



# Wege zu naturnahen Fließgewässern

Gutachtliche Stellungnahme und Ergebnisse  
eines Kolloquiums  
des Deutschen Rates für Landespflege

Das Kolloquium und die Veröffentlichung  
wurden mit Mitteln des Bundesministers  
für Umwelt, Naturschutz und Reaktor-  
sicherheit und der Umweltstiftung  
WWF-Deutschland gefördert

Heft 58 — 1989

DER SCHRIFTENREIHE DES DEUTSCHEN RATES FÜR LANDESPFLEGE

ISSN 0930—5165

Für den Inhalt verantwortlich: Professor Dr. Gerhard Olschowy  
im Auftrage des Deutschen Rates für Landespflege

Redaktion: Dipl.-Ing. Angelika Wurzel

Herstellung und Auslieferung: Druck Center Meckenheim  
Eichenkampstraße 2, Postfach 12 45, 5309 Meckenheim

# INHALTSVERZEICHNIS

Deutscher Rat für Landespflege: Wege zu naturnahen Fließgewässern — Gutachtliche Stellungnahme . . . . .	727
1 Einleitung . . . . .	728
2 Naturgegebene Ausgangslage . . . . .	728
2.1 Quellen . . . . .	728
2.2 Fließgewässer . . . . .	728
2.3 Bedeutung für den Naturhaushalt . . . . .	730
2.4 Eigenschaften natürlicher und naturferner Fließgewässerlandschaften . . . . .	730
3 Zur heutigen Situation . . . . .	730
3.1 Gewässernetz . . . . .	730
3.2 Gewässerausbau . . . . .	731
3.3 Belastung der Gewässer durch Nutzungen . . . . .	731
3.4 Folgen des Ausbaus und der vielfältigen Belastungen für den Naturhaushalt . . . . .	736
4 Zielvorstellungen . . . . .	738
5 Wege zum Ziel . . . . .	739
5.1 Bewertung von Fließgewässern . . . . .	739
5.2 Erhaltung und Sicherung von naturnahen Fließgewässerökosystemen . . . . .	739
5.3 Verbesserung des heutigen Zustandes . . . . .	740
5.4 Rechtliche Möglichkeiten . . . . .	743
6 Zusammenfassende Empfehlungen . . . . .	745
Wolfram Pflug: Zur Begrüßung und Einführung in das Kolloquium „Naturnahe Behandlung von Fließgewässern“ . . . . .	748
<i>1 Fließgewässer-Ökologie</i>	
Werner Ott: Problematik des einseitig technischen Ausbaus von Fließgewässern . . . . .	750
Werner Konold: Fließgewässer aus pflanzenökologischer und vegetationskundlicher Sicht . . . . .	753
Bernhard Statzner: Fließgewässerökologie aus der Sicht der Tierwelt . . . . .	761
<i>2 Auswirkungen von Nutzungen auf Fließgewässer</i>	
Eva Hacker: Vegetationsveränderungen an Quellgebieten und Bachläufen im Einzugsgebiet des Alfbaches (Schneifel) . . . . .	764
Dieter Londong: Auswirkungen von Siedlung und Bebauung auf Fließgewässer . . . . .	769
Cornelia Toebe: Möglichkeiten der Wiederoffenlegung verrohrter Bäche in der Innenstadt von Aachen . . . . .	776
Albert Schmidt: Auswirkungen intensiver Landwirtschaft auf Fließgewässer . . . . .	782
Gerd Schulte: Freizeitnutzung an Fließgewässern am Beispiel der Stever (Westfälische Bucht) . . . . .	786
<i>3 Ökologisch orientierter Umgang mit Fließgewässern</i>	
Hermann-Josef Bauer: Ökologische Bewertungsverfahren für Fließgewässer . . . . .	789
Manfred Schoof: Ökologisch orientierter Umgang mit Fließgewässern — Richtlinie für naturnahen Gewässerausbau und -Unterhaltung . . . . .	798
Werner Werth: Ökomorphologische Gewässerbewertung . . . . .	802
<i>4 Maßnahmen zur Verbesserung aus ökologischer Sicht</i>	
Rolf Johannsen, Wolfram Pflug: Flächenbedarf von Fließgewässern . . . . .	807
Wolfram Pflug: Flächenbedarf von naturnah gestalteten Fließgewässern im Vergleich zu konventionell ausgebauten Fließgewässern — rückblickend aus der Sicht verschiedener Autoren . . . . .	820
Uwe Arnold, Gerhard Rouvé: Hydrologische und hydromechanische Probleme bei der naturnahen Gewässergestaltung . . . . .	824
Peter Jürging: Ausbaumaßnahmen an Fließgewässern . . . . .	828

## 5 *Unterhaltungsmaßnahmen*

Bernhard Foschepoth: Naturnahe Gewässerunterhaltung . . . . .	832
Albrecht Krause: Fließgewässer-Unterhaltung und Vegetation — Auswirkungen im aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereich — Kurzfassung . . . . .	835
Rolf Menze: Auswirkungen von Maßnahmen der Gewässerunterhaltung auf Gewässerlebensgemeinschaften . . . . .	837
Günter Jens: Die Bedeutung der naturnahen Behandlung von Fließgewässern für die Fischfauna . . . . .	843

## 6 *Rechtliche Aspekte*

Berthold Viertel: Vorschläge zur Verbesserung des geltenden Rechts . . . . .	847
--	-----

## 7 *Beispiele für Planung, naturnahen Ausbau und Entwicklung von Wasserläufen*

Klaus Gerhardt: Renaturierungsprojekt Hengstbach in Dreieich — Hessisches Beispiel für Planung, naturnahen Ausbau und Entwicklung von Wasserläufen . . . . .	849
Albrecht Otto: Projektbeispiel Holzbach — Sanierung eines anthropogenen Erosionsbaches . . . . .	852
Walter Binder: Planung, naturnaher Ausbau und Entwicklung von Wasserläufen — die niederbayerische Vils . . . . .	862
Fritz Bürkle: Naturnahe Behandlung von Fließgewässern: Beispiel Murr . . . . .	873
Armin Stecker: Naturnahe Behandlung von Fließgewässern: Beispiel Dellwiger Bach . . . . .	878
Hans Jürgen Gäbler: Die Brammerau als Beispiel für das Fließgewässerkonzept Schleswig-Holsteins . . . . .	883
Anschriften der Autoren . . . . .	888
Verzeichnis der bisher erschienenen Hefte . . . . .	890
Verzeichnis der Ratsmitglieder . . . . .	893



Natürlicher Mittelgebirgsbach mit Felsblöcken, Wasserfällen und Stromschnellen bei Prüm in der Eifel. (Foto: Bauer)

## Wege zu naturnahen Fließgewässern — Gutachtliche Stellungnahme

### 1 Einleitung

Der Deutsche Rat für Landespflege arbeitete bereits in den Jahren 1966 und 1979 Stellungnahmen zu dem Problembereich „Landschaft und Fließgewässer“ aus, die in den Heften 7 und 33<sup>1)</sup> seiner Schriftenreihe veröffentlicht sind. Die Tatsache, daß beide Hefte in relativ kurzer Zeit vergriffen waren, läßt erkennen, daß das Thema von besonderer Bedeutung war und ist. Auch in anderen Stellungnahmen befaßte sich der Rat immer wieder mit der Frage der Belastung und der naturnahen Gestaltung der Fließgewässerlandschaften.

Wenn der Rat dieses Thema erneut aufgreift, dann aus der Sorge heraus, daß zwar allenthalben von der Renaturierung der Fließgewässer gesprochen wird, doch kaum etwas geschieht. In den letzten zwanzig Jahren wurde die Fachwelt mit einer Fülle von Programmen, Bildbänden, Tagungsberichten, Fachbüchern und Fachbeiträgen in Zeitschriften zu diesem Thema überschwemmt, ergänzt durch Planungen, neue Richtlinien und vielfältige Empfehlungen. Die Verwirklichung vor Ort steckt aber praktisch noch in Anfängen. Wird von den wenigen, oft problematischen und meist noch in den Kinderschuhen steckenden Beispielen abgesehen — die Renaturierung der Fließgewässer ist für die Praxis bisher kein Thema.

Diese Situation veranlaßte den Rat, am 1./2. Dezember 1988 im Wissenschaftszentrum in Bonn ein internes Kolloquium mit dem Thema „Naturnahe Behandlung von Fließgewässern“ durchzuführen. In diesem Kolloquium unter der Leitung des Ratsmitgliedes Professor W. PFLUG wurden die Bereiche

- Fließgewässer-Ökologie,
- Auswirkungen der Nutzungen auf Fließgewässer,
- ökologisch orientierter Umgang mit Fließgewässern,
- Maßnahmen zur Verbesserung aus ökologischer Sicht und
- Unterhaltungsmaßnahmen

behandelt. Im einzelnen wurden folgende Referate gehalten:

Professor Dr. Werner OTT, Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden:  
Problematik des einseitig technischen Ausbaues von Fließgewässern

Dr. Werner KONOLD, Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim:  
Fließgewässer-Ökologie aus der Sicht der Vegetation

Dr. Bernhard STATZNER, Zoologisches Institut der Universität Karlsruhe:  
Fließgewässer-Ökologie aus der Sicht der Tierwelt

Dipl.-Biol. Eva HACKER, Aachen:  
Auswirkungen der Einzugsgebiete

Dr. Dieter LONDONG, Emschergerossenschaft und Lippeverband, Essen:  
Auswirkungen von Siedlung und Bebauung

cand. ing. Arch. Cornelia TOEBE, Aachen:  
Möglichkeiten der Offenlegung verrohrter Bachläufe in der Innenstadt von Aachen

Dr. Emil DISTER, WWF-Aueninstitut, Rastatt:  
Auswirkungen der Beseitigung von Auenwäldern und der Umwandlung von Grünland in Ackerland

Professor Albert SCHMIDT, Präsident der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Recklinghausen:  
Auswirkungen intensiver Landbewirtschaftung

Professor Dr. Gerd SCHULTE, Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Recklinghausen:  
Auswirkungen von Freizeit und Erholung

Ltd. RegDir Dr. Hermann-Josef BAUER, Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Recklinghausen:  
Bewertung des ökologischen Zustands

Ltd. RegDir Manfred SCHOOFF, Landesanstalt für Wasser und Abfall NW, Düsseldorf:  
Richtlinien für naturnahen Gewässerausbau und Unterhaltung

Dr. Werner WERTH, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz/Donau:  
Ökomorphologische Gewässerbewertung

Professor Wolfram PFLUG, Mitglied des DRL, Aachen; Dipl.-Ing. Rolf JOHANNSEN, Aachen:  
Flächenbedarf von Fließgewässern

Professor Dr. Gerhard ROUVÉ, Institut für Wasserwirtschaft und Wasserbau der RWTH, Aachen:  
Flächenanspruch von Fließgewässern aus hydraulischer Sicht

Dr. Peter JÜRGING, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München:  
Ausbaumaßnahmen (Führung des Wasserlaufs, Uferbereiche, Stillwasserzonen, Vegetation)

Ltd. RBD Bernhard FOSCHEPOTH, Regierungspräsidium Münster:  
Naturnahe Gewässerunterhaltung

Dr. Albrecht KRAUSE, Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Bonn:  
Auswirkungen der Unterhaltungsmaßnahmen auf die Pflanzendecke (aquatischer, amphibischer und terrestrischer Bereich)

Dipl.-Biol. Rolf MENZE, Arbeitsgemeinschaft Landschaftsökologie, Hannover:  
Auswirkungen der Unterhaltungsmaßnahmen auf die Tierwelt

MinR a.D. Dr. Günter JENS, Udenhausen:  
Die Bedeutung der naturnahen Behandlung von Fließgewässern für die Fischfauna

Gartenbauoberrat Klaus GERHARDT, Hessische Naturschutzstelle, Wiesbaden:  
Hengstbach/Dreieich

Dr. Albrecht OTTO, Landesamt für Wasserwirtschaft, Mainz:  
Holzbach

1) Deutscher Rat für Landespflege, 1966: Landschaft und Moselausbau. Deutscher Rat für Landespflege, 1979: Landschaft und Fließgewässer.

Dipl.-Ing. Walter BINDER, Bayerisches Amt für Wasserwirtschaft, München:  
Vils

Ltd. RBD a.D. Fritz BÜRKLE, Stuttgart:  
Murr

Bauassessor Armin STECKER, Emschergenossenschaft und Lippeverband, Dortmund:  
Dellwiger Bach

MinR Dr. Hans-Jürgen GÄBLER, Ministerium für Natur und Umwelt, Kiel:  
Brammerau.

Von Herrn Assessor Berthold VIERTTEL, Institut für das Recht der Wasserwirtschaft, Universität Bonn, wurde ein Bericht zum Thema „Vorschläge zur Verbesserung des geltenden Rechts“ erbeten.

Folgende Ratsmitglieder und zusätzliche Sachverständige erarbeiteten die gutachtliche Stellungnahme:

Dr. Gerta BAUER

Dr. Hermann-Josef BAUER

Professor Dr.-Ing. e. h. Klaus IMHOFF

Dr. Albrecht KRAUSE

Dr. Dieter LONDONG

Professor Dr. Gerhard OLSCHOWY

Professor Wolfram PFLUG (Leitung)

Dipl.-Ing. Angelika WURZEL

Für die Bearbeitung der hydrologischen und hydraulischen Fragen wurde Herr Professor Dr.-Ing. Fritz ROHDE, Lehrgebiet Wasserenergiewirtschaft der Technischen Hochschule Aachen, hinzugezogen.

Die Mitglieder des Deutschen Rates für Landespflege haben am 15. Dez. 1989 die nachfolgende Stellungnahme beschlossen; sie wurde den zuständigen Stellen des Bundes und der Länder mit der Bitte zugeleitet, die Empfehlungen für die künftige Behandlung der Fließgewässer auszuwerten.

Wenn sich die gutachtliche Stellungnahme auf Fließgewässer beschränkt, so deshalb, weil sich die stehenden Gewässer in manchen Problemen durchaus von den Fließgewässern unterscheiden und daher gesondert behandelt werden sollten; so kann die Stellungnahme in ihrem sachlichen Umfang übersichtlich gehalten werden, und die Aussagen und Empfehlungen lassen sich klarer abgrenzen.

## 2 Naturgegebene Ausgangslage

Natürliche Fließgewässer bilden zusammen mit ihren Auen eine funktionale Einheit. Sie zeichnen sich aus durch eine vom Gewässer bestimmte Dynamik. Die hohen Stoff- und Energiedurchflüsse und die ständigen Auf- und Abbauvorgänge im Auen- und Gewässerbereich schaffen vielfältige, auf kleinstem Raum wechselnde Lebensbedingungen, so daß hier artenreiche, vitale und regenerationsfähige Lebensgemeinschaften existieren können (ELLENBERG, 1982<sup>2)</sup>).

Zahlreiche Faktoren bestimmen den Charakter von Fließgewässern, so daß letztlich jedes einzelne eine individuelle Ausprägung besitzt. Dennoch ist eine zusammenfassende Darstellung von bestimmten, großlandschaftstypischen Fließgewässern und einzelnen Fließgewässerabschnitten möglich.

### 2.1 Quellen

Ursprung aller Fließgewässer sind Quellen. Quellregionen treten in nahezu allen Höhenstufen und Landschaftstypen auf. Im einzelnen unterscheidet man

- Sturzquellen, in denen große Wassermengen den Quellmund verlassen,
- Tümpelquellen, in denen der Quellmund am Grunde eines Tümpels oder Quelltopfes liegt und
- Sicker- oder Sumpquellen, die meist flächenhafte Wasserausstritte darstellen und häufig aus einem sumpfigen Quellbereich in Form von kleinen Rinnsalen abfließen.

Quellen sind aufgrund ihrer Nährstoffarmut und der niedrigen konstanten Wassertemperatur Lebensräume für stark spezialisierte, stenöke Arten. Diese sind hochempfindliche Bioindikatoren für den Gütezustand der Quellwässer und damit wichtig für das Trinkwasser.

Heute sind über 90 % der Quellen schwer beeinträchtigt. Ungestörte Quellbiozönosen sind fast völlig verschwunden (REICHHOLF, 1988<sup>3)</sup>).

### 2.2 Fließgewässer

Die Charakterisierung der verschiedenen Fließgewässertypen und ihrer ökologisch wirksamen Faktoren in den verschiedenen Höhenstufen folgt im wesentlichen der biozönotischen Gliederung nach den Leitfischarten in Oberlauf, Mittellauf und Unterlauf. Tabelle 1 gibt eine idealtypische Gliederung wieder, die wegen der Vielfalt möglicher, oft wechselnder Faktorenkombinationen in der Natur im allgemeinen so nicht immer ausgebildet ist.

So ist z.B. der Oberlauf (Forellenregion) sowohl im Bergland als auch im quellenahen Abschnitt eines Tieflandbaches zu finden. Viele Mittelgebirgsbäche bestehen ausschließlich aus der Forellenregion.

Neben diesen Fließgewässertypen treten noch zahlreiche, durch den geologischen Untergrund bzw. durch den Gewässerchemismus bedingte Sonderfälle auf, wie z.B. Niedermoorbäche, Kalk-Niedermoorbäche, Hochmoorbäche.

Der Vergleich der wichtigsten Gewässerparameter sowohl im Längsprofil der Gewässer(-Regionen) als auch im Querprofil (Gewässer — Ufer — Aue) wird in Tabelle 1 synoptisch sichtbar.

Wesentlich für die Vielfalt der Lebensgemeinschaften der Fließgewässer und ihrer Auen ist neben den physikalischen und chemischen Faktoren (einschließlich Gütezustand) die Ausbildung des Gewässerbettes, der Uferzone und der Aue. Solche Ausbildungen sind z.B.:

- Schlamm, Kies- und Schotterbänke
- vielfältig strukturierte Gewässerbetten (Fels, große Steine, Grob- und Feingeröll, Sand, Schlamm, Wurzelwerk)
- Uferabbrüche, Steilufer, Flachufer
- Fluß- und Bachröhrichte, Hochstaudensäume
- Auenwälder, Ufersaumwälder, Ufergehölze
- kleinräumig wechselnde Böden (u. a. Stauwasserböden, Auenböden, Gleye und Moorböden)
- Naß- und Feuchtwiesen, Hochstaudenfluren, Seggenriede
- Stillgewässer in der Aue (Altwasser, Altarme, Hochfluttümpel).

2) ELLENBERG, H., 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 3. Auflage, Stuttgart.

3) REICHHOLF, J.; 1982: Feuchtgebiete. — Steinbachs Biotopführer, München, 223 S.

	Oberlauf		Mittellauf	Unterlauf	Mündungslauf
	Forellenregion	Äschenregion	Barbenregion	Brachsenregion	Kaulbarsch-Flunderregion
Vorkommen	Mittelgebirge, Hügelland, unter besonderen Bedingungen auch im Flachland (sehr kurz)	Unteres Mittelgebirge u. Hügelland, kurze Laufstrecken auch im Flachland	vielfach im Hügelland, auch im unteren Mittelgebirge und im Flachland	Flachland, z. T. unteres Hügelland	meeresnahes Flachland
Talformen, Gefälle	Enge, steile Täler mit hohem Gefälle, nur schmale saumartige Auen, oft ohne Aue	Wechselnde Talbreiten, noch hohes Gefälle, Auen schmal von wechselnder Breite, z. T. auch fehlend, oft vermoort (Niedermoore)	Breite Täler mit mäßigem Gefälle (Schlëntäler, Muldentäler), Talbecken, Ebenen. Breite Auen, vielfach Furkationszonen (Umlagerung von Geschiebe unter natürlichen Verhältnissen), stufig oder mosaikartig aufgebaut	Geräumige Täler mit geringem Gefälle, ausgeprägte Mäanderbildung, mehrstufige breite Auen am Gleithang, Hochufer am Prallhang	Breite Mündungsläufe bzw. Mündungstrichter (Ästuar)
Fließgeschwindigkeit	sehr hoch, kleinräumig schwankend	hoch, örtlich schwankend	mäßig	gering	Tideeinfluß, i. a. gering
Abfluß	gering, schwankend	gering-mittel	mittel-hoch	hoch-sehr hoch	sehr hoch
Fließverhalten	sehr turbulent, sehr große Abflußschwankungen	turbulent, große Abflußschwankungen	fließend, vereinzelt turbulent, mittlere Abflußschwankungen	langsam fließend, geringe Abflußschwankungen	Wechsel der Stromrichtung, unter Tideeinfluß, geringe Abflußschwankungen
Schleppkraft, Erosionskraft	sehr groß	groß	mittel	gering	gering
Substrat, Geschiebeart	große Steine, Grobkies, Schotter	Grobkies, Schotter, z. T. Sand oder Schluff	Grob- und Feinkies, Grobsand, Schotter, vereinzelt Schluff	Grob- und Feinsand, Schluff, Ton	Schluff, Ton
Wassertemperatur	gleichbleibend kühl, (5–10°C), im Sommer nicht über 10°C	kühl-mäßig warm (5–10°C), im Sommer bis 15°C	schwankend, im Sommer oft über 15°C, friert im Winter zu	schwankend, im Sommer bis 20°C, friert im Winter zu	wie Unterlauf
Sauerstoffgehalt	sehr hoch	hoch	an der Oberfläche hoch, am Grund mittel-gering	an der Oberfläche mittel, am Grund gering (O <sub>2</sub> -Zehrung)	wie Unterlauf
Natürlicher Nährstoffgehalt	i. a. gering	i. a. gering-mittel	i. a. mittel-hoch (schwankend)	hoch-sehr hoch	hoch-sehr hoch
Leitfischart	Bachforelle	Äsche	Barbe	Brachsen	Kaulbarsch, Flunder
Kleintierlebensgemeinschaften, Lebensformen	kaltstenotherme Arten, an hartes Substrat oder schnelle Strömung angepaßt	wie vor, jedoch auch Stillwasserarten (Kolke), zunehmender Artenreichtum	Kies- und Sandbewohner, viele bodenlebende Arten sowie Arten, die in Pflanzenbeständen leben	Feinsubstratbewohner, Detritusfresser, Arten des freien Wassers und der Wasseroberfläche	wie vor, jedoch auch Brackwasserarten, z. T. schon Sublitoral- und Littoralbewohner (Meer)
Wasserpflanzen	wenige strömungstolerante Arten, je nach Kalkgehalt und Wasserhärte unterschiedliche Gesellschaften, im unbelasteten Gewässer nur oligotraphente Arten	wie vor	Artenreiche Ausbildungen der Fluthahnenfuß-Fließwasser-Gesellschaften, Algenaufwuchs, mesotraphente Arten	Zahlreiche Wasserpflanzengesellschaften, Algenaufwuchs an Steinen, eutraphente Arten	vereinzelt Algenbestände, sonst pflanzenarm
Uferpflanzengesellschaften (an lichten Stellen)	Rohrglanzgras- und Flutschwadenröhrichte	wie vor	u. a. Flußröhrichte	wie Mittellauf	wie Mittellauf
Uferwälder	bachbegleitende Erlen (-Eschen)wälder, Grauerle (montan), Schwarzerle (submontan, collin)	wie vor	wie vor, Weidengebüsche, auch Traubenkirschen-, Erlen- und Eschenwälder	Silberweidenwald	wie Unterlauf
Auenwälder	Stieleichen-Hainbuchenwälder	wie vor, örtlich Erlenbruchwald	Ulmen- und eichenreiche Hartholz-Auenwälder, örtlich Erlenbruchwald	eichenreiche Hartholz-Auenwälder, örtlich Erlenbruchwald	wie Unterlauf
Primärproduktion durch Pflanzen	sehr gering	gering	mittel-hoch	hoch	hoch
Biomasseproduktion	gering	gering-mittel	mittel-hoch	hoch	hoch

Tabelle 1: Übersicht über die Abschnitte natürlicher Fließgewässer und ihre ökologischen Kenngrößen (zusammengestellt von G. BAUER aus: Uferstreifen — Teilbereich Ökologie, Manuskript 1989, i. A. DVWK)

Die ehemals abwechslungsreiche Beschaffenheit ist heute infolge von Gewässerausbau weitgehend verschwunden. Es wird geschätzt, daß nur noch ein kleiner Rest unserer Fließgewässer als naturnah angesprochen werden kann. Ähnlich gering ist der Bestand an naturnahen Auenwäldern.

### 2.3 Bedeutung für den Naturhaushalt

Fließgewässer sind „Lebensadern“ der Landschaft. Wegen der vielfältigen Vernetzung von Fließgewässern mit ihren Auen — im Beziehungsgefüge von Gewässer und Uferzone hängt „alles mit allem zusammen“ — üben diese Ökosysteme eine große Zahl von Funktionen aus, die auch von wesentlichem Nutzen für den Menschen sind. Hierzu gehören:

- Bereitstellung und Entwicklung vielfältiger Biotope: Funktionen für den Biotop- und Artenschutz, wie z. B. Lebensräume für eine Vielzahl spezialisierter Arten und Lebensgemeinschaften mit intensivem Stoffumsatz, Artenreservoir für gefährdete, oft naturraumspezifische Tier- und Pflanzenarten.
- Biotopverbund: Lebensraumverbindungen im Längs- und Querprofil der Gewässer sowie mit dem Umland. Rückzugsgebiete und Ausbreitungswege für Arten, Randlinieneffekte durch strukturelle Vielfalt (z. B. hohe Diversität der Gewässer- und Ufergestalt, des Fließverhaltens, der unterschiedlichen gewässerbegleitenden Vegetation).
- Selbstreinigung: Filtration von organischen Partikeln durch Niedere Tiere, Abbau organischer und anorganischer Stoffe durch Mikroorganismen und Abbau über Nahrungsketten.
- Wasserretention: Stauraum für Hochwasser im Bereich überflutbarer Auen und im Gewässerbett.
- Filterwirkung: Verminderung des Schadstoff- und Nährstoffeintrags mit Hilfe von Ufervegetation und Auenwäldern sowie durch die Rückhaltung der Böden im Ufer- und Auenbereich.
- Uferschutz: Schutzwirkung von Saumwäldern, Auenwäldern, Röhrichtern und Uferstauden gegen Erosion durch die fließende Welle.

### 2.4 Eigenschaften natürlicher und naturferner Fließgewässerlandschaften

Natürliche Fließgewässerlandschaften weisen je nach Naturraum und Laufabschnitt von Natur aus ein charakteristisches, kleinräumig wechselndes Standortmosaik auf, das u. a. durch Unterschiede der Überschwemmungsdynamik, der Grundwasserflurabstände und der Wassertemperaturen gekennzeichnet ist. Hierdurch entstehen in sich gegliederte, miteinander verbundene Ökosysteme hoher Diversität mit fließgewässertypischer Artenzahl und sehr unterschiedlichen Standorteigenschaften.

Durch die Regenerationsfähigkeit aller Arten der Fließgewässer und insbesondere der Auenvegetation wird trotz ständiger Veränderungen durch die fließende Welle (u. a. Hochwasser, Eisgang, Erosion und Sedimentation) eine hohe Stabilität des Artengefüges gewährleistet.

Nährstoffangebot und Nährstoffverbrauch, die in den einzelnen Gewässertypen und Laufabschnitten mengenmäßig unterschiedlich sind, stehen in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander. Die Leistungen der Selbstreinigung durch Niedere Tiere und Mikroorganismen sind hoch. Auch Geschiebehaushalt und Abflusssmengen werden in den meisten naturnahen Gewässern über längere Zeiträume konstanter gehalten als in ausgebauten Gewässern.

Ausgebauten Fließgewässern und durch den Menschen genutzten Auen ist gemeinsam, daß es zu einer Verarmung der natürlichen Vielfalt kommt. Die kleinräumig wechselnden Standortmosaiken gehen verloren. Die Folge hiervon ist ein drastischer Rückgang der hier von Natur aus angesiedelten Arten. Durch die funktionale Trennung zwischen Gewässer und Aue kommt es zur Entkopplung der gegenseitigen Wechselwirkungen und zu weiterem Artenrückgang.

Eine weitere Folge der Einengung der Gewässer und ihrer Trennung von der Aue ist das häufig gestörte Abflußregime und die Intensivierung der Erosionskraft der fließenden Welle an Ufer und Sohle (Ufererosion und Tiefenerosion). Auch die im ökologischen Sprachgebrauch „unausgereift“ genannte Ufer- und Auenvegetation ist zwar von hoher Produktivität, jedoch von geringer Stabilität. Neben den negativen Folgen für den Naturhaushalt kommt es auf diese Weise zu hohen Unterhaltungskosten und vielfach zwingend zu weiterem Ausbau gewässerabwärts.

Beim Lichtstellen des Wasserkörpers und bei der Einleitung von aufgewärmtem Wasser kommt es zu einer Erhöhung der Wassertemperatur, was in Verbindung mit hoher organischer Fracht zu erheblicher Sauerstoffzehrung führt. An Ober- und Mittelläufen führt dies zur künstlichen „Gewässeralterung“, so daß hier bereits Lebensbedingungen der Unterläufe entstehen mit allen Folgen für die Wassertiere.

Die Selbstreinigungsleistung wird durch Ausbaumaßnahmen, welche die Strukturvielfalt und Funktionsfähigkeit herabsetzen, und häufig auch durch Schadstoffbelastungen verringert bzw. stark eingeschränkt. Hinzu kommt bei intensiver landwirtschaftlicher Nutzung der Auen noch der Eintrag von Düng- und Pflanzenschutzmitteln.

Insgesamt sind an naturfernen Gewässern die typischen Funktionen der natürlichen bzw. naturnahen Gewässerlandschaft stark eingeeignet bzw. nicht mehr gewährleistet.

## 3 Zur heutigen Situation

### 3.1 Gewässernetz

Die Bundesrepublik Deutschland gehört von ihrer Naturlandschaft mit fließenden und stehenden Gewässern her gesehen zu den wasserreichen Ländern der Erde. Für das Land Nordrhein-Westfalen z. B. wurden nach Angaben des Landesamtes für Wasser und Abfall rd. 60 000 km Fließgewässerstrecken ermittelt. Das sind etwa 1,7 km Fließgewässerstrecke auf den Quadratkilometer. Überträgt man diese Ergebnisse auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland, so würden sich rd. 440 000 km Fließgewässerstrecken ergeben.

Ein hoher Anteil der zur Verfügung stehenden Wassermenge wird für Bedürfnisse und Zwecke des Menschen, z. B. für Trinkwasserversorgung, Industrie, Beregnung landwirtschaftlicher Flächen, Verkehr, Freizeit und Erholung, genutzt. Etwa 40 % des Gewässernetzes<sup>4)</sup> (andere Schätzungen gehen bis zu 50 %) sind durch Ausbau und Unterhaltung nachhaltig verändert und in ihrer Funktionsfähigkeit für den Naturhaushalt erheblich beeinträchtigt, wobei der Grad der Veränderung vom Oberlauf über den Mittellauf zum Unterlauf hin in Abhängigkeit von der Höhenlage zunimmt. Der Rest ist durch weitere menschliche Eingriffe und ihre Folgen ebenfalls mehr oder weniger stark belastet. Nur wenige Fließgewässerstrecken im Quell- und Oberlaufbereich können noch als naturnah bezeichnet werden. Die hierdurch hervorgerufenen Veränderungen, z. B. im Abflußverhalten, in der Wasserführung und im Landschaftsbild, werden im folgenden näher behandelt.

4) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, 1988: Umweltgutachten 1987, Abschn. 2.4.3.4.2 Gewässerausbau.

### 3.2 Gewässerausbau

Um sich die Gewässer für seine Zwecke nutzbar zu machen, und zum Schutz vor Hochwasser begann der Mensch schon vor Jahrtausenden, den Naturzustand der Gewässer zu verändern. Frühe Beispiele sind Laufveränderungen und Uferbefestigungen an Euphrat und Tigris in den Städten Babylon und Assur. Heute bezeichnet man Maßnahmen wie die Befestigung von Ufer und Sohle, die Veränderung der Linienführung, die Errichtung von Deichen sowie die Stauregelung und künstliche Rückhaltung im Gewässer als Ausbau. Ausbauziele können der Hochwasserschutz für einen vom Menschen genutzten Talraum, die Entwässerung zur Verbesserung von Landwirtschaft und Besiedlung, die Entnahme von Trink- und Brauchwasser, die Energienutzung und bei größeren Wasserläufen auch die Schifffahrt sein. Ohne Ausbaumaßnahmen an Wasserläufen hätte sich die menschliche Zivilisation nicht so entwickeln können. Sie ist auch heute noch darauf angewiesen. Nur haben Umfang und Intensität inzwischen ein umweltverträgliches Maß überschritten.

Seit es in Deutschland Wassergesetze gibt, muß bei der Bewirtschaftung der Gewässer das Wohl der Allgemeinheit beachtet werden. Jahrzehntlang wurde darunter aber nur ein möglichst hoher Nutzen verstanden. Darauf ist die bis weit in das 20. Jahrhundert hineinreichende Tendenz zur Begradigung und Festlegung von Wasserläufen zurückzuführen, die aber auch beeinflusst wurde durch die seinerzeitigen Vorstellungen von Ordnung, Hygiene und Ästhetik.

Die in den Jahren ab 1930 besonders zahl- und umfangreichen Ausbaumaßnahmen hatten vor allem das Ziel, landwirtschaftliche Produktionsflächen zu gewinnen. Viele waren mit der Flurbereinigung verbunden, die auch die Kleingewässer in der freien Landschaft erfaßte. Mit wachsenden bautechnischen Möglichkeiten nahm die völlige Abdeckung (z. B. Verrohrung) von Wasserläufen stark zu. Traditionelle Überschwemmungsgebiete wurden zu Siedlungs-, Industrie- oder Verkehrsflächen. So gibt es heute nur noch wenige Wasserläufe, die nicht mehr oder weniger stark ausgebaut sind, und Auenbereiche, die nicht genutzt werden.

Daß Gewässerausbau gravierende Schäden verursachen kann, wurde zunächst am wachsenden Aufwand für die Instandhaltung bemerkt. Erst die Erkenntnis, daß ein Ausbau eine flußmorphologische Stabilität anstreben muß, verminderte dann die Stärke der Eingriffe. Dafür waren aber rein ökonomische Gesichtspunkte maßgebend.

Allmählich setzt sich die Erkenntnis durch, daß durch die umfangreicher und massiver werdenden Ausbaumaßnahmen die natürlichen Strukturen und damit auch die Funktionen der Fließgewässer schwer gestört wurden. Die Wassergesetzgebung in der Bundesrepublik Deutschland hat das dadurch berücksichtigt, daß nunmehr Gewässer so zu bewirtschaften und auszubauen sind, daß sie als Bestandteil des Naturhaushaltes ihre Funktion erfüllen können. Inzwischen schließt die Interpretation des Begriffes „Wohl der Allgemeinheit“ auch den Erhalt der natürlichen Funktionsfähigkeit des Fließgewässer-Ökosystems ein. Die zivilisatorischen Funktionen haben heute keine Priorität mehr vor der natürlichen Gewässerfunktion und der Erhaltung des Landschaftsbildes.

Nach wie vor ist jedoch der Träger der Gewässerunterhaltung gesetzlich verpflichtet, bei Mißständen einen Gewässerausbau durchzuführen. Dazu müssen allerdings zwingende Gründe vorliegen, und es darf nur naturnah ausgebaut werden. Bei erneutem Ausbau stark technisch umgeformter Wasserläufe wird angestrebt — leider nur in Einzelfällen verwirklicht —, diese wieder naturnah zu gestalten (Renaturierung). In Nordrhein-Westfalen z. B. ist es jetzt rechtlich möglich, auch durch Maßnahmen der Gewässerunterhaltung oder durch das gezielte Unterlassen solcher Maßnahmen die allmähliche Rückführung eines Gewässers in einen naturnahen Zustand zu bewirken, weil im neuen Landeswassergesetz die frühere Bestimmung gestrichen wurde, nach der ein einmal erreichter Ausbauzustand eines Gewässers im Rahmen der Gewässerunterhaltung zu erhalten war.

### 3.3 Belastung der Gewässer durch Nutzungen

#### 3.3.1 Nutzungen im Einzugsgebiet

Fließgewässer sind von den Eigenschaften, dem Zustand und den Veränderungen ihrer Einzugsgebiete abhängige Ökosysteme. Die Nutzungsverhältnisse im Einzugsgebiet bestimmen weitgehend den Wasserabfluß und die Wasserqualität. Eine Renaturierung des Fließgewässers ist ohne eine naturnahe Gestaltung und Nutzung der Aue und darüber hinaus des gesamten Einzugsgebietes entweder nicht oder nur in engen Grenzen möglich. Sollen Hochwasserschäden an Mittel- und Unterlauf vermieden werden, muß zunächst das Einzugsgebiet saniert und erforderlichenfalls die Art seiner Nutzung geändert werden. Je naturnäher die Verhältnisse im Einzugsgebiet sind, um so weniger Eingriffe sind am Wasserlauf selbst notwendig. Das gleiche gilt auch für den engeren Talraum. Werden die in Kultur genommenen Flächen im Tal, seinen natürlichen Gegebenheiten entsprechend, noch als Auenwald oder extensives Grünland genutzt, kann ein Hochwasser, soweit es nicht als Sommerhochwasser die Heuernte bedroht, kaum schädliche Folgen haben. In diesem Fall besteht kein zwingender Anlaß, Eingriffe im und am Wasserlauf vorzunehmen.

In den Einzugsgebieten werden zahlreiche Standorte durch die Belastungen, die von Nutzungsarten wie Wohnen (hierzu zählen u. a. auch Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplätze, Zeltplätze, Kleingärten, Sportanlagen), Verkehr, Gewerbe, Industrie und Abfallagerung ausgehen, überfordert. Um sie dennoch nutzen zu können, werden einerseits hohe Aufwendungen bei der Errichtung der Bauwerke (z. B. Gründung, Isolierung, Hochwasserschutz, Reinhaltung von Boden, Wasser und Luft) und für ihre Unterhaltung (u. a. Beseitigung von Bauschäden aufgrund eindringenden Wassers, Schutzmaßnahmen gegen eine Beeinträchtigung der Wohngüte durch Nebel, z. B. durch Aufschüttung von Warften) in Kauf genommen. Andererseits wird die nachhaltige Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes durch solche Nutzungen beeinträchtigt, u. a. durch die Beschleunigung des Oberflächenwasserabflusses, Erhöhung der Erosionsgefährdung, Verschmutzung von Grund- und Oberflächenwasser, Verringerung der Grundwasseranreicherung und Verdichtung oder Versiegelung der Böden. Deshalb sollten u. a. durchlässige Böden, grundwassernahe Böden, Steilhänge, Gebiete mit hoher Schwüle- und Nebelhäufigkeit, fruchtbare Böden, Wälder und sämtliche Landschaftsteile und -bestandteile mit schutzwürdigen Lebensstätten und Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren von jeder weiteren Besiedlung ausgenommen werden.

Mittels einer historischen Betrachtung der Nutzungen und der Veränderung der Fließgewässer im Einzugsgebiet lassen sich Erkenntnisse über den strukturellen Wandel des Einzugsgebietes gewinnen. Sie ermöglichen es, gezieltere Aussagen für den heutigen Zeitpunkt zu machen, so z. B. über die Bedeutung der Änderung der Flächennutzung für den Naturhaushalt der verschiedenartigen Teillandschaften des Einzugsgebietes. Ebenso sind Schlußfolgerungen möglich zu der Frage, inwieweit das heutige Abflußgeschehen in den Fließgewässern eine Folge von Veränderungen im Einzugsgebiet ist. So wird z. B. in der Pleisbachstudie<sup>5)</sup> deutlich, daß seit 1810 in dem rund 90 qkm großen Einzugsgebiet des Pleisbaches östlich des Naturschutzgebietes Siebengebirge die Waldfläche um etwa 11 % und die „Heideflächen“ um 4,4 % abgenommen haben. Zugenommen haben die Siedlungs-, Gewerbe- und Straßenflächen (Summe der versiegelten Flächen um 1810: 1,4 % und 1986: 15,3 %). Die überwiegend künstliche Laufverkürzung des Pleisbaches seit 1810 beträgt rd. 8,5 % seiner damaligen

5) ROHDE, F. und NACKEN, H., 1989: Pleisbachstudie. Teil B Hydrologie. Aachen (unveröffentlicht).  
ROHDE, F. und BEYENNE, M., 1989: Pleisbachstudie. Teil D Hydraulik. Aachen (unveröffentlicht).  
PFLUG, W., BUCHHOLZ, O., HARDT, D., JOHANNSEN, R., PAULSON, C., unter Mitarbeit von BERG, E., 1989: Pleisbachstudie. Teil D Landschaftsökologie, Landschaftsschutz, Landschaftsentwicklung. Aachen (unveröffentlicht).

Länge (von rd. 17,6 km auf etwa 16,1 km). Damit einher ging eine Erhöhung des Gefälles von 5,6 auf 6,2 %. Die in dieser historischen Zeit eingetretenen Nutzungs- und Laufveränderungen führen erwartungsgemäß zu keiner erkennbaren Änderung im NW- und MW-Bereich. Im HW-Bereich führt die Zunahme des Versiegelungsgrades für den Zeitraum von 1810 bis 1900 zu einer Steigerung von 4 %, im Zeitraum von 1900 bis 1940 ergibt sich eine nahezu gleiche Steigerungsrate von 4,3 %. Mit einer Zunahme von rd. 18 % weist der Zeitabschnitt von 1940 bis 1988 die größte Änderung auf. Bei einer weiteren Steigerung des Gesamtversiegelungsgrades ist auch eine Steigerung der HW-Spitze (HQ 25) zu erwarten.

Die beste Wasserrückhaltung wird durch eine Bewaldung der Höhen, Kuppen und der Steilhänge zwischen den höher gelegenen Flächen und den Talauen mit bodenständigen Baum- und Straucharten erreicht und deren Ausweisung als Schutz-, Schon- oder Bannwald entsprechend der Forst- bzw. Waldgesetze der Länder<sup>6)</sup>.

Die intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen im weiteren Einzugsgebiet führen bei Starkniederschlägen den Vorflutern übermäßig viel Wasser zu, das besser zurückgehalten werden sollte. Deshalb sollten diese Flächen durch mehrstufige Schutzpflanzungen, Terrassen und Raine — dem jeweiligen Landschaftscharakter angepaßt — untergliedert werden, die in Verbindung mit Maßnahmen zur Wasserrückhaltung und Wasserversickerung einen Teil des Wassers aufnehmen.

### 3.3.2 Land- und Forstwirtschaft

Land- und Forstwirtschaft sowie der Gartenbau haben in den letzten einhundert Jahren erheblich zur Beeinträchtigung und Belastung der Gewässer-Ökosysteme und der Gewässerlandschaften beigetragen. Flurbereinigung zur Schaffung großer, ungegliederter Produktionsflächen mit intensivem Maschineneinsatz, Trockenlegung von Feuchtwiesen, Dränung der Äcker, Intensivierung der Landwirtschaft mit Pestizidanwendung und Wegebau haben den naturgegebenen Wasserhaushalt wesentlich verändert. Die Entkoppelung der Gewässer von ihrer Aue hat dazu geführt, daß diese auf langen Strecken ihre Funktionen im Naturhaushalt nur noch bruchstückhaft erfüllen können. Manche Quellbereiche sind entwässert, werden beackert oder aufgeforstet, die Quellen sind versiegt oder werden nur noch vom Ablauf einer Kläranlage gespeist (Landesamt für Wasser und Abfall NW 1986<sup>7)</sup>).

Da über den Boden, das Grundwasser und die Oberflächengewässer eines unserer wichtigsten Lebensmittel, das Trinkwasser, beeinträchtigt werden kann, ist die Verringerung der Belastung dieser drei „Umweltmedien“ oberstes Gebot. Vor allem geht es um Stickstoff- und Phosphatverbindungen sowie die Pestizide, die infolge einer verfehlten Agrarpolitik der EG mit ihren Bewirtschaftungsumstellungen sowie intensiven und tiefgreifenden Bodenbearbeitungsmaßnahmen in zunehmendem Maße aufgebracht wurden.

Der Nitrataustrag in das Grundwasser oder in Oberflächengewässer ist u. a. abhängig von der Bodenart (bei Sand größer als bei Auenlehm), von der Vegetationsdecke und von der Bewirtschaftung. Aus einem im Winter vegetationslosen Maisacker wird etwa die zehnfache Menge an Stickstoff ausgewaschen wie von ungedüngten, der natürlichen Sukzession überlassenen Flächen oder von ungedüngten Wiesen. Daher ist es so wichtig, daß die Auen als Extensivgrünland genutzt werden, zumindest aber möglichst breite Uferstreifen ungenutzt bleiben oder als einschürige Wiesen dienen. Unter einem Auenwald findet fast keine Nährstoffauswaschung statt.

Ursachen des verstärkten Nährstoffeintrags in Gewässer sind z. B. (vgl. u. a. TOUSSAINT 1989<sup>8)</sup>):

- Die landesweit vorgenommene großflächige Umwandlung von Grünland in (Mais-)Ackerland hat große, im Humus über Jahrzehnte gespeicherte Stickstoffmengen plötzlich freigesetzt, die

v. a. im leichten Boden in das Grundwasser ausgetragen oder oberflächlich durch Erosion in die Fließgewässer eingeschwemmt werden.

- Intensive Düngemaßnahmen auf den Äckern der Gewässerauen und darüber hinaus der Gewässereinzugsgebiete.
- Höherer Viehbesatz und stärkerer Einsatz von Zukauffutter haben die anfallende Menge an Wirtschaftsdünger vergrößert. Der darin enthaltene Stickstoff kumuliert im Boden zu einem erheblichen Belastungspotential.
- Da Spätsaatkulturen (z. B. Mais) zugenommen haben, sind viele Ackerflächen im Winter ohne Bewuchs, wodurch die unter- oder oberirdische Nitratauswaschung erhöht ist. Daher muß eine „immergrüne“ Fruchtfolge bzw. winterliche Zwischenfrucht angestrebt werden.

Zusätzlich zu den Belastungen durch Nährstoffe und Pestizide werden die Bäche im walddreichen Bergland in zunehmendem Maße durch den „sauren Regen“ beeinträchtigt und biologisch verödet (vgl. BENECKE 1989<sup>9)</sup>):

- Zunahme der Sulfat- und Nitratgehalte durch Immissionen,
- Abnahme der Alkalinität,
- zuerst Zu-, dann Abnahme der Calcium- und Magnesiumkonzentration
- starker Abfall des pH-Wertes und deshalb
- gleichzeitig Mobilisierung der Metallionen (Aluminium, Mangan, Eisen und Schwermetalle).

Der Boden kann daher seine das Grundwasser und die Quellen schützende Funktion als Filter und Puffer nicht mehr ausüben. Infolge der Freisetzung (Mobilisierung) der Metallionen trägt er vielmehr zur Belastung der Fließgewässer bei, so daß von einer Destabilisierung der Boden- und Gewässerökosysteme durch atmosphärische Schadstoffeinträge gesprochen werden muß.

Auch die Forstwirtschaft veränderte in der Vergangenheit Wasserhaushalt und Wasserabfluß nachhaltig. Waren die Wälder in den früheren Jahrhunderten schon stark durch Rodung, Waldweide, Köhlerei, Streunutzung, Salinenbetrieb und Bergbau beeinflusst, so wirkte sich die planmäßige Forstwirtschaft durch andere Eingriffe auf das Wasserregime aus. Zu diesen Eingriffen gehörten u. a. großflächige Entwässerungen von Mooren und Talböden und ihre Aufforstung mit nicht standortgerechten Baumarten (u. a. Fichte, Douglasie, Lärche, Hybridpappeln), der Anbau von Reinbeständen auf großen Flächen mit der Folge der Vernichtung zahlreicher Kleinbiotope, Großkahlschläge und örtlich auch die Schaffung eines vergleichsweise engmaschigen Wegenetzes mit Abflußgräben und festen Decken oder Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln.

Um Belastungen der Gewässer durch Land- und Forstwirtschaft zu vermindern, erscheinen folgende Maßnahmen dringend geboten (vgl. auch LWA 1989 und KIRWALD 1955<sup>10)</sup>):

6) vgl. hierzu: KIRWALD, E., 1969: Wasserhaushalt und Einzugsgebiet. Gewässerkundliche Untersuchungen im Einzugsgebiet der Ruhr in den Jahren 1951—1965, Bd. 1 u. 2.

7) Landesamt für Wasser und Abfall NW (LWA), 1986: Bäche und Flüsse naturnah — Verbesserung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern —. LWA Schriftenreihe, Heft 43, 31 S., Düsseldorf.

8) TOUSSAINT, E., 1989: Landwirtschaft und Trinkwasserqualität. Integrierter Pflanzenbau, Heft 5, 148 S., Bonn.

9) BENECKE, P., 1989: Die Bedeutung des Waldes für die Trinkwassergewinnung im Harz. Allg. Forstzeitschr. 18—20, S. 462—467.

10) Landesamt für Wasser und Abfall NW (LWA), 1989: Biotop- und Artenschutz in Wassergewinnungsgebieten. LWA-Merkblätter Nr. 3, 34 S., Düsseldorf.

KIRWALD, E., 1955: Über Wald und Wasserhaushalt im Ruhrgebiet. Mitt. über Forschungsarbeiten des Ruhrtalesperrenvereins, Essen.

#### Landwirtschaft:

- Abkehr von jeder Form intensiver Landbewirtschaftung in Wassereinzugs- und Überschwemmungsgebieten und Entschädigung von Ertragseinbußen
- gezielte Förderung aller Formen des biologisch-ökologischen Landbaues oder Förderung extensiver Landbewirtschaftungsprogramme wie z. B. des bayerischen Kulturlandschaftsprogrammes und Wiesenbrüterprogrammes
- Rückführung zu weit gegangener Umwandlung von Grünland in Ackerland, insbesondere in den Talauen
- konsequentes Rodungsverbot für alle noch vorhandenen Auenwaldreste
- Verzicht auf Maisanbau in unmittelbarer Umgebung der Fließgewässer (Mindestabstand 100 m)
- Fernhalten des Weideviehs von den Fließgewässern und ihren Uferbereichen
- Sicherung einer ökologisch wirksamen Flächenreserve von wenigstens 10 m entlang aller Fließgewässer (durch Ankauf der Flächen durch die Wasserwirtschaftsverwaltung).

#### Forstwirtschaft:

- Grundsätzlich Ablehnung von Anträgen auf Genehmigung der Umwandlung von Wald in andere Nutzungsarten in Talauen und Wasserschutzgebieten
- Erhaltung aller noch vorhandenen Auenwälder und Überführung derselben in standortgerechte Bestockungen (Ersatz aller Fichtenbestände im Auenbereich, sofern sie dort, wie im SO der Bundesrepublik, nicht standort- und arealgerecht sind)
- Sicherung und Förderung der vorhandenen natürlichen und naturnahen Pflanzengesellschaften im Wald durch gezielte forstliche Pflegemaßnahmen
- Bevorzugung naturnaher Waldbaumethoden unter Berücksichtigung der natürlichen Verjüngungsverfahren
- Bewirtschaftung der Wälder mit möglichst hohen Umtriebszeiten und Belassung von Überhältern bei gleichzeitiger Naturverjüngung, v. a. der Auenwälder, zur Sicherung und Vermehrung von Altholzbiotopen
- Aufbau mehrschichtiger Waldbestände und Pflege der Waldränder unter Berücksichtigung von Bäumen zweiter Ordnung und Sträuchern
- Vermeidung von großflächigen Kahlschlägen zugunsten kleinflächiger oder einzelstammweiser Nutzung zur Verhinderung der Nitratmobilisierung und des Flächenabtrags
- Abstimmung des Wegenetzes und der Wegebefestigung auf die Abflußverhältnisse mit dem Ziel der Wasserrückhaltung und -infiltration
- Bevorzugte Bewaldung von Wasserschutzgebieten sowie Neuanpflanzung von Hecken, Feld- oder Ufergehölzen mit bodenständigen Gehölzarten.

#### 3.3.3 Wasserentzug und Abwassereinleitung

Der Mensch entnimmt den Gewässern seit jeher Wasser für seine Bedürfnisse und nutzt es zum Trinken, Waschen, Bewässern oder für Gewerbe Zwecke. Ein Teil des entnommenen Wassers wird nach dem Gebrauch wieder eingeleitet, jedoch in veränderter Beschaffenheit, meist mit Schadstoffen belastet.

Höher als der Wasserbedarf für die Haushalte (2,7 Mrd m<sup>3</sup>/a), der in Trinkwasserqualität zur Verfügung gestellt wird, ist der Bedarf an Betriebswasser (35 Mrd. m<sup>3</sup>/a) für Gewerbe und Industrie. Während ein Großteil des Betriebswassers den Gewässern unmittelbar aus der fließenden Welle entnommen wird, gewinnt man in der Bundesrepublik Deutschland den größten Teil des Trinkwassers

(73 %) aus dem Grundwasser. Nur 10,5 % werden unmittelbar den Oberflächengewässern (inkl. Trinkwassertalsperren) entnommen, und 16,5 % durchlaufen zuvor noch eine Uferfiltration oder Grundwasseranreicherung.

Das direkt entnommene Wasser vermindert unmittelbar den Abfluß des Gewässers. Die gleiche Wirkung übt aber auch eine Grundwasserentnahme aus, weil das entnommene Wasser sonst den Oberflächengewässern zugeflossen wäre. Zu einem Wasserverlust durch Verdunstung führt neben zahlreichen anderen negativen Auswirkungen die Kühlwassernutzung.

Der Entzug von Wasser macht sich besonders bei Niedrigwasserabfluß bemerkbar. Die Gewässer-Ökosysteme werden verstärkt belastet, weil wegen des geringeren Wasservolumens die Konzentration an Schadstoffen größer wird.

Erfreulich ist, daß der Wasserverbrauch insgesamt in den letzten Jahren nicht mehr angestiegen ist und bei steigenden Wasserver- und -entsorgungskosten in einzelnen Industriebereichen sogar ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen ist.

Auch die Belastung aus eingeleiteten Abwässern ist dank großer Anstrengungen bei der Abwasserreinigung für viele Schadstoffe rückläufig. Insbesondere bei den großen Fließgewässern haben sich biologische Güteklasse und die Sauerstoffsituation deutlich verbessert. Dennoch sind die aus häuslichem Schmutzwasser, Industrieabwasser und diffusen Einleitungen stammenden derzeitigen Belastungen im Hinblick auf ökologische Gewässerschutzziele und den Schutz der Meere zu groß. Deshalb sind die Anforderungen an die Reinigung von Abwasser in den letzten Jahren stark erhöht worden. Die Mindestanforderungen an die Wasserqualität beim Einleiten von Abwasser in Gewässer wurden in kurzen Abständen im November 1988 und danach im Oktober 1989 verschärft. Die strengen Forderungen zielen neben einer allgemeinen Schadstoffverminderung vor allem auf die Verminderung von Phosphor- und Stickstoffeinleitungen ab. Daneben sind weitere Verwaltungsvorschriften erlassen worden, die Grenzwerte für gefährliche Stoffe festsetzen.

Schädlich für die Gewässer sind vor allem die im Abwasser enthaltenen

- organischen Stoffe (Sauerstoffzehrung durch Kleinlebewesen beim Abbau dieser Stoffe),
- Nährstoffe (Phosphate, Nitrate),
- chlorierte Kohlenwasserstoffe,
- Pestizide und
- Schwermetalle.

Daneben ist noch eine Vielzahl von anderen Stoffklassen zu nennen (u. a. zahlreiche organische und anorganische Verbindungen, Öle), deren mehr oder weniger toxische Wirkung häufig nicht einmal bekannt ist. Besondere Gefahren gehen von schwer abbaubaren Stoffen aus, die auch nach einer biologischen Reinigung noch im Kläranlagenablauf zu finden sind. Vorrangig muß erreicht werden, daß solche Stoffe erst gar nicht ins Abwasser gelangen.

Während die Belastung mit Stoffen aus Kläranlagenabläufen weitgehend kontinuierlich verläuft, führt die Einleitung von Regenwasser aus bebauten Gebieten zu Stoßbelastungen, die sich bei der in den letzten Jahren allgemein verbesserten Gewässergüte besonders augenfällig auswirken. Dabei werden Gewässerorganismen nicht nur durch die Stoffe geschädigt, die in dem mit Abwasser vermischten Regenwasser enthalten sind, sondern bei kleinen Gewässern auch durch einen schnellen Anstieg der Fließgeschwindigkeiten und des Strömungsdrucks, der vielfach auch zum Abdriften von Gewässerorganismen führt. Erosion des Gewässerbettes und Wiederaufwirbeln von abgelagerten Stoffen sind weitere negative Wirkungen von Regenentlastungen auf die Gewässer.

In den letzten Jahren hat verstärkt der Bau von Regenbecken eingesetzt, die Regenwasser für eine anschließende biologische Behandlung zurückhalten oder zumindest mechanisch reinigen. Es lassen sich allerdings nur 60–70 % der abgespülten Schadstoffe von den Gewässern fernhalten. Ein durchschlagender Erfolg und effektiver Mitteleinsatz wird sich nur erreichen lassen, wenn die Auswirkungen der Stoßbelastungen aus Mischwasser in den Gewässern besser erforscht werden.

Mit Sorge wird in letzter Zeit ein deutlicher Trend hin zu mehr Entwässerungskomfort in der Stadtentwässerung beobachtet. Während frühere Generationen gelegentliche Straßen- oder Kellerüberflutungen hinnahmen, sollen heute die höherwertig genutzten Keller stets trocken bleiben. Das führt zu größeren Dimensionen der Kanäle, die dann noch schneller noch größere Wassermengen den Gewässern zuführen. Es muß befürchtet werden, daß die notwendige Sanierung schadhafter Kanäle, für die jetzt ein hohes Finanzvolumen zur Verfügung gestellt werden soll, auch zu einer noch erhöhten hydraulischen Leistung mit allen negativen Folgen für die Gewässer führt.

### 3.3.4 Bauliche Nutzung und Bodenversiegelung

Die Besiedlung eines Einzugsgebietes wirkt sich wasserwirtschaftlich vor allem dadurch aus, daß die Bodenoberfläche durch Einebnung, Verdichtung oder gar Versiegelung mehr oder weniger stark vom Wasserkreislauf isoliert wird. Als versiegelt werden wasserundurchlässige Flächen bezeichnet, wie Straßen und Dachflächen. In bebauten Gebieten muß man etwa 30 % aller Flächen als wasserundurchlässig (versiegelt) ansetzen. In der Bundesrepublik Deutschland hat die Siedlungsfläche heute einen Anteil von etwa 12,5 %, so daß fast 4 % als versiegelt gelten können. Besorgniserregend ist der starke Zuwachs dieser Flächen in den letzten Jahrzehnten. Jährlich werden rd. 400 qkm zusätzlich bebaut.

Die Talauen sind ungewöhnlich hoch mit Verkehrswegen, wie Autobahnen, Straßen anderer Kategorien und Bahnanlagen, belastet. Eine Untersuchung<sup>11)</sup>, die sich auf überwiegend ländliche Teile der nordwestlichen Eifel und angrenzende Teile der Niederrheinischen Bucht in einem Untersuchungsgebiet von rd. 1 400 qkm erstreckte, ergab für die Tallagen der Eifel im Vergleich zu den anderen Naturräumen des Untersuchungsgebietes die höchste Gesamtstraßendichte mit 20,9 m/ha. Dabei hat die Fläche dieser Tallagen nur einen Anteil von 3,56 % an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes.

Die Abschirmung des Bodens bewirkt verringerte Versickerung, Speicherung und Verdunstung des Wassers. Dagegen vergrößert sich die Abflußrate an der Oberfläche. Die Folge für die Gewässer sind einerseits geringe grundwasserbürtige Abflüsse bei Niedrigwasser, andererseits größere und häufigere Hochwasser.

Die Nutzung der Flächen am Gewässer führt zum Bau von Ufermauern, Anlegeplätzen sowie zu Gewässerverrohrungen. Eine Siedlung am Fluß möchte sich, je stärker sie entwickelt ist, auch immer besser gegen Hochwasser schützen. Das alles schränkt den Gewässerraum ein und läßt vielfältige natürliche Strukturen verlorengehen. Größere Fließgeschwindigkeiten bei Hochwasser und Tiefenerosion sind die Folge.

Die räumliche Einschränkung des Gewässers und die Beseitigung natürlicher Retentionsräume müssen in der Regel durch einen Gewässerausbau kompensiert werden, der die hydraulische Leistungsfähigkeit erhöht. Dadurch wird auch im Einzugsgebiet eine Vorflutverbesserung erzielt. Der Bewohner wünscht, daß in der Siedlung überschüssiges Wasser möglichst schnell abläuft. Er erreicht dies durch Bodenbefestigung, Dränung und Kanalisation, was zu einer Ablußbeschleunigung und zu größeren Hochwassern führt.

Die Hochwasser werden dadurch auch für den Menschen gefährlicher. Das erhöhte Schutzbedürfnis gegen Hochwasser, zunächst hervorgerufen durch das hohe Schadenspotential in den bebauten

Gebieten, steigt durch das nunmehr auch größere Bedrohungspotential.

Für eine Beurteilung der Eingriffsfolgen reicht diese allgemeine Beschreibung der kausalen Zusammenhänge allein nicht aus. Die Wirkung der Phänomene ist von Fall zu Fall unterschiedlich stark — von schwerwiegend bis zu bedeutungslos — und manchmal kehrt sich sogar die Wirkung um. Eine genaue Analyse des anthropogenen Einflusses auf die Gewässer und der Versuch, schädliche Auswirkungen zu reduzieren, verlangen im Einzelfall genaue quantitative Untersuchungen, die heute mit hydrologischen und hydraulischen Modellen auch zu leisten sind.

Generell gilt:

- Der Einfluß der Versiegelung auf den Abfluß ist groß bei Wasserläufen mit kleinen Einzugsgebieten, in denen die Größthochwasser bei kurzen, heftigen Gewitterregen auftreten.
- Die Versiegelung in den Einzugsgebieten der großen Flüsse hat dagegen kaum einen Einfluß auf extreme Hochwasser.

Man kann einen merklichen Versiegelungseinfluß bei Bächen und kleineren Flüssen nicht durch den Bau von üblich dimensionierten Rückhaltebecken rückgängig machen. Regenrückhaltebecken in Kanalnetzen wirken sich auf das Gewässer unterhalb meist nicht aus, weil dort nicht wie in der Kanalisation Starkregen, sondern länger anhaltender Regen für das Hochwasser maßgebend ist. Für jeden Hektar Fläche, der versiegelt wird, müssen schon viele hundert qm Retentionsraum erhalten oder geschaffen werden, um die Auswirkungen der Versiegelung einigermaßen zu kompensieren. Dazu steht der Platz meist nicht zur Verfügung.

Eine Forderung muß daher sein, bei den Schadstoffen im Abwasser wie auch beim Regenwasserabfluß aus überbauten Flächen zunächst das Bestreben auf Vermeidung auszurichten. Deshalb muß auch der weiteren Versiegelung des Bodens deutlich Einhalt geboten werden, und es sind alle Anstrengungen zu unterstützen, die zur Entsiegelung und auch zur Versickerung von Regenwasser führen, das auf nicht verschmutzten befestigten Flächen (z. B. Dächer) anfällt.

### 3.3.5 Schifffahrt

Die Ströme und Flüsse über das ganze Jahr schiffbar zu machen und dabei gleichzeitig die Lade- und Transportfähigkeit zu erhöhen, war das erklärte Ziel der Wirtschafts- und Verkehrspolitik in Deutschland seit Beginn des 19. Jahrhunderts. Gegenüber den anderen Verkehrsmitteln hat die Binnenschifffahrt den Vorteil niedriger Kosten, der sich vor allem bei Massengütern bemerkbar macht. Diesem Vorteil stehen allerdings die relative Langsamkeit der Beförderung, die Abhängigkeit von Wasserstand, Strömungsgeschwindigkeit und Eis sowie der hohe Aufwand für die Unterhaltung der Wasserstraßen gegenüber. In dieser Gegenüberstellung ist noch nicht die Umgestaltung der Flußlandschaften mit ihren nicht nur positiven Folgen enthalten.

Im Laufe der vergangenen 200 Jahre sind sämtliche großen Ströme und Flüsse zu Schifffahrtsstraßen ausgebaut worden. Die Gesamtlänge der im Eigentum des Bundes stehenden schiffbaren Flüsse, Seen, Kanäle und Küstengewässer betrug 1977 4 412 km. Davon nehmen die Binnenwasserstraßen 3 718 km ein, von denen wiederum 1 165 km regulierte Flüsse, 1 411 km kanalisierte Flüsse und 1 142 km Kanäle sind.

Der Ausbau war in allen Fällen mit einer starken Umwandlung noch natürlicher oder naturnaher Flußlandschaften in naturferne bis urbane Kulturlandschaften verbunden. Die Errichtung von Staustu-

11) PFLUG, W., JAHN, R. u. SCHRAMM, A., 1987: Beziehungen zwischen Naturhaushalt, Anlage von Straßen und Straßenverkehr. Aachen (unveröffentlicht). Die Angaben beruhen auf Erhebungen in den Jahren 1978 bis 1980.

fen und Stauhaltungen führte zu nachhaltigen und nachteiligen Veränderungen der Strömungsverhältnisse und der Wasserqualität. Die Ufer sind zum Schutz vor Abbruch und Unterspülung durch Wellenschlag und Schraubenstrahl mit starken Steinschüttungen oder Pflasterböschungen gesichert worden. Dies führte aus ökologischer Sicht zu den mehr oder weniger gleichförmigen Biotopen im gesamten Uferbereich sämtlicher schiffbarer Ströme. Um die die Schubschiffahrt geeigneten Flußkrümmungsradien zu erreichen, wurden Flußschleifen aufgeweitet oder verlegt. Die verbliebenen Flußabschnitte wurden mit dem Aushub verfüllt. Altarme und Altwasser wurden zu Nothäfen und Sportboothäfen ausgebaut oder zum Zwecke landwirtschaftlicher und baulicher Nutzung verfüllt. Erst gegen Ende der Schiffbarmachung der Flüsse gelang es der Wasserwirtschaft und dem Naturschutz, z. B. an der Donau und der Saar, den einen oder anderen Altarm vor diesem Schicksal zu bewahren oder gar neue Stillwasserflächen neben dem Schifffahrtsweg zu schaffen. Der Ausbau zur Schifffahrtsstraße war oft verbunden mit der Errichtung von Flußdämmen oder Aufhöhungen des Ufergeländes.

Den mit all diesen Eingriffen verbundenen Zielen, wie größerer Hochwasserschutz, Erhöhung der Transportkapazität, Gewinnung von Land für die Ansiedlung von Wohn- und Gewerbegebieten, Steigerung der landwirtschaftlichen Erträge und Verbesserung der hygienischen Verhältnisse, stehen erhebliche Nachteile gegenüber. Hierzu zählen insbesondere Grundwasserschwund und starke Grundwasserschwankungen, Grundwasserverschmutzung, Trockenis, Tiefenerosion, Beseitigung nützlicher Überschwemmungsfolgen wie Düngung und Eindämmung von Schädlingsepidemien, Damm- bzw. Deichbrüche mit schweren Schäden für Menschenleben, Hab und Gut sowie hohe Unterhaltungskosten. In diesem Zusammenhang sei an die Stellungnahmen des Rates zur Schiffbarmachung der Mosel und der Saar erinnert (Hefte 7/1966 und 33/1979 der Schriftenreihe<sup>12)</sup>).

Ein weiteres Problem ist in der von der Binnenschiffahrt ausgehenden Wasserverschmutzung durch das Einleiten von Mineralölprodukten zu sehen. Diese Produkte fallen beim Betrieb der Schiffsdieselmotoren als Rückstände (Bilgenöle) an. Hinzu kommen Stoffe, die beim Laden, Löschen und bei Unfällen während des Transportes ins Wasser gelangen sowie über Bord geworfener Schiffsmüll. So fallen auf dem Rhein jährlich rd. 10 000 t Bilgewater an.

Die schiffbar gemachten Flüsse müssen zusammen mit ihren Talauen und den darüber hinaus reichenden Einzugsgebieten als ökologische Einheit angesehen werden. Dies erfordert ein gemeinsames Handeln aller, die das Flußökosystem nutzen. Die durch fehlende Eingriffe und ihre Folgen belasteten Flußtäler müssen saniert werden. Zu den vordringlichen Aufgaben gehören neben der Wiederherstellung einer den ökologischen und sonstigen Anforderungen genügenden Wasserqualität vor allem<sup>13)</sup>: Zulassung kontrollierter Überflutung, Wiederherstellung typischer Hohlformen und Feuchtgebiete (u. a. Öffnung verfüllter Altarme, Altwasser und Flutmulden, Wiederzulassung der Bildung von Niedermooren und früherer Grundwasserflurabstände), Erhaltung noch vorhandener und Schaffung neuer Retentionsräume, Zurückdrängen der Acker- und Grünlandnutzung, Rückführung von Teilen der Aue zu Auenwäldern, Ausweisung breiter Uferzonen und Aufbau von Uferschutzwäldern, Bewaldung von Deichen und Dämmen, Verhinderung weiterer baulicher Entwicklung in den Talauen und Rückbau von Baugebieten und Bauwerken, wo immer möglich.

### 3.3.6 Stauanlagen, Fischteiche

Talsperren sind Anlagen zum Aufstauen eines Gewässers und zum dauernden Speichern von Wasser. Sie haben verschiedene Aufgaben<sup>14)</sup>:

- Sicherstellung der Trinkwasserversorgung
- Bereitstellung von Brauchwasser für industrielle Zwecke

- Zuschußwassersicherung überregionaler Wasserversorgungssysteme
- Hochwasserschutz
- teilweise Lieferung von durch Wasserkraft erzeugter elektrischer Energie.

Talsperren liegen meist in den niederschlagsreichen, höher gelegenen Einzugsbereichen, den Mittelgebirgen, am Ober- und Mittellauf der Flüsse. Die Landschaften dieser Einzugsbereiche stellen ökologisch gesehen meist besonders schützenswerte und wenig beeinträchtigte Lebensräume mit einer hohen Vielfalt an wildlebenden Tier- und Pflanzenarten dar. Mit der Einrichtung einer Talsperre werden diese Lebensräume zerstört. Aber auch die ökologischen Verhältnisse des Unterlaufs einer Talsperre werden beeinflusst, z. B. durch den gleichbleibenden Abfluß, stark gedämpfte Hochwasser und veränderte Wassertemperaturen.

Aus der Aufgabe einer Talsperre bestimmt sich auch ihre Nutzung; so sind z. B. Trinkwassertalsperren für eine Erholungs- und Freizeitgestaltung i. d. R. nicht zugelassen.

Fischteichanlagen, vor allem wenn sie im Hauptschluß betrieben werden, d. h. direkt in den Wasserlauf eingeschaltet sind, belasten die Talauen und die Fließgewässer je nach Bewirtschaftungsart des Teiches und Wasserführung des Gewässers unterschiedlich stark. Die wichtigsten Belastungen sind folgende<sup>15)</sup>:

- Physikalische und chemische Veränderung des Bachwassers:  
Das Teichwasser wird in den Sommermonaten stark erwärmt und an den Wasserlauf abgeführt. Dadurch kommt es zu einer Temperaturerhöhung des Bachwassers und gleichzeitiger Sauerstoffzehrung. Durch Aufkalkung des Teichbodens wird der pH-Wert des Fließgewässers erhöht.
- Belastung des Baches durch Fischfutter und Fischexkrememente:  
Nicht verwertetes Futter und Fischexkrememente werden von Mikroorganismen unter hohem Sauerstoffverbrauch abgebaut. Außerdem werden kleine Futter- und Exkrementreste über das Teichwasser dem Bach zugeführt. Unterhalb des intensiv genutzten Fischteiches kommt es daher zu einem Sauerstoffdefizit.
- Künstliche Bachalterung:  
Unterhalb von Fischteichanlagen kommt es aufgrund unnatürlicher abiotischer und biotischer Bedingungen zu einer gravierenden Faunenveränderung. Organismen siedeln sich an, die normalerweise erst weiter unterhalb im Verlauf des Baches anzutreffen wären. Hierdurch kommt es zu einer Verschlechterung der Gewässergüte.

12) Deutscher Rat für Landespflege, 1966: Landschaft und Moselausbau, H. 7 der Schr.-R.

Deutscher Rat für Landespflege, 1979: Landschaft und Fließgewässer, H. 33 der Schr.-R.

13) vgl. hierzu: Stellungnahme des Deutschen Rates für Landespflege zum Thema „Landschaft und Fließgewässer“. H. 33/1979 der Schr.-R.

14) Der Deutsche Rat für Landespflege hat sich mit dem Thema „Talsperren und Landespflege“ ausführlich in seinem Heft Nr. 43/1984 befaßt.

15) überwiegend in Anlehnung an:

Beirat der Höheren Landschaftsbehörde beim Regierungspräsident Arnsberg, 1987: Die Beeinträchtigung unserer Fließgewässer durch Fischteiche. Resolution vom 7. Dez. 1987 (unveröffentlicht).

DARSCHNIK, S. u. SCHUMACHER, H., 1987: Störung des natürlichen Längsgradienten eines Bergbaches durch Forellenteichanlagen. Archiv Hydrobiologie 110, 3, S. 409—439, Stuttgart.

PFLUG, W., BUCHHOLZ, D., HARDT, D., JOHANNSEN, R. u. PAULSON, C., unter Mitarbeit von BERG, R., 1989: Pleisbachstudie, Teil D. Landschaftsökologie, Landschaftsentwicklung, Landschaftsschutz. Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis (im Druck).

- Übertragung von Fischkrankheiten:  
Unter Umständen kann es zu einer Übertragung von Fischkrankheiten auf die natürliche Fischfauna kommen, da die dichtstehenden Teichfische seuchenanfällig sind.
- Faunenverfälschung:  
Durch Abwandern von standortfremden Zuchtfischen (Regenbogenforelle und Weißfisch) kommt es zu einer Faunenverfälschung im Bach.
- Aufstau:  
Als Stauanlage, die im allgemeinen nicht mit einer Fischtreppe versehen ist, verwehrt ein Fischteich den aufsteigenden Fischarten, aber auch anderen Bachorganismen den Zugang zu oberhalb liegenden Bachabschnitten.  
  
Zudem findet aufgrund der starken Erwärmung des stehenden großen Wasservolumens eine größere Verdunstung statt, die sich derart auswirken kann, daß die Wasserführung der unterhalb gelegenen Bachabschnitte verringert wird und bei kleineren Fließgewässern die Gefahr des Trockenfallens besteht.
- Gefährdung von Vögeln:  
Durch Verdrahtung der Teiche als Abwehrmaßnahme gegen fischfressende Vögel werden Eisvogel und Graureiher gefährdet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß ein Fischteich sich in bezug auf physikalische, chemische und ernährungsökologische Bedingungen so verändernd auf den anschließenden Bachlauf auswirkt, daß dieser Merkmale von Unterlaufabschnitten aufweist. Außerdem kommt es zu einer Beeinträchtigung der Aue. Bei Errichten der Fischteiche werden häufig schutzwürdige, extensiv genutzte Wiesen und gewässerbegleitende Feuchtgebiete zerstört.

Zahlreiche Bäche sind noch heute mit Fischteichanlagen im Hauptschluß versehen. In diesen Fällen sollten weitere Teiche wasserrechtlich nicht mehr genehmigt werden. Nicht genehmigte Fischteiche müssen aufgelassen werden. Sofort nach dem Bekanntwerden solcher Anlagen sollte deren Rückbau veranlaßt werden. Die zugelassenen Teichanlagen sollten hinsichtlich ihrer Gefährdung für das Fließgewässer und die unterhalb liegenden Nutzungen überprüft werden. Die Überprüfung muß sich vor allem auf den baulichen Zustand und die Art der Bewirtschaftung beziehen. In vielen Fällen dürften sich erhebliche Mängel ergeben. Sie müssen behoben werden; wenn dies nicht möglich ist, muß die Stilllegung oder der Rückbau angeordnet werden. Ob Fischteiche künftig neu zugelassen werden, sollte davon abhängig gemacht werden, inwieweit die aufgeführten Gefährdungen für das Fließgewässer-Ökosystem ausgeschlossen werden können.

### 3.3.7 Freizeit und Erholung

Stehende und fließende Gewässer üben aufgrund ihrer landschaftlichen Attraktivität und Vielfalt eine große Anziehungskraft auf Erholungsuchende aus, insbesondere, weil sie sich für eine Vielzahl von Freizeitaktivitäten eignen. Die Ansprüche an und der Druck auf die Fließgewässer haben in den letzten 20 Jahren so zugenommen, daß es nicht selten zu Überlastungserscheinungen und Konflikten kommt<sup>16)</sup>.

Quellbereiche und Oberläufe von Flüssen sind insgesamt gesehen noch am wenigsten durch Freizeit- und Erholungsaktivitäten belastet. Ihre Nutzung ist gering infolge beschränkter Zuwegung oder Ausbaumaßnahmen (Aufstau). Erst in jüngster Zeit ist als neue Freizeitmode das „Bachwandern“ aufgekommen: hierbei werden unwegsame Bachstrecken durchwatet. Die Folgen sind Störungen und Zerstörungen empfindlicher Gewässerbiotope und -biozöten.

Schnell und kräftig fließende naturnahe Mittelläufe einer gewissen

Mindestbreite sind als „Wildwasser“ interessant für den Kanu-, Kajak- und Paddelsport<sup>17)</sup>. Die hiervon ausgehenden Belastungen sind z. B. mechanische Beschädigungen von Uferbereichen, Aufwirbeln von Sand und abgestorbener organischer Substanz. Hierdurch werden sowohl im Wasser vorkommende Kleinlebewesen und Fischlaich als auch empfindliche, am Ufer lebende Tierarten gestört. Jedoch nicht nur die Gewässerstrecken selbst sind betroffen; häufig kommen noch Belastungen der Uferbereiche durch Lagern, Transportieren von Booten, Spielen und Campen hinzu.

Der bevorzugt in abgelegenen Bereichen ausgeübte Angelsport führt oft zu Störungen und Schädigungen der Uferbereiche, dem Laich- und Brutplatz der dort lebenden, z. T. sehr empfindlichen Fauna.

Breite, langsam fließende Mittelläufe bis hin zum Unterlauf sind wohl am stärksten durch Freizeit und Erholung belastet. Als Erholungsaktivitäten kommen hier z. B. Motorbootsport, Segelsport und das Surfen vor. Die Fließgewässer werden direkt durch hineingelangende Stoffe (Öle, Abfälle usw.) verschmutzt, die pflanzenbestandenen Uferbereiche durch die große Anzahl der Wassersportler geschädigt. Diese Gewässerstrecken sind nicht selten durch Verkehrs- und Wanderwege gut erschlossen; in den Uferbereichen finden sich Freizeiteinrichtungen, wie Campingplätze, Spiel- und Sportplätze, Badeplätze, Grillanlagen und Parkplätze. Von all diesen Freizeiteinrichtungen gehen zusätzliche Belastungen für die Fließgewässer aus.

### 3.4 Folgen des Ausbaus und der vielfältigen Belastungen für den Naturhaushalt

Gewässerausbau auf der einen, ständig einwirkende Belastungen auf der anderen Seite machen sich in unterschiedlicher Art und Weise bemerkbar. Da eine abschließende Aufzählung nicht möglich ist, werden verschiedene Konsequenzen dargestellt, mit denen sowohl für einzelne Lebensbedingungen als auch für die davon abhängigen Lebensgemeinschaften zu rechnen ist.

#### 3.4.1 Veränderung der Lebensstätten

- Gewässergestalt:  
Die auffälligste Veränderung ergibt sich durch eine Umgestaltung des Gewässerbettes, wie sie der bisherige, technisch orientierte Ausbau mit sich bringt. Betroffen davon sind in aller Regel sowohl die Führung des Wasserlaufes im Gelände (Trassierung) als auch Längs- und Querprofil, welche in enger Beziehung zueinander stehen. Zu diesen Veränderungen zählen u. a. Laufverkürzungen, Beseitigung oder Veränderung von Altwassern und Altarmen, Veränderung und/oder Vereinheitlichung der Uferformen. Hierdurch treten weitreichende Konsequenzen für die Lebensräume von Tieren und Pflanzen auf.

- Profilveränderungen:  
Die im und am naturnahen Gewässer vorherrschenden unregelmäßigen Profilformen mit vielgestaltigem Kleinrelief, wie beispielsweise Steilufer, Flachufer, Kolke, Felspartien, Geröll-

16) vgl. hierzu:  
Stellungnahme des Deutschen Rates für Landespflege „Freizeit und Erholung – Herausforderungen und Antworten der Landespflege“ in H. 57 „Freizeit/Erholung und Landespflege“ der Schr.-R. des Rates vom Nov. 1989.  
Deutscher Naturschutzring (Hrsg.), 1980: „Wassersport und Naturschutz“ in: Beiträge zu Natur und Umweltschutz, H. 1.

17) Deutscher Rat für Landespflege, 1982: Stellungnahme zur Belastung der Landschaften des Naturparks Südeifel, insbesondere durch den Erholungsverkehr“, S. 772 f., Schr.-R., H. 39. Der Deutsche Rat für Landespflege konnte seinerzeit feststellen, daß zur Durchführung von Kanu- und Kajakmeisterschaften offensichtlich größere Mengen an Wasser aus Stauseen abgelassen wurden; das dabei anfallende Geschiebe zerstörte Laichgruben und Kleinfischbiotope; Forellen- und Äschenbruten wurden vernichtet. Hinzu kam die Belastung der Ufer durch Zuschauer.

Sand-, Kies- und Schlamm­bänke, Übertiefen und Untiefen, gehen zugunsten eines gleichförmigen Regel­profils verloren. Eine Weiterentwicklung der neuen Bettgestalt gemäß den natur­räumlichen Gegebenheiten unterbleibt, solange aufgrund der gesetzlichen Vorschrift in den meisten Bundesländern der Aus­bauzustand zu erhalten ist. Durch den Verlust an differenzierten Strukturen gehen zahlreiche Lebensräume für speziell ange­paßte Arten verloren; die Nivellierung des Lebensraumspek­trums zieht eine Verarmung des Artenspektrums nach sich. Be­günstigt werden anspruchslose „Aller­weltsarten“.

Auch die Substratverteilung entspricht nach dem Ausbau nur noch im Ausnahmefall dem ursprünglichen Muster, da die Vor­aussetzung hierzu — eine gewisse Erosion und Geschiebeum­lagerung — nicht mehr gegeben ist. Differenzierte und sich ständig neu bildende Besiedlungsräume für Wasserorganismen gehen verloren.

— Fließ- und Abflußverhalten:

Durch Ausbau wird in der Regel das Fließverhalten in Richtung auf einen gleichmäßigen, zügigen Abfluß mit geringer Erosions­wirkung verändert. Vor allem Turbulenzen, die überall da auftreten, wo ein erhöhtes Gefälle eine starke Reibung der fließenden Welle mit dem Gewässerbett oder der Uferzone hervorruft, werden durch Ausbaumaßnahmen beseitigt, gedämpft oder durch Stauanlagen auf bestimmte Punkte beschränkt. Hierdurch wird die Sauerstoffanreicherung in vielen Gewässerabschnitten erheb­lich gedrosselt. Der ständige Gefällewechsel und das unregelmäßige Fließen eines natürlichen Wasserlaufes mit dem Angebot an differenzierten Lebensstätten gehen verloren.

Besonders ungünstig wirken sich Stauanlagen (Wehre) und Sohl­abstürze als Wanderbarrieren für Gewässertiere aus. Oberhalb solcher Anlagen kommt es zum Stau mit fast stehen­dem Wasser ohne wesentliche Spiegelschwankungen, was starke Erwärmung und hohe Primärproduktion und oft Sekun­därverunreinigung zur Folge hat. Auf kurzer Strecke hinterein­andergeschaltete Stauhaltungen verwandeln ein Fließgewässer in eine Kette von Talseen mit entsprechenden Veränderungen der Lebensstätten.

Eine weitere Veränderung des Fließverhaltens ist der Wellen­schlag am Ufer und im Flachwasserbereich schiffbarer Flüsse, der zu ständiger, intensiver Substratverlagerung führt und eine Ansiedelung von Wasserpflanzen in dieser Zone verhindert oder sehr erschwert.

Der stärkste Eingriff in das Abflußverhalten ist die Hochwasser­regulierung, die das Ausufer­n der Gewässer verhindert und damit den dynamischen Wechsel von Hoch-, Mittel- und Niedrig­wasser auf den schmalen Gewässerrand des Regel­profils einengt. Eine natürliche Auendynamik geht damit verloren. Das Gewässer wird funktional von seiner Aue getrennt.

— Wassermenge:

Bei Überleitung von Oberflächenwasser aus einem (Teil-)Ein­zugsgebiet in ein anderes (Wassermengenausgleich, Beilei­tung von Wasser für Kraftwerke) wird der natürliche Zusammen­hang zwischen Niederschlag und Abfluß der betreffenden Gewässer gestört. Im Extremfall kommt es zum Trockenfallen ganzer Flußabschnitte. Nachteilige Veränderungen kann jede Wasserentnahme herbeiführen, besonders wenn dadurch bestimmte Schwellenwerte des Abflusses oder des Wasserstan­des unterschritten werden. Auch Grundwasserentnahmen im Einzugsgebiet bewirken auf dem Wege einer verminderten Zu­sickerung eine Abflußreduzierung im Gewässer. Abwasserkanäle, denen planmäßig Dränwasser oder unbeabsichtigt Sicker­wasser zufließt, mindern streckenweise den Gewässerab­fluß. Dieses Wasser gelangt i. d. R. erst gewässerabwärts zu­sam­men mit dem Ablauf der Kläranlage in das Fließgewässer. Nachteilige Veränderungen kommen auch dort zustande, wo das aus Kläranlagen ablaufende Wasser in Rohrleitungen ab­geführt wird und somit den Gewässern zumindest streckenwei­se verlorengeht.

— Licht und Temperatur:

Der Uferbewuchs beeinflusst die Licht- und Temperaturverhält­nisse und damit die Wachstums- und Stoffwechselvorgänge im Wasser.

Bei fehlender Beschattung kommt es zu ungehinderter Ein­strahlung und Erhöhung der Wassertemperatur. Hierdurch er­gibt sich eine Steigerung der pflanzlichen und tierischen Bio­masseproduktion (Eutrophierung), besonders in Verbindung mit hohen Nährstoffvorräten in den Gewässern. Gewässer­ver­krautung und damit verbundene Eingriffe sind die Folge.

— Nährstoffe:

Der Chemismus der Gewässer verändert sich infolge von um­fangreichem Nährstoffeintrag (Stickstoff- und Phosphor­Ver­bindungen). Diese Substanzen gelangen zum einen mit dem Abwasser, auch wenn es zuvor biologisch gereinigt wurde, in die Fließgewässer; zum anderen stammen sie von landwirtschaftli­chen Nutzflächen, die in den Talauen oft erst im Gefolge des Ge­wässerausbaus intensiv genutzt werden können. Namentlich von den Äckern gelangt ein erheblicher Teil der ausgebrachten Düngestoffe auf dem Weg über Dränanlagen in die Vorfluter. In geringerer Menge erfolgt Nährstoffeintrag auch durch ablaufendes Oberflächenwasser. Der unmittelbare Eintrag (etwa beim Gebrauch von Kreiseldüngerstreuern) ist im Vergleich dazu fast unbedeutend. Schließlich ist eine gewisse Zufuhr über die Luft (u. a. Windverdriftung und Stoffeintrag aus der Atmo­sphäre) in Betracht zu ziehen.

### 3.4.2 Folgen für die Pflanzen- und Tierwelt

Gewässerausbau und -unterhaltung sowie die unterschiedlichen Gewässerbelastungen wirken sich in vielfältiger Weise auf Flora und Fauna aus. Hier kann nur auf einige Punkte eingegangen werden.

#### Aquatischer Bereich

Im aquatischen Bereich, dem eigentlichen Wassermilieu, stehen die Auswirkungen der Nährstoffanreicherung im Mittelpunkt. Pflanzen, die an einen geringen Nährstoffgehalt des Wassers gebunden sind, werden verdrängt. An ihre Stelle treten, sofern nicht lebens­feindliche Verhältnisse entstehen, andere unempfindliche Arten. Es wird jedoch nicht nur das Arteninventar berührt: Vermehrter Pflanzenwuchs bedeutet auch stärkere Belastung des Gewässers, wenn sich gegen Ende der Vegetationsperiode die Pflanzenmas­sen zersetzen und sich eine Sekundärverunreinigung einstellt.

Ganz erhebliche Folgen sind auch mit einer künstlichen Verände­rung des Fließverhaltens verbunden. So bringt es die Anlage von Wehren, Sohl­abstürzen oder anderen Querbauwerken mit sich, daß im gestauten Abschnitt der alte Lebensraum von Fließwasser­arten verlorengeht und der neu entstehende zum Teil von Stillwas­serarten eingenommen wird. Das gilt für Pflanzen ebenso wie für Tiere.

Wo Staustrecken entstehen, kommt es nicht nur zur vermehrten Geschiebeablagerung, sondern auch zur Schlamm­sedimentation. Schlamm­schichten verändern die Lebensbedingungen am Ge­wässergrund beträchtlich. Zum einen setzen sich die Zwischen­räume im Lückensystem zu und gehen als Lebensstätte vieler Tiere, u. a. auch von Jungfischen, verloren, zum anderen werden Pflanzen und Tiere von Schlamm bedeckt und sterben dadurch ab. Stauanlagen unterbrechen dauerhaft oder doch für lange Zeit im Jahr die Wanderung vieler, insbesondere kleiner Wassertiere. Für sie stellen selbst Fischtrep­pen (die für größere und stärkere Tiere gebaut werden, oftmals aber gar nicht funktionieren) eine unüber­windliche Barriere stromaufwärts dar.

Zur Beeinträchtigung der Pflanzen- und Tierwelt kommt es auch, wenn unter der Wasseroberfläche gelegene Sand- und Kiesbänke (Anlandungen) entfernt werden. In diesem Fall wird sowohl der Wurzelraum für Wasserpflanzen als auch der Lebensraum von in

der Gewässersohle angesiedelten Tieren (Lückenbewohner) zerstört.

#### *Amphibischer Bereich*

Die eigentliche Wasserwechselzone stellt von Natur aus längs der Fließgewässer ein vielfach unterbrochenes Band von wechselnder, meist geringer Breite dar. Selbst dort, wo durch Ausbau und Anlage von Trapezprofilen die amphibische Zone weit über das ursprüngliche Maß hinaus an Fläche gewonnen hat, ist dies den hierher gehörigen Lebewesen nicht immer zugute gekommen. Weithin wurde nämlich dieser neu geschaffene Lebensraum durch grobe Steinschüttung verfremdet, was die Ansiedlung von regional untypischen Biozönosen begünstigte.

Außerdem leiden die Pflanzen- und Tierbestände der Wasserwechselzone unter zu weitgehenden Unterhaltungsarbeiten. Das gilt zum einen für die Mahd der Flußuferföhrichte, die noch immer weithin Teil der routinemäßigen Böschungsmahd ist, wobei aus hydraulischer Sicht häufig darauf verzichtet werden könnte. Zum anderen werden vielfach Anlandungen, die als charakteristische Lebensstätten z. B. für kurzlebige Pflanzen (Therophyten) an Flußufern immer wieder von neuem entstehen, bei Unterhaltungsarbeiten entfernt, weil sie den Ausbaustand verändern.

#### *Terrestrischer Bereich*

Der terrestrische Bereich, der sich vom Mittelwasserbereich bis in die vom Hochwasser erreichte Aue erstreckt, wäre unter natürlichen Verhältnissen ganz von Wald bedeckt. Von solch einer Gehölzbesiedlung ist nur noch wenig zu finden, nachdem die Täler gerodet und später die allermeisten Gewässer ausgebaut worden sind.

Dieses Gehölzdefizit betrifft kleine wie große Wasserläufe (namentlich im Flachland) nicht anders als lange Abschnitte von Bundeswasserstraßen (z. B. die Weser). Mit dem Verschwinden der Auenwälder und später dem Rückgang der zunächst noch übriggebliebenen schmalen Ufergehölzstreifen ist ein unübersehbarer Verlust an Lebensraum für die einst dort siedelnden Pflanzen und Tiere entstanden. Selbst neu angelegte Ufergehölzpflanzungen drohen infolge unsachgemäßer Behandlung — etwa zu frühe und häufige Eingriffe — wieder verlorenzugehen.

An die Stelle der gewässerbegleitenden Wälder sind beim Gewässerausbau im allgemeinen Böschungsrasen getreten. Der biologische Wert dieser Grasfluren mit den hier lebenden Tieren wird durch ein nicht angepaßtes Management (zu häufiges und insbesondere zu zeitiges Mähen) in Frage gestellt.

Das vielerorts bestehende Überangebot an Nährstoffen bewirkt mit der Zeit einen Umbau der Pflanzendecke, der eine ungewollte Richtung einschlägt, etwa wenn sich aus Rasenfluren recht einheitliche nitrophile Hochstaudenfluren entwickeln.

#### **4 Zielvorstellungen**

Nach einem jahrzehntelangen technisch ausgerichteten Gewässerausbau wird seit etwa 10 Jahren für den naturnahen Gewässerausbau durch eingeführte Richtlinien, offizielle Empfehlungen und entsprechende erste Planungen geworben (vgl. hierzu u. a. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1987 und Landesamt für Wasser und Abfall NW 1989)<sup>18)</sup>. Bedauerlich ist jedoch die negative Bilanz, die der hohe Aufwand an Aufklärung und behördlicher Förderung bisher in der Praxis gezeitigt hat. So konnten bei einer Untersuchung im norddeutschen Tiefland nur neun Fallbeispiele gefunden werden, die mehr oder weniger dem Anspruch der Wiederherstellung auen- und fließgewässertypischer Lebensräume genügen<sup>19)</sup>. Im mittleren und südlichen Teil der Bundesrepublik

Deutschland dürfte die Sachlage nicht wesentlich anders aussehen.

Die gravierende Verzögerung bei der Umgestaltung der Auen und Fließgewässer zu naturnahen Gewässerlandschaften bedeutet u. a. nach wie vor das Aufbringen hoher Kosten für die Unterhaltung von rd. 200 000 km künstlich veränderter und daher naturferner Fließgewässer. Wird für diese Gewässer pro laufenden Meter Wasserlauf ein durchschnittlicher Betrag von nur 3,— DM angesetzt, belaufen sich die Unterhaltungskosten Jahr für Jahr auf rd. 600 Mio DM, ein nicht notwendiger und daher volkswirtschaftlich auch nicht vertretbarer Aufwand. Denn je naturnäher das Fließgewässer und seine Aue ausgebildet sind, desto geringer ist der Aufwand für ihre Unterhaltung und Pflege.

Der nach einer Umgestaltung sicher langfristige Prozeß der Renaturierung muß sich am Idealbild eines naturreaumtypischen Fließgewässers orientieren. Wie in zahlreicher Literatur dargelegt, muß sowohl die abiotische Struktur (Substrat und Ausformung des Gewässerbettes) als auch die biotische Besiedlung den naturreaumlichen Bedingungen von Gestein, Relief, Niederschlag, Einzugsgebiet und Wasserführung angepaßt sein und dem heimischen (biotoptypischen) Arteninventar entsprechen.

Vielfach fehlen die vom Menschen ungestörten Vorbilder. Daher müssen die letzten Reste natürlicher bzw. naturnaher Ökosysteme (Fließgewässer und Aue) gesichert und ihrem Beispiel gemäß die ausgebauten Gewässer saniert bzw. renaturiert werden.

Obwohl im besiedelten Bereich geringere Möglichkeiten der Erhaltung eines naturnahen Zustandes oder der Regeneration von Fließgewässern bestehen und schiffbare Flüsse zahlreichen Zwängen unterliegen, gilt auch für sie generell die absolute Sicherung des Bestandes an natürlichen und naturnahen Elementen gemäß § 20 c BNatSchG sowie der naturnahe Ausbau (bzw. die Renaturierung) der früher technisch ausgebauten Gewässer.

Daher fordert der Deutsche Rat für Landespflege:

- Erhaltung aller natürlichen und naturnahen Gewässerökosysteme (Gewässer und Auen) einschließlich ihrer Quellgebiete
- Naturnahe Gewässerausbauten — wenn überhaupt — erst nach einer Bewertung des ökologischen Zustandes der Gewässerlandschaft, um schutzwürdige Bereiche zu schonen und einen biotoptypischen Ausbau vornehmen zu können
- Entfesselung und freie Entwicklung der Wasserläufe (Verzicht auf bauliche Festlegung, Ankauf der Uferbereiche)
- Großzügige Bemessung des Abflußprofils und Ausweisung breiter, ungedüngter, nicht mit Herbiziden behandelter Uferstreifen
- Durchgängigkeit (keine Barrieren für die Tierwanderung im Wasserlauf, keine Abstürze)
- Strömungsunterschiede (wechselnde Strömungsmuster, die sich bei wechselnder Wasserbreite und -tiefe und Änderung des Gefälles ergeben; Kolke, Untiefen, Stromschnellen)
- Entwicklung naturreaum- und gewässertypischer Vegetation im aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereich
- Ausarbeiten von Modellen und baureifen Planungen, die auf ökologischer, hydrologischer und hydraulischer Grundlage unter voller Berücksichtigung der Belange des Naturschutzes und

18) Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1987: Grundzüge der Gewässerpflanzung — Fließgewässer. Heft 21 der Schr.-R., München. Landesamt für Wasser und Abfall NW, 1989: Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. 4. Aufl., Düsseldorf.

19) PAPE, H., 1989: Wiederherstellung auen- und fließgewässertypischer Lebensräume? Eine Untersuchung zu Möglichkeiten und Grenzen von Biotopentwicklung anhand von Fallbeispielen. Diplomarbeit am Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover (unveröffentlicht).

der Landschaftspflege Wege aufzeigen, wie eine rasche und fachlich fundierte Verwirklichung der vorstehend genannten Forderungen möglich ist

- Auswertung von Beispielen zur Wiederherstellung auen- und fließgewässertypischer Lebensräume mit dem Ziel, bei der Renaturierung von Gewässerlandschaften Fehler zu vermeiden und erfolgreiche Vorgehensweisen bekanntzumachen. Dies erfordert u. a. ein wissenschaftliches Programm zur Beobachtung der Entwicklung der umgestalteten Auen mit ihren Fließgewässern.

## 5 Wege zum Ziel

### 5.1 Bewertung von Fließgewässern

Die letzten naturnahen Fließgewässer bilden als hochentwickelte ökologische Systeme nur noch einen Rest des Gewässernetzes. Wie kaum ein anderes Landschaftselement bestimmen sie das Leben in der von ihnen abhängigen Talau.

Die natürliche Vielfalt der Bäche und Flüsse mit ihren Stromschnellen und Stillwasserzonen, ihren Geröllufeln und Sandbänken, ihren Steil- und Flachufeln, ihren Auenwäldern, bachbegleitenden Saumwäldern, Röhrichten und Hochstaudenfluren, ihren Wiesengründen und Kerbtälern, ist unübersehbar. Diese natürliche Vielfalt der Gewässerlandschaft zu erhalten oder wiederherzustellen, ist eine der Hauptaufgaben des Naturschutzes und des Gewässerschutzes. Fließgewässer als Lebensadern der Landschaft und als Grundgerüst eines Netzwerkes für Biotopverbundsysteme sind Refugien, Regenerations- und Ausbreitungsgebiete sowie Wanderwege für eine Fülle von Wasser- und Landorganismen.

Da jedoch, vor allem im Flachland, kaum noch naturnahe, erst recht keine natürlichen Gewässer mehr vorhanden sind, ist die Erhaltung der letzten Reste sowie die Sanierung und Wiederherstellung naturnaher Fließgewässer und ihrer Auen lebensnotwendig für Mensch, Tier und Pflanze.

Um weitere Eingriffe in die Gewässerlandschaft zu vermeiden und eine sinnvolle Sanierung oder Renaturierung<sup>20)</sup> durchführen zu können, ist eine Bewertung des ökologischen Zustandes von Gewässern erforderlich.

Die Bewertung soll Zustand und Funktion eines Gewässers im Naturhaushalt seiner Landschaft bestimmen. Sie muß auf einem Bewertungsmaßstab, Bewertungsmerkmalen und einem Bewertungsrahmen basieren. *Bewertungsmaßstab* ist ein systemtypischer und naturraumtypischer Sollzustand an Arten, Strukturen und Funktionen. Die Bewertung erfolgt nach dem Grad der Naturnähe (von natürlich bis naturfremd). Bewertet werden *Merkmale*, die zur Charakterisierung des komplexen Wirkungsgefüges besonders geeignet sind. Der *Bewertungsrahmen* gibt für jedes Merkmal eine allgemeine Beschreibung in Zuordnung zum Bewertungsmaßstab vor, wodurch entsprechende Wertzahlen vergeben werden können.

Zur vollständigen Charakterisierung des ökologischen Zustandes müssen neben der Naturnähe auch Aussagen zu den Kriterien Vollkommenheit, Vielfalt, Gefährdung, Seltenheit und Repräsentanz sowie Wiederherstellbarkeit der Ökosysteme gemacht werden.

Da Bäche und Flüsse ganz unterschiedliche Landschaftsräume durchfließen und ihre Auen beeinflussen, besitzen sie eine Fülle wichtiger ökologischer Funktionen (vgl. Abschnitt 2.3), die nur durch ein zumindest naturnahes Gewässer und seiner entsprechenden Aue garantiert werden können.

Trotz zahlreicher Bewertungsverfahren<sup>21)</sup> bestehen noch ungelöste Bewertungsprobleme sowie Forschungsdefizite, z. B.:

- Noch unzureichend erforscht sind Strukturen und Artenspektren der naturraumtypischen Gewässerbiotope,
- die messende Erfassung von naturraumspezifischen Ökosystemen ist schwierig,
- festzulegen sind die wichtigsten Bewertungsmerkmale für die einzelnen Ökosysteme,
- weithin noch unbekannt ist die Bedeutung (Wirkung) der einzelnen abiotischen und biotischen Faktoren (Merkmale) in den unterschiedlichen, naturraumtypischen Gewässerökosystemen für den Naturhaushalt der Landschaft,
- kaum möglich ist die Erfassung und Quantifizierung von Wirkungszusammenhängen der Ökosysteme und ihrer Einzelfaktoren.

Es fehlen Richtwerte für die noch duldbare Abweichung vom optimalen Sollzustand der unterschiedlichen Gewässertypen in den verschiedenen Naturräumen. Sie fehlen, weil die Belastbarkeit von Ökosystemen noch weitgehend unbekannt ist.

Alle Bewertungsverfahren beziehen sich nur auf die Bewertung des ökologischen *Zustandes*, der zu sichern oder womöglich zu verbessern ist. Aber es besteht ein Defizit für eine direkte Bewertung des ökologischen Nutzens, der Nutzungskonflikte und Funktionsstörungen sowie ökologischer Schäden bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen. Außerdem wurden bisher aus den Ergebnissen von Bewertungen des ökologischen Zustandes kaum Handlungsvorschläge entwickelt.

### 5.2 Erhaltung und Sicherung von naturnahen Fließgewässerökosystemen

Es muß vordringliches Ziel des Naturschutzes und der Landschaftspflege sein, den noch vorhandenen Restbestand an naturnahen Gewässerstrecken mit ihren Auen zu schützen.

Neben der Erhaltung von regional- und lokaltypischen natürlichen Strukturen im Gewässerbett, am Ufer und in der Aue ist die Sicherung einer ausreichenden Gewässergüte eine Grundvoraussetzung für funktionsfähige Gewässer-Ökosysteme. Da Fließgewässer in enger Wechselwirkung mit ihren Auen stehen, kann der Fließgewässerschutz nur im Zusammenhang mit dem Schutz der Bach- und Flußauen gesehen werden. Aufgrund der Vielfalt der landschaftstypischen Gewässer sind für jedes Gewässer, entsprechend seiner individuellen Ausprägung, Pflege- und Gewässerschutzpläne auf der Grundlage der ökologisch prägenden Parameter zu erarbeiten.

Zum Schutz oligotropher Fließgewässer und der mit ihnen in Verbindung stehenden Biotope wird es erforderlich sein, Pufferzonen zur Vermeidung von Nährstoffeintrag auszuweisen. Der Quellschutz ist mit in den Fließgewässerschutz einzubeziehen, da bereits hier ausgedehnte Schutzzonen ausgewiesen werden müssen, um den Eintrag von Düngemitteln und Pestiziden zu unterbin-

20) Unter „Renaturierung“ sind diejenigen Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen zu verstehen, die ein Fließgewässer in den Zustand versetzen, der dem natürlichen möglichst nahekommt (vgl. hierzu z. B. Landesamt für Wasser und Abfall NW, 1989: Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen, S. 3). Da eine Wiederherstellung natürlicher Verhältnisse kaum möglich sein dürfte, kann unter dem Begriff „Renaturierung“ auch der Prozeß zur Wiederherstellung naturnäherer Verhältnisse verstanden werden.

21) WERTH, W., 1987: Ökomorphologische Gewässerbewertungen in Oberösterreich. Österreichische Wasserwirtschaft, 39, H. 5/6, S. 22–129.

den und den bereits schwer geschädigten, hochempfindlichen Lebensraum „Quelle“ wenigstens in seinen Restbeständen zu erhalten. Hierzu sind großzügiger Flächenankauf im Umfeld von Quellen und Nutzungsextensivierung im Einzugsgebiet erforderlich.

Naturnahe Fließgewässerstrecken dürfen nicht mehr ausgebaut werden. Die natürliche Überschwemmungsdynamik muß erhalten bleiben, da hieran der Fortbestand zahlreicher Lebensgemeinschaften gebunden ist. Falls erforderlich, muß eine Ausuferung durch Deiche am Rande der Aue eingegrenzt werden. Ein erheblicher Beitrag zur Erhaltung und Sicherung von naturnahen Fließgewässern sowie zur Entwicklung von Auenbiotopen kann durch die Ausweisung hinreichend breiter Uferstreifen erreicht werden. Diese sollten aus der intensiven Nutzung ausscheiden und naturnah gestaltet werden.

Im Bereich von Oberläufen müssen die schmalen Uferzonen bis an den Talrand geschützt werden. Erlenbrüche, Randvermoorungen und Sickerquellen am Hangfuß und sonstige gewässerabhängige Biotope sollen soweit wie möglich in den Gewässerschutz einbezogen werden. Dies kann z. B. im Rahmen von Uferstreifenausweisungen geschehen.

Altwasser und Altarme sollten durch entsprechende Uferstreifen- ausweisung mit den Hauptgewässern verbunden werden. Isoliert erhaltene naturnahe Gewässerstrecken sollten ebenfalls durch Uferstreifen miteinander verknüpft werden, nach Möglichkeit im Zusammenhang mit Renaturierungsmaßnahmen in den naturfremden Teilbereichen.

Auf die rechtlichen Möglichkeiten zur Erhaltung und Sicherung der natürlichen und naturnahen Fließgewässerökosysteme wird unter Abschnitt 5.4 eingegangen.

### 5.3 Verbesserung des heutigen Zustandes

#### 5.3.1 Berücksichtigung der Eigendynamik der Gewässer

Der ökologisch unbefriedigende Zustand zahlloser Gewässer läßt sich allein schon dadurch verbessern, daß die von der Natur gegebenen Entwicklungsmöglichkeiten genutzt und nicht ständig wieder ausgeschaltet werden. Dazu bedarf es keiner direkten Einflußnahme des Menschen, sondern vielmehr des Verzichtes auf gewisse, seit langem eingebürgerte wasserbauliche Maßnahmen. Solch ein Vorgehen wäre an vielen Stellen zu verantworten. Wasserläufe, die sich dafür eignen, liegen z. B. im Wald oder im Bereich von extensiv genutztem Grünland, sie weisen ein überdimensioniertes Querprofil auf (z. B. offene Dränvorfluter, Ausbaustrecken mit zurückgestuften Anforderungen an den Hochwasserschutz) oder sie unterliegen einer zu weit gehenden routinemäßigen Gewässerunterhaltung.

Durch die Eigendynamik des Gewässers entsteht ein vielfältig strukturiertes Gewässerbett, in welchem immer wieder Geschiebe anfällt, transportiert und abgelagert wird. Die dabei gebildeten Uferabbrüche, Kolke, Sand- und Kiesbänke ergeben eine abwechslungsreich gestaltete Sohle und ein differenziertes Fließverhalten.

Zum anderen gewinnt der Bewuchs durch die Einschränkung der Gewässerunterhaltung. So entstehen z. B. Flußuferöhrliche längs der Gewässer, wenn die regelmäßige Mahd während der Vegetationszeit bis hinab zur Wasserlinie aufhört. Anstelle von nicht länger gemähtem Rasen machen sich hochstaudenreiche Pflanzenbestände breit, die mit der Zeit verbuschen, falls die Mahd ganz eingestellt wird.

Besonderen Gewinn ziehen neu angelegte Ufergehölze daraus, daß man sie, sobald sie angewachsen sind, sich selbst überläßt. So

können sie sich ungestört zu naturnahen Gehölzbeständen entwickeln.

Auch die Tierwelt wird von derartigen „passiven Maßnahmen“ profitieren, weil dadurch für sie Lebensräume entstehen und Bestand haben, die sonst der üblichen Gewässerunterhaltung (u. a. Sohlenräumung, Mahd) zum Opfer fallen würden.

In Zukunft wird sich in dieser Hinsicht, die auf eine Entfesselung der Gewässer zielt, noch mehr verwirklichen lassen, sobald genügend breite Uferstreifen ausgewiesen sein werden und die Landnutzung wieder den naturgegebenen Abflußverhältnissen angepaßt sein wird.

### 5.3.2 Aktive Umgestaltung und Flächenbedarf

#### 5.3.2.1 Aus ökologischer Sicht

Die bei einer naturnahen Behandlung von Fließgewässern benötigte Fläche hängt von dem Grad der Naturnähe ab, der zugelassen wird oder werden kann. Die erforderliche Fläche ist zudem von den jeweiligen Eigenschaften des Ober-, Mittel- und Unterlaufes abhängig. Im Zusammenhang damit spielen die Strömungsverhältnisse, die Eigenschaften der Gesteine und Böden, die Fließgeschwindigkeiten und die Höhe, vor allem aber auch die Dauer der Wasserstände eine Rolle.

Neben der Erhaltung der Reste natürlicher und naturnaher Fließgewässer-Ökosysteme und ihrer Sicherung z. B. als Wasserschutzgebiet (§ 19 Abs. 1 Satz 3 WHG), Naturschutzgebiet oder geschützter Landschaftsbestandteil (Abschnitt 5.4) muß die Umgestaltung naturferner „Vorfluter“ in naturnahe Fließgewässer schrittweise vorgenommen werden. Die Realisierung dieser Aufgabe ist bei dem fortgeschrittenen Gewässerausbau und der mehr oder weniger intensiven Nutzung der Einzugsgebiete (Abschnitt 3) nur langfristig und in kleinen Schritten möglich und bedarf, um kurzfristig unzumutbare Nachteile für die Nutzer und Eigentümer der Gewässer und Auen zu vermeiden, eines überlegten Vorgehens. Bei einer Renaturierung ist Voraussetzung, nicht nur das Gewässer und seine Aue, sondern das gesamte Einzugsgebiet mit seinen Eigenschaften zu beachten, um weitere problematische Vorhaben zu verhindern und nachteilige Entwicklungen entweder rückgängig zu machen oder zumindest im Sinne eines erhöhten Schutzes der Talauen und Fließgewässer zu dämpfen.

Der erste Schritt zu einer naturnäheren Lösung ist die ungehinderte Verbindung von Haupt- und Nebengewässern, um vor allem den wandernden Wasserlebewesen den Aufstieg zu ermöglichen. Die nicht zu überwindenden Barrieren müssen entfernt oder so umgebaut werden, daß der Aufstieg wieder möglich ist. Zu den Barrieren gehören vor allem Sohlabstürze, Verrohrungen, Teiche und Hochwasserrückhaltebecken mit Dauerstau im Hauptschluß des Gewässers sowie Gewässersohlen aus nicht natürlichem Material und faunen- wie florenfeindlicher Anordnung. Auch müssen die Wasserstände wieder den natürlichen Schwankungen entsprechen. Die hierdurch entstehenden Reize tragen zum Auslösen der Wanderbewegungen bei.

Voraussetzung für den Erfolg ist eine Wasserqualität, die allen wasserbewohnenden Lebewesen den Aufenthalt in und den Wechsel zwischen den ihnen gemäßen Gewässerregionen ermöglicht.

Der Flächenbedarf für die Wiederherstellung eines Biotopverbundsystems im Bereich des Wasserkörpers ist vergleichsweise gering.

Ein weiterer Schritt zu einer naturnäheren Lösung besteht in der Anreicherung begradigter und im Trapezprofil ausgebauter Wasserläufe auf den zur Verfügung stehenden Flächen (u. a. Sohle und Böschungen) mit natürlichen Elementen (u. a. Störsteine, kleine

Uferabbrüche, Kolke, Steilufer, Flachwasserzonen, Bach- und Flußröhrichte, Hochstaudenfluren und Ufergehölze). Entfernt werden sollten naturferne Einrichtungen (u. a. Sohlstickung, Böschungspflaster, Querwerke, Sohlrampen) dort, wo sie nicht mehr erforderlich sind. Allein schon die durchgehende Pflanzung bodenständiger Gehölze zwischen dem Sommermittelwasserstand und der Böschungsoberkante stellt eine einfache und kostengünstige Bereicherung eines Trapezquerschnittes dar. Auf diese Weise kann bereits eine bedeutende Verbesserung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes erzielt werden. Die häufiger überfluteten Flächen brauchen nicht gemäht zu werden. Bei diesem Vorgehen sind zusätzliche, dem Fließgewässer dienende Flächen im allgemeinen nicht erforderlich bzw. ein Flächenerwerb ist äußerst gering. Bei diesem Schritt sind die Randstreifenprogramme des Bundes und der Länder zu beachten.

Der nächste Schritt besteht darin, dem Fließgewässer mehr Platz zu geben sowie Fließstrecken durch Windungen zu verlängern, wo sie durch früheren Ausbau verkürzt wurden. Dadurch kann das „entfesselte“ Gewässer sein Bett selbst ausbilden, und die Entstehung und Entwicklung des Bewuchses wird der Natur weitgehend selbst überlassen. Die zum Gewässer gehörende Fläche sollte auf jeder Uferseite mindestens das Dreifache der Wasserspiegelbreite bei Mittelwasser betragen, nicht aber unter 5 m liegen. Bei stark eingetieften Bächen sollte der Mindestabstand zwischen dem Böschungsfuß und der Nutzungsgrenze größer sein als der vierfache Wert der Höhendifferenz zwischen dem Tiefpunkt in der Gewässersohle und der Geländehöhe an der Nutzungsgrenze. Der gewonnene Raum steht dem Gewässer und seiner Eigendynamik zur Verfügung und sollte möglichst ungenutzt bleiben oder einer extensiven Nutzung unterliegen. Dort, wo früher Schlingen vorhanden waren, sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, daß sie sich wieder bilden können.

Dieser Schritt ist mit erheblichen Eingriffen in die in Kultur genommenen Flächen verbunden und verlangt nicht nur eine gezielte Bodenpolitik (u. a. Ankauf, Pacht), sondern auch angemessene Ausgleichs- und Entschädigungsregelungen (u. a. für die Aufgabe von Nutzungen, Extensivierung auf vorher intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen und Umsiedlung). Der Flächenbedarf ist erheblich, die nachhaltige Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes entsprechend hoch.

Der letzte Schritt besteht in der Wiederherstellung von autotypischen Strukturen wie Hohlformen (u. a. Altwasser, Altarme, Flutmulden, Tümpel) und Auenwäldern. Der Flächenbedarf hängt von der Ausbildung der Aue ab und wird im allgemeinen hoch sein. Mit jeder aus der Nutzung genommenen und wieder den natürlichen Bedürfnissen eines Fließgewässerökosystems entsprechenden Fläche verbessert sich die nachhaltige Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes der Fließgewässerlandschaft.

Auch bei diesem Schritt spielt eine im Sinne des Gewässer- und Naturschutzes gesteuerte Grundstücks- und Bodenpolitik mit entsprechenden Ausgleichs- und Entschädigungsregelungen eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die beiden zuletzt genannten Schritte kommen nicht aus ohne den Einsatz bewährter Mittel der Landeskultur, wie z. B. der Flurbereinigung oder dem beschleunigten Zusammenlegungsverfahren.

Die vorstehend genannten Schritte müssen nicht nacheinander, sondern können auch nebeneinander verfolgt und verwirklicht werden.

### 5.3.2.2 Aus der Sicht des Flußbaues

Unter Flußbau wird hier ein naturnaher Flußbau verstanden, bei dem die Eigenarten des jeweiligen Fließgewässers berücksichtigt und das Gewässer in einen naturnahen Zustand überführt werden soll. Hierbei werden die Forderungen angrenzender Nutzungen

und des Gemeinwohls, wozu auch der Naturschutz gehört, in ausgewogener Weise berücksichtigt.

Der Flächenbedarf entsteht durch zahlreiche Maßnahmen. So sind neben der „Entfesselung“ für die Schaffung ausgeglichener Wasserführungen, wie sie der Natur des Gewässers entsprechen, Flächen für die Retention bzw. den Hochwasserrückhalt erforderlich. Dabei sollten bei gering und mäßig belasteten Gewässern (Gewässergüte II und besser) naturnahe Formen der Hochwasserrückhaltung, wie z. B. die Reaktivierung der natürlichen Retentionsräume (Altwasser, Altarme, Flutmulden), verwirklicht werden. Hierbei entsteht ein hoher Flächenbedarf.

Eine Verbesserung der Niedrigwassersituation ist durch eine Wiedervernässung von ehemaligen Feuchtgebieten möglich. Als konkrete Baumaßnahmen kommen der teilweise Rückbau von Dränsystemen und das Anheben von Gewässersohlen in Frage. Die wiedervernässenden Flächen müssen erworben oder der damit verbundene Nutzungsausfall muß entschädigt werden.

Kompakte Hochwasserrückhaltebecken herkömmlicher Bauart sind nur dann zu empfehlen, wenn natürliche Rückhalteräume nicht ausreichen. Bei auf lange Sicht stärker verschmutzten Gewässern (Gewässergüte III und schlechter) können solche Becken die mit der Hochwasserrückhaltung verbundene starke Anreicherung der Böden mit Nährstoffen und Schadstoffen auf kleinere Flächen begrenzen.

Durch Sedimentrückhaltebecken an geeigneten Stellen können unnatürlich hohe Sand- und Schlammfrachten reduziert werden. Hierdurch wird ein Beitrag zur Verbesserung der Wasserqualität geleistet.

Für die Öffnung von Gewässerverrohrungen sind Flächen erforderlich. Oftmals sind die Verrohrungen überbaut worden, so daß das Gewässer in einer neuen Trasse an der Bebauung vorbeigeführt werden muß.

Für den Hochwasserschutz von Ortslagen mit naturnahen Mitteln müssen weit größere Flächen bereitgestellt werden als bei der früher üblichen Vorflutbeschaffung.

Neben den oben beschriebenen Hochwasserrückhaltmaßnahmen wird der Schutz durch uferferne Deiche sowohl aus der Sicht der Wasserwirtschaft als auch aus der des Naturschutzes meist günstig beurteilt. Die Hochwasserwelle wird kaum verschärft, und Eingriffe in das Gewässer selbst sind kaum erforderlich.

In vielen Fällen werden Gewässer in Ortslagen und unterhalb von Ortslagen hochwasserfrei ausgebaut werden müssen. Dabei sollte das früher übliche kompakte Trapezgerinne als absolute Ausnahme zum Passieren kurzer Engpässe angesehen werden.

Zu einem naturnah ausgebauten Fließgewässer gehört heute unbedingt an beiden Ufern ein mehr oder weniger geschlossener Saum aus bodenständigen Gehölzen. Wenn dadurch bedingt die Hochwasserabflüsse im Flußlauf selbst nicht mehr schadfrei abgeführt werden, können seitlich Flutmulden vorgesehen werden. Der Flächenbedarf für die gegliederten Abflußprofile ist deutlich größer als der kompakter Trapezgerinne, weil sich wesentlich langsamere Fließgeschwindigkeiten einstellen.

Neu geplante Fluß- und Bachläufe müssen eine geschwungene Linienführung erhalten. Nutzungsgrenzen oder parallel geführte Verkehrswege oder Leitungen haben meist einen geraden Verlauf. Hierdurch kommt es bei Neuplanungen zu einem wesentlich höheren Flächenbedarf als bei der früher üblichen geraden Trassenführung.

Die ehemals übliche Anordnung von Verkehrswegen und Leitungstrassen unmittelbar neben einem begradigten Gewässer führt bei einer Renaturierung zu Schwierigkeiten. Wegen der Ko-

sten für die Verlegung der Leitungen oder für Dükerbauten scheitern zahlreiche Vorhaben, einen naturnäheren Wasserlauf herzustellen. Daher sind oft die Umbauten nur auf einer Uferseite möglich.

Fließgewässer haben von Natur aus die Tendenz, ihren Lauf zu verlagern. Diese Tendenz muß bei der Planung berücksichtigt werden, soll den Gewässern wieder ein wenig ihrer ursprünglichen Dynamik zugestanden werden. Hierzu gehört eine großzügige Bemessung der Flächen für die Sohle und die Böschungen und die Verwendung von Sicherungselementen, die auch nach begrenzter Unterspülung, Absinken oder Umlagerung noch ihre Aufgabe erfüllen. Bewährt haben sich in dieser Hinsicht Bauweisen mit Kies, Schotter, Steinen, Faschinenreisig und ingenieurbio-logische Bauweisen.

Gesichert werden sollte nur dort, wo mit Erosionsvorgängen zu rechnen ist, die zu ernsthaften Schäden auf den genutzten Flächen der Anlieger, Oberlieger oder Unterlieger führen. Sonst kann durch die Bereitstellung eines ausreichend breiten Uferstreifens die natürliche Entwicklung abgewartet und eine künstliche Ufersicherung unterbleiben oder stark reduziert werden.

### 5.3.2.3 Aus ingenieurbio-logischer Sicht

Sind Sohle und Ufer von Bächen, Flüssen und Strömen durch Naturereignisse beschädigt oder durch Menschenhand verändert worden und sollen sie vor weiteren Einwirkungen durch Hochwasser bewahrt werden, sind seit altersher ingenieurbio-logische Bauweisen verwandt worden. Kennzeichnend für sie ist, daß Pflanzen und Pflanzenteile als lebende Baustoffe so eingesetzt werden, daß sie im Laufe ihrer Entwicklung im Zusammenhang mit Boden, Gestein und Bodenwasser den wesentlichen Beitrag zur dauerhaften Sicherung und Erhaltung leisten. In der Anfangsphase ist oft eine Verbindung mit unbelebten Baustoffen nicht zu umgehen.

Ingenieurbio-logische Bauweisen erübrigen sich, wenn dem Fließgewässer ausreichend Raum gewährt wird, um sich der Eigendynamik entsprechend natürlich entwickeln zu können. Die Verlagerung der Uferlinien an kurvenreichen Gewässern kann jedoch zu großen Problemen mit den Anliegern führen.

Bauweisen des Lebendverbaues (u. a. lebende Spreitlagen, Kämme oder Matten, auch in Kombination mit unbelebten Baustoffen) kommen unter folgenden Voraussetzungen in Frage:

- zur Sicherung von Ufer und Sohle vor Hochwasser und Eisgang, bis das Wurzelwerk und die oberirdischen Teile der Ufergehölze diese Sicherungsaufgabe übernehmen,
- als naturnahe Sicherung an Uferabschnitten, an denen keine Eigenstabilität möglich ist,
- an Uferabschnitten (vor allem an Prallufeln), an denen eine natürliche Weiterentwicklung des Gewässers wegen angrenzender, kurzfristig oder auf lange Sicht nicht aufgebbarer Nutzungen (u. a. Verkehrswege, Gebäude) nicht möglich ist. Hier muß das Ziel sein, der angrenzenden Nutzung möglichst lange ein stabiles Ufer zu geben.

Die Fläche, die für ingenieurbio-logische Bauweisen erforderlich ist, richtet sich einmal nach der Bauweise selbst. Sie muß in vollem Umfang ihre Sicherungsaufgaben erfüllen können. Beachtet werden darf aber nicht nur das Anfangsstadium der Vegetationsentwicklung. Auch das sich aus der Bauweise entwickelnde Ufergehölz muß den für seine weitere Entwicklung erforderlichen Raum beanspruchen können. Andernfalls ist ein ständiges „Auf-den-Stock-setzen“ der z. B. aus Weidenspreitlagen oder -steckhölzern austreibenden Ruten erforderlich. Die Folge ist ein im Rutenstadium verbleibender Uferbewuchs. Ein solches, dazu noch pflegeaufwendiges Ergebnis kann nicht das Ziel einer naturnahen Gestaltung der Fließgewässer sein.

### 5.3.2.4 Aus hydrologischer und hydraulischer Sicht

Beim naturnahen Gewässerausbau besteht einerseits die Gefahr des Verlustes von Abflußkapazitäten unter Zunahme der Gefahr von Überschwemmungen. Die Leistungsfähigkeit der Vorfluter ist auch im naturnahen Ausbau nachzuweisen. Dazu wurden in den letzten Jahren Berechnungsverfahren (u. a. von ROUVÉ und INDLEFOFER 1980)<sup>22)</sup> entwickelt. Andererseits lassen sich die Hochwasserverhältnisse durch eine Reihe von Veränderungen im Einzugsgebiet verbessern.

Negative Auswirkungen auf das Abflußgeschehen infolge menschlicher Eingriffe im Einzugsgebiet sind vor allem die zunehmenden Hochwasserspitzen. Vor allem dort, wo sich die Hochwasserspitzen aus Teileinzugsgebieten zeitlich überlagern, sind besondere Maßnahmen zu ergreifen.

Als wesentliche Ursache ist die zunehmende Versiegelung von Flächen anzusehen. Durch eine Verminderung der versiegelten Flächen ließe sich das Abflußgeschehen verbessern. Für das Niederschlagswasser müssen demnach wieder Versickerungsmöglichkeiten geschaffen werden, damit es im Boden zwischengespeichert und zeitlich verzögert dem Vorfluter zugeführt wird bzw. das Grundwasser anreichert.

Zusätzlich ist eine dezentrale Regenwasserrückhaltung in Form von Versickerungsbecken, Versickerungsmulden oder auch Zisternen und Regentonnen für die einzelnen Teilgebiete in Betracht zu ziehen. Zisternen und Regentonnen lassen sich den einzelnen Häusern oder Hausgruppen zuordnen. Das zurückgehaltene Regenwasser kann dann als Brauchwasser für die Gartenbewässerung eingesetzt werden.

Voraussetzung für die Anlage von Versickerungsmulden oder flächenintensiveren Versickerungsbecken sind:

- ein für die Versickerung geeigneter Untergrund
- ein ausreichender Flurabstand des natürlichen Grundwassers
- ein ausreichender Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen.

Die Nutzung von natürlichen Retentionsräumen ist der Schaffung von künstlichen vorzuziehen. Künstliche Retentionsräume (Regenrückhaltebecken) sind in ihrer Funktion und ihrer Lage zueinander so zu optimieren, daß die Hochwasserbelastung des Fließgewässers entschärft wird.

Insbesondere sind Rückhaltebecken im Kanalnetz, evtl. in Kombination mit einer Regenwasserbehandlung, zur Kompensation erhöhter Abflußmengen infolge zunehmender Versiegelung in städtischen Gebieten und zur Verbesserung der Gewässergüte des Fließgewässers sinnvoll. Ausbaumaßnahmen im Kanalsystem können evtl. zu lokalen Hochwasserverschärfungen im Bereich der Sammlereinleitungsstellen in das Fließgewässer führen. Zusätzliche Rückhalteräume im Seitenschluß können hier Abhilfe schaffen. An den Einleitungsstellen aus den Kanalabschlägen ist auf Grund der stoßartigen Belastungen auf Sohl- und Prallböschungssicherung zu achten.

In der schon angesprochenen Pleisbachstudie wurden verschiedene hier aufgeführte Möglichkeiten der Entschärfung der Hochwasserbelastung erfolgreich erprobt. Die Leistungsfähigkeit des naturnah gestalteten Fließgewässers wurde nach dem Verfahren von BRETSCHNEIDER (1982) und PETRYCK und BOSMAJIAN (1975)<sup>23)</sup> berechnet.

22) ROUVÉ, G.; INDLEFOFER, H.: Hydraulic capacity of rivers with vegetated flood plains. IAHR Symposium on river engineering, Belgrad 1980.

23) PETRYCK, S.; BOSMAJIAN, G.: Analysis of flow through vegetation. Proc. ASCE, Hy 7, 1975, BRETSCHNEIDER, H.: Gewässerbau, in: BRETSCHNEIDER, H.; LECHER, K.; SCHMIDT, M.: Taschenbuch der Wasserwirtschaft, 6. Aufl. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1982.

### 5.3.2.5 Aus der Sicht der Unterhaltung

Natürliche bzw. naturnahe Fließgewässer, die sich in Bezug auf Erosion und Akkumulation in einem Gleichgewichtszustand befinden und mit einem hinreichend breiten Bett, Auenbereich mit natürlichem Auenwald sowie standortgerechten Röhricht- und Uferstaudenzonen ausgestattet sind, bedürfen so gut wie keiner Unterhaltung.

Da sich Gewässer dynamisch entwickeln, sollten ihnen entsprechend breite Entwicklungsräume als Auen belassen bleiben oder zurückgegeben werden. Es sollte nur im wirklichen Bedarfsfall in die Gewässerdynamik eingegriffen werden. Gehölzpflege sollte sich auf das Entfernen von Abflußhindernissen beschränken, falls durch sie größere Schäden zu befürchten sind. Totholz, das hydraulisch nicht stört, kann liegen- oder stehenbleiben. Die forstliche Nutzung von Auenwäldern sollte den Grundsätzen des ökologischen Waldbaues folgen.

Grünland sollte extensiv bewirtschaftet werden. Großseggenriede sollten im Abstand von fünf Jahren, Kleinseggenriede im Abstand von drei Jahren abschnittsweise gemäht werden. Naßwiesen erfordern je nach Pflanzengesellschaft unterschiedliche Pflegeprogramme. Bereiche, die der natürlichen Sukzession unterliegen (z. B. Brachen), bedürfen im allgemeinen keiner Kontrolle.

### 5.4 Rechtliche Möglichkeiten

Zur Erhaltung der noch bestehenden Reste natürlicher und naturnaher Fließgewässer, zur Renaturierung bereits ausgebauter Fließgewässer, zu naturnäherer Entwicklung nur bedingt rückbaufähiger Fließgewässer und zur Einflußnahme auf die Einzugsbereiche bieten sich vor allem folgende rechtliche Möglichkeiten an.

#### 5.4.1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)<sup>24)</sup>

Schutz, Pflege und Entwicklung von Natur und Landschaft, zu denen die Fließgewässer gehören, sind die Ziele (§ 1 BNatSchG) des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Mit diesen Zielen sollen die nachhaltige Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes, die Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, der Schutz der Tier- und Pflanzenwelt sowie die Erhaltung der Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft sichergestellt werden.

In den Grundsätzen (§ 2 (1), Nr. 6 BNatSchG) ist die Forderung verankert, einen rein technischen Ausbau von Gewässern zu vermeiden und statt dessen biologische Wasserbaumaßnahmen zu bevorzugen. Der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vorgelegte Novellierungstext (27. Febr. 1989) hat diesen Grundsatz weiter präzisiert, und dieser sollte weiter verfolgt werden.

Die Umsetzung der Ziele und Grundsätze ist Aufgabe der Behörden und öffentlichen Stellen (§ 3 (1) BNatSchG), zu denen im Zusammenhang mit Fließgewässern z. B. Wasser- und Schifffahrtsverwaltungen, Flurbereinigungsbehörden, Naturschutzbehörden, Wasser- und Bodenverbände und die Gemeinden gehören.

Nach §§ 5–7 BNatSchG ist die Landschaftsplanung — Landschaftsrahmenplan, Landschaftsplan und Landschaftspflegerischer Begleitplan — das Instrumentarium, das die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege verwirklichen soll. Im Landschaftsplan können Konzeptionen zur Erhaltung und naturnahen Entwicklung von Fließgewässern entwickelt werden.

Da nach den derzeit vorliegenden rechtlichen Grundlagen in allen Flächenländern der Bundesrepublik Deutschland mit Ausnahme von Nordrhein-Westfalen die Gemeinden zuständig für die Aufstellung der Landschaftspläne sind, muß nach Wegen gesucht werden,

die den Aufgaben der Landschaftspläne nach § 6 BNatSchG gerecht werden. So sollte sichergestellt werden, daß

- die für Naturschutz und Landschaftspflege zuständige Behörde einen Landschaftsplan als fachlichen Rahmenplan für den gesamten Bereich des Naturschutzes und der Landschaftspflege aufstellt,
- die Gemeinden vor der Aufstellung ihrer Bauleitpläne einen gemeindlichen Landschaftsplan auf der Grundlage des vorgenannten fachlichen Rahmenplanes aufstellen, und zwar in Zusammenarbeit und im Einvernehmen mit der für Naturschutz und Landschaftspflege zuständigen Behörde,
- der gemeindliche Landschaftsplan ein Bestandteil des vorbereitenden Bauleitplanes (Flächennutzungsplan) ist oder der Inhalt so weit wie möglich in die Bauleitpläne übernommen wird,
- die nicht in die Bauleitpläne übernommenen Bereiche und Maßnahmen als verpflichtende Aufgabe in Zusammenarbeit mit der für Naturschutz und Landschaftspflege zuständigen Behörde umgesetzt werden.

Damit können die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, daß die Landschaftsplanung einen wesentlichen Beitrag zur naturnahen Behandlung der Fließgewässer leisten kann.

Ein sehr wichtiges Instrument stellt die Eingriffsregelung (§ 8 BNatSchG) dar, mit deren Hilfe eingreifenden Fachplanungsbehörden im „Huckepackverfahren“ auferlegt werden kann, die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu verwirklichen.

Als Eingriffe in Fließgewässer gelten zunächst die unmittelbar in und am Wasserlauf vorgenommenen Maßnahmen. Diese wirken sich auf den engeren und weiteren Uferbereich mit seiner Vegetation, teils aber auch auf die Talau aus. Außerdem haben Eingriffe in die Talau und das gesamte Einzugsgebiet, wie Änderung und Beseitigung von Waldbeständen, Art und Änderung landwirtschaftlicher Nutzungen, Auf- und Ausbau von Siedlungen, Industriebauten und Verkehrswegen, häufig Einfluß auf den Naturhaushalt des Wasserlaufes. Bereits in seiner Stellungnahme über „Eingriffe in Natur und Landschaft — Vorsorge und Ausgleich“<sup>25)</sup> stellt der Rat fest, daß jeder Eingriff in das Gewässer selbst, in das Grundwasser und die Ufervegetation weitreichende Auswirkungen auf die gesamte Gewässerlandschaft hat, denn Fließgewässer und Aue stehen in enger Wechselbeziehung zueinander.

Dies macht es notwendig, sowohl Eingriffe im und am Wasserlauf als auch im Talraum und im weiteren Einzugsgebiet daraufhin zu untersuchen und zu beurteilen, inwieweit sie den Naturhaushalt und das Erscheinungsbild der Landschaft beeinträchtigen.

Mit der Eingriffsregelung ist die Voraussetzung geschaffen, vor einem Eingriff die Vermeidbarkeit von Beeinträchtigungen zu prüfen, was als ein bedeutender Ansatz zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) zu erachten ist.

Wenn ein wasserwirtschaftliches Projekt unter Beachtung der Ergebnisse einer UVP durchgeführt wird, so müssen die zum Ausgleich der Beeinträchtigung von Natur und Landschaft als Folge des Eingriffs notwendigen Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege durchgeführt werden. Die Maßnahmen können in einem „Landschaftspflegerischen Begleitplan“, der Bestandteil des Fach- bzw. Betriebsplanes ist, dargestellt werden. Die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege können aber auch gemeinsam mit dem Fachplan entwickelt und dargestellt werden. Voraussetzung hierfür ist, daß im Rahmen dieses Vorgehens die Vertretbarkeit des Eingriffes unter Einbeziehung der Be-

24) BNatSchG i. d. F. vom 12. März 1987 (BGBl. I, S. 889).

25) Deutscher Rat für Landespflege, 1989: Eingriffe in Natur und Landschaft — Vorsorge und Ausgleich. Heft 55 der Schr.-R. des Rates.

lange des Naturschutzes und der Landschaftspflege geprüft und entschieden wird. Erst dann, wenn die Vertretbarkeit bejaht wird, werden Varianten ausgearbeitet und bewertet. Auf die Verbindung der Eingriffsregelung mit § 2 (1) Nr. 6 BNatSchG — ein rein technischer Ausbau ist zugunsten eines biologischen Wasserbaus möglichst zu unterlassen — wird nochmals hingewiesen.

Neben der Möglichkeit der Ausweisung von Naturschutzgebieten (§ 13 BNatSchG), Landschaftsschutzgebieten (§ 15 BNatSchG), Naturdenkmälern (§ 17 BNatSchG) und Geschützten Landschaftsbestandteilen (§ 18 BNatSchG) zum Schutz bestimmter Flächen an Fließgewässern sind nach § 20 c BNatSchG folgende Biototypen, die im Bereich von Fließgewässern und ihren Auen vorkommen können, geschützt: Moore, Sümpfe, Röhrichte, seggen- und bin- senreiche Naßwiesen, Quellbereiche, naturnahe und unverbaute Bach- und Flußabschnitte, Verlandungsbereiche stehender Gewässer, Bruch-, Sumpf- und Auwälder.

Maßnahmen, die zu einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen dieser Biotope führen, sind unzulässig. Leider ist § 20 c noch längst nicht in alle Landesnatur- schutzgesetze aufgenommen worden, da der Gesetzgeber ver- säumt hat, hier eine Frist vorzugeben.

#### 5.4.2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)<sup>26)</sup>

Nach § 1 a WHG sind die Gewässer als Bestandteile des Natur- haushaltes so zu bewirtschaften, daß sie dem Wohl der Allgemei- heit und in Einklang damit auch dem Nutzen einzelner dienen und daß jede vermeidbare Beeinträchtigung unterbleibt. Dieses be- deutet, daß Schutz der Natur und Allgemeinwohl in Zusammen- hang mit Gewässernutzung gleichrangig behandelt werden. Die Wasserwirtschaftsverwaltungen haben also nicht mehr nur den Wasserkörper, sondern auch die dazugehörige Umgebung (Ein- zugsgebiet) in die Beurteilung bei Ausbau- und Unterhaltungs- maßnahmen einzubeziehen.

Der § 19 WHG erlaubt die Ausweisung von Wasserschutzgebieten, soweit es das Wohl der Allgemeinheit erfordert (z. B. in Trinkwas- sergewinnungsgebieten). In diesen Wasserschutzgebieten kön- nen bestimmte Handlungen verboten oder für beschränkt zulässig erklärt werden. Unter diese Verbote und Beschränkungen fallen auch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsweisen, wie der Auftrag von Dünge- und Pflanzenbehandlungsmitteln.

Der § 28 (1) regelt, daß im Zuge der Unterhaltung von Fließgewäs- sern den Belangen des Naturhaushaltes Rechnung getragen wer- den muß und daß das Bild und der Erholungswert der Gewässer- landschaft zu berücksichtigen sind. Auch beim Ausbau der Gewäs- ser, der nur nach vorherigen Planfeststellungsverfahren durchzu- führen ist, sind Landschaftsbild und Erholungseignung der Gewäs- serlandschaft bei der Linienführung und Bauweise zu beachten. Dies wird durch die Aufstellung der Landschaftspflegerischen Be- gleitpläne nach § 8 (4) BNatSchG sichergestellt.

In den Bewirtschaftungsplänen (§ 36 b (3) WHG) für oberirdische Gewässer oder Gewässerteile werden die Nutzungen, denen das Gewässer dienen soll, die Merkmale, die es in seinem Verlauf auf- weisen soll, und die erforderlichen Maßnahmen, die zur Erreichung und Erhaltung der Merkmale führen, festgelegt. Hier können z. B. Uferstreifen gesichert und ihre Nutzung festgelegt werden.

#### 5.4.3 Umweltverträglichkeitsprüfung

Auch wenn für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) die bun- desgesetzlichen Grundlagen — als Umsetzung der EG-Richtlinie vom 27. Juni 1985 über die UVP bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten — noch nicht verabschiedet sind, so ist das kein Grund, sie bei entsprechenden Projekten bzw. Eingriffen mit poten-

tiellen Belastungen zu unterlassen. Die Tatsache, daß sich auch die Europäische Gemeinschaft eingehend mit dem Komplex befaßt hat, läßt erkennen, welche Bedeutung einer solchen Prüfung bei- gemessen wird. In der Begründung der EG-Richtlinie wird u. a. ge- sagt, daß „die beste Umweltpolitik darin besteht, Umweltbelastun- gen von vornherein zu vermeiden, statt sie erst nachträglich in ih- ren Auswirkungen zu bekämpfen.“ Umweltverträglichkeitsprüfun- gen sind also ein Mittel zur Durchführung einer Vorsorgepolitik. Auch das macht deutlich, daß eine UVP nicht während eines Pla- nungs- oder Planfeststellungsverfahrens, sondern zum Zeitpunkt der Vorplanung anzusetzen ist.

In der gutachtlichen Stellungnahme des Rates „Zur Umweltver- träglichkeitsprüfung“<sup>27)</sup> heißt es, daß die Umweltverträglichkeits- prüfung ein Instrument der Vorsorge gegen Beeinträchtigungen, Gefährdungen und Schädigungen des Menschen und der Umwelt durch menschliches Handeln ist. Sie ist ein rechtlich geregeltes In- strument des Verwaltungsverfahrens, das darauf gerichtet ist, um- weltunverträgliche Maßnahmen möglichst zu vermeiden und ei- nen hohen Grad der Umweltverträglichkeit der Maßnahmen zu er- reichen.

#### 5.4.4 Flurbereinigungsgesetz (FlurbG)<sup>28)</sup>

Der technische Ausbau von Wasserläufen ist in der Vergangenheit häufig im Rahmen der Flurbereinigung ausgeführt worden. Unge- achtet der Tatsache, daß die Flurbereinigung in der Vergangenheit vielfach negative Auswirkungen auf den Naturhaushalt und das Er- scheinungsbild der Landschaft gehabt hat, so hat sie heute die Möglichkeit, Flurbereinigungsverfahren durchzuführen, die den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege dienen. In § 37 des Flurbereinigungsgesetzes, der die Neugestaltung des Flurbereinigungsgebietes regelt, ist u. a. festgesetzt, daß die Flur- bereinigungsbehörde bei der Durchführung der Maßnahmen vor allem auch den Erfordernissen der Raumordnung und Landespla- nung und einer geordneten städtebaulichen Entwicklung, des Um- weltschutzes, des Naturschutzes und der Landschaftspflege, der Erholung wie auch der Gestaltung des Orts- und Landschaftsbil- des Rechnung zu tragen hat. Damit ist der Flurbereinigung für die Sicherung, Wiederherstellung, Pflege und Entwicklung einer ge- ordneten Kulturlandschaft, wozu die naturnahe Behandlung unse- rer Fließgewässer gehört, ein hoher Stellenwert beizumessen.

In keiner Fachplanung können sich die Inhalte von vorgegebenen Landschaftsprogrammen, Landschaftsrahmenplänen und Land- schäftsplänen so niederschlagen wie in der Flurbereinigung, d. h. Bestandsaufnahme, Bewertung, Maßnahmen und Ziele können in den Landschaftspflegerischen Begleitplan integriert und für das Verfahren ausgewertet werden. Der Landschaftspflegerische Be- gleitplan hat in § 41 des Flurbereinigungsgesetzes eine gesetzli- che Grundlage erhalten, und zwar als Teil des Wege- und Gewäs- serplanes. So liegt es nahe, bei der künftigen naturnahen Behand- lung unserer Fließgewässer auf das rechtliche Instrumentarium der Flurbereinigung zurückzugreifen und die Maßnahmen im Zuge des Verfahrens durchzuführen.

#### 5.4.5 Baugesetzbuch (BauGB)<sup>29)</sup>

Auch über das Baurecht können Aussagen zur Behandlung von Fließgewässern getroffen werden. Der Flächennutzungsplan (§ 5 (2) BauGB) legt die beabsichtigten Flächennutzungen der Ge- meinden in den Grundzügen fest. In diesem Zusammenhang trifft

26) WHG i. d. F. vom 8. Okt. 1986 (BGBl. S. 1654).

27) Deutscher Rat für Landespflege (1988): Zur Umweltverträglichkeits- prüfung. Heft 56 der Schr.-R. des Rates.

28) FlurbG i. d. F. vom 16. März 1976.

29) BauGB i. d. F. vom 8. Dez. 1986 (BGBl. I. S. 2253).

er auch Aussagen für Wasserflächen, Häfen und die für die Wasserwirtschaft vorgesehenen Flächen sowie für die Flächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind. Im Bebauungsplan (§ 9 (1) BauGB) werden diese Nutzungen später festgesetzt.

#### 5.4.6 Bundeswaldgesetz<sup>30)</sup>

Der § 12 (1) Bundeswaldgesetz ermöglicht die Festsetzung von Waldbeständen zu Schutzwald, wenn dies zur Verhütung von Gefahren, erheblichen Nachteilen oder Belästigungen für die Allgemeinheit notwendig ist. Die Erklärung zu Schutzwald kommt hier insbesondere in Betracht als Schutz gegen Uferzerstörung durch Erosion, Austrocknung und schädlichem Abfließen von Niederschlagswasser.

Die genannten rechtlichen Möglichkeiten — die Aufzählung ist nicht abschließend — sind grundsätzlich ausreichend, um die Sicherung und Entwicklung naturnaher Fließgewässer zu gewährleisten und ein abgestuftes Fließgewässer-Schutzsystem mit absoluten Schutzgebieten, Pufferzonen und eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten aufzubauen. Daß die Fließgewässer nur so zögerlich rückgebaut werden, ist überwiegend ein Problem des schleppeienden Vollzugs und der häufig unzureichenden Zusammenarbeit der zuständigen Behörden.

## 6 Zusammenfassende Empfehlungen

In den vorhergehenden Abschnitten wurde dargestellt, daß es heute um einen einseitig technisch ausgerichteten Ausbau von Fließgewässern nicht mehr gehen kann. Dieser ist auch nicht notwendig, wie zahlreiche Untersuchungen belegen. Dagegen hat sich gezeigt, daß in vielen Fällen für ausgebaute Fließgewässer ein Rückbau in Richtung Naturnähe möglich und sowohl von seiten des Naturschutzes als auch des Gewässerschutzes erwünscht ist. Dringend notwendig ist es, die noch verbliebenen Reste unverbaubarer natürlicher und naturnaher Fließgewässer zu erhalten. Im folgenden sollen die Forderungen und Empfehlungen zur künftigen Behandlung von Fließgewässern zusammenfassend dargestellt werden.

### *Sicherung und Erhaltung bestehender naturnaher Fließgewässer*

- Sämtliche bestehenden, nicht ausgebauten naturnahen Fließgewässerabschnitte (meist die Überläufe) sind unter Ausnutzung der rechtlichen Möglichkeiten des Bundesnaturschutzgesetzes, des Wasserhaushaltsgesetzes und der entsprechenden Landesgesetze zu sichern und zu erhalten. Dies ist notwendig, weil es sich um schutzwürdige Lebensräume vielfach bedrohter wildlebender Pflanzen- und Tierarten handelt, die als Wiederausbreitungszentren bei der Renaturierung von Fließgewässer-Ökosystemen dienen.
- Insbesondere Quellbereiche sind wirkungsvoll und umfassend zu schützen; so ist z. B. eine ausreichend breite Quellrandzone zu sichern, um mögliche Schadstoffeinträge aus landwirtschaftlicher Nutzung in das Quelleinzugsgebiet zu verhindern.
- Werden Schutzausweisungen im Sinne des Naturschutzrechts (z. B. Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, Schutz bestimmter Biotope) oder des Wasserrechts (Wasserschutzgebiet) ausgesprochen, ist in den Verordnungen sicherzustellen, daß der Schutzzweck nicht durch Nutzungen beeinträchtigt wird. Dies betrifft z. B. Land- und Forstwirtschaft sowie Aktivitäten aus den Bereichen Freizeit und Erholung. Die Einhaltung der Verordnungen ist zu überwachen.
- Da Fischteiche, besonders wenn sie im Hauptschluß liegen, nachteilige Auswirkungen auf naturnahe Fließgewässer haben, ist von der Genehmigung weiterer Teiche in solchen Gewässern

Abstand zu nehmen. Nicht genehmigte Fischteiche sind aufzulassen und genehmigte sollten regelmäßig im Hinblick auf von ihnen ausgehende Gefahren überprüft werden. Vorhandene Mängel müssen umgehend behoben, abzusehende verhindert werden.

- Da noch längst nicht alle Funktionen von Fließgewässern und ihren Ökosystemen erforscht sind, ist dies durch Bereitstellung von Personal und Mitteln sicherzustellen.
- Insgesamt ist das Fließgewässernetz wieder so herzustellen, daß es seine Aufgabe im Rahmen eines Biotopverbundsystems mit seinen spezifischen Gewässerbiotopen von der Quelle bis zur Mündung wieder wahrnehmen kann.

### *Wiederherstellung/Renaturierung bereits ausgebaute Fließgewässerabschnitte*

- In den Ländern der Bundesrepublik Deutschland werden z. Z. zahlreiche Programme und Planungen zur Wiederherstellung bzw. Renaturierung bereits ausgebaute Fließgewässerabschnitte aufgelegt, deren Umsetzung jedoch außerordentlich schleppend vor sich geht. Die Programme und Maßnahmenvorschläge sind grundsätzlich zu begrüßen. Sie dürfen sich jedoch nicht nur auf kurzzeitige Prestigeobjekte an einzelnen Gewässerabschnitten beschränken.
- Die Programme und Planungen müssen auf der Grundlage vergleichbarer wissenschaftlicher Kriterien, wie sie z. B. von der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, den Landesanstalten für Wasser und Abfall bzw. für Wasserwirtschaft sowie den Landesanstalten für Natur- und Umweltschutz erarbeitet wurden, umgesetzt werden. In jedem Fall ist die Aufstellung qualifizierter Pläne nach § 8 BNatSchG erforderlich, die auch eine Bewertung des ökologischen Zustandes der entsprechenden Gewässer enthalten.
- Um wieder zu naturnahen bzw. naturnäheren Fließgewässern und Auen zu kommen, müssen den Gewässern ausreichend große Flächen für die auen- und fließgewässertypischen Lebensräume zur Verfügung gestellt werden. Eine Möglichkeit hierzu bietet die Ausweisung von Uferstreifen, die aus der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung herausgenommen werden müssen. Dabei sind neben den ökologischen, hydrologischen und hydraulischen Belangen auch die flußbaulichen und ingenieurbioologischen Erfordernisse sowie die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu beachten.
- Um die Funktionsfähigkeit rückgebaute Fließgewässer wiederherzustellen, sind im Einzugsbereich des Gewässers die Nutzungen nach Möglichkeit diesem Ziel entsprechend auszurichten. Auch hierbei bieten sich Schutzausweisungen nach dem Bundesnaturschutzgesetz oder dem Wasserhaushaltsgesetz an. Dies betrifft z. B. land- oder forstwirtschaftliche Nutzungen, die sich in der Fläche auswirken.
- Intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen im weiteren Einzugsbereich sollten durch mehrstufige Schutzpflanzungen, Terrassen und Raine — dem jeweiligen Landschaftstyp entsprechend — untergliedert werden, um in Verbindung mit Maßnahmen der Wasserrückhaltung und Wasserversickerung einen Teil der durch Starkniederschläge verursachten Wassermengen zurückzuhalten.
- Auenbereiche sollten landwirtschaftlich extensiv genutzt werden, um eine Auswaschung von Stoffen aus Düngung und Pestizidanwendung ins Grundwasser zu vermeiden. Zumindest müssen ausreichend breite Uferstreifen aus einer intensiven Nutzung ausgespart werden; sie können eine gewisse Pufferwirkung entfalten. Sie können darüber hinaus bei sachgerechter Gestaltung wichtige Aufgaben für den Biotop- und Artenschutz übernehmen.

30) Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) vom 2. Mai 1975, geändert durch Gesetz vom 27. Juli 1984.

- Eine günstige Nutzungsform stellt Wald dar. Nicht bodenständige Waldbestände müssen, insbesondere auch in der Aue, in naturnahe Waldbestände überführt werden. Solche Waldbestände sollten einzelstammweise mit möglichst hohen Umtriebszeiten genutzt werden. Diese Wirtschaftsweise dürfte am besten geeignet sein, Wasser zurückzuhalten, den Flächenabtrag zu vermeiden und eine Nitratmobilisierung zu vermindern.
- Im Umfeld von Fließgewässern sollen durchlässige Böden, grundwassernahe Böden, Steilhänge, Gebiete mit hoher Schwüle- und Nebelhäufigkeit, fruchtbare Böden, Wälder und sämtliche Landschaftsteile und -bestandteile mit schutzwürdigen Lebensstätten und Lebensgemeinschaften von Tieren und Pflanzen vor einer weiteren Besiedlung und Siedlungsausdehnung bewahrt werden.
- Wasserbauliche Anlagen wie Wehre und Abstürze sind zu entfernen oder so umzubauen, daß sie nicht als Barriere für das natürliche Geschiebeaufkommen oder für Tierwanderungen wirken.
- Die Ansiedlung der gewässertypischen heimischen Tierwelt sollte durch vielfältige Strukturen am und im Gewässer gefördert werden.
- Beim Rückbau ist genügend Platz für ein Mäandrieren des Gewässers (Nutzung der Eigendynamik) und für die natürlicherweise im Uferbereich vorkommenden Vegetationsbestände vorzusehen (Pufferwirkung). Die Pflege dieser Bestände ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken bzw. zu unterlassen. Eine Freizeit- und Erholungsnutzung ist nur an ausgewählten Stellen zuzulassen mit verständlichen Hinweis- und Aufklärungstafeln für die Bevölkerung. Dies gilt insbesondere für die Offenlegung von zuvor verrohrten Fließgewässern in bebauten Bereichen.
- Vorhandene Beispiele zur Wiederherstellung auen- und fließgewässertypischer Lebensräume sollten mit dem Ziel ausgewertet werden, bei der Renaturierung Fehler zu vermeiden und erfolgreiche Vorgehensweisen bekanntzumachen. Dies erfordert u. a. ein wissenschaftliches Programm zur Beobachtung der Entwicklung der umgestalteten Fließgewässer mit ihren Auen.
- Naturnah gestaltete Fließgewässer, die sich in ihrem Geschiebehaushalt in einem Gleichgewichtszustand befinden und mit einem hinreichend breiten Bett, natürlichem Auenwald sowie standortgerechten Röhricht- und Uferstaudenzonen ausgestattet sind, bedürfen so gut wie keiner Unterhaltung. Je naturnäher das Fließgewässer und die Aue ausgebildet sind, desto geringer ist der Aufwand für ihre Pflege.

#### *Maßnahmen an ausgebauten, nur bedingt rückbaufähigen Fließgewässern*

- Ausgebaute und nur bedingt rückbaufähige Fließgewässer sollten in den Uferbereichen möglichst extensiv bewirtschaftet werden. Es können auch Änderungen der Nutzungen im Einzugsgebiet eines Fließgewässers notwendig werden, wie Umwandlung von Acker- in Grünland, vermehrte Bewaldung und Umstrukturierung im Aufbau von Wäldern.
- In der unmittelbaren Umgebung von Fließgewässern befindliche versiegelte Flächen (Straßen, Parkplätze, Abstellflächen) sind nach Möglichkeit zu entsiegeln, um mehr Möglichkeiten für die Versickerung zu schaffen. Aufschüttungen und neue Bodenversiegelungen sind zu vermeiden.
- Gewässerbelastende Nutzungen und schädliche Einleitungen (z. B. Phosphor- und Stickstoffverbindungen von Düngemitteln, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Öle und viele weitere Stoffe, die

zu einer Sauerstoffzehrung beitragen) aus besiedelten und unbesiedelten Gebieten sind zu vermeiden, um die Wasserqualität nicht zu gefährden bzw. sie zu verbessern. Der Bau von Kläranlagen — dem jeweiligen Stand der Technik angepaßt — ist mit allen Stufen erforderlich.

- Auswirkungen von Versiegelungen in den großen, an den Strömen gelegenen Städten lassen sich durch den Bau von Regenrückhaltebecken häufig nicht kompensieren, da der Platz für solche Becken nicht zur Verfügung steht. Besser ist es, die natürlichen Retentionsräume im Rahmen der Bauleitplanung freizuhalten.
- In den besiedelten Bereichen sind alle Maßnahmen zu fördern, die der Versickerung und Rückhaltung des Regenwassers dienen (z. B. Auffangen in Brunnen, Pflanzung von Gehölzen, Anlage von Rasendächern).

#### *Künftige Ausbaumaßnahmen an Fließgewässern*

- Künftig noch notwendige Hochwasserschutzmaßnahmen müssen sich in erster Linie an den natürlichen Gegebenheiten eines Gewässers orientieren. Begradigung von Gewässern, Eindeichung, Bau von Rückhaltebecken u. a. m. sind zu unterlassen oder, falls unumgänglich, weitestgehend mit Hilfe naturnaher Bauweisen zu verwirklichen.
- Eingriffe durch wasserwirtschaftliche Projekte (z. B. Ausbaumaßnahmen, Anlage von Häfen) setzen die Prüfung der Umweltverträglichkeit voraus. Im Rahmen dieser Prüfung ist eine Bewertung des vorhandenen Zustandes und der Funktionen eines Gewässers im Naturhaushalt ohne und mit der geplanten Maßnahme notwendig. Beispiele für derartige Bewertungsverfahren liegen vor.
- Eingriffe in Fließgewässer — wie Ausbau und Korrekturen — wirken sich nicht nur auf den unmittelbaren Eingriffsort, sondern meist auch auf den engeren und weiteren Gewässerbereich, teils auf die gesamte Talau, aus. Vor jedem geplanten Eingriff ist daher seine Vermeidbarkeit (§ 8 BNatSchG) zu prüfen. Je nach Größe und erwarteten Auswirkungen des Projektes kann es dabei erforderlich sein, das gesamte Gewässer einschließlich seines Einzugsgebietes in die Untersuchungen über die Auswirkungen einzubeziehen.

#### *Rechtliche Rahmenbedingungen*

- Das Wasserhaushaltsgesetz und die ausfüllenden Ländergesetze werden grundsätzlich für geeignet angesehen, den veränderten ökologischen Anforderungen an den Gewässerausbau gerecht zu werden (z. B. § 1 a WHG „Grundsätze des Gewässerausbaus“). Überwiegend im Vollzug ergeben sich Probleme, so z. B. bei der Handhabung der Begriffe „Ausbau“ und „Unterhaltung“. Hier müßten klare Definitionen vorgegeben werden.
- Die Grundsätze des Bundesnaturschutzgesetzes (§ 2 (1) Satz 6) enthalten Aussagen zur Behandlung von Gewässern. Der Rat ist der Auffassung, daß die Neufassung dieses Grundsatzes, wie in dem Novellierungsentwurf (Stand 27. Febr. 1989) vorgelegt, den heutigen Ansprüchen an die Behandlung von Fließgewässern gerechter wird und weiterverfolgt werden sollte.
- Der § 20 c BNatSchG, der bestimmte Biotoptypen schützt, insbesondere auch im Bereich von Fließgewässern, ist dringend in Landesrecht zu übernehmen. Leider hat es der Gesetzgeber versäumt, hier Fristen vorzugeben.
- Im Zuge wasserbaulicher Planungen ist die Zusammenarbeit der beteiligten Behörden (z. B. Planungsämter, Wasserbehörden

den, Naturschutzbehörden, Flurbereinigungsbehörden) von Anfang an zu intensivieren und zu verbessern. Die Benehmens- und Einvernehmensregelungen der rechtlichen Vorschriften sind dahingehend zu verbessern und zu vollziehen. Insbesondere in den Wasserbehörden sind Fachleute aus den Bereichen Biologie und Ökologie vermehrt einzustellen.

- Der § 9 des Baugesetzbuches regelt den Inhalt des Bebauungsplanes, insbesondere seine Festsetzungen, zu denen auch (Satz 16) die Wasserflächen sowie die Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses gehören. In der künftigen Aufstellung von Bebauungsplänen ist strikt darauf zu achten, daß diese Flächen

in ausreichender Größe und weitgehend naturnaher Beschaffenheit erhalten bleiben bzw. wieder, z. B. durch Entsiegelungsmaßnahmen, in ihrer Funktion verbessert werden.

Abschließend bleibt zu fordern, daß alle Menschen, die ein Fluß-ökosystem nutzen, und die von ihnen geschaffenen Institutionen gemeinsam handeln müssen, um die durch verfehlte Eingriffe und ihre Folgen belasteten Fließgewässerlandschaften zu sanieren. Hier erwächst z. B. den Wasserverbänden eine Erweiterung ihres Aufgabenbereiches. Vor allen anderen sind die Wasser-, Naturschutz- (Landschafts-), Landwirtschafts- und Forstbehörden aufgerufen, gemeinsam Fließgewässerlandschaften zu regenerieren.

Bonn-Bad Godesberg, den 15. Dezember 1989

Der Sprecher:



(Prof. Dr. h.c. Kurt Lotz)



Ein ausgebauter Wasserlauf im Münsterland, der erfreulicherweise beiderseits bepflanzt wurde, und zwar vornehmlich mit Schwarzerlen, so daß er später voll beschattet und damit pflegegünstig sein wird; ein Krautwuchs ist kaum zu erwarten. Die Führung entspricht jedoch nicht den heutigen Maßstäben. (Foto: Olschowy)

## Zur Begrüßung und Einführung in das Kolloquium „Naturnahe Behandlung von Fließgewässern“

*Wie das Geklirr der Spaten mich ergetzt!  
Es ist die Menge, die mir frönet,  
die Erde mit sich selbst versöhnet,  
den Wellen ihre Grenze setzt,  
das Meer mit strengem Band umzieht.*

....

*Ein Sumpf zieht am Gebirge hin,  
verpestet alles schon Errungene;  
den faulen Pfuhl auch abzuziehn,  
das letzte wär das Höchsterrungene.  
Eröff'n ich Räume vielen Millionen,  
nicht sicher zwar, doch tätig-frei zu wohnen.  
Grün das Gefilde, fruchtbar; Mensch und Herde  
sogleich behaglich auf der neusten Erde,  
gleich angesiedelt an des Hügels Kraft,  
den aufgewälzt kühn-emsige Völkerschaft.  
Im Innern hier ein paradisisch Land,  
da rase draußen Flut bis auf zum Rand,  
und wie sie nascht, gewaltsam einzuschließen,  
Gemeindrang eilt, die Lücke zu verschließen.*

„Das Drängen, dem Wasser Land abzugewinnen, war im Zeitalter der Aufklärung derart stark, daß Goethe ihm den Rang einräumte, Fausts letzter und einzig befriedigender Wunsch zu sein“ (HORNSMANN 1956). Die Auswirkungen dieses Wunsches bekommen wir bis heute zu spüren.

Nach mehr als einem Jahrhundert der „Fesselung“ der kleinen und großen Fließgewässer mit all' den Nachteilen für die natürliche Funktionsfähigkeit der Fließendwasserökosysteme und den vermeintlichen Vorteilen für ihre Nutzung beginnt, von heftigen Auseinandersetzungen begleitet, seit den dreißiger Jahren ein Umdenken. Nur schrittweise, vorsichtig und auf das ganze Land gesehen erst in wenigen Fällen wird der Versuch unternommen, denaturierte Fließgewässer (in der Bundesrepublik Deutschland rund 500 000 km) wieder in einen naturnäheren Zustand zu überführen. Heute stehen wir in der ersten Phase eines Vorganges, der das Stichwort „Entfesselung“ zur Überschrift hat.

Ernüchterung setzt ein, als immer deutlicher wird, daß eine naturnähere Behandlung der Flüsse und Bäche eine naturnähere Behandlung der Aue und der Einzugsgebiete zur Voraussetzung haben muß.

Reale Versuche, naturnähere und damit zugleich auch pflegeärmere Fließgewässerlandschaften wiederherzustellen, stoßen auf Widerstand. Die ersten Widerständler waren und sind noch heute die Landwirte. Sie drangen ein in die entwässerten Auen bis heran an die fließende Welle im begradigten Vorfluter mit ihrem intensiv genutzten Grünland oder ihren Äckern. Ihre Erfüllungsgehilfen waren die Wasserbauingenieure. Den Landwirten auf dem Fuße folgten Straßen, Wege, Wohngebiete, Wochenendhäuser, Campingplätze, Kläranlagen, Sportplätze, Gewerbe- und Industriegebiete und Müllkippen. Kaum ein Landwirt ist bereit, sein intensiv genutztes Grünland oder seinen Acker wieder aufzugeben. Für ihn bedeutet eine größere Naturnähe der Fließgewässer die Wiederkehr eines geringeren Grundwasserflurabstandes und eine Zunahme der Hochwässer. Denen, die in die Aue hinein- und an das Gewässer heranbauten, ergoht es ebenso.

Der faustische Mensch ist kein Naturschützer. Er ist nach wie vor Natureroberer und großer Spekulierer in Richtung Fortschritt und Wachstum. Wir finden ihn heute noch überall, im Bauunternehmer-

tum, in der Massentierhaltung, im Genlabor, im Rüstungskonzern und in der Weltraumrakete.

Oder können Sie sich vorstellen, daß Faust sich mit folgenden Worten an Gretchen wendet?

*Ganz geheim!*

*Du, Gretchen, sag mal, kannst Du wirklich schweigen?  
Sagst Du es ganz gewiß auch keinem Menschen nach?  
Ich kann Dir etwas Feines, Märchenhaftes zeigen, —  
Ich weiß hier in der Nähe einen kleinen Bach.*

*Den — glaub ich — will der liebe Gott für sich behalten,  
Den hat er sich noch schnell — so heimlich — weggesteckt,  
Ganz still in seines weiten Mantels tiefste Falten,  
Damit der braune Arbeitsdienst ihn nicht entdeckt.*

*So ist der kleine Bach vom Schicksal noch begnadigt  
Und windet sich noch leicht und frei um jeden Knick,  
Er ist noch nicht „besteinigt“ und noch nicht „begradigt“,  
Er fließt sogar nochmal ein ganzes Stück zurück.*

*An seinen Ufern blüht es noch in allen Ecken,  
Und tausend kleine Vögel singen ihm ihr Lied,  
Indes die Jungen aus dem Nest die Hälse recken,  
Wie er so schwungvoll seine krummen Schleifen zieht,*

*Er hat noch dichtes Buschwerk, Schilf und schiefe Bäume,  
Er hat noch Kraut und Fische, einen schmalen Steg,  
Er träumt noch friedlich seine schönen stillen Träume  
Und geht genau wie früher seinen alten Weg.*

*Nur hin und wieder bleibt ihm fast der Atem stehen:  
Von jedem blanken Spaten fühlt er sich bedroht,  
Und sieht und hört er zwei im festen Gleichschritt gehen,  
Hält er sofort die Strömung an und stellt sich tot.*

*Und fängt erst wieder an zu plätschern und zu fließen,  
Wenn alle Uniformen lange außer Sicht.  
So kann er oft erst seinen Frieden nachts genießen,  
Bei Tage kann er es vor Angst und Sorge nicht.*

*Komm etwas näher noch! Wir können's ruhig wagen.  
Du darfst nur nicht mit mir im gleichen Schritt, —  
Und darfst mich nicht nach seinem Namen fragen,  
Um Gottes Willen nicht! Der Arbeitsdienst hört mit.*

Der Dichter ist Rudolf KINAU. Er dichtete nicht „Du, Gretchen ...“, sondern „Du, Anneliese ...“. Der Arbeitsdienst ist „als ausführendes Organ überspannter Wasserkorrekturen wirtschaftlich zu verstehen. Er hat Vorgänger gehabt und hat noch Nachzügler“ (HORNSMANN 1956).

In weiten Teilen unserer Fluß- und Bachauen ist wegen der vielen „Fäuste“, die hier mehr als 150 Jahre ihr Unwesen trieben, eine „Entfesselung“ nicht mehr oder nur noch in Grenzen möglich.

Vielfach wird es daher nur um eine „Gebremste Entfesselung“ gehen können. Die Kulturlandschaft des Menschen läßt die Natur in ihrer Ursprünglichkeit nicht mehr oder nur noch an wenigen Orten zu. Nur selten werden die alten Mäander wiederhergestellt werden können, kann die Aue wieder die zahlreichen Hohlformen wie Altarm, Altwasser, Tümpel, Flutmulde, die vielen nassen und feuchten Standorte und den Auenwald zurückerhalten.

Die naturnahe Behandlung von Fließgewässern setzt ganzheitliches Denken und Handeln voraus. Die vor uns liegende, große Aufgabe kann nicht gelingen, verlieren wir uns ins Detail. „Wenn die Analyse von Teilen auch der beste Weg zum tieferen Eindringen in komplexe Systeme ist, so kann sie doch kein umfassendes Verständnis des Ganzen liefern. Um einen Wald zu verstehen und sinnvoll zu bewirtschaften genügt es nicht, die Bäume und ihre Populationen zu kennen. Wir müssen vielmehr den Wald als ein Ökosystem studieren“ (ODUM und REICHHOLF 1980).

Bei der Behandlung des Themas „Renaturierung der Fließgewässer“ darf daher nicht nur an die Fließgewässer im engeren Sinn gedacht werden, sondern immer muß die Gewässerlandschaft als Ganzes im Blickfeld stehen, ganz im Sinne der Worte PLATOS: „Dem Ganzen sollen die Ärzte sich zuwenden, denn dort, wo das Ganze sich übel befindet, kann unmöglich der Teil gesund sein.“

Um wieder eine nachhaltige Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes und damit wenigstens einen Abglanz einstiger Urnatur in unsere Fließgewässerlandschaften zu bekommen, bedarf es weit größerer Aufwendungen, Umsicht und Durchschlagskraft, als sie bei der Denaturierung dieser Ökosysteme walteten.

#### Literatur

- HORNSMANN, E. (1956): Wasser, ein Problem jeder Zeit. Dalp — Taschenbücher. Bd. 321. München, Bern
- ODUM, E.P. und J. REICHHOLF (1980): Ökologie: Grundbegriffe, Verknüpfungen, Perspektiven. Brücke zwischen den Natur- und Sozialwissenschaften. BLV — Verlagsgesellschaft. München, Wien, Zürich



Natürlicher Mittelgebirgsbach mit Felsblöcken, Stromschnellen und natürlichem Schluichtwald.

(Foto: Bauer)

## Problematik des einseitig technischen Ausbaus von Fließgewässern

### 1 Einleitung

Der ökologische Charakter der Gewässer und damit ihre Funktion als Lebensraum wird durch eine Vielzahl variabler naturbedingter Faktoren geprägt. Die wichtigsten sind dabei:

Geografische Lage, Höhenlage, Geländegestaltung, Gestaltung des Gewässerbettes bzw. Ausbildung des Gewässerbodens (d.h. der Grenzflächen), Wassertiefe, Abflußgeschehen, Chemismus, Produktionsintensität (Trophiegrad).

Anthropogene Einflüsse können den naturbedingten Zustand überlagern und verändern, so z.B.: Grundwasserabsenkung und Abnahme der Niedrigwasserführung, Erosion und Stoffeintrag, Eutrophierung, Einleitungen und Ableitungen, Zunahme der Spitzenabflüsse bzw. Aufstellung der Hochwasserwellen. Veränderungen des Wasserhaushaltes im Einzugsgebiet eines Fließgewässers haben somit unmittelbaren Einfluß auf Menge, Güte und zeitliche Verteilung des Abflusses und damit Folgen für den Lebensraum in und am Wasser. Dessen Ausbildung und seine Ausstattung mit wildlebenden Pflanzen und Tieren haben umgekehrt Rückwirkungen auf den biologischen Gewässerzustand und damit auf die Gewässergüte.

Kennzeichnend für naturnahe Fließgewässer ist die kleinräumige Differenzierung struktureller Merkmale, die eine Vielfalt von Kleinbiotopen ergibt. Die Artenzusammensetzung und Individuendichte der Fließgewässerfauna werden entscheidend von diesen Merkmalen sowie den gütemäßigen Voraussetzungen bestimmt.

Bedeutsam für den Lebensraum Gewässer ist auch seine vielfältige Verzahnung mit dem angrenzenden Auenbereich, der durch Überschwemmungen geprägt wird und der als Biotoptypen Auwälder, Auenwiesen mit Tümpeln und wechselfeuchten Mulden, Röhrichte und Riede, aber auch extreme Trockenstandorte (Tierinseln/Sandbänke) aufweist. Die in langen Zeiträumen von Menschen vollzogene Veränderung der Naturlandschaft hat vor den Gewässern nicht haltgemacht. Ihre Eigenart und ursprüngliche Dynamik ging verloren. Das von vielfältigen gegenseitigen Abhängigkeiten geprägte Ökosystem steht nicht mehr im Gleichgewicht.

### 2 Einseitig technischer Ausbau – Begriff, Ziele, Beteiligte

Die Verwendung des Begriffs „einseitiger“ bzw. „rein technischer Ausbau“ stellt bereits eine Wertung dar, die auf dem Hintergrund eines allgemein gestiegenen Umweltbewußtseins zu sehen ist.

Im Bundesnaturschutzgesetz ist der Grundsatz enthalten, daß nach Möglichkeit ein rein technischer Ausbau von Gewässern zu vermeiden ist; das Wasserhaushaltsgesetz enthält eine derartige konkrete Einschränkung hinsichtlich der Anforderungen an den Ausbau von Gewässern nicht.

Typische und gewässerökologisch folgenreiche Eingriffsmerkmale des einseitig technischen Gewässerausbaus sind:

- *Einengung des Abflußvorgangs auf möglichst geringer Fläche durch Veränderung der Lauflinie (Begradigen), durch Beeinflussung der Wasserspiegellage (Sohlkorrektur, Profilbemesung), durch Bedeichung, durch Profilglättung und Abflußbeschleunigung, im Extremfall durch Verrohrung*

- *Stabilisierung des Abflußvorgangs in der vorgegebenen Parzelle durch starre Befestigung*
- *Regulierung von Wasserständen durch Staueinrichtungen, Ableitungen und Überleitungen.*

Der Gewässerbau der letzten Jahrzehnte und Jahrhunderte ist eng verknüpft mit den ständig wachsenden, raumgreifenden und auf Intensivierung drängenden gesellschaftlichen Nutzungsansprüchen (insbesondere Besiedlung, Infrastruktur, Landwirtschaft), aber er stand und steht auch im Zusammenhang staatlicher Vorsorge für den Einzelnen.

Dies als Hinweis auf Veranlasser/Verursacher der tiefgreifenden Umgestaltungen von Gewässern.

Auch die Frage nach den Ausführenden ist zu stellen. Nicht nur die für das Medium „Wasser“ zuständigen Fachverwaltungen sind beteiligt, auch die nutzungsorientierten Verwaltungen (Siedlungswesen, Straßenbau, Wasserstraßen, Flurbereinigungen) besitzen das Instrumentarium zur Vorbereitung, Finanzierung und Durchführung von Ausbaumaßnahmen.

Um den Kreis zu schließen, sollen letztlich auch die am fachlichen Steuerungsprozeß beteiligten planenden Ingenieure genannt werden, deren Qualifikation und Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit ökologischen Disziplinen wesentlich das Planungsergebnis beeinflußt hat.

Wasserbauliche Planungsprozesse können nur in dem Umfang optimiert werden, in dem Ausbauziele und Gewässerfunktionen möglichst umfassend vorgegeben und berücksichtigt werden. Rein quantitativ ausgerichtete Vorgaben führen zu „erfolgreichen“ Lösungen z.B. im Bereich des örtlichen Hochwasserschutzes, der Wasserkraftnutzung oder der Nutzung als Schifffahrtsweg; Optimierung nach Kostengesichtspunkten führt zum kostengünstigen Ausbauprofil, dem platzsparenden, wartungsfreundlichen und stabilen Regelprofil. Ein augenfälliges Ergebnis von monofunktionalem und linearem Denken ist ein Abwassernetz, dem die Funktion eines Parzellierungselements zugewiesen wird.

Die auf hydraulische Leistungsfähigkeit bezogene Optimierung des Rauigkeitsbeiwerts eines Profils führte zum hindernisfreien, d.h. gehölzfreien Trapezprofil. Da dies aus wasserbaulicher Sicht lange Zeit nicht in Frage gestellt wurde, blieben auch die erst in den letzten Jahren angelaufenen Bemühungen aus, Strömungsvorgänge in unregelmäßigen und vegetationsbeeinflussten Abwässern bzw. Modellgerinnen zu beschreiben und Berechnungsgrundlagen aufzustellen.

Die besondere Problematik der Abflußbeschleunigung liegt in der möglichen Überlagerung von Hochwasserwellen, die im unbeeinflussten Zustand in einem Flußgebiet zeitlich entzerrt abgelaufen sind. Der ausuferungsfreie Gewässerausbau für bestimmte Jährlichkeiten der Abflüsse ist stets mit der *Entwidmung von Retentionsräumen* verbunden. Die Intensivierung von Nutzungen im Auenbereich kann Anlaß und Folge sein.

Ingenieurhydrologische Untersuchungen in einem hessischen Einzugsgebiet (Schwarzbach im hessischen Ried) haben ergeben, daß die Beibehaltung von Ausuferungsflächen einen erheblichen natürlichen Rückhalt ergeben und der künstliche Rückhalt entsprechend gering dimensioniert werden kann.

Die Steigerung des natürlichen Rückhalts an den Gewässerstrek-

ken im Untersuchungsgebiet erreicht über 300 % beim Vergleich des 2jährlichen und des 20jährlichen Ereignisses.

Der Gerinnerückhalt ist ermittelt bei je nach Gefällsverhältnissen wechselnden örtlich anzusetzenden Vorlandbreiten zwischen insgesamt 10 m bis 60 m (entsprechend ] zwischen > 6 % bis 1 % und darunter).

Bei der hier erwähnten Planungsvariante ist der Rückhalt von ca. 40 % in künstlichen Rückhaltungen und ca. 60 % in den ausufernden Gewässerstrecken angehalten. Das gesamte Retentionsvolumen für das 20jährliche Ereignis beträgt knapp 6 Mio m<sup>3</sup>.

Enggefaßte oder im Extremfall monofunktionale Zielvorgaben für den Ausbau von Gewässern führen zu ökologischen Konflikten; lineares Denken steht im Widerspruch zu den im Naturhaushalt bestehenden vielfältigen Vernetzungen. Eine im Gegensatz zur erforderlichen ganzheitlichen Betrachtung, ohne Berücksichtigung von Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten erfolgende Bestimmung von Abwasserfunktionen und örtliche Festlegung von Ausbauzielen, führt in der Regel zu unmittelbaren oder mittelbaren Folgewirkungen, auf die im einzelnen noch einzugehen ist. Die Gesamtheit der Konsequenzen kann auch heute noch nicht abgesehen werden, da immer noch Lücken in der Kenntnis ökosystemarer Zusammenhänge bestehen.

### 3 Auswirkungen des technisch ausgerichteten Abwässerausbau

Die Veränderungen abiotischer Faktoren mit ihren Folgewirkungen im biotischen Bereich durch technischen Abwässerausbau sollen im folgenden im Hinblick auf die wesentlichen Einzelaspekte behandelt werden:

- Konsequenzen hinsichtlich des Abflußverhaltens
- Veränderung aquatischer Lebensgemeinschaften
- Verarmung von Biotopstrukturen
- Beeinflussung des Landschaftsbildes.

#### 3.1 Abflußverhalten

Hinsichtlich der Auswirkungen auf das Abflußverhalten sind zu nennen:

- Abflußbeschleunigung
- Entwidmung von Retentionsraum und
- Störung der bettbildenden Kräfte

*Die schnelle Abführung von Abflußmengen* zur Erreichung des örtlichen Hochwasserschutzes schließt die Beeinflussung der Fließgeschwindigkeit ein, d.h. insbesondere geringe Gerinnerauhigkeit ist zu gewährleisten.

Besonders deutlich werden die Auswirkungen von Ausbaumaßnahmen auf die *bettbildenden Kräfte* bei den großräumig angelegten Veränderungen am Rhein.

Die Rhein-Begradigungen durch TULLA und andere im vorigen Jahrhundert hatten zum Ziel, durch Abschneiden aller Verästelungen und Abtrennen aller Flußschleifen sowie Zusammenführen des Wassers in ein Strombett die verheerenden Hochwässer vorangegangener Jahrhunderte zu vermindern. Die Regulierung des südlichen Oberrheins bezweckte eine bessere Linienführung und konstantere Wasserstände zur Verbesserung der Schifffahrt des Rheins. Diese Flußbaummaßnahmen hatten nicht vorhergesehene Nebenwirkungen:

- Das in einem Strombett zusammengefaßte Rheinwasser floß nunmehr wesentlich schneller ab. Die erhöhten Fließgeschwindigkeiten riefen eine durchgehende Tiefenerosion hervor, die heute noch nicht ganz abgeschlossen ist. Sie hatte Mitte der siebziger Jahre am südlichen Oberrhein 7–9 m, im hessischen

Rheinabschnitt i. M. 1,5 bis 2 m erreicht und endet an der Felsen-schwelle des Binger Loches.

- Diese Eintiefung des Rheins gegenüber den von ihm durchflossenen und geprägten Auen hatte in Verbindung mit vielen kulturbautechnischen Maßnahmen sowohl die Ausbildung eines steileren Grundwassergefälles zum Fluß als auch ein flächenhaftes Absinken der Grundwasserstände in der Oberrheinebene zur Folge.
- Insbesondere im rheinnahen Bereich verringerte sich die hydraulische Korrespondenz zwischen Strom und Aue sowohl an der Oberfläche als auch im Sediment und führte damit zum Verlust von Auwäldern und Feuchtgebieten sowie zu beschleunigter Verlandung der Altrheine durch Trockenfallen über große Zeiträume.

Einseitige Ausrichtung auf geringen Geländebedarf, Vorbehalte gegenüber Sicherungsbauweisen mit anfänglich geringer, aber zeitabhängig zunehmender Stabilität, verlorengegangene Kenntnisse über naturnahe Bauweisen waren die Ursachen für den *Verzicht auf die Sicherungsfunktion von Vegetationsbeständen*.

Stabile Uferflächen an erlenbestandenen Gewässern bleiben den Beweis für die Sicherungsfunktion nicht schuldig. Darüber hinaus liefern die Gehölzsäume sozusagen nachwachsende Rohstoffe für den örtlichen Bedarf an Baumaterialien.

#### 3.2 Aquatische Lebensgemeinschaften und Biotopstrukturen

Die Abhängigkeit der aquatischen Lebensgemeinschaften von den abiotischen Faktoren hat beim technisch ausgebauten Gewässer (fehlende Differenzierung und Dynamik) zur Folge, daß das Artenspektrum eingeschränkt ist und einseitige Massenentwicklungen auftreten; meist ist dieser Ausbauzustand mit Abwasserbelastungen gekoppelt, so daß die Auswirkungen sich überlagern und verstärken. Daneben sind aber auch die fehlenden oder stark eingeschränkten Aufwuchsflächen (höhere Pflanzen) für Mikroorganismen, die am bakteriellen Abbau beteiligt sind, für die Beeinträchtigung der Fließwasser-Lebensgemeinschaften mitverantwortlich. Das Selbstreinigungsvermögen, u.a. gekennzeichnet durch den vorhandenen Organismenbestand, nimmt ab, sofern Lauflängen verkürzt werden, glatte Sohlauskleidungen eingebaut werden, Altarme abgetrennt werden, das Flußbett insgesamt einförmiger und gleichmäßiger gestaltet wird. Die erhöhte Fließgeschwindigkeit verkürzt die Aufenthaltszeit und die zum Abbau erforderliche Reaktionszeit fehlt.

Das Fehlen der natürlichen gewässerbegleitenden Gehölze als Temperaturregulator und als Nahrungslieferanten für die Fallaubfresser (insbesondere die stickstoffreichen Blätter von Erle und Esche mit ihrem niedrigen C:N-Verhältnis von 15 bzw. 21), bedingt ebenfalls Verschiebungen und Ausfälle an Artenspektrum vor allem in den Ober- und Mittellaufabschnitten.

Soweit ein Verzicht auf Gewässerausbau zum Zwecke des Hochwasserschutzes durch den Bau von Rückhaltebecken kompensiert wird, werden nachhaltig typische Fließgewässerparameter verändert. Dies betrifft den aufgestauten Wasserkörper selbst (Sauerstoffgehalt, Temperatur, pH-Wert) wie auch die unterhalb anschließende Gewässerstrecke. Die Dynamik wird stark eingeeignet, indem die oberen Extremwerte der Fließgeschwindigkeit, der Gewässertiefe und des benetzten Umfangs deutlich herabgesetzt werden. Die Unterbrechung der Geschiebeführung, die im Becken selbst ständige Entnahmen bedingen kann, verändert die Substratzusammensetzung im Unterlauf. Neben den baulichen Einrichtungen (verrohrte Durchlässe) stellt der gestaute Wasserkörper Barrieren für die Gewässerfauna dar. Der einseitig technische Ausbau, d.h. die Entdynamisierung und Entdifferenzierung eines Fließgewässers, die Einengung auf die zum Zweck der Wasserabführung minimal notwendige Fläche, die weitgehende Aufhebung der Beziehungen zur zugehörigen Auenlandschaft, führt zu struktureller Verarmung im Gewässerbett, Verlusten an Kontaktbereichen Wasser-Land und Grenzbiozönosen, Wegfall von auentypischen

schen Sonderstandorten (Steilufeln, Rohboden, Schlammflächen, Sand- und Tierinseln). Nutzungsdruck und Flächeninanspruchnahme im Gefolge des Ausbaus lassen keinen Platz mehr für Altarme und Altwässer, Flutmulden und abflußlose Senken in der Aue.

Dem einmal starr fixierten Gewässer können weitere, jegliche Veränderung ausschließende Infrastruktureinrichtungen, wie Straßen und Leitungstrassen zugeordnet werden oder die Bebauung kann entsprechend dicht heranrücken.

### 3.3 Landschaftsbild

Schließlich sind noch die Auswirkungen auf das Landschaftsbild darzustellen. Das technisch bestimmte Einheitsgewässer vermittelt keine Orientierung mehr, das Erlebnispotential geht verloren — es fehlen die sinnlich wahrnehmbaren örtlichen Besonderheiten und Eigenschaften eines Landschaftsausschnitts, die beim Betrachter bestimmte Erlebnisse und Reaktionen auszulösen vermögen.

Die Verfremdung, Verarmung, Nivellierung, ja Trivialisierung des vormals unverwechselbaren Landschaftsbildes erschwert die räumliche Identifikation. Insbesondere bewirkt das Fehlen der autotypischen vielfältigen Vegetationsbestände einen Mangel an

räumlicher Gliederung sowie visuell erfaßbaren Verteilungsmustern und Kleinstrukturen.

### 4 Ausblick

Zum Abschluß will ich noch kurz auf 4 Aspekte eingehen, die mir als Konsequenz aus den Fehlentwicklungen in der Vergangenheit notwendig erscheinen und die für eine stärkere ökologische Orientierung aus meiner Sicht erforderlich sind:

- Der gegenwärtige Zustand der Gewässer ist möglichst flächendeckend und eingehend zu erfassen.  
(Die Novellierung des Hess. Wassergesetzes enthält z. B. hierzu einen Ansatz).
- Die Formulierung von Zielen für den Rückbau ist auf breiter Basis und unter Berücksichtigung gewässerökologischer Erkenntnisse zu erarbeiten.
- Die Ausbildung der Planer ist zu verbessern und die Bereitschaft zur Teamarbeit zu fördern.
- Die Nutzung aller wasserwirtschaftlichen Instrumentarien ist für die ökologisch orientierte Umgestaltung der Abwässer unerlässlich.



Pestwurzfluren im amphibischen Bereich eines Bachlaufes.

(Foto: Bauer)

# Fließgewässer aus pflanzenökologischer und vegetationskundlicher Sicht

## 1 Einleitung

Alle Ökosysteme sind offen und besitzen eine Dynamik (ELLENBERG 1973). Natürliche bzw. naturnahe Fließgewässerökosysteme sind in ganz besonderem Maße offen und besitzen eine besonders große Dynamik. Sie kommunizieren in der Regel mit dem Umland über den Kontakt zum Grundwasser — anreichernd bzw. entwässernd, je nach Wasserstand und Grundwasserspiegel sind auch gegenseitig be- oder entlastend —, und sie kommunizieren mit dem Umland nach Starkniederschlägen und Hochwasserereignissen über das Oberflächenwasser. Es finden zeitlich verschoben Stoffein- und -austräge statt.

Die fließende Welle verleiht dem System die Dynamik, die besonders ausgeprägt ist in der Kontaktzone zur Sohle und zum Ufer, wo durch das Aufeinandertreffen zweier Medien oder — anders ausgedrückt — zweier Aggregatzustände von Materie Reibungswiderstände auftreten, die beide Arten von Materie beeinflussen.

Die Offenheit des Systems läßt sich für jedermann nachvollziehen etwa in der Gestalt von Tieren, deren Eigelege und Larvalstadien das Wasser als umgebendes Medium benötigen, deren Imagines jedoch das Medium wechseln.

Die speziellen physikalischen Standortfaktoren erfordern von allen Organismen im und am Gewässer ein hohes Maß an Angepaßtsein oder Anpassungsvermögen.

Betrachten wir Fließgewässer im größeren landschaftlichen Rahmen, so sind Gewässersysteme vernetzte Feuchtgebietsstrukturen, optisch unmittelbar wahrnehmbare Verbundsysteme, verbreitungsbiologische Einheiten, in denen oder entlang derer aktiv und passiv Wanderungsbewegungen oder ein Diasporetransport stattfindet (KOPECKY 1971, DAHL & WIEGLEB 1984). Daß Fließgewässer Ausbreitungslinien sind, läßt sich gut nachvollziehen anhand der optisch auffallenden Neophyten Goldrute (*Solidago canadensis* und *S. gigantea*), Topinambur (*Solanum tuberosum*), Indisches Springkraut (*Impatiens glandulifera*), Japanischer Staudenkönerich (*Polygonum cuspidatum*) oder Riesenbärenklau (*Heraclium mantegazzianum*).

Natürliche und naturnahe Fließgewässer (siehe Abb. 1) sind ganz typische sogenannte divergente Landschaftsstrukturen, die sich mit den Begriffen Offenheit, Verbindung, Durchdringung, Komplexität und Feinkörnigkeit charakterisieren lassen (s. van LEEUWEN 1965, KONOLD 1984).

## 2 Flora und Vegetation in Fließgewässerökosystemen

### 2.1 Die Wasserpflanzen

Die makroskopischen Wasserpflanzen — kurz Makrophyten genannt — sind die wichtigsten Primärproduzenten im Fließwasser. Die planktische Lebensgemeinschaft spielt in der Regel eine un-

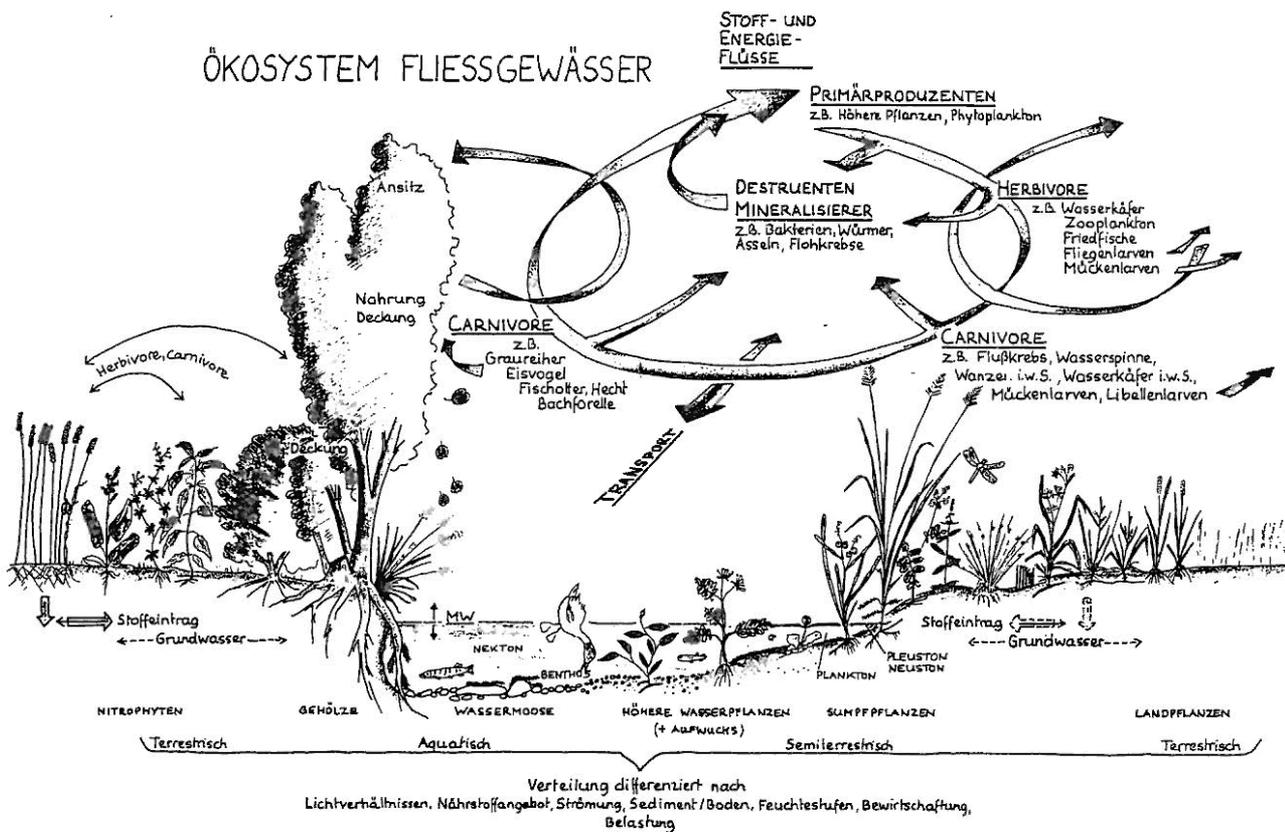


Abb. 1: Querschnitt durch ein idealisiertes Fließgewässer-Ökosystem in einem Mittelgebirgstal (Entwurf und Zeichnung: Konold)

tergeordnete Rolle. In der Nahrungskette von Bedeutung sind außerdem die Aufwuchsalgen, die herbivoren Organismen als Nahrung dienen. Die Makrophyten sind also selbst Wuchsorte, Lebensstätte. Eine gewisse Bedeutung besitzen sie in dieser Hinsicht auch für Destruenten, also etwa Bakterien, die einen großen Anteil an der Selbstreinigungsreaktion eines Gewässers haben.

Daneben sind die Makrophyten für Tiere natürliche Nahrung, die saugend, fressend oder minierend eingenommen wird, und auch Habitat. Sie bieten Flächen für die Befestigung von Eiern und Puppen, sie bieten Deckung für Jäger und Schutz für Gejagte. Der Großteil ihrer Biomasse geht jedoch direkt in die detritische Phase des Stoffkreislaufs ein (DAHL & WIEGLEB 1984), also ohne daß Konsumenten am Energieumsatz beteiligt sind.

Die auf den Nährstoffhaushalt bezogenen Wechselwirkungen zwischen Makrophyten, Wasserkörper und Sediment sind äußerst komplex und bislang nur in Ansätzen bzw. von wenigen Pflanzen bekannt. In welchem Umfang und ob Nährstoffe beispielsweise über die Blätter (also aus dem Wasserkörper) oder über die unterirdischen Organe (und damit aus dem Sediment bzw. dem Interstitialwasser) und in welcher Form diese Nährstoffe aufgenommen werden, hängt von vielerlei Faktoren ab, z.B. von der Pflanzenart und ihrer Lebensform i. w. S., also ob sie lediglich über Rhizoiden oder aber über ein Wurzel- und Rhizomsystem verfügt, oder vom Nährstofflevel im Wasser bzw. im Sediment und von der Form der angebotenen Nährstoffe, oder auch von physikalischen Parametern, also etwa von der Wassertemperatur. So können offensichtlich ausreichend vorhandene Nährstoffe in einem sommerkalten Gewässer nur in geringem Umfang von eutraphenten Arten aufgenommen werden, so daß sie als „Hungerformen“ dahinvegetieren (KONOLD 1988).

Manche Makrophyten gelten als Nitratpflanzen (Gefärbtes Laichkraut/Potamogeton coloratus, Nußfrüchtiger Wasserstern/Callitriche obtusangula), andere als Ammoniumpflanzen (Kanadische Wasserpest/Elodea canadensis), wobei hiermit keine Aussagen darüber gemacht werden können, ob es sich bei den Wohngewässern um nitratreiche bzw. ammoniumsreiche Gewässer handelt,

solange nicht bekannt ist, welchem Medium die Nährstoffe entnommen werden (dazu KOHLER 1981, MELZER & KAISER 1986). Von manchen Arten ist bekannt, daß sie sehr flexibel auf das Nährstoffangebot reagieren können. Das Ährige Tausenblatt (Myriophyllum spicatum) beispielsweise entnimmt einem eutrophen Sediment Stickstoff und Phosphor über die Wurzeln. Wenn das Sediment nährstoffarm bzw. der Wasserkörper relativ nährstoffreich ist und ein harmonisches N/P-Verhältnis besteht, so wird Stickstoff verstärkt als Nitrat und als Ammonium über die Blätter aufgenommen. Beim Abbau der Pflanzen wird insbesondere Phosphor an das umgebende Medium abgegeben. Ernährt sich Myriophyllum in einem Gewässer überwiegend aus dem Sediment, so fungiert diese Pflanze als Phosphor-Pumpe und kann zur Eutrophierung beitragen (dazu KONOLD 1987, S. 333–335 und 506).

Sind Makrophyten einjährig (was auch fakultativ der Fall sein kann), so wird generell viel Biomasse abgebaut; sind Pflanzen ausdauernd und besitzen Speicherorgane, so wird „Energie“ eingelagert, und es werden weniger Nährstoffe beim Absterben der oberirdischen Organe freigesetzt.

Makrophyten beeinflussen auch die physikalischen Eigenschaften eines Fließgewässers. Sie verändern die Strömung und die Strömungsrichtung. Sie fungieren als Sedimentfang, sind verantwortlich für Temperaturgradienten, unterschiedliche Lichtverhältnisse und die Streuung des Lichts (DAHL & WIEGLEB 1984). Massentwicklungen können zu einer Verringerung der Selbstreinigungsreaktion und zu Sauerstoffstreß für andere Lebensgemeinschaften führen (hohe O<sub>2</sub>-Übersättigung, dadurch z.B. Gasblasenkrankheit bei Fischen; REIMANN 1986; O<sub>2</sub>-Zehrung bei Abbau der Phyto-masse; JORGA & WEISE 1979). Optimal sind sicherlich artenreiche Makrophytenbestände mit eher geringer Biomassenproduktion.

Vernachlässigt man Forschungslücken (s.o.) bzw. sind ausreichend Untersuchungen und Erfahrungen vorhanden, so eignen sich Makrophyten als Bioindikatoren, das heißt, sie können uns Aussagen über den Zustand eines Gewässers, vor allem aber —

Tab. 1: Wasserpflanzengemeinschaften in Grundwasserbächen des Elsässer Rieds (nach CARBIENER & ORTSCHHEIT 1987, verändert und vereinfacht)

Arten	Stetigkeit					Kaltsteno- thermie	Phosphat- und Ammonium-Belastung	Ursachen:
	V	IV	III	II	I			
Potamogeton coloratus (Gefärbtes Laichkraut)	V					<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Kaltsteno- thermie</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Phosphat- und Ammonium-Belastung</div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● schleichende Eutrophierung des GW-Körpers (z. B. durch Wiesenumbruch)</li> <li>● Eindringen von Rheinwasser durch Aufstau („Uferfiltrat“)</li> <li>● dörfliche Abwässer</li> <li>● Kläranlagenausläufe</li> <li>● Forellenzucht-Abwässer</li> <li>● Deponiesickerwässer</li> </ul>	
Juncus subnodulosus f. subm. (Knotenbinse)	V							
Chara hispida	III							
Berula erecta f. subm. (Aufrechter Merk)	V	V	V	V	V			
Mentha aquatica f. subm. (Wasserminze)	IV	V	I					
Agrostis stolonifera f. subm. (Ausläufertreibendes Straußgras)	III	IV	II					
Phalaris arundinacea f. subm. (Rohrglanzgras)	I	V	II	I	I			
Callitriche obtusangula (Nußfrüchtiger Wasserstern)		II	V	V	V			
Scirpus lacustris f. subm. (Flechtbinse)		I	II	I				
Potamogeton friesii (Stachelspitziges Laichkraut)			III	II	II			
Zannichellia palustris f. repens (Teichfaden)				V	II			
Potamogeton crispus (Krauses Laichkraut)				IV	III			
Fontinalis antipyretica (Brunnenmoos)		I	I	III	III			
Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)				II	V			
Ranunculus fluitans (Flutender Hahnenfuß)					IV			
Oenanthe fluviatilis (Wasserfenchel)					IV			
Myriophyllum spicatum (Ähriges Tausenblatt)					III			
Ceratophyllum demersum (Hornkraut)					II			
Potamogeton pusillus (Zwerg-Laichkraut)					I			

wenn man einen räumlichen oder noch besser einen zeitlichen Vergleich anstellt — über Zustandsveränderungen vermitteln. Dazu zwei Beispiele:

Im Fließgewässersystem der Moosach in der Münchner Ebene wurden 1970, 1979 und 1985 Wasserpflanzenkartierungen durchgeführt (KÖHLER et al. 1987). In diesem Zeitraum gingen belastungsempfindliche Makrophyten, die den Schwerpunkt ihres Vorkommens in abwasserfreien Quellbächen besitzen, deutlich zurück. Hierzu gehören das Gefärbte Laichkraut (*Potamogeton coloratus*), *Chara hispida* und die Knotenbinse (*Juncus subnodulosus*). Zurückgegangen sind auch Arten schwach belasteter Fließgewässerstrecken, etwa das Dichtblättrige Laichkraut (*Groenlandia densa*), der Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*) und die Flechtbinse in ihrer flutenden Form (*Schoenoplectus lacustris* f. *fluitans*). Areal- und Mengenverluste dieser Arten dokumentieren in diesem Fall sehr gut, daß insbesondere Quellbäche und Oberläufe — also die biozönotische Basis unserer Gewässersysteme — von negativen Veränderungen betroffen sind.

Arealerweiterungen konnten hingegen dokumentiert werden für meso- bis eutraphente Arten wie den Flutenden Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*), den Teichfaden (*Zannichellia palustris*), die Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis*) und das Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*). Eine zentrale Aussage der Autoren ist, daß eine ganz deutliche Tendenz zur Nivellierung der Wasserpflanzen-Biozönosen festzustellen sei. Dies gilt für sehr viele Gewässer, und zwar bezogen auf die ganzen Systeme: Stenöke Arten falls aus, euryöke nehmen zu. Der Trend zu undifferenzierten „Einheits-Biozönosen“ stellt generell eine große Gefahr dar; dieser Prozeß findet nicht nur in Fließgewässern statt, sondern auch auf den Äckern oder im Grünland.

Das zweite Beispiel (Tab. 1) geht in die gleiche Richtung wie die Untersuchungen von KÖHLER et al. (1987): Die Wasserpflanzenengemeinschaften in den ehemals durchweg nicht oder wenig belasteten Grundwasserbächen des Elsässer Rieds verändern sich durch zunehmende Belastung. Die empfindlichen Arten werden ersetzt durch eutraphente Allerweltsarten (CARBIENER & ORTSCHNEIT 1987).

Bereits kurz erwähnt wurde in der Einleitung das Angepaßtsein bzw. das Anpassungsvermögen der Pflanzen, deren Lebensmilieu das Wasser ist. Unter Angepaßtsein ist ein morphologischer Zustand zu verstehen, der wenig veränderbar ist („Stenodynamik“; WESTHOFF 1976), unter Anpassungsvermögen ein Prozeß, der als Antwort auf sich verändernde Standortbedingungen abläuft. Dieser Prozeß geschieht an ein und derselben Pflanze. Der Anpassungsdruck wurde und wird hervorgerufen etwa durch Schwankungen des Wasserspiegels (die „Ökophasen“ im Wasser; s. HEJNY 1960), durch die Strömung, den Wellenschlag oder die Sedimentbeschaffenheit, also durch physikalische Faktoren (SEGAL 1970). Auf kurzfristige Änderungen reagieren die Pflanzen mehr oder weniger flexibel, mit mehr oder weniger morphologischer Plastizität, also eher stenodynamisch (z. B. das Dichtblättrige Laichkraut/*Groenlandia densa* oder die Armeleuchteralge *Chara hispida*) oder eher eurydynamisch (WESTHOFF 1976).

Daraus ergibt sich in einem Gewässer eine gewisse Vielfalt an Lebens-, Überlebens- und Anpassungsstrategien sowie an Wuchsformen, deren Summen man als „Texturdiversität“ bezeichnen kann (KONOLD 1984):

In der pleustischen Biozönose (s. Abb. 1: „Ökosystem Fließgewässer“), also in Still- und Totwasserbereichen, können die Pleustophyten existieren, z. B. Lemna-Arten, frei schwimmend, mit minimalem Wurzelwerk, leicht verdriftbar, unter guten Bedingungen kurzfristig große Populationen bildend, aber auch schnell wieder zusammenbrechend (sogenannte r-Strategen; GADGIL & SOLBRIG 1972).

In der Gewässersohle verankert sind die Rhizophyten, mit Rhizom und Wurzelwerk oder nur mit feinen Haarwurzeln versehen, mehr oder weniger aufrecht wachsend oder — in Anpassung an die Strömung — in Schwaden flutend. Einige Arten verfügen nur über fein-

gefederte Blätter, z. B. die Myriophyllum-(Tausendblatt)Arten oder der Flutende Hahnenfuß (*Ranunculus fluitans*), andere über einen ausgeprägten Blattdimorphismus, also über feine untergetauchte und Schwimmblätter mit größerer Oberfläche, die an der Grenzschicht Wasser/Luft eine optimale Ausnutzung der Sonnenenergie und eine andere Art des Gaswechsels erlauben. Dazu gehören beispielsweise die meisten Wasserhahnenfüße (Gattung *Ranunculus* subgen. *Batrachium*) und die Wassersternarten (Gattung *Callitriche*). Die Wuchsmöglichkeiten hören jeweils dort auf, wo der Widerstand der Blätter in der Strömung zu groß und die Verankerung im Boden zu gering ist.

Die Plastizität der einzelnen Sippen — also deren Anpassungsvermögen — ist unterschiedlich ausgeprägt. Hohe Plastizität bedeutet etwa, daß kurzfristig sekundäre Wurzelsysteme (sog. Adventivwurzeln) oder Landformen gebildet werden (s. SCULTHORPE 1985) oder daß sich niederliegende Sprosse bewurzeln. Einige Helophyten (Sumpfpflanzen, Uferpflanzen), die in ihrer „normalen“, aufrechten Wuchsform mit Stengel, Blüten- und Fruchtbildung in Gewässern mit rascher Strömung keine Chancen hätten, können sich in Fließgewässern vorwagen und dort ausdauern und rein vegetativ existieren in Gestalt von weichen, elastischen, oft meterlangen flutenden Bandblättern. Zu diesen gehören die Schwanenblume (*Butomus umbellatus*), Aufrechter und Einfacher Igelkolben (*Sparganium erectum* und *S. emersum*) und die Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*).

Ein ganz anderer Typ von Pflanze ist die Gelbe Teichrose, die eine gute Verankerungsmöglichkeit und ein dickes Rhizom besitzt, die sie unbeweglich, träge zu machen scheint. Abgerissene Rhizomstücke können sich jedoch wiederbewurzeln. Sie besitzt weiche, bewegliche Unterwasserblätter ohne Pallisadenparenchym und dicke und mit einem dicken, unverzweigten Stengel versehene Schwimmblätter, auf deren Ausbildung sie jedoch verzichtet, wenn die Strömung zu stark oder die Beschattung (Selbstbeschattung!) zu groß ist. Die Gelbe Teichrose kann bei Trockenfallen des Wuchsorts Landformen bilden. Andererseits ist es ihr auch möglich, bei Überflutung die Schwimmblätter zu Wasserblättern umzugestalten. Das genetisch immanente Anpassungsvermögen hört jedoch auf, wenn sie geschnitten wird (GLÜCK 1924, HEJNY 1960, van der VOO & WESTHOFF 1961).

Anzuführen bei der Umschreibung des Begriffs Texturdiversität sind auch die Überdauerungsstrategien in den für das Wachstum ungünstigen Jahreszeiten, womit keineswegs immer der Winter gemeint sein muß. Einige Sippen behelfen sich mit einer Vegetationsruhe (z. B. die Wasserfeder/*Hottonia palustris* im Sommer, KONOLD 1987, S. 467 f.; oder Characeen im winterlichen, kaltstenohermen Gewässer), andere überdauern als Samen oder Sporen, wieder andere bilden Turionen, andere ziehen die Speicherstoffe in ihre Rhizome zurück. Manche dieser Organe werden leicht verbreitet, etwa hydrochor oder zoochor, manche nur schwer (auch dies ein Teil der Strategie).

Die wenigen Andeutungen mögen zeigen, daß das Vorkommen und die Verbreitung, die Verteilung und die Schichtung der Wasserpflanzen von vielen inneren und äußeren Faktoren abhängig und daß im Fließgewässer eine komplizierte innere Organisation vorhanden ist, und zwar in der Längensstruktur im Landschaftsraum, horizontal und vertikal im Profil und in der Zeit. Die Andeutungen sollen auch zeigen, daß ökologische Kenntnisse über einzelne Pflanzensippen (z. B. WIEGLEB & TODESKINO 1985) und Pflanzengemeinschaften dringend notwendig sind, wenn es um die Beurteilung und Bewertung oder gar an die Gestaltung und das Management von Gewässern geht. Diese Aussage gilt natürlich nicht nur für Wasserpflanzen.

## 2.2 Uferpflanzen

### 2.2.1 Stauden und Gräser

Das Ufer eines natürlichen oder naturnahen Fließgewässers ist keine Linie, sondern ein Raum, ein Ökotoptop mit überwiegend weichen Grenzen und unterschiedlichen Gradienten, der immer oder

zeitweilig von der fließenden Welle beeinflusst und geprägt wird. Auch hier benötigen die Pflanzen Anpassungsmechanismen, die es ihnen erlauben, mit den Lebensbedingungen im Spannungsfeld Wasser/Land zurechtzukommen. Viele Uferpflanzen besitzen ein Aerenchym, also ein Durchlüftungsgewebe, mit Hilfe dessen der zur Wurzelatmung notwendige Sauerstoff in die unterirdischen Organe transportiert wird. Wurzeln und Sprosse benötigen eine gewisse Zugfestigkeit oder Zähigkeit, um der mechanischen Belastung gewachsen zu sein. Sehr viele Uferpflanzen bilden Rhizome, Ausläufer, einen dichten Wurzelfilz oder Kriechtriebe. Die Fortpflanzung erfolgt also auf vegetativem Wege. Es wird dadurch ein weitverzweigtes unter- oder oberirdisches Geflecht von Organen gebildet, das mechanische Belastungen, Aufladungen und Abträge ganz ausgezeichnet kompensieren kann. Zum Teil können sich vom Wasser niedergelegte grüne Sprosse bewurzeln und neue Triebe bilden.

Dazu einige konkrete Beispiele:

Die Gemeine Pestwurz (*Petasites hybridus*; s. Abb. 2 aus WEHSARG 1935) besitzt ein dickes, bald verholzendes Rhizom (Ziff. 8 in Abb. 2) mit kurzen Internodien. Die abgestorbenen Bestockungsknoten verrotten nur schlecht und bieten eine gute Verankerung. Daneben bildet die Pestwurz längere Herbstausläufer (Ziff. 4), an deren knotigen Enden sich im Jahr darauf Blütentriebe entwickeln (Ziff. 5, 6 und 3); aus den Sommerausläufern treiben Blattrosetten aus (Ziff. 1 und 2). Durch Hochwasser oder massiven Geschlebebetrieb abgerissene Ausläufer- oder Rhizomstücke können weit transportiert werden und problemlos wieder austreiben.

Die Roßminze (*Mentha longifolia*) besitzt einen regelrechten Ausläuferfilz mit zahlreichen Wurzelbüscheln (WEHSARG 1935). Wird

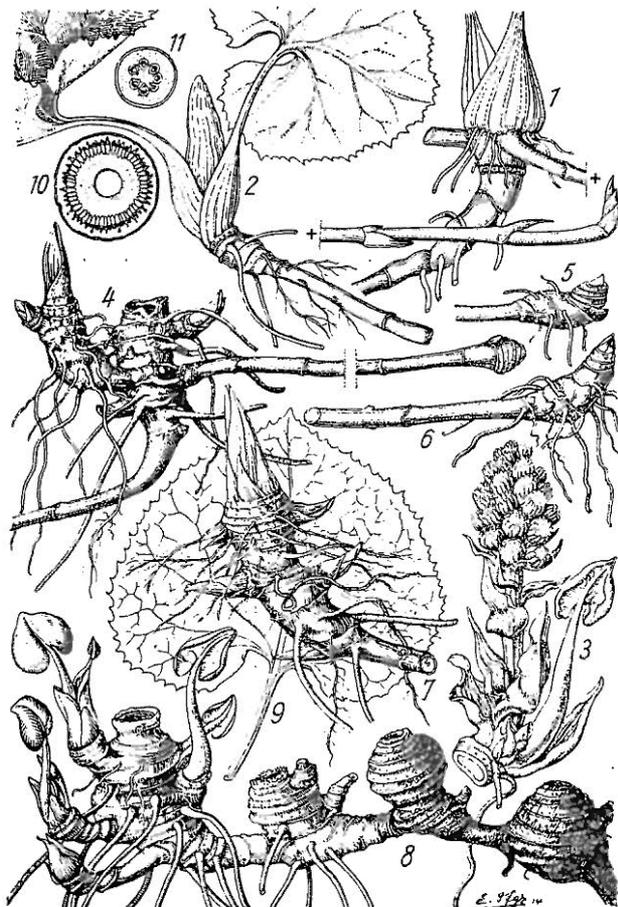


Abb. 2: Organe der Gemeinen Pestwurz (aus WEHSARG 1935)

die Sproßachse vom Wasser niedergelegt, so bewurzelt sich diese innerhalb kurzer Zeit und treibt neue vertikale Sprosse.

Der behaarte Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*) hat ein dickes, zähes Rhizom, fleischige Ausläufer, dicke Haftwurzeln (die an Stelzwurzeln der Mangroven erinnern) und dünne Saugwurzelsbüschel (WEHSARG 1935), also eine ganze Palette von Organen, die für das Leben am Wasser Vorteile bringen. Haftwurzeln besitzt beispielsweise auch die Kohlkrazdistel (*Cirsium oleraceum*; s. Abb. 3).



Abb. 3: Haftwurzeln der Kohlkrazdistel (Aufnahme: Konold)

Das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) bildet einen ganz dichten Rhizom- und Wurzelfilz (und ist deshalb auch so unduldsam gegenüber anderen Pflanzen). Niedergelegte Halme bewurzeln sich schnell und treiben Blätter. Bei steigendem Wasserstand entwickeln sich an den aufrechten Stengelknoten Adventivwurzeln, so daß mehrere frei flutende, fein verzweigte Wurzelstockwerke entstehen.

Alle genannten Arten kommen auch auf terrestrischen Standorten vor, etwa auf feuchten Wiesen und Weiden. Dort besitzen sie allerdings ein bei weitem nicht so vielfältiges, weil nicht notwendiges System von Organen.

Geländebeobachtungen über die unterschiedlichen Wuchsformen, Fortpflanzungs- und Anpassungsstrategien sind ungemein aufschlußreich und auch unabdingbar, wenn man sich mit Fließgewässerökologie und nicht nur mit einer im Trend liegenden Fließgewässergestaltung befaßt.

Oben wurde überwiegend von weichen Gradienten im Bach- Querprofil und vom Bach zum Umland gesprochen. Dazu ein anschauliches Beispiel (Abb. 4; KONOLD & OBERMANN 1983): Beim naturnahen Volkershausener Bach finden wir eine harmonische Verteil-

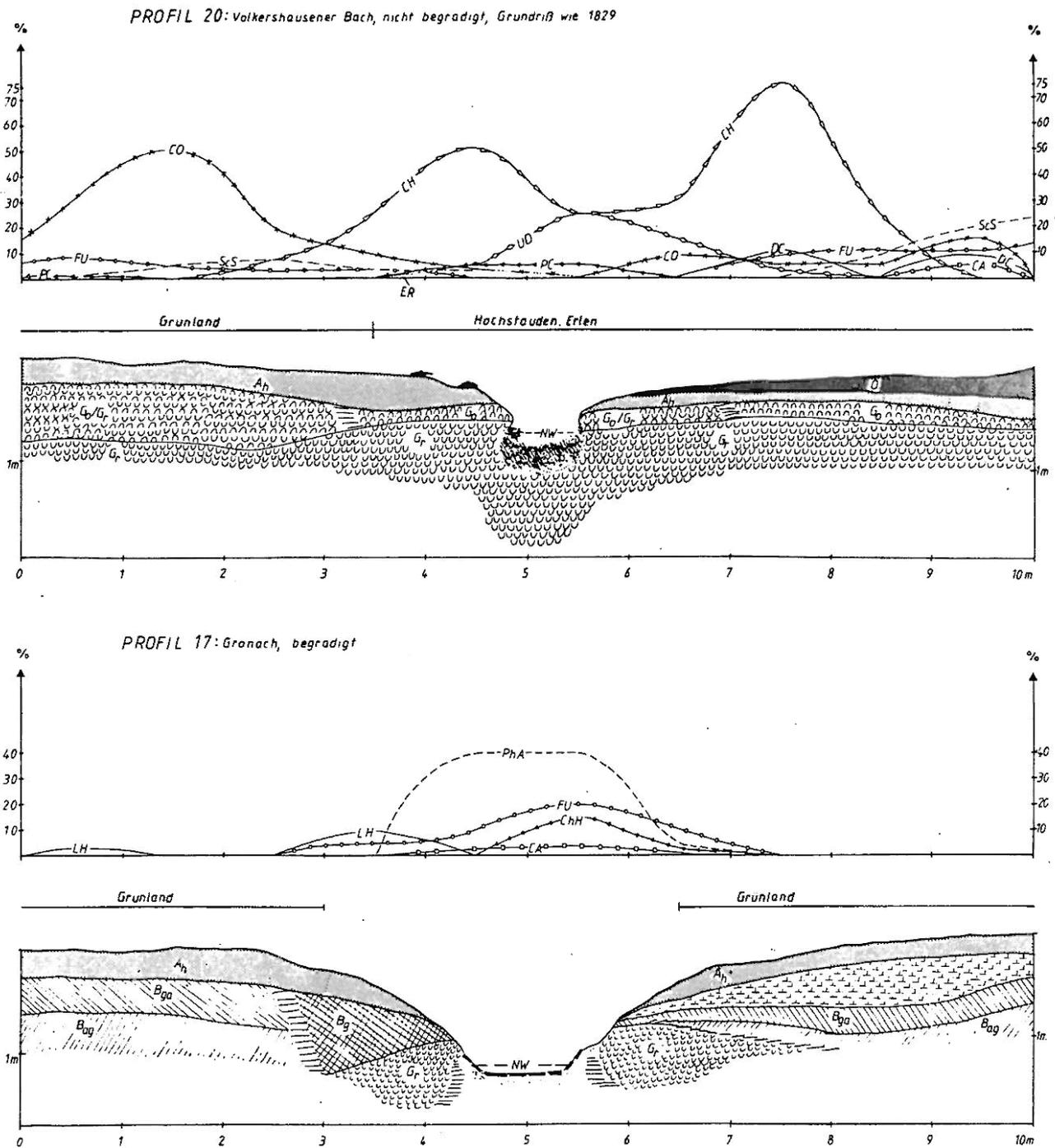


Abb. 4: Querprofil durch einen naturnahen (oben) und einen ausgebauten (unten) Bach. Es bedeuten: CA = *Carex acutiformis*, CH = *Carex hirta*, ChH = *Chaerophyllum hirsutum*, CO = *Cirsium oleraceum*, DC = *Deschampsia cespitosa*, ER = *Epilobium roseum*, FU = *Filipendula ulmaria*, LH = *Leontodon hispidus*, PC = *Phragmites communis*, Pha = *Phalaris arundinacea*, ScS = *Scirpus sylvaticus*, UD = *Urtica dioica*. Aus KONOLD & OBERMANN 1983

lung der Arten, die an eine hohe Feuchtestufe gebunden sind. Die Pflanzen strahlen weit ins Umland aus. Anders bei der ausgebauten Gronach: Begradigung und Tieferlegung entwässern das Umland bzw. machen eine gezielte Entwässerung möglich. Die Grünlandbewirtschaftung geht bis ins Profil hinein (KONOLD 1986). Die wenigen hygrophytischen Arten beschränken sich auf einen schmalen Streifen; die horizontale Wirkung des Baches ist minimal; der „Lebensraum Bach“ ist auf eine harte und enge Struktur reduziert worden (= konvergente Struktur nach van LEEUWEN 1965). Auf der linken Böschung tritt bereits gehäuft der Frische- bis Trockenzeiger *Leontodon hispidus* (Rauher Löwenzahn) auf.

Diese Gegenüberstellung darf jedoch nicht dazu verleiten, bei Umbaumaßnahmen durchgehend weiche Gradienten durch Uferabflachung zu schaffen. Ein natürliches Fließgewässer besitzt durchaus auch steile Ufer und schroffe Übergänge mit ausgeprägten Gradienten.

### 2.2.2 Gewässerbegleitender Gehölzsaum

Die gewässerbegleitenden gehölzdominierten Pflanzengemeinschaften zählt man zur azonalen Vegetation, d. h. ihr Vorkommen ist weniger vom Großklima oder Mesoklima, sondern vielmehr von

edaphischen Standortfaktoren abhängig (ELLENBERG 1978, S. 73f.). Da einige gute Publikationen über diese Gehölze und deren Bedeutung vorliegen (z. B. KIRWALD 1955, KRAUSE 1976, LOHMEYER & KRAUSE 1977), sollen lediglich einige wenige Aussagen getroffen werden.

Auch bei den Gehölzarten finden wir ein großes Spektrum an Wuchsformen, Überlebensstrategien und Ausbreitungsmechanismen. Daraus ergibt sich — wenn genügend Raum zur Verfügung steht — ein hoher Durchdringungseffekt und eine hohe Strukturdiversität. Diese werden gebildet aus aufrechten, nicht, wenig oder stark verzweigten Wuchsformen, aus unterschiedlicher Ausschlagsfähigkeit nach einer Nutzung oder einer natürlichen mechanischen Schädigung, aus klimmenden Formen (z. B. Waldrebe/Clematis vitalba), aus niederliegenden Formen (z. B. Rubus-Arten), aus Wurzelbrut-(Polykormon-)Bildungen (z. B. Schlehe/Prunus spinosa, Hartriegel/Cornus sanguinea) und Ausläufer-Bildungen (z. B. Liguster/Ligustrum vulgare), aus Absenker-Bildungen (z. B. Strauchweiden-Arten) und aus hohen Aussamungs- und Keimungsraten (z. B. Esche/Fraxinus excelsior, Bergahorn/Acer pseudoplatanus).

Generell gilt, daß ein sehr großer Teil unserer heimischen Gehölzarten entlang der Bäche einen Wuchsort findet und sich dort auch behaupten kann. Das heißt, daß an einem naturnahen Fließgewässer das jeweils regionale Gehölzspektrum weitgehend vorhanden sein kann, also auch Arten, deren Hauptverbreitung etwa in wärme liebenden Gebüschern oder Waldrändern liegt, z. B. der Wollige Schneeball/Viburnum lantana, Ackerrose/ Rosa arvensis oder Berberitze/Berberis vulgaris. Das heißt natürlich auch, daß bei Bepflanzungen dieses Spektrum ausgeschöpft werden sollte, wobei mit zunehmender Entfernung vom unmittelbaren Ufer (Mittelwasser-Bereich) die Auswahlmöglichkeiten größer werden. Es können jedoch in vorderster Front durchaus einmal Hainbuche oder Hasel stehen. Viele Gehölze besitzen eine erstaunlich hohe Hochwassertoleranz (SPÄTH 1988). Was bei Bepflanzungen im einzelnen Fall möglich ist, läßt sich an naturnahen Bächen der Umgebung ab-

lesen (KRAUSE 1988). Keine Gehölzart darf von vornherein ausgeschlossen werden (dazu KRAUSE & LOHMEYER 1980).

Ganz wichtig bei Bepflanzungen oder Bestandsumwandlungen ist es, die natürlichen Areale der Gehölzarten zu berücksichtigen. In dieser Beziehung werden z. B. mit der Grauerle (Alnus incana) große Fehler begangen, indem sie außerhalb ihres eigentlichen Areals oft bestandsbildend gepflanzt wird. Das Vorkommen der Grauerle ist bei uns von deren präalpinem und borealem Verbreitungsgebiet bestimmt, d. h. sie kommt nach Norden nur bis zur Donau und nach Westen nur im Bereich der Rhön vor (MEUSEL et al. 1965). An diese Grenzen müssen wir uns halten. — Leider wurden schon viele Florenverfälschungen begangen, so daß es dem Nicht-Geobotaniker oft kaum möglich ist, das Vorkommen einer Pflanze dahingehend richtig einzuschätzen.

Die Esche (Fraxinus excelsior) wird meist zu wenig verwendet, wohl weil ihr der Ruf vorausgeht, die Gewässerufer nicht ausreichend zu sichern und nach Unterspülung sturzgefährdet zu sein (LOHMEYER & KRAUSE 1977). Dies darf jedoch nicht verallgemeinert werden. Die Esche bewährt sich ganz ausgezeichnet an Bächen, die eine große Geschiebeführung besitzen und in denen Geröll akkumuliert wird, die Gefahr einer Unterspülung also gering ist. Fast reine Eschen-Bestände in vorderster Front finden wir auch entlang kalkreicher Bäche, deren Sohle durch Kalksinterbildung permanent aufgehöhht wird.

Auch für die Bergulme (Ulmus glabra) gilt es, einen Stab zu brechen. Gerade an Bächen finden wir oft noch gesunde Ulmen, obwohl in den angrenzenden Hangwäldern das Ulmensterben bereits drastische Ausmaße angenommen hat. Pflanzen wir deshalb doch verstärkt die Bergulme an Bächen, um die Verluste andernorts etwas zu kompensieren.

Gehölzsäume an Bächen sind lineare Waldfragmente, also Ökotope, die die Eigenschaften und die ökologische Bedeutung der Waldsäume (Saumarten!) und des angrenzenden Hochwaldstreifens in sich vereinigen. Sie sind ein eigener Lebensstyp, sie bieten



Abb. 5: Frühlingsaspekt mit dem Märzenbecher am Dietenbach bei Leutkirch im Allgäu (Aufnahme: Konold)



Abb. 6: Alte Kopfeiche mit epiphytischem Bewuchs an einem Mühlbach (Aufnahme: Konold)

Deckung und Nahrung, sie sind in der Talaue eine Art „Brückenkopf“ zu einem Wald oder einer Hecke am Talrand (RINGLEY 1981), und sie sind in der Längsrichtung verbindende Elemente und Orientierungslinien.

Die Beschattung des Uferstreifens und das Vorhandensein eines ausgeglichenen Kleinklimas ermöglichen vielen Waldgräsern und Waldkräutern eine dauerhafte Existenz, etwa dem Waldflattergras (*Milium effusum*), der Waldfiederzwenke (*Brachypodium sylvaticum*), der Goldnessel (*Lamium galeobdolon*) oder dem Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*). Ganz besonders hervorzuheben sind einige Frühjahrsgeophyten nicht nur wegen ihrer Schönheit und ihres interessanten Lebenszyklus, sondern auch deshalb, weil sie sehr stark zurückgegangen sind. Hierzu zählen z. B. der Hohle Lerchensporn (*Corydalis cava*), der Gelbsterne (*Gagea lutea*), der Blaustern (*Scilla bifolia*), der Märzenbecher (*Leucojum vernum*; s. Abb. 5) und der Bärlauch (*Allium ursinum*), alles Arten, die ihre Hauptverbreitung in kalk- oder nährstoffreichen, frischen Mullbodenwäldern haben. Für diese und andere Pflanzen erfüllen die Saumwälder eine echte Refugialfunktion.

Eigens zu nennen sind auch die epiphytisch wachsenden Pflanzen, die insbesondere alte Baumweiden besiedeln (Abb. 6). Hier reicht das Spektrum von den Moosen bis hin zu einigen Sträuchern wie etwa der Stachelbeere (*Ribes uva-crispa*).

### 3 Zusammenfassende Betrachtung

Zusammenfassend ist zum Thema „Fließgewässer aus pflanzenökologischer und vegetationskundlicher Sicht“ zu sagen:

Natürliche oder naturnahe Fließgewässer sind in räumlicher und zeitlicher Dimension hoch diverse Systeme. Dies gilt erstens für die physikalischen Standortfaktoren, die die Gestalt des Systems bestimmen. Dies gilt auch und zweitens für die Organismen: Bezogen

nur auf Artenzahlen ergaben eigene Untersuchungen beispielsweise, daß in einem Gebiet in Hohenlohe mit naturnahen und verschiedenen ausgebauten Fließgewässern eine gemeinsame Grundausstattung von 30 bis 40 (überwiegend „banalen“, ubiquitären) Pflanzenarten vorhanden ist. Die naturnahen Abschnitte beherbergen jedoch insgesamt um die 100 Arten, die anderen zwischen 40 und 80 (KONOLD 1986).

Extrem oligotrophe Bachabschnitte können trotz ausgeprägter Vielgestaltigkeit artenarm sein. Diese beherbergen dann aber einen besonders hohen Anteil stenöker Arten.

Drittens zeichnen sich natürliche oder naturnahe Fließgewässer-Ökosysteme durch ihre hohe strukturelle und Texturdiversität aus, also durch ihren hohen inneren Organisationsgrad im Bereich der Wuchsformen und Strategien und im Bereich der horizontalen und vertikalen Strukturierung (KONOLD 1986). Alle diese — nun abstrahierten — Diversitäten bedingen sich entweder (zielgerichtete Kausalität) oder sie stehen in Wechselbeziehung zueinander.

Natürliche oder naturnahe Fließgewässer sind sogenannte resilient stabile Systeme (HABER 1979, TREPL 1981), die nur innerhalb gewisser Grenzen Störungen kompensieren können. Massive Eingriffe über längere Strecken und zeitlich gedrängt können nicht aufgefangen werden. Das System wird umgewandelt in ein resilient stabiles System, in dem konkurrenzstarke, elastische Risikostrategen und Ubiquisten dominieren. Das System wird einfacher, die räumliche Wirkung eingeengt, die Diversitäten gehen durchweg zurück (KONOLD 1984).

Die Frage ist, wenn es um die „Naturnahe Behandlung von Wasserläufen“ geht, inwieweit wir mit Umgestaltungsmaßnahmen, die von der Theorie und im Ansatz richtig sind und bei denen die ökologische Funktionsfähigkeit im Vordergrund steht, eine Rückentwicklung überhaupt initiieren können — etwa im Hinblick auf das fast durchweg veränderte Abflußverhalten unserer Fließgewässer; die Frage ist auch, welche neuerlichen Eingriffe vertretbar sind — etwa Sohlenaufhöhungen über längere Abschnitte, massive „Natur“gestaltung, Neutrassierung, Bau von „Altwassern“ (?) und „Feuchtbiotopen“ (KONOLD 1988) —, ob in den Einzugsgebieten durchgreifende Verbesserungen durchsetzbar sind — etwa im Hinblick auf belastende Stoffeinträge —, und schließlich, ob die finanziellen Mittel für die angestrebten Ziele zur Verfügung gestellt werden, die von der Größenordnung weit höher liegen werden als die Mittel, die für den technischen Ausbau der Fließgewässer-Ökosysteme aufgewendet wurden. Oberstes Prinzip muß ganz generell sein, noch vorhandene natürliche und naturnahe Bäche zu erhalten und zu studieren.

Antworten — darunter auch falsche — werden nur stückweise kommen durch Erfahrungen vor Ort (z. B. ROLLI & KONOLD 1985). Rezepte darf es nicht geben, sondern nur am Objekt angepaßte, individuelle Lösungsansätze.

### Literatur

- CARBIENER, R. & A. ORTSCHNEIT, 1987: Wasserpflanzengesellschaften als Hilfe zur Qualitätsüberwachung eines der größten Grundwasser-Vorkommen Europas (Oberrheinebene). In: Miyawaki, A. et al. (eds.): Vegetation ecology and creation of new environments: 283–312 (Tokyo)
- DAHL, H.-J. & G. WIEGLEB, 1984: Gewässerschutz und Wasserwirtschaft der Zukunft. Jb. Natursch. Landschaftspf. 36: 26–65 (Bonn)
- ELLENBERG, H., 1973: Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In: Ellenberg, H. (Hrsg.): Ökosystemforschung: 1–31 (Berlin, Heidelberg, New York)
- ELLENBERG, H., 1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 2. Aufl. (Stuttgart)
- GADGIL, M. & O. T. SOLBRIG, 1972: The concept of r- and K-selection: Evidence from wild flowers and some theoretical considerations. Am. Naturalist 106: 14–31

- GLÜCK, H., 1924: Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. 4. Teil: Untergetauchte und Schwimmblattflora (Jena)
- HABER, W., 1979: Theoretische Anmerkungen zur „ökologischen Planung“. Verh. Ges. Ökologie (Münster 1978) 7: 19—30
- HEJNY, S., 1960: Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebene (Bratislava)
- JORGA, W. & G. WEISE, 1979: Wasserpflanzen und ihre Massenentwicklung („Aquatic Weed“) als Umweltfaktoren in weltweiter Sicht — ein Überblick. Wiss. Z. Techn. Univers. Dresden 28 (6): 1587—1601
- KIRWALD, E., 1955: Waldwirtschaft an Gewässern (Neuwied)
- KOHLER, A., 1981: Die Vegetation bayerischer Fließgewässer und einige Aspekte ihrer Veränderung. Tagungsbericht ANL 5/81: 6—18
- KOHLER, A., M. ZELLER & G.-H. ZELTNER, 1987: Veränderungen von Flora und Vegetation im Fließgewässersystem der Moosach (Münchner Ebene) 1970—1985. Bayer. Bot. Ges. 58: 115—137
- KONOLD, W., 1984: Zur Ökologie kleiner Fließgewässer. Agrar- und Umweltforschung in Baden-Württemberg 6: 262 S. (Stuttgart)
- KONOLD, W., 1986: Die Veränderung der bachbegleitenden Vegetation als Folge des Gewässerausbaus und der Bewirtschaftungsintensivierung. Verh. Ges. Ökologie (Hohenheim 1984) 14: 193—201
- KONOLD, W., 1987: Oberschwäbische Weiher und Seen. Geschichte, Kultur, Vegetation, Limnologie, Naturschutz. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 52 (2 Teile): 634 S. (Karlsruhe)
- KONOLD, W., 1988: Kritische Gedanken zur Bewertung von Landschaftselementen am Beispiel oberschwäbischer Stillgewässer. Hohenheimer Arbeiten „Gefährdung und Schutz von Gewässern“: 117—123 (Stuttgart)
- KONOLD, W. & S. OBERMANN, 1983: Die Auswirkungen wasserwirtschaftlicher Maßnahmen in historischer und vegetationskundlicher Sicht. Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 24: 117—127
- KOPECKY, K., 1971: Der Begriff der Linienmigration der Pflanzen und seine Analyse am Beispiel des Baches Studeny und der Straße in seinem Tal. Folia Geobot. Phytotax., Praha, 6: 303—320
- KRAUSE, A., 1976: Gehölzbewuchs als natürlicher Uferschutz an Bächen des Hügel- und unteren Berglandes. Natur und Landschaft 51 (7/8): 196—199
- KRAUSE, A., 1988: Waldbäche und Waldflüsse — naturnahe Vorbilder für die Umgestaltung ausgebauter Wasserläufe. Natur und Landschaft 63 (9): 367—369
- KRAUSE, A. & W. LOHMEYER, 1980: Schränken Pflanzenschutzbestimmungen unser Wildstrauchsortiment ein? — Zur Frage verfeimter Holzarten. Natur und Landschaft 55 (9): 335—336
- van LEEUWEN, C.-G., 1965: Het verband tussen natuurlijke en antropogene landschapvormen, bezien vanuit de betrekkingen in grensmilieus. Gorteria 2: 93—105
- LOHMEYER, W. & A. KRAUSE, 1977: Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer. Schr. Reihe Vegetationskde. 9, 2. Aufl.: 105 S. (Bonn-Bad Godesberg)
- MELZER, A. & R. KAISER, 1986: Seasonal variations in nitrate content, total nitrogen and nitrate reductase activity of macrophytes from a chalk stream in Upper Bavaria. Oecologia 69: 606—611
- MEUSEL, H., E. JÄGER & E. WEINERT, 1965: Vergleichende Chorologie der zentral-europäischen Flora (Jena)
- REIMANN, K., 1986: Sauerstoff und BSB als Bewertungsgrößen bei verschiedenen Gewässernutzungen. Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie 40: 325—346
- RINGLER, A., 1981: Schrumpfung und Dispersion von Biotopen. Natur und Landschaft 56 (2): 39—45
- ROLLI, E. & W. KONOLD, 1985: Der Weg zum „natürlichen“ Dorfbach. Ökologische und gestalterische Wiederbelebung unserer Dörfer. Landschaft + Stadt 17 (3): 110—119
- SCHULTHORPE, C.D., 1985: The biology of aquatic vascular plants Reprint (Königstein)
- SEGAL, S., 1970: Strukturen und Wasserpflanzen. In: Tüxen, R. (Hrsg.): Gesellschaftsmorphologie: 157—169 (Den Haag)
- SPÄTH, V., 1988: Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen. Natur und Landschaft 63 (7/8): 312—315
- TREPL, L., 1981: Ökologie und „ökologische“ Weltanschauung. Natur und Landschaft 56 (3): 71—75
- van der VOO, E.E. & V. WESTHOFF, 1961: An autecological study of some limnophytes and helophytes in the area of the large rivers. Wentia 5: 163
- WEHSARG, O., 1935: Wiesenunkräuter. Arbeiten des Reichsnährstandes 1 (Berlin)
- WESTHOFF, V., 1976: Die Verarmung der niederländischen Gefäßpflanzenflora in den letzten 50 Jahren und ihre teilweise Erhaltung in Naturreservaten. Schr. Reihe Vegetationskde. 10: 63—73 (Bonn-Bad Godesberg)
- WIEGLEB, G. & D. TODESKINO, 1985: Der biologische Lebenszyklus von Potamogeton alpinus und dessen Bedeutung für das Vorkommen der Art. Verh. Ges. Ökologie (Bremen 1983) 13: 191—198



Beispiel eines naturnahe ausgebauten Gebirgsbaches. Der Einbau von zahlreichen Sohlschwellen mindert die Fließgeschwindigkeit des Wassers und damit die Gefährdung der Ufer. (Foto: Olschowy)

## Fließwasserökologie aus der Sicht der Tierwelt

### 1 Einleitung

Wie die Fließwasserökologie aus der Sicht der Fließwassertiere aussieht, ist eine nicht zu beantwortende Frage. Allerdings wissen wir einiges über die Ansprüche dieser Organismen an ihre Umwelt. Dieses Wissen kann Grundlagen zur Beurteilung einer naturnahen Behandlung unserer Fließgewässer „aus der Sicht der Tiere“ liefern (in diesem Sinne werde ich das mir gestellte Thema behandeln) und sollte bei der Realisierung von Projekten berücksichtigt werden.

Nicht nur aufgrund der großen Unterschiede in Bau und Funktion der Sehorgane wird diese „Sicht der Tiere“ von Art zu Art verschieden sein, sondern auch, weil für eine ganze Reihe von Arten unserer heutigen Fließgewässer eine naturnahe Behandlung einen Rückgang oder gar ein Auslöschen von Populationen bedeuten kann. Denn viele der Arten in unseren Fließgewässern wurden — auf Kosten der naturraumtypischen Arten — durch den dominanten Ökofaktor „menschliche Eingriffe“ begünstigt und würden eine naturnähere Behandlung unserer Bäche und Flüsse wohl kaum befürworten. Für den Abwasserpilz gibt es nichts schlimmeres als eine effizient arbeitende Kläranlage, ein Faktum, das kaum Aufsehen erregt. Anders wird es, wenn eine naturnahe Behandlung zu einem dichten Uferwald führt und als Folge davon eine Reihe von Libellenarten aus dem Bach verschwindet. Diese Beispiele verdeutlichen mögliche Zielkonflikte, denen man nur entgeht, wenn man das so häufig verwandte Kriterium „je mehr Arten, desto besser“ verwirft und sich anderen Zielen zuwendet.

Das sinnvollste Ziel einer naturnahen Behandlung scheint mir, die für den Naturraum typischen ökologischen Funktionen von Fließwassertieren (und natürlich auch der Pflanzen) zu vitalisieren. Weil dieses Ziel etwas abstrakt erscheint, werde ich es anhand einiger Beispiele konkretisieren (Abschnitt 2). Träger dieser Funktionen sind die naturraumtypischen Arten, oder besser Populationen dieser Arten, die für diese Funktionen mehr oder minder wichtig sind. Damit bekommen sie einen anderen Stellenwert als bei der gebräuchlichen Einstufung auf der Skala „selten“ bis „häufig“. Konkreter: Naturnahe Behandlung, das Wort sagt es, führt nicht zurück zur Natur, so daß sich die erwünschten Funktionsträger unter Umständen nicht von alleine behaupten können. Dann muß die naturnahe Behandlung durch gezielte Maßnahmen die erforderlichen Funktionen ermöglichen. Ginge es zum Beispiel um einen Waldbach, sollte die naturnahe Behandlung besonders die für solche Bäche typische funktionelle Gruppe der Fallaubzersetzer fördern, auch wenn dies weit verbreitete und häufige Arten wären. Darüber hinaus wären natürlich auch andere für das System wichtige Funktionen zu vitalisieren.

Welche Faktoren bei einem solchen Vorgehen grundsätzlich besonders zu beachten sind, soll anhand einiger Beispiele aufgezeigt werden (Abschnitt 3).

Da das Spektrum der Fließwassertiere vom Einzeller bis zum Säugtier reicht, würde es den vorgegebenen Rahmen sprengen, das Thema aus der Sicht aller systematischen Gruppen von Fließwassertieren zu behandeln. Deshalb werde ich mich auf ein Kompartiment von Fließwasserlebensgemeinschaften beschränken, auf die größeren Wirbellosen der Gewässersohle, die benthischen Makroinvertebraten. Von ihnen findet man in einem heimischen naturnahen Fließgewässer einige hundert Arten, die vornehmlich zu den Insekten, Krebsen, Muscheln, Schnecken und den verschiedensten Gruppen der Würmer gehören. Im Körperbau, im Ernährungs-

modus, in der Fortpflanzungsbiologie und auch in ihrer Populationsdynamik sind die benthischen Makroinvertebraten hochdivers, so daß ihre ökologischen Ansprüche eine repräsentative Auswahl aus dem Gesamtspektrum der Fließwassertiere darstellen.

### 2 Funktionelle Leistungen von benthischen Wirbellosen

Augenfällige Funktionen eines benthischen Wirbellosen sind, daß er frißt, Kot produziert, wächst und atmet. Ein in den Bach gefallenes Erlenblatt wird zunächst von Fallaubzsetzern zerkleinert und im wesentlichen in Kot dieser Tiere verwandelt. So modifiziert, wird es in andere Funktionsgruppen des Nahrungsnetzes eingeschleust, zum Beispiel von filtrierenden oder sedimentsammelnden Kleinpartikelfressern weiter umgesetzt. Verspeist ein Räuber einen Kleinpartikelfresser, wird das Erlenblatt (in weiter umgewandelter Form) in eine höhere trophische Ebene eingebracht und dort weiter abgebaut. Somit wird das Erlenblatt im Nahrungsnetz schrittweise veratmet, gewissermaßen in einer längeren Prozedur langsam verbrannt.

Die Beiträge, die die benthischen Makroinvertebraten dabei leisten, sind beträchtlich (STATZNER 1988): In einem naturnahen norddeutschen Tieflandsbach produzierten 1 Milliarde Individuen dieser Tiere 4 t Biomasse (Frischgewicht) pro ha und Jahr. Dazu veratmeten sie etwa 13 t organische Substanzen (Frischgewicht) pro ha und Jahr, das war ihr Beitrag zur biologischen Selbstreinigung. Noch größer war ihre Kotproduktion, nämlich 274 t (Frischgewicht) pro ha und Jahr. Diese Kotproduktion hat eine Katalysatorfunktion beim Abbau organischer Substanzen (ANDERSON & SELLE 1979). Wie stark dadurch dieser Abbau beeinflusst wird, ist allerdings zur Zeit nicht verlässlich quantifizierbar.

In welchem Maße sich die Leistung einer Population in einzelnen Teilfunktionen zergliedert, hängt vom potentiell erreichbaren Lebensalter der Art ab (Tab. 1). Statistisch betrachtet (es gibt Ausnahmen!) ist die Biomasse eines ausgewachsenen Individuums einer langlebigen Art größer als die einer kurzlebigen Art. Der Erhalt dieser größeren Biomasse kostet offensichtlich so viel Energie, daß langlebigere Arten viel weniger Biomasse pro Biomasseeinheit produzieren als kurzlebige Arten und daß die langlebigeren Arten viel mehr Biomasse pro produzierte Biomasseeinheit veratmen als die kurzlebigeren Arten (Tab. 1). Damit sind die langlebigeren

Tabelle 1: Das potentiell erreichbare Lebensalter einer benthischen Wirbellosenart korreliert statistisch mit den jährlichen Umsatzleistungen ihrer Population (Populationen eines norddeutschen Tieflandsbaches; STATZNER 1987).

Potentiell erreichbares Lebensalter (Jahre)	0,5	1	3	6	10
Pro Biomasseeinheit produzierte Biomasse-einheiten	4,4	3,6	1,6	0,5	0,1
Pro produzierte Biomasseeinheit veratmete Biomasseeinheit	0,9	1,0	1,9	4,3	13,3

Arten potentiell viel effizienter für die biologische Selbstreinigung als die kurzlebigeren Arten.

Zu den besonders langlebigen benthischen Wirbellosen unserer Fließgewässer gehören die Flußmuscheln (Unionidae). Sie ernähren sich filtrierend, säubern also das Wasser von Partikeln. Ihre Filtrationsleistungen wurden unlängst für einen verhältnismäßig unbelasteten Abschnitt der Maas oberhalb von Namur bestimmt und in Kapazitäten eines Klärwerkes ausgedrückt (LIBOIS & HALLET-LIBOIS 1987). Soeben publizierte experimentelle Befunde zeigen, daß aufgrund methodischer Artefakte die für diese Bestimmung herangezogenen Filtrationsraten zumindest um den Faktor 4 erhöht werden müssen (KRYGER & RIISGARD 1988). Unter Berücksichtigung dieser Korrektur leistet die Muschelpopulation eines etwa 10 km langen Abschnittes der Maas einen Beitrag zur Reinigung des Wassers, der — in Klärwerkskapazitäten ausgedrückt — 150 000 Einwohnergleichwerten entspricht.

Eine ganz andere Funktion von benthischen Wirbellosen haben wir durch Zufall bei Freilandexperimenten über Räuber-Beute-Beziehungen in einem Schwarzwaldbach entdeckt und sie im Sommer 1988 zum ersten Mal genauer untersucht (STATZNER, FUCHS & PECKARSKY, in Vorbereitung). Ein einziges Individuum einer räuberischen Steinfliegenlarve (*Dinocras cephalotes*) erodiert unter ihr zusagenden sohlennahen Strömungsbedingungen etwa 50 ml Feinsediment pro Tag, wenn sie bei experimentell erniedrigter Beutedichte gehalten wird, vermutlich eine Folge von Hunger und damit verbundener erhöhter Jagdaktivität. In starken Populationen erreicht diese Steinfliege Besiedlungsdichten von 100 Individuen pro m<sup>2</sup>. Ob diese, wenn hungrig, 5 l Feinsediment pro m<sup>2</sup> und Tag erodieren, wissen wir nicht, auch sind uns jahreszeitliche Unterschiede noch unbekannt. Aber man kann schon jetzt davon ausgehen, daß diese Tiere in starken Populationen die physikalische Umwelt des Bachgrundes durch ihren Beitrag zur Erosion mitgestalten, indem sie das Lückensystem des Bachschotters freihalten.

Diese Beispiele mögen genügen, um den abstrakten Begriff naturraumtypische „ökologische Funktionen“ als Zielgröße einer naturnahen Behandlung unserer Fließgewässer mit konkreten Inhalten zu füllen. Sie zeigen in allen Fällen, daß diese kleinen Tiere (obwohl sie Makroinvertebraten genannt werden, erreichen nur die wenigsten Arten eine Körperlänge > 1,5 cm) in naturnahen Fließgewässern enorme Leistungen vollbringen.

### 3 Umweltansprüche von benthischen Wirbellosen: fünf Generalfaktoren

Die zuvor erläuterten funktionellen Leistungen sind den Wirbellosen nur möglich, wenn die Umweltbedingungen ihren Ansprüchen gerecht werden. Dafür gibt es zahlreiche Belege, die sich auf folgendes Prinzip reduzieren lassen: Unterschreitet der Wert eines bestimmten Faktors für einen Organismus das Minimum, funktioniert er nicht mehr, dasselbe gilt für das Überschreiten des Maximums. Zwischen diesen beiden Extremen funktioniert der Organismus desto besser, je näher der Wert des Faktors seinem Optimum kommt.

Prinzipiell wirken auf einen benthischen Wirbellosen in einem Fließgewässer so viele Faktoren, daß sie nie alle erfaßt werden können. Einige dieser Faktoren sind durch die naturnahe Behandlung der Gewässer nicht oder nur schwer zu verändern, etwa die Ionenzusammensetzung, wenn diese allein durch die Geologie des Einzugsgebietes und, was heute verstärkt der Fall ist, durch den Eintrag aus der Luft bestimmt wird. Andere Immissionen in das Gewässer lassen sich leichter unterbinden. Das Abstellen punktueller und diffuser Verschmutzungen aus dem engeren Einzugsgebiet ist Grundvoraussetzung für die naturnahe Behandlung eines Fließgewässers, so daß ich auch diese Punkte ausklammere: Abwasserbehandlung nach dem Stand der Technik und Uferwaldstreifen als Pufferzone gegen diffuse Stoffeinträge (PETERJOHN & CORRELL 1984) sind die dafür erforderlichen Maßnahmen. Darüber hinaus sollte es eine Selbstverständlichkeit sein, daß Bauwerke so umge-

staltet werden, daß sie Tierwanderungen nicht behindern. Dann reduziert sich das Faktorenbündel, auf das sich eine naturnahe Behandlung konzentrieren muß, aus der Sicht der benthischen Wirbellosen auf folgende fünf Generalfaktoren: Strömungsbedingungen (besonders die in Sohlennähe), Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, Uferbewuchs sowie Struktur der Gewässersohle.

Diese Faktoren sind auf verschiedenste Weise miteinander verknüpft: Der Uferbewuchs (Beschattung) wirkt sich auf die Wassertemperatur und damit auch auf den Sauerstoffgehalt des Wassers aus. Die Strömungsbedingungen bestimmen Austauschvorgänge an der Wasseroberfläche (und damit Temperatur und Sauerstoffgehalt) sowie Austausch- und Transportvorgänge an der Gewässersohle (und damit deren Struktur). Einige wenige Beispiele sollen demonstrieren, wie sich Veränderungen dieser fünf Generalfaktoren auf ökologische oder ökoфизиologische Reaktionen von benthischen Makroinvertebraten auswirken können.

Die am besten untersuchten Faktoren sind Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt. Die benthischen Wirbellosen sind wechselwarme Tiere, ihre Stoffwechselintensität hängt also von der Wassertemperatur ab. Eine Strudelwurmart der sommerkalten Bäche (*Crenobia alpina*) bewegt sich bei 15°C mehr als doppelt so schnell wie bei 5°C. Über 15°C geht die Fortbewegungsgeschwindigkeit wieder deutlich zurück. (MACAN 1974). Zwischen 10 und 15°C erzeugt eine Temperaturerhöhung von gut 2°C fast eine Verdoppelung des Sauerstoffverbrauches, dies heißt, daß schon geringfügige Temperaturveränderungen große ökologische Auswirkungen haben können. Die Respiration der Tiere ist darüber hinaus abhängig vom Sauerstoffgehalt und von der biologisch wirksamen Strömung. Der Bachflohkrebs (*Gammarus fossarum*) hat bei einem Sauerstoffpartialdruck von 152 mmHg und 0 cm/s Strömungsgeschwindigkeit dieselbe Respirationsleistung wie bei etwa 50 mmHg und 38 cm/s (FRANKE 1977). Dies liegt daran, daß zum einen die Sauerstoffaufnahme bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten für die Tiere leichter ist und zum anderen auf die Tiere mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit auch höhere Strömungskräfte wirken (um diesen widerstehen zu können, wird der Stoffwechsel intensiver).

Diese beiden Mechanismen weisen auf die herausragende Bedeutung der sohlennahen Strömungen für die benthischen Wirbellosen hin, die man erst seit kürzerem besser zu verstehen beginnt (STATZNER, GORE & RESH 1988). Ein gut definiertes Charakteristikum der sohlennahen Strömung ist die Schubspannung, also die Schleppkraft der Strömung. Ermittelt man im Freiland die Besiedlungsdichten von benthischen Wirbellosen in Abhängigkeit von der Schubspannung, ergeben sich für die verschiedenen Größengrup-

Tabelle 2: Optimum der Präferenzkurven für die Schubspannung (in dyn/cm<sup>2</sup>) von verschiedenen Größengruppen dreier benthischer Wirbelloser in einem Schwarzwaldbach (Frühsommer 1987, berechnet aus unveröffentlichten Daten von PECKARSKY, HORN & STATZNER).

<i>Baetis rhodani</i> (Eintagsfliege)	
kleine Larven	> 5000
mittelgroße Larven	1360
große Larven	535
<i>Dinocras cephalotes</i> (Steinfliege)	
kleine Larven	335
mittelgroße Larven	130
große Larven	80
<i>Hydropsyche instabilis</i> (Köcherfliege)	
mittelgroße Larven	> 5000
große Larven	3450

pen einer Art unterschiedliche Präferenzkurven, bei denen besonders die Optima voneinander abweichen (Tab. 2). Somit stellen die einzelnen Größengruppen derselben Art ganz unterschiedliche Anforderungen an die sohlennahe Strömung, die in einem Bachabschnitt nicht zu eintönig sein darf.

Die Eintönigkeit oder die Vielfalt der Schubspannungsbedingungen, also ihre Häufigkeitsverteilung, wird bestimmt durch die Gerinnemorphologie und den Abfluß. Experimentelle Manipulationen des Abflusses in einem Fluß in Tennessee (zwischen 230 und 3 m<sup>3</sup>/s; Gemeinschaftsprojekt mit Gore, Resh & Niemela) und in einem Bach des Bayerischen Waldes (zwischen 355 und 22 l/s; Gemeinschaftsprojekt mit Kohmann & Schmedtje) haben dafür im Sommer 1988 übereinstimmende Befunde geliefert: Bei einem einfachen Querprofil (mehr oder minder trapezförmig) sind die Schubspannungen bei jedem geprüften Abfluß relativ eintönig. Allerdings können geringe Veränderungen im Abfluß zu starken Verschiebungen (etwa im Medianwert) dieser eintönigen Schubspannungsverteilungen führen. Befinden sich im oder oberhalb des Querprofils Inseln (komplexere Gerinnemorphologie), sind die Schubspannungsbedingungen bei jedem Abfluß wesentlich vielfältiger und ihre Häufigkeitsverteilung ändert sich bei Abflußschwankungen nur geringfügig.

Auf diese Weise bestimmt die Gerinnemorphologie vor allem bei Hochwasserabflüssen auch die Strukturvielfalt der Gewässersohle, also des Lebensraumes der benthischen Wirbellosen. Das Lückensystem der Gewässersohle von Schotterbächen darf nicht verstopft sein, weil es für viele benthische Wirbellose einen Refugialraum darstellt (SCHWOERBEL 1986, 1987). Ein weiteres wichtiges naturnahes Strukturelement in den meisten Bächen unserer Region sind die Wurzelbärte der Schwarzerle, die sich in Polstern vom Ufer ins freie Wasser schieben und die dicht mit Tieren besiedelt sind. Darüber hinaus spenden die Erlen dem Bach Fallholz, das besonders in Tieflandsbächen mit sandigem Untergrund die Strukturvielfalt erhöht und auf diese Weise, zusammen mit den dadurch veränderten Strömungsbedingungen, hochdiverse Verteilungsmuster der verschiedenen benthischen Makroinvertebraten erzeugt (VERDONSCHOT & TOLKAMP 1983).

Schließlich spenden die Erlen dem Bach auch Fallaub, das im Verhältnis zu dem der meisten anderen heimischen Baumarten, zum Beispiel der Rotbuche, besonders stickstoffreich ist. Dieser Stickstoffreichtum beeinflusst den ernährungsphysiologischen Wert des Fallaubes für die Fallaubzersetzer. So ist die Wachstumseffizienz der Köcherfliegenlarve von *Sericostoma personatum* sechsfach höher, wenn sie statt mit Rotbuchen- mit Schwarzerlenfallaub gefüttert wird (IVERSEN 1974).

All diese Beispiele belegen, daß die Fließwassertiere an eine naturnahe Umwelt weitaus höhere Ansprüche stellen, als die meisten unserer heutigen Fließgewässer befriedigen können.

#### 4 Schlußfolgerungen für die naturnahe Behandlung unserer Fließgewässer

Um in unseren Fließgewässern die naturraumtypischen Funktionen der Organismen zu vitalisieren, müssen naturnahe Behandlungen dieser Systeme durch den Menschen an den angesprochenen Faktoren ansetzen.

Grundsätzlich sollte das Abwasser im Einzugsgebiet des Fließgewässers nach dem Stand der Technik behandelt werden, und Bauwerke im Gewässer dürfen Tierwanderungen nicht verhindern. In regelmäßigen Abständen durchgeführte Sohlräumungen (in den meisten Bächen der Ebene geschieht das alle 1 bis 3 Jahre) sind zu unterlassen, weil sie die Populationen der meisten benthischen Wirbellosen entscheidend schwächen. Das gilt besonders für die langlebigen, für die biologische Selbstreinigung so effizienten Arten, deren Individuen solche Eingriffe mehrmals in ihrem Leben, oft mehrmals vor Beginn ihrer Fortpflanzungstätigkeit, erleiden müssen. Besonders auffällig sind Populationszusammenbrüche im Zu-

sammenhang mit Sohlräumungen bei den großen Flußmuscheln (Unionidae). Ihre Populationen werden, das zeigen alle untersuchten Beispiele übereinstimmend, schon bei einer einmaligen Ausbaggerung des Gewässers nahezu vollständig ausgelöscht.

Reduktion der Häufigkeit von Sohlräumungen, aber auch die durch den Menschen erzeugten, in vielen Regionen bestehenden Probleme mit zu viel Abfluß (Landschaftsversiegelung, Regenüberläufe) oder zu wenig Abfluß (Wassernutzung, Restwassermengen) erfordern aus der Sicht der Fließwassertiere ganz neue Strategien im Wasserbau. Dabei geht es vorrangig darum, unter den Zwängen menschlicher Nutzung durch eine Abstimmung von Gerinnemorphologie und Abfluß die für die Fließwasserorganismen erforderlichen Strömungsbedingungen und Strukturen an der Gewässersohle zu erzeugen.

Ein letzter wichtiger Punkt wäre ein möglichst naturnaher Uferwald. Er dient nicht nur als Puffer gegen diffuse Verschmutzungen aus dem Einzugsgebiet, sondern hat darüber hinaus eine Reihe anderer wichtiger Funktionen für die Fließwassertiere.

Nach den heutigen Kenntnissen der Fließwasserökologie wären dies wohl die wichtigsten Wünsche, die die Fließwassertiere bei einer naturnahen Behandlung ihres Lebensraumes durch den Menschen hätten.

#### 5 Literatur

- ANDERSON, N.H. & SEDELL, J.R. (1979) Detritus processing by macroinvertebrates in stream ecosystems. *Ann. Rev. Entomol.* 24: 351—377.
- FRANKE, U. (1977) Experimentelle Untersuchungen zur Respiration von *Gammarus fossarum* Koch 1835 (Crustacea: Amphipoda) in Abhängigkeit von Temperatur, Sauerstoffkonzentration und Wasserbewegung. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 48: 369—411.
- IVERSEN, T.M. (1974) Ingestion and growth in *Sericostoma personatum* (Trichoptera) in relation to the nitrogen content of ingested leaves. *Oikos* 25: 278—282.
- KRYGER, J. & RIISGARD, H.U. (1988) Filtration rate capacities in 6 species of European freshwater bivalves. *Oecologia* 77: 34—38.
- LIBOIS, R.M. & HALLET-LIBOIS, C. (1987) The unionid mussels (Mollusca, Bivalvia) of the Belgian Upper River Meuse: an assessment of the impact of hydraulic works on the river water self-purification. *Biol. Conserv.* 42: 115—132.
- MACAN, T.T. (1974) *Freshwater ecology* (2nd ed.). Longman, London.
- PETERJOHN, W.T. & CORRELL, D.L. (1984) Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. *Ecology* 65: 1466—1475.
- SCHWOERBEL, J. (1986) Physikalische, chemische und limnologische Grundlagen. In: Lange, G. & Lecher, K. (Hrsg.) *Gewässerregulierung — Gewässerpflege*. P. Parey, Hamburg, S. 20—39.
- SCHWOERBEL, J. (1987) *Einführung in die Limnologie* (6. Aufl.). G. Fischer, Stuttgart.
- STATZNER, B. (1987) Characteristics of lotic ecosystems and consequences for future research directions. In: Schulze, E.-D. & Zwölfer, H. (eds) *Potentials and limitations of ecosystem analysis*. Springer, Berlin, S. 365 bis 390.
- STATZNER, B. (1988) Ökologische Optimierung wasserbaulicher Maßnahmen. *Mitt. Inst. Wasserbau Wasserwirtschaft RWTH Aachen*, 71 : 85 — 120.
- STATZNER, B., GORE, J.A. & RESH, V.H. (1988) Hydraulic stream ecology: observed patterns and potential applications. *J.N. Am. Benthol. Soc.* 7: 307—360.
- VERDONSCHOT, P.F.M. & TOLKAMP, H.H. (1983) De rol van dood hout in stromend water. *Nederlands Bosbouw tijdschr.* 55: 106—111.

## Vegetationsveränderungen an Quellgebieten und Bachläufen im Einzugsgebiet des Alfbaches (Schneifel)

### 1 Einführung

Vegetationsveränderungen durch Eingriffe in einem Einzugsgebiet können kaum deutlicher werden als durch den räumlichen Vergleich in einem Naturraum mit unterschiedlicher Landschafts- und Nutzungsentwicklung.

Im Vorland der Schneifel ergab sich die Möglichkeit (PFLUG et al. 1989), ein Einzugsgebiet zu studieren, in dem bei ähnlichen Standortverhältnissen Flurbereinigungsmaßnahmen unterschiedliche Veränderungen in einem Fließgewässerökosystem — vor allem in den Quellgebieten und oberen Bachläufen — hervorgerufen haben. Die dadurch entstandenen Vegetationsveränderungen an den Quellmulden, oberen Bachläufen und Seitenbächen am Ober- und Mittellauf des Alfbaches sollen hier dargestellt werden. Die dafür ausgewerteten pflanzensoziologischen Tabellen und Kartenmaterial sind bei PFLUG et al. (1989) und HACKER (erscheint 1990) zu finden.

Die Schneifel, ein waldbestandener Quarzit-Härtling, liegt in der Westeifel. Auf unterdevonischen Schichten schließt sich das Vorland als flacher Trog mit kuppig-hügliger Oberfläche daran, durch den sich der Alfbach wie eine Achse hindurchzieht. Charakteristisch für das Alfbachtal sind eine breite Aue, Quellmulden an den Oberhängen und Seitenbäche, die zwischen den einzelnen Hügeln und Kuppen zu ihm hinfließen. Durch das atlantische Klima und den zum Teil vergleyten oder pseudovergleyten Boden bedingt findet man hier stärkere Vernässungen und Versauerungen vor.

Die potentielle natürliche Pflanzengesellschaft ist in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes der Hainsimsen-Buchenwald. Er tritt von Natur aus in Rücken- und Hanglagen, auf Kuppen und in leichten Senken in verschiedenen Untergesellschaften auf. Gewässerbegleitend ist die Erle für das Gebiet charakteristisch. Die potentielle natürliche Vegetation ist hier das montane *Stellario-Alnetum*. Dabei könnten einige Unterhänge die natürlichen Standorte der Hainbuche mit dem *Stellario-Carpinetum* sein. In den Quellgebieten des Alfbaches, besonders an den Abhängen der Schneifel, ist das *Fago-Quercetum molinietosum* mit *Deschampsia cespitosa* sowie kleinflächig das *Sphagno-Alnetum* und das *Betuletum pubescentis* die potentielle natürliche Waldvegetation.

Der Schneifelkamm und die Abhänge sind noch durchgehend bewaldet, dagegen ist die flache Mulde des Vorlandes mit ihren leichten Erhebungen bis auf einzelne Bauernwaldparzellen, einige besonders flachgründige Rücken oder Kuppen und sehr steile Abhänge zum Dürenbach und zum Alfbach weitgehend von Grünlandwirtschaft beherrscht. An wenigen Stellen wird Ackerbau betrieben, der aber aufgrund der ungünstigen Standortbedingungen in der Grenzertragslage wirtschaftlich kaum ins Gewicht fällt.

### 2 Landschaftsentwicklung des Einzugsgebietes

Für die Beurteilung der Vegetationsveränderungen, die sich heute im Einzugsgebiet des Alfbaches zeigen, ist besonders die landwirtschaftliche Entwicklung von Bedeutung. Sie hat sich seit dem Mittelalter in drei großen Phasen vollzogen.

In der ersten Phase, die bis zur letzten Jahrhundertwende andauerte, wurden Ackerbau und Weidenutzung hauptsächlich auf den durch Rott- und Schifferwirtschaft entstandenen offenen Flächen betrieben (PAFFEN 1940, WENZEL 1962). Dieser Kulturzustand

wie er in der Karte von TRANCHOT UND V. MÜFFLING (1810/11) dargestellt worden ist, hatte in ähnlicher Form und Ausdehnung einige Jahrhunderte lang bestanden. Der größte Teil des kuppig-hügligen Schneifelvorlandes war Heide (*bruyères*), während Ackerland (*terres labourables*) hauptsächlich in Ortsnähe und Wiesen und Weiden (*prés*) in den Bachauen zu finden waren. Wald (*bois*) — man nimmt an, daß es sich vorwiegend um Laubwald gehandelt haben muß — fand sich bereits an den auch heute noch großflächig bewaldeten Stellen auf flachgründigen Standorten. Damals war die Waldbestockung aber deutlich geringer als heute, da alle ergiebigeren Flächen für die Rott- und Schifferwirtschaft genutzt wurden und dann als Heide liegenblieben.

Die zweite Phase der landwirtschaftlichen Nutzung begann im Schneifelvorland um die Jahrhundertwende. Es wurden die öden und ertragsschwachen Heide- und Ackerflächen durch Umbruch und Ansaat von verschiedenen Gras- und Kleearten in sogenannte „Feldgrasanlagen“ (SCHMITZ 1910) umgewandelt. Dabei blieben aber die natürlichen Standortbedingungen weitgehend erhalten, d. h. nur umbruchfähige Flächen wurden der Feldgraswirtschaft zugeführt. Auch begann bereits zu dieser Zeit der Wechsel zwischen Ackerbau und Feldgraswirtschaft auf einer Fläche. In der Karte der PREUSSISCHEN LANDESAUFNAHME (1895) findet man dementsprechend auch keine Unterscheidung in der Signatur, so daß davon ausgegangen werden muß, daß etwa ein Drittel der Fläche des Schneifelvorlandes durch Ackerbau und Feldgraswirtschaft genutzt wurde. Alle Bachauen- und Quellbereiche sind zu dieser Zeit noch als Wiesen (*nasse Wiesen*) genutzt worden. Etwas zugenommen haben die Waldflächen gegenüber der TRANCHOT/V. MÜFFLING'schen Aufnahme von 1810/11. Auch sind um die Jahrhundertwende bereits Nadelholzaufforstungen bekannt.

Heute befinden wir uns in der dritten Phase der landwirtschaftlichen Nutzung des Schneifelvorlandes. Auf den meisten Flächen ist die Entwicklung von der alten Feldgraswirtschaft zu Intensivgrünland weitergegangen und es ist großflächig mit Standort- und Gewässerveränderungen begonnen worden. Im gesamten Gebiet sind heute alle gut zugänglichen, befahrbaren Flächen Ansaatgrünland, das alle paar Jahre umgebrochen und neu eingesät wird. Diese Flächen werden hauptsächlich als reine Mähwiesen (2-3-maliger Schnitt pro Jahr) genutzt. Nachbeweidet werden nur dorfnaher Flächen. Außerdem werden heute erhebliche Mengen Dünger mehr eingesetzt und Selektivherbizide verwendet als zu Zeiten der Feldgraskulturen.

Mit zu dieser Entwicklung beigetragen haben Flurbereinigungen in einigen Gemarkungen des Alfbacheinzugsgebietes. Durch die Zusammenlegung der Flurstücke konnten größere Flächen mit Traktoren bewirtschaftet werden. Außerdem wurde durch die Anbindung eines jeden Flurstückes an einen Weg eine gute Zugänglichkeit für Maschinen geschaffen. Diese Flächen können so intensiver genutzt werden.

Einen weiteren wesentlichen Beitrag zur großflächigen Nutzung der Flur mit Grünlandansaaten leisten die Meliorationsmaßnahmen, die im Rahmen der Flurbereinigung durchgeführt worden sind. Durch sie sind feuchte oder sogar nasse Standorte, die z. T. zwischen kleineren Feldern lagen, gedrängt und trockengelegt worden, so daß die Fläche und die Bodenkonsistenz den Einsatz von Maschinen zuließen. Oder es wurden sogar großräumig feuchte Senken, Quellmulden und Bachrandbereiche entwässert und somit völlig neue Anbauflächen geschaffen.

### 3 Heutige Gewässersituation

Bei den Gewässern fällt auf, daß diese neben der offenen, nicht forstlich genutzten Landschaft mit der Flurbereinigung die deutlichste Veränderung erfahren haben.

Bereits die Quellbäche des Alfbaches sind unterschiedlich anthropogen beeinflusst. Einige entspringen in einem geschlossenen Waldgebiet. Diese sind bis zum Eintritt in die landwirtschaftlich genutzte Flur in einem natürlichen Zustand. Dagegen sind die Quellbäche, die im Intensivgrünland entspringen, in stichartige Kanäle gefaßt und ihr Regelprofil ist zum Teil mit Gittersteinen befestigt. Die Quellmulden wurden entwässert und in die landwirtschaftliche Nutzfläche einbezogen.

Nach dem Zusammenfluß der verschiedenen Quellbäche fließt der Alfbach im Oberlauf zuerst in einem tiefen Bachbett aus Schotter und Steinen mit randlichem Baumbewuchs, später wechseln Strecken mit natürlichem Bachbett (Anschnitt von Steilhängen, felsige Sohle aus anstehendem Gestein) mit Strecken, die im Regelprofil mit Gittersteinen und Betonschalen ausgebaut sind. Einige Zuflüsse wurden mit großem Abflußquerschnitt versehen.

Noch natürlich vernäßte Auen und Quellgebiete fanden sich an einigen größeren Zuflüssen im bisher nicht flurbereinigten Gebiet im Mittellauf des Alfbaches, so daß hier die ursprüngliche Vegetation innerhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche untersucht werden konnte.

### 4 Vegetationsmosaik im nicht flurbereinigten Gebiet

In den Bachtälern, entweder in ebener Lage in der Aue selbst oder an den mehr oder weniger quelligen Hangbereichen, befinden sich Naßwiesen, -weiden und -brachflächen. Die Vegetationszusammensetzung hängt wesentlich von den Feuchtigkeitsverhältnissen und der jetzigen bzw. früheren Nutzung der Standorte und der Länge des Brachestadiums ab. Es sind hauptsächlich folgende Pflanzengesellschaften zu finden:

- Die *Juncus effusus*-Gesellschaft ist eine Naßweidenvegetation (FOERSTER 1983) nährstoffbegünstigter Standorte. Das ist aus der sehr intensiven Beweidung einiger Bereiche der Bachauen zu erklären. In den meisten Fällen steht die *Juncus effusus*-Gesellschaft auf ebenen, grundwasser-, manchmal auch auf stauwasserbeeinflussten Stellen. Kennarten sind neben *Juncus effusus* *Cardamine pratensis* und *Ajuga reptans*. Außerdem sind regelmäßig einige Feuchtwiesenarten wie *Caltha palustris*, *Myosotis palustris*, *Lotus uliginosus*, *Cirsium palustre* und *Juncus acutiflorus* vertreten sowie typische „Weidedegradationsarten“ wie *Holcus lanatus*, *Poa trivialis* oder *Epilobium tetragonum*.
- Die Binsenbestände der *Juncus acutiflorus*-Gesellschaft sind fast immer an Standorten mit fließendem Wasser zu finden, entweder an Hangquellstellen oder auch in quelligen Randbereichen im Talraum der Bachauen. *Juncus acutiflorus* ist offensichtlich auf diese quellzügigen Bereiche angewiesen und zeigt damit einen Bedarf an Wasserbewegung, Durchlüftung des Untergrundes und regelmäßiger Nährstoffzufuhr auf bodensauren Standorten an, worauf auch schon SCHWICKERATH (1944) und KLAPP (1951) hingewiesen haben. Damit wird gleichzeitig das besonders im atlantisch/subatlantischen niederschlagsreichen Klima verbreitete Vorkommen von *Juncus acutiflorus* klar. Die Flächen der physiognomisch sich durch ihre dunkelgrüne Farbe von der Umgebung abhebende, standörtlich klar abgegrenzte Pflanzengesellschaft, wird im Untersuchungsgebiet nicht mehr genutzt. Neben dem höchsten Vorkommen der Charakterart findet man an allen Standorten eine Reihe von Feuchtwiesenarten wie z. B. *Galium uliginosum*, *Lotus uliginosus*, *Caltha palustris*, *Myosotis palustris*, *Epilobium palustre* oder *Galium palustre*. Die typische Ausbildung wird gegen die *Molinia caerulea*-Ausbildung vor allem durch das regelmäßige Vorkommen von *Molinia caerulea* getrennt.

- Das *Caricetum rostratae* steht in den Bachauen auf Niedermoor- und Anmoorgleyböden und ist mehr an stehendes Wasser gebunden. Gleichzeitig weist das *Caricetum rostratae* auf Kalkarmut, aber mittlere Nährstoffverhältnisse hin (DIERSSEN 1983). Charakterisiert wird die Gesellschaft meist durch die Dominanz von *Carex rostrata* selbst. Allen Schnabelseggenbeständen gemeinsam sind einige Sumpfwiesenarten wie *Viola palustris*, *Epilobium palustre*, *Galium palustre* und *Valeriana dioica*. Außerdem kommen regelmäßig die Binsen *Juncus acutiflorus* und *Juncus effusus*, Feuchtwiesenarten wie *Caltha palustris*, *Lotus uliginosus*, *Myosotis palustris* oder *Galium uliginosum* sowie einige Feuchthochstauden wie *Cirsium palustre*, *Angelica sylvestris*, *Filipendula ulmaria* oder *Valeriana officinalis* in geringen Mengen vor. *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris* oder *Ranunculus flammula* sowie die Röhrichtart *Equisetum fluviatile* gehören zur *Menyanthes trifoliata*-Ausbildung. Hier gibt es eine Variante von *Eriophorum angustifolium* mit weiteren Trennarten der Kleinseggenriede wie *Carex panicea*, *Carex nigra* und den Feuchtwiesenorchideen *Dactylorhiza majalis* und *Dactylorhiza maculata*.
- Das *Caricetum nigrae* gehört zu den weniger verbreiteten Naßwiesenbeständen. Es befindet sich auch in den Bachauen und zwar auf quellig, sumpfigen Anmoorgley-Standorten, die am Rande des *Caricetum rostratae* etwas trockener sind und dort nicht mehr bewirtschaftet werden. Allerdings deutet das regelmäßige Vorkommen von *Molinia caerulea* auf eine frühere Nutzung — Mahd als Streuwiese — hin. Neben dem steten aber nur bis ca. 50 % deckenden Beständen von *Carex nigra* und *Molinia caerulea*, gehören noch *Potentilla palustris* und *Carex panicea* zu den Kennarten. Weiterhin sind Feuchthochstauden wie *Angelica sylvestris* und *Filipendula ulmaria* und Feuchtwiesenarten wie *Caltha palustris*, *Juncus acutiflorus*, *Galium uliginosus* und *Polygonum bistorta* noch regelmäßig vertreten. Auch einige Arten der Röhrichte wie *Equisetum fluviatile* und *Sparganium neglectum* und der Sumpfwiesen wie *Epilobium palustre* und *Equisetum palustre* kommen im *Caricetum nigrae* vor.
- Das *Scirpetum sylvatici* besiedelt kleinflächig quellige Hangmulden und Senken mit hoch anstehendem aber wenig bewegtem Grundwasser (zum Teil durch gehemmte Vorflut) auf saurem, aber mäßig bis nährstoffreichen Standorten. Die Gesellschaft zeichnet sich durch das faziesartige Massenaufreten der Charakterart *Scirpus sylvaticus* aus. Die schon von weitem hellgrün schimmernden, breitblättrigen *Scirpus sylvaticus*-Bestände, die z. T. über einen Meter hoch werden können, schränken den Wuchs anderer Naß- und Feuchtwiesenarten stark ein. So liegt die mittlere Artenzahl des *Scirpetum sylvatici* im Gebiet bei 14. In allen Beständen gibt es eine Reihe von Feuchtwiesenarten wie die beiden Binsen *Juncus effusus* und *Juncus acutiformis* neben *Cirsium palustre*, *Galium palustre*, *Epilobium palustre*, *Lotus uliginosus* und einigen anderen. Neben der niedrigen Artenzahl ist auch die Deckung dieser Arten nur gering.

An den untersuchten Seitenbächen des Alfbaches dominieren folgende Pflanzengesellschaften:

- Die *Filipendula ulmaria*-Bestände stehen an Bachrändern ohne direkt angrenzende Nutzung als Ersatz von Naßwiesen (GLAVAC und RAUS 1982) mit Feuchthochstauden wie *Filipendula ulmaria*, *Cirsium palustre* und *Angelica sylvestris*, Röhrichtarten wie *Phalaris arundinacea* oder *Galium palustre* sowie die verschiedenen Feuchtwiesenarten wie *Caltha palustris*, *Myosotis palustris*, *Juncus acutiflorus* oder *Lotus uliginosus*. Auffällig ist hier das bisher weitgehende Fehlen von stickstoffanzeigenden Arten wie *Galium aparine* und *Urtica dioica*, denn die feuchtigkeitsanzeigenden sind hier noch in der Konkurrenz überlegen.
- *Glyceria fluitans*-Bestände stehen auf Bulten oder Anschwemmungen als sogenannte „Bachröhrichte“ (OBERDORFER 1977). Darauf kann die artenarme *Glyceria fluitans*-Fazies ein Initialstadium sein, daß sich aber durch die ständige Dynamik

am Gewässer über längere Zeit so halten kann. Die typische Ausbildung kann man untergliedern in die schon zu Röhrichtbeständen tendierende *Ranunculus flammula*-Variante mit weiteren charakteristischen Arten wie *Galium palustre* oder *Mentha arvensis*. Sie ist ein Entwicklungsstadium der *Glyceria fluitans*-Fazies auf ähnlichen Standorten. Dagegen ist die *Cardamine amara*-Variante, in der bereits Flutrasenarten wie *Agrostis stolonifera* oder Krumenfeuchtigkeitszeiger gestörter Flächen wie *Stellaria alsine* vorkommen mehr am quelligen, feinerdereichen Randbereichen der kleinen Bäche zu finden.

## 5 Vegetationsmosaik im flurbereinigten Gebiet

Im flurbereinigten Gebiet sind die Quellgebiete gedrängt und die Standorte von naß-quelligen bis staufeuchten zu frischen bis höchstens wechselfeuchten verändert worden. In den Quellmulden steht heute Ansaatgrünland mit folgender Artenzusammensetzung:

- Die Ansaaten bestehen aus Mischungen von wenigen Gräsern und Kleearten. Die wichtigste Ansaatart ist das Hauptweidegras *Lolium perenne*. Daneben wird eine Mischung aus *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* und *Trifolium repens* bevorzugt. Es sind sicher auch z. T. die Rispengräser beigemischt, allerdings können diese auch durch Selbstausaat aus älteren Beständen kommen. Regelmäßige spontane Begleiter sind Arten wie *Taraxacum officinale*, *Rumex obtusifolius* und *Ranunculus repens*. Besonders *Taraxacum officinale* und *Rumex obtusifolius* zeigen den erhöhten Nährstoffeintrag durch Dünger oder Gülle sowie durch Tierexkremate an, während *Ranunculus repens* und *Anthriscus sylvestris* gleichzeitig noch Hinweise auf eine gewisse Bodenfrische geben. D. h. die meisten Standorte des Ansaatgrünlandes zeichnen sich durch eine gute Wasser- und Nährstoffversorgung aus. Die obengenannten steten Begleiter sind außerdem Arten, die auch vegetativ sehr regenerationsfähig sind, da sie aus Wurzelstöcken wieder austreiben und sich aber gleichzeitig auch durch Samen gut verbreiten können. In den Feldgraskulturen, die hier nach den beiden Hauptgrasarten der Region *Phleum pratense* und *Lolium perenne* benannt wurden, treten weiterhin verschiedene Arten des Wirtschaftsgrünlandes häufiger auf, und sind schon nach wenigen Jahren der Ansaat — die aufgenommenen Bestände sind ca. 3—5 Jahren alt — zu finden wie z. B. *Bellis perennis*, *Cerastium holosteoides* oder *Heracleum sphondylium*. An manchen, besonders an hängigen Standorten, kommen auch Arten des Trisetetums vor wie z. B. *Trisetum flavescens* selbst, allerdings scheint er eine weite ökologische Amplitude zu haben und gehört nicht immer zu den im Rückgang begriffenen Grünlandarten (RUTHSATZ 1985). Andere im Gebiet verbreitete montane Wiesenpflanzen wie z. B. *Alchemilla xanthochlora* fehlen dagegen völlig.
- Auch einige feuchte Standorte sind umgebrochen und darauf Feldgraskulturen angelegt worden, z. T. weil die Dränung nicht funktioniert. Dort kommen dann auch einige Feuchtwiesenarten wie *Polygonum bistorta*, *Lychnis flos-cuculi*, *Filipendula ulmaria*, *Juncus effusus* und andere neben den angesäten Arten zum Vorschein.

An den ausgebauten Oberläufen des Alfbaches konnte die Vegetation wie folgt beobachtet werden:

- Die Pflanzenbestände ausgebauter Bäche wurden immer auf den schrägen, ca. 45 geneigten Uferböschungen des trapezförmigen Bachausbaus aufgenommen. Es ist unterschieden worden, ob es sich um einen Erdausbau, einen Ausbau mit Beton- gittersteinen oder um Steinschüttungen an den Ufern handelt. Auffällig im Bewuchs der Böschungen ist zum einen ein hoher Artenreichtum (durchschnittliche Artenzahl 24) und zum anderen ein Zusammenstehen von Pflanzen unterschiedlicher Herkunft. Auch KONOLD 1984 konnte bei verschiedenen ausge-

bauten kleinen Fließgewässern dieses Phänomen beobachten. Trotzdem konnten Schwerpunkte in der Verbreitung von Pflanzengruppen herausgearbeitet und zwei Untergruppen der Vegetation ausgebauter Bachufer definiert werden.

- In der ersten Untergruppe (Feuchtwiesen-Variante) wurde ein hoher Anteil von Feuchtwiesenarten in der Zusammensetzung der Ufervegetation gefunden, vor allem Arten des *Calthion* wie *Caltha palustris*, *Lotus uliginosus*, *Myosotis palustris* oder *Juncus effusus* aber auch einige Arten der Scheuchzerio-Caricetea wie z. B. *Viola palustris* oder der Phragmietea wie z. B. *Galium palustre*.
- In der zweiten Untergruppe (nährstoffreiche, trockenere Variante genannt) liegt der Schwerpunkt der Zusammensetzung mehr bei Feuchthochstaudenarten wie z. B. *Filipendula ulmaria*, *Angelica sylvestris* oder *Valeriana officinalis* sowie bei Arten, die in den ersten Phasen des Bruchfallens von Feuchtwiesen zunehmen wie z. B. *Polygonum bistorta*. Die Feuchthochstauden sowie ein verstärktes Aufkommen von einigen Schlagflurpflanzen wie *Senecio fuchsii* und *Epilobium angustifolium* zeigen, daß die Ufervegetation an diesen Stellen kaum abgemäht wird. Auch scheinen die Standorte der zweiten Untergruppe etwas nährstoffreicher zu sein, was in dem verstärkten Aufkommen von *Urtica dioica*, *Galeopsis tetrahit* und *Galium aparine* zu sehen ist. Arten des Wirtschaftsgrünlandes sind auf allen Standorten zu finden.
- Unterschiede zwischen Erdausbau, dem Ausbau mit Betonschwellen oder Steinschüttungen konnten mit dieser Untersuchung nicht direkt belegt werden. Die Zusammensetzung der Vegetation wird hier einmal vom Unterhalt der Gewässerufer und wahrscheinlich von der Höhe der Böschung, die von der Lage der Bäche im Einzugsgebiet abhängt, bestimmt. Die Feuchtwiesen-Variante ist hauptsächlich in den Quellbächen gefunden worden, während die nährstoffreichere, trockenere Variante mehr in dem unteren Teil der Oberläufe entwickelt war.

## 6 Vegetationsveränderungen

Die Eingriffe in den Wasserhaushalt des Untersuchungsgebietes haben zu einschneidenden Veränderungen der Vegetationszusammensetzung geführt, da zum einen die feuchtigkeitsliebende Flora als Folge von Entwässerung nicht mehr existiert und zum zweiten die Nutzung intensiviert werden konnte.

Die potentielle natürliche Vegetation dieser Quellstellen wäre ein *Chrysosplenietum oppositifolii* oder ein *Sphagno-Alnetum*, wie sie nur noch an einigen Stellen im Waldgebiet der Schneifel zu finden sind.

Die Verrohrungen der Quellbäche des Alfbaches bewirken in den Quellmulden ein Verschwinden der sickerfeuchten Standorte und der entsprechenden Vegetation. Bei den Pflanzengesellschaften, die aufgrund von Entwässerungen mit nachfolgender Nutzungsumstellung in den flurbereinigten Gemarkungen nicht mehr vorhanden sind, handelt es sich um

- das *Scirpetum sylvatici*,
- das *Caricetum rostratae* und
- das *Caricetum nigrae*.
- Ferner konnten die *Juncus acutiflorus*-Gesellschaft, die *Glyceria fluitans*-Bestände und die *Juncus effusus*-Bestände in der *Menyanthes trifoliata*-Ausbildung in den flurbereinigten Gebieten nur noch an wenigen Stellen gefunden werden — vor allem dort, wo sich wegen angrenzender Waldstücke eine Bachbegradigung und eine Dränung landwirtschaftlich nicht lohnten.
- Auch die bereits stärker anthropogen beeinflussten *Juncus effusus*-Bestände sind aufgrund der Standortveränderungen selten anzutreffen, so daß das ganze Spektrum der Naß- bis Feuchtwiesen und -weiden kaum noch in Erscheinung tritt.

Das Ergebnis der Entwässerung fast aller Feuchtgebiete mit nachfolgender intensiver Nutzung ist ein erheblicher Artenrückgang. Ein Vergleich der Vegetation zeigt für die flurbereinigten Gebiete gegenüber den nicht flurbereinigten Gebieten folgende Veränderungen in der Artenzusammensetzung auf:

- Arten des Scirpetum sylvatici, vor allem die Kennart *Scirpus sylvaticus* selbst, sowie die Trennarten der *Potentilla palustris*-Ausbildung wie *Viola palustris* und *Galium palustre* sind fast durchweg vom Rückgang betroffen.
- Von den Arten des *Caricetum nigrae* und *Caricetum rostratae* kommen die Kennarten *Carex rostrata*, *Carex nigra* sowie die wesentlichen Trennarten *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Ranunculus flammula* und *Carex panicea* nur noch an einigen Standorten, *Eriophorum angustifolium* und die Orchideenarten *Dactylorhiza majalis* und *Dactylorhiza maculata* gar nicht mehr vor.
- Vergleicht man die Vegetationszusammensetzung der einzelnen Pflanzengesellschaften der Naßwiesen mit der der Ansaaten auf nicht völlig entwässerten Standorten, kann festgestellt werden, daß Arten der Klasse *Scheuchzerio Caricetea* und *Phragmitetea* überhaupt nicht mehr und Arten der Ordnung *Molinietalia* nur noch zu einem Drittel in ihrem Bestand vorhanden sind.
- Dies bedeutet für die ehemaligen Feuchtgebiete, unabhängig davon, welche Pflanzengesellschaft vor der Dränung dort wuchs, daß die Feuchte- und Nässezeiger überhaupt nicht mehr flächig dort wachsen oder nur aufgrund von unzureichender Entwässerung als Relikte vorkommen.
- Gleichzeitig nehmen in den eutrophierten Feuchtwiesenresten die Arten des Wirtschaftsgrünlandes (*Molinio Arrhenatheretea*-Arten) zu, wie z. B. *Stellaria graminea*, *Phleum pratense* oder *Heracleum sphondylium* und ebenso Arten gestörter Standorte, wie z. B. *Ranunculus repens* und *Rumex obtusifolius*.

Der Ausbau der kleinen Fließgewässer in den Oberläufen des Alfbaches und seiner Seitenbäche wirkt sich auf die Vegetation wie folgt aus:

- Die potentielle natürliche Waldvegetation des *Stellario-Alnetums* ist überhaupt nicht mehr vorhanden.
- An den Ufern der Oberläufe des Alfbaches ist es durch die Aufhebung der wechselnden Uferlinie zu einem Gemisch von Pflanzen aus verschiedenen Pflanzengesellschaften gekommen.
- Trotz des Artengemisches von Pflanzen verschiedener Standortbereiche ließen sich grob zwei Untergruppen der Ufervegetation der ausgebauten Bäche untergliedern. Je nach Abstand der Oberkante der Betonschwellen von der Mittelwasserlinie liegt der Schwerpunkt des Arteninventars mehr bei Arten der Naßwiesen oder mehr der feuchten Wirtschaftswiesen.
- Es zeigt sich, daß damit über den verschiedenen Befestigungen einige Arten der Röhrichte und der Kleinseggenriede, Sumpf- und Feuchtwiesenarten, Feuchthochstauden, Arten des Wirtschaftsgrünlandes und Magerrasenarten sowie Arten gestörter Plätze (Nährstoffzeiger) und Arten von Quellfluren noch vorkommen können.
- Daß es sich an allen untersuchten Ufern der Alfbachoberläufe aber um nicht natürliche Standorte handelt, wird auch durch die starken Schwankungen in der Artenzahl von einzelnen Vegetationsaufnahmen deutlich, die zwischen 13 und 37 liegt. Neben der unterschiedlichen Herkunft der Arten ist das ein wichtiger Hinweis auf gestörte Vegetationsverhältnisse. Außerdem wird die Vegetationszusammensetzung sehr davon geprägt, welche Art zufälligerweise zuerst da war.
- Durch die ständige Wasserbewegung und die Dynamik der Fließgewässer kommt es in Teilbereichen des Alfbaches aber im geringem Ausmaß zur Neuschaffung von Standorten für die

obengenannten Artengruppen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn nur eine Begrädigung als Erdausbau erfolgte und kein massiver Ausbau mit Steinschüttungen oder Betonschwellen.

## 7 Zusammenfassung

Für die Vegetation des Einzugsgebietes des Alfbaches bedeuten die regulierten Gewässer und entwässerten Quellgebiete eine starke Einengung des Artenbestandes vor allem aus dem Bereich der Quellfluren, der Naßwiesen, der Bach- und Flußröhrichte sowie der Spülsäume. Es zeigt sich, daß durch die Nivellierung des landschaftstypischen Standortgefüges ein großer Teil der charakteristischen Flora des Gebietes verloren geht und ein anderer — allerdings geringerer Teil — auf weniger differenzierte neugeschaffene Bereiche ausweichen kann.

Der Rückgang und Verlust des gebietstypischen Artenspektrums der Quellen und Fließgewässer hat in der landwirtschaftlichen Entwicklung der Schneifel erst während der dritten Phase im Rahmen der Flurbereinigungen der 50er und 60er Jahre begonnen. Dagegen wurde zum Beispiel eine deutliche Veränderung der Vegetation der Bergwiesen (ausführliche Darstellung siehe HACKER 1990) bereits in der zweiten Phase mit der Schaffung der Feldgraskulturen in Gang gesetzt und in der dritten Phase dann nur noch verstärkt.

Heute muß alles unternommen werden, um das Vegetationsmosaik und Artenspektrum einer traditionellen Kulturlandschaft in der Schneifel nicht völlig zu verlieren.

## 8 Literatur

- DIERSSEN, K. — 1983 — Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. Schriftenr. des Landesamtes Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holst. 6, 159 S.
- FOERSTER, E. — 1983 — Pflanzengesellschaften des Grünlandes in Nordrhein-Westfalen. Schriftenr. d. LÖLF, 8, 68 S.
- GLAVAC, V.; RAUS, T. — 1982 — Über die Pflanzengesellschaften des Landschafts- und Naturschutzgebietes „Dönche“ in Kassel. *Tuexenia* 2, 73—113.
- HACKER, E. — 1990 — Anthropogene Landschaftsveränderungen und ihre Auswirkungen auf die Vegetation — dargestellt am Vorland der Schneifel. Diss. (im Druck) Aachen.
- KLAPP, E. — 1951 — Borstgrasheiden der Mittelgebirge. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 93, 400—444.
- KONOLD, W. — 1984 — Zur Ökologie kleiner Fließgewässer. 262 S. Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (ed.) — 1977 — Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil I. 311 S. Stuttgart.
- PAFFEN, K. — 1940 — Heidevegetation und Ödlandwirtschaft der Eifel. 271 S. Bonn.
- PFLUG, W.; ASMUS, U.; BOEMINGHAUS, D.; BOCK, W.; DENNHÖFER, W.; HACKER, E.; HORBERT, H.; JENS, F.; JOHANNSEN, R.; MILBRADT, J.; NIPPEL, F.; SCHRAMM, A.; STÄHR, E.; STUBBEMANN, M.; WIEGEL, H. — 1989 — Landschaftspflegerische Voruntersuchung zum Flurbereinigungsverfahren Brandscheid, Kreis Bitburg-Prüm. Mskr.
- PREUSSISCHE LANDESAUFNAHME (Hrsg.) — 1895 — Maßstäbblatt 1:25 000. Blätter Bleialf, Leidenborn und Prüm.
- RUTHSATZ, B. — 1985 — Die Pflanzengesellschaften des Grünlandes im Raum Ingolstadt und ihre Verarmung durch die sich wandelnde landwirtschaftliche Nutzung. *Tuexenia* 5, 273—302.

SCHMITZ, L. — 1910 — Die landwirtschaftlichen Verhältnisse der Eifel, bes. Krs. Schleiden, Daun, Prüm u. Bitburg. Diss. Berlin.

SCHWICKERATH, M. — 1944 — Das Hohe Venn und seine Randgebiete. Pflanzensoziologie 6, 278 S. Jena.

FRANCOIS; V. MÜFFLING — 1810/11 — Kartenaufnahme der Rheinlande. 1:20 000. Reproduziert und in 1:25 000 reduziert durch Landesvermessungsamt Rheinland Pfalz 1967.

WENZEL, J. — 1962 — Ödlandentstehung und Wiederaufforstung in der Zentraleifel. Arb. zur rhein. Landeskd. 18, 119 S. Bonn.



Ausgebauter Bachlauf in der Eifel, dessen Führung hätte naturnaher sein müssen. Die Sohle des Wasserlaufs und der Böschungsfuß sind erfreulicherweise mit Natursteinpflaster befestigt, an das sich der Rasen unmittelbar anschließt. (Foto: Olschowy)

# Auswirkungen von Siedlung und Bebauung auf Fließgewässer

## 1 Einleitung

Wenn Menschen siedeln, üben sie einen Einfluß auf die Fließgewässer aus, der mit der Nähe zum Gewässer wächst. Von höher liegenden, trockenen Plätzen begab sich der Mensch erst in die unmittelbare Nähe der Gewässer, als er sich die technischen Kenntnisse angeeignet hatte, um die Vorteile der Schifffahrt, der Wasserableitung und des Wasserdargebotes dort zu nutzen, ohne den Unbilden feuchter Standorte und den Überflutungen ausgesetzt zu sein. Siedlungen, insbesondere größere Städte, drangen spätestens in der Renaissance unmittelbar bis zum Ufer vor, nahmen den Fluß in ihre Mitte, machten sogar die Wasserseite zur Schauseite der Stadt. Damit und insbesondere mit der sehr starken Ausdehnung von bebauten Flächen in diesem Jahrhundert wurde der Einfluß groß.

In der Bundesrepublik hat die Siedlungsfläche einen Anteil von gut 12,5 %. Darin enthalten sind die Flächen für Gebäude, Höfe, Wege und Straßen. Besorgniserregend ist der starke Zuwachs. Jährlich werden zusätzlich 360 km<sup>2</sup> bis 440 km<sup>2</sup> (1) (2) bebaut. Die Beeinträchtigungen erhöhen sich durch die mittelbar mit der Besiedlung verbundenen Einflüsse aus der intensiven Landwirtschaft, der industriellen Produktion und aus den Freizeitaktivitäten der Menschen.

Weltweit ist ein Drang in die Städte zu verzeichnen. Die UNESCO schätzt, daß 1965 in entwickelten Gebieten 62,8 % der Bevölkerung in urbanen Regionen lebten und ihr Anteil bis 2000 auf 80 % angestiegen sein wird. Deshalb befaßt sich die UNESCO im Rahmen des Internationalen Hydrologischen Programms (IHP) intensiv mit der urbanen Hydrologie, so z. B. bei einer Tagung in Duisburg im April dieses Jahres (3).

Mein Vortrag kann nur einen kleinen Ausschnitt dieses Fachgebietes zeigen. Ich werde

- zunächst einen Überblick geben über die Wirkung von Siedlung und Bebauung auf die Gewässer, das Wirkungsgefüge aufzeigen, wie ich es sehe.
- die allgemeinen Abhandlungen sodann anhand von Beispielen aus eigener Praxis über den Einfluß auf den Wasserabfluß und über das Problem der Mischwassereinleitungen in Gewässer vertiefen.

## 2 Folgen von Siedlung und Bebauung für die Fließgewässer

Jede Besiedlung verändert die Geländeoberfläche im Einzugsgebiet. Der Boden wird planiert, verdichtet oder gar versiegelt. In unseren Großstädten kommen auf einen Einwohner 120 bis 150 m<sup>2</sup> Gebäude-, Hof- und Verkehrsfläche.

Am Gewässer wird die Uferstraße, der Güterumschlagplatz oder der Deich angelegt. Mit Wassermühlen und Mühlenstauen greift man zur Energienutzung unmittelbar in das Gewässer ein.

Der erhöhte Wasserbedarf wirkt sich einmal durch den Entzug, zum anderen durch die Abwassereinleitung auf die Gewässer aus. Jede Besiedlung ist verbunden mit einem Regen- und Abwasserableitungssystem.

Eine Siedlung am Gewässer möchte sich, je stärker sie entwickelt ist, auch immer besser gegen Hochwasser schützen.

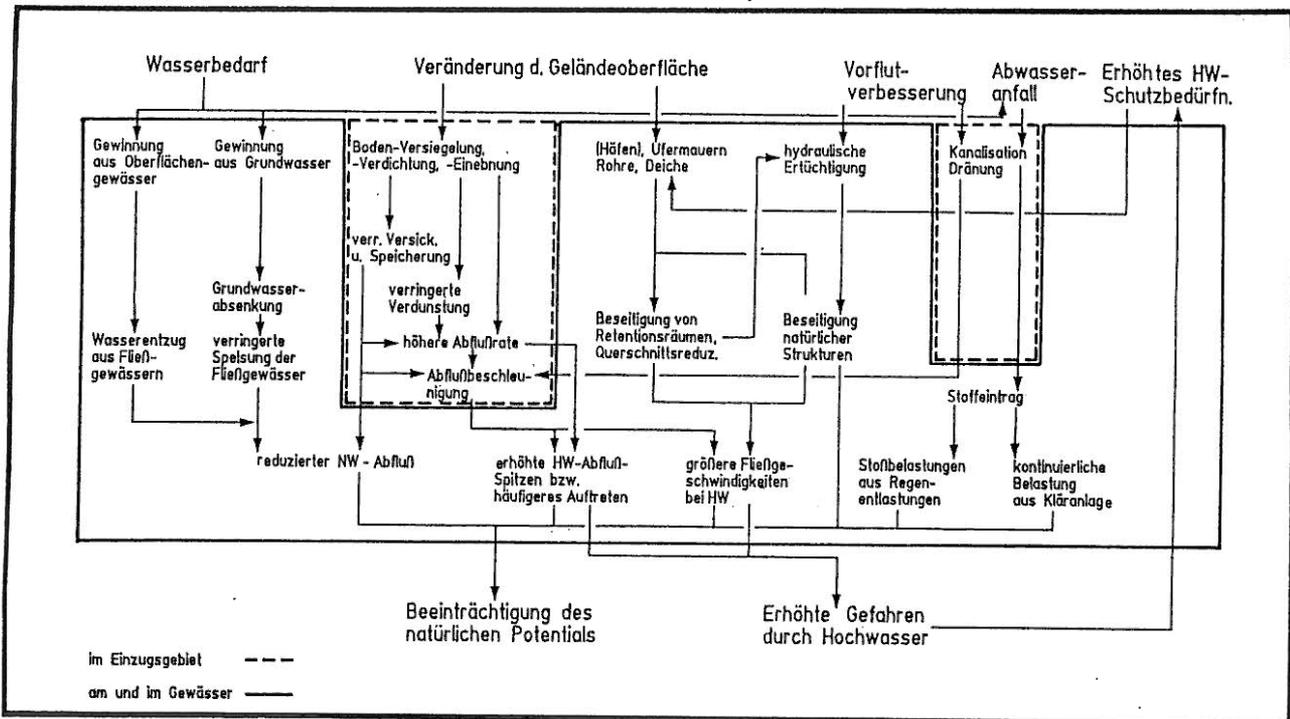


Bild 1: Wirkungsgefüge: Urbanisierung — Fließgewässer

Die bebaute Landschaft führt zu kleinklimatischen Veränderungen. Auch die Niederschläge ändern sich. Im Lee stark besiedelter Gebiete kommt es zu erhöhten Niederschlägen, was für das Emscherg Gebiet nachgewiesen wurde (4).

Das Wirkungsgefüge (Bild 1) zeigt, wie sich die mit der Besiedlung verbundenen Erscheinungen (obere Zeile) auf das Fließgewässer auswirken. Sie führen letztlich (untere Zeile) zu einer Beeinträchtigung des natürlichen Potentials, insbesondere von Flora und Fauna, aber auch des Landschaftsbildes. Sie erhöhen außerdem die Gefahren durch Hochwasser. Der Übersichtlichkeit wegen sind nur die Hauptwirkungen dargestellt.

Der Wasserbedarf wird entweder aus dem Oberflächenwasser oder aus dem Grundwasser gedeckt. Unmittelbar oder mittelbar reduziert das den Niedrigwasserabfluß im Gewässer. Eine verringerte Wasserführung bis hin zum Trockenfallen beeinträchtigt das natürliche Potential.

Die Einwirkungen der Besiedlung gehen zunächst auf die Bodenoberfläche, die mehr oder weniger stark vom Wasserkreislauf isoliert wird. Als versiegelt werden wasserundurchlässige Flächen bezeichnet, wie Straßen und Dachflächen. In bebauten Gebieten sind heute i.M. etwa 30 % der Flächen versiegelt. Wenn also 12,5 % der Fläche der Bundesrepublik bebaut sind, sind wohl knapp 4 % versiegelt. Die anthropogene Isolation des Bodens bewirkt verringerte Versickerung, Speicherung und Verdunstung. Dagegen vergrößert sich die Abflußrate. Zum Teil sind die Auswirkungen miteinander vernetzt. Die Folge sind einerseits geringere Niedrigwasserabflüsse, andererseits größere und häufigere Hochwasser.

Die Nutzung der Flächen am Gewässer führt zu Ufermauern, Verrohrungen, Anlegeplätzen, an größeren Flüssen zu Häfen. Der Schutz der Siedlungsflächen erfordert Hochwasserschutzanlagen. Man nutzt den Fluß, macht es sich bequem an ihm, erfreut sich mancherorts auch am ästhetischen Zusammenklang von Gewässer und Siedlung in der Stadtlandschaft, wenngleich vielfältige natürliche Strukturen verloren gehen und der Gewässerraum eingengt wird. Größere Fließgeschwindigkeiten bei Hochwasser sind

die Folge, zu denen auch die Abflußbeschleunigung im Einzugsgebiet beiträgt.

Gleiche Wirkung hat auch ein Gewässerausbau zum Zwecke der hydraulischen Ertüchtigung, der die räumliche Einschränkung des Gewässers kompensieren muß und im übrigen zur Vorflutverbesserung im Einzugsgebiet dient. Der Bewohner wünscht, daß aus der Siedlung überschüssiges Wasser möglichst schnell abläuft. Er erreicht das auch mit Dränungen und mit der Kanalisation, die den Abwasser- und erhöhten Regenwasseranfall beherrschen muß. Über die Abflußbeschleunigung im Einzugsgebiet geht die Wirkung hin zu größeren und schnelleren Hochwasserabflüssen.

Die Hochwasser werden dadurch gefährlicher. Das erhöhte Schutzbedürfnis gegen Hochwasser, zunächst hervorgerufen durch das hohe Schadenspotential in der Siedlung, steigert sich durch das nunmehr auch größere Bedrohungspotential.

Infolge des Abwasseranfalls werden über die Kanalisation Schadstoffe in die Gewässer eingetragen. Das geschieht ziemlich gleichmäßig aus den Restfrachten der Kläranlagen, die meist schwer abbaubare Substanzen enthalten. Ein besonders aktuelles Thema sind die noch wenig erforschten Stoßbelastungen aus Mischwasser, das die Kläranlagen bei Regen nicht aufnehmen können und das über Regenüberläufe unmittelbar in das Gewässer entlastet wird.

Allein die globale Beschreibung dieser kausalen Zusammenhänge reicht allerdings nicht aus. Wer eine Einflußgröße beurteilen will, muß die Stärke ihrer Wirkung im Einzelfall kennen, muß zu Maß und Zahl kommen, wenigstens zu Abschätzungen mit Augenmaß. Man macht es sich zu leicht, mit generellen Kenntnissen jede Hochwasserkatastrophe dem menschlichen Einfluß zuzuschreiben, sie als „hausgemacht“ zu etikettieren.

In dem dargestellten Wirkungsgefüge sind nämlich die Wirkungen einzelner Phänomene von Fall zu Fall unterschiedlich stark — von schwerwiegend bis bedeutungslos. Manchmal kehrt sich sogar die Wirkung um. So kann z. B. eine Abflußbeschleunigung in einem Teileinzugsgebiet am Unterlauf eines Gewässers die Hochwasser-

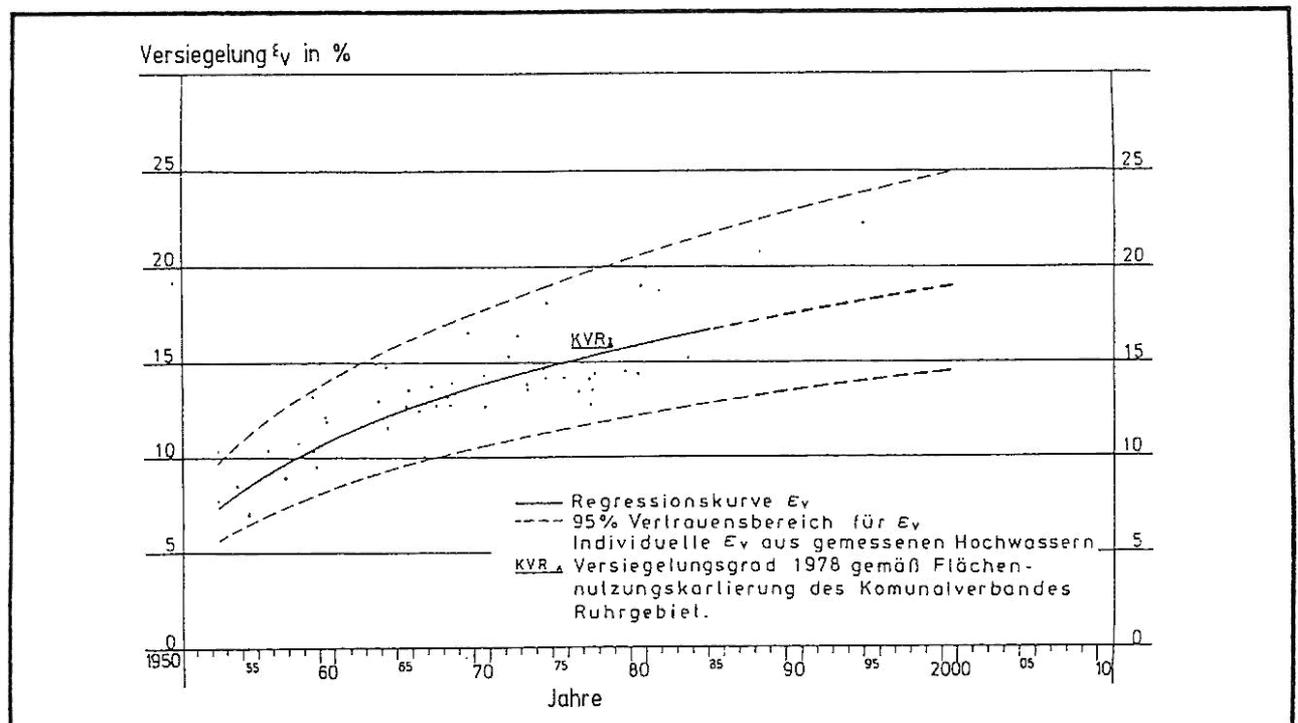


Bild 2: Entwicklung der Versiegelung im Emscherg Gebiet

situation verbessern. Der Teilgebietsabfluß eilt der Hochwasserwelle des Gesamtgebietes vor, während er sonst den Scheitelabfluß noch erhöht hätte. Z. B. wirkt sich der Ausbau des Inn auf den Hochwasserabfluß in der Donau günstig aus, weil sich die Scheitel beider Flüsse nicht mehr überlagern. Auch führen nicht überall ein Ausbau oder eine Bedeichung zu kurzen und steilen Hochwasserwellen. Das ist nur bei schwachem, nicht aber bei starkem Talgefälle der Fall (5).

Hydrologische und hydraulische Modelle erlauben heute, die Wirkung einzelner Maßnahmen auch quantitativ sehr genau vorherzusagen. Solche genauen Kenntnisse werden auch dringend benötigt, wenn man den anthropogenen Einfluß auf die Gewässer zu reduzieren versucht.

### 3 Der Einfluß der Versiegelung

Seit Beginn der Industrialisierung macht die steigende Versiegelung dem kleinen Flößchen Emscher stark zu schaffen. Heute sind fast 60 % des rd. 800 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebietes bebaut. 17 % sind versiegelt. Trotz deutlichen Rückgangs der Bautätigkeit im letzten Jahrzehnt, trotz Verringerung der Bevölkerungszahl im Kern des nordrhein-westfälischen Ballungsgebietes nimmt die Versiegelung weiter zu, allerdings mit etwas gebremster Wachstumsrate. Von 2 %/a in den 60er und 70er Jahren ist sie jetzt auf noch gut 1 %/a gesunken (Bild 2). Die Anpassung der Wasserläufe an diese Entwicklung durch Rückhaltung und Querschnittsaufweitung ist nicht billig. Der Kapitaldienst dafür belastet den Hektar versiegelter Fläche mit 600 DM/a.

Für unsere Entwürfe rechnen wir mit einer zwar etwas gedämpften, aber noch immer weitergehenden Versiegelung. Wir werden allerdings nicht müde, die Gemeinden in unseren Verbandsgebieten bei jedem Bebauungsplan auf die Folgen dieser Entwicklung hinzuweisen. Somit wird bei der immer weiter klaffenden Schere zwischen größeren Hochwasser- und andererseits geringeren Niedrigwasserabflüssen ein Zurück zu etwas mehr Naturnähe immer schwerer.

In Bild 3 wird beispielhaft an einem Nebenlauf der Emscher mit 33 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet der Einfluß der Versiegelung auf den Abfluß aufgezeigt. Ohne jede Versiegelung fließen bei Hochwasser rd. 15 m<sup>3</sup>/s ab. Die Bebauung verformt die Abflußwelle. Erreicht die Versiegelung 5 %, liegt der Scheitel noch kaum höher; er tritt wohl etwas eher auf. Mit weiterer Bebauung aber steigen die Abflüsse stark an. Nicht nur die Spitze, sondern auch der Inhalt der Wellen, die Abflußfülle also, wird größer.

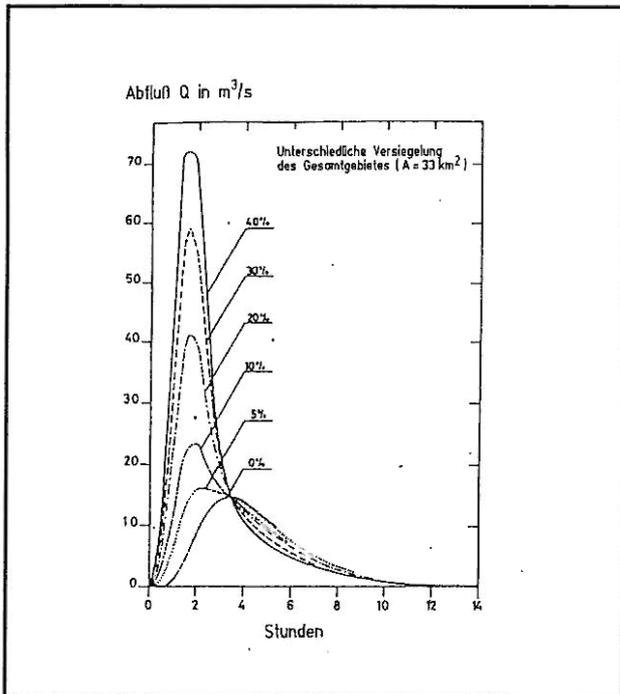


Bild 3: Anstieg des Hochwasserabflusses bei Versiegelung (Beispiel)

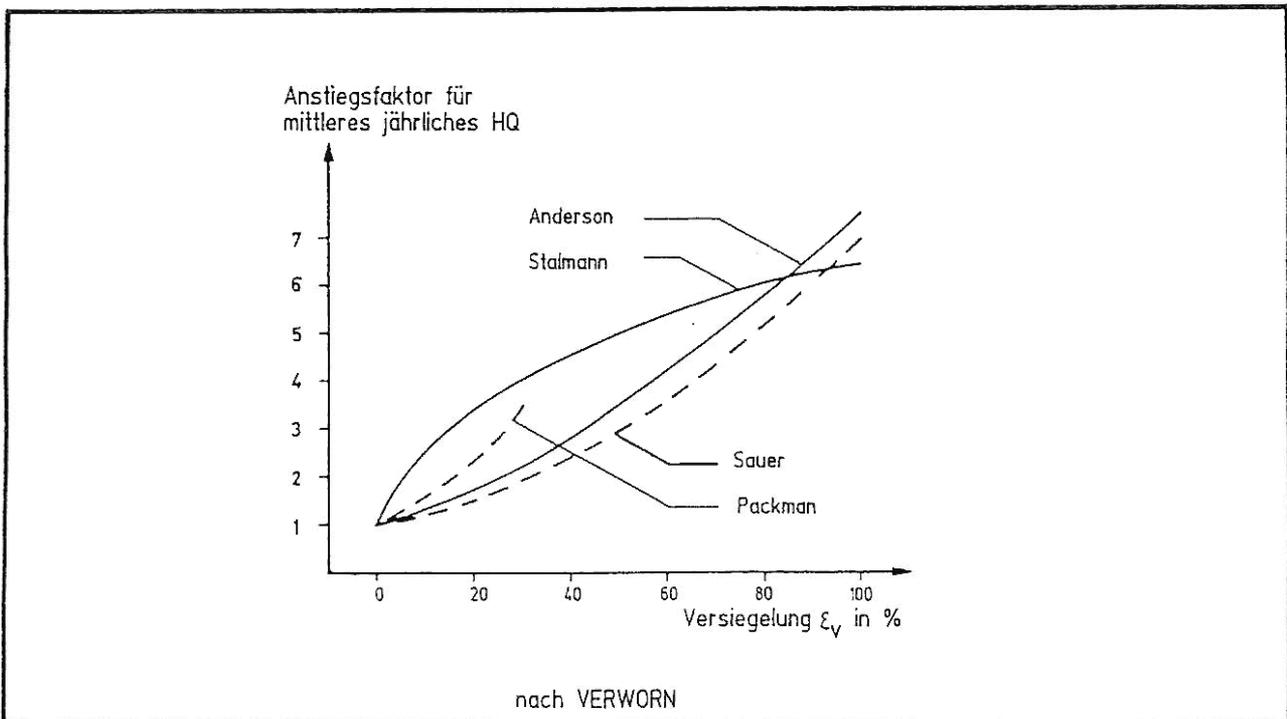


Bild 4: Hochwasser-Anstieg bei Versiegelung, nach VERWORN (6)

Mehrere Autoren haben allgemeine Zusammenhänge zwischen Abfluß und Versiegelung aufgezeigt. Verwoorn (6) hat die Ergebnisse in ein Diagramm gebracht (Bild 4). Man kann sich merken, daß bei einer vollen Versiegelung der mittlere Jahreshöchstabfluß etwa 7mal so groß ist wie der eines unversiegelten Gebietes. Daß die Kurven im Verlauf voneinander abweichen, liegt an den unterschiedlichen Verhältnissen in den jeweils betrachteten Gebieten. Von Bedeutung sind die Größe des Gebietes, die Form des Gebietes, die Lage der versiegelten Fläche innerhalb des Einzugsgebietes.

Generell gilt:

- Der Einfluß der Versiegelung ist groß bei kleinen Einzugsgebieten. Werden sie versiegelt, treten die Größthochwasser bei kurzen, heftigen Gewitterregen im Sommer auf, von denen ohne die Bebauung ein Großteil versickert, verdunstet oder zumindest zunächst zurückgehalten worden wäre.
- Bei mittleren und großen Einzugsgebieten verlaufen sich die Hochwasserwellen von kurzen Starkregen sehr schnell. Gefährliche Hochwasser entstehen bei länger anhaltenden Regnen. Diese führen evtl. zusammen mit vorangegangenen Regenfällen zu einer Sättigung des unverbauten Bodens. Auch von ihm fließt dann viel Wasser ab. Der Unterschied zu den Verhältnissen bei versiegelten Flächen ist nicht mehr ganz so groß.
- Die Extremhochwasser unserer größeren Flüsse schließlich werden immer durch besondere meteorologische Situationen geprägt:

Regen- und Vorregen-Perioden, die zu einer völligen Bodensättigung führen, hohe Niederschläge auf gefrorenen Boden, der sich dann wie ein künstlich versiegelter Boden mit schnellem und großem Abfluß verhält. Das Schmelzen einer evtl. vorhandenen Schneedecke verstärkt den Abfluß nochmals.

In solchen Fällen spielen die versiegelten Flächen keine Rolle mehr. Zudem ist bei unseren größeren Flüssen der Versiegelungsanteil relativ gering. So hatte er auch bei dem letzten Donau-Hochwasser im März 1988 keinen erkennbaren Einfluß.

Lippe und Emscher sind gute Beispiele für unterschiedliches Verhalten. Bei der Lippe mit 4890 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet und einem Versiegelungsanteil von 3 bis 4 % ist in einer bis ins vorige Jahrhundert zurückreichenden Analyse keine signifikante Verschärfung der jährlichen Größthochwasser zu erkennen (Bild 5). Die Trendgeraden der einzelnen Pegel weichen nur zufallsbedingt geringfügig nach oben oder unten von der Horizontalen ab (7). Auch wenn man historische Hochwasser, von denen in Lünen Aufzeichnungen seit dem 14. Jahrhundert vorliegen, mit betrachtet, ist kein Anstieg auszumachen. Dagegen zeigt die Emscher (Bild 6) seit 1950 an allen Pegeln eine deutliche Steigerung (8).

Was kann man nun tun, um den Abflußfolgen der zunehmenden Versiegelung entgegen zu wirken? Als Patentlösung werden meist Rückhaltebecken genannt. Deren Wirkung wird aber oft überschätzt. Zur Beurteilung ist eine differenzierte Betrachtung ange-sagt.

In einem Beispiel (Bild 7) soll für das kleinere Einzugsgebiet (20 km<sup>2</sup>) bei Punkt A der durch Versiegelung (17 %) auf 21 m<sup>3</sup>/s angewachsene Abfluß beim Bemessungshochwasser auf den natürlichen Wert (ohne Bebauung) von 8 m<sup>3</sup>/s gedrosselt werden. Dazu benötigt man einen Stauraum von 105 000 m<sup>3</sup>, das sind rd. 300 m<sup>3</sup> pro ha versiegelter Fläche. Das Becken darf erst bei einem Abfluß von 8 m<sup>3</sup>/s beschickt werden. Füllte man es schon früher, trafe die Hochwasserspitze u.U. auf ein volles Becken, das dann gänzlich wirkungslos wäre. Dieser Gesichtspunkt ist von Bedeutung, wenn man jetzt das größere Gebiet mit 500 km<sup>2</sup> bei Punkt B betrachtet.

Große Hochwasser entstehen dort bei lang anhaltenden Regnen, im Beispiel 120 m<sup>3</sup>/s bei 11,5 Stunden Regendauer. Die Regenintensität ist viel geringer als bei dem kürzeren Regen, der für den Punkt A den Größtabfluß liefert. Am Rückhaltebecken für das kleine Teil-einzugsgebiet bei A ist bei dieser Regensituation der Schwellenwert für die Beschickung des Beckens noch nicht einmal erreicht. Unverständlicherweise für alle, die diese Zusammenhänge nicht kennen, bleibt das obere Becken leer, während unterhalb u. U. Felder oder Siedlungen überschwemmt werden. Wollte man den Scheitel bei B dämpfen, müßte ein sehr großes zusätzliches Bek-

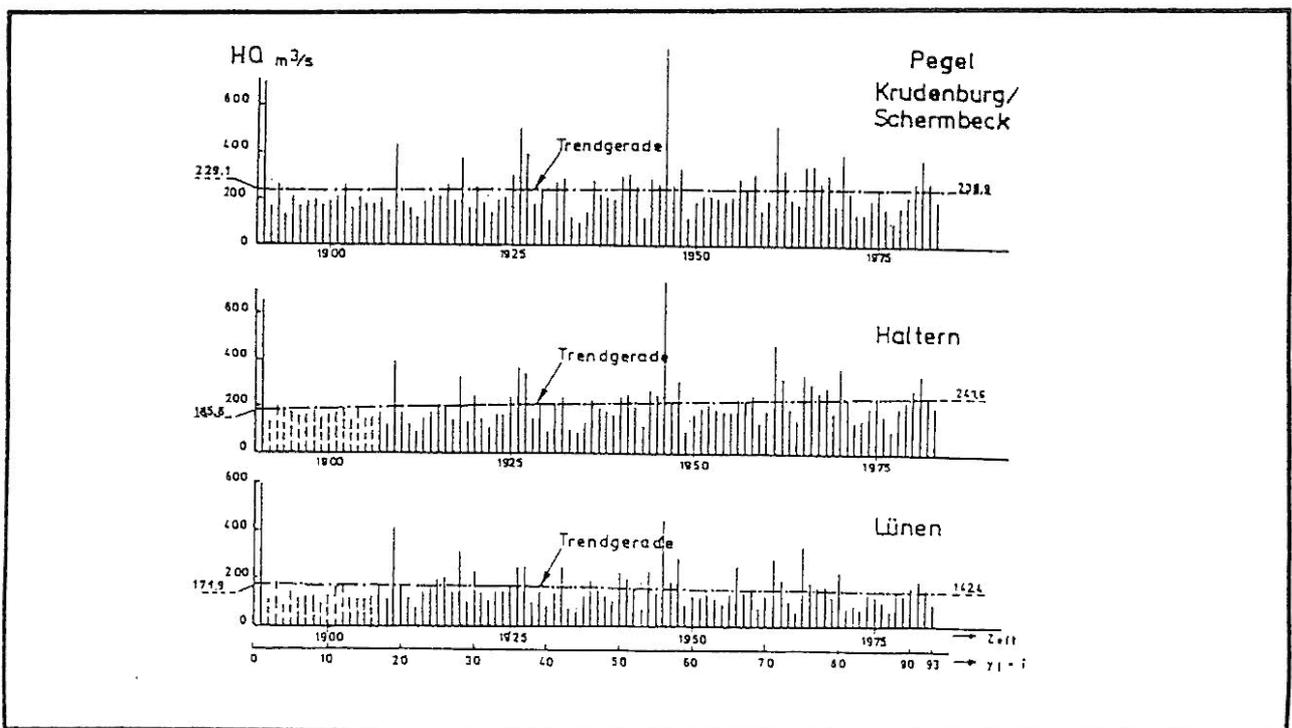


Bild 5: Trendanalyse der Jahresgrößthochwasser der Lippe

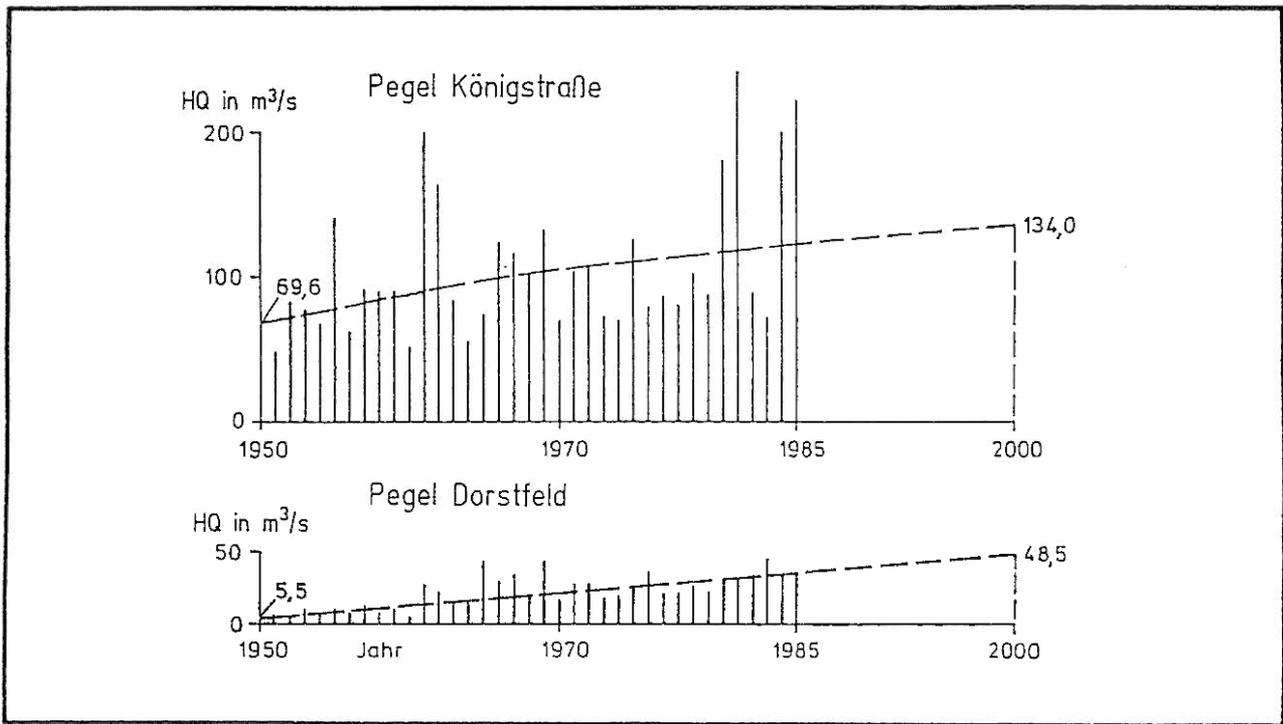


Bild 6: Trendanalyse der Jahresgrößthochwasser der Emscher

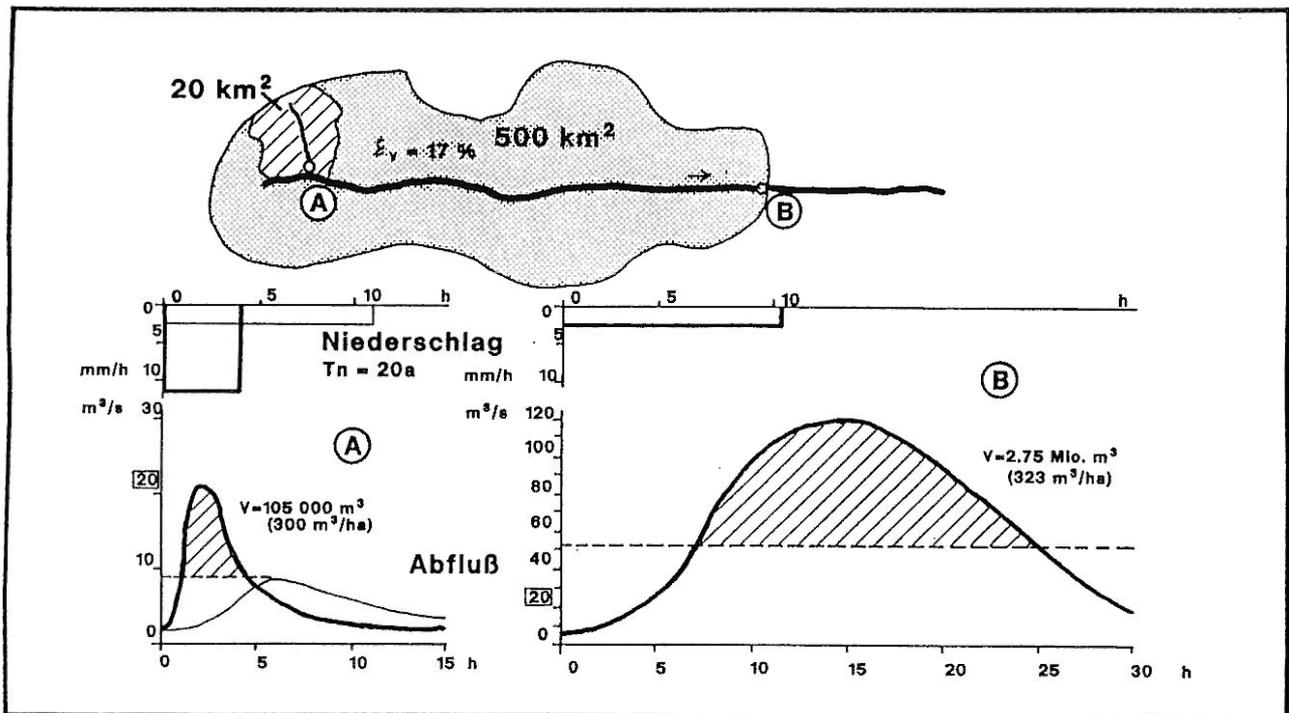


Bild 7: Wirkung eines Rückhaltebeckens im Oberlauf (Punkt A) bei örtlichem Starkregen und bei Hochwasser im Unterlauf (Punkt B)

ken, bemessen auf einen anderen Regenfall, angelegt werden. Das bezogene Volumen beträgt hier  $323\text{ m}^3/\text{ha}$ . Es wächst generell überproportional mit der Einzugsgebietsfläche.

Allgemein gilt: Der Bau von Rückhaltebecken löst das Problem nur örtlich und für kleine Gewässer- bzw. Kanaleinzugsgebiete. Man muß hintereinander in bestimmten Abständen für unterschiedliche Regeneignisse mehrere Becken bauen, z. B. sowohl in der Kanalisation als auch weiter unterhalb im Gewässer. Für den Ausgleich

der Versiegelung müssen pro Hektar versiegelter Fläche mehrere  $100\text{ m}^3$  bereitgestellt werden. Der Platz dafür ist oft schwer zu beschaffen, die Kosten für Becken liegen in der Größenordnung von  $100\,000\text{ DM}$  pro ha versiegelter Fläche.

Zu einer Verkleinerung des Gesamtvolumens kann man allerdings kommen, wenn es etwa durch Radar-Beobachtung gelingt, den Ablauf eines langen Regeneignisses vorherzusagen und die Beckenfüllung zu steuern. Wenn bekannt ist, daß keine hohen Intensi-

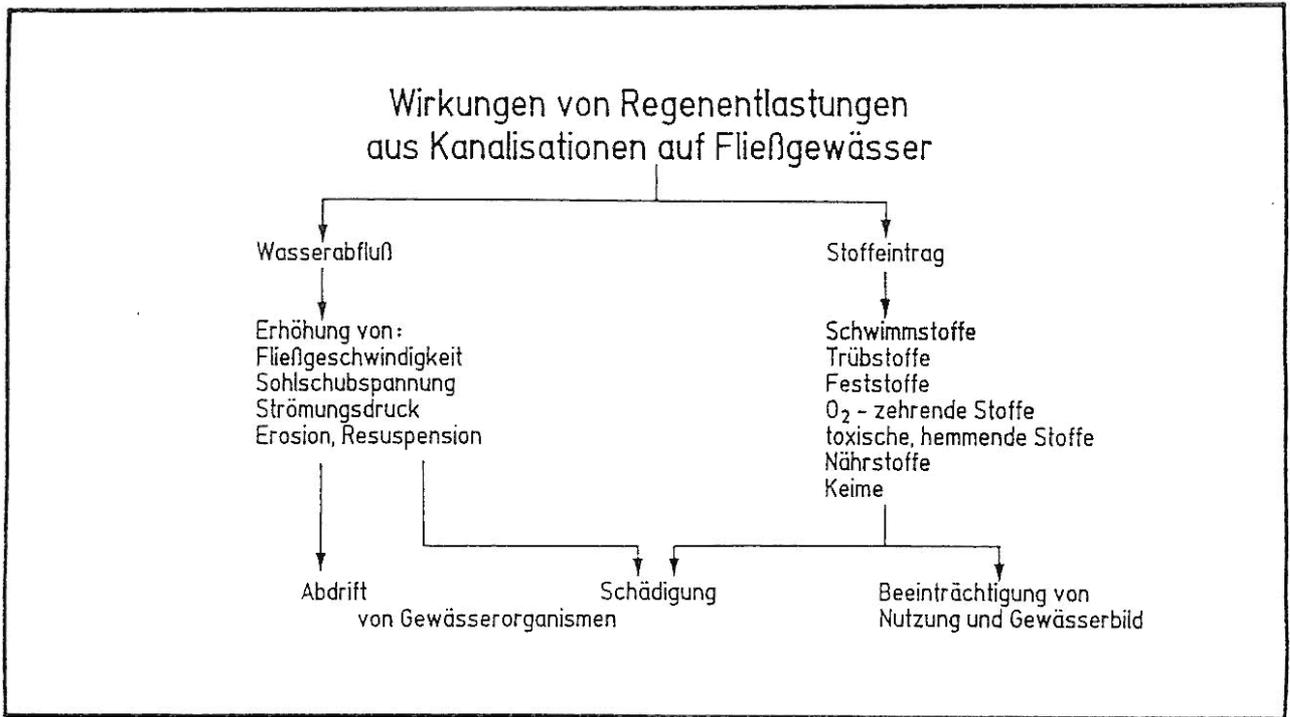


Bild 8: Regenentlastung und Fließgewässer

täten im Verlauf eines Landregens auftreten, könnte man es ja wagen, die Teileinzugsgebietsbecken schon vor Erreichen ihres Schwellenwertes zu füllen.

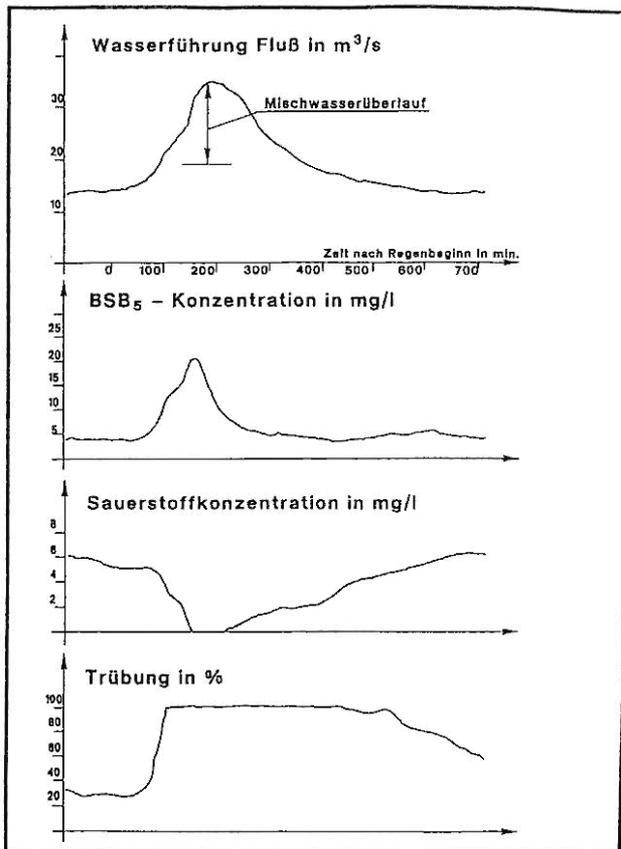


Bild 9: Mischwasserentlastung in ein Fließgewässer

#### 4 Regenwasserentlastungen aus Kanalisationen

Bei den Wirkungen von Regenwasserentlastungen auf Fließgewässer muß unterschieden werden zwischen denen aus dem eingeleiteten Wasser an sich und aus den Stoffen, die es beinhaltet (Bild 8). Die großen abgeschlagenen Mengen können Fließgeschwindigkeit, Sohlschubspannung, Strömungsdruck und Erosion im Gewässer erhöhen. Das führt zu einer Schädigung oder einem Verlust von Gewässerorganismen. Stoßartig eingetragene Stoffe können ebenfalls zu einer Schädigung der Biozönose führen. Sie beeinträchtigen außerdem die Nutzung des Gewässers und sein Erscheinungsbild.

Wie eine solche Entlastung selbst auf ein größeres Fließgewässer wirken kann, zeigt das Bild 9: Die Wasserführung wächst plötzlich an, gleichzeitig steigt die Konzentration an sauerstoffzehrenden Stoffen. Der Sauerstoffgehalt fällt bis auf Null, eine starke Trübung hält lange Zeit an.

Diese Wirkungen lassen sich durch den Bau von Becken mildern. Sie sind an den Regenüberläufen anzuordnen und heißen Regenüberlaufbecken. Wegen der begrenzten Aufnahmefähigkeit der Kläranlagen für Regenwasser kann man aber trotz hoher Investitionen für diese Becken (20 000 bis 40 000 DM pro ha versiegelter Fläche) meist nur um 60 bis 80 % des Stoffanfalls den Gewässern fernhalten. Manchmal bleibt auch die hydraulische Schädwirkung des eingeleiteten Wassers nicht in den durch die natürliche Abflußdynamik vorgegebenen Grenzen.

Vom Ansatz her wird sich das Regenwasserproblem in nächster Zeit noch verschärfen. Es ist nämlich ein deutlicher Trend hin zu immer mehr Entwässerungskomfort zu beobachten:

Während frühere Generationen die Kanäle maßvoll dimensionierten und jährlich eine Überstauung einrechneten, oftmals verbunden mit Straßen- und Kellerüberflutungen, will der Bürger mit Kellerbar und Hobbyraum das nicht mehr hinnehmen. Wasserflächen oder schon Pflützen auf Straßen und Gehwegen dürfen nicht sein. Örtliche Politiker stützen diese Forderungen, Prozesse werden geführt. Tiefbauämter und Ingenieurbüros dimensionieren deshalb großzügig, meist mit zusätzlichen versteckten Sicherheiten. Die einschlägigen Richtlinien (z. B. 9), in einer Zeit mit stark wachsen-

dem Wasserverbrauch und ungehemmter Flächen-Inanspruchnahme entstanden, geben ohnehin schon hohe Bemessungswerte vor. Flächennutzungspläne, auf die die Kanalisation ausgerichtet wird, weisen üppigen Bauflächenzuwachs aus.

Insofern ist es ein Glück, daß in den letzten Jahrzehnten wenig Geld für die Erneuerung von Kanalisationen zur Verfügung stand. Wenn demnächst für die Sanierung der Kanäle 50 Mrd DM eingesetzt werden sollen, wird sicherlich nicht nur baulich saniert, sondern auch hydraulisch ertüchtigt und damit mancher Engpaß und mancher Retentionsraum beseitigt. Diese Entwicklung muß man mit großer Aufmerksamkeit verfolgen, denn das Bewußtsein, daß schon hier gegengesteuert werden müßte, scheint mir weder bei Behörden noch bei Politikern vorhanden.

## 5 Schlußbetrachtung

Als Folgen von Siedlung und Bebauung sind hervorgehoben worden die Versiegelung und die Wasserableitung durch die Kanalisation. Deren Einfluß auf die Gewässer ist je nach Situation unterschiedlich. In kleinen Einzugsgebieten ist er beachtlich. Der Bau von Hochwasserrückhaltebecken, Regenrückhaltebecken und Regenüberlaufbecken löst das Problem nur unvollkommen, ist außerdem sehr teuer.

Wesentlich wirkungsvoller ist es, der weiteren Versiegelung ganz deutlich Einhalt zu gebieten und alle Anstrengungen zur Entsiegelung oder zur Versickerung von Regenwasser z. B. von Dachflächen zu machen. Zwei gerade jetzt erscheinende Schriften (10; 11) geben dazu konkrete Hinweise. Gewarnt werden muß vor der Tendenz, den bestehenden Entwässerungskomfort in den Siedlungen noch zu erhöhen. Wie beim Abfall müßte vielmehr auch beim Abfluß das Bestreben zunächst auf Vermeidung gerichtet sein.

Um die Wasserläufe innerhalb der Siedlungsbereiche in ihrer Funktion und in ihrem Bild zu verbessern, muß erst einmal akzeptiert werden, daß sie Platz brauchen. Allzu technische Ausprägungen von Bett und Ufer sollten mehr natürlichen Elementen weichen. Das darf aber nicht soweit führen, allein ökologische Gesichtspunkte gelten zu lassen. Ein Gewässer in einer urbanen Land-

schaft kann nie den ökologischen Rang eines natürlichen haben. Gleichrangig muß der Erlebniswert des Wassers für den Menschen in der Stadt sein, der auch durch städtebauliche und ästhetische Aspekte bestimmt wird.

## Literaturverzeichnis

- (1) Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1987, Verlag Kohlhammer 1988
- (2) Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Baulandbericht 1986, in: Schr. d. BMBau 0.3.116, Bonn
- (3) UNESCO: Urban Water 88, Proceedings of International Symposium, April 1988, Hydrological Processes and Water Management in Urban Areas
- (4) Emschergenossenschaft und Lippeverband: Häufigkeit von Starkregen im Lippegebiet, Eigenverlag, Essen 1974
- (5) SCHILLER, H.: Entwicklung und Ursachen der Hochwasserkatastrophen in jüngster Zeit, in: Seminar Bericht Wasserbau — Entscheidung zwischen Natur und Korrektur, Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen
- (6) VERWORN, H.-R.: Untersuchungen über die Auswirkungen der Urbanisierung auf den Hochwasserabfluß in: Schriftenreihe des Dt. Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., DVWK, Heft 53, 1982, S. 45—170
- (7) Lippeverband: Hochwasserstatistik der Lippe, Eigenverlag, Essen 1985
- (8) Emschergenossenschaft: Hochwasserstatistik der Emscher, Eigenverlag, Essen 1987
- (9) Abwassertechnische Vereinigung: ATV-Arbeitsblatt A 118, Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen, 1977
- (10) Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Städtebauliche Lösungsansätze zur Verminderung der Bodenversiegelung als Beitrag zum Bodenschutz, Schriftenreihe Forschung, Heft Nr. 556, Bonn 1988
- (11) Abwassertechnische Vereinigung: ATV-Arbeitsblatt A 138, Bau und Bemessung entwässerungstechnischer Anlagen zur Versickerung und von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser, 1988 oder 1989



Die technische Entwicklung des Wasserbaus ging teilweise so weit, daß der Einsatz von Beton überwog und eine naturnahe Gestaltung der Ufer ausgeschlossen wurde. (Foto: AID)

## Möglichkeiten der Wiederoffenlegung verrohrter Bäche in der Innenstadt von Aachen

Wenn in diesem Kolloquium über die „naturnahe Behandlung von Fließgewässern“ gesprochen wird, darf nicht außer acht gelassen werden, daß Bäche keineswegs nur durch die unbebaute oder locker bebaute Landschaft fließen, sondern auch dort, wo man sie eigentlich nicht vermutet: verrohrt unter den Straßen zahlreicher Städte.

Auch diese verrohrten Bäche sollten, soweit dies möglich ist, wieder in einen naturnäheren Zustand überführt werden. Die Forderung nach einer vollständigen Renaturierung der Bachtäler ist zwar wegen der starken Überbauung durch Straßen und Häuser unrealistisch, es könnte aber folgendermaßen vorgegangen werden:

1. Die natürlichen Bachtäler sollten dort, wo es möglich ist (z. B. wenn die Bebauung sehr locker ist und genügend Fläche vorhanden ist, oder wenn durch Sanierungsmaßnahmen Flächen frei werden) weiter in die Städte hineingeführt werden.
2. Sobald innerhalb des bebauten Stadtgebietes Flächen der heute bebauten Bachtäler frei werden, sollte geprüft werden, ob die-

se Flächen in Grünanlagen umgestaltet und die Bäche freigelegt werden können. So könnte langfristig eine Kette von Grünanlagen entstehen, die dazu beitragen das Klima in der Stadt zu verbessern und die Lebensqualität zu erhöhen.

3. In vielen Bereichen der Städte (besonders in den Innenstädten) ist es wahrscheinlich auch langfristig nicht möglich, die Bachtäler zu renaturieren. Die Bäche sind oft schon seit mehreren hundert Jahren kanalisiert und die ehemaligen Täler so dicht überbaut, daß für ein naturnahes Bachtal zum einen überhaupt kein Raum zur Verfügung stünde und daß es sich zum anderen auch nicht in die gewachsene Struktur der Stadt einfügen würde. Aber auch in solchen Bereichen könnten die Bäche wieder offengelegt werden. In einem gemauerten Bachbett, das nur wenig Raum in Anspruch nimmt, könnten sie durch den öffentlichen Straßenraum fließen.

Vor allem diese dritte Möglichkeit — die Wiederoffenlegung verrohrter Bachläufe in der Innenstadt im Gegensatz zur Renaturie-

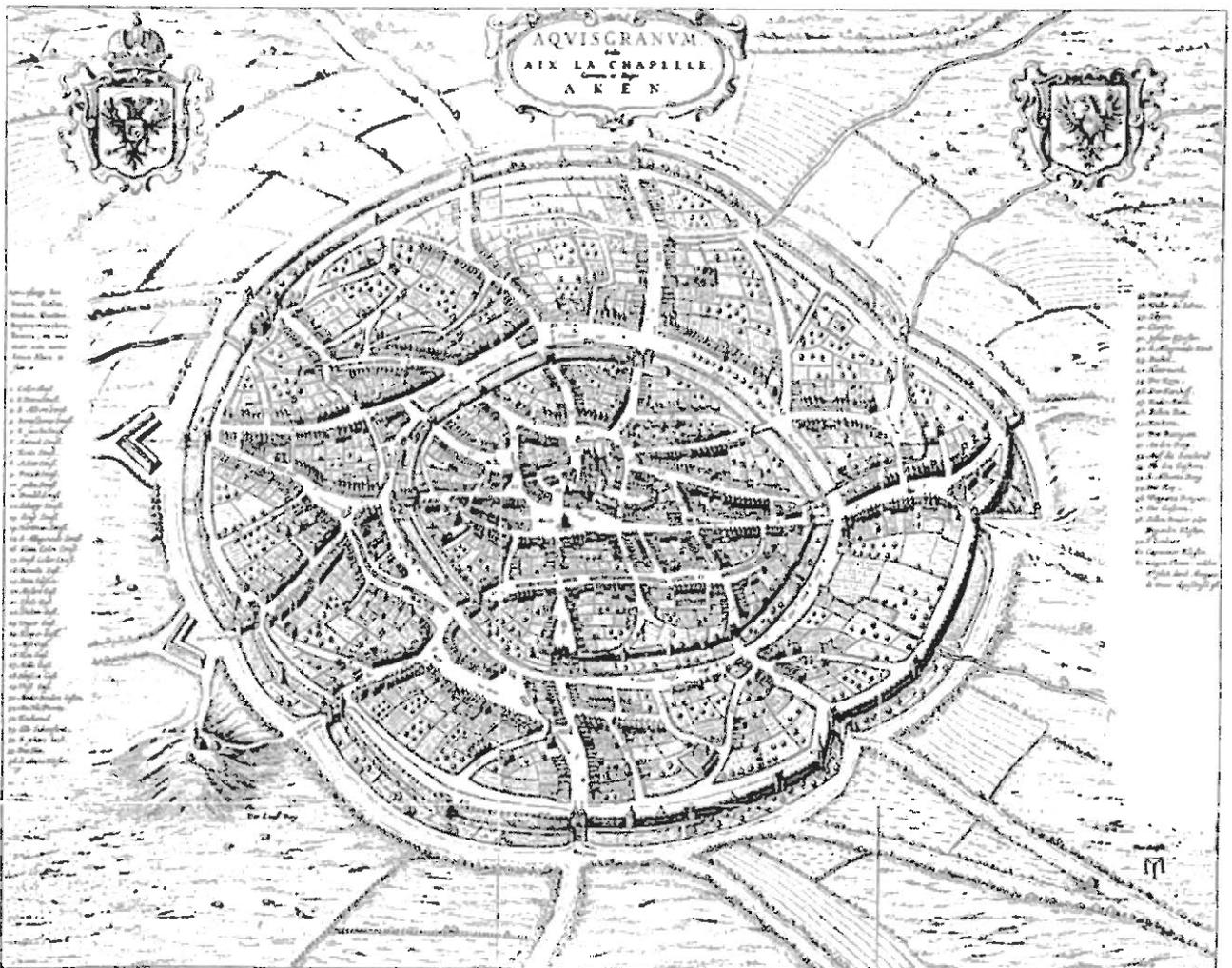


Abb. 1: Stadtplan von BLEAU aus dem Jahr 1649.

rung von Bachtälern — soll hier am Beispiel der Stadt Aachen behandelt werden. Dazu wird zunächst die geschichtliche Entwicklung der Bäche und ihre Bedeutung für die Stadt kurz dargestellt. Anschließend werden die Probleme angesprochen, die sich im Zusammenhang mit der Offenlegung ergeben und am Ende wird ein Gestaltungsvorschlag gemacht.

## 1 Die geschichtliche Bedeutung der Aachener Bäche

Bis in das 19. Jahrhundert flossen Johannisbach, Pau, Paunelle, Gillesbach, Beverbach und Wurm noch auf weiten Strecken offen durch Aachen. Der perspektivische Stadtplan von Bleau aus dem Jahr 1649 (vgl. Abb. 1) zeigt, daß das Wasser ein prägendes Element des Stadtbildes war. Auch auf die Gestaltung der Straßen (Verlauf und Querschnitt) hatten die Bäche einen Einfluß. So paßte sich der Verlauf der Straßen teilweise dem der Bäche an; teilweise war es aber auch umgekehrt und der Bachlauf wurde nach Bedarf verlegt. Für den Straßenquerschnitt war eine bestimmte Mindestbreite vorgegeben, da neben dem Bachlauf noch Platz für den fahrenden und fußläufigen Verkehr bleiben mußte. Sobald ein Bach den Straßenverkehr jedoch zu sehr behinderte, wurde sein kanalisiertes Bachbett überdeckt.

Einen Schmuckwert maß man den Bächen nicht zu, man sah lediglich ihren wirtschaftlichen und technischen Nutzen. Die geschickte Ausnutzung der Wasserkraft durch den Bau von Kanälen, Wasserleitungen, Staugräben und -teichen, Mühlen und Ableitungen verhalf Aachen zu wirtschaftlicher Blüte. Seit 1428 war die Stadt im Besitz der Rechte über die Aachener Gewässer und verpachtete sie an die jeweiligen Mühlenbesitzer. Zahlreiche Mühlen standen schon vor der Jahrtausendwende im Dienst des Tuch-, Eisen- und Metallgewerbes oder der Land- und Forstwirtschaft.

Der älteste und bedeutendste Industriezweig Aachens ist die Tuchindustrie, die an den Bächen ideale Standorte fand. Das besonders weiche Wasser eignete sich besonders gut zum Spülen der Wolle. Das gewebte Tuch kam in die Walke, wo es durch schwere Holzhämmer, die über Wasserräder von den Bächen angetrieben wurden, bearbeitet wurde. Da Hitze das Walken erleichterte, wurde heißes Quellwasser über die Walkstücke gegeben. Das fließende Wasser und die heißen Quellen Aachens waren also eine ideale Voraussetzung für das Gedeihen der Tuchindustrie. Seit dem 13. Jh. waren die Aachener Tuche in vielen Orten Norddeutschlands bekannt und begehr.

## 2 Die Kanalisierung und Verrohrung der Bäche

Schon seit frühester Zeit hatten die Aachener Bäche eine weitere Funktion. Ihr Wasser bot eine besonders bequeme Gelegenheit, alle anfallenden Abwässer zu entsorgen, und von dieser Gelegenheit wurde seit Bestehen der Stadt der ausgiebigste Gebrauch gemacht. In reichsstädtischer Zeit verfügten die meisten Straßen schon seit langem über Straßenkanäle, die alle Schmutzwässer, Abortstoffe und gewerblichen Abwässer aufnahmen und diese auf dem kürzesten Wege in den nächsten Bachlauf einleiteten (Zeitschrift des Aachener Geschichtsvereins, 1952). Am tiefsten Punkt der Stadt vereinigten sich die Bäche in der Wurm, die das stark verschmutzte Wasser ungereinigt weiterführte. Innerhalb des bebauten Teils der Stadt waren die Bäche fast alle mit Mauern eingefäßt und teilweise auch überdeckt; die Bachsohle war jedoch fast nie befestigt. Der Bau der Bachkanäle war über eine lange Zeit, immer dann, wenn der Straßenbau oder die Bebauung es notwendig machten, geschehen. Wann die Kanalisation der Bäche genau begonnen hat, läßt sich nicht feststellen. Schon in den Stadtrechnungen von 1338/39 wird die Überdeckung und Mauerung eines Baches erwähnt (SCHMITT, 1972). Im engeren Stadtgebiet ist die Kanalisierung wahrscheinlich schon viel früher durchgeführt worden; schon zur Römerzeit wurde die Pau zu den Thermen am Markt umgeleitet. Die Bachkanäle, die Straßenkanäle (die nur gering unter der Straßenoberfläche verliefen), offene Abwasserrinnen und die von den Häusern kommenden Einleitungskanäle waren wasser-

durchlässig, und das versickernde Schmutzwasser verseuchte den Boden im Laufe der Jahrhunderte immer stärker. Die Verschmutzung des Wassers wurde schon früh akzeptiert, Verordnungen über seine Reinhaltung gab es nicht. Die Stadt war schon froh wenn das Wasser überhaupt noch floß.

Der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung konnte das stark verschmutzte Bachwasser natürlich nicht dienen. Schon im 14. Jh. lassen sich zahlreiche Brunnen nachweisen, die ihr Wasser durch Leitungen aus der Umgebung der Stadt bezogen (SCHMITT, 1972, 103-104). Zieh- oder Schachtbrunnen gab es nur wenige, meist in der äußeren Stadt. Innerhalb der bebauten Stadt war der Boden durch das Sickerwasser aus Straßen- und Bachkanälen verseucht und lieferte nur mangelhaftes Trinkwasser.

Mit dem ständigen Anwachsen der Stadt nahmen die Verschmutzung der Bäche und die Verseuchung des Bodens immer stärker zu. Brunnenuntersuchungen, die Mitte des 19. Jh. vorgenommen wurden, brachten schlechte Ergebnisse; das Trink- und Bachwasser war mit Bakterien verseucht und verbreitete Krankheiten, mehrere Typhusepidemien brachen aus (Zeitschrift des Aachener Geschichtsvereins, 1952). Im Wurbach, der alle Abwässer der Stadt aufnahm, floß eine schwarze, schlammige Masse ab, die einen „massenhaften, in fauliger Zersetzung befindlichen und übelriechende Dünste erzeugenden Bodensatz hinterließ“ (HEUSER, 1900). Die Straßenkanäle waren häufig verstopft, da sich der feste Teil der Abwässer in ihnen ablagerte, während der flüssige Teil in den Boden versickerte und diesen verseuchte. Die Mißstände wurden im 19. Jh. so groß, daß ihre Beseitigung im Interesse der öffentlichen Gesundheit unumgänglich wurde. Die gesamte Kanalisation der Stadt sollte erneuert werden, wodurch eine weitere Verseuchung des Bodens verhindert und seine allmähliche Selbstreinigung eingeleitet werden sollte. Stadtbaumeister Heuser erarbeitete im Jahr 1889 einen Entwurf für die Neukanalisation der Stadt (MONTIGUY, 1913), dessen Ausführung 1900 nahezu vollendet war (HEUSER, 1900). Fast in allen Teilen der Stadt wurden neue Schmutzwasserkanäle gebaut, die in bezug auf Tiefenlage, Wasserdichtigkeit, Querschnitt und Längenprofil, sowie in ihrer ganzen Bauart, dem neuesten Stand der Technik entsprachen. In gleicher Qualität wurden auch neue Kanäle für die Bäche gebaut. Diese wurden, abweichend vom ursprünglichen Bachverlauf, soweit wie möglich in die öffentlichen Straßen gelegt, um ihre Instandhaltung und Überwachung zu erleichtern und gesundheitliche Mißstände zu unterbinden. Man baute getrennte Kanäle für die Bäche und die Abwässer, da eine zukünftige Abwasserklärung geplant war, und man die Kosten für die Kanalisation und die Abwasserklärung möglichst gering halten wollte. Das Regenwasser wurde durch die Straßeneinläufe hauptsächlich den Abwasserkanälen, teilweise aber auch den Bachkanälen zugeführt (MONTIGUY, 1913). Bei starkem Regen gaben die Abwasserkanäle einen Teil ihres stark verdünnten Abwassers über Überlaufkanäle an die Bachkanäle ab. Am nordöstlichen Ausgang der Stadt wurden die Abwässer zunächst weiter der Wurm zugeführt. Da die Selbstreinigungskraft der Wurm aber bei weitem nicht stark genug war, um das Schmutzwasser zu säubern, entschloß man sich, eine Kläranlage zu bauen, in der die Abwässer vor der Einleitung in die Wurm gesäubert werden sollten. Diese Anlage entstand in den Jahren 1911—1913.

Heute gibt es in Aachen zum Teil Trenn- und zum Teil Mischkanalisation. Bei der Trennkanalisation liegen in den Straßen getrennte Kanäle für Hausabwässer und für Regenwasser. Das Regenwasser wird der Wurm zugeführt, das Schmutzwasser wird zur Kläranlage geleitet. In den Straßen, in denen die Bäche kanalisiert sind, wird das Regenwasser teilweise direkt in die Bäche eingeleitet.

Bei der Mischwasserkanalisation gelangen Hausabwässer und Regenwasser in denselben Kanal und das Bachwasser fließt in einem eigenen Kanal. Bei starkem Regen müssen die Mischwasserleitungen jedoch entlastet werden. Dies geschieht durch Überfallschwelen, sogenannte Entlastungsbauwerke, über die der oben fließende, weniger verschmutzte Teil des Mischwassers abläuft und dem nächsten Bachkanal zufließt. Die Abwasserkanäle werden zum Klärwerk in der Soers geleitet. Die Bachkanäle vereinigen sich in der Wurm und fließen zur Rur.



Abb. 2: Heutiger Verlauf der Bachkanalrohre. Verlauf der Bäche um 1860.

Seit einigen Jahren ist man in Aachen dabei, die städtische Kanalisation zu erneuern und auf Mischkanalisation umzustellen. Die neuen Mischwasserkanäle sind mit einem Durchmesser von 2 bis 4 Metern so bemessen, daß sie auch bei starkem Regen alle Abwässer aufnehmen können und die Bachkanäle nicht mehr belasten. In einem großen Teilbereich ist die neue Kanalisation schon fertiggestellt worden. Mit der Fertigstellung der gesamten Mischwasserkanalisation für Aachen-Stadt rechnet man in den 90er Jahren. Spätestens dann ist das Wasser der Bäche wieder sauber.

### 3 Der heutige Verlauf der kanalisierten Bäche

Der Verlauf der heutigen Bachkanalrohre weicht zum Teil erheblich von dem der Bäche in der Mitte des 19. Jh. ab. Abbildung 2 zeigt den heutigen Verlauf der Bäche und den Verlauf, wie er im Rappard-Plan (um 1860) dargestellt ist. Die Kanalrohre wurden fast ausschließlich in den öffentlichen Straßenraum gelegt und ihr Verlauf stimmt nur noch in wenigen Bereichen mit dem der früheren Bäche überein.

Pau und Paunelle fließen nach ihrem Austritt aus dem Hanggeweiher in einem gemeinsamen Kanal, der ungefähr den Verlauf des früheren Paunellbaches aufnimmt. Die Pau, die bis ins letzte Jahr-

hundert durch die Innenstadt von Aachen geflossen ist, ist dort heute nicht mehr vorhanden.

### 4 Probleme, die mit der Wiederoffenlegung der Bäche verbunden sind

#### *Klima*

Das Klima von Aachen wird wesentlich geprägt durch die Kessellage der Stadt und ist für die Bewohner als mehr oder weniger ungünstig anzusehen. Der eingeschränkte Luftaustausch der Stadt mit dem Umland wird noch verstärkt durch die besonders dichte Bebauung der Aachener Innenstadt. Die Bachtäler und Grünzüge, in denen früher kühle Frischluft in die Stadt floß, wurden seit dem letzten Jahrhundert immer weiter zugebaut und können heute nur noch teilweise das engere Stadtgebiet belüften. Während sich die nicht bebauten Bachtäler (Rinnenlagen) klimatisch günstig auf ihre umgebende Bebauung auswirken (besserer Luftaustausch, Temperaturenniedrigung, Immissionsminderung), ist die klimatische Situation der bebauten Bachtäler besonders problematisch; sie zeichnen sich durch „einen geringen Luftaustausch, durch hohe Schwülehäufigkeit und hohe Immissionswerte aus“ (PFLUG, BIRKIGT, BRAHE, HORBERT, VOSS, WEDECK, WÜST, 1978, 152).

Die Bebauung von Rinnenlagen hat also sowohl auf das Klima der Stadt, als auch auf das Klima der Rinnenlage selbst, negative Auswirkungen. Im landschaftsplanerischen Gutachten für Aachen wird deshalb folgendes vorgeschlagen: „Bei der Stadtentwicklung ist daher auch aus stadtklimatischer und lufthygienischer Sicht zu empfehlen, sämtliche Rinnenlagen künftig möglichst von einer Bebauung freizuhalten und bei Sanierungen, soweit wie möglich, Grünflächen vorzusehen.“ (PFLUG et al., 1978, 152). Diesen Vorschlag möchte die Verfasserin dahingehend erweitern, daß innerhalb dieser Grünflächen die verrohrten Bäche wieder offengelegt werden sollen.

Eine positive Wirkung auf das gesamtstädtische Klima und eine bessere Durchlüftung der Stadt kann natürlich nur dann erzielt werden, wenn die Bäche durchgehend offengelegt werden und in einem breiten, möglichst natürlichen Bachtal fließen, so daß frische Kaltluft ungehindert in den Rinnenlagen fließen kann. Die Umsetzung dieser Idee kann, wenn überhaupt, nur langfristig geschehen.

Durch die Offenlegung könnte aber das Kleinklima in der näheren Umgebung der Bäche verbessert werden. Im Sommer kann das kühle Bachwasser dem überhitzten Straßenraum Wärme entziehen und ableiten.

Ein weiterer klimabeeinflussender Faktor ist die Verdunstung von Wasser. Zum einen wird der Luft bei der Verdunstung von Wasser Energie in Form von Wärme entzogen und es entsteht die sog. „Verdunstungskälte“; zum anderen steigt die Luftfeuchtigkeit an. Während die Verdunstungskälte positiv zu bewerten ist, ist eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit in den feuchten Rinnenlagen meist nicht wünschenswert, da sie Schwüle bewirken könnte. In entsprechenden Versuchen muß vor einer Bachoffenlegung geklärt werden, wie stark die Luftfeuchtigkeit durch die Verdunstung von Wasser ansteigt. Der Einfluß der Verdunstung auf das Klima im Straßenraum dürfte aber nur sehr gering sein, da das Bachwasser kühl ist und fließt und daher keine starke Verdunstung zu erwarten ist. Ein Beispiel aus der Stadt Augsburg belegt diese Vermutung. Wie das Planungsamt Augsburg mitteilte, konnte nach der gerade abgeschlossenen Bachoffenlegung des Mittleren Lech keine erhöhte Luftfeuchtigkeit festgestellt werden. Die klimatische Situation des Lechviertels in Augsburg kann mit der der bebauten Rinnenlage in Aachen insoweit verglichen werden, als es sich beim Lechviertel auch um ein schlecht durchlüftetes Quartier handelt, das im Osten einer Hangkante, etwa 12 m tiefer als die Hochterrasse liegt (Hauptwindrichtung: Südwest). Um zu gewährleisten, daß es zu keiner überhöhten Luftfeuchtigkeit durch Verdunstung kommt, sollte der Bach in dem offenzulegenden Bereich ein bestimmtes Mindestgefälle und damit eine bestimmte Fließgeschwindigkeit haben. So kann sich das Wasser nicht so stark erwärmen, daß es zu einer übermäßigen Verdunstung kommt.

#### *Verkehr*

Die verrohrten Bäche liegen heute fast ausschließlich im öffentlichen Straßenraum. Eine Freilegung würde deshalb zu Lasten der heutigen Nutzung, also vor allem der Fahrbahnen und Stellplätze gehen. In einigen Bereichen ist daher, zumindest aus heutiger Sicht, eine Offenlegung kaum möglich. In vielen Bereichen ist es jedoch durchaus zu vertreten, den Individualverkehr zu Gunsten von offenen Bächen und einer erhöhten Wohnqualität einzuschränken.

In den letzten Jahrzehnten sind unsere Städte nur zu oft zu Gunsten des Verkehrs nachteilig verändert worden. Vom Auto gehen aber viele Bedrohungen aus: Lärm, Abgase, Unfälle, Schäden an Umwelt und Gebäuden, Verlust an Urbanität. Die Aufgabe der Stadtplanung muß daher sein, den Individualverkehr in den Städten (besonders den Innenstädten) soweit wie möglich zu unterbinden und den Öffentlichen Personennahverkehr zu fördern. Verkehrsberuhigte Zonen verbessern die Wohnqualität in der Stadt und stellen eine günstige Voraussetzung für die Freilegung von Bächen dar.

#### *Ausbau der Bäche*

Ein naturnaher Ausbau der Bäche in der Stadt ist bis auf wenige Ausnahmen zur Zeit noch nicht möglich, da die Bäche meist durch dichtbebaute Stadtteile fließen und nur wenig Raum für eine Offenlegung zur Verfügung steht. Das Bachbett muß daher in den meisten Fällen gemauert sein, wobei es verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten gibt.

Die Größe des Bachbettes soll nach den normalerweise anfallenden Wassermengen bestimmt werden. Eine Bemessung des Bachbettes nach den möglichen Hochwassermengen ist aus gestalterischen Gründen wenig wünschenswert, da in diesem Fall an den meisten Tagen im Jahr vergleichsweise wenig Wasser in einem großen Bachbett fließen würde. Um einer Überschwemmung der Straßenräume bei Hochwasser entgegenzuwirken, kommen zwei Möglichkeiten in Betracht:

- Kurz bevor der natürliche Bachlauf in ein Kanalrohr mündet, werden seine Wassermengen durch Regenrückhaltebecken und Schleusen reguliert.
- Auch in den Bereichen, in denen die Bäche freigelegt werden, wird das Bachkanalrohr unterirdisch weitergeführt. Dem offenen Bachbett wird immer nur eine bestimmte Wasserhöchstmenge zugeführt; überschüssiges Wasser bei starken Regenfällen wird unterirdisch abgeleitet.

#### *Wasserqualität*

Das Bachwasser in den Kanälen ist heute teilweise noch nicht sauber. Zum einen gibt es wahrscheinlich Stellen, an denen Abwasser aus schadhafte Kanälen in die oftmals darunterliegenden Bachkanäle sickert. Zum anderen wird bei starken Regenfällen verdünntes Abwasser aus den Mischwasserkanälen durch Überlaufkanäle in die Bachkanäle eingeleitet. Die Überlaufkanäle sind so angebracht, das nur das oben fließende Wasser in die Bachkanäle abgeschlagen wird, während die festen Bestandteile des Schmutzwassers in den Abwasserkanälen bleiben. Die Qualität des Bachwassers leidet aber trotzdem unter diesen Einleitungen, zu denen es an mehreren Tagen im Jahr kommt.

Mit dem Bau der neuen Mischkanalisation werden die Abwasserkanäle aber vollständig von den Bachkanälen getrennt, so daß die Bäche im Laufe der 90er Jahre wieder sauber werden.

#### *Tiefenlage der verrohrten Bäche*

Die Verrohrungen befinden sich in der Stadt meist 2 bis 4 m unter dem vorhandenen Gelände. Ein offener Bach soll natürlich nicht in einer solchen Tiefe fließen. Die Kanalrohre, die das Bachwasser führen, müssen deshalb auf einer bestimmten Strecke, deren Länge abhängig vom Gefälle der Straße ist, soweit angehoben werden, daß sie in dem offenzulegenden Bereich nur noch eine geringe Tiefe aufweisen. Haben Straße und Kanalrohr vor dem offenzulegenden Bereich ein starkes Gefälle, kann der Bachkanal auf einer relativ kurzen Strecke so weit angehoben werden, daß er an die Oberfläche gelangt. Liegt der Bachkanal jedoch sehr tief und haben Straße und Kanal nur ein geringes Gefälle, so ist eine Offenlegung sehr problematisch. Der Einsatz von Pumpen ist wegen der hohen Unterhaltskosten abzulehnen.

#### *Kosten*

Wenn die Offenlegung nicht als isoliertes Projekt ausgeführt, sondern in die gesamtstädtische Planung integriert würde, könnten die Kosten erheblich minimiert werden. So wird zur Zeit die städtische Kanalisation erneuert und die Anhebung der Bachkanalrohre könnte dabei direkt mitgeplant und ausgeführt werden. Auch werden zur Zeit an vielen Stellen in der Stadt Maßnahmen zur Wohnumfeldverbesserung geplant und ausgeführt. Würde in diesen Fällen die Freilegung der Bäche mit in die Maßnahmen einbezogen, könnte viel Geld gespart werden.



Abb. 3: Der Annunzianenbach \*) heute.

(Foto: Toebe)

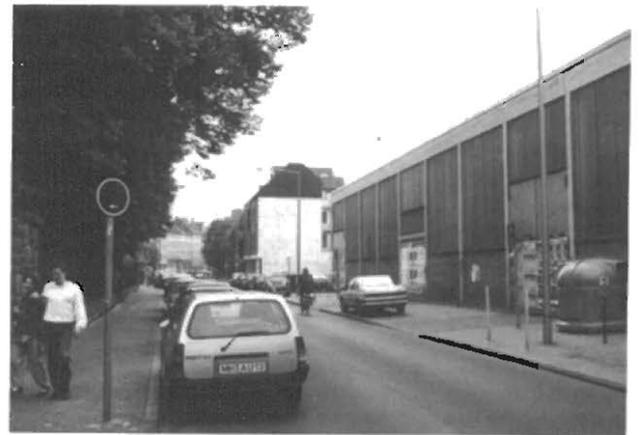


Abb. 6: Der Augustinerbach\*) heute (links die Mauer des Gymnasiums).  
(Foto: Toebe)

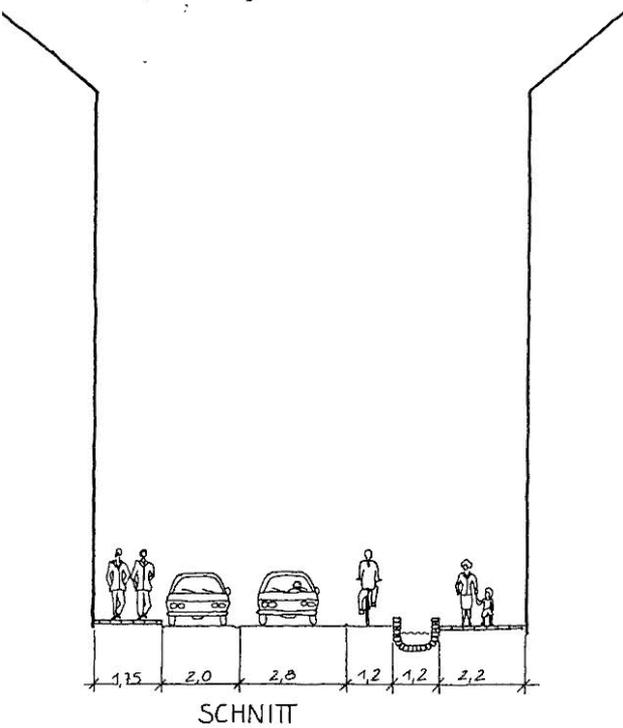
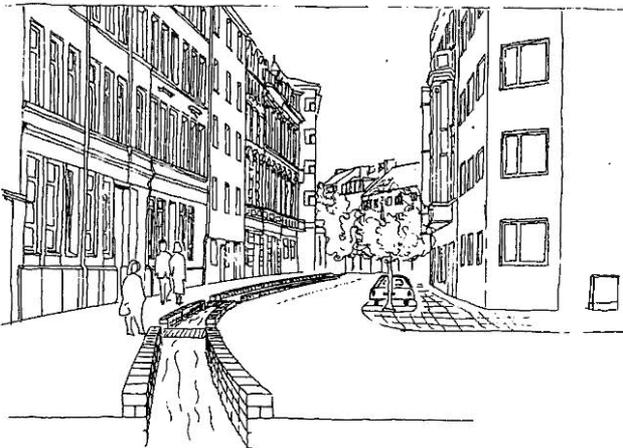


Abb. 4 und 5: Vorschlag für die Offenlegung des Johannsbaches.

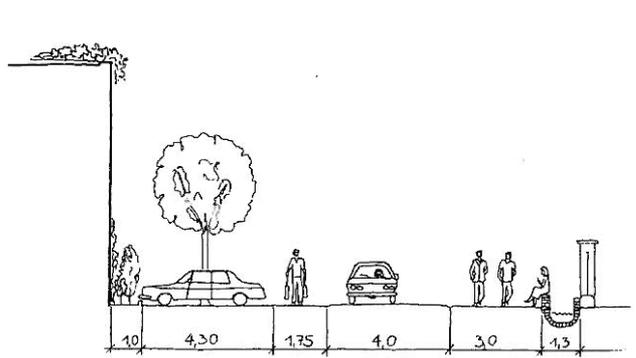
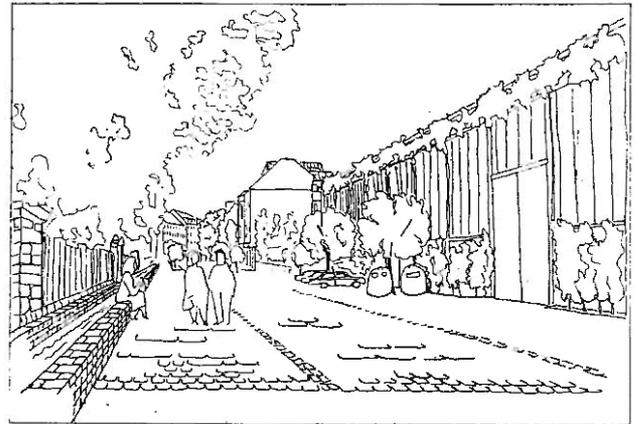


Abb. 7 und 8: Vorschlag für die Offenlegung des Johannsbaches.

#### Verschmutzung der Bäche

Ein von vielen angeführter Einwand gegen eine Offenlegung von Bächen ist die Befürchtung, daß ein offener Bach von vielen Menschen als „Abfalleimer“ oder Abwasserkanal benutzt würde und schon nach kurzer Zeit so verdreckt wäre, daß es zu Zuständen käme, die mit denen in der Mitte des letzten Jahrhunderts vergleichbar wären. Solche Einwände, die besonders von den Mitarbeitern des Tiefbauamtes geäußert werden, hält die Verfasserin jedoch für stark übertrieben. Natürlich kann niemand im voraus sagen, wie die Aachener mit dem offenen Wasser umgehen werden, es ist aber doch anzunehmen, daß sich ihr Verhalten nicht wesentlich von dem der Bewohner anderer Städte unterscheidet. Und in Augsburg, Freiburg und Stauffen gibt es in dieser Hinsicht keine größeren Probleme. Natürlich kommt es vor, daß mal etwas in den Bach gewor-

\*) Annunzianenbach und Augustinerbach sind die heutigen Straßennennungen.

fen wird. Doch das passiert überall: auf Straßen, Gehwegen, in Parks usw. Und niemand käme auf die Idee, deshalb keine Parks mehr anzulegen.

## 5 Bereiche, die sich für eine Freilegung der Bäche anbieten

Zunächst war die Verfasserin der Meinung, daß die Bäche nur in den Bereichen wieder freigelegt werden sollten, in denen sie auch früher geflossen sind. Dabei wurde als Grundlage für den ehemals offenen Verlauf der Bäche hauptsächlich der Rappard-Plan aus dem Jahr 1860 benutzt. Es mußte aber festgestellt werden, daß der Verlauf der Bäche um 1860 nur in wenigen Fällen mit dem der heute vorhandenen Bachkanäle übereinstimmt, und daß daher eine Offenlegung der Bäche nur in wenigen Fällen dort ausgeführt werden könnte, wo auch früher der Bach verlief. Eine so starke Einschränkung der Möglichkeiten für eine Offenlegung erschien nun nicht mehr angemessen, zumal ja auch der Verlauf der Bäche von 1860 nicht der ursprüngliche war. Die Bäche sind im Laufe der Jahrhunderte häufig verlegt worden; einen „historisch richtigen“ Bachverlauf gibt es in Aachen nicht. Wichtig ist daher nur der Bach selbst, und der sollte, wenn sein Verlauf nicht zu extrem verändert wurde, wieder an die Oberfläche geholt werden.

In dem untersuchten Teilgebiet der Stadt Aachen (vgl. Abb. 2) liegen insgesamt 9 Bereiche, in denen Bachabschnitte jeweils in einer Länge von 50 bis 700 Metern freigelegt werden könnten. Die Kriterien für die Auswahl dieser Bereiche waren

- die Tiefenlage der verrohrten Bäche,
- die Verkehrssituation,
- die Übereinstimmung von historischem und heutigem Verlauf,
- die Stadtgestalt.

Für die Offenlegung des Johannisbaches in den Straßen Annuntiantenbach und Augustinerbach wurde ein Gestaltungsvorschlag ausgearbeitet. Die geplanten Maßnahmen haben zum Ziel:

- einen historisch bedeutenden Bach wieder im Stadtbild sichtbar zu machen,
- die Verkehrsbelastung der Straßen zu senken,
- die Aufenthaltsqualität des Straßenraumes zu erhöhen.

Die Abb. 3–8 zeigen, wie der Johannisbach wieder im Straßenraum erscheinen könnte.

Zur weiteren Vertiefung dieses Themas wird auf die Studienarbeit der Verfasserin hingewiesen: „Bäche in Aachen — Möglichkeiten der Offenlegung verrohrter Bäche in der Innenstadt von Aachen“, Studienarbeit am Lehrstuhl für Landschaftsökologie und Landschaftsgestaltung, Aachen: RWTH, Juni 1988.

## Literatur

HEUSER, Festschrift zur 72. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte. Aachen: 1900.

KAEMMERER, Walter. Geschichtliches Aachen: Brimberg-Verlag, 1967.

MONTIGUY, Freiherr von. „Die Beseitigung der Abfallstoffe.“ Die Gesundheitspflege in Aachen. Festschrift der Stadt Aachen zur 38. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege 1913.

PETER, C.; MEIERS, M.; HEIDNER, G.; HERMSDORF, G.; WELTERS, H.; BEIERLORZER, H.; CAESAR, R. Spurensicherung, Spaziergänge entlang der Aachener Bäche. Aachen: RWTH, 1983

PFLUG, W.; BIRKIGT, H.; BRAHE, P.; HORBERT, M.; VOSS, J.; WEDECK, H.; WÜST, ST. Landschaftsplanerisches Gutachten Aachen. Hg. Stadt Aachen. Aachen: 1978.

SCHMIDT-HERMSDORF. Stadtlesebuch. Ein historischer Längsschnitt durch die Aachener Stadtentwicklung. Aachen: Klenkes, 1984.

SCHMITT, Michael. Die städtebauliche Entwicklung Aachens im Mittelalter unter Berücksichtigung der gestalterischen Faktoren. Aachen: 1972.

WYNANDS, Dieter P.J. Kleine Geschichte Aachens. Aachen: Alano-Verlag, 1986.

Zeitschrift des Aachener Geschichtsvereins. 64/65 (1952), S. 157–158.

## Auswirkungen intensiver Landbewirtschaftung auf Fließgewässer

Nach der Definition der Agrarminister<sup>1)</sup> umfaßt der Begriff „Landbewirtschaftung“ diejenigen Bereiche der Landwirtschaft, die dem Acker- und Pflanzenbau einschließlich der Grünlandbewirtschaftung und der Sonderkulturen zuzuordnen sind.

Ich möchte mich in meinem Referat mit den Komplexen

1. Beispiele für Maßnahmen der Landbewirtschaftung mit Folgen für Fließgewässer
  2. Belastungen von Fließgewässern Nordrhein-Westfalens durch Einträge aus der Landbewirtschaftung und
  3. Maßnahmen zur Verbesserung
- befassen.

Intakte Fließgewässer sind durch vielfältige Funktionen und eine große Anzahl von Lebensgemeinschaften in den aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereichen gekennzeichnet. Zu ihren besonderen Merkmalen gehören eine größere und intensivere Verzahnung der ökologischen Funktionen mit der Umgebung als irgendein anderes Ökosystem, aber auch eine besondere Anfälligkeit gegenüber äußeren Einwirkungen. Einer der bedeutenden Belastungsfaktoren ist die Landbewirtschaftung.

### 1 Beispiele für Maßnahmen der Landbewirtschaftung mit Folgen für Fließgewässer

Die Landwirtschaft bewirtschaftet in Nordrhein-Westfalen — überwiegend intensiv — 56 % der Landesfläche. Ein Netz von mehr als 75 000 km Fließgewässern<sup>2)</sup> wird mehr oder weniger stark durch die intensive Landbewirtschaftung beeinträchtigt.

Zu den Maßnahmen intensiver Landbewirtschaftung mit Folgen für Fließgewässer zählen vor allem:

- Schaffung großer, ungegliederter Produktionsflächen mit intensivem Maschineneinsatz
- Bodenverbesserungsmaßnahmen wie Grundwasserabsenkung und Gewässerausbau
- Intensive Düngung und übermäßiger Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
- Bewirtschaftungsänderungen wie Grünlandumwandlung und der Anbau erosionsfördernder Kulturpflanzen.

Ich möchte an drei Beispielen aus der gängigen landwirtschaftlichen Praxis negative Folgen intensiver Landbewirtschaftung erläutern:

#### a) Extreme Ausnutzung der Flächenbewirtschaftung bis direkt an das Fließgewässer

Durch die Beseitigung von Auengrünland und die Umwandlung uferbegleitender Vegetation wird den Gewässern eine natürliche Pufferzone genommen. Damit ist jede Möglichkeit verlorengegangen, das Gewässer vor Erosions-, Dünger- und Schadstoffeintrag zu schützen.

Häufig wird aus dem Verlust der Pufferzone die Notwendigkeit für einen Ausbau abgeleitet. Das Fehlen von Auengrünland und eines natürlichen Uferbewuchses wirkt sich auch über durchsickerndes Niederschlagswasser negativ auf das Grundwasser aus, da eine zusätzliche Filterwirkung des Durchwurzelungsbereiches fehlt.

Allgemein ist für die Auswirkungen intensiver Landbewirtschaftung von Bedeutung, daß sich seit 1960 die Anbaufläche von Getreide (vor allem Winterweizen und Wintergerste) und Futterpflanzen immer mehr zu Lasten des Grünlandes erhöht hat.<sup>3)</sup> In den letzten 10 Jahren sind allein im Bereich der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe mehr als 100 000 ha Grünland — vor allem auch in Auen — in Acker umgewandelt worden.

Am bedeutendsten ist der Anstieg des Maisanbaues. Er beansprucht in einigen Landschaftsräumen Nordrhein-Westfalens heute 50 % der landwirtschaftlichen Flächen. Mit rd. 210 000 ha Anbaufläche nimmt er inzwischen etwa 20 % der gesamten Ackerfläche des Landes ein. Flächen mit Mais sind besonders erosionsgefährdet, da sie lange Zeit ohne Bodenbedeckung sind.

#### b) Eintrag von Dünger und Pflanzenschutzmitteln

In landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten gelangen durch Auswaschungen und Bodenabschwemmungen viele der auf den Boden gebrachten Stoffe in fester und gelöster Form in Fließgewässer. Dazu gehören Nährstoffe, wie etwa Nitrat- und Ammoniumstickstoff, Phosphate und organisches Material, die Eutrophierungsprozesse auslösen und damit in Gewässern zu Schadstoffen werden können, Reste und Rückstände ausgebrachter Pflanzenschutzmittel sowie Bodenfraktionen. Auch der Düngerflug und die damit verbundene erhöhte Stickstoffanreicherung spielen in landwirtschaftlichen Intensivgebieten eine immer stärkere Rolle. Diese Schadstoffe beeinflussen die Biomassenproduktion und damit den Sauerstoffgehalt des Gewässers. Die bereits durch einen technischen Ausbau bei vielen Gewässern entstandenen negativen Folgen für die Biozönosen und die ökologischen Funktionen werden dadurch weiter verschärft.

#### c) Führung eines Wirtschaftsweges direkt am Fließgewässer

Ein Wirtschaftsweg direkt am Fließgewässer verstärkt die von vegetationsarmen und gehölzfreien Uferbereichen ausgehenden Auswirkungen. Darüber hinaus kann bei Asphalt- und Betonwegen das durch Sonneneinstrahlung aufgewärmte Oberflächenwasser ungebremst in das Fließgewässer abfließen. Eine die Massentwicklung vor allem wärme- und lichtliebender Pflanzen fördernde Veränderung kann die Folge sein.

### 2 Belastung von Fließgewässern Nordrhein-Westfalens durch Einträge aus der Landbewirtschaftung

Die Folgen einer verfehlten Agrarpolitik der EG lösten neben den erwähnten Bewirtschaftungsumstellungen und intensiven Bodenbearbeitungsmaßnahmen auch eine erhebliche Steigerung des Verbrauchs von Pflanzenschutz- und Düngemitteln aus.

1) Beschluß der Agrarminister des Bundes und der Länder vom 23. Sept. 1987

2) Ohne Fließgewässer 3. Ordnung

3) Seit 1978 ist allerdings der Getreideanbau in NRW mit Ausnahme von Mais wieder rückläufig. Der Spitzenanteil von 76,3 % an der Ackerfläche im Jahr 1978 ist inzwischen auf rd. 70 % zurückgegangen.

#### a) Pflanzenschutzmittel

Biozideinschwemmungen über Bodenteilchen können sich nachteilig auf die Gewässervegetation bis hin zum flächigen Absterben auswirken. Über die mögliche Anreicherung fettlöslicher Biozide, z. B. in Fischen, sind auch Wirkungen auf die Gesundheit des Menschen nicht auszuschließen.

Die Menge der in der Bundesrepublik verwendeten Pflanzenschutzmittel ist zwischen 1970 und 1986 von 20 000 auf 31 000 t pro Jahr angestiegen. Mengenmäßig nehmen dabei die Herbizide — bezogen auf die Wirkstoffe — mit einem Anteil von 58 % eine Spitzenstellung ein.

Zur Zeit sind in der Bundesrepublik ca. 1 600 Pflanzenschutzmittel mit etwa 300 Wirkstoffen unterschiedlicher Toxizität zugelassen.<sup>4)</sup> Nach Untersuchungen des Landesamtes für Wasser und Abfall (LWA) und der Staatlichen Ämter für Wasser- und Abfallwirtschaft (STÄWA) des Landes NRW treten in den Oberflächengewässern 6 Wirkstoffe besonders häufig auf, wobei Triazine mit den Leitsubstanzen Simazin und Atrazin in Maisanbaugebieten eine besondere Rolle spielen.

Der Belastungspfad von der landwirtschaftlichen Fläche in Richtung Oberflächengewässer und Grundwasser ist oft nur sehr kurz. Da Restmengen der aufgebrauchten Pflanzenschutzmittel häufig nur langsam abgebaut werden und deshalb über lange Zeit im Boden verbleiben, hat sich über Jahre hinweg ein Belastungspotential auf vielen intensiv genutzten Flächen aufgebaut.

Die zum 1. 10. 1989 verschärfte Trinkwasserverordnung führt für einzelne Pflanzenbehandlungsmittel den Grenzwert 0,1 µg/l und für die Summe nicht mehr als 0,5 µg/l ein.

Unbeschadet der bisher nur unvollständigen Analytik vieler Labors und der Schwierigkeit, Wirkstoffe in Konzentrationsbereichen um 0,1 µg/l nachweisen zu können, ist auch der mit einer flächendekenden Überwachung verbundene Aufwand zur Einhaltung der Grenzwerte nicht zu leisten. Schon heute sind in Böden, Grundwasser und Oberflächengewässern Konzentrationen festzustellen, die lokal bis regional zu Besorgnis Anlaß geben. Deswegen ist es zu begrüßen, daß die Verordnung über „Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel“ (Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung) vom 27. 7. 1988 für Wasserschutzgebiete 73 und für Naturschutzgebiete und Nationalparke 83 Stoffe nennt, die in diesen Gebieten nicht verwendet werden dürfen. Dies schließt hier praktisch den Maisanbau aus, falls nicht mit Ersatzstoffen gearbeitet wird.

#### b) Düngemittel

Nach Schätzungen des LWA stammen in Nordrhein-Westfalen 42 % der Stickstoffeinträge in Gewässern aus der Landwirtschaft und 7 % aus Niederschlägen. Die Phosphoreinträge sollen zu 27 % auf Einträge aus der Landwirtschaft und zu 3 % aus Niederschlägen zurückgehen.

Von ausschlaggebender Bedeutung für den Eintrag von Düngemitteln in Fließgewässer ist der *Abtrag des Bodens durch Wasser* oder *Wind*. Die Winderosion spielt auch in unserem Klima bei leicht verwehbaren Böden, wie z. B. beim Löß, eine Rolle. Wassererosion kann überall auftreten, wo ein entsprechendes Gefälle vorhanden ist. Im Rahmen einer kürzlich durchgeführten Fachtagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft in Gießen wurde dargestellt, daß in Niedersachsen und Bremen — unbeschadet der Nutzungsverhältnisse — ca. 46 % der landwirtschaftlichen Flächen winderosions- und 26 % wassererosionsgefährdet sein sollen.

Die Wassererosion hat auf ackerbaulich genutzten Flächen derart zugenommen, daß Gegenmaßnahmen unbedingt erforderlich sind. Stoffbilanzen ergaben jährliche Bodenabträge von bis zu 200 t/ha. Die mit dem Bodenabtrag in die Gewässer gelangte Phosphatmenge wurde von BERNHARDT (1978) für die Bundesrepublik auf 6 000 t geschätzt.

Die enge Beziehung zwischen intensiver Landwirtschaft und Nitratverlagerung ist inzwischen wiederholt bestätigt worden. Im Ackerbau nimmt die *Nitratverlagerung* linear mit zunehmender Stickstoffdüngung zu. Bei Grünlandnutzung wird erst ab etwa 300 kg Stickstoff je Hektar eine stark erhöhte Nitratverlagerung festgestellt.

Auch die immer intensiver betriebene *Güllewirtschaft* wirkt sich nachteilig auf Fließgewässer aus. Nach ISERMANN (1988) liegen in Gebieten mit ausgeprägter Tierhaltung in Westeuropa die durch die Tierhaltung bedingten realen NH<sub>3</sub>-N-Emissionen bei 50 bis 170 kg/ha/Jahr. Je nach Ausbringungszeitraum, Temperatur, Ausbringungstechnik und Gülleart kann das mit der Gülle ausgebrachte Ammonium als Ammoniak in die Luft entweichen (nach DÖHLER (1988) zwischen 2,5—95 % bei ungünstigen Verhältnissen) oder beim Verbleib im Boden nach der Nitrifizierung zu erhöhten Nitratgehalten im Sickerwasser mit Folgen für das Grundwasser und die Fließgewässer führen.

Die angesprochene Problematik der Güllewirtschaft macht deutlich, daß auch der *atmosphärische Eintrag* von Stickstoff durch Düngerflug, der nach KNAUER (1987) 30—40 kg/ha/Jahr betragen kann, Ammoniak-Emissionen und NO<sub>x</sub>-haltige Niederschläge sowohl für das Freiland als auch für Fließgewässer und den Wald nicht zu unterschätzen ist.

Bei intakten Gewässern führt die Selbstreinigungskraft zur Mineralisation des organischen Materials. Der übermäßige Eintrag von Pflanzennährstoffen wie Phosphat, Nitrat und Ammonium bewirkt jedoch im Gewässer eine starke Entwicklung von Algen und niederen Wasserorganismen. Während die Algen infolge ihrer Photosyntheseaktivität die Gewässer tagsüber mit Sauerstoff zusätzlich anreichern, verbrauchen sie nachts durch Umstellung ihres Stoffwechsels Sauerstoff. Eine Störung der Biozönose und damit der Selbstreinigungskraft durch die Massenentwicklung von Plankton und Algen, Unterwasser- und Röhrichtpflanzen ist unvermeidbar. Vor allem bei starker Sonneneinstrahlung und Niedrigwasser kann eine durch Abbau des organischen Materials hervorgerufene Sauerstoffverknappung zu Fischsterben, in extremen Fällen, z. B. bei sehr langsam fließenden Gewässern, sogar zum „Umkippen“ des Gewässers führen.

Durch Einträge von Mineraldünger (vor allem Phosphatdünger) und Klärschlamm können Fließgewässer mit *Schwermetallen* belastet werden. Besonders kritisch ist dabei die Düngung mit *Klärschlamm*. Neben Schwermetallen, wie vor allem Blei, Cadmium, Zink, Kupfer, Arsen und Quecksilber<sup>5)</sup> sind organische Schadstoffe (insbesondere PAH's und PCB's) von besonderer Bedeutung.<sup>6)</sup> Der Gewässergütebericht 1987 des LWA hat allerdings deutlich gemacht, daß — von wenigen Gewässern abgesehen, die geogen, z. B. durch Erzlager, belastet sind — mit Ausnahme von Zink Schwermetalle in so geringen Mengen vorkommen, daß ihre Konzentration nur mit aufwendigen analytischen Verfahren bestimmt werden kann. Dennoch müssen wegen ihrer Langzeitwirkung auf Pflanzen und Tiere sowie ihrer Anreicherung in der Nahrungskette Quecksilber und Cadmium als besonders gefährlich eingeschätzt werden.

Seitdem ab 1981 für diese beiden Stoffe eine Abwasserabgabe für die Einleitung erhoben wird, ist eine deutliche Verminderung erkennbar. Blei, Chrom, Kupfer und Nickel werden ab 1990 in Nordrhein-Westfalen ebenfalls abgabepflichtig, um auch für diese Schwermetalle eine beschleunigte Abnahme der Belastungen zu erzielen.

Vor allem bei Fließgewässern, die im Wald oder in Waldnähe liegen, ist schließlich darauf hinzuweisen, daß für die Gewässergüte der

4) Kosmos, Heft 10/1988, S. 21

5) Kosmos, Heft 10/1988, S. 38

6) PAH's = Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe  
PCB's = Polychlorierte Biphenyle

Eintrag von Säurebildnern durch Bodenerosion und die direkte Säurezufuhr aus der Luft durch trockene und nasse Depositionen von Bedeutung ist.

Die Löslichkeit zahlreicher Metalle, die auf eine Vielzahl aquatischer Organismen und Individuen toxisch wirken, wird durch eine Versauerung erhöht. Bei pH-Werten unter 5 sind Auswirkungen auf die Gewässerfauna zu erwarten. Der Fortbestand vieler Fische oder von Amphibienarten, die in Gewässern ablaichen, ist langfristig bei pH-Werten unter 5, die oft mit hohen Aluminiumkonzentrationen im Wasser verbunden sind, bedroht.

### 3 Maßnahmen zur Verbesserung

Der Zustand vieler Fließgewässer erfordert es, möglichst jede landwirtschaftliche Maßnahme hinsichtlich einer Minimierung der sich auf oberirdische und unterirdische Gewässer auswirkenden Folgen zu überprüfen. Dabei sollten folgende 4 grundsätzliche Forderungen immer beachtet werden:

- Umweltverträgliche Bodenbearbeitung
- Bedarfsgerechte Düngung
- Eingeschränkter sich an der Notwendigkeit und an den zu schützenden ökologischen Funktionen orientierender Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
- Sicherung breiter Uferschutzstreifen und ökologischer Auenkorridore als Pufferzone zur Verhinderung bzw. Vermeidung von Stoffeinträgen und Bodenabschwemmungen.

Ich möchte diese 4 grundsätzlichen Forderungen näher erläutern:

#### a) Umweltverträgliche Bodenbearbeitung

Auf erosionsgefährdeten Standorten, z. B. in Auen, ist der Anbau erosionsfördernder Pflanzen, wie etwa Mais und Hackfrüchte, zu vermeiden. Durch eine minimale Bodenbearbeitung, d. h. ohne zu pflügen, ist in Verbindung mit Mulch- bzw. Direktsaat, ganzjährig deckenden Futterpflanzen, vor allem aber durch Grünland eine wirkungsvolle Verringerung der Abflußrate anzustreben.

Auf intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen sind durch die Erhaltung kleiner Flurstücke und einer möglichst vielfältigen Feld-Rain-Struktur alle Möglichkeiten des Erosionsschutzes zu nutzen. Dazu gehört auch das Verhindern von Schwarzbrache im Winter bei Ackerfluren in starker Hanglage und insbesondere auf Lößböden. Mulchen oder Gründüngung sollte überall dort erfolgen, wo Kulturen, wie etwa Mais, lange Zeit keinen Bodenschutz bilden. Hier sind auch Untersaaten erfolversprechend.

In Wasserschutz-, Naturschutz-, Überschwemmungs- und Gebieten mit oberflächennahem Grundwasser sowie in erosionsgefährdeten Lagen sollte der Grünlandumbruch grundsätzlich und die Grünlandumwandlung in Acker immer verboten werden.

In Versuchen der LÖLF wurde festgestellt, daß bei Grünlandumbruch schon in der darauffolgenden Vegetationsperiode fast 200 kg Stickstoff je ha freigesetzt werden. Es ist zu erwarten, daß sich die Stickstofffreisetzung durch Abbau von organischer Substanz über eine lange Reihe von Jahren fortsetzt.

#### b) Bedarfsgerechte Düngung

Zur Vermeidung einer Nährstoffverlagerung (vor allem Stickstoff und Phosphor) in das Grundwasser muß die Düngung nach Menge und zeitlicher Verteilung an dem Nährstoffbedarf der Pflanzen unter Berücksichtigung der Bodenart und der in Boden und Pflanzen verfügbaren Nährstoffe ausgerichtet werden. Nach der Vegetationsperiode darf nur noch eine minimale Restnährstoffmenge im Boden verbleiben.

Wo immer es möglich ist, sollte das von landwirtschaftlichen Nutzflächen abfließende Dränwasser in ökologisch gestalteten Rück-

haltungen aufgefangen werden. Hier kann das Wasser zumindest zum Teil biologisch aufgearbeitet werden, bevor es an das Fließgewässer abgegeben wird. Zumindest in Einzugsgebieten von Trinkwassergewinnungsanlagen, in Überschwemmungsgebieten und auf Flächen mit oberflächennahem Grundwasser ist die Klärschlammdüngung zu verbieten. Alle anderen organischen und mineralischen Dünger sind nur sehr restriktiv anzuwenden. In Naturschutzgebieten muß sich die Düngung dem Schutzziel unterordnen.

#### c) Einschränkung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln

Grundsätzlich sollte angestrebt werden, Pflanzenschutzmittel nur bei akuter Gefahr anzuwenden und auf eine prophylaktische Handhabung zu verzichten. Dies setzt voraus, daß von seiten der landwirtschaftlichen Beratung Befallsgrenzen bzw. Schadschwellen festgelegt werden, wie sie für einige Bereiche im Obstbau bereits bestehen. Hier wird nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes empfohlen, erst bei einem bestimmten Schadensfall unter Verzicht auf vorbeugende Maßnahmen Pflanzenschutzmittel einzusetzen. In Wasserschutz-, Naturschutz- und Überschwemmungsgebieten und im unmittelbaren Bereich von Fließ- und Stillgewässern sollten die Ökosysteme belastende Pflanzenschutzmittel überhaupt nicht angewendet werden.

An den Gesetzgeber und die landwirtschaftliche Beratung wenden sich Vorschläge wie

- Reglementierung des Pflanzenschutzmittelverkaufs durch eine sich an der zu bewirtschaftenden Fläche orientierenden Höchstmengenverordnung, um dem Motto „viel hilft viel“ vorzubeugen;
- Einrichtung von Sammelstellen zur Aufnahme unverbrauchter Reste von Pflanzenschutzmitteln;
- Kennzeichnungspflicht für Pflanzenschutzmittel hinsichtlich der Persistenz und Speicherefähigkeit, aber auch des Eintragsverhaltens, der Aufwandsmenge, der Anwendungshäufigkeit und der Ausbringungszeit mit Empfehlungen für die Handhabung bei den unterschiedlichen Bodenverhältnissen, Grundwasserflurabständen und für die verschiedenen Pflanzenarten.

Alle Pflanzenschutzmittel, die im Wasser biologisch nicht abbaubar sind, müßten auch außerhalb von Schutzgebieten verboten werden, um ihren Eintrag ins Grundwasser zu verhindern.

#### d) Schaffung von Uferstreifen als Pufferzonen

Uferstreifen sind in vielen Fällen die letzte Möglichkeit, den von intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen ausgehenden Belastungen entgegenzuwirken.

Von Uferstreifen, die mindestens 5 m, möglichst jedoch erheblich breiter sein sollten, können bei vollständiger Herausnahme aus der landwirtschaftlichen Nutzung folgende positive Wirkungen für Fließgewässer ausgehen:

- Rückhaltung von Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleintrag;
- Verminderung des Abfließens von Niederschlagswasser, der Abschwemmung und des Eintrags von Bodenbestandteilen zur Vermeidung einer Verschlämzung des Gewässers;
- Schutz der Ufer durch naturnahe Gestaltung und Pflege;
- Steigerung der biologischen Leistungsfähigkeit des Fließgewässers und damit der Gewässergüte;
- Erhaltung bzw. Wiederherstellung von Lebensräumen für die typischen Lebensgemeinschaften der Fließgewässer und ihrer Uferbereiche.

Uferstreifenaktionen sollten ein erster Schritt zur ökologischen Sanierung von Auen sein. Als Bestandteile großräumiger Biotop-schutzprogramme sollten sie das Rückgrat von Biotopverbundsystemen bilden, mit denen die in landwirtschaftlichen Gebieten

verlorengegangenen Vernetzungsfunktionen wiederhergestellt werden.

Wo immer es möglich ist, sollten sie in eine wasserwirtschaftliche Gesamtplanung, z. B. im Rahmen einer Gewässersanierung bzw. -renaturierung, eingebunden werden. Die Bewirtschaftungspläne nach dem Wasserhaushaltsgesetz und die Landschaftspläne nach den Naturschutzgesetzen bilden auf der Grundlage von Bestandsaufnahmen und Gewässerbewertungen das geeignete Instrumentarium.

Ziel einer solchen wasserwirtschaftlichen Gesamtplanung zur Erhöhung der Gewässergüte und der Naturnähe muß die Ausbildung eines naturnahen Gewässerbettes und die Schaffung naturnaher Uferbereiche mit einer ausreichend breiten Gewässeraue sein, in der Stillwasserzonen, Altgewässer und Flutmulden erhalten bzw. angelegt werden. Die Verzögerung des Abflusses und die Beseitigung möglichst aller Dränageeinleitungen in das Fließgewässer sind hierbei besonders wichtige Anliegen.

Häufig wird jedoch die Anlage eines Uferstreifens als Einzelmaßnahme realisiert werden müssen. In diesen Fällen stellt sich im besonderen Maße die Frage nach *Breite* und *Gestaltung* des Uferstreifens.

Die Forderungen der Landschaftsbehörden und Naturschutzverbände bewegen sich von 5 bis 50 m. Die in Nordrhein-Westfalen im Kreis Soest an der Rosenaue und Blögge (Nebenflüsse der Ahse) angelegten Uferschutzstreifen sind zwischen 5 bis 30 m breit.

Gestaltung und Breite sind grundsätzlich von der biologischen Anforderung des jeweiligen Gebietes abhängig. Naturräumliche Bezüge spielen dabei ebenso eine Rolle wie die aktuelle Nutzung, die vorhandene reale Vegetation, Relief, Bodentyp sowie Breite und Wasserführung des Fließgewässers. Die Ausgestaltung sollte der natürlichen Vegetation mit der charakteristischen Zonierung vom Röhrichtgürtel bis zum Auenwald entsprechen. Bei der Breite ist auch zu berücksichtigen, ob es gelingt, die Wirksamkeit des Schutzstreifens durch eine Extensivierung der unmittelbar anschließenden Nutzflächen zu erhöhen.

Uferstreifen sollten möglichst aus der Nutzung genommen, zumindest jedoch als extensives Grünland genutzt werden. Die dafür notwendigen Flächen sind durch Kauf, Flächentausch — gegebenenfalls über Bodenordnungsverfahren — oder eine langjährige Pacht (mindestens 10 Jahre) zur Verfügung zu stellen. Mit der Anlage sollte im Quellbereich und Oberlauf begonnen werden. Die Naturschutzprogramme, insbesondere jedoch die Flächenstilllegungs- und Extensivierungsprogramme von Bund und Ländern bieten günstige Chancen für die Realisierung. Allerdings kommt dafür die im Flächenstilllegungsprogramm vorgesehene Rotationsbrache

nicht in Frage, sondern nur die Dauerbrache. Auch bei allen Flurberreinigungsverfahren, in denen der Wege- und Gewässerplan noch nicht planfestgestellt ist, ist die Anlage durchgängiger Uferstreifen entlang der Gewässer anzustreben.

Notwendig sind bundesweite Programme für Gewässerschutzstreifen. Hoffentlich gelingt es, in Nordrhein-Westfalen 1989 eine landesweite Aktion zur ökologischen Verbesserung von Fließgewässern zu starten.

## Literaturverzeichnis

1. KONOLD, W. (1980): Zur Ökologie von Kleingewässern im ländlichen Raum. Ein Vergleich unterschiedlicher Ausbaumarten. Vortrag im Rahmen der Tagung Umweltforum an der Universität Hohenheim
2. Landesamt für Wasser und Abfall NRW (1988): Pestizide im Gewässer Nr. 2/1988, LWA-Materialien
3. Landtag Nordrhein-Westfalen (1988): Große Anfrage zur Landwirtschaft und Landschaft, Drucksache 10/3611 vom 20. 9. 1988
4. Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1988): Verordnung über Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel, Bundesgesetzblatt Nr. 37 vom 4. 8. 1988
5. ISERMANN, K. (1988): Emission sowie atmosphärische Transmission, Reaktion und Deposition von NO<sub>x</sub> aus der Landwirtschaft Westeuropas. Vortrag am 27. 10. 1988 im Rahmen der Tagung der Sektion Waldernährung in Wingst
6. DÖHLER, (1988): Vortrag über die Stickstoffemission im Zusammenhang mit der Güllewirtschaft im Rahmen der Tagung der Sektion Waldernährung am 27. und 28. 9. 1988 in Wingst
7. Landesamt für Wasser und Abfall NRW (1987): Gewässergütebericht 87
8. ARNOLD, A. (1983): Zur Veränderung des pH-Wertes der Laichgewässer einheimischer Amphibien. Archiv Naturschutz und Landschaftsforschung 23
9. SAUTER, U.: Funktion und naturschutzfachliche Bedeutung von Uferstreifen an kleineren Fließgewässern der Iller-Lech-Schotterplatten (1988, Heft 4 „Beiträge zum Artenschutz 7“) der Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz
10. SCHEFFER/SCHACHTSCHNABEL (1979): Lehrbuch der Bodenkunde 10. Auflage, Stuttgart 1979
11. Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW (1987): Von der Quelle bis zur Mündung. Schriftenreihe des MURL
12. Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW (1988): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für die Förderung der Stilllegung von Ackerflächen in landwirtschaftlichen Betrieben

## Freizeitnutzung an Fließgewässern am Beispiel der Stever (Westfälische Bucht)

### Einleitung

Die Stever im Kern der Westfälischen Bucht ist umgeben von einer intensiven Agrarlandschaft. Ihr Wasser speist eines der wichtigsten Trinkwasserreservoirs Westfalens: den Halterner Stausee.

In neuerer Zeit wird der chemischen und biologischen Wassergüte der Stever zunehmend besondere Aufmerksamkeit geschenkt (vgl. ASHOFF 1989, GOSEFORTH 1989, JOHNKE & MEYER 1984). Mehr und mehr steht die Belastung der Stever durch Düngemittel, Pestizide und andere kritische Stoffe im Mittelpunkt der Fragestellungen.

Nur 20 bis 40 km von Nordrand des Ruhr-Ballungsraumes entfernt sind an der Stever aber auch die Belastungen durch Freizeit und Erholung in den letzten Jahren deutlich gewachsen. Dabei erweist sich die Kombination aus Stauseen und Fluß- bzw. Bachläufen als besonders attraktiv.

Nachfolgend sollen Art und Umfang der aktuellen Freizeitnutzung an der Stever beschrieben werden. Diese Nutzung wird in Korrelation zur intensiven landwirtschaftlichen Nutzung beschrieben. Über zwei kleine ornithologische Untersuchungen (Brutbestand von Röhrichtbewohnern und Wasservogelarten, Fluchtdistanz des Graureihers) werden Auswirkungen der Freizeitnutzung diskutiert.

Diese Beobachtungen sollen Anregungen für detaillierte Untersuchungen sein.

### Methoden

Die Gesamtuferstrecke der Stever, ihrer Stauseen und Seitenarme wurde untersucht (jeweils beide Uferseiten und Seeufer).

Die land- und forstwirtschaftliche Nutzung wurde über eine Kartierung von uferangrenzendem Grünland, Acker und Wald erfaßt. Ferner wurden uferangrenzende Gehöfte, Siedlungen und Gebäude aufgenommen. Die uferangrenzenden schutzwürdigen Biotope wurden dem Biotopkataster NRW entnommen.

Die Freizeitnutzung wurde über eine Kartierung von Uferwegen, Gaststätten, Parkplätzen, Anglerplätzen, Campingplätzen, Ferienhäusern und Sportanlagen erfaßt. Ferner wurde im Umfeld ausgewählter Anlagen die Auswirkung der Freizeitnutzung auf das Brutvorkommen mehrerer Vogelarten und die Fluchtdistanz des Graureihers überprüft.

### Untersuchungsgebiet

Die Steverquellen liegen in den Baumbergen westlich von Münster. Die Quellbäche zapfen den gesamten Süd- und Südostabfall des Höhenrückens an und stehen mit dem Wasserspeicher des Hauptmassivs in Verbindung. Die Stever mündet nach einer Flußlänge von 51 km in die Lippe und gehört damit zum Stromgebiet des Rheins (Abb. 1). Das Gesamtgefälle beträgt 72 m.

Der Oberlauf zwischen Quelle und Senden hat eine beidseitige Uferlänge von 28,5 km und der Mittellauf zwischen Senden und Olfen einschließlich der Steverarme in Lüdinghausen von 56,0 km. Östlich von Olfen fließt die Stever mit ihrem Unterlauf in das Huller-

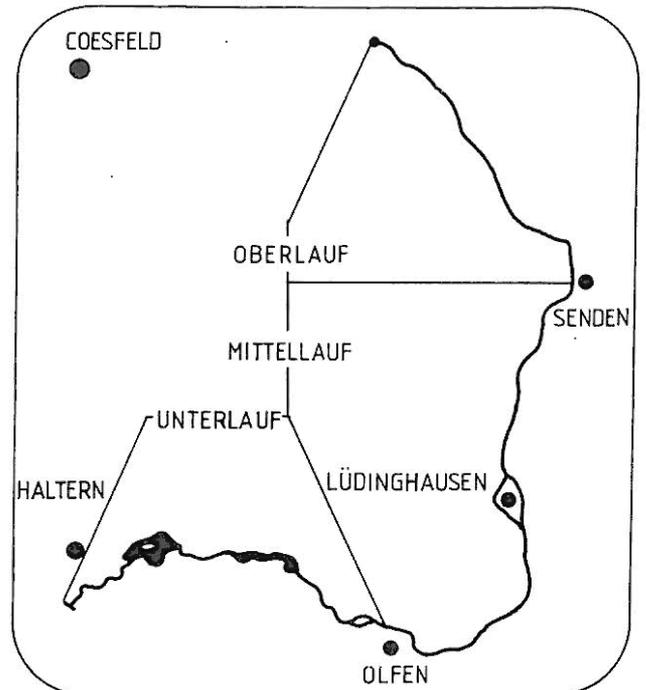


Abb. 1: Flußlauf der Stever in der Westfälischen Bucht (Münsterland).

ner Becken und ist dort im Hullerner und Halterner Stausee aufgestaut. Mit den Stauseen ergibt sich hier insgesamt eine Uferlänge von 42,0 km. Der Halterner Stausee bildet das Wasserreservoir für Teile des Ruhrgebietes, die Regionen um Haltern, Dülmen, Seim, Lüdinghausen und Münster. Er wird zu drei Vierteln von der Stever gespeist und erhält zu ca. einem Viertel sein Wasser vom Halterner Mühlenbach.

### Land- und forstwirtschaftliche Nutzung

Der Oberlauf ist mäßig belastet. Mittel- und Unterlauf haben abschnittsweise neben der mäßigen eine kritische Belastung. Nur die ersten 500 m der Stever sind naturbelassen. Hier weist sie einen mittelgebirgsähnlichen Charakter auf. Natürliche Uferholzbestände findet man nur noch auf den ersten Flußkilometern (LOHMEYER & KRAUSE 1975). Große Teile des Oberlaufs sowie der gesamte Mittel- und Unterlauf sind ausgebaut.

28,75 km schutzwürdige Biotope begleiten nach dem Biotopkataster NRW die Ufer der Stever (23 % der Gesamtuferstrecke); davon sind 3,25 km (2 % der Gesamtuferstrecke) naturschutzgebietswürdig (Tab. 1). Die naturschutzgebietswürdigen Flächen konzentrieren sich auf den Oberlauf.

Die land- und forstwirtschaftliche Nutzung der Steverauflage läßt sich, bezogen auf die uferbegleitende Nutzung (beide Ufer), wie folgt beschreiben (Tab. 1): 30 % der Uferstrecken werden von Grünland begleitet (überwiegend Fettwiesen und -weiden), 31 % grenzen an

Tab. 1: Uferbegleitende land- bzw. forstwirtschaftliche Nutzung und schutzwürdige Biotope an der Stever (Zahlenangaben in km, Prozentangaben beziehen sich auf Uferlänge).

	Oberlauf Quelle bis Senden		Mittellauf Senden bis Olfen		Unterauf Olfen bis Mündung		Summe	
Uferlänge	28,5		56,0		42,0		126,5	
Grünland	9,75	34 %	17,75	32 %	10,0	24 %	37,5	30 %
Acker	12,5	44 %	19,75	35 %	7,0	17 %	39,25	31 %
Wald	0,5	2 %	0,5	1 %	17,5	42 %	18,5	15 %
Gehöfte/ Gebäude	4,0	14 %	13,0	23 %	6,0	13 %	23,0	18 %
Diversa	1,75	6 %	5,0	9 %	1,5	4 %	8,25	6 %
Schutzwürdige Biotope	5,25	18 %	15,0	27 %	8,5	20 %	28,75	23 %
Naturschutz- würdige Flächen	2,25	8 %	—	—	1,0	2 %	3,25	2 %

Ackerflächen, 15 % an Wald und 18 % an Siedlungen, Gehöfte und Gebäude.

### Freizeitnutzung

Folgende Freizeit- und Erholungsnutzungen sind an der Stever, in und an ihrer Aue auffällig (Tab. 2): Anglerplätze, Gaststätten und Parkplätze, Campingplätze, Ferienhäuser (z. T. als Siedlung), Sportanlagen (einschließlich Wassersport/Kanuten) und Wanderwege.

54 km Ufersäume werden von z. T. asphaltierten *Saumwanderwegen* begleitet. Das sind 43 % der gesamten Uferstrecke. Besonders an Sonn- und Feiertagen werden diese Wanderwege von Fußgängern und Radfahrern genutzt. Allein für den Raum Lüdinghausen können für solche Uferwege 30 000 bis 50 000 Radfahrer pro Jahr veranschlagt werden.

An den 126,5 km Steverufeln gibt es 76 regelmäßig genutzte *Anglerplätze*. Hier ist die Ufervegetation entfernt oder niedergedreht. Zu diesen Plätzen führen Pfade, die z. T. auch von Autos angefahren werden. Die Dichte der Plätze nimmt von der Quelle bis zum Unterauf zu (Oberlauf 2,1/10 km, Mittellauf 6,1/10 km, Unterauf 8,6/10 km). Im Schnitt gibt es an der Stever 6 Anglerplätze auf 10 km Flußufer.

Tab. 2: Freizeitnutzung an den Ufern der Stever (für die einzelnen Flußabschnitte gilt: linke Spalte = absolute Anzahl der Freizeitanlagen, rechte Spalte = Anzahl der Freizeitanlagen auf 10 km Uferlänge).

	Oberlauf Quelle bis Senden		Mittellauf Senden bis Olfen		Unterauf Olfen bis Mündung		Summe	
Uferlänge	28,5		56,0		42,0		126,5	
Wanderwege (km)	9,5	33 %	17,5	31 %	27,0	64 %	54,0	43 %
Gaststätten	3	1,1	15	2,7	13	3,1	31	2,5
Parkplätze	6	2,1	19	3,4	16	3,8	41	3,3
Anglerplätze	6	2,1	34	6,1	36	8,6	76	6,0
Campingplätze	1	0,4	7	1,3	5	1,2	13	1,0
Ferienhäuser	—	—	3	0,5	5	1,2	8	0,6
Sportanlagen	3	1,1	13	2,3	20	4,8	36	2,9
(Wassersport)	—	—	(8)	(1,4)	(13)	(3,1)	(21)	(1,7)

31 *Gaststätten* befinden sich zwischen Quelle und Mündung in die Lippe in unmittelbarer Nähe der Steverufer; das sind 2,5 Gaststätten auf 10 km Uferstrecke. Oft sind diese Häuser mit Parkplätzen versehen. So konnten im Auen- und Uferbereich auf 126,5 km Uferlänge 41 *Parkplätze* kartiert werden, das sind 3,3 km Parkplätze auf 10 km Uferstrecke.

12 *Campingplätze* (mit mehr als 5 Wohnwagen, im Schnitt ca. 20 bis 50 Wohnwagen) begleiten die Ufer; das ist 1 Campingplatz auf 10 km Uferstrecke. Dazu kommen 8 *Ferienhaussiedlungen* (0,6 auf 10 km). Viele dieser Wohnwagen und Ferienhäuser sind permanent bewohnt. Viele Wohnwagen stehen auf Dauercampingplätzen.

36 *Sportanlagen* (Fußballplätze, Sporthallen, Bootsanleger, Bootshäuser u. a.) verteilen sich auf die Ufer (2,9 auf 10 km Uferstrecke). Besondere Bedeutung kommt dem *Wassersport* zu (Kanuten, Tretboote, selten Motorboote). 21 der 36 Sportanlagen dienen dem Wassersport (1,7 auf 10 km Uferstrecke).

Zusammenfassend ergibt sich eine Freizeitnutzung von 1,6 Anlagen bzw. Zugriffen pro Uferkilometer. Dieser Durchschnittswert zerfällt auf die einzelnen Flußabschnitte wie folgt: 0,7 Anlagen bzw. Zugriffe pro Uferkilometer des Oberlaufs, 1,6/km Mittellauf und 2,3/km Unterauf. Die Intensität der Freizeitnutzung verdreifacht sich bei dieser Betrachtung vom Oberlauf bis zum Unterauf.

### Ökologische Auswirkungen

Die intensive land- und forstwirtschaftliche Nutzung hat in der Aue zur Folge, daß nur noch 28,75 Uferkilometer der Stever von schutzwürdigen Biotopen (Biotopkataster NRW) begleitet werden. Das sind 23 % der Gesamtuferstrecke. Davon sind letztlich 3,25 km (2 % der Gesamtuferstrecke) naturschutzgebietswürdig (Tab. 1). Die naturschutzgebietswürdigen Flächen konzentrierten sich auf den Oberlauf. Typische Bruch- und Auenwälder, feuchtes Auengrünland bzw. Flutrasen gibt es so gut wie nicht mehr. Uferöhrichte sind oft verschmälert und lückig. Am ausgeprägtesten findet man Röhrichte an wenigen Altarmen. Die naturnächste ökologische Ausstattung eines langsam fließenden kleineren Tieflandflusses ist in unmittelbarer Nähe zur Stever im geplanten NSG „Alter Kanalarm“ bei Lüdinghausen vertreten. An der Stever sind diese Elemente des alten Flußökosystems verlorengegangen.

Um die Auswirkungen von Freizeit- und Erholungsnutzung auf Ufer- und Gewässerflächen in einem ersten Ansatz einzuschätzen, wurden die Brutplätze ausgewählter Vogelarten an verschiedenen Steverstandorten untersucht. Diese Untersuchungen konzentrierten sich auf Uferarten wie Rohammer (euryök), Sumpfrohrsänger (euryök), Teichrohrsänger (stenök) und Tüpfelsumpfhuhn (stenök) sowie auf Wasserarten, wie Stockente (euryök), Teichhuhn (euryök), Reiherente (euryök), Tafelente (stenök) und Krickente (stenök). Es wurde untersucht, ob diese Arten im Umfeld von Uferwegen, Anglerplätzen, Badestellen, Motorbootstrecken, Campingplätzen und Bootsanlegern erfolgreich brüten. Als Blindprobe dienten demgegenüber die erfolgreichen Bruten der genannten Arten im geplanten NSG „Alter Kanalarm“ bei Lüdinghausen.

Sowohl bei den Ufer- wie bei den Wasserbewohnern reagieren die euryöken Arten weniger empfindlich auf Freizeitanlagen als die stenöken Arten (Abb. 2). Als besonders kritisch haben sich für die Röhrichtbewohner Bootsanleger und angrenzende Campingplätze erwiesen. Ökologisch spezialisierte Arten tolerieren allenfalls Uferwege (Teichrohrsänger und Tafelente). Hochspezialisierte Brutvögel wie Tüpfelsumpfhuhn und Krickente fallen vollständig aus, dies ist aber — wie zuvor bereits ausgeführt — im Zusammenhang mit der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung und dem Ausbau der Stever zu sehen.

Darüber hinaus konnten im Jahre 1988 einige interessante Beobachtungen zur Fluchtreaktion des Graureihers auf Menschen, Rinder, Boote und landwirtschaftliche Fahrzeuge im Umfeld der Burg Vischering an der Stever und an der „Alten Fahrt“ des Dortmund-

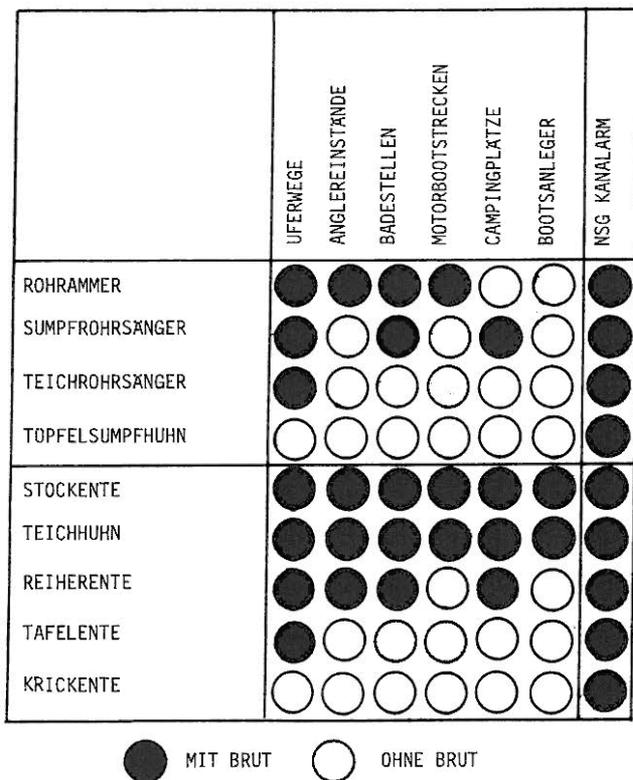


Abb. 2: Brutplätze ausgewählter Vogelarten an der Stever im Umfeld von Freizeitanlagen (Vergleichsfläche: NSG Alter Kanalarm bei Lüdinghausen).

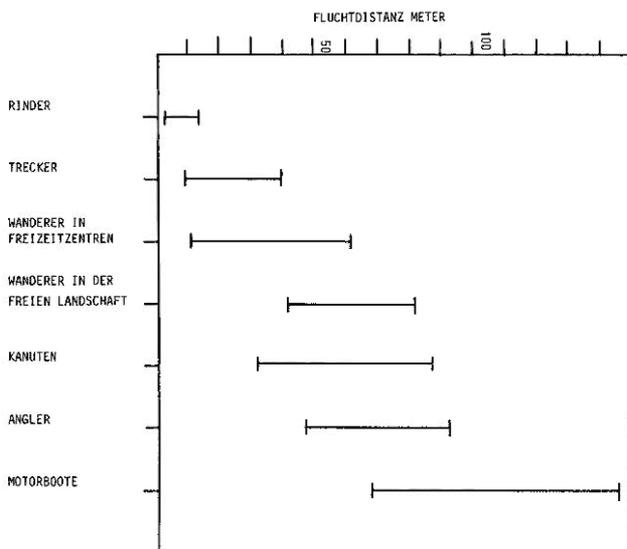


Abb. 3: Fluchtreaktionen des Graureihers (Versuchsserie VISCHERING 1988).

Ems-Kanals bei Lüdinghausen gemacht werden. Die Beobachtungen wurden in den Monaten April bis Juni durchgeführt (Abb. 3). Die Fluchtdistanz einzelner Graureiher war auf Motorboote mit 60 bis 145 m am größten. Am geringsten war die Fluchtdistanz auf Rinder mit nur wenigen Metern. Interessant war die Beobachtung, daß innerhalb der Freizeitzentren einige Graureiher auf Menschen nur eine Fluchtdistanz von ca. 10 m haben. Hier schwanken die Werte ansonsten zwischen 10 und 60 m. Demgegenüber beträgt die Fluchtdistanz des Graureihers auf einen Wanderer oder eine Gruppe in der freien Landschaft im Minimum 40 m. Die Werte schwanken hier zwischen 40 und 85 m.

Ganz offensichtlich ist der Graureiher in der Lage, sein Verhalten auf den Menschen einzustellen. Der Mensch im Freizeitzentrum stellt für ihn möglicherweise eine geringere Gefahr dar als der Mensch in der freien Landschaft.

### Diskussion

Mit einer Freizeitnutzung von 1,6 Anlagen bzw. Zugriffen pro Uferkilometer (durchweg mehr als 3 pro Flußkilometer) muß die Frage nach den Grenzen der Freizeitnutzung gestellt werden. Die Frage wird durch die vorhandene intensive landwirtschaftliche Nutzung und die Bedeutung der Stever als Trinkwasserspeicher nur noch verschärft.

Erste Beobachtungen zum Einfluß der Freizeitnutzung auf den Bruterfolg ausgewählter Vogelarten weisen auf Beeinträchtigungen hin, allerdings kann eine Quantifizierung noch nicht vorgenommen werden. Das gilt auch für die Beobachtungen zur Fluchtdistanz des Graureihers. Beide Phänomene sollen als Anregung für weitere Untersuchungen dienen, auch wenn an der Stever der Einfluß der intensiven Landwirtschaft nur schwer vom Einfluß der Freizeitnutzung getrennt werden kann.

Die weitgehend kanalisierte Stever wird nicht nur durch ein Renaturierungs- oder Auenprogramm neue ökologische Werte bekommen. Vielmehr muß gerade hier über einen sinnvollen Plan zur Lenkung und Entflechtung der Freizeitnutzung nachgedacht werden.

### Literatur

- ASHOFF, H. (1989): Die Fauna der oberen Stever — Ein Vergleich über die letzten 50 Jahre. — Examensarbeit 1989, Uni Münster.
- GOSEFORTH, S. (1989): Physikalisch-chemische Untersuchungen im Quellbereich der Stever unter besonderer Berücksichtigung ihrer ökologischen Bedeutung. — Examensarbeit 1989, Uni Münster.
- JOHNKE, H. & MEYER, S. (1984): Gewässerchemismus und Makrophytenvegetation von Steinfurter Aa und Stever (I und II). — Diplomarbeit 1984, Uni Münster.
- LOHMEYER, W. & KRAUSE, A. (1975): Über die Auswirkungen des Gehölzwuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer. — Schriftenreihe für Vegetationskunde 9.

## Ökologische Bewertungsverfahren für Fließgewässer

### 1 Einführung

Wasserwirtschaftliche Maßnahmen, wie Gewässerausbau, Tal-sperrrenbau oder Grundwasserabsenkungen zur Trinkwassergewinnung, sind gemäß § 8 Bundesnaturschutzgesetz störende und zerstörende Eingriffe in die Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes. Um das Ausmaß und die ökologischen Auswirkungen (Folgen) des zu erwartenden oder eingetretenen Eingriffs zu bewerten bzw. den Eingriff zu verhindern, sind zunächst Bewertungen des ökologischen Zustandes von Gewässern erforderlich, um im Falle der Unvermeidbarkeit des Eingriffs die Notwendigkeit und das Ausmaß von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zu beweisen.

Bewertungsmaßstäbe für ökologische Systeme und deren Einzel-faktoren sind problematisch, denn Ökosysteme und ihre Funktio-nen sind grundsätzlich wertneutral bzw. wertfrei. Der Ökologie als Wissenschaft von der Struktur und Funktion von Ökosystemen ist es wesensfremd, Wertmaßstäbe zu setzen (vgl. SCHLÜPMANN 1988). In der Natur gibt es weder Wert noch Unwert und keine nutz-losen Objekte oder Vorgänge. Die Natur in all ihren Erscheinungs-formen hat einen Selbstwert.

Wenn wir dennoch einen ökologischen Sollzustand von Ökosyste-men als Normwert, sozusagen „Umweltqualitätsziele“ fordern, orientieren wir uns am möglichst unbelasteten, intakten, d.h. voll funktionsfähigen Naturhaushalt. Bei einer Quantifizierung ökologi-scher Qualität müssen wir uns darüber klar sein, daß Normen in die Natur hineinprojiziert werden, um nicht zu sagen, es handelt sich um Normen, denen die mit Werturteilen belegte Natur unterworfen wird.

Bewertung ist ein anthropogener Vorgang, entweder aus Nut-zungsgründen oder aus Gründen der Sicherung von ökologischen Faktoren und Funktionen. Als Bewertungsmaßstäbe gelten ökosy-temare Kriterien (z. B. Vollkommenheit) oder Naturschutzkriterien (z. B. Naturnähe, Seltenheit). Hinzu können auch ästhetische Krite-rien kommen (wie in § 1 Bundesnaturschutzgesetz formuliert, d. h. Eigenart und Schönheit der Landschaft).

### 2 Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern

#### 2.1 Bewertungsverfahren

Trotz der angedeuteten Schwierigkeiten gibt es einige Bewer-tungsverfahren. Vielfach angewandt wird das Verfahren zur Bewer-tung des ökologischen Zustandes von Gewässern, nach dem die Schutzwürdigkeit und zugleich die Empfindlichkeit von Gewässer-ökosystemen gegenüber Eingriffen beurteilt werden kann (vgl. LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE NW und LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NW 1985). Die Bewertung hat zum Ziel, Zu-stand und Funktion eines Gewässers im Naturhaushalt seiner Landschaft zu bestimmen. Dabei wird davon ausgegangen, daß ein natürliches oder zumindest naturnahes Gewässerökosystem sei-ne beste Funktionsfähigkeit und höchste Leistungsfähigkeit be-sitzt.

Leistungsfähigkeit bedeutet unbelastete Intaktheit des Naturhaus-haltes als Wirkungsgefüge von Tier- und Pflanzenwelt, Boden, Wasser, Luft. Die Gewährleistung der natürlich ablaufenden Pro-zesse und Funktionen in diesem möglichst unbelasteten Wir-kungsgefüge ist Aufgabe eines umfassenden Naturschutzes.

*Bewertungsmaßstab* ist ein systemtypischer und naturraumtypi-scher Sollzustand, d. h. ein für den jeweiligen Naturraum bzw. für ein Ökosystem der verschiedenen Naturräume typischer (charak-teristischer) Zustand an Arten, Strukturen und Funktionen.

Wegen der komplexen Zusammenhänge im Ökosystem Fließge-wässer und seiner Aue kann ein Fließgewässer nicht durch ein ein-ziges Werturteil beschrieben werden. Vielmehr sind aufgrund einer detaillierten und differenzierten Darstellung und Bewertung sowohl die Abschnitte und Bereiche großer Naturnähe als auch solche in einem naturfernen Zustand unmittelbar und flächenscharf erkenn-bar. Es können auch Hinweise gegeben werden für die Verbesse-rung

- der Biotopstruktur durch Maßnahmen des Biotopmanage-ments,
- der Wasserqualität durch Sanierungen im Einzugsgebiet und
- des ökologischen Zustandes der Gewässerlandschaft durch Nutzungsänderungen, d. h. landwirtschaftliche Extensivierung oder waldbauliche Vielfalt.



Natürlicher Mittelgebirgsbach mit Schotterbänken, Stromschnellen und bachbegleitendem Erlen-Eschenwald. (Foto: Bauer)



Stockausschläge der Erlen befestigen das Ufer. (Foto: Bauer)

Es folgt eine kurze Darstellung des Bewertungsverfahrens.

#### Bewertungsvorgaben

Fließgewässer bestehen aus ökologisch unterschiedlichen Abschnitten, die einzeln zu bewerten sind. Für den einzelnen Abschnitt darf aber keine ganzheitliche Aussage in Form einer zusammenfassenden Wertzahl erfolgen, sondern die Wertzahlen der einzelnen Merkmale müssen deutlich bleiben. Durch die Bewertung ausschlaggebender Merkmale aus dem komplexen Wirkungsgefüge wird es möglich, ein ausreichend differenziertes Bild des Gewässers zu gewinnen.

Eine zusammenfassende Wertzahl wäre auch nicht hilfreich für die Praxis, denn die Teilsysteme

- aquatischer Bereich,
- amphibischer Bereich und
- terrestrischer Bereich

sind durch unterschiedliche Formen der Nutzung geprägt.

Quellen und Stillgewässer sind Teile der Gewässerlandschaft, die stets gesondert zu betrachten sind.



Weidengebüsch, Hochstauden und Silberweiden-Auenwald. (Foto: Bauer)



Kleiner Fluß mit flutendem Hahnenfuß, uferbefestigendes Weidengebüsch und Silberweidenwald. (Foto: Bauer)

Um eine landesweit einheitliche Verständigung zu erreichen, basiert die Bewertung auf

- einem Bewertungsmaßstab,
- Bewertungsmerkmalen und
- einem Bewertungsrahmen.

#### Bewertungsmaßstab

Die Bewertung des ökologischen Zustandes erfolgt nach dem Grad der Naturnähe von Struktur und Funktionen einzelner Merkmale (Bewertungsmerkmale).

Als Bewertungsmaßstab dient folgende fünfstufige Skala:

**STUFE 5 — natürlich:** Die Bewertungsmerkmale entsprechen *vollständig* einer vom Menschen nicht beeinflussten Ausprägung.

**STUFE 4 — naturnah:** Die Bewertungsmerkmale entsprechen *weitgehend* einer vom Menschen nicht beeinflussten Ausprägung.

**STUFE 3 — bedingt naturnah:** Die Bewertungsmerkmale entsprechen *nur teilweise* einer vom Menschen nicht beeinflussten Ausprägung.

**STUFE 2 — naturfern:** Die Bewertungsmerkmale liegen in einer vom Menschen *weitgehend veränderten* Ausprägung vor.

**STUFE 1 — naturfremd:** Die Bewertungsmerkmale liegen in einer vom Menschen *vollständig veränderten* Ausprägung vor.

#### Bewertungsmerkmale

Zur Bewertung werden Merkmale herangezogen, die zur Charakterisierung des komplexen Wirkungsgefüges besonders geeignet sind. Da das Fließgewässer in seiner Wirkung nur in Verbindung mit seiner Umwelt (z. B. Talau) gesehen werden kann, müssen ökologisch unterschiedliche Teilräume getrennt betrachtet werden.

Auf eine Gewichtung der Bewertungsmerkmale wird wegen der erfahrungsgemäß geringen Bedeutung der Gewichtung und wegen des Problems der Subjektivität verzichtet.

Entsprechend der unterschiedlichen Beeinflussung durch das Gewässer werden folgende räumliche Bereiche unterschieden (vgl. Tab. 1):

##### — Aquatischer Bereich

Der aquatische Bereich besteht aus dem Wasserkörper und dem Gewässerbett (Gewässersohle und benetzter Teil der Ufer).

##### — Amphibischer Bereich

Zum amphibischen Bereich zählen die Ufer unter- und oberhalb des Mittelwasserstandes (Wasserwechselzone). Dazu gehören auch die zeitweise überfluteten Steine oder von Felsblöcken bedeckten kleinen Inseln und Bänke der Gebirgsbäche sowie die Schlamm-, Sand- oder Kiesbänke der Fließgewässer des Flachlandes. Dieser Bereich kann bei nahezu senkrechten Ufern stark eingeschränkt sein.

##### — Terrestrischer Bereich

Der terrestrische Bereich besteht aus den oberhalb des amphibischen Bereichs gelegenen Ufern und der von Überschwemmungen sowie vom Grundwasser beeinflussten Aue.

Tab. 1: Bewertungsmerkmale für Fließgewässer in ihrer Zuordnung zu den räumlichen Bereichen.  
 (Die fettgedruckten Zahlen bei den Bewertungsmerkmalen dienen der besseren Übersicht).

Räumlicher Bereich	Bewertungsmerkmale
Aquatischer Bereich	geomorphologische Strukturelemente <b>1</b> Kleinbiotope <b>2</b> Fließverhalten <b>3</b> Gewässergüteklasse <b>4</b> Wasserpflanzengesellschaften <b>5</b> Ausgewählte Tiergruppen <b>6</b>
Amphibischer Bereich	geomorphologische Strukturelemente <b>7</b> Ufervegetation <b>8</b>
Terrestrischer Bereich	geomorphologische Strukturelemente <b>9</b> Vegetation der Aue <b>10</b> Ausgewählte Tiergruppen <b>11</b>
Stillgewässer in der Aue	Wasserpflanzengesellschaften <b>12</b> Ufervegetation <b>13</b> Ausgewählte Tiergruppen <b>14</b>
Quellen	Kleinbiotope <b>15</b> Pflanzengesellschaften <b>16</b> Ausgewählte Tiergruppen <b>17</b>

— *Stillgewässer in der Aue*

Stillgewässer in der Aue sind Altarme und Altwasser sowie andere ständig oder zeitweise mit Wasser gefüllte Vertiefungen wie Flutmulden, Tümpel, Teiche und Abgrabungsseen. Es handelt sich um Biotope mit vom Fließgewässer deutlich abweichenden Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere.

— *Quellen*

Quellbereiche sind eigenständige Biotope mit spezifischen Merkmalen.

Aus der Vielzahl der Bewertungsmerkmale wurden elf ausschlaggebende, das Ökosystem Fließgewässer und seine Aue bestimmende Merkmale ausgewählt, drei Merkmale für evtl. vorhandene Stillgewässer in der Aue sowie drei weitere für Quellen (s. Tab. 1).

*Bewertungsrahmen*

Der entscheidende Schritt bei der Bewertung des ökologischen Zustandes ist nun die Verknüpfung der örtlich angetroffenen Ausprägung der einzelnen Bewertungsmerkmale mit dem Bewertungsmaßstab. Da hierbei die Gefahr besteht, daß die Einschät-



Auch lückiger Saumwald mit Hochstaudenfluren und Weidengebüsch hat noch einen hohen ökologischen Wert. (Foto: Bauer)



Weniger wertvoll ist dieser ausgebaute Bach mit einer Pappelreihe, Erlengebüsch und Kopfweide. (Foto: Bauer)



Wiesental mit natürlich mäandrierendem Bach. Obwohl die extensiv genutzten Mähwiesen (mit Narzissen) den Auenwald ersetzen, sind sie von großem Wert für den Naturschutz. (Foto: Bauer)

zung sehr unterschiedlich (und subjektiv) erfolgt, wurde ein Bewertungsrahmen entwickelt, bei dem für jedes einzelne Merkmal eine allgemeine Beschreibung des Zustandes in Zuordnung zum Bewertungsmaßstab vorgegeben ist. Daher ist es nur noch erforderlich, den örtlich angetroffenen Zustand mit dem Inhalt der Beschrei-

Tabelle 2

## Bewertungsrahmen

— aquatischer Bereich —

Bewertungsmerkmal	Wertzahl
<b>① Geomorphologische Strukturelemente</b>	
Strukturelemente dem Gewässertyp vollständig entsprechend	5
Strukturelemente dem Gewässertyp weitgehend entsprechend, vereinzelt künstliche Strukturelemente	4
Strukturelemente dem Gewässertyp teilweise entsprechend, teilweise künstliche Strukturelemente	3
Strukturelemente dem Gewässertyp kaum entsprechend, weitgehend künstliche Strukturelemente	2
Strukturelemente dem Gewässertyp nicht entsprechend, nur künstliche Strukturlemente	1
<b>② Kleinbiotope</b>	
Kleinbiotope in Ausstattung und Ausprägung dem Gewässertyp vollständig entsprechend	5
Kleinbiotope in Ausstattung und Ausprägung dem Gewässertyp weitgehend entsprechend	4
Kleinbiotope in Ausstattung und Ausprägung dem Gewässertyp teilweise entsprechend	3
Kleinbiotope in Ausstattung und Ausprägung dem Gewässertyp kaum entsprechend	2
Kleinbiotope in Ausstattung und Ausprägung dem Gewässertyp nicht entsprechend	1
<b>③ Fließverhalten</b>	
Fließverhalten dem natürlichen Zustand entsprechend	5
Fließverhalten weitgehend dem natürlichen Zustand entsprechend	4
Fließverhalten weicht vom natürlichen Zustand deutlich ab, künstliche Laufveränderungen oder Einbauten vorhanden	3
Fließverhalten weicht vom natürlichen Zustand weitgehend ab, künstliche Laufveränderungen oder Einbauten bestimmend	2
Fließverhalten ist gegenüber dem natürlichen Zustand völlig verändert	1
<b>④ Gewässergüteklasse</b>	
Güteklasse I und I—II (unbelastet bis gering belastet)	5
Güteklasse II (mäßig belastet)	4
Güteklasse II—III (kritisch belastet)	3
Güteklasse III (stark verschmutzt)	2
Güteklasse III—IV und IV (sehr stark verschmutzt und übermäßig verschmutzt)	1
<b>⑤ Wasserpflanzengesellschaften</b>	
Pflanzengesellschaften und Arteninventar dem Gewässertyp vollständig entsprechend	5
Pflanzengesellschaften und Arteninventar dem Gewässertyp weitgehend entsprechend, kaum Eutrophierungserscheinungen	4
Pflanzengesellschaften und Arteninventar deutlich gestört, empfindliche Arten fehlen, Tendenz zur Massenentwicklung einzelner Arten einschließlich Fadenalgen	3
Arteninventar erheblich gestört, große Pflanzenmasse aus wenigen Arten oder geringe Pflanzenmasse infolge Schadstoffbelastung	2
Massenwuchs einer oder weniger Arten (Verkrautung) bzw. fehlende Vegetation infolge übermäßiger Schadstoffbelastung oder nachhaltiger mechanischer Eingriffe	1
<b>⑥ Ausgewählte Tiergruppen</b>	
Arteninventar und Bestandsaufbau dem Gewässertyp vollständig entsprechend	5
Arteninventar und Bestandsaufbau dem Gewässertyp weitgehend entsprechend	4
Arteninventar und Bestandsaufbau deutlich gestört, einige Leitarten fehlen	3
Arteninventar und Bestandsaufbau erheblich gestört, Massenentwicklung einzelner Arten oder starke Verarmung infolge Schadstoffbelastung	2
Infolge menschlicher Eingriffe nur wenige Arten, diese oft in Massenentwicklung	1

bung im Bewertungsschema zu vergleichen und die entsprechende Wertzahl zu vergeben (vgl. Tab. 2).

#### Durchführung der Bewertung

Die Grundlagen für die Durchführung der Bewertung bilden die Feldprotokolle.

Mit Hilfe der in den Feldprotokollen erfaßten Daten ist anhand des Bewertungsrahmens für jedes Bewertungsmerkmal die entsprechende Wertzahl zu ermitteln und im Bewertungsbogen (Tab. 3) bei den zugehörigen Bewertungsmerkmalen einzutragen.

Eine weitere mathematische Verarbeitung der Wertzahlen, z. B. Mittelwert- oder Indexbildung ist aus den genannten Gründen nicht vorgesehen.

<b>BEWERTUNGSBOGEN</b>												
Gewässername und nähere Bezeichnung:		TK 25 <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>										
Gemeinde:		Datum:										
Nr. des Untersuchungsabschnitts gemäß Stamblatt:		Bearbeiter:										
Uferbereich: links <input type="checkbox"/> beidseitig <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/>												
Räuml. Bereich	Bewertungsmerkmale	Bewertung										
Aquatischer Bereich	<b>1</b> geomorphologische Strukturelemente	<input type="checkbox"/>										
	<b>2</b> Kleinbiotope	<input type="checkbox"/>										
	<b>3</b> Fließverhalten	<input type="checkbox"/>										
	<b>4</b> Gewässergüteklasse	<input type="checkbox"/>										
	<b>5</b> Wasserpflanzengesellschaften	<input type="checkbox"/>										
	<b>6</b> Ausgewählte Tiergruppen	<input type="checkbox"/>										
Amphibischer Bereich	<b>7</b> geomorphologische Strukturelemente	<input type="checkbox"/>										
	<b>8</b> Ufervegetation	<input type="checkbox"/>										
Terrestrischer Bereich	<b>9</b> geomorphologische Strukturelemente	<input type="checkbox"/>										
	<b>10</b> Vegetation der Aue	<input type="checkbox"/>										
	<b>11</b> Ausgewählte Tiergruppen	<input type="checkbox"/>										
Stillgewässer in der Aue	<b>12</b> Wasserpflanzengesellschaften	<input type="checkbox"/>										
	<b>13</b> Ufervegetation	<input type="checkbox"/>										
	<b>14</b> Ausgewählte Tiergruppen	<input type="checkbox"/>										
Quellen	<b>15</b> Kleinbiotope	<input type="checkbox"/>										
	<b>16</b> Pflanzengesellschaften	<input type="checkbox"/>										
	<b>17</b> Ausgewählte Tiergruppen	<input type="checkbox"/>										

**Tabelle 3: Bewertung des ökologischen Zustands von Fließgewässern, LÖLF, 1985**

*Darstellung des Bewertungsergebnisses*

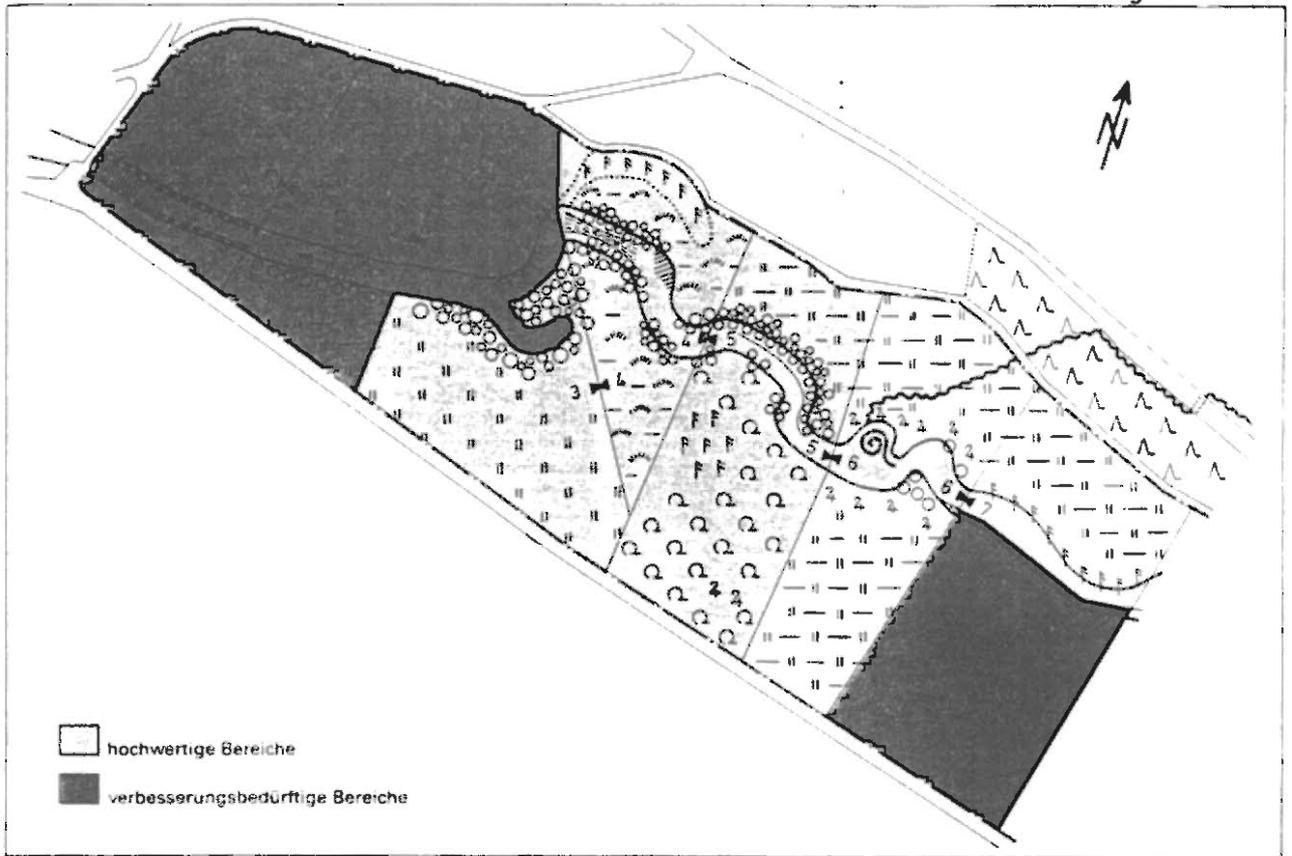
Das Ergebnis der Bewertung wird veranschaulicht durch

- einen Erläuterungsbericht,
- eine graphische Darstellung,
- die ausgefüllten Bewertungsbögen und
- eine Auswertekarte.

Im *Erläuterungsbericht* ist eine zusammenfassende Charakterisierung des Wirkungsgefüges (ökologischen Zustandes) des Un-

tersuchungsgebietes zu geben. Es ist vertiefend auf Besonderheiten einzelner Untersuchungsabschnitte und ggf. einzelner räumlicher Bereiche oder auch einzelner Bewertungsmerkmale einzugehen, wenn z.B. die geomorphologische Struktur und Vegetation nicht in jeder Einzelheit im Lageplan darstellbar sind.

Bei der *graphischen Darstellung* wird für jeden einzelnen Untersuchungsabschnitt das Bewertungsergebnis als Balkendiagramm in ein Formblatt (Beispiel s. Abb. 2) getrennt nach räumlichen Bereichen und der Zuordnung zu den Uferseiten eingetragen. Die Bal-



Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern, LÖLF NW 1985

Formblatt zur Darstellung des Bewertungsergebnisses

Abbildung 2

Räumlicher Bereich		Bewertungsmerkmal	Untersuchungsabschnitt Nr.							
			1	2	3	4	5	6	7	
rechtes Ufer	Quellen	17								
		16								
		15								
	Stillgewässer in der Aue	14								
13										
linkes Ufer	terr. Bereich	11	■	■	■	■	■	■	■	
		10	■	■	■	■	■	■	■	
	9	■	■	■	■	■	■	■		
	amph. Bereich	8	■	■	■	■	■	■	■	
7		■	■	■	■	■	■	■		
aquatischer Bereich	1	■	■	■	■	■	■	■		
	2	■	■	■	■	■	■	■		
	3	■	■	■	■	■	■	■		
	4	■	■	■	■	■	■	■		
rechtes Ufer	amph. Bereich	5	■	■	■	■	■	■		
		6	■	■	■	■	■	■		
	terr. Bereich	7	■	■	■	■	■	■		
		8	■	■	■	■	■	■		
linkes Ufer	Stillgewässer in der Aue	9	■	■	■	■	■	■		
		10	■	■	■	■	■	■		
	Quellen	11	■	■	■	■	■	■		
		12	■	■	■	■	■	■		
Wertzahl:			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		

Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern, LÖLF NW 1985

kenlänge für jedes einzelne Bewertungsmerkmal entspricht der jeweils ermittelten Wertzahl. Diese Form der Darstellung läßt anschaulich erkennen, wo hochwertige Untersuchungsabschnitte, räumliche Bereiche oder auch nur einzelne Bewertungsmerkmale vorliegen. Gleichzeitig ist zu erkennen, welche Bereiche verbesserungsbedürftig sind. Die getrennte Darstellung weist gleichzeitig auch den Weg, der für Verbesserungen einzuschlagen ist und der jeweils sehr unterschiedlich sein kann (z.B. Verbesserung der Wasserqualität, der Ufervegetation oder der Biotopstruktur in der Aue).

In der *Auswertekarte* auf der Grundlage des Lageplanes (vgl. Abb. 1) können die hochwertigen räumlichen Bereiche in grüner Schraffur und die verbesserungsbedürftigen in roter Schraffur kenntlich gemacht werden. Farblich nicht herausgestellte Bereiche gelten noch als bedingt naturnah. Sie sollten bei Veränderungen keinesfalls verschlechtert, nach Möglichkeit aber noch verbessert werden.

Die auf diese Weise durchgeführte Gewässerbewertung zeigt übersichtlich und leicht nachvollziehbar, welche Stellung die unterschiedlichen Gewässerabschnitte im Naturhaushalt einnehmen. Daraufhin kann eine Ausweisung als NSG erfolgen, ein geplanter Gewässerausbau verhindert oder Empfehlungen für eine Renaturierung gegeben werden.

Die derzeitige ökologische *Funktion* der bewerteten Gewässerstrecke im Gewässernetz oder im *Gesamtnaturhaushalt* der Gewässerlandschaft kann mit dieser Methodik jedoch nicht erfaßt werden.

## 2.2 Bewertungskriterien

Im Erläuterungsbericht sind die Gewässer neben der Punktbewertung und der Naturnähe nach weiteren Bewertungskriterien zu behandeln.

### *Naturnähe*

Wenn ein Ökosystem entsprechend der naturbedingten Möglichkeiten das Reifestadium erreicht hat, ist die Natürlichkeit am größten. Zur Bewertung des Grades der Naturnähe wird als Bewertungsmaßstab eine fünfstufige Skala von natürlich über naturnah, bedingt naturnah, naturfern bis naturfremd eingesetzt.

Da es jedoch bundesweit kaum noch natürliche Ökosysteme gibt, da selbst Moore, alte Laubwälder der Mittelgebirge, das Hochgebirge über der Waldgrenze sowie das Wattenmeer durch Kultureinflüsse oder Schadstoffbelastungen geschädigt sind, kann als Maßstab nur die *relative* Naturnähe gelten, d. h. der aktuelle Grad der Natürlichkeit ist zu bewerten in bezug zur *potentiellen* Natürlichkeit.

Natürlichkeit kann jedoch nicht das einzige Kriterium der Schutzwürdigkeit sein, denn neben den natürlicherweise entstandenen Biotopen gibt es auch solche, die einer land- und forstwirtschaftlichen Nutzung (z. B. blumenreiche Talwiesen, gewässerbegleitende Saumwälder) ihre Existenz verdanken. Auch solche Biotop traditioneller Kulturlandschaft werden seit jeher als Naturschutzgebiete ausgewiesen, wenn sie z. B. aufgrund extensiver Beweidung als in sich intakte Ökosysteme mit der systemtypischen Vielfalt der Pflanzen und Tiere anzusprechen sind.

Weitere Kriterien für Bewertungsmaßstäbe zur Erfassung des ökologischen Zustandes sind ähnlich wie die Kriterien einer funktionsfähigen Marktwirtschaft Vollkommenheit, Vielfalt, Stabilität, Gefährdung, Seltenheit und Repräsentanz sowie Wiederherstellbarkeit der Ökosysteme (vgl. ERZ 1980, BAUER 1982).

### *Vollkommenheit*

Vollkommenheit ist ein qualitatives Kriterium in bezug auf die optimale, vollständige Ausprägung der Strukturen von Biotopen und der zugehörigen Lebensgemeinschaften als Grundlage für die Funktionstüchtigkeit des gesamten Systems.

Zur Vollkommenheit gehören sowohl die optimale Vielfalt der Systemstruktur als auch systemtypische Artenkombinationen und Biozönosen. Das höchste erreichbare Ziel ist die ökosystemtypische und naturraumtypische Vollkommenheit. Daher können auch Pioniergesellschaften oder Übergangsgesellschaften stehender und fließender Gewässer sowie die Ersatzgesellschaften (z. B. Kalktriften) in der extensiv genutzten Kulturlandschaft vollkommen sein, wenn sie im Laufe der Sukzession oder der spezifischen Nutzung das biotoptypische Artenspektrum aufweisen.

### *Vielfalt*

Die Vielfalt bezieht sich sowohl auf die Vielfalt an Kleinbiotopen als auch auf die der Lebewesen und Lebensgemeinschaften sowie auf die Siedlungsdichte der Tierarten — immer im Hinblick auf die höchstmögliche Vielfalt des natürlichen Zustandes. Die Vielfalt ist also eng verknüpft mit den Kriterien der Natürlichkeit und Vollkommenheit.

### *Stabilität*

Kennzeichen ausgereifter, vollkommener Ökosysteme ist eine hohe Stabilität gegenüber Belastungen. Jedes Ökosystem besitzt unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber anthropogenen Störungen. Die Gefährdung eines Ökosystems kann durch drohende Eingriffe von außen gegeben sein oder aufgrund der naturgegebenen Empfindlichkeit (Belastbarkeit).

Die Stabilisierung eines Gleichgewichtszustandes bei einer systemtypischen Dynamik geschieht im allgemeinen über eine Vielzahl unterschiedlich spezialisierter (stenöker) Arten. Stabilität ist kein Widerspruch zur Dynamik in der Zeit und nicht mit Statik zu verwechseln!

### *Gefährdung*

Ein weiteres Bewertungskriterium ist die Gefährdung, entweder durch Eingriffe oder aufgrund systemimmanenter Empfindlichkeit oder auch aufgrund der Seltenheit.

Eine Art ist um so gefährdeter, je weniger Vorkommen von ihr existieren, je geringer ihre Individuendichte pro Vorkommen ist und je spezieller ihre Biotopansprüche sind.

### *Seltenheit und Repräsentanz*

Die Kriterien Seltenheit und Repräsentanz (Repräsentivität, Präsenzwert) hängen eng zusammen. Es gibt von Natur aus seltene Biotope oder seltene Arten. Aber auch allgemein häufige Biotope oder Arten können lokal selten sein, wenn sie in den einzelnen Naturräumen, in denen sie von Natur aus vorkommen können, nicht mehr genügend repräsentiert sind. Ein naturnahes Ökosystem ist daher heute um so wichtiger im Naturhaushalt, je seltener es im jeweiligen Naturraum vorkommt. Bei entsprechendem Datenmaterial kommt diesem Bewertungskriterium wegen seines klaren und quantifizierbaren Inhalts die größte Bedeutung zu.

Für die Sicherung des Naturhaushaltes ist nicht nur die Erhaltung seltener Ökosysteme von Bedeutung, sondern die ökologisch wirksame Präsenz aller *gebietstypischen Ökosysteme* und ihrer Biozönosen. Obwohl noch nicht bekannt ist, wie stark oder dicht die verschiedenartigen Ökosysteme in den einzelnen Naturräumen repräsentiert sein müssen, kann doch gesagt werden, daß ein Ökosystem um so „wertvoller“ ist, je einzigartiger das Vorkommen ist oder je weiter gleichartige Ökosysteme voneinander entfernt liegen. Umgekehrt kann ein Ökosystem um so eher „entbehrlich“ sein, je mehr gleichartige Ökosysteme dicht beieinander liegen (vgl. KO-NOLD 1988, SEIBERT 1980).

### *Wiederherstellbarkeit (Ersetzbarkeit)*

Die verschiedenen Ökosysteme benötigen eine unterschiedlich lange Zeit des Heranwachsens zur Reife. So benötigt eine Hecke



Die bunten Blumenwiesen ergänzen das Biotopmosaik des lückigen und „auf den Stock gesetzten“ Saumwaldes. (Foto: Bauer)

nur wenige Jahre, ein Auenwald etwa 200 Jahre, ein Moor mehrere tausend Jahre. Außerdem gibt es über lange Zeiträume gewachsene Strukturen, die in dieser Form in überschaubaren Zeiträumen nicht wieder entstehen können.

Zum Teil in Anlehnung an die Bewertungsverfahren von BAUER (1977) und Landesanstalt für Ökologie NW (1985) wurden zahlreiche Bewertungsverfahren erarbeitet und in der Praxis erprobt (vgl. u. a. FLIEGER 1978, Groupe Interuniversitaire 1987 u. 1988, KONOLD 1984, WERTH 1986 u. 1987).

### 3 Ungelöste Bewertungsprobleme

Es bestehen neben den bereits erwähnten Bewertungsproblemen erhebliche Forschungsdefizite:

- Noch unzureichend erforscht sind Strukturen und Artenspektren der naturraumtypischen Gewässerbiotope.
- Die messende Erfassung von naturraumspezifischen Ökosystemen ist sehr schwierig.
- Festzulegen sind die wichtigsten Bewertungsmerkmale für die einzelnen Ökosysteme.
- Weithin noch unbekannt ist die Bedeutung (Wirkung) der einzelnen abiotischen und biotischen Faktoren (Merkmale) in den unterschiedlichen, naturraumtypischen Gewässerökosystemen für den Naturhaushalt der Landschaft.
- Unmöglich ist die Quantifizierung von Wirkungszusammenhängen der Ökosysteme und ihrer Kompartimente.

Abgesehen von der grundsätzlichen Forderung nach größtmöglicher Naturnähe von Gewässerökosystemen fehlen „Richtwerte“ für die ökologisch noch duldbare Abweichung vom optimalen Sollzustand der unterschiedlichen Gewässertypen in den verschiede-

nen Naturräumen. Diese Richtwerte fehlen, da die Belastbarkeit von Ökosystemen noch weitgehend unbekannt ist.

Völlig unbekannt sind ebenfalls für fast alle Ökosysteme die Vorgänge des „Funktionierens“ der Strukturen und Prozesse sowie die Funktionen der verschiedenen Ökosysteme. Da meist die ökologischen Anforderungen der von einem Eingriff betroffenen Arten nicht bekannt sind, läßt sich der Einfluß der veränderten Systemparameter auf die Biozönosen kaum prognostizieren.

Erst wenn dies alles bekannt wäre und Meßgrößen ermittelt wären, könnten wirklich quantifizierte Bewertungen durchgeführt werden.

Alle Bewertungsverfahren beziehen sich nur auf die Bewertung des ökologischen *Zustandes*, der zu sichern oder womöglich zu verbessern ist. Aus dem (z. B. nach Ausbau entstandenen) negativen Zustand kann allerdings auf die Schwere der Schäden im Ökosystem geschlossen werden. Aber es besteht offenbar ein (noch) nicht ausfüllbares Defizit für eine direkte Bewertung des ökologischen Nutzens, der Nutzungskonflikte oder Funktionsstörungen sowie ökologischer Schäden von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen.

So bleibt trotz einiger Bewertungsverfahren des ökologischen Zustandes viel zu tun, um den Wert der einzelnen Ökofaktoren, der Ökosysteme und ihrer Funktionen zu quantifizieren, um Eingriffe in hochwertige Gewässerökosysteme zu verhindern.

### Literaturverzeichnis

- AMMER, U. (1970): Zur Quantifizierung der Landschaft. — *Landschaft + Stadt* 2, (3), 119–121
- BAUER, H. J. (1977): Zur Methodik der ökologischen Wertanalyse. — *Landschaft + Stadt* 9, (1), 31–43

- BAUER, H. J. (1982): Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete u. Naturparks. — Veröffentlich. d. Akademie f. Raumforschung u. Landesplanung. — Dtsch. Planungsatlas, Bd. I: NRW, Lf. 34, 1 Karte, 42 S.
- BECHMANN, A. (1973): Zur Problematik ökonomischer Verfahren der Landschaftsbewertung. — *Landschaft + Stadt* 5, (1), 30—39
- BLANA, H. (1984): Bioökologischer Grundlagen- und Bewertungskatalog für die Stadt Dortmund. — Teil 1: 141 S., Teil 2: 387 S.
- BLESS, R. (1979): Auswirkungen von Ausbaumaßnahmen an Fließgewässern auf die Fischfauna. — In: Schriftenr. d. Deutschen Rates f. Landschaftspflege, H. 33, 176—178
- BÖTTGER, K. (1986): Zur Bewertung der Fließgewässer aus der Sicht der Biologie und des Naturschutzes unter besonderer Berücksichtigung der Tieflandsbäche. — *Landschaft + Stadt* 18, (2), 77—82
- BRAUKMANN, K. (1984): Biologischer Beitrag zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. — Dissertation Gießen
- BRUNKEN, H. (1986): Zustand der Fließgewässer im Landkreis Helmstedt: ein einfaches Bewertungsverfahren. — *Natur u. Landschaft* 61, H. 4, 130 bis 133
- DAHL, H. J. (1983): Zielvorstellungen des Naturschutzes als ökologischer Bewertungsrahmen für die Gewässer des Leinegebietes. — *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen* 27 (5/6), 168—172
- ERZ, W. (1980): Naturschutz-Grundlagen, Probleme, Praxis. — In: *Handbuch für Planung und Schutz der Umwelt* (Hrsg. K. Buchwald u. W. Engelhardt), Bd. 3, München
- FLIEGER, B. (1978): Bewertung von Fließgewässern, dargestellt am Beispiel des Neckars. — *Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ.* 47/48, 75—127.
- Groupe Interuniversitaire de Recherches en Ecologie Appliquée (1987). *Aménagement écologique de berges de cours d'eau navigables*, 68 S., Rapport II, Lüttich
- HÖRTH, M. (1978): Methodischer Beitrag zur Erfassung und Bewertung von Nutzungskonflikten in der Landschaft. — *Landschaft + Stadt* 10, (1), 11—23
- JUNGWIRTH, M. (1981, 1984): Auswirkungen von Fließgewässerregulierungen auf Fischbestände. — Teil I: 104 S., Teil II: 188 S., BMfLuF
- KONOLD, W. (1984): Zur Ökologie kleiner Fließgewässer. Verschiedene Ausbauart und ihre Bewertung. — *Agrar- und Umweltforschung in Baden-Württemberg* 6, 262 S.
- KONOLD, W. (1988): Kritische Gedanken zur Bewertung von Landschaftseinheiten am Beispiel oberschwäbischer Stillgewässer. — In: *Gefährdung und Schutz von Gewässern — Hohenheimer Arbeiten*, 117—123
- LEHMANN, R.; BAUