

Erreichtes und Probleme bei der Einfügung der Fließgewässer in das Verfahren der übergreifenden Naturraumerkundung

Dietmar Mehl

biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH; Nebelring 15, 18246 Bützow;
Email: dietmar.mehl@institut-biota.de

Schlüsselwörter:

Fließgewässer, Fließgewässerökologie, Naturraumkunde, Nordostdeutsches Tiefland

Zusammenfassung

Die Integration der Fließgewässer in das Verfahren der übergreifenden Naturraumerkundung ist längst überfällig. Allerdings erfordert dies die Überwindung einiger Schwierigkeiten, die sich zum einen aus den besonderen naturräumlichen Eigenarten der Fließgewässer und einer nach wie vor geringen Datendichte ergeben, aber zum anderen auch mit der fachspezifischen Parallelentwicklung von Methoden und Verfahren zusammenhängen. Der Beitrag geht ausführlich auf die Problemlagen ein und gibt den bis dato erreichten Stand der Bearbeitung im Überblick wider.

Keywords:

Ecology of streams, landscape ecology, lowlands of northeast Germany, rivers

Abstract

The integration of streams in the methods of landscape ecology has to be done. However, some difficulties must be overcome resulting mainly from the peculiarities of the streams and low data sets. On the other hand, there are parallel developments in methods of the two scientific fields which have to be synchronized. This paper discusses these problems in detail and shows the state of art.

1 Einleitung

Eine Integration der Fließgewässer in das Verfahren der übergreifenden Naturraumerkundung und damit die längst überfällige Ergänzung der grundlegenden Arbeiten von KOPP et al. (1982) ist in Vorbereitung. Die Naturraumerkundung wird auch in diesem Fall als ein Anwendungsbereich der Landschaftsökologie angesehen, der besonders darauf gerichtet ist, Grundlagen für Landesplanung, Landnutzung, Ressourcenschutz und Naturschutz zu legen (JOOSTEN et al. 2001). Die Einfügung der Fließgewässer in die Naturraumerkundung wird am Beispiel der Fließgewässer in der Nordostdeutschen Tiefebene vorgenommen, wobei überwiegend exemplarische Darstellungen aus Mecklenburg-Vorpommern herangezogen werden.

Das Wasser bildet die „dynamische Komponente des Landschaftshaushalts“ (SPENGLER 1978); es „stellt eigentlich die dynamische Verbindung zwischen den stabilen Ökosystemelementen her“ (LESER 1978), da es „sich gegenüber anderen Komponenten im Geosystem

durch einen hohen Grad an Mobilität und Variabilität hinsichtlich Erscheinungsform, Aggregatzustand, Zeit und Menge auszeichnet; es ist unter unseren klimatischen Bedingungen das wichtigste stofflösende, -suspendierende und -transportierende Medium.“ (HUBRICH & THOMAS 1972, zit. in SPENGLER 1978). Der Abfluss sammelt sich unter normalen Bedingungen in den Oberflächengewässern eines Einzugsgebietes. Die Fließgewässer als linienhafte Naturraumelemente führen das überschüssige Wasser ab, wobei die hohe Bedeutung des Abflussprozesses in seiner grundsätzlich gerichteten, aber stets Naturraumeinheiten verbindenden Wirkung liegt. Ein Wasserüberschuss ist immer dann gegeben, wenn der Niederschlag summarisch die Verdunstung und die Speicherung übertrifft. Für die Einzugsgebiete der Fließgewässer gilt bei Zeitabschnitten von wenigen Jahren oder Einzeljahren die Bilanzgleichung:

$$R = P - ET - \Delta S \text{ in mm/a}$$

mit P – Niederschlag, ET – Evapotranspiration, R – Abfluss, ΔS - Speicheränderung

Die Gebietsspeicherung wirkt ausgleichend (Retention) und kann in Abhängigkeit von den klimatischen, hydrogeologischen und geomorphologischen Bedingungen in Form von unterirdischem Wasser (Grundwasser, Bodenwasser), Oberflächenwasser, Eis oder Schnee auftreten. Die Speicheränderung ΔS kann folglich sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Wird die Bilanzgleichung für längere Zeiträume (mehrere Jahre bis Jahrzehnte) und damit für mittlere langjährige Zustände angewandt, so kann wegen des längerfristigen Ausgleichs von Speichergewinn und -verlust gemeinhin die Gebietsspeicherung vernachlässigt werden. Die vorstehende Bilanzgleichung vereinfacht sich unter diesen Voraussetzungen auf

$$R = P - ET \text{ in mm/a}$$

Bei der Betrachtung wesentlich kürzerer Zeiträume (Tage, Wochen, Monate) finden sich aber auch hydrologische Konstellationen, bei denen der Niederschlag nur jahreszeitlich (periodisch) oder wenigstens episodisch die Verdunstung und die Speicherung überwiegt. Dementsprechend können auch

- (1) permanente (ständig bzw. ausdauernd wasserführend),
- (2) periodische (regelmäßig zeitweilig wasserführend) und
- (3) episodische (unregelmäßig zeitweilig wasserführend) Fließgewässer unterschieden werden.

Unter den humiden Bedingungen Mitteleuropas sind die permanenten Fließgewässer dominant. Eine Abflussperiodizität ist aber vor allem an Bachoberläufen mit kleinen Einzugsgebieten auf Grund sommerlicher Trockenperioden durchaus verbreitet. Allgemein erreichen viele Fließgewässer des Tieflandes auf Grund der sommerlichen, verdunstungsbedingten Zehrprozesse ihre Abflussminima nach entsprechendem Rückgang des grundwasserbestimmten Basisabflusses in den Monaten August und September (MEHL 2004). Demgegenüber beschränken sich in Norddeutschland episodische Fließgewässer im Regelfall auf kleinere, linienhafte Geländevertiefungen wie Rinnen- und Muldensysteme, die nur bei Stark- bzw. Extremniederschlägen wasserführend sind.

2 Problemstellung

Entgegen der landläufigen Meinung bergen die Landschaften Norddeutschlands vor allem auf Grund ihrer Vielgestaltigkeit, aber auch auf Grund der im Hinblick auf Art und Intensität stark differierenden menschlichen Inanspruchnahme eine große Vielfalt an Erscheinungsformen der Fließgewässer (MEHL & THIELE 1995, 1998, SOMMERHÄUSER & SCHUHMACHER 2003). Zusammen mit den funktional eng verflochtenen Talräumen bilden Fließgewässer dabei eigene Naturräume, was bereits zu einigen Versuchen und Ansätzen einer Unterscheidung und Typisierung geführt hat. Unter den naturräumlichen Verhältnissen im Nordosten der Norddeut-

schen Tiefebene wurden von MEHL (1998) sowie MEHL & THIELE (1998) landschafts- und gewässerökologisch ausgerichtete Fließgewässer- und Talraumtypen abgeleitet. Arbeiten von THIELE & CÖSTER (1999) und THIELE (2000) untersetzten dieses in bioökologischer Hinsicht.

Durch die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000) werden seit kurzem erhöhte Anforderungen an die Grundlagen wasserwirtschaftlichen Planens und Handelns gestellt. Ein wesentliches Ziel der WRRL besteht im Erreichen eines guten Zustands der Oberflächengewässer. Dabei ist für die Oberflächengewässer neben dem guten chemischen ein guter ökologischer Zustand sicherzustellen. Der gute ökologische Zustand für die Gewässer wird leitbildorientiert bestimmt, d.h. nimmt Bezug auf einen möglichst naturnahen und naturraumtypischen Zustand. In Deutschland wurden zur Umsetzung der Richtlinie auf einer kleinmaßstäblichen Ebene insgesamt 24 Fließgewässertypen festgelegt (SOMMERHÄUSER & POTTGIEßER 2005), wovon 12 übergreifende Bedeutung für die Norddeutsche Tiefebene haben.

Die heutigen Ausprägungen der Fließgewässer im Nordostdeutschen Tiefland stehen grundsätzlich in einem engen Zusammenhang mit der Genese der jungglazialen Landschaften. Während außerhalb des Jungmoränenlandes die Talbildung als wichtigster morphogenetischer Prozess wirkte, lässt sich die Morphogenese im Jungmoränenland hauptsächlich auf die Bildung glazialer Serien und damit verbundener Prozesse zurückführen (MARCINEK 1975). Die zur Ostsee gerichteten Gewässernetze sind im übrigen entwicklungsgeschichtlich eng mit der spät- und postglazialen Ostseeentwicklung verknüpft (HURTIG 1966, JANKE 1978, 1996, AURADA 1997). Das gilt im besonderen für den Küstenraum und die Mündungsgebiete der Küstenzuflüsse (KLIEWE 1978). Von daher erfordern die spät- und postglazialen Phasen der Gewässernetzentwicklung eine entsprechende Berücksichtigung (MARCINEK 1968, 1978, JANKE 1978). JANKE (2002) kann insgesamt zehn spät- und postglaziale Phasen der Tal- und Flussentwicklung ableiten, hierunter zwei Einschneidungsphasen. Gemeinsamkeiten bestehen hierbei zu den Etappen der spät- und postglazialen Beckenentwicklung (KAISER 2001). Zu diesem paläohydrographischen Aspekt der jungquartären Fluss- und Seegenese in Nordostdeutschland findet sich eine inhaltlich umfassende Zusammenstellung neuerer Beiträge und Arbeiten bei KAISER (2002).

Die Mehrzahl der Fließgewässer weisen heute eine deutliche bis sehr starke anthropogene Beeinflussung auf, so dass die Naturraumkunde in vieler Hinsicht auf die Erfassung von Zustandsmerkmalen ausweichen muss, während Stammmerkmale nur teilweise oder eingeschränkt bestimmt werden können. Oft ist hier eine vergleichende, oder gar historische Analyse anzuraten, um Zustände vor anthropogenen Eingriffen beurteilen zu können, z.B. im Fall von Gewässerlaufstrukturen. Wesentliche anthropogene Eingriffe in die Fließgewässer betreffen dabei (MEHL 2004):

- (1) Hydrologische Veränderungen (Abflüsse hinsichtlich der Quantität und der Dynamik) insbesondere durch Landnutzung, Be- und Entwässerungsmaßnahmen sowie räumlich veränderte Einzugsgebiete (Aufheben natürlicher Binnenentwässerung, Wasserüberleitungen u. a.); zudem ist wohl davon auszugehen, dass auch der derzeitige Klimawandel mit seinen hydrometeorologischen Folgen zumindest anthropogen verstärkt ist
- (2) Veränderungen des Stoffhaushalts in den Gewässern insbesondere durch Einträge von Pflanzennährstoffen, von organischen Stoffen sowie von Böden (vor allem Abschwemmungen infolge Bodenerosion durch Wasser), dadurch Verschiebungen im Trophie- und im Saprobiestatus der Gewässer, Kolmationen der Gewässersohlen etc.
- (3) Direkte Schädigungen der Lebewelt durch toxische und/oder genverändernde Stoffe (Agrochemikalien, hormonelle Wirkstoffe aus Arzneimitteln, Schwermetalleinträge, Emissionen aus Schiffsanstrichen sowie von Fetten und Ölen, Abgasemissionen etc.)

- (4) Veränderungen der natürlichen Morphologie der Gewässer infolge Gewässerausbau für die Schifffahrt und/oder zur „Verbesserung“ der hydraulischen Leistungsfähigkeit (Vernichtung der ursprünglichen Strukturausstattung der Fließgewässer) sowie Beseitigung der ursprünglichen ökologischen Durchgängigkeit der Fließgewässersysteme durch die Errichtung von Bauwerken (z. B. Wehre)
- (5) Spezifische nutzungsbedingte Beeinflussungen und Störungen (Gewässerunterhaltungsmaßnahmen, Wellenschlag und Schiffsschraubenbewegungen infolge Schifffahrt etc.)

Sind in von anthropogenen Eingriffen betroffenen Fließgewässersystemen Standgewässer integriert, so wirken sich viele der Störungen auch auf diese aus. Aber auch Beeinflussungen z. T. weit entfernt liegender Ökosysteme wie den Meeren und Ozeanen sind regelmäßig zu konstatieren. Daneben führen vor allem Veränderungen der natürlichen Hydro- und Morphodynamik regelmäßig zu unmittelbaren Schäden benachbarter terrestrischer Systeme. Hierzu zählen vor allem direkte Entwässerungswirkungen in den Talräumen durch „Schaffung von Vorflut“. Vor allem bei den flächenhaft bedeutsamen gewässerbegleitenden Niedermooren sind auf diese Weise erhebliche Degradationen entstanden (vgl. übergreifende Darstellungen in SUCCOW 1988, SUCCOW & JOOSTEN 2001). Die meisten dieser „Schäden“ sind aus Sicht der landwirtschaftlichen Nutzbarmachung entstanden; gerade in den agrarisch dominierten Landschaften Norddeutschlands ist das Gros entsprechend durchgeführter wasserwirtschaftlicher Maßnahmen durchaus im eindeutigen Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Flächennutzung zu sehen.

Fließgewässer gehören zu den dynamischsten Ökosystemen überhaupt; sie bilden in abiotischer und biotischer Hinsicht offene und dynamisch-komplexe Systeme mit einer 4dimensionalen Prozessstruktur (WARD 1989). Dies sind die räumlichen Dimensionen

- (1) Einzugsgebiet/Talraum-(Auen)Interaktion (lateral),
- (2) Gewässersystem-Interaktion (longitudinal),
- (3) Interstitial- und Aquifer-Interaktion (vertikal) sowie
- (4) die Dimension der Zeit.

Fließgewässer müssen sozusagen als „Ausgangssignal“ einer systemhaft begrenzten Landschaft gelten, indem sie neben der Abfluss- enorme Stofftransportleistungen vollbringen. Dabei wird der „Eingangsimpuls“ durch die abflussrelevanten meteorologischen Größen bestimmt, während die Transformationsprozesse bei der Niederschlags-Abfluss-Bildung abhängig sind von den Einzugsgebietseigenschaften. Die komplexen Prozesse von Abflussbildung, Abflusskonzentration sowie Durchflussverlauf in den Gewässersystemen (DYCK & PESCHKE 1983) tragen ebenso einen stochastischen Charakter wie alle daran gekoppelten Prozesse der Lösung oder des partikulären Transportes von Stoffen. Bioökologische Prozesse sind zum einen stark an die physikalischen und chemischen Prozesse gekoppelt, führen aber auch zu Dämpfungen, Verstärkungen, Rückkopplungen und Interferenzen des geoökologischen Prozessgeschehens. Deshalb lassen sich die Fließgewässer in ihren Strukturen und Prozessen zum einen nicht oder nur eingeschränkt aus sich selbst heraus erklären, so dass der Erkenntnisweg nur über eine integrale Betrachtung mit der umgebenden Landschaft und besonders mit dem zugehörigen hydrologischen Einzugsgebiet führt. Zum anderen erzwingt die hohe Komplexität des Naturraumes Fließgewässer eine inter- bzw. transdisziplinäre Arbeitsweise.

Die rezente Dynamik der Fließgewässer als Basis einer naturräumlich orientierten Typenbildung zu erfassen, erfordert bei umfassender Darstellung verstärkt ein Heranziehen labilvariabler Größen, wohingegen in terrestrischen Bereichen regelmäßig stabile, invariante Merkmale dominieren. In dieser Hinsicht vergleichbare Verhältnisse finden sich aber auch beispielsweise in Küstenräumen, wo u. a. die rezente Dynamik von Stoffumlagerungsprozessen stark ausgeprägt ist (BILLWITZ 1987). Als zusätzliches Erschwernis kommt hinzu, dass das

Verflechtungsmuster innerhalb der Fließgewässersysteme und der Fließgewässer mit den umgebenden Naturräumen viel komplizierter ist, als das bei terrestrischen Naturräumen untereinander der Fall ist.

Für die Einbeziehung der Fließgewässer in die Naturraumerkundung sind ferner vor allem folgende spezielle Probleme relevant:

- (1) Kartierungsdefizite
 - Umfassende Fließgewässerkartierungen erst in den letzten beiden Jahrzehnten
 - Wenig naturwissenschaftlich fundierte Kartierungen, dazu häufig sektoral
- (2) Starke anwendungsbezogene (praktische) Methoden im Gewässerschutz
 - Mangels Daten und Methoden fast nur deduktive Typologieansätze
 - Vorgegebene, bundeseinheitliche Typensysteme (ohne oder mit nur geringer Beachtung von Maßstab und Dimension, keine eindeutigen, „Überschneidungsfreien“ und die Grundgesamtheit umfassenden Typen etc.)
 - Bundeslandspezifische, „eigene“ Ansätze („Föderalismusproblem“)
- (3) Einbindung in die Naturraumerkundung
 - Unterschiedlich gewachsener und geübter Begriffsgebrauch, parallel entstandene Kartier- und Bezeichnungsregeln, z. B. „Reliefformen“ ./ „Talformen/Taltypen“
 - Unterschiedliche areale Abgrenzungen
 - fachspezifische Sichtweisen auf Strukturen und Prozesse

Vor diesem vielschichtigen Hintergrund ist daher geplant, die Fließgewässer im Rahmen der übergreifenden Naturraumerkundung zunächst analog den anderen Naturräumen in einer überwiegend geostrukturell ausgerichteten Betrachtung bei einer überschaubaren Anzahl von Merkmalen zu kennzeichnen. Eine differenziertere, stärker prozessbezogene Betrachtung, die vor allem hydrologische, stoffliche oder biologische Aspekte umfasst, ist einem späteren Darstellungsschritt vorbehalten. Der bisherige Stand der Arbeiten soll nachfolgend im Überblick gezeigt werden. Im weiteren wird vor allem die „Verschränkung“ von Fließgewässertypen und Einzugsgebieten mit den Grenzen der sonstigen Naturräume im Vordergrund der Bearbeitung stehen.

3 Erreichtes: Lösungen und Übereinkünfte

3.1 Dimensionsstufen der naturräumlichen Erkundung

3.1.1 Arale (hydrologisch-einzugsgebietsbezogene) Dimensionsstufen

Auf Grund der hydrologischen Bezogenheit wird die topische Ebene durch den Hydrotop gebildet, der als Areal mit weitgehend einheitlichen hydrologisch maßgeblichen Eigenschaften und damit einer ähnlichen (vertikalen) hydrologischen Prozessstruktur gilt. Da der Hydrotop maßgeblich vor allem durch räumlich manifestierte Eigenschaften des Bodens, der Vegetation, der Exposition, der Nutzung u. s. w. bestimmt wird, entzieht er sich überwiegend einer Abgrenzungsmöglichkeit durch Wasserscheiden. Seine Grenzen lassen sich durch Kombination der Eigenschaftsmerkmale bestimmen.

Flussgebiete bzw. Gewässereinzugsgebiete sind nur selten als „homogene“ Landschaftsräume ansprechbar. Im Regelfall bilden sie naturräumlich heterogene, somit chorische Raumeinheiten mit systemhafter Begrenzung in Form von Teileinzugsgebieten, Bachgebieten, Flussgebieten u. s. w., die verschiedenen Dimensionsstufen entsprechen. Raumgliedernde Ansätze unterschiedlicher (gemeinhin geostruktureller) Typen entsprechender Dimensionen und Größenordnungen erfahren somit durch die Einbeziehung der systemhaften hydrologischen Betrachtung eine neue Qualität (prozessbezogene Arealstruktur) oder im mindesten

eine zusätzliche Kennzeichnung (siehe LESER 1991 zum Gegenstand der Einzugsgebiete als „geoökologische Raumeinheit“).

3.1.2 Longitudinale (gewässerbezogene) Dimensionsstufen

Die topische Ebene umfasst den Teilbereich eines Fließgewässers mit weitgehend einheitlichen abiotischen Bedingungen. Dieses können zum Beispiel Gewässersohlbereiche mit einheitlichem Gewässersubstrat wie Sand oder Kies, Freiwasserbereiche mit bestimmten Strömungsverhältnissen oder beispielsweise spezifische Uferstrukturen sein. Die mikrochorische Dimension wird auf der Ebene eines „quasihomogenen“ Fließgewässerabschnitts erreicht, der zwar ein Mosaik von verschiedenen Topen umfasst, sich aber grundlegend von ober- und unterhalb liegenden Abschnitten unterscheidet. Diese Unterscheidung wird regelmäßig vor allem am geologischen Untergrund, der Talform, den Gefälleverhältnissen und der Dominanz gewässerstruktureller Verhältnisse als Folge des Wechselspiels von Struktur, Dynamik und Entwicklung vollzogen werden können. Diese Stufe entspricht somit einem „Fließgewässerabschnittstyp“ entsprechend MEHL 1998, MEHL & THIELE 1998.

Weitere chorische Dimensionsstufen können zudem auf der Basis von (längeren) Fließgewässerstrecken und/oder -systemen/-netzen ausgeschieden werden. Hier bieten sich beispielsweise auch die „Gewässersystemtypen“ entsprechend Tabelle 1 an.

Tab. 1 Wesentliche Gewässersystemtypen im Nordosten der Norddeutschen Tiefebene nach MEHL (2004).

Tab. 1 Important types of river systems in the lowlands of northeast Germany, according to MEHL (2004).

| Fließgewässer-systemtyp | Hydrographische Merkmale | Ökologische Bedeutung, ggf. Beispiele |
|---------------------------------|---|---|
| „Normale“ Fließgewässer | Baumartige Verästelung des Gewässersystems, keine integrierten Seen, mannigfache Anordnungsmuster | In Fließrichtung „normale“ Zunahme des Stofftransportes, der Amplitude des Jahresganges der Wassertemperatur u. s. w. (Gewässer erfüllen Voraussetzungen des „River Continuum Concepts“ nach VANNOTE et al. 1980) |
| Fließgewässer mit Quellseen | Quellbereich wird durch einen grundwassergespeisten See gebildet, der im Mittel einen Wasserbilanzüberschuss aufweist | Prägung der Fließgewässerstrecken durch chemisch-physikalische und biologische Faktoren der Standgewässer |
| Fließgewässer-Seen-Systeme | Zahlreiche Seen im Wechsel mit Fließgewässerstrecken | Starke Prägung der Fließgewässerstrecken durch chemisch-physikalische und biologische Faktoren der Standgewässer, hohe Bedeutung der Autotrophie in den Seen und der Auto-saprobie in den Fließstrecken, intranslatives Stofftransportregime bei tieferen Seen (Senkenfunktion) |
| Flusseen-bildende Fließgewässer | Seeartige Erweiterungen mit relativ geringer Wassertiefe, verbreitet in Urstromtälern infolge glazifluvialer Genese | Starke Prägung der Fließgewässerstrecken durch chemisch-physikalische und biologische Faktoren der Standgewässer, hohe Bedeutung der Autotrophie in den Seen und der Auto-saprobie in den Fließstrecken, Beispiel: Mittlere und untere Havel (Brandenburg) |

| | | |
|---|--|---|
| Strandseemündende Fließgewässer | Bildung von Strandseen durch die Küstenbildungsprozesse an der Ausgleichsküste, Bildung von Nehrungen und Haken | Abfluss der Strandseen über oberirdischen Ablauf oder Bodenpassage, z. T. natürliche Unterbrechung der ökologischen Durchgängigkeit, Beispiel: Riedensee westlich von Kühlungsborn |
| Ostseerückgestaute Niederungsließgewässer | Fließgewässer in Talmooren unter z. T. weit ins Binnenland reichendem Rückstau, damit teilweise ausgedehnte Unterläufe mit geringem oder keinem Sohlgefälle | Verbreiterte Gewässerprofile durch geringe mittlere Geschwindigkeiten, deutliche Erhöhung der Aufenthalts- und Verweildauer des Wassers, dichteabhängige Brackwassereinträge, Rückströmungen bei hohem Ostsee(Außen-)wasserstand, hohe Autotrophie, Beispiele: Peene, Warnow, Ziese |
| Fließgewässer mit „gekappter“ Unterläufen | Wasserfall- oder steile Rampen- ausbildung an Ostsee-Steilküsten auf Grund der steten Küsten- abrasion (flächenhafte Abrasion vollzieht sich im Mittel schneller als die Tiefenerosion des Fließgewässers) | Wegen der tief liegenden Erosionsbasis starke Tiefenerosion der Fließgewässer, damit hohe Sohlgefälle und Fließgeschwindigkeiten, markantes Beispiel: Kieler Bach (Rügen), ansonsten an Steilküsten verbreitet |
| Fließgewässer mit Karst-Erscheinungen | Streckenweises „Verschwinder“ des Fließgewässers im Untergrund (Bodenpassage), diesbezüglich aperiodisch und räumlich wechselnde Verhältnisse | Natürliche Unterbrechung der Fließgewässer durch Bodenpassagen, starke hydrochemische Prägung durch die Kreide (regelrechte Trübung), Beispiele: „Kreidebäche“ auf der Halbinsel Jasmund (Rügen) |

3.2 Wesentliche naturräumliche Merkmale

3.2.1 Gewässertalräume

3.2.1.1 Talgenese

Grundsätzlich ist der Zusammenhang zwischen Fluss- und Talentwicklung sehr eng. Gerade im jungglazialen Nordostdeutschland sind aber viele Talbildungen älterer Natur und gehen vor allem auf Schmelzwasserabflussbahnen des Weichselglazials zurück. So verfügen beispielsweise alle größeren Fließgewässer des ostseeküstennahen Raumes über sehr breite Talkörper, die sie unter den hydrologischen Bedingungen des Spät- und Postglazials nicht schaffen konnten (JANKE 2002). Gerade die Kombination mit den zeitlichen Entwicklungsprozessen der Ostsee führte zu verstärktem Torfwachstum und damit zur Bildung der bedeutsamen Talmoore. Die rezenten Fließgewässer nutzen auch glaziale, heute häufig seen- oder moorerfüllte Beckenstrukturen, die mehrheitlich durch Exaration und glazilimnische oder -fluviale Prozesse entstanden sind (MEHL & THIELE 1998, LORENZ et al. 2002).

Dementsprechend umfasst das heutige Talsystem eine Kombination aus historischen und rezenten Bildungen: „Die rezenten fluvialen Strukturen benutzen häufig Talungen und Hohlformen, die durch Gletscher und ihre Schmelzwässer angelegt wurden. Da ihre räumliche Verteilung den Gesetzmäßigkeiten des glazigenen Reliefaufbaues unterliegt, bestehen die heutigen Täler aus „Versatzstücken“, die nicht nach den Gesetzmäßigkeiten der fluvialen Morphogenese zusammengefügt sind. Insbesondere in der Jungmoränenlandschaft beschränkt sich häufig die eigentliche fluviale Formung auf kurze, zwischen älteren Strukturen verknüpfende Abschnitte und auf die Ausgestaltung des unmittelbaren Gerinnebereiches“ (GARNIEL 1997, S. 31).

Fließgewässer der jungglazialen Landschaften weichen deshalb von den üblichen Vorstellungen hinsichtlich der longitudinalen Zonierung des Sohlgefälles und auch des damit im

Zusammenhang stehenden Feststoff- und Stoffhaushaltsregimes häufig ab, beispielsweise da viele Fließgewässersysteme durchflossene Seen integrieren oder in den Mittelläufen die eigentlichen Erosionsstrecken aufweisen. Die im Nordostdeutschen Tiefland verbreitete natürliche Unterbrechung des Feststofftransportes durch eingeschaltete Seen kann auch als „intranslatives Stoffhaushalts- und -transportregime“ gekennzeichnet werden (MEHL 1998). Dieses Phänomen findet sich vorrangig bei tiefen und flächenhaft bedeutsamen Seen und wirkt als Prozess so lange, bis die fortschreitende Verlandung des Sees zugleich seine Funktion als Stoffsenke aufhebt. Für gewöhnlich sind hier aber geologische und damit entsprechend lange Zeiträume anzusetzen.

Bei allem zeitlichen Unterschied ist die Wirkungsweise fluvialer Erosionsprozesse gleich. Das fließende Wasser unterliegt der Schwerkraft, so dass die Sohle natürlicher Fließgewässer die tiefsten Punkte durchflossener Gelände verbindet. Fließgewässer gehorchen in ihrem energetischen Verhalten bei der Umwandlung der potentiellen Energie in die kinetische Bewegungsenergie des fließenden Wassers dabei zwei im gegenseitigen Widerspruch stehenden Grundprinzipien (DYCK & PESCHKE 1983):

- (1) dem Prinzip der minimalen Varianz; die Gewässer streben danach, den Verlust an potentieller Energie auf den gesamten Lauf gleichmäßig zu verteilen,
- (2) dem Prinzip der Minimierung der Arbeit; die Gewässer streben danach, die Verlustsumme an potentieller Energie im gesamten Fließsystem so niedrig wie möglich zu halten.

Die Fließgewässer lösen diesen Widerspruch nur über ständige Kompromisse, so dass nirgendwo die gleiche Energieverteilung oder der gleiche Energieverlust erreicht wird. Nach dem genannten Prinzip der Minimierung der physikalischen Arbeit strebt jedes Gewässer somit einem Gefälle zu, das unter den gegebenen Abflussbedingungen gerade noch ausreicht, das angelieferte Geschiebe fortzubewegen (MANGELSDORF & SCHEURMANN 1980). Wenn das Gefälle im Vergleich zur ankommenden Geschiebefracht zu groß ist, versucht dagegen das Fließgewässer sich einzutiefen. Umgekehrt wird bei zu geringem Gefälle und zu hohem Materialtransport akkumuliert.

Die ortskonkrete Gefälleneigung der Gewässersohle (Sohlgefälle) ist eine integrale und individuelle, aber auch charakteristische Reaktion des Fließgewässers auf geologische, geomorphologische, orographische, klimatologische und hydrologische Faktoren. Das Sohlgefälle ist im Zusammenhang mit dem Fließquerschnitt damit Ausdruck des längerfristig herrschenden Zusammenspiels und Widerstrebens der exogenen Prozesse Erosion, Transport und Akkumulation. Wann erodiert, transportiert oder akkumuliert wird, hängt zum einen von der physikalischen Kraft des fließenden Wassers ab, die in der Schleppkraft bzw. -spannung zum Ausdruck kommt. Zum anderen ist die Korngröße des Materials von ausschlaggebender Bedeutung. Dabei sind mit größer werdender Korngröße immer höhere prozessauslösende Erosions- und Transportfließgeschwindigkeiten nötig (s. a. MANGELSDORF & SCHEURMANN 1980, PREIBLER & BOLLRICH 1985, SCHÖNBORN 1992). Fließgewässer spielen somit eine überragende geomorphologische Rolle in der Ausbildung der Oberflächenformen der Erde, und sind damit eingebunden in den Antagonismus zwischen endogenen und exogenen Prozessen (je stärker z. B. Landhebungsvorgänge sind, desto stärker wirken die exogenen Kräfte, u. a. als fluvialer Taleinschnitt), vgl. SCHEIDEGGER (1987) zu den fundamentalen Prinzipien der Landschaftsentwicklung.

3.2.1.2 Talform und -gefälle

Das Sohlgefälle hat im Wechselspiel mit den anderen Einflussfaktoren auch unmittelbare Auswirkungen auf die natürliche Formung der Talräume, die ebenso langfristig im Ergebnis des komplexen Zusammenwirkens von flächenhaftem Abtrag (Denudation) und linearer Eintiefung (Erosion) entstehen. Das räumliche Auftreten der verschiedenen Talformen und das

Gefälle der Täler in Längs- und Querrichtung hängen insofern eng von den regionalen Reliefverhältnissen (insbesondere Richtung und Stärke von Gefällegradienten), den lokalen Eigenschaften des Untergrundes sowie den langfristigen hydroklimatischen und hydrologischen Bedingungen des Einzugsgebietes ab. Dabei gilt das Vorgenannte, in dem die historischen geomorphologischen Prozesse Beachtung finden müssen, im Nordostdeutschen Tiefland speziell die spätglazial-holozänen Entwicklungsphasen des Tal- bzw. Gewässernetzes (MARCINEK 1968, 1978, JANKE 1978, 2002). Die räumlichen Teilbereiche eines typischen Fließgewässertals zeigt Abbildung 1.

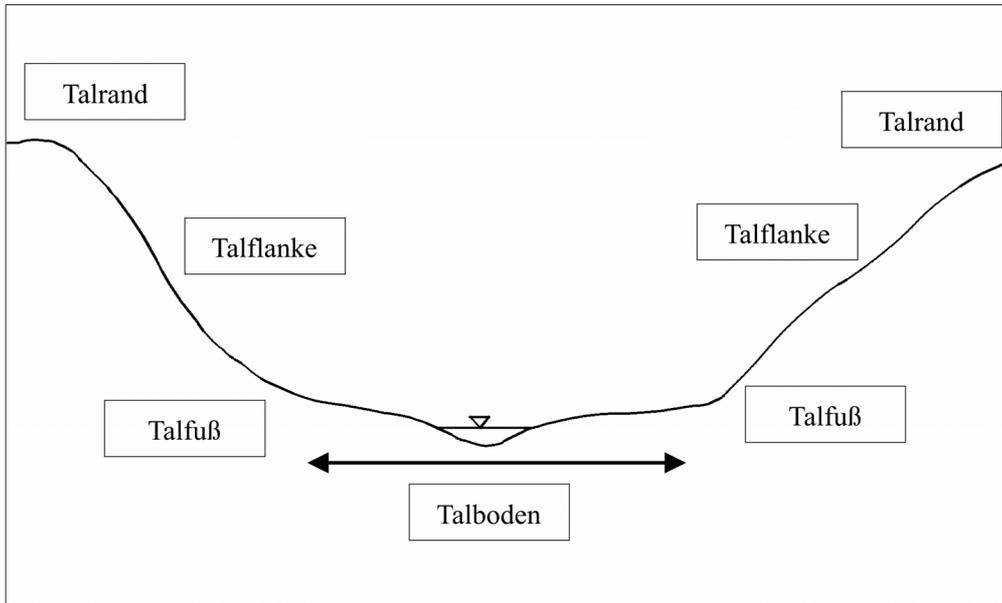


Abb. 1 Räumliche Teilbereiche eines typischen Fließgewässers, verändert nach MEHL & THIELE (1998).

Fig. 1 Parts of a typical stream system (according to MEHL & THIELE 1998).

Da das Sohlgefälle der Fließgewässer als historische Folge des mannigfachen und vielfältigen Gewässerausbaus heute überwiegend als verändert betrachtet werden muss, können von anthropogener Beeinflussung weitgehend unabhängige Gefälleverhältnisse nur noch beim Talgefälle (in Längsrichtung = Längstal) gefunden werden. Hierbei kann eine kartographische Analyse vorgenommen werden. So wurde das Talgefälle (auch Talbodengefälle) u.a. für die wichtigsten Fließgewässer in Mecklenburg-Vorpommern ermittelt (sogenannte „Wasser-rahmenrichtlinien-relevante Fließgewässer“ – WRRL-relevante) mit einem Eigeneinzugsgebiet $\geq 10 \text{ km}^2$). Dabei lag die folgende Methodik zugrunde:

- visuelle und graphische Approximation und Digitalisierung der Talgefällelinie bzw. Talmittellinie auf der digitalen Rasterkarte Topographische Karte 1: 10.000 (TK 10)
- Bestimmen des Gefälles über die Strecke der Tallinie zwischen zwei geschnittenen Höhenlinien (oder adäquaten Höhenangaben) und die jeweilige Höhendifferenz

Danach fließen fast 50 % der WRRL-relevanten (und damit größeren) Fließgewässer durch Täler mit $\leq 1 \text{ ‰}$ Längsgefälle (Abb. 2), was die hohe Bedeutung der gefällearmen und häufig vermoorten Talniederungen in Mecklenburg-Vorpommern unterstreicht. Das hydraulisch relevante Sohlgefälle der Fließgewässer kann gemeinhin zudem höchstens das Tal-

gefälle erreichen (theoretischer Grenzfall bei gestrecktem Lauf) und liegt gerade bei gefällearmen Verhältnissen und entsprechender Naturnähe (keine wasserbaulichen Laufveränderungen) auf Grund stark pendelnder und häufig mäandrierender Laufentwicklung zum Teil erheblich darunter. Fälle, in denen das Sohlgefälle tatsächlich höher ist als das Talgefälle, lassen sich durch jüngere Veränderungen der Erosionsbasis erklären, z. B. durch rückschreitende Erosion bei Küstenabrasionsprozessen. Im Regelfall ist dies durch eine Terrassenbildung des Tales erkennbar, indem im „alten“ Tal ein kleineres, „aktiveres“ Tal besteht (z. B. Kieler Bach auf der Insel Rügen). Die Bereiche mit sehr niedrigem Talgefälle decken sich auffallend mit den glazialen Schmelzwasserbahnen. Bereiche hohen und für Tieflandverhältnisse zum Teil sehr hohen Talgefälles finden sich dementsprechend vor allem im Bereich der ehemaligen Eisrandlagen sowie bei tiefer Erosionsbasis (z. B. Einmündung in die Ostsee oder „Talrandbäche“, MEHL 1998, bei Eintritt in die großen, „tief liegenden“ Talmoore).

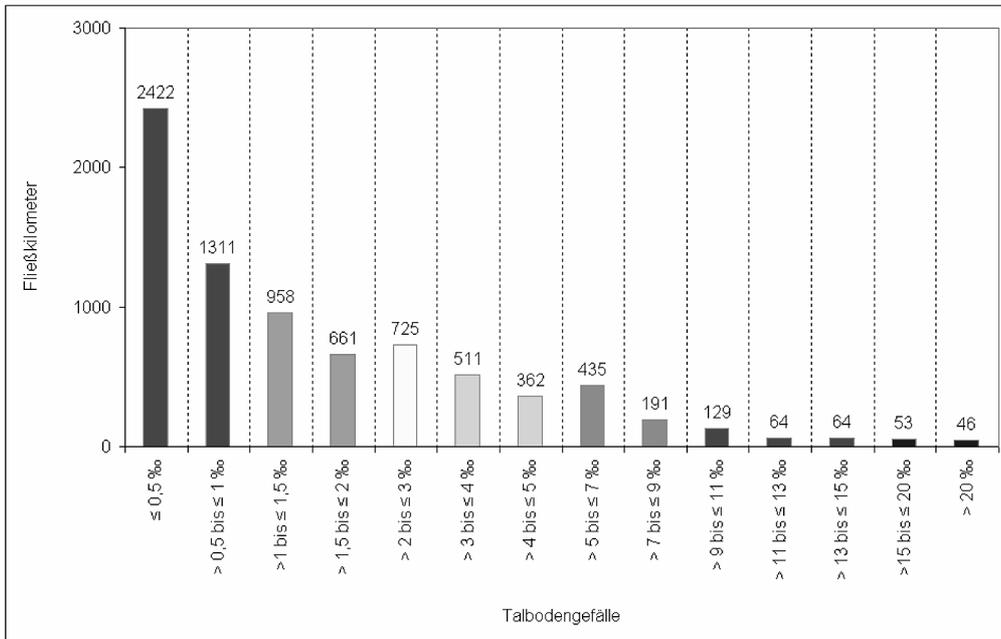


Abb. 2 Verteilung der Talgefälle auf die Anteile an Gewässerstrecken der WRRL-relevanten Fließgewässer in Mecklenburg-Vorpommern (aus MEHL 2004).

Fig. 2 Distribution of floodplain gradients due to the percentages of stream sites which take relevance to system used for the Water Framework Directive (MEHL 2004).

Talformen als morphologische Ausbildung des Tales im Querschnitt können im Gelände kartiert oder mit gewissem Aufwand aus topographischen Karten interpretiert werden. Die Talformerkennung und Zuweisung auf der Basis der topographischen Karte im Maßstab 1:10.000 entsprechend Form und Dichte der Höhenlinien wird hier gezeigt. Die wesentlichen und für die Verhältnisse der Tieflandgewässer charakteristischen Talformen werden dabei dem jeweiligen Gewässerabschnitt zugeordnet (Tab. 2). Für die Abgrenzung der Talformen wird unterschieden in:

- Eigental, d. h. das Fließgewässer „führt“ unter rein morphologischer Betrachtung ein eigenes, erkennbar zugehöriges Tal

- Fremdtal: das Fließgewässer nutzt ein gegebenes „fremdes“ Tal (z. B. Becken oder Einmündung in ein anderes Fließgewässertal)

Tab. 2 Wesentliche Kennzeichen und kartographische Erkennungsmerkmale der Talformen (aus MEHL et al. 2002).

Tab. 2 Main parameters and topological characteristics of floodplain types (MEHL et al. 2002).

| Talform | Ausprägung | „Erkennen“ auf der topographischen Karte |
|-------------------------|---|---|
| Eigentaltformen | | |
| Kerbtal | steile Talwände, Talquerschnitt wie eine Kerbe, verhältnismäßig tiefes und schmales Tal, sehr hohes Sohlgefälle des Fließgewässers, geringe bis sehr geringe Gewässerbreite | Abstand gewässerparalleler Höhenlinien ist relativ gleichmäßig, hohe Dichte der Höhenlinien (starkes Gefälle zum Gewässer hin), Gewässer schneidet auf kurzer Strecke viele Höhenlinien |
| Kerb-Sohlental | steile Talwände, ausgeprägte Talsohle, Talsohle wird durch Böschungsabbruchkanten begrenzt, Gewässer nimmt ein Großteil der Talsohle ein (keine wesentlich größere Lauflänge des Gewässers im Vergleich zum Längstal), sehr hohes Sohlgefälle des Fließgewässers | Böschungskanten im Übergang zur Talsohle, Gewässerverlauf parallel zum Verlauf der Böschungsabbruchkanten, Abstand gewässerparalleler Höhenlinien ist relativ gleichmäßig, hohe Dichte der Höhenlinien (starkes Gefälle zum Gewässer hin), Gewässer überwindet auf kurzer Strecke relativ großen Höhenunterschied |
| Sohlental | ausgeprägte Talsohle, Talsohle wird durch Böschungsabbruchkanten begrenzt, Gewässer „pendelt“ auf der Talsohle (wesentlich größere Lauflänge des Gewässers im Vergleich zum Längstal), mittleres, z. T. hohes Sohlgefälle des Fließgewässers | deutlich abgesetzte Talsohle wird durch Böschungsabbruchkanten begrenzt, starkes Krümmungsverhalten des Gewässers auf der Talsohle, Gewässer überwindet einen mittleren bis großen Höhenunterschied |
| Steilwandiges Muldental | Muldenförmiges Tal, Talhänge erscheinen konkav, d. h. nach innen gewölbt, aber im oberen Talhang steil und gleichmäßig, keine ausgeprägte Talsohle, Fließgewässer „folgt“ dem Tallängsgefälle, überwiegend hohes, z. T. mittleres oder niedriges Sohlgefälle des Fließgewässers | Abstand gewässerparalleler Höhenlinien nimmt zum Gewässer hin allmählich zu, im oberen Talflankenbereich ist der Abstand gewässerparalleler Höhenlinien relativ gleichmäßig und hier hohe Dichte der Höhenlinien (starkes Gefälle) |
| Muldental | Muldenförmiges Tal, Talhänge erscheinen konkav, d.h. nach innen gewölbt, keine ausgeprägte Talsohle, Fließgewässer „folgt“ dem Tallängsgefälle, überwiegend mittleres, z. T. hohes oder niedriges Sohlgefälle des Fließgewässers | Abstand gewässerparalleler Höhenlinien nimmt zum Gewässer hin allmählich zu |
| Unausgeprägtes Tal | keine deutliche Talform vorhanden, aber auch kein Niederungscharakter | kaum Höhenlinien im Gelände vorhanden, keine Einsenkung des Fließgewässers, Gewässer schneidet auf langer Strecke nur wenige Höhenlinien |

| | | |
|-----------------------|---|--|
| Schmale Talniederung | ausgeprägte Talsohle, Gewässer „pendelt“ auf der Talsohle (wesentlich größere Lauflänge des Gewässers im Vergleich zum Längstal), mittleres bis geringes Sohlgefälle des Fließgewässers | deutlich abgesetzte niederungstypische Talsohle ist regelmäßig organisch geprägt, grundsätzlich geringer Grundwasserflurabstand, starkes bis mäandrierendes Krümmungsverhalten des Gewässers auf der Talsohle, Gewässer überwindet einen mittleren bis geringen Höhenunterschied |
| Breite Talniederung | ausgeprägte und breite Talsohle, Gewässer „pendelt“ auf der Talsohle (wesentlich größere Lauflänge des Gewässers im Vergleich zum Längstal), mittleres bis geringes, z. T. sehr geringes Sohlgefälle des Fließgewässers (Wasserspiegel-liniengefälle z. T. noch geringer durch Seen- oder Ostseerückstau) | deutlich abgesetzte niederungstypische breite Talsohle (> 500 m Breite) ist regelmäßig organisch geprägt, grundsätzlich geringer Grundwasserflurabstand, starkes bis mäandrierendes Krümmungsverhalten des Gewässers auf der Talsohle, Gewässer überwindet einen mittleren bis geringen Höhenunterschied |
| Fremdtalformen | | |
| Seeniederung | die Talform des Fließgewässers „verliert“ sich bei der Einmündung in einen See durch die morphologische Gestalt des Sees | Fließgewässerabschnitt liegt im Talbereich des Sees, häufig höhenmäßig identisch mit Seeniederung |
| Beckenniederung | das Fließgewässer erreicht beim Durchfließen von Becken keine eigene Talform, da mangels Gefälle keine nennenswerte erosive Kraft erreicht wird, die Morphologie des Beckens bestimmt den Talraum, mittleres bis geringes, z. T. sehr geringes Sohlgefälle des Fließgewässers | Abgesetzte Beckenstrukturen (dichtere Höhenlinien an den Beckenrändern, Ausdünnen der Höhenlinien im Becken), starkes bis mäandrierendes Krümmungsverhalten des Gewässers auf der Talsohle, Gewässer überwindet einen mittleren bis geringen Höhenunterschied |
| Hauptfließgewässer | Gefälle des Fließgewässers wird vom Quergefälle des Haupttales bestimmt, Gewässer bildet im Fremdtal keine eigene markante Talform aus | Gewässer fließt im Haupttal |
| Künstliches Tal | Gewässer ist in seinem Verlauf, seiner Lage künstlich (Graben, Kanal, offene Verbindung wie Durchstich), häufig werden Wasserscheiden „durchstoßen“, technischer Charakter des Gewässers dominiert | Gestreckte, begradigte Gewässerform, Kanalausweisung u. ä., morphologisch „unlogische“ Fließrichtung, offenkundige technische Funktionen der Wasserableitung, der Schifffahrt o. ä. |

3.2.1.3 Talboden

Bei ausgeprägtem Talboden können mineralische oder organische Böden dominieren oder auch Kombinationen aus beiden. Substratdiversität- und -verteilung bilden damit weitere wesentliche Merkmale der Gewässertalräume. Gleichzeitig ist das Fließgewässer in den Talboden integriert, so dass die Wandungsbeschaffenheit sowie die Gewässersubstrate maßgeblich durch die jeweiligen Verhältnisse bestimmt werden. Hierbei müssen aber die enormen Transportleistungen der Fließgewässer berücksichtigt werden, indem erodiertes Material verfrachtet und in entsprechenden Akkumulationsräumen abgelagert wird. Die Ge-

wässersubstrate (s. Kapitel 5.5) enthalten daher häufig anorganisches und organisches Material aus oberhalb liegenden Fließstrecken. Ein anderes wichtiges Merkmal ist der Formenschatz des Talbodens, der u. a. folgende natürliche Strukturelemente umfassen kann (s. a. LUA NRW 2001, QUICK 2004):

- Nebenarme des Hauptgewässers, die ständig durchflossen sind,
- Altarme, die bei Mittelwasser einseitig mit dem Hauptgerinne verbunden sind (ehemalige Gerinneläufe bzw. einstige Altarme),
- Altwasser, die vom rezenten Hauptgewässer völlig isoliert sind (häufig verlandet),
- Flutrinnen und -mulden, die bei hohen Grundwasserständen oder bei Hochwasser wasserführend sind,
- Uferwälle, die durch Sedimentationsprozesse während Hochwasserereignissen entstehen, oder
- Qualmgewässer (s. im folgenden).

Die Talräume der Fließgewässer bilden mehrheitlich auch bedeutsame Grundwasserentlastungsräume, indem hier das in den terrestrischen Naturräumen versickerte und in Grundwasserleitern herantransportierte Grundwasser zu Tage tritt. Dabei sickert das Grundwasser entweder aus dem Bereich Talflanke und Talfuß („angeschnittene Grundwasserleiter“) oder tritt in den Lockersedimenten des Talbodens „flächhaft“ hervor. In letzterem Fall bestimmt das Fließgewässer als Vorflut wesentlich mit über die Grundwasserflurabstände im Talboden. In vielen Fällen besteht darüber hinaus eine gute geohydraulische Verbindung zwischen dem Fließgewässer und dem Grundwasser im Tal, so dass es bei hohen Wasserständen des Fließgewässers zu Infiltrationen in das Grundwasser oder zu einem Rückstau des Grundwassers kommt.

Qualmwasserbereiche entstehen insbesondere durch hochwasserverursachten Rückstau des Grundwassers. Bedingt durch die geohydraulische Verbindung des Flusswassers zum Grundwasserleiter ist bei Ansteigen des Flusswasserspiegels ein zeitlich-räumlich versetztes Ansteigen des Grundwassers zu verzeichnen, wobei zunächst die flussnahen Talbodenbereiche betroffen sind und die gewässerfernen langsamer und träger reagieren. Übersteigt der Grundwasserdruck das Bezugsniveau des Talbodens, tritt bei hydraulisch durchlässigen Deckschichten das Grundwasser zutage. Ökologisch hat das nährstoffarme Qualmwasser aber nur dort Bedeutung, wo keine Überflutung durch relativ nährstoffreiches Flusswasser stattfindet. Damit ist unter natürlichen Bedingungen das Auftreten von Qualmwasserbereichen, die stets temporären Charakter tragen, an das Vorhandensein höhergelegener Talbodenbereiche mit innerer Mulden- oder Wannenform gebunden.

Die Talräume, insbesondere der Bereich des Talbodens, bilden ferner den Überschwemmungsraum der Fließgewässer, indem sie die mehr oder weniger regelmäßigen Hochwasser aufnehmen. Für diese natürliche Funktion hat sich der Begriff „Überschwemmungsaue“ eingebürgert. Von daher bilden „Auen...die von Überflutungen und wechselnden Wasserständen geprägten Talböden und Niederungen an Bächen und Flüssen“ (Definition im F+E-Vorhaben „Typologie und Leitbildentwicklung für Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland“, KOENZEN 2005) bzw. „... die natürlicherweise von der Gewässerdynamik (Überschwemmung und Grundwasser) geprägten Gebiete der Fließgewässer“ (KRAIER 2004). Schließt man geologische und geomorphologische Aspekte stärker ein, kann formuliert werden: „Auen sind die Talböden und Niederungen an Bächen und Flüssen, die von Überflutungen und wechselnden Wasserständen geprägt sind oder deren Ausprägung stark von flurnahem Grundwasser abhängig ist. Die Aue umfasst deshalb im Regelfall die alluvialen Ablagerungen (minerogene Lockersedimente) und die organogenen Bildungen der Talböden. Sie kann häufig räumlich an einer m.o.w. markanten Tal- oder Terrassenkante, dem Übergang vom Talboden zur Talflanke abgegrenzt werden (MEHL 2005).“

Die Talniederungen des Norddeutschen Tieflandes sind häufig flächenhaft, d. h. die gesamte Talniederung ausfüllend, mit Talmooren durchzogen, die überwiegend dem hydrologischen Moortypus Durchströmungsmoor (Grundwasserdurchströmung) angehören und häufig komplex vergesellschaftet sind mit anderen hydrologischen Moortypen. Für die Flusstalmoore ist besonders die in Beziehung stehende Vergesellschaftung mit randlichen Quellmooren sowie schmalen Überflutungsmooren längs der Fließgewässer kennzeichnend (Succow 1988).

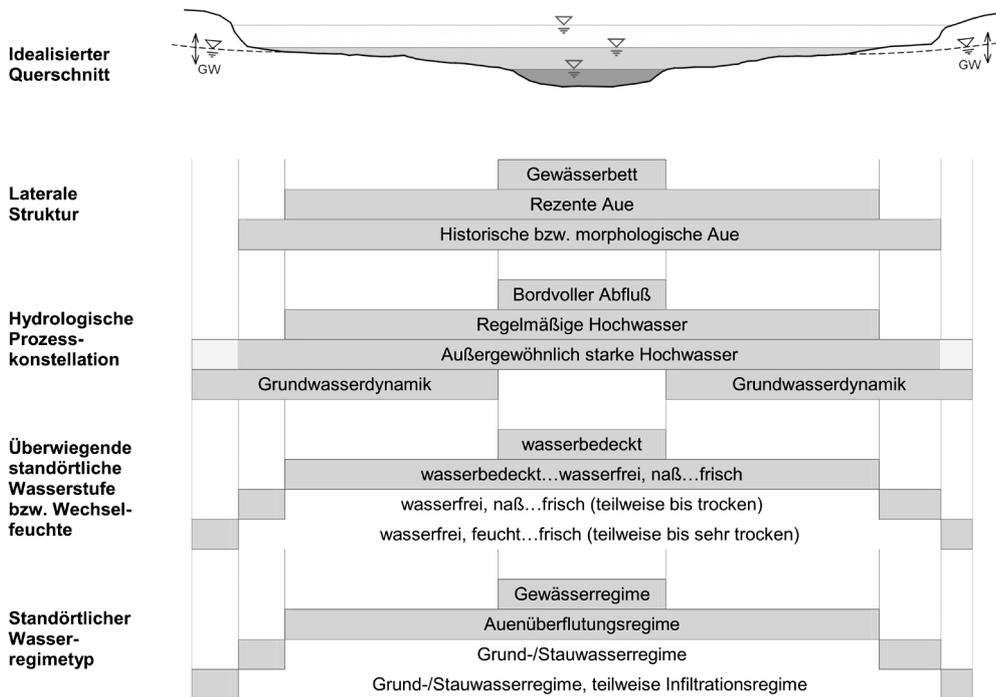


Abb. 3 Räumlich-funktionale und begriffliche Zusammenhänge zwischen Fließgewässer, Grundwasser und Talraum bei „normalen“ Auenverhältnissen, idealisierte Darstellung (aus MEHL 2005), unter Verwendung der Definitionen von ROTHKEGEL & HERZOG (1935), PETERSEN (1952), ELLENBERG (1952), HÜGIN & HENRICHFREISE (1992), KOSKA (2001).

Fig. 3 Spatial, functional and conceptual context of stream, ground water, and floodplain due to “normal” relations in floodplains (idealized description, MEHL 2005), using definitions of ROTHKEGEL & HERZOG (1935), PETERSEN (1952), ELLENBERG (1952), HÜGIN & HENRICHFREISE (1992), KOSKA (2001).

Die räumlich-funktionalen und begrifflichen Zusammenhänge zwischen Fließgewässer, Grundwasser und Aue am Beispiel einer „normalen“ Flussaue verdeutlicht die Abbildung 3. Dabei zeigt sich bei kleinen Gewässern und steilen Tälern im Grunde keine Auenbildung (Talboden nicht oder kaum entwickelt), während diese an großen Flüssen und Strömen bedeutsame Größenordnungen eigener Naturräume erreichen kann. Für naturraumkundliche Fragestellungen muss deshalb der funktionale Aspekt von Überschwemmungs- und Grundwasserregime eine adäquate Berücksichtigung erfahren, da

- damit der Wasserhaushalt, die Zusammensetzung und die Hydromorphie der Böden bestimmt werden,
- in erheblichem Maße überschwemmungsbedingte Stoffan- und -abschwemmungen mit Folgen für die Bodenbildung einhergehen (z. B. Auelehmbildungen) und nicht zuletzt
- Vegetation und Tierwelt unmittelbar auf die abiotischen, häufig sehr dynamischen Bedingungen reagieren.

3.2.2 Gewässerstrukturen

3.2.2.1 Vorbemerkungen

Die Gewässerstrukturen umfassen die geo- bzw. gewässermorphologischen, überwiegend geostrukturellen Merkmale des Fließgewässers. In die Betrachtungen fließen neben Parametern der Talräume (Synonyme: Aue, Gewässerumfeld, s. o.) vor allem unmittelbare geomorphologische Merkmale der Gewässer ein. Teilweise lassen sich bestimmte Strukturen aus Karten, Luftbildern oder anderen vorhandenen Informationsgrundlagen bestimmen oder können sogar vorzugsweise aus diesen abgeleitet werden. Eine umfassende Bewertung ist aber nur durch eine Gewässerstrukturgütekartierung im Rahmen einer Geländebegehung möglich, wobei bei Wechsel des natürlichen Gewässertyps im Sinne von Stammeigenschaften oder bei wesentlicher Änderung der Zustandseigenschaften ein Abschnittswechsel vollzogen werden muss.

Im Gewässerschutz hat sich die Erfassung und Bewertung der Gewässerstruktur als eine Komponente einer integrierten Zustandsbewertung der Fließgewässer bewährt (FRIEDRICH 1998). Insgesamt wurden in Deutschland bislang ca. 33.000 km Gewässer hinsichtlich ihrer Gewässerstruktur kartiert. Vornehmlich sind dies die größeren Fließgewässer, was etwas über 10 % der Fließgewässer in Deutschland entspricht (HAD 2000, 2001, 2003). Teilweise liegen in den Bundesländern auch für kleinere Fließgewässer entsprechende Daten vor. Für die Gewässerstrukturgütekartierung liegen auf Bundes- und Länderebene standardisierte Verfahren vor, die neben den Parametern auch die Kartierbögen sowie die Bewertungsmethodik vorgeben (z. B. LENSCHOW 1998, LAW 1999a, b, 2000, LUA NRW 2000, 2001, QUICK 2004). Die Hauptparameter der Gewässerstruktur natürlicher Fließgewässer werden im folgenden kurz behandelt, wobei für weiterführende Informationen vor allem auf die genannte Literatur verwiesen wird.

3.2.2.2 Laufform

Die Laufform bildet einen Hauptparameter der Gewässerstruktur, indem damit insbesondere die Art und das Ausmaß entsprechender Laufkrümmung charakterisiert werden. Zunächst ist der Lauftyp als Einzelmerkmal von Belang. So können die Fließgewässer nicht nur als Einbett-, sondern auch als Mehrbettgerinne auftreten:

- (1) Die einfachste Form ist der unverzweigte Lauftyp, der lediglich vereinzelte Bänke und Inseln im Sinne von Laufspaltungen besitzt, aber im Grunde ein Einbettgerinne aufweist.
- (2) Ein nebengerinnereicher Verlauf ist durch einen dominierenden Hauptlauf mit einem oder mehreren Nebengerinnen gekennzeichnet. Häufig sind Nebengerinne erst bei höheren Durchflüssen bzw. Wasserständen durchflossen.
- (3) Verzweigte Gerinnesysteme bilden mehrere Rinnen, die durch Bankbildungen oder Inseln getrennt werden. Häufig besteht hier eine große Umlagerungsdynamik des durch den Fluss mitgeführten Materials auf Grund wechselnder Abfluss- und Geschiebeverhältnisse (prägnanter Fall: Deltamündungssysteme).

Tab. 3 Laufkrümmung bzw. Windungsgrade, ergänzt und zusammengestellt nach QUICK (2004).

Tab. 3 Curvature of streams, completed and composed according QUICK (2004).

| Windungsgrad | Laufkrümmung | Erläuterung |
|--------------|-------------------------------------|---|
| 1,00 | geradlinig | anthropogen erzeugte Gewässer, geradlinige Gewässer kommen in der Natur nicht vor |
| 1,01...1,03 | gestreckt | leicht gebogene Grundlinie, keine markanten Windungen |
| 1,04...1,07 | gestreckt bis schwach gewunden | |
| 1,08...1,23 | schwach gewunden | durchgehend oder unregelmäßig Schwingungen mit großen Radien, die Fließrichtung weicht an den Wendepunkten 10 bis 20 Grad, selten bis zu 40 Grad von der Talrichtung ab |
| 1,24...1,27 | schwach gewunden bis gewunden | |
| 1,28...1,48 | gewunden | durchgehend intensiv und regelmäßig gekrümmt, die Fließrichtung weicht an den Wendepunkten 30 bis 60 Grad, vereinzelt auch bis zu 90 Grad von der Talrichtung ab, selten Mäanderbögen(-abschnürungen) |
| 1,49...1,52 | gewunden bis mäandrierend | |
| 1,53...1,98 | mäandrierend | durchgehend sehr intensiv und sehr unregelmäßig gekrümmt, Schwingungsbreite überwiegend \geq Schwingungslänge, die Fließrichtung weicht an den Wendepunkten regelmäßig um mehr als 60 Grad, häufig auch um mehr als 90 Grad von der Talrichtung ab, deutliche Tendenz zur Bildung von Mäanderbögen (-abschnürungen) |
| 1,99...2,01 | mäandrierend bis stark mäandrierend | |
| > 2,01 | stark mäandrierend | Schwingungsbreite \geq Schwingungslänge, die Fließrichtung weicht an den Wendepunkten regelmäßig um mehr als 90 Grad von der Talrichtung ab, häufig Bildung von Mäanderbögen (-abschnürungen) |

Als weiteres Einzelmerkmal ist das Krümmungsverhalten des Gewässers zu beurteilen, das am eindeutigsten aus Karten ableitbar ist. Hierbei kann der Windungsgrad bestimmt werden, indem abschnittsweise das Verhältnis von Gewässerlauflänge zur Tallänge hergestellt wird. Die Tallinie ist identisch mit der Talmittellinie. Die Division der Gewässerlauflänge durch die Tallänge ergibt für natürliche Fließgewässer einen Wert von größer 1 und kann in den verschiedenen Wertebereichen anschaulich den entsprechenden verbalen Kategorien der Laufkrümmung zugeordnet werden (Tab. 3). Dabei gilt im Grundsatz, dass mit der Erhöhung des Windungsgrades eine Abnahme des Tal- und Sohlgefälle sowie eine Zunahme von Materialakkumulation bzw. Sedimentation verbunden sind.

Auch „Besondere Laufstrukturen“ sind als Einzelmerkmal geeignet, da sie natürliche Formenelemente anzeigen, die Folge morphodynamischer Prozesse sind. Hierzu zählen beispielsweise Bank- und Inselbildungen, Laufweitungen und -verengungen, Totholz- und Treibselansammlungen sowie Uferabbrüche, die auf die Krümmungs- bzw. Seitenerosion des Gewässers zurückzuführen sind.

3.2.2.3 Längsprofil

Zum Hauptparameter Längsprofil zählen als Einzelmerkmale vor allem das Sohlgefälle, die Sohlgefällestruktur, das Strömungsbild sowie die Strömungsdiversität im Zusammenhang mit der Tiefen- und Breitenvarianz.

Das Sohlgefälle wird abschnittsweise als Höhendifferenz der Gewässersohle an den Anfangs- und Endpunkten in Bezug zur ermittelten Länge des Gewässersegments ermittelt. Dieses ist mit der gebotenen Genauigkeit im Regelfall nur durch Vermessungen oder die Auswertung wasserwirtschaftlicher Bestandsunterlagen möglich. Die Sohlgefällestruktur gibt hingegen an, wie gleichmäßig oder ungleichmäßig das Gefälle im betrachteten Abschnitt abgebaut wird. Der Parameter beschreibt mithin die Gewässersohle im Längsschnitt bzw. -profil und wird vorteilhaft ebenfalls aus Vermessungsergebnissen oder Unterlagen abgeleitet. Sehr anschaulich und im Gelände gut bestimmbar ist auch die Strömungscharakteristik, die visuell über das Strömungsbild (Tab. 4) oder Fließgeschwindigkeitsmessungen (vorherrschende Strömung bzw. Profilverwindigkeit = mittlere Fließgeschwindigkeit über ein Querprofil) ermittelt werden kann. Der Einzelparameter Strömungsdiversität beschreibt dagegen die räumliche Differenziertheit der Strömung im Längsverlauf eines Gewässerabschnitts, wobei diese mit den lokalen Unterschieden von Sohlgefälle, Gewässertiefe und -breite sowie hydraulischer Rauigkeit zusammenhängt. Bei der Interpretation ist die vorgefundene Situation in einen Durchflussbereich einzuordnen (z. B. Niedrigwassersituation), um Fehlschlüsse zu vermeiden und die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Hier hilft die amtliche hydrologische Statistik eines Bezugspegels, die über die zuständigen Wasserbehörden erfragt werden kann. Ggf. sind räumliche Übertragungen erforderlich („Regionalisierungsaufgabe“).

Tab. 4 Strömungscharakteristik/Strömungsbild, ergänzt nach MEHL (1998).

Tab. 4 Characteristics of stream current, completed according to MEHL (1998).

| Hydraulische Kennzeichen | Fließgeschwindigkeitsbereich | Oberflächen-Erscheinungsbild |
|--|------------------------------|---|
| (1) stehend bis leicht bewegt | ≤ 5 cm/s | kaum sichtbare Fließbewegung |
| (2) leicht strömend | > 5...≤ 10 cm/s | sichtbare, leichte Fließbewegung |
| (3) strömend | > 10...≤ 25 cm/s | deutlich sichtbare Fließbewegung |
| (4) deutlich strömend | > 25...≤ 50 cm/s | schnelle Fließbewegung, ausgeprägte Oberflächenbewegungen, beginnende Wellenbildungen |
| (5) stark strömend | > 50...≤ 80 cm/s | sehr schnelle Fließbewegung, deutlich ausgebildete Wellenkämme, („auf-und-ab-Bewegungen“) |
| (6) sehr stark strömend, z. T. schießend | > 80 cm/s | rauschend, „gurgelnd“, überstürzende Wellenkämme, Walzenbildungen |

3.2.2.4 Sohlenstruktur

Durch den geologischen Untergrund und die hydrologischen und hydraulischen Verhältnisse werden weitestgehend die Sediment- und Strukturverhältnisse (Sohlenstruktur) des Gewässerbettes bestimmt, wobei man trotz Übergängen und Mischformen abschnittsweise unterscheiden muss zwischen (MEHL & THIELE 1998):

- überwiegend autochthonem Gewässeruntergrund (das überwiegend erosive Gewässer tieft sich in den geologischen Untergrund ein oder das Gewässer fließt auf autochthonem organischem Untergrund, vor allem Mudde- und Torfbildungen) und
- allochthonem Gewässeruntergrund (das überwiegend akkumulierende oder auch transportierende Gewässer hat den Untergrund durch herantransportiertes Material gestaltet, z. B. Sandbänke, Schlamm- und Detritusablagerungen etc.).

Geeignete Einzelparameter der Sohlenstruktur sind von daher das Sohlsubstrat und Sohlsubstrattypen, die Substratdiversität, die Substratverteilung und besondere Sohlstrukturen (Flachwasserzonen, Kolke, Tiefenrinnen etc.). Die Substrate werden im Grunde in Analogie zu bodenkundlichen Methoden (z. B. Klassifikation nach Korngrößen) gewonnen. Je nach Fragestellung und Naturraum sind hier aber weitere, z. T. „lebende“ Substrate von Belang (Tab. 5).

Tab. 5 Die Gewässersubstrate der Fließgewässer des Tieflands als Grundlage faunistischer Besiedlung (nach MEHL & THIELE 1998).

Tab. 5 Substrates in lowland streams and the its macrozoobenthical colonization (according to MEHL & THIELE 1998).

| Gewässersubstrat/ Besiedlungs- substrat | Erläuterung |
|---|--|
| Blöcke | Mineralbildung, Korngröße > 200 mm |
| Steine | Mineralbildung, Korngröße 20-200 mm |
| Kies/Grus/Steinchen | Mineralbildung, Korngröße 2-20 mm |
| Sand | Mineralbildung, Korngröße 0,063-2,0 mm |
| Feindetritusreicher Sand | mineralisch-organisches Gemenge aus Sand und feinem Detritus |
| Grobdetritusreicher Sand | mineralisch-organisches Gemenge aus Sand und grobem Detritus |
| Lehm | Mineral-Gemenge aus Ton, Schluff, Sand, als Gewässerwandung regelmäßig relativ „fest“ mit geringem Sandanteil |
| Ton | Mineral, Korngröße < 0,002 mm, relativ „feste“ Gewässerwandung |
| Torf | organisches Substrat der Niedermoore, Gewässerwandung aus Torf, z. T. in Brocken im Gewässer |
| Kreide | Kreidebrocken und -grus der Rügener Kreidebäche |
| Eisenerocker- bildungen | Ablagerungen von unlöslichem Eisen(III)-hydroxid bei punktförmigem oder flächigem Austritt von löslichem Eisen(II)-hydrogencarbonathaltigem Grundwasser (Oxidierung durch aerobe Eisenbakterien) |
| Fallaub, Rindenstücke, Zweige | im Wasser liegende abgestorbene oberirdische Pflanzenteile, insbesondere von Schwarzerle, Rotbuche und Hainbuche (häufig aggregiert) |

| | |
|--|--|
| Grobdetritus | grobe Ablagerungen von nichtlebenden organischen partikulären Stoffen, einschließlich Mikroorganismen (Pflanzenstückchen etc.) |
| Feindetritus/ Schlamm bzw. Mudde | feine Ablagerungen von nichtlebenden organischen partikulären Stoffen, einschließlich Mikroorganismen, häufig mit mineralischen Beimengungen (Sand), z. T. kalk- und tonhaltig |
| Totholz | untergetauchtes bzw. überströmtes abgestorbenes Holz (Äste, Baumstämme) |
| Muschelbank | Bildung aus abgestorbenen und lebenden Muscheln, z.B. <i>Dreissena polymorpha</i> |
| Gehölzwurzeln | am Ufer freiliegende, in die Strömung ragende Wurzeln, meistens von <i>Alnus glutinosa</i> |
| Wurzeln krautiger Pflanzen | im Uferbereich, insbesondere in unterspülten Uferbereichen |
| untergetauchte Zweige oder flutende Uferpflanzen | in die Strömung ragende lebende oberirdische Pflanzenteile der Ufervegetation |
| Schwämme | sind Habitat und Nahrung für spezialisierte Tiere, z. B. einige Köcherfliegenarten |
| Wassermoose | im wesentlichen auf Steinen oder Totholz aufwachsende Moose |
| Mikrobieller Aufwuchs | Bakterien, Pilz- und Algenaufwuchs auf Steinen, Totholz und Wasserpflanzen |
| Hydrophyten | submerse und emerse Wasserpflanzen |
| Helophyten | ständig oder zeitweilig im Wasser stehende Uferpflanzen |

3.2.2.5 Querprofil

Das Querprofil ist der Querschnitt eines Fließgewässers rechtwinklig zur Längsachse. Die Profilform hängt mit den anderen hydraulischen und morphologischen Kriterien unmittelbar zusammen. Naturprofile zeichnen sich in der Mehrzahl durch eine relativ große Breite aus (relativ geringe Höhe im Verhältnis zur Breite) und sind in der Breite und der Form äußerst abwechslungsreich. Anthropogen durch Gewässerausbau veränderte Profile zielen sehr häufig auf eine Verbesserung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Gewässers und sind deshalb dem hydraulisch günstigsten und widerstandsrärmsten Querschnitt, dem Kreisprofil, angenähert. Daher weisen ausgebaute Gewässer häufig einen trapezförmigen Querschnitt auf (wasserwirtschaftlicher Begriff: „Regelprofil“).

Das Querprofil lässt sich u. a. mit folgenden Einzelparametern beschreiben:

- Breitenvarianz (Verhältnis der größten zur kleinsten Gewässerbettbreite, z. B. bei bordvollem Abfluss),
- Einschnittstiefe (Höhendifferenz aus Mittel- oder Niedrigwasserspiegels und Geländehöhe/Böschungskante) sowie
- Profiltiefe (Höhendifferenz aus Sohl- und Geländehöhe/Böschungskante).

3.2.2.6 Uferstruktur

Mit dem Hauptparameter Uferstruktur werden Besondere Uferstrukturen im Sinne des natürlichen Formenschatzes erfasst. Hierzu zählen z. B. Steilhänge mit Uferabbrüchen, Gleithänge, ausgeprägte Uferbuchten, ufernahe Totholzansammlungen, umgestürzte Bäume oder auch Hangmoore. Das Ufer reicht dabei bis zur Böschungsoberkante oder umfasst bei sehr flachen Profilen den Gewässernahraum bei geringfügiger Ausuferung.

3.3 Gewässerabschnitts- und Typenbildung

Eine sachgerechte geostrukturelle Einordnung erfordert im mindesten eine abschnittsweise Betrachtung der Fließgewässer (MEHL & THIELE 1995, GARNIEL 1997). Dieses ist um so notwendiger, da in den naturräumlich gegliederten Fließgewässern mit stark wechselndem Charakter der physiographischen Faktoren eine ebenso stark differierende floristische und faunistische Besiedlung zu beobachten ist (BERLIN & MEHL 1997, BERLIN 2005).

Der Grundgedanke des „quasihomogenen Gewässerabschnitts“ ist von MEHL & THIELE (1998) aufgegriffen worden, die als Basisstufe einer Fließgewässertypologie der Fließgewässer im Nordöstlichen Tiefland den „Fließgewässer-Abschnittstyp“ in mikrochorischer Dimension begründet haben. Da auch die üblichen Bewertungsverfahren der Fließgewässer auf dieser Abschnittsebene ansetzen (s. o.), ist hier die naturräumliche Erkundung anzusetzen. Mithin sind auf dieser Stufe je nach Fragestellung und vorhandenen Datenmaterials Typbildungen möglich.

Die räumliche Abgrenzung von Gewässerabschnitten, auch als Basis typologischer Betrachtung, muss ausgehend von einem einheitlichen Gefüge des Inventar- und Formenspektrums erfolgen. Typen sollten dabei den Zusammenhang von Struktur, Dynamik und Entwicklung sachgerecht abbilden. Wie bereits ausgeführt ist bei der Kartierung und Bewertung vieler Merkmale die hohe anthropogene Überprägung der Fließgewässer unbedingt ins Kalkül zu ziehen. Insofern ist die Trennung von Stamm- und Zustandseigenschaften schwierig. Stammeigenschaften beschränken sich gemeinhin auf wenige aktuell erfassbare Merkmale. Ein Beispiel einer Typologie auf der Basis von Stammmerkmalen (dominierende geologische Substratverhältnisse sowie Talform und Talbodengefälle) zeigt Abbildung 4.

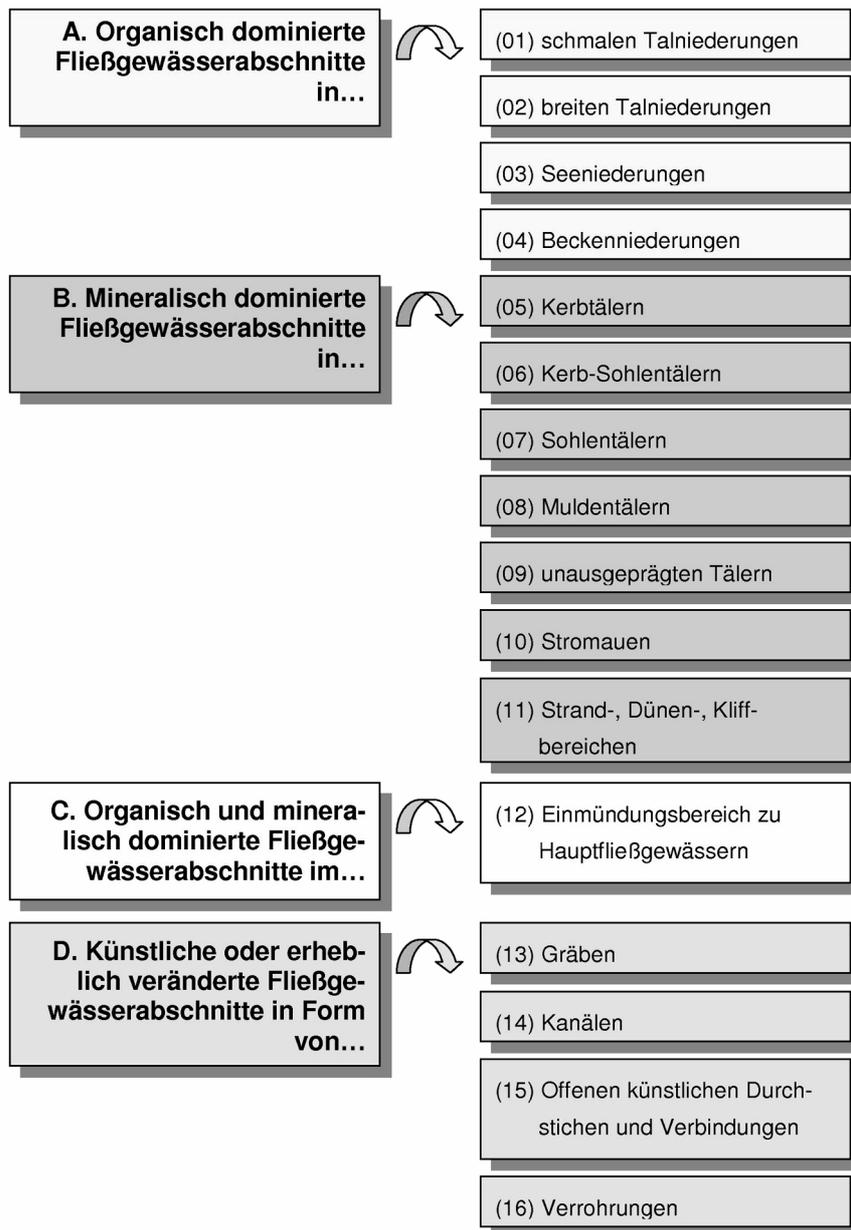


Abb. 4 Fließgewässertypen in Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich der dominierenden Substrat- und Talform-/gefälleverhältnisse, A...C: natürliche Fließgewässertypen, D: künstliche oder erheblich veränderte Fließgewässertypen, geändert nach MEHL et al. (2002).

Fig. 4 Stream types in Mecklenburg-Western Pomerania regarding to dominating substrates as well as floodplain shapes and gradients, A to C natural stream types, D: artificial or heavy modified stream types (adapted to MEHL et al. 2002).

Literaturverzeichnis

- AURADA, K. D. (1997): Evolvierendes und respondierendes Geosystem: Ostseeraum. – Petermanns Geographische Mitteilungen **141** (5+6): 307-321.
- BERLIN, A. & MEHL, D. (1997): Die Trichoptera der Nebel in Mecklenburg-Vorpommern. – *Lauterbornia* **31**: 83-97.
- BERLIN, A. (2005): Zur Köcherfliegenfauna naturnaher Fließgewässerabschnitte in Mecklenburg-Vorpommern – faunistische und typologische Aspekte. – *Lauterbornia* **54**: 123-134.
- BILLWITZ, K. (1987): Landschaftssystematik und Landschaftsstruktur im Küstenbereich. – *Wiss. Z. Univ. Greifswald, Math.-nat. R.* **36** (2-3): 117-122.
- DYCK, S. & PESCHKE, G. (1983): Grundlagen der Hydrologie. – Berlin (Verlag für Bauwesen), 388 S.
- ELLENBERG, H. (1952): Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. – *Landwirtschaftl. Pflanzensoziol. II.* – Eugen Ulmer Verlag (Stuttgart), 143 S.
- FRIEDRICH, G. (1998): Integrierte Bewertung der Fließgewässer - Möglichkeiten und Grenzen. – In: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT [Hrsg.]: Integrierte ökologische Gewässerbewertung: Inhalte und Möglichkeiten. – München, Wien (Oldenbourg): 35-56.
- GARNIEL, A. (1997): Regionale Typologie der Fließgewässer Schleswig-Holsteins aus geomorphologischer Sicht. - Kieler Institut für Landschaftsökologie - Dr. U. Mierwald, unveröff. Bericht im Auftrage der Universität Essen, 183 S.
- HAD (2000, 2001, 2003): Hydrologischer Atlas von Deutschland. – Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [Hrsg.], Bonn/Berlin, 2000 (1. Lieferung), 2001 (2. Lieferung), 2003 (3. Lieferung).
- HÜGIN, G. & HENRICHFREISE, A. (1992): Naturschutzbewertung in der badischen Oberrheinaue. Vegetation und Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* **24**: 5-48.
- HURTIG, T. (1966): Betrachtungen über den Verlauf der Hauptwasserscheide in Mecklenburg. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock*, 15. Jahrgang, *Mat.-Naturwissen. R.*, Heft **3/1**: 581-585.
- JANKE, W. (1978): Schema der spät- und postglazialen Entwicklung der Talungen der spätglazialen Haffstauseeabflüsse. – *Wiss. Z. Univ. Greifswald, Math.-nat. R.* **27** (1/2): 39-43.
- JANKE, W. (1996): Die Entwicklung der Ostsee und ihres südlichen Umlandes seit der Weichsel-Eiszeit. – *Greifswalder Geographische Arbeiten* **13**: 48-49.
- JANKE, W. (2002): Zur Genese der Flußtäler zwischen Uecker und Warnow (Mecklenburg-Vorpommern), in: KAISER, K. (2002) [Hrsg.]: Die jungquartäre Fluß- und Seegenese in Nordostdeutschland. – *Greifswalder Geographische Arbeiten* **26**: 39-43.
- JOOSTEN, H., KOPP, D. & SUCCOW, M. (2001): Naturraumkunde und Landschaftsökologie von Mooren. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): *Landschaftsökologische Moorkunde.* – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Stuttgart): 3-7.
- KAISER, K. (2001): Die spätpleistozäne bis frühholozäne Beckenentwicklung in Mecklenburg-Vorpommern – Untersuchungen zur Stratigraphie, Geomorphologie und Geoarchäologie. – *Greifswalder Geographische Arbeiten* **24**: 208 S.
- KAISER, K. (2002) [Hrsg.]: Die jungquartäre Fluß- und Seegenese in Nordostdeutschland. – *Greifswalder Geographische Arbeiten* **26**: 243 S.
- KLIEWE, H. (1978): Zur Stratigraphie und Entwicklung des nordöstlichen Küstenraumes der DDR. – *Petermanns Geographische Mitteilungen* **122** (2): 81-91.
- KOENZEN, U. (2005): Fluss- und Stromauen in Deutschland – Typologie und Leitbilder. – *Angewandte Landschaftsökologie* **65**: 1-328.
- KOPP, D., JÄGER, K.-D. & SUCCOW, M. (1982): Grundlagen der Landnutzung am Beispiel des Tieflandes der DDR. – Berlin (Akademie-Verlag), 339 S.

- KOSKA, I. (2001): Ökohydrologische Kennzeichnung. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Stuttgart): 92-111.
- KRAIER, W. (2004): Das Auenprogramm Bayern. – Powerpoint-Vortrag auf der ANL-Fachtagung: Naturschutzfachliche Aspekte bei der Umsetzung der EU-WRL, 18./19.05.2004.
- LAWA (1999a): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. – Empfehlung, erstellt im Auftrag der LAWA.
- LAWA (1999b): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Übersichtsverfahren. – Entwurf, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), AK „Gewässerstrukturgütekarte BRD“ in der LAWA-AG O.
- LAWA (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland: Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. Empfehlung. – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Kulturbuch-Verlag (Berlin).
- LENSCHOW, U. unter Mitarbeit von BÖRNER, R., BUSCH, K., HOCHFELD, K.-D., MEHL, D. & SEGEBARTH, B. (1998): Kartierung und Bewertung der Strukturgüte von Fließgewässern in M-V. – LAUN M-V, Materialien zur Umwelt in Mecklenburg-Vorpommern 1/98, 200 S. + Anhang.
- LESER, H. (1978): Quantifizierungsprobleme der Landschaft und der landschaftlichen Ökosysteme. – *Landschaft + Stadt* **10** (3): 107-114.
- LESER, H. (1991): Landschaftsökologie. – Stuttgart (Ulmer), 647 S.
- LORENZ, S., ROTHER, H. & KAISER, K. (2002): Die jungquartäre Gewässernetzentwicklung im Gebiet der Krakower Seen und der Nebel (Mecklenburg) – erste Ergebnisse. – In: KAISER, K. (2002) [Hrsg.]: Die jungquartäre Fluß- und Seegenese in Nordostdeutschland. – Greifswalder Geographische Arbeiten **26**: 79-82.
- LUA NRW (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahrensvorschlag für mittelgroße bis große Fließgewässer zur Vorlage bei der LAWA AG O. – Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen.
- LUA NRW (2001): Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen: Anleitung für die Kartierung mittelgroßer bis großer Fließgewässer. – Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen.
- MANGELSDORF, J. & SCHEURMANN, K. (1980): Flußmorphologie. Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. – München, Wien (Oldenbourg), 262 S.
- MARCINEK, J. (1968): Entwicklungsphasen eines Gewässernetzes. Das Flußnetz im Nordostraum der DDR. – *Wissenschaft und Fortschritt* **10**: 464-476.
- MARCINEK, J. (1975): Versuch einer Gliederung der DDR auf morphogenetischer Grundlage. – *Petermanns Geographische Mitteilungen* **119** (3): 209-213.
- MARCINEK, J. (1978): Phasen der Gewässernetz- und Reliefentwicklung im Jungmoränengebiet der DDR. – *Wiss. Z. Univ. Greifswald, Math.-nat. R.* **112**: 63-64.
- MEHL, D. & THIELE, V. (1998): Fließgewässer- und Talraumtypen des Norddeutschen Tieflandes am Beispiel der Naturräume Mecklenburg-Vorpommerns. – Berlin (Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag), 261 S.
- MEHL, D. & THIELE, V. [HRSG.] (1995): Ein Verfahren zur Bewertung nordostdeutscher Fließgewässer und deren Niederungen unter besonderer Berücksichtigung der Entomofauna. – *Nachr. Entomol. Ver. Apollo (Frankfurt/M.) Suppl.* **15**: 276 S.
- MEHL, D. (1998): Die Fließgewässertypen der jungglazialen Naturräume Mecklenburg-Vorpommerns. Ein landschafts- und gewässerökologischer Beitrag. – Dissertation, Universität Rostock, Agrar- und umweltwissenschaftliche Fakultät, 201 S.
- MEHL, D. (2004): Grundlagen hydrologischer Regionalisierung: Beitrag zur Kennzeichnung der hydrologischen Verhältnisse in den Flußgebieten Mecklenburgs und Vorpommerns. – Dissertation, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, 156 S. + Anlagen.

- MEHL, D. (2005): Machbarkeitsstudie für eine bundesweite Erfassung des ökologischen Zustandes von Flußauen. – unveröff. Gutachten, biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, 121 S.
- MEHL, D., SCHOTT, M., & MARQUARDT, A. (2002): Entwicklung und Anpassung einer regionalen Fließgewässertypologie im Einzugsgebiet der Warnow. – biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, unveröff. Studie im Auftrag des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur Rostock, 48 S.
- PETERSEN, A. (1952): Die neue Rostocker Grünlandschätzung. – Akademie-Verlag (Berlin).
- PREISLER, G. & BOLLRICH, G. (1985): Technische Hydromechanik. - Berlin (Verlag für Bauwesen), 549 S.
- QUICK, I. (2004): Geomorphologisches Leitbild des Niederrheins. Methodik zur Leitbildentwicklung für Ströme in Hinblick auf die Gewässerstrukturgütekartierung. – Bergisch Gladbach (E. Ferger Verlag), 225 S.
- ROTHKEGEL, W. & HERZOG, H. (1935): Das Bodenschätzungsgesetz. – Berlin.
- SCHEIDEGGER, A. E. (1987): The fundamental principles of landscape evolution. – *Catena Supplement* **10**: 199-210.
- SCHÖNBORN, W. (1992): Fließgewässerbiologie. – Stuttgart (Gustav Fischer Verlag), 504 S.
- SOMMERHÄUSER, M. & POTTGIEßER, T. (2005): Die Fließgewässertypen Deutschlands als Beitrag zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. – In: FELD, C. K., RÖDIGER, S., SOMMERHÄUSER, M. & FRIEDRICH, G. [Hrsg.]: Typologie, Bewertung, Management von Oberflächengewässern. Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. – Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele & Obermiller)): 13-27.
- SOMMERHÄUSER, M. & SCHUHMACHER, H. [Hrsg.] unter Mitarbeit von AHN, B., ANTUNES, I., FOLTYN, S., HENKEL, N., KINKLER, H., KLAUSMEIER, P., KOCH, P., LUDESCHER, F.-B., MEHL, D., POTTGIEßER, T., RAU, H., ROLAUFFS, P., TACKMANN, S. & THIELE, V. (2003): Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands. Typologie – Bewertung – Management. Atlas für die limnologische Praxis, Landsberg (ecomed Verlagsgesellschaft), 278 S.
- SPENGLER, R. (1978): Wirkungen und Beeinflußbarkeit des Wassers in der Landschaft und Möglichkeiten seiner Einbeziehung in die Landschaftsplanung. – Beiträge zur planmäßigen Gestaltung der Landschaft. – Wissenschaftliche Abhandlungen d. Geogr. Gesellschaft d. DDR, Bd. **14**: 181-189.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – Stuttgart (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele & Obermiller)), 2. völlig neu bearb. Aufl., 622 S.
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. – Berlin, Stuttgart (Borntraeger), 340 S.
- THIELE, V. & CÖSTER, I. (1999): Zur Kenntnis der Schmetterlingsfauna verschiedener Flußaltypen in Mecklenburg-Vorpommern (Lepidoptera). I. Untersuchungsräume und ihr Artenspektrum. – *Entomol. Nachr. Ber.* **43/2**: 87-99.
- THIELE, V. (2000): Zur Kenntnis der Schmetterlingsfauna verschiedener Flußaltypen in Mecklenburg-Vorpommern (Lepidoptera). II. Die Zusammensetzung der Schmetterlingsvergesellschaftungen unterschiedlicher Taltypen. – *Entomol. Nachr. Ber.* **44/2**: 137-144.
- VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R. & CUSHING, E. (1980): The River Continuum Concept. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **37**: 130-137.
- WARD, J. V. (1989): The four-dimensional nature of lotic ecosystems. - *J. N. Am. Benthol. Soc.* **8**: 2-8.
- WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22.12.2000.

Diskussion

D. Kopp: Die Mitarbeit des Privat Instituts biota an unserem Unternehmen Naturraumerkundung ist sehr verdienstvoll. Unser erstes Hauptproblem war die Differenz zwischen unseren Naturraumarealen der Landflächen und den Einzugsgebieten. Und es ist sinnlos daran zu denken das in Einklang zu bringen oder sich für das eine oder andere zu entscheiden. Wir müssen von der normalen Naturraumkunde ausgehen und die Einzugsgebiete als zusätzliche Abgrenzung ansehen und uns freuen, dass wir diese mit hinein nehmen können. Die Fließgewässerkunde muss sich freuen, dass sie die anderen Grenzen mit in ihren Karten hat. Es wird also eine gegenseitige Bereicherung sein. Darüber muss man sich erst einmal klar sein. Und dann gibt es eine Menge zu diskutieren. Wir sind zwar an einem Anfang, aber an einem aussichtsreichen Anfang.

H. Linke: Könnte die Fließgeschwindigkeit ein Gliederungsmerkmal sein, ich denke, es könnte eins sein, aber ich habe es nicht entdecken können. Zugegeben, es ist ein schwankendes Merkmal.

D. Mehl: Die Fließgeschwindigkeit ist ein schwieriger Parameter, weil es „die Fließgeschwindigkeit“ nicht gibt. Als mittlere (Profil-)Geschwindigkeit ist sie zum einen vom aktuellen Durchfluss abhängig, zum anderen von den gerinnehydraulischen Eigenschaften am jeweiligen Gewässerabschnitt. Zudem lässt sich in einem natürlichen Fließgewässer gemeinhin ein Spektrum von Fließgeschwindigkeiten im Querprofil nachweisen, d. h. jeder Teilbereich hat ein eigenes Geschwindigkeitsverhalten. Im Rahmen der Naturraumerkundung könnte dagegen sinnvollerweise das Strömungsbild (z. B. träge fließend) am Kartiertag in Stufen erfasst werden (Oberflächenerscheinungsbild), das später der herrschenden hydrologischen Situation (z. B. Niedrigwasser) zugeordnet werden kann. Das Strömungsbild lässt in etwa eine Einordnung der Oberflächenfließgeschwindigkeit zu. Hierfür existieren Zuordnungstabellen aus der Literatur. Eine solche wird auch im betreffenden Kapitel zu finden sein.

P. Benecke: Wie weit haben Sie Einfluss auf die europäische Wasserbehandlungsrichtlinie, die jetzt in Mecklenburg rechtskräftig werden soll. Es sind auch Wassergütemodelle, die da installiert werden sollen in Bezug auf Stickstoff, Phosphor usw. Ich weiß aber, dass es im Kreis Güstrow eine Schulung von den Brandenburgern gegeben hat, die das durchgeführt haben. Ach, die haben Sie durchgeführt.

D. Mehl: Die betreffende Schulung habe ich selbst durchgeführt. Hier standen die wasserwirtschaftlichen Fließgewässertypen zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie im Vordergrund. Grundsätzlich ist die Europäische Wasserrahmenrichtlinie ein sehr komplexes Regelwerk. Ab 2009 soll der Gewässerschutz auf der Grundlage von so genannten Bewirtschaftungsplänen erfolgen. Die bisherigen Strategien und Überwachungsmodalitäten, z. B. Messnetze zur chemisch-physikalischen Güteüberwachung, bleiben erhalten, werden aber, und das ist in dieser Tragweite neu, um ökologisch-biologische Bewertungen der Fließgewässer ergänzt. Eine stärkere Betrachtung von naturräumlichen, gewässertypspezifischen, mithin naturraumkundlichen Aspekten ist damit sozusagen vorgeschrieben. Auf Grund der sehr stringenten Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie durch die Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder ist ein steter Anstieg des Kenntnisstandes über die Gewässer zu verzeichnen. Wir selber, d. h. mein Privatinstitut, ist an der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie als Dienstleister auf vielen Fachgebieten in einigen Bundesländern aktiv, wobei wir von strategisch-konzeptionellen Fragestellungen bis hin zu biologischem Monitoring oder wasserbaulicher Renaturierung nahezu alle Fragestellungen des Fließgewässerschutzes bearbeiten.

P. Benecke: Zur Wald-Feld-Ausstattung im Einzugsgebiet. Welche Veränderungen erfährt es, wenn der Wald zunimmt oder abnimmt, wie sind die Auswirkungen auf das Abflussverhalten? Kann man dazu etwas sagen? Werden die Abflusshöhe, die Überschwemmungswahrschein-

lichkeit und ähnliche Dinge zunehmen, wenn der Wald abnimmt oder umgekehrt? Lässt sich dazu etwas sagen?

D. Mehl: Natürlich haben die Landnutzungsveränderungen großen Einfluss auf das Abflussverhalten in Menge und Dynamik. Durch die Entwaldung im Mittelalter hat der Abfluss zugenommen. Wahrscheinlich ist heute auch die Gewässerdichte viel höher als ursprünglich. Diese Dinge aber naturraumkundlich zu kennzeichnen ist schwierig, da man sich dann wahrscheinlich mit Modellen behelfen müsste (Wasserhaushaltsmodelle). Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Elbeökologie hat man u. a. im Rahmen von Klimatrendszenarien Waldmehrungsaspekte modelltechnisch betrachtet. Auch gibt es eine Arbeit von BORK et al. (ZALF e. V. Müncheberg) aus den 90er Jahren zum mittelalterlichen Abfluss der Elbe vor den großen Waldrodungen, wonach die Elbe ursprünglich deutlich weniger Wasser geführt haben soll.

Bei der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie geht man den Weg, dass man aber die grundsätzlichen Landnutzungsveränderungen als gegeben hinnimmt. Man kann unsere Landschaft ja nicht mehr in eine Waldlandschaft zurückverwandeln. D. h., dass die heutigen Bedingungen im Grunde als Maßstab genutzt werden, aber natürlich im Einzelfall problematische Nutzungen bzw. nutzungsbedingte Gewässerbelastungen nach Möglichkeit verändert werden.