of reduced retention is an increased matter transport into the brooks. The presented mapping method permits a monitoring of vegetation structure units and small scale land use within the riparian zone. In the context of revitalisation of ecological hotspots, the employed method contributes to the improvement of water protection as a whole.

Key words: Mapping, riparian zones, riparian area, retention, water protection, GIS.

Einleitung

Uferzonen haben eine grosse Bedeutung für die Wasserqualität von Fliessgewässern (vgl. Bohl 1986, Lowrance 1997, Naiman und Décamps 1997, beziehungsweise National Research Council 2002). Es werden Stoffe aus direkten oder indirekten Quellen zurückgehalten und deren Eintrag ins Gewässer verhindert (vgl. Correl 1997). Ob und wie stark diese Retention stattfindet, hängt von der Struktur der Uferzonen und anderen Eigenschaften der Uferbereiche ab. Allgemein gilt: Je breiter die Uferzonen, desto grösser das Retentionsvermögen (zum Beispiel Fabis 1995 oder Zillgens 2001). Auch Kolb (1994) weist verstärkt auf die Rolle der Uferstreifen in der Schweiz hin. In den letzten Jahren hat insbesondere das BUWAL (beispielsweise 1997) ausführliche Publikationen zum Thema herausgegeben.

Am Geographischen Institut der Universität Basel finden durch die Forschungsgruppe «Angewandte Landschaftsökologie im ländlichen Raum» weiterführende Untersuchungen zu den Themen Bodenerosion, Stoffhaushalt, Phosphorkreislauf, Gerinnemorphologie und Abflussdynamik statt. Die Vernetzung von verschiedenen Forschungsprojekten ermöglicht übergeordneten Fragen bezüglich Prozessabläufen und Stoffdynamik in hydrologischen Einzugsgebieten nachzugehen. Die primären Untersuchungsgebiete stellen das Länenbachtal im Oberbaselbiet (NW-Schweiz) und das Bergsee-Einzugsgebiet im westlichen Hotzenwald nördlich von Bad Säckingen (SW-Deutschland) dar.

Koch untersuchte im Rahmen seiner Dissertation (2007) geoökologische Prozesse, den Stoffhaushalt und die Struktur von Uferzonen in der Region Basel. Um die Zusammenhänge zwischen Stoffhaushalt, Prozessen und Uferstrukturen qualitativ und quantitativ eruieren zu können, wurde im Zuge der Bearbeitung seines Forschungsprojektes in den Jahren 2003 bis 2006 eine geoökologische Kartiersystematik für Uferbereiche von Fliessgewässern entwickelt, welche aufgrund der stoffhaushaltlichen Anbindung zum Erkennen kleinräumiger «Ökologischer Problemzonen» (vgl. Beising, in Vorbereitung) und zur Bewertung des lokalen Retentionsvermögens geeignet ist. – Bei den Ökologischen Problemzonen (ÖPZ) handelt es sich um «einen Raum mit in der öffentlichen Meinung verorteten ökologischen Problemen» (Leser 2005). Problemzonen im Uferbereich sind im Vergleich zu den definitionsgemässen ÖPZ generell «kleinräumig».

Bei der Erforschung des Stoffhaushalts und der geoökologischen Prozesse im Uferbereich stellt sich unabdinglich die Frage: Warum ist eine Kartierung von Uferzonenabschnitten notwendig? Folgende Aspekte geben Antwort auf diese Frage und stellen den Wert einer solchen Spezialkartierung heraus:

- Die Uferzonen-Kartierung dient zur Erfassung des «Ist-Zustandes» von Relief, Vegetation und Landnutzung.
- Sie gibt einen Überblick über den Zustand und die «mesoskalige Struktur» der Uferzonen und ermöglicht somit das Betrachten der Objekte in einem mittleren Massstab (1:5000).
- Sie ermöglicht das Lokalisieren von kleinräumigen ÖPZ (siehe dazu Koch und Leser 2006, beziehungsweise Beising, in Vorbereitung) entlang eines Gewässers, vordergründig bezüglich einer stoffhaushaltlichen Gewässergefährdung.
- Das Retentionsvermögen von einzelnen Uferabschnitten kann lagegetreu abgeschätzt werden und es können qualitative Rückschlüsse bezüglich der Güte des Gewässerschutzes gemacht werden.
- Ausgehend von stoffhaushaltlichen Untersuchungen ermöglicht die Kartierung eine Bewertung benachbarter Gewässerabschnitte, sowie weiterführend eine Extrapolation und Regionalisierung von lokalen Forschungsergebnissen.

Es muss hervorgehoben werden, dass allein aus den Kartier-Resultaten – ohne weiterführende Detailstudien zu Boden, Wasser und den dominanten Prozessen im Uferbereich – keine exakten Aussagen zur lokalen stoffhaushaltlichen Dynamik in den Uferzonen getroffen werden können. Die Kartierergebnisse sind stattdessen überwiegend qualitativer und vergleichender Natur. Sie helfen aber, den Nährstoff-

haushalt zu erklären und die Qualität des Gewässerschutzes zu beurteilen.

Im Anschluss wird eine geoökologische Kartiersystematik für Fliessgewässer vorgestellt und – anhand der Kartierung von Talabschnitten in der Region Basel – auf ihre Praxistauglichkeit getestet.

Material und Methoden

Abgrenzung und Struktur von Uferzonen

Zur exakten Geländeaufnahme von Uferzonen und ihren Strukturgliedern bedarf es einer begrifflichen Definition der Kartiereinheiten. Die Notwendigkeit einer präzisen Verwendung der Fachtermini wird dadurch bekräftigt, dass im deutschsprachigen Raum in Politik, Gesetzgebung, Wissenschaft und Öffentlichkeit sehr viele Begriffe mit unterschiedlichen Bedeutungen vorkommen. In der Schweiz sind beispielsweise die Definitionen des BUWAL (1997) weit verbreitet. Die für diese Arbeit relevanten Fachbegriffe werden nachfolgend erläutert. Sie werden in dieser Form und Bedeutung innerhalb dieser Publikation konsequent verwendet. Weitere Fachtermini werden von Koch et al. (2005) und Koch (2007) definiert.

Uferbereich

Allgemeine Bezeichnung für den Grenzbereich zwischen Wasser und Festland ohne klare Festlegung der räumlichen Grenzen. In der Regel sind grosse Teile der Uferbereiche durch einen variablen Wasserhaushalt und eine standorttypische Vegetation gekennzeichnet. Zum Uferbereich gehören sowohl die Uferzone mit ihren Strukturgliedern als auch die angrenzenden Nutzflächen am Unterhang beziehungsweise in der Aue.

Uferzone

Spezifische Bezeichnung für schmale Grenzräume von Gewässern mit linearer Struktur (der Landnutzung), schwankendem Wasserhaushalt und eindeutigen Grenzen. Die Uferzone wird vom Gerinne, also dem Fliessbett eines Gewässers, durch die Mittelwasserlinie beziehungs-

weise Uferlinie auf der Wasserveite scharf abgegrenzt (vgl. dazu auch Brehm und Meijering 1996). Auf der Landseite kann die Uferzone klar von der angrenzenden (eher flächigen) Nutzfläche unterschieden werden. – Grenzlinien sind zum Beispiel: Ackerrandfurche, Weidezaun, Bebauungsrand, Strassenrand, Rand einer versiegelten Fläche etc.

Die Uferzone von Waldparzellen ist aufgrund der vergleichbaren Bestockung und des zumeist kontinuierlichen Übergangs nicht eindeutig abgrenzbar, weshalb im Wald allgemein ein Maximalwert von 15 m Breite angenommen wird (vgl. auch BUWAL 1998). An grossen Flüssen empfiehlt sich sogar ein Standardwert von 25 m bei bewaldeten Ufern (Koch und Leser 2006). Uferzonen können aus verschiedenen Strukturgliedern bestehen, zum Beispiel aus Ufergrasstreifen, verkrauteten Bereichen, Ufergehölzonen und Uferböschungen. Die Uferzonen treten meistens beidseitig der Gewässer auf, sind aber bei starker Überbauung (häufig in dicht besiedeltem Terrain) nur teilweise oder gar nicht vorhanden (0 m Breite zum Beispiel bei Eindellung, Gerinne-Kanalisation, Brücken etc.).

Uferstreifen (auch «Ufergrasstreifen»)

Umweltpolitische Bezeichnung für «landwirtschaftlich gepflegte» (extensiv genutzte) Teile der äusseren Uferzonen, welche mit dem Ziel des Boden- und Gewässerschutzes anthropogen eingerichtet werden. Sie werden häufig als wenige Meter breite «Grasstreifen» angelegt, die direkt an eine intensive landwirtschaftliche Nutzfläche angrenzen und meistens ein- bis dreimal im Jahr gemäht werden. In Mitteleuropa wird die Anlage der Uferstreifen vielerorts durch finanzielle Anreize politisch gefördert. Viele Uferzonen beinhalten dennoch keinen Uferstreifen, da diese nicht in jedem Uferzonenabschnitt politisch gefördert werden.

In Abb. 1 ist die räumliche Begrenzung wichtiger Uferzonen-Strukturglieder anhand eines Beispiels aus dem Länenbachtal (Oberbaselbiet) dargestellt. Demnach sind Uferzonen in der Regel gut von den landwirtschaftlichen Nutzflächen abgrenzbar. Schwieriger wird dieses Vorhaben lediglich bei extensiven beziehungsweise



Abb. 1: Räumliche Einheiten in einem typischen Uferbereich im Tafeljura: Uferbereich ist der übergeordnete Begriff für den ufernahen Bereich ohne scharfe räumliche Begrenzung (grau gestrichelt). Zwischen der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der Uferzone existiert hingegen eine scharfe Grenze, in diesem Fall ist das die Ackerrandfurche (durchgezogene Linie). Die Uferzone reicht bis zum Gewässerrand bzw. Gerinne (Mittelwasserlinie) und ist ebenfalls auf der anderen Bachseite anzutreffen. Bei durchgängiger Nutzung bis zum Gewässerrand (z. B. Gartenbau, Beweidung, Brückenbau und andere Überbauungen) kann lokal keine Uferzone ausgewiesen werden. Uferzonen können weiter klassifiziert werden und aus Uferstreifen, Ufergehölz, Uferböschung und anderen Strukturgliedern bestehen. Photo: R. Koch.

temporären Nutzungsformen – zum Beispiel einschüriger Mahd oder einmaliger Beweidung – und bei ähnlicher Vegetationszusammensetzung der Uferzone und der angrenzenden Fläche.

In Abb. 2 wird ein Transekt durch einen Uferbereich schematisch visualisiert. Es sind hier typische Strukturglieder der Uferzonen dargestellt. Das Schema zeigt eindeutige räumliche Grenzen im Uferbereich.

Grundlegende Probleme bei der Kartierung im Uferbereich

Methodisch gibt es bei der Kartierung der Uferzonen in erster Linie Massstabsprobleme. Die Uferbereiche sind in der Breite nämlich eher schmal und äusserst kleinräumig strukturiert. Allerdings geht im Normalfall auch die laterale Hauptrichtung der geoökologischen Prozesse in

Richtung Vorfluter, weshalb eine hohe räumliche Auflösung dieser Breite (y-Richtung) erwünscht ist. Entlang des Gewässers (Länge, x-Richtung) ändern sich die Eigenschaften hingegen weniger schnell.

Eine weitere Problematik eröffnet sich bei den stoffhaushaltlich wichtigen, punktuellen Nutzungen beziehungsweise Erscheinungen in den Uferzonen. Ihre Ausmasse liegen häufig im Quadratmeterbereich oder darunter und sind nur grossmassstäblich darstellbar. Um die Kartierergebnisse in Kartenwerken visualisieren zu können, muss deshalb ein Spagat zwischen der räumlichen Auflösung in x- und y-Richtung, sowie der relativen Kleinheit punktueller Nutzungen gemacht werden.

Bei der eigentlichen Kartierung der Uferzonen im Gelände ist das oben genannte Massstabsproblem weniger störend, denn auf Feldkarten kann grossmassstäblich kartiert werden. Das Problem kommt erst bei der Darstellung der Ergebnisse auf kleinmassstäbigen analogen Karten zum Tragen. Mit dieser Problematik haben sich in Mitteleuropa in den letzten Jahren verschiedene Wissenschaftler (zum Beispiel Bach et al. 1994, Rehm 1995, LAWA Arbeitskreis Gewässerstrukturgütemarkte Bundesrepublik Deutschland 1999, Rau 1999, Müller 2000 und Willi 2005) beschäftigt. Die Lösungsvorschläge sind letztlich meistens ein Kompromiss zwischen Detailliertheit und Massstabstreue, Überhöhung der y-Richtung (Breite) und dem Wunsch möglichst kleinmassstäbige Karten zu produzieren, das heisst grosse Gebiete darzustellen.

Die möglichen Parameter für eine Kartierung der Uferstrukturen sind vielfältig und je nach Fachrichtung beziehungsweise Bearbeitungs- oder Anwendungszielen der Kartierer und Auftraggeber sehr unterschiedlich. In den sehr mannigfaltigen Fachaufsätzen verschiedener Wissenschaften werden jeweils andere Fokusbereiche und Leitziele deutlich. Generell lassen sich bei den Kartierenden spezifische Interessengruppen zusammenfassen. Für sie alle können andere Fokusbereiche (Beispiele in Klammern) abgeleitet werden:

- Forstwirtschaftliche und botanische Kartierinteressen (Artenvielfalt, Artenzahl, Bestand, Bestockung etc.),

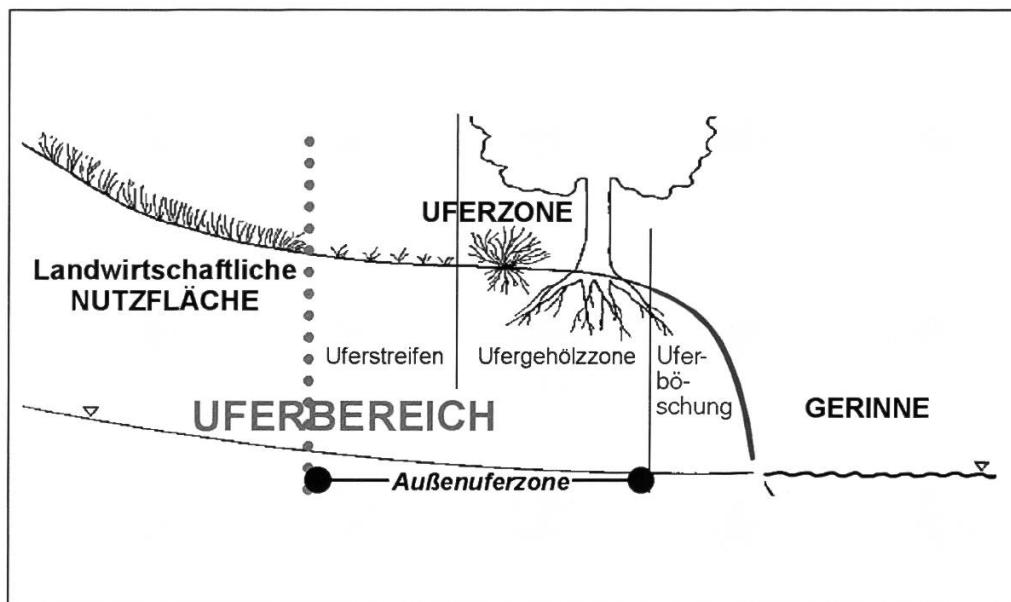


Abb. 2: Transekt und Uferzonen-Strukturglieder in einem typischen Uferbereich: Zu sehen ist die räumliche Begrenzung typischer Fachtermini des Uferbereichs. In diesem Fall besteht die Uferzone aus den drei Strukturgliedern Uferstreifen, Ufergehölzzone und Uferböschung. Sie grenzt landseitig an die Landwirtschaftsfläche und auf der Wassersseite an das Gerinne. Die Aussenuferzone hat eine begriffliche Sonderstellung, denn sie ist vordergründig bei der raumplanerischen Umsetzung des Uferzonenschutzes von Bedeutung (aus Koch 2007).

- Faunistisch und bioökologische Kartierinteressen (Lebensräume, Arealsverknüpfung, Biodiversität etc.),
- Wasserwirtschaftliche und ingenieurhydrologische Kartierinteressen (Gewässerentwicklung, Hochwasserschutz etc.),
- Raumplanerische Kartierinteressen (Flächenutzung und -verbrauch, Nachhaltigkeit etc.),
- Landschaftsökologische, geoökologische und stoffhaushaltliche Kartierinteressen (Strukturen, Fliesspfade, Morphographie, Bestockung, Landnutzung, Boden- und Gewässerschutz etc.).

Bei der Uferzonenkartierung aus geoökologischen Gesichtspunkten ist die Aufnahme eines grossen Spektrums an Kartierparametern von Interesse. Eine Vielzahl von Einflussfaktoren muss dokumentiert werden, um Prozesse, Wasser- und Stoffhaushalt gezielt analysieren zu können. Es muss versucht werden, einem interdisziplinären, fachübergreifenden Ansatz gerecht zu werden. Leider bedingen detaillierte Kartierungen grosse Kartiermassstäbe und hohe Bearbeitungszeiten. Deshalb ist es bisher im Zuge von Forschungsprojekten noch nicht gelungen, die Uferzonen grösserer Gebiete (zum Beispiel ganzer Landkreise, Bezirke, Kantone etc.) aus geoökologischen Gesichtspunkten befriedigend zu kartieren.

Es muss zusammenfassend festgehalten werden, dass die landschaftsökologische Kartierung der Uferzonen – den Kartenmassstab und die Kartierparameter betreffend – methodisch in Diskussion steht und derzeit unterschiedlich umgesetzt wird.

Geoökologische Kartiersystematik für Uferbereiche von Fliessgewässern

Die Auswertung der stoffhaushaltlichen und prozessualen Studien zeigt Unterschiede bei der Stärke des Einflusses von Standorteigenschaften der Uferzonen auf den Stoffhaushalt und die geoökologische Prozessdynamik. Einige, im Folgenden zu benennende, Einflussfaktoren sind im Hinblick auf einen angemessenen Gewässerschutz besonders bedeutend, andere hingegen eher sekundär. Folgende Kartierparameter beziehungsweise Standorteigenschaften sind aus geoökologischer Sicht prioritätär zu behandeln und zu kartieren:

1. Struktur des Bachlaufes beziehungsweise des Gerinnes,
2. Struktur der Uferböschungen,
3. Breite der Uferzone,
4. Ausprägung der Uferzonen-Vegetation-Strukturglieder,
5. Wölbung und Mesorelief im Uferbereich,

1 Bachlauf

- *lagegetreu darstellen*

-  **naturnah**
-  **eingedolt, unterirdisch**
-  **anthropogene Gerinne-Vertiefung**

2 Uferböschungen & Kanten

- *an innerer Hilfslinie darstellen*

-  <1.5 m hoch, <45° steil
-  <1.5 m hoch, >45° steil
-  >1.5 m hoch, <45° steil
-  >1.5 m hoch, >45° steil

 **Blockwurf, befestigt**

 **verbaut, kanalisiert**

 **anthropogener Uferdamm**

 **Uferanbruch, akute Seitenerosion**
für alle Böschungen in rot möglich

3 Uferzonen-Grenze

- *lagegetreu und metrisch darstellen*

-  **metrische Uferzonen-Grenze**
- horizontal maximal 25 m breit
- 1:2500 → 1 mm = 2.5 m

4 Uferzonen-Strukturglieder

- *an innerer Hilfslinie (außen) darstellen*

vorn – Vegetationstyp; **Mitte** – Breite (m);
hinten – Bodenbedeckung → Bsp. „S2a“



S Ufer-Streifen: Gras, zykl. Mahd, gepflegt

K Ufer-Krautzone: Kräuter, Stauden, Gräser (verwildert)

G Ufer-Gehölzzone: Bäume, Sträucher

W Wasserpflanzen: Röhricht etc.

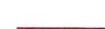
0...25 = mittlere Breite der Struktur in m

- entspricht Mittelwert auf ca. 20 m Länge
- 1-5 m Breite = 1 Strukturglied-Segment;
>5-10 m = 2 Segmente & >10-25 m = 3 S.

- a** Boden-Vegetationsbedeckung: **100-50%**
- b** Boden-Vegetationsbedeckung: **50-0%**

5 Wölbung, Mesorelief

- *lagegetreu innen und außen darstellen*

-  **Rücken, Riedel, Kulmination**
-  **Tiefenlinie, Rinne, Mulde**
(mit Abdachungsrichtung)

6 Hangneigung im Uferbereich

- nur „außen“ darstellen, bezieht sich auf die angrenzende Nutzfläche bzw. den Uferbereich

-  **0° bis 3°**
-  **>3° bis 10°**
-  **>10° bis 20°**
-  **>20°**

7 Punktuelle Nutzungen & Erscheinungen in der Uferzone

- nur „innen“ darstellen, bezieht sich auf die Uferzone und den Grenzsaum zur angrenzenden Nutzung

-  **Feuchte-Zeigerpflanzen**
(Feuchtgräser etc.)
-  **Nährstoff-Zeigerpflanzen**
(Brennnessel etc.)
-  **Gebäude** in der Uferzone
-  **Brücke**
-  **Organische Deponie** (Totholz-, Gras-, Kompost-Anhäufung)
-  **Anorganische Deponie** (Lese-steine, Altmetall, Bauschutt etc.)
-  **Brandfläche**, Asche-Anreicherung
-  **Viehtritt** (am Rand der Nutzfläche im Uferbereich)
-  **Weg** (befestigt)
-  **Pfad, Fahrspur** (unbefestigt)
-  **Oberflächlicher Direkteintrag**
(Hofabflüsse und Bodenerosion)

8 Angrenzende Landnutzung

- nur „innen“ darstellen (blasste Farben)

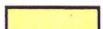
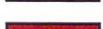
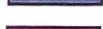
-  **Wald**, Forst (breiter als 15/25 m)
-  **Wiese** (ungepflügt)
-  **Weide**
-  **Ackerland** (auch Kunstwiese, Brache, Sukzession etc.)
-  **Garten, Park** (Sonderfläche)
-  **Anthropogen** (Bebauung, Versiegelung, Verkehr)
-  **Unland & Ödland**
(langfristig ungenutzt)

Abb. 3: Kartier-Legende und -Systematik für die Feldaufnahme von Uferzonen.



Abb. 4: Idealbeispiel einer geoökologischen Feldkartierung im Uferbereich: Die Kartierung im Gelände erfolgt auf einem Parzellenplan im Massstab 1:2500. Vor dem Kartiergang werden zwei Hilfslinien in circa 2 beziehungsweise 6 cm Abstand vom Vorfluter gezeichnet. Um die Massstabsproblematik bei der Kartierung auszuklammern, werden die Ufer-Vegetation-Strukturglieder und die Uferböschungen an der «inneren Hilfslinie» dargestellt. Die Hangneigung wird zwischen beiden Hilfslinien abgebildet. Ausserhalb dieser Hilfslinien wird nicht kartiert.

6. Hangneigung auf der angrenzenden Nutzfläche,
7. Kleinräumige punktuelle Nutzungen und Merkmale innerhalb der Uferzonen (zum Beispiel Deponien, Gebäude, historische Nutzungsspuren, Direkteinträge und Zeigerpflanzen),
8. Landnutzungstyp der an die Uferzonen angrenzenden Flächen im Uferbereich.

In Abb. 3 ist die Legende für die Feldaufnahme der Uferbereiche dargestellt. Das Beispiel einer dazugehörigen Geländekartierung ist in Abb. 4 zu sehen.

Für die Feldaufnahme wird bevorzugt ein Parzellenplan im Massstab 1:2500 verwendet. So mit kann eine Kartiergenauigkeit von 1 m in Querrichtung (y) und circa 10 m in Längsrichtung (x) erreicht werden. Hilfslinien werden vor dem Kartiergang mit grossen Radien und in 2 cm (innen) beziehungsweise 6 cm Abstand vom Gerinne (aussen) auf die Kartiergrundlage gezeichnet. Sie helfen dabei, die Massstabsproblematik beim Erfassen der kleinräumigen Strukturen zu umgehen. Daraus resultiert allerdings, dass nur etwas mehr als die Hälfte der Kartierelemente (Bachlauf, Uferzonengrenze, Wölbung, Hangneigung und angrenzende Landnutzung) metrisch und lagegetreu kartiert werden können. Die anderen Objekte (insbesondere die Uferböschung, einige punktuelle Nutzungen und die Uferzonen-Vegetation-Strukturglieder) werden generalisiert dargestellt. Dieser vermeintliche Nachteil erweist sich als grosser Vorteil, wenn es um die Informationsdichte geht, denn die vorliegende Uferzonenkartierung beinhaltet in überschaubarer Form mehr Informationen als vergleichbare Kartervorschläge anderer Autoren.

Die vorliegende Kartiersystematik wurde nach verschiedenen Probekartierungen in den Jahren 2003 bis 2006 mehrmals modifiziert. So erfolgte beispielsweise auch im Rahmen des Physiogeographischen Regionalpraktikums im Frühling 2006 ein Praxistest. Neben dem geoökologischen Vergleich der Uferzonen verschiedener Täler in der Region Basel stand dort vor allem der methodische Aspekt einer Evaluation der Kartiersystematik und -parameter im Vor-

dergrund. – Es handelt sich letztlich um eine «Machbarkeitsstudie», wobei überprüft werden sollte, ob die Kartiersystematik auch für Studierende in der Ausbildung verständlich und eindeutig ist (siehe Koch und Leser 2006).

Um Fragen der Eindeutigkeit und Subjektivität nachzugehen, wurde jeder Talabschnitt an zwei unterschiedlichen Tagen von je einer Kartiergruppe (zwei Personen) bearbeitet. Ein methodischer Vergleich und die Auswertung der Praxistauglichkeit – im Sinne einer Evaluation der Legende – waren deshalb möglich (vgl. Koch und Leser 2006).

Es zeigt sich, dass aufgrund des studentischen Praxistests im Rahmen des Regionalpraktikums 2006 sehr detaillierte Aussagen zu den Stärken und Schwächen der Kartiersystematik möglich sind. – Die Kartierung durch die Studierenden lässt demnach folgende Rückschlüsse zu: Um Subjektivitäten und individuelle Interpretationen zu minimieren, sind Kartierschulungsprogramme von Vorteil. Trotzdem treten vor allem bei der Aufnahme der Uferzonen-Strukturglieder hohe Subjektivitäten (im Sinne von Mehrfachdeutungen gleicher oder ähnlicher Sachverhalte) auf.

Im Vergleich zu anderen uferzonenspezifischen Kartiermethoden ist die Informationsdichte der hier generierten geoökologischen Karten der Uferbereiche hoch. Bei konsequenter Anwendung des Kartierschlüssels und vorheriger Schulung der Kartierer zeichnet sich die vorgelegte geoökologische Kartiersystematik durch Eindeutigkeit, Genauigkeit, Vergleichbarkeit und Effizienz aus.

Digitale Verwaltung und Kartenherstellung mithilfe von GIS

Im Zuge des Physiogeographischen Regionalpraktikums 2006 wurde die Thematik der digitalen Erfassung und Verwaltung der Felddaten beziehungsweise -karten mithilfe Geographischer Informationssysteme (GIS) gezielt angegangen. Folgende Ansprüche können für die zu konzipierende «GIS-Methodik» formuliert werden:

- Ein «gängiges» und anwenderfreundliches GIS-Programm soll zum Einsatz kommen,

welches auch ausserhalb der Wissenschaft (sprich in der Praxis) eine breite Anwendung findet.

- Die «GIS-Legende» und Kartenumsetzung soll der Gelände-Kartieranleitung weitestgehend entsprechen.
- Die Übertragung der Felddaten in das GIS soll anwenderfreundlich und effizient möglich sein.
- Es soll prioritätär so digitalisiert werden, dass als Produkt vordergründig Analogkarten im Massstab 1:5000 entstehen können.

Es empfiehlt sich im Vorfeld der digitalen Bearbeitung mit Hilfe des ESRI®-Software-Pakets «ArcGIS® 9.0» eine Benutzeroberfläche zu erzeugen («Projekte», «Layer», «Shapefiles», «Attribute» etc.), die für alle Benutzer beziehungsweise Arbeitsgruppen identisch ist. Somit wird die Gestaltung einheitlicher Karten abgesichert.

Wie auch bei der Feldkartierung werden die Informationen über die «schmalen Uferstrukturen» an den Fliessgewässern im Kartenbild «künstlich aufgeweitet», um eine Überlagerung von Informationen zu vermeiden. Neben dem linearen Element des Fliessgewässers und der Uferzonengrenze (lagegetreu kartiert) werden deshalb – wie auch auf den Feldkarten – auf beiden Seiten des Vorfluters eine «innere» und eine «äussere Hilfslinie» mit grossen Kurvenradien und im konstanten Abstand zum Gerinne (50 m beziehungsweise 150 m) angelegt. An diese Linien werden einige Kartierobjekte – insbesondere die Ufer-Vegetation-Strukturglieder – angedehnt.

Die äussere Hilfslinie (repräsentiert den «Uferbereich» im weiteren Sinne) stellt die Kartiergrenze dar. Ausserhalb dieses Bereichs werden keine Informationen kartographisch dargestellt. Zwischen äusserer und innerer Hilfslinie werden Hangneigung und die Uferzonen-Vegetation-Strukturglieder als Polygone visualisiert. Am inneren Rand der inneren Hilfslinie wird die Uferböschungsstruktur verdeutlicht. Zwischen dieser Hilfslinie und der «Uferzonengrenzlinie» wird mittels Farbsignatur die angrenzende Landnutzung im Uferbereich veranschaulicht. Die punktuellen Erscheinungen und Nutzungen in

Gewässernähe werden an der Uferzonengrenze schematisch dargestellt.

Im Ergebnis erfolgt auch im GIS eine «kausal definierte Generalisierung» der Uferinformationen, um, wie bei der Geländeaufnahme, eine hohe Informationsdichte zu gewährleisten. Für die Ausgabekarten empfiehlt sich die Verwendung von Luftbildern im Kartenhintergrund, weil diese im Massstab 1:5000 häufig ideale Auflösungen aufweisen und die reale Situation der Land- und Ufernutzung zusätzlich photographisch widerspiegeln. Im Allgemeinen erfüllen die digital erstellten Ausgabekarten die anfänglich gestellten Forderungen. Das Produzieren analoger Karten stellt im Grossen und Ganzen keine grösseren Probleme dar und erfolgt im Massstab 1:5000 in angemessener Qualität. Der dafür nötige Zeitaufwand war und ist angemessen. Ein Vorteil der digitalen Verwaltung ist die mögliche Ausgabe analoger Karten in – an die Bedürfnisse der Auftraggeber – angepassten Massstäben.

Es ist problemlos möglich, die GIS-generierten Ausgabekarten durch weitere Informationen (wissenschaftliche Fragestellungen, Anwendungen, Zielvorgaben etc.) zu ergänzen. So werden beispielsweise nachträglich «kleinräumige ÖPZ» (in Anlehnung an Beising, in Vorbereitung, sowie Leser 2005) ausgewiesen, um Uferzonenschnitte mit geringem Retentionsvermögen oder Abschnitte, die aufgrund ihrer Nutzung eine direkte Gewässergefährdung darstellen, kartographisch hervorzuheben.

Resultate

Im Zuge des Physiogeographischen Regionalpraktikums fanden im Frühling 2006 geoökologische Kartierungen von Uferabschnitten in fünf ausgewählten Tälern der Region Basel (NW-Schweiz, SW-Deutschland) statt. Es wurde die hier vorgestellte Kartiersystematik angewendet. Eine ausführliche Diskussion der Ergebnisse erfolgte im studentischen Abschlussbericht (vgl. Koch und Leser 2006). In diesem Kapitel sollen die Ergebnisse dieser Studien prägnant zusammengefasst und bewertet werden.

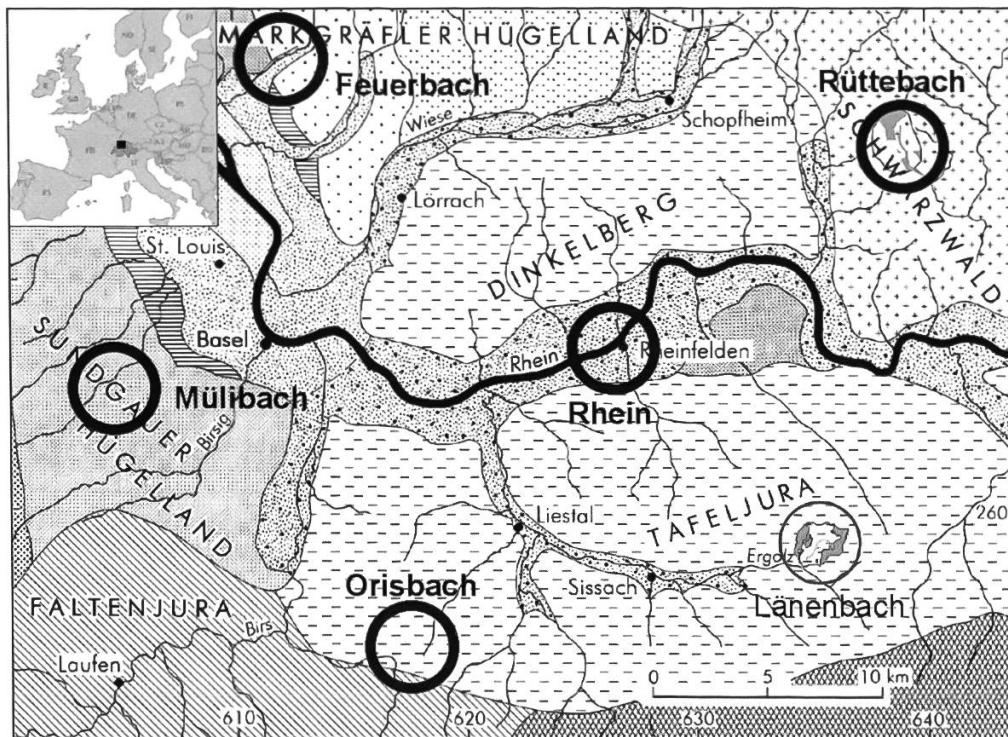


Abb. 5: Naturräumliche Lage der kartierten Talabschnitte in der Region Basel: In jeweils anderen naturräumlichen und administrativen Einheiten befinden sich die fünf kartierten Talabschnitte. Im Länenbachtal (dünner Kreis) fand die Methodenentwicklung durch Koch statt (nach Leser, modifiziert durch Koch et al. 2005).

Ausgewählte Talabschnitte in der Region Basel

Fünf Talabschnitte jeweils anderer Landschaftsräume wurden für die Kartierung ausgewählt:

- Feuerbachtal bei Egringen im Markgräfler Hügelland (Baden-Württemberg),
- Mülbachtal bei Allschwil im Sundgau (Basellandschaft),
- Oristal bei Büren im Tafeljura (Solothurn),
- linksseitiges Rheinufer bei Rheinfelden im Hochrheintal (Aargau),
- Rüttebachtal bei Rüttehof im Südschwarzwald (Baden-Württemberg).

Anhand der Abb. 6 bis 10 wird die unterschiedliche Morphologie der Bachläufe ersichtlich gemacht. In Tab. 1 sind wichtige Talcharakteristika zusammengefasst. – Koch hat die Kartiermethode im hier nicht explizit erwähnten Länenbachtal entwickelt. Dieses Einzugsgebiet im Oberbaselbiet wird in den Talvergleich nicht einbezogen. Die Kartierergebnisse werden stattdessen von Koch (2007) ausführlich beschrieben.

Geoökologische Kartierergebnisse

Die ausgewählten Talabschnitte wurden bezüglich des Ist-Zustands der Uferzonen karto-

graphisch erfasst. Darauf aufbauend wurden nach der Übertragung der Feldaufnahmen ins GIS kleinräumige ÖPZ ausgewiesen.

Bereits nach dem ersten Blick auf die Ausgabekarten wird deutlich, dass die Uferstrukturen der untersuchten Täler sehr unterschiedlich sind. Nachfolgend werden wichtige Charakteristika der Uferbereiche einzelner Täler zusammengefasst:

Feuerbachtal bei Egringen (Baden-Württemberg, Deutschland) im Markgräfler Hügelland:

- Die Uferböschungen sind überwiegend hoch und steil. An mehreren Stellen können akute Ufererosionsschäden festgestellt werden.
- Die Uferzonenbreite unterliegt grösseren Schwankungen. Auf der orographisch linken Seite sind die Uferzonen häufig nur 2 m, auf der ackerbaulich genutzten anderen Seite hingegen ca. 5 m breit.
- Gehölze dominieren die Uferzonenstrukturen. Hingegen tritt eine schütttere Bodenvegetation auf.
- Die Hangneigung ist überwiegend gering. In einer Tiefenlinie kann allerdings ein direkter Eintrag von Oberflächenabfluss beobachtet werden.



Abb. 6: Mülibach bei Allschwil (Baselland): Der Mülibach liegt im niedrigen Hügelland des Sundgaus. Der Untergrund besteht aus Lössderivaten und Auensedimenten, wobei der Unterlauf des Bachs bereits in die obere Niederterrasse des Rheins hineinreicht. Die Nutzung besteht vorwiegend aus Wiese, Wald, Weide und auch Äckern (Photo: Koch und Leser 2006).

Abb. 7: Feuerbachtal bei Egringen (Deutschland) im Markgräfler Hügelland: Der Feuerbach befindet sich am Übergang zur Niederterrasse des Oberrheingrabens. Der Untergrund besteht aus Kalkstein und Mergel, überdeckt von Lössderivaten und Auensedimenten. Ein relativ flaches Mulndental wird gesäumt von Äckern, Wiesen und Gärten (Photo: Koch und Leser 2006).

Abb. 8: Orisbach bei Büren (Solothurn): Der Orisbach fliesst im Tafeljura. Der Untergrund besteht aus Kalktuff, Gehängeschutt und periglaziären Kalkschuttdenken, lokal überdeckt von Auenlehm. Im Kerb- und Mulndental sind vor allem Ackerbau, Wiese und Wald relevante Nutzungen (Photo: Koch und Leser 2006).

Abb. 9: Linkes Rheinufer bei Rheinfelden (Aargau) im Hochrheintal: Der Rhein, der sich in die pleistozänen Schotterterrassen gegraben hat, wird vorwiegend von Wald, Wiese, Acker und verschiedenen Verbauungen gesäumt. Das Hochrheintal mit den breiten Terrassenflächen weist ausgeprägte Ufer auf (Photo: Koch und Leser 2006).

Abb. 10: Rüttebach bei Rüttehof (Deutschland): Der Rüttebach im kristallinen, westlichen Südschwarzwald wird von Fichtenforst, Ödland (Feuchtgebieten) und Weideland gesäumt. Das Tal wird überwiegend weidewirtschaftlich genutzt (Photo: Koch und Leser 2006).

Talung vom ...	Feuerbach	Mülibach	Orisbach	Rhein	Rüttebach
Naturraumtyp	Marktgräfler Hügelland, Übergang zur Niederterrasse des Oberrhein-grabens	Sundgau, niedriges Hügelland	Tafeljura, Schichtstufen und Plateaus, fluvial zerschnitten	Hochrheintal, mit ausgeprägten Terrassenflächen	Südschwarz-wald, westlicher Hotzenwald
Gesteinsbau	Oberer Mittellauf: Kalkstein und Mergel (Dogger), überdeckt von Lössderivaten und Auensedimenten; unterer Mittellauf: Tal-Einschneidung in obere Niederterrasse des Oberrheins, überdeckt von Auensedimenten	Lössderivate und Auensedimente; Unterlauf: hohe Niederterrasse des Rheins und Schwemmkegel	Oberlauf: Kalktuff, Gehängeschutt (Dogger), überdeckt von Auenlehm, Mittellauf: periglaziäre Kalk-Schuttdecken, überdeckt von Auenlehm	Pleistozäne Schotterterrassen, in der Aue überdeckt von Auensedimenten	Granit und Gneis (überwiegend Albtalgranit), überdeckt von bis zu 3 m mächtigem Grus, am Mittellauf auch Torf im Talboden
dominate Bodentypen	Braunerden, Regosole, Parabraunerden	Parabraunerde, Pararendzina, Kolluvisol, lokal auch Schwarzerden	Braunerden, Pseudogleye, Pelosole	Parabraunerden, Braunerden, lokal Auenböden	Parabraunerden, Braunerden, Gley, lokal Niedermoerböden
Relief	Hügelig, Terrassennebenen, Hangstufen, Talung: flaches Muldental	Flache Hügel, Talung: asymmetrisches Muldental	Mittelgebirgig, ausgeprägtes Kerb- (Quelllauf) und Muldental (Mittellauf)	Hochrheintal mit Terrassenflächen und ausgeprägten Geländekanten	Mittelgebirgig, Talung: Delle im Quelllauf, danach Kerbtal bzw. Sohlenkerbtal
Kartierabschnittslänge*	2,0 km	2,4 km bzw. 3,2 km	2,4 km	3,5 km	1,0 km
Einzugsgebietsordnung	3. Ordnung	2. Ordnung	1. u. 2. Ordnung	5. Ordnung	1. u. 2. Ordnung
dominante, angrenzende Landnutzung im Uferbereich	Acker, Wiese, Gärten, Überbauung (viele Brücken)	Wiese, Wald, Weide, Überbauung (Einhöldung), auch Ackernutzung	Wiese, Wald, Acker, Kunstwiese, Überbauung (Eindolung in Ortslage)	Wald, Wiese, Acker und versiegelte Flächen	Fichtenforst, Ödland (Feuchtgebiete), Weideland

*Messung der Talmäander

Tab. 1: Eigenschaften der untersuchten Täler in der Region Basel.

- Es treten in den Uferzonen relativ viele punktuelle Nutzungen verschiedener Art auf. Im angrenzenden Uferbereich dominiert ackerbauliche Nutzung.
- Die kleinräumigen ÖPZ am Feuerbach beziehen sich zumeist auf Direkteinträge und punktuelle Intensivnutzungen.

Fazit: An und in den Uferzonen treten eine Vielzahl punktualer Nutzungen und an mehreren Stellen Ufererosionsschäden auf. Direkteinträge ins Gewässer sind im Feuerbachtal als problematisch anzusehen.

Mülibachtal bei Allschwil (Basel-Landschaft, Schweiz) im Sundgau:

- Die Uferböschungen des Mülibachs sind überwiegend hoch und steil.
- Die Uferzonenbreite ist unterschiedlich: Auf der orographisch rechten Seite sind sie aufgrund forstlicher Nutzung häufig sehr breit und auf der landwirtschaftlich genutzten anderen Talseite nur mässig breit (ca. 3–4 m).
- Gehölze dominieren die Uferzonen-Strukturglieder. Davor schliessen sich häufig schmale verkrautete Zonen an. Selten treten Ufergrasstreifen auf.
- Wölbungsstrukturen sind kaum erkennbar und eine schmale Aue ist ausgebildet. Die Hänge auf der Ostseite sind sehr steil, diejenigen auf der Westseite nur mässig steil (Tal-asymmetrie).
- Punktuelle Ufernutzungen sind sehr häufig und mannigfaltig anzutreffen: Zahlreiche Deponien treten vor allem in Dorfnähe auf. Es wachsen verstärkt nährstoffanzeigende Pflanzen in den Uferzonen. Im angrenzenden Uferbereich dominiert im Osten die forstliche und im Westen die landwirtschaftliche Nutzung.
- Es treten zahlreiche kleinräumige ÖPZ auf. Dabei handelt es sich häufig um «siedlungsabhängige Sondernutzungen», wie beispielsweise Schiessplatz, Spielplatz und verschiedene Gebäude im Uferbereich.

Fazit: Die Uferzonen weisen vielfältige Nutzungseinflüsse auf. Eine intensive Freizeitnutzung des Mülibachtals – aufgrund der Nähe zu Allschwil und der Stadt Basel – ist anhand der Uferstrukturen deutlich erkennbar.

Oristal bei Büren (Solothurn, Schweiz) im Tafeljura:

- In der Ortslage Büren fliesst der Bach komplett eingedolt.
- Die Uferböschungen sind überwiegend niedrig und steil.
- Vergleichsweise schmale Uferzonen treten auf. Oberhalb des Ortes sind sie nur ca. 1 bis 3 m und unterhalb nur 1 bis 5 m breit. Die geringen Böschungshöhen erlauben eine Nutzung bis in unmittelbare Gewässernähe.
- Aufgrund der schmalen Uferbereiche ist deren Vegetationszusammensetzung überwiegend

einseitig: Verkrautete Uferzonen und schmale Ufergrasstreifen dominieren.

- Wölbungsstrukturen sind im Uferbereich kaum vorhanden. Die Hangneigung ist im Quellgebiet recht gross, unterhalb des Ortes ist hingegen eine flache Aue ausgebildet.
- Die punktuellen Nutzungen sind zahlreich, aber sehr lokal. Häufig handelt es sich um kleinere Komposthaufen und Feuerstellen. Im Uferbereich überwiegt die Grünlandnutzung. Unterhalb des Dorfes findet häufig Ackerbau statt.
- Die kleinräumigen ÖPZ häufen sich in unmittelbarer Siedlungsnähe. Dabei handelt es sich um vielfältige anthropogene Nutzungen (Kompost, Abstellplätze etc.) und künstliche Direkteinträge ins Gewässer. Die gesamte Ortslage Büren stellt eine «Ökologische Problemzone» dar, weil in den eingedolten Bach episodisch Strassenwässer ungefiltert eingetragen werden.

Fazit: Die Uferzonen des Orisbachs sind überwiegend schmal. Diese ungünstige Situation wird mit der kompletten Eindolung des Bachs im Ort zusätzlich verschärft.

Das linksseitige Rheinufer bei Rheinfelden (Aargau, Schweiz) im Hochrheintal:

- Der kartierte Rheinabschnitt weist eine Sonderstellung auf, weil der Fluss viel breiter als die anderen Bäche ist.
- Das Ausweisen der Uferböschung des Rheins ist eine Massstabsfrage. Übergeordnet betrachtet ist die Uferstruktur westlich von Rheinfelden circa 20 m hoch und bewaldet. Im Detail zeigt sich aber, dass aufgrund verschiedener Nutzungen eine kleinräumige Terrassierung des Ufers auftritt.
- Die Uferzonenbreite ist schwierig zu beurteilen, da sich wenige Meter vom Wasserrand entfernt ein befestigter Wanderweg befindet. Deshalb variieren die kartierten Uferzonenbreiten zwischen 1 und 25 m.
- Die Uferzonenvegetation besteht zumeist aus Gehölzen, die naturnah auf den massiven Uferböschungen vorkommen.
- Laterale Wölbungsstrukturen sind nicht auszumachen. Die Böschungen sind teilweise mehr als 20 m lang und sehr steil. Daran

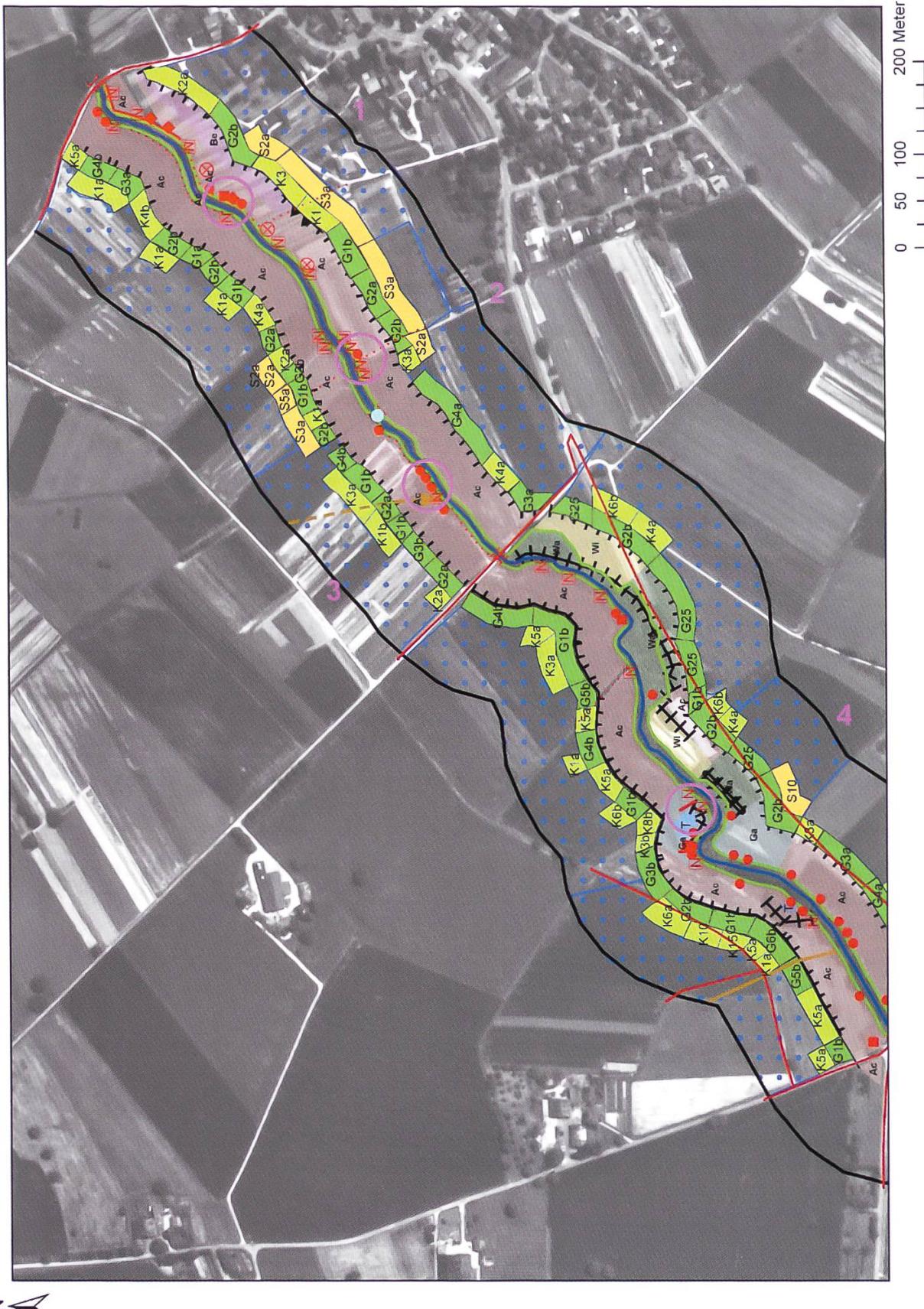


Abb. 11: Geoökologische Karte der Uferbereiche im Feuerbachtal (aus Koch und Leser 2006): Die Uferzonen des Feuerbachs sind mässig breit und gut strukturiert. Im Uferbereich findet sehr intensive ackerbauliche Nutzung statt. Kartenlegende siehe Abb. 3. Luftbildgrundlage: © Geographisches Institut der Universität Basel 1996.

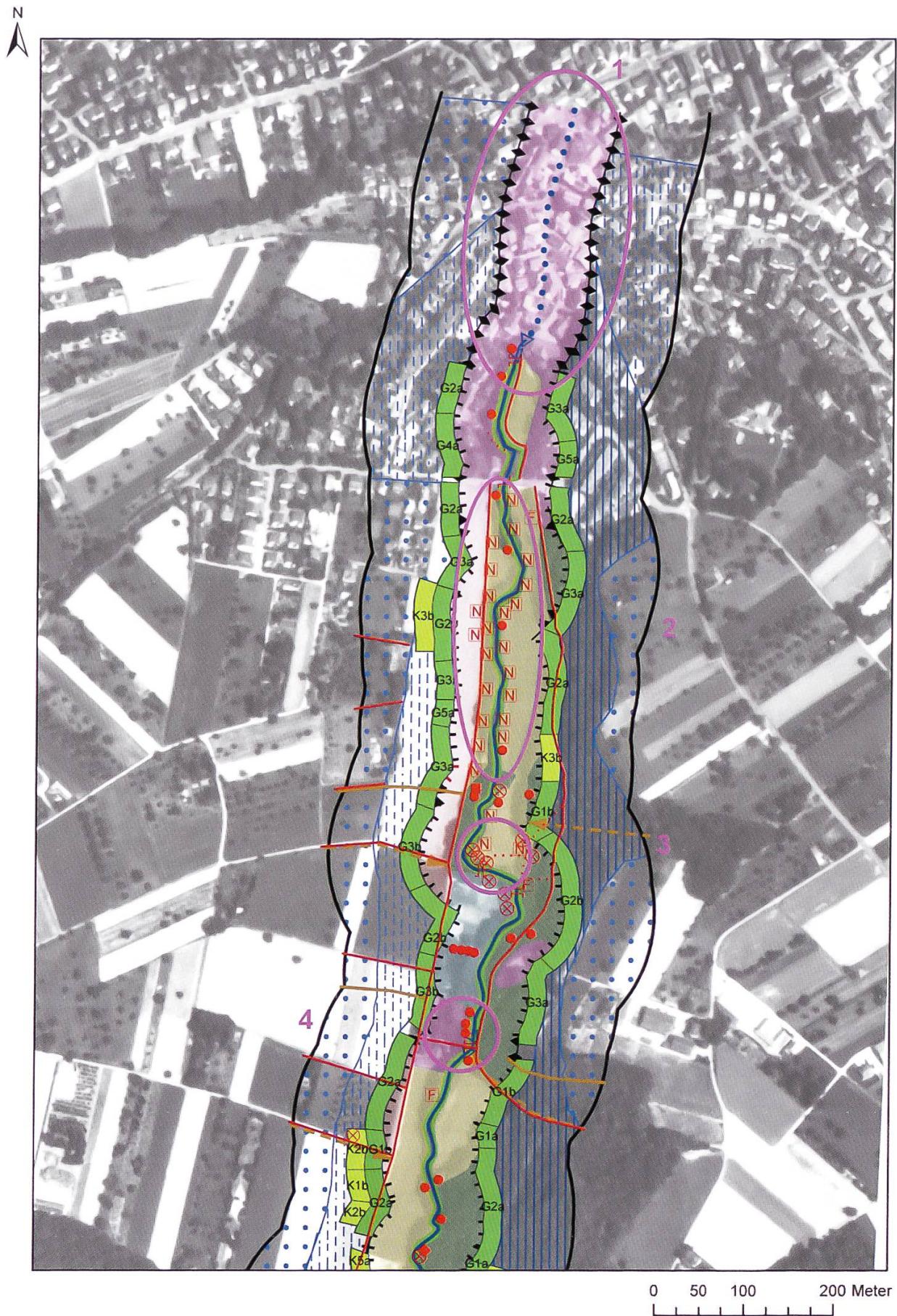


Abb. 12: Geoökologische Karte der Uferbereiche im Mülibachtal (aus Koch und Leser 2006): Die Uferzonen des Mülibachs sind mässig breit und weisen vielfältige Nutzungseinflüsse auf. Kartenlegende siehe Abb. 3. Luftbildgrundlage: © Geographisches Institut der Universität Basel 1994.

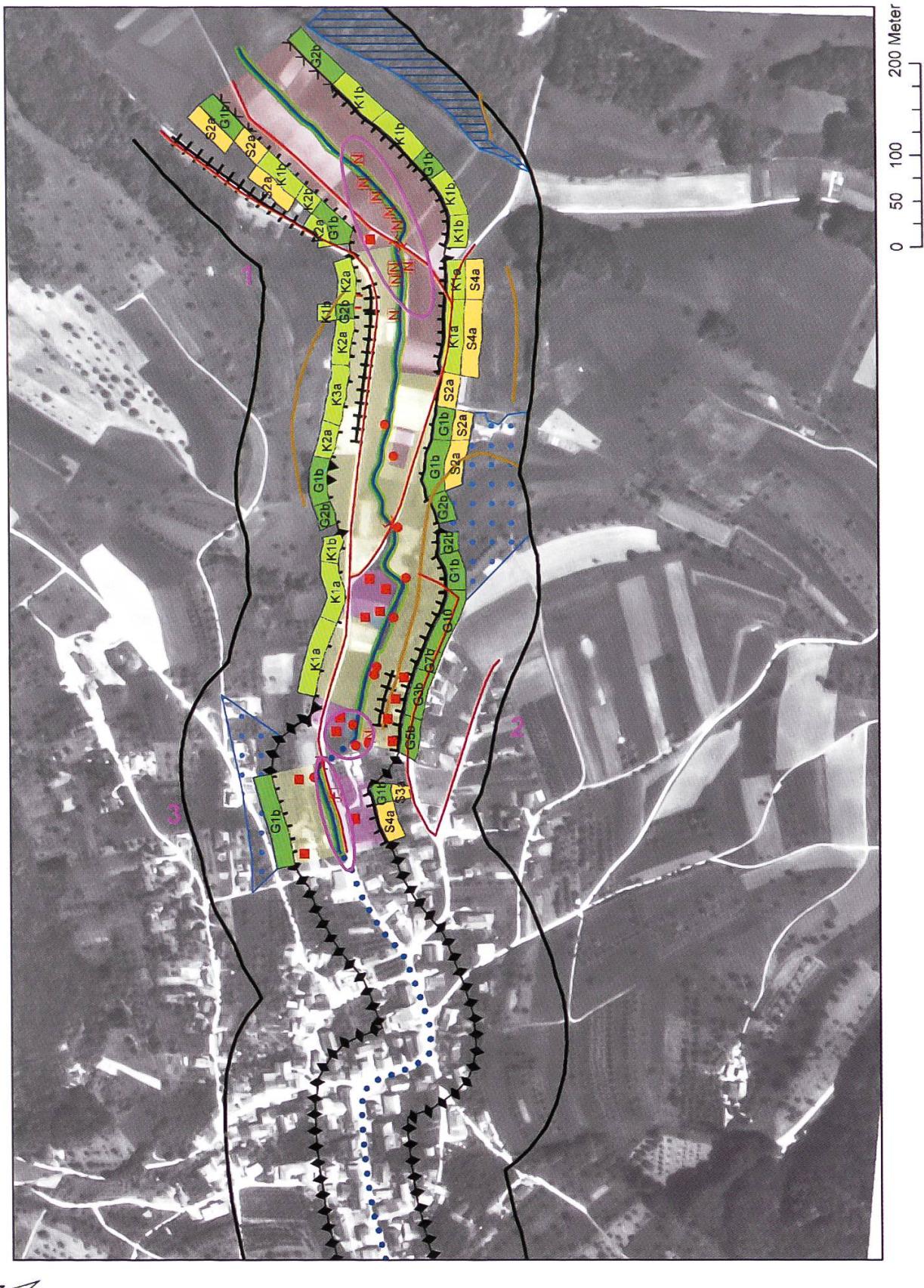


Abb. 13: Geoökologische Karte der Uferbereiche im Oristal (aus Koch und Leser 2006): Die Uferzonen des Orisbachs sind meistens sehr schmal. Der Bach fliesst in der Ortslage Büren eingedolt. Kartenlegende siehe Abb. 3. Luftbildgrundlage: © Geographisches Institut der Universität Basel 1976.

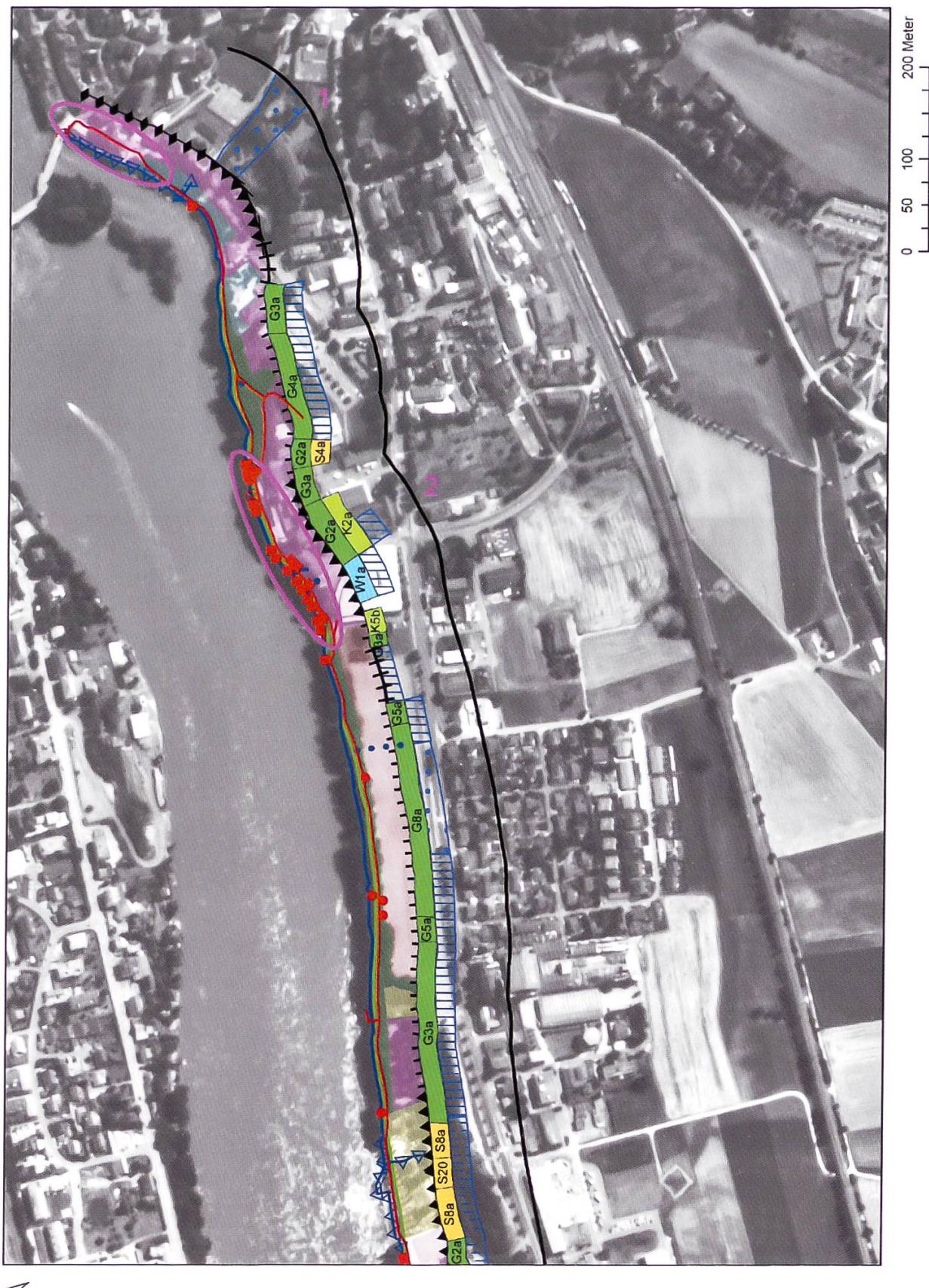


Abb. 14: Geoökologische Karte der Uferbereiche im Hochrheintal (aus Koch und Leser 2006): Eine vergleichende Bewertung der Uferzonen des Hochrheins ist schwierig, denn die Strukturen sind «grossräumiger». Es herrscht grosser Nutzungsdruck vor. Kartenlegende siehe Abb. 3. Luftbildgrundlage: © Geographisches Institut der Universität Basel 1994.

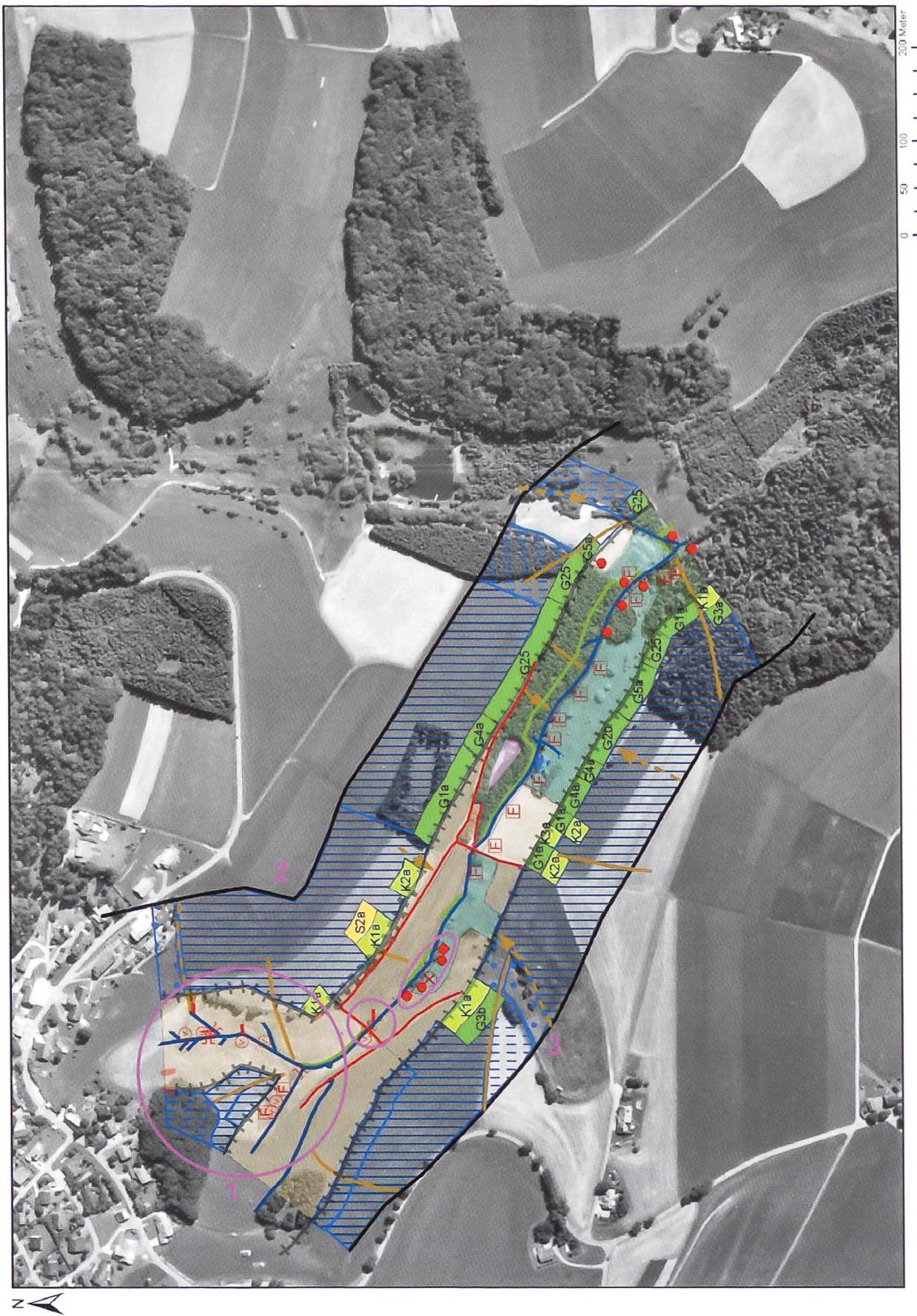


Abb. 15: Geoökologische Karte der Uferbereiche im Rüttebachtal 2006: Sehr schmale oder fehlende Uferzonen charakterisieren den Rüttebach. Kartenlegende siehe Abb. 3. Luftbildgrundlage: © Geographisches Institut der Universität Basel 2001.

schliesst sich im Hinterland eine nahezu ebene Terrassenfläche an.

- Das Rheinufer unterliegt vielfachen Nutzungseinflüssen verschiedener Grösse. Diese reichen von Komposthaufen über Wege und Anglerhütten bis hin zu komplexen Badeanlagen und Stadtparks.
- ÖPZ sind häufig grossflächig, da es sich beispielsweise um Siedlungseinflüsse, Industrieanlagen und Fischereigebäude in Gewässernähe handelt.

Fazit: Mit der Kartiersystematik ist auch eine Bewertung der Uferzonen des Rheins generell möglich. Allerdings sind sämtliche Uferstrukturen und -nutzungen «grossräumiger» als im Umfeld anderer Bäche.

Rüttebachal bei Rüttehof (Baden-Württemberg, Deutschland) im Südschwarzwald:

- Die Uferböschungshöhen nehmen vom Quell- zum Unterlauf zu, wobei sie im Mündungsbe- reich wieder niedriger sind. Das Gerinne geht im Mittellauf auf der orographisch rechten Bachseite teilweise, ohne auffällige Uferbö- schungen, direkt in versumpfte Feuchtgebiete über.
- Die Breite der Uferzonen nimmt von der Quelle zur Mündung deutlich zu. Am Quell- lauf und in Teilen des Oberlaufs ist keine Uferzone existent, da die Weidenutzung durchgehend stattfindet oder weil die Nut- zung bis an den Rand der versumpften Be- reiche heranreicht. Am bewaldeten Unterlauf erreicht die Uferzonenbreite demgegenüber Maximalwerte (25 m).
- Die Uferzonen-Strukturglieder sind wenig vielfältig: Im unteren Talabschnitt dominieren Gehölze und am Mittellauf treten verkrautete Bereiche mit hydrophilen Arten auf.
- Die Wölbungsstrukturen sind flach und weit- läufig. Die Hangneigung ist in unmittelbarer Gewässernähe gering. Am Mittel- und Unter- lauf sind schmale, aber auffällig verflachte Auen ausgebildet.
- Es treten wenige punktuelle Nutzungen und Merkmale in Erscheinung. Feuchteliebende Pflanzenarten sind in den Uferzonen des Rüttebachs ubiquitär. Am Quell- und Ober- lauf werden massive Erosionsschäden durch

Viehtritt registriert. Die im Uferbereich an- grenzende Landnutzung beschränkt sich auf Grünland und Fichtenforst. Vernässte Be- reiche werden nicht genutzt (Ödland).

- Die ÖPZ befinden sich überwiegend am Ober- lauf, wo Überweidung, fehlende Uferzonen und Direkteinträge in Erscheinung treten.

Fazit: Die Uferzonen des Rüttebachs sind über- wiegend schmal, einseitig strukturiert und teil- weise stark vernässt. Die Böschungen sind nied- rig und es treten kaum punktuelle Uferzonenu- zungen auf.

Die stichpunktartige Beschreibung der Kar- tierungsergebnisse zeigt zusammenfassend, dass sich die Uferzonenstrukturen und Nutzungsein- flüsse in den fünf ausgewählten Tälern wie er- wartet deutlich voneinander unterscheiden. Die Gründe liegen in der unterschiedlichen Land- schaftsgenese und geographischen Lage zum urbanen Raum, aber auch darin, dass die Täler in verschiedenen administrativen Einheiten liegen.

Diskussion

Vergleich der Uferzonenstrukturen in der Region Basel

In Tab. 2 werden Unterschiede ausgewählter Kartierparameter einander gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass insbesondere bezüglich der Uferzonenbreite massive Unterschiede auftre- ten. Auffällig ist auch, dass schmale Uferzonen häufig monoton strukturiert sind. Allgemein do- minieren Gehölze den Bestand der Uferzonen.

Die Uferböschungen sind meistens steil. Aus- nahmen stellen Feuchtgebiete und Quellbereiche dar. Mit Zunahme der Fliessstrecke und des an- thropogenen Einflusses nehmen in der Regel die Böschungshöhen ebenfalls zu. Aus stoffhaus- hältlicher Sicht ist von grosser Bedeutung, dass mit zunehmender Böschungshöhe der Bewuchs zumeist abnimmt. An diesen Böschungsab- schnitten kann bereits augenscheinlich verstärkte Ufererosion beobachtet werden. Es zeigt sich des Weiteren, dass mit zunehmender Böschungs- höhe auch die Uferzonenbreite zunimmt. Dieser

Effekt röhrt daher, dass hohe Uferböschungen aus langen Hängen mit breitem Grundriss bestehen. – Die Böschungen sind Teil der Uferzonen und ihre Breite wird ebenfalls horizontal (und nicht lateral) gemessen. Die Bereiche mit ausgeprägten Böschungen bleiben wegen ihrer hohen Reliefenergie zumeist aus wirtschaftlichen Gründen ungenutzt. Deshalb sind dort breite Uferzonen anzutreffen.

Die punktuellen Eingriffe in die Uferzonen und ihre anthropogene Veränderung sind deutlich vom «Nutzungsdruck» abhängig. In Siedlungsnähe sind punktuelle Veränderungen und Einflüsse besonders ausgeprägt. Auch die Art der angrenzenden Nutzung und die Parzellenstruktur spielen dabei eine wichtige Rolle. Im Umfeld von Gärten, Parks, Spazierwegen und anderen «Spezialnutzungen» sind punktuelle Auffälligkeiten sehr häufig. Treten im Uferbereich grössere Parzellen auf, die land- oder forstwirtschaft-

lich genutzt werden, sind die Nutzungseinflüsse in den Uferzonen deutlich geringer.

Ein allgemeines stoffhaushaltliches Problem in der Nordwestschweiz stellt die Eindolung von Bächen in Ortslagen dar (zum Beispiel in Allschwil und Büren). Es existieren dort weder Überflutungsflächen noch Retentionsräume. Die biologische Arealsverknüpfung entlang der Fliessgewässer wird zudem unterbrochen und Direkteinträge können verstärkt auftreten.

Qualitative Bewertung des Retentionsvermögens

Es zeigt sich, dass anhand des Vergleichs der geoökologischen Kartierergebnisse, in allen Tälern bezüglich des Gewässerschutzes sowohl positive als auch negative Effekte registriert werden können. Es soll nun der Frage nachgegangen werden, wie intensiv die Retention in den kartierten Uferzonen stattfinden kann.

Fliessgewässer bei Basel	Böschungsstruktur und Gerinne	Breite und Struktur der Uferzonen	Nutzungseinflüsse
Feuerbach	hoch und steil, Ufererosion	mässig breit; Ufergehölze dominieren	Ackerbau dominiert; Nährstoffanzeiger und viele punktuelle Nutzungen in der Uferzone
Mülibach	hoch und steil, Bach im Ort eingedolt	mässig breit; Ufergehölze dominieren	sehr variable mit vielen Spezialnutzungen; viele punktuelle Nutzungen in der Uferzone
Orisbach	niedrig und steil, Bach im Ort eingedolt	schmal; einseitig strukturiert, verkrautete Uferzonen dominieren	Siedlung und Landwirtschaft sind prägend; punktuelle Nutzungen in der Uferzone in Dorfnähe
Rhein	deutlich grössere Strukturen, kleinräumige Terrassierung	unterschiedlich breit; grosse Böschung ist einseitig mit naturnahen Gehölzern bestanden	hoher Nutzungsdruck durch vielfältige Einflüsse, urban geprägt; Spezialnutzungen in der Uferzone
Rüttebach	niedrig und steil	schmal; Gehölze, Gräser, Kräuter und Sumpfpflanzen treten auf	Weidewirtschaft dominiert; wenig punktuelle Nutzungen in der Uferzone

Tab. 2: Talvergleich der kartographisch erfassten Ufereigenschaften in der Region Basel: Es treten Unterschiede, aber auch ähnliche Muster bei den Uferstrukturen in der Region Basel auf. Die Böschungen sind in der Regel steil, aber unterschiedlich hoch. Die Uferzonenbreite ist allgemein sehr heterogen. Punktuelle Nutzungen in den Uferzonen sind für die Region typisch. Ihre Häufigkeit ist von der Entfernung zu den Siedlungen und der Art der angrenzenden Landnutzung abhängig (aus Koch 2007).

Die Uferzonen besitzen ein natürliches «Retentionspotenzial» (als qualitatives, nicht messbares Kriterium), das beispielsweise von atmosphärischen, lithologischen, pedogenen und geomorphologischen Faktoren beeinflusst wird. Die Täler unterscheiden sich in diesem Aspekt nicht übermäßig voneinander, da sie alle in der Region Basel liegen: Der Feuerbach mit seinem Flachmulental besitzt reliefbedingt ein grösseres Retentionspotential als andere, steilere Einzugsgebiete. Das Oristal und das hier ebenfalls in die Überlegungen miteinbezogene Länenbachtal sind anfällig gegenüber vertikaler Infiltration (durchlässige Karbonatgesteine im Jura), das Mülibachtal und das Feuerbachtal stattdessen gegenüber Oberflächenabfluss (dichte Lössderivate). – Daraus resultieren unterschiedlich ausgeprägte horizontale und vertikale Vektoren der Wasserfliesspfade und des Retentionspotenzials.

Das «Retentionenvermögen» drückt im Gegensatz zum «Retentionspotenzial» die Möglichkeiten der aktuellen Uferzonenstrukturen aus, Wasser und Stoffe vom direkten Gewässereintrag abzuhalten. Auch dieses Kriterium ist von qualitativer Natur, dass heisst es kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht in Zahlen ausgedrückt werden. Ausschliesslich die experimentell zu bestimmende «Retentionenleistung» wird messtechnisch ermittelt und in Prozent angegeben (vgl. Koch 2007).

In Tab. 3 wird das aktuelle Retentionsvermögen der kartierten Uferzonen qualitativ bewertet. Im Gegensatz zum Retentionspotenzial ist das Retentionsvermögen von der aktuellen Struktur und Nutzung in den Uferzonen abhängig. Es ist somit steuerbar und kann durch gezielte Massnahmen erhöht werden. Ein hohes Retentionsvermögen generiert allgemein eine Verbesserung des Gewässerschutzes.

Für die untersuchten Täler zeigt sich, dass anhand der Zusammenstellung in Tab. 3 drei von fünf bewerteten Talabschnitten durch ein mässiges Retentionsvermögen gekennzeichnet sind. Das heisst für das Feuerbach-, Länenbach- und Mülibachtal, dass Retention von Wasser und Feststoffen in den Uferzonen generell stattfinden kann. Aufgrund verschiedener suboptimaler Bedingungen (vorwiegend als kleinräumige ÖPZ

erkennbar) kann das Retentionsvermögen allerdings nicht als gut bezeichnet werden. Für das obere Oristal und das Rüttebachtal kann nur ein geringes (Oristal) beziehungsweise sogar sehr geringes Retentionsvermögen (Rüttebachtal) festgestellt werden. Hier sind auf längeren Fliessstrecken häufig keine oder zu schmale Uferzonen ausgebildet, was die wichtigste Ursache dieser negativen Bewertung ist.

Es besteht demnach in allen untersuchten Einzugsgebieten ein Bedarf zur Nachbesserung. Mithilfe der aktuellen Uferzonenstrukturen erfolgt in den Untersuchungsgebieten derzeit kein optimaler Gewässerschutz. Aus diesem Grund werden im rechten Teil der Tab. 3 auch Optimierungsvorschläge für eine Verbesserung des Gewässerschutzes aufgezeigt. Weiterführende Optimierungs- und Pflegemassnahmen für Uferzonen werden von Niemann (1988) beschrieben.

Abschliessende Diskussion und Schlussfolgerungen

Der regionale Vergleich zeigt, dass die kartierten Uferbereiche viele Gemeinsamkeiten, aber auch regionaltypische Eigenheiten aufweisen. Die Uferzonen selber sind klein- und grossräumig sehr heterogen.

Anhand des angewandten geoökologischen Talvergleichs wird deutlich, dass die geoökologische Kartierung der Uferzonen viel Potenzial für eine grossräumige Erfassung des Ist-Zustandes von Uferzonen ganzer Regionen birgt. Es können kleinräumige ÖPZ ausgewiesen werden, um auf Gefahrenbereiche hinzuweisen. Eine qualitative Bewertung des Retentionsvermögens ist mithilfe der Zielkarten sehr gut möglich. Bei den aktuellen umweltpolitischen und öffentlichen Diskussionen über den Anspruch an die Gestalt und Breite der Uferzonen von Fliessgewässern (vgl. zum Beispiel Basler Zeitung vom 29.09.2004), wäre es deshalb empfehlenswert, eine grossflächige geoökologische Kartierung anhand der vorgeschlagenen und hier angewandten Kriterien durchzuführen.

Die geoökologische Kartierung der Uferzonen brachte aus wissenschaftlicher Sicht viele methodische Erkenntnisse, da die Evaluation einer neu konzipierten, geoökologischen Kar-

Fließgewässer bei Basel	Retentionsvermögen der Uferzonen	Verbesserungsvorschläge – Konkrete Gewässerschutzmassnahmen
Feuerbach	mäßig: mäßig breite Uferzonen, viele Nutzungseingriffe, wenig Bodenbewuchs	<ul style="list-style-type: none"> – Verkleinerung der Ackerschlüsse – Anlage von Feldhecken auf langen Hängen – Anlage breiter Ufergrasstreifen zur Verhinderung des oberflächlichen Direkteintrags – lokale Verbreitung der Uferzonen
Mülibach	mäßig: starker Nutzungsdruck auf die Uferzonen durch Spezialnutzungen, Eindolung im Ortsbereich	<ul style="list-style-type: none"> – Bevölkerungsaufklärung bezüglich der Gefahr bei privater Ufernutzung; Nutzungsverbote – Lenkung der Naherholungsnutzung – Einzäunen kritischer Bereiche – Spezialnutzungen reduzieren (Schiessplatz etc.) – Revitalisierung des Bachs in der Ortslage
Orisbach	gering: schmale Uferzonen, Eindolung im Ortsbereich	<ul style="list-style-type: none"> – Generelle Verbreiterung der Uferzonen – Revitalisierung des Baches in der Ortslage – Bevölkerungsaufklärung bezüglich der Gefahr bei privater Ufernutzung; Nutzungsverbote
Rhein	schwierig abzuschätzen: sehr grosse Strukturen, Retention schwer zu beurteilen	<ul style="list-style-type: none"> – Reduktion von Spezialnutzungen – Bevölkerungsaufklärung bezüglich der Gefahr bei privater Ufernutzung; Nutzungsverbote – Lenkung der Naherholungsnutzung und Extensivierung – Renaturierung einiger Böschungsabschnitte
Rüttebach	sehr gering: fehlende bis schmale Uferzonen, vernässte Uferbereiche	<ul style="list-style-type: none"> – Anlage von Uferzonen im Kopfeinzugsgebiet – Extensivierung der Beweidung – Verbreiterung der Uferzonen, v. a. in Feuchtgebieten

Tab. 3: Aktuelles Retentionsvermögen von Uferzonen in der Region Basel und konkrete Massnahmenvorschläge für eine Verbesserung des Gewässerschutzes: Die hier dargestellten konkreten Bewertungen der untersuchten Uferzonen in der Region Basel stellen letztlich eine regionalisierte Betrachtung der stoffhaushaltlichen und prozessualen Forschungsergebnisse dar. Es handelt sich wie auch bei der angewendeten Kartiersystematik um ein integratives Verfahren (aus Koch 2007).

tiersystematik für Uferbereiche im Vordergrund stand. Die Arbeiten begannen im Jahr 2003 mit dem primären Ziel, eine optimale Möglichkeit zur Erfassung des Ist-Zustandes von Uferzonen zu erarbeiten. Nach mehrfacher Evaluation der geoökologischen Kartiersystematik für Uferbereiche von Fließgewässern ist dieses Bearbeitungsziel erst im Jahr 2006 zufriedenstellend erreicht worden. Die methodische Bearbeitung über einen langen Zeitraum und unter Einbezug verschiedener Personen ist Ausdruck einer sorgfältigen Evaluation und spricht somit für eine hohe Qualität der Kartiersystematik.

Dem Arbeitsgang der Kartierung und der GIS-gestützten Kartenproduktion können optional weiterführende Schritte folgen. Eine Möglichkeit ist beispielsweise das Ausweisen von kleinräumigen ÖPZ, um lokale Gefahrenquellen der Fließgewässer zu lokalisieren. Qualitativ ermöglichen die geoökologischen Karten der Uferbereiche räumlich präzise Aussagen zum Retentionsvermögen der Uferzonen, gegenüber lateralen Einträgen von Wasser und Nährstoffen. Es kann in erster Linie aus der Breite und Struktur von Uferzonenabschnitten abgeleitet werden. Die vorgestellte Kartiersystematik eignet

sich folglich sehr gut für eine Anwendung in der behördlichen Planung und Umweltkontrolle.

Im Vergleich zu anderen Kartiersystematiken (vgl. zum Beispiel Bach et al. 1994, Rehm 1995, Rau 1999, Müller 2000 und Willi 2005) zeichnet sich das hier beschriebene Vorgehen vor allem durch eine hohe Eindeutigkeit, Effektivität und Effizienz aus. Auf den Ausgabekarten ist die Informationsdichte bei gleichzeitiger Bewahrung der Übersichtlichkeit besonders hoch.

Das Schweizer Verfahren zur Beurteilung von Fliessgewässern («Ökomorphologie Stufe F») ist mit der vorgestellten Kartiersystematik nicht zu vergleichen, denn damit werden prioritätär Gewässereigenschaften und nur sekundär die Uferzonen erfasst (vgl. BUWAL 1998). Obwohl auch beim Modulstufenkonzept eine sehr genaue Bestandsaufnahme stattfindet, werden die Prozesse und der Stoffhaushalt ausserhalb des Bachlaufs nur wenig beachtet. Bei der eigenen geoökologischen Kartiersystematik handelt es sich zweifelsohne um das aufwandgeringere und kostengünstigere Verfahren (vgl. Koch und Leser 2006).

Ausgehend vom Detailwissen über Stoffhaushalt und Prozessabläufe ermöglicht die geoökologische Kartierung der Uferbereiche auf räumliche Verbreitungsmuster der Uferstrukturen zu schliessen und integrative Aussagen über die Qualität und den Status des Gewässerschutzes zu machen. Die vorgestellte Kartiersystematik wird so zu einem Instrument, welches sich zur zeiteffektiven Regionalisierung stoffhaushaltlicher und prozessualer Abläufe besonders gut eignet.

Dank

Wir danken Hartmut Leser für das Begleiten und Vorantreiben der Methodenentwicklung im Rahmen des Dissertationsprojektes von Randy Koch. Hartmut Leser und Martin Gude sei ebenfalls für die Unterstützung und institutionelle Einbindung des studentischen Forschungsprojektes im Sommersemester 2006 gedankt. Die vergleichende Kartierung zahlreicher Uferabschnitte in der Region Basel war nur aufgrund der disziplinierten und qualitativ hoch stehenden

Kartier- und GIS-Arbeiten der Geographiestudierenden Dominik Alig, Mirjam Ballmer, Chatrina Caviezel, Mathias Eisenring, Markus Fischer, Markus Frei, Claudia Keller, Jeanette Schaub, Alexandra Stahel, Lea Steppacher, Peter Walthard und Nicole Wehrli Sarmiento möglich. Letzterer danken wir insbesondere auch für den Entwurf des Idealbeispiels einer geoökologischen Feldkartierung. André Puschnig und Daniel Küry danken wir für die kritische Diskussion des Papiers.

Literatur

- Bach, M., J. Fabis, H.-G. Frede & I. Herzog (1994): Kartierung der potentiellen Filterfunktion von Uferstreifen. 1. Teil Methodik der Kartierung. *Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung* 35: 148–154.
- Basler Zeitung vom 29.09.2004: Die Breite scheidet die Geister. *Uferschutz*: 19.
- Beising, E. (in Vorbereitung): Ökologische Problemzonen: Wahrnehmung und Darstellung der Sensitivität der Landschaft und ihres Risikopotenzials. Beispiel: Hochrheintal zwischen Basel und Bad Säckingen. Dissertation am Geographischen Institut der Universität Basel.
- Bohl, M. (1986): Zur Notwendigkeit von Uferstreifen. *Natur und Landschaft* 61, H. 4: 134–136.
- Brehm, J. & M. Meijering (1996): Fliessgewässerkunde. Einführung in die Ökologie der Quellen, Bäche und Flüsse. 3. Auflage. Quelle und Meyer, Wiesbaden.
- BUWAL (= Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1997): Ufervegetation und Uferbereich nach NHG. Begriffserklärung. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. Bern: 1–55.
- BUWAL (= Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Ökomorphologie-Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz 27: 1–49.
- Correl, D.L. (1997): Buffer zones and water quality protection: general principles. In: Haycock, N., T. Burt, K. Goulding, and G. Pinay (Hrsg.): Buffer zones: Their processes and potential in water protection. Quest Environmental, Hertfordshire: 7–20.
- Fabis, J. (1995): Retentionsleistung von Uferstreifen im Mittelgebirgsraum. *Boden und Landschaft* 2: 1–149.
- Koch, R. (2007): Uferzonen von Fliessgewässern in Kleineinzugsgebieten der Region Basel – Geoökologische Prozesse, Nährstoff- und Wasserhaushalt, Bodendynamik, Kartierung, Funktionen und Zielbreitenermittlung. Dissertation am Geographischen Institut der Universität Basel. Im Druck.

- Koch, R. & H. Leser (2006) (Hrsg.): Vergleichende geoökologische Kartierung der Uferzonen von Kleineinzugsgebieten in der Region Basel. Abschliessender Forschungsbericht zum Regionalpraktikum 2006. Forschungsarbeit, Universität Basel.
- Koch, R., R. Weisshaidinger, C. Katterfeld & P. Ogermann (2005): Riparian zones of Swiss Jura Plateau – Geoecological processes, hydrological flow paths and nutrient dynamics. – Posterpräsentation zur Internationalen IALE-Konferenz (International Association for Landscape Ecology) in Faro (Portugal) und EGU-Tagung (European Geosciences Union) in Wien (Österreich) im April 2005. – Geophysical Research Abstracts, Vol 7, No. EGU05-A-04095.
- Kolb, R. (1994): Uferstreifen in der Schweiz. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 35: 180–188.
- LAWA Arbeitskreis Gewässerstrukturgütekarte Bundesrepublik Deutschland (1999): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Übersichtsverfahren. Kulturbuchverlag, Roth.
- Leser, H. (2005): Diercke Wörterbuch Allgemeine Geographie. 13. Auflage. Deutscher Taschenbuch Verlag, München.
- Lowrance, R. (1997): The potential role of riparian forests as buffer zones. In: Haycock, N., T. Burt, K. Goulding, and G. Pinay (Hrsg.): Buffer zones: Their processes and potential in water protection. Quest Environmental, Hertfordshire: 128–133.
- Müller, E. (2000): Abfluss- und Feststoffretention in Uferstreifen mit Naturwiese und Unterwuchs (Länenbach, BL-Tafeljura). Unpubl. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Basel.
- Naiman, R.J. und H. Décamps (1997): The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. Annu. Rev. Ecol. Syst. 28: 621–658.
- National Research Council (2002): Riparian Areas. Functions and Strategies for Management. National Academy Press, Washington D.C.
- Niemann, E. (1988): Ökologische Lösungswege landskultureller Probleme. Schriftenreihe des Österreichischen Instituts für Raumplanung, Reihe A, Band 1: 1–220.
- Rau, S. (1999): Der Einfluss von Gewässerrandstreifen auf Stoffflüsse in Landschaften. Einsatz eines mobilen Pen-Computers zur Kartierung im Einzugsgebiet der Parthe. Unpubl. Diplomarbeit an der Universität Potsdam.
- Rehm, F. (1995): Die Wirksamkeit von Uferstreifen zur Verminderung diffuser Stoffeinträge in Fliessgewässer tonreicher Gebiete im Baselbieter Tafeljura. Unpubl. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Basel.
- Willi, T. (2005): Nutzungen der Uferzone und des Gerinnes von Kleingewässern im Baselbieter Tafeljura. Unpubl. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Basel.
- Zillgens, B. (2001): Simulation der Abflussverminde rung und des Nährstoffrückhaltes in Uferstreifen. Boden und Landschaft 34: 1–123.

Dipl.-Geogr. Randy Koch

Geographisches Institut der Universität Basel
Abteilung Physiogeographie
und Landschaftsökologie
Klingelbergstrasse 27
CH-4056 Basel
randy.koch@unibas.ch

cand. geogr. Sascha Amhof

Geographisches Institut der Universität Basel
Abteilung Physiogeographie
und Landschaftsökologie
Klingelbergstrasse 27
CH-4056 Basel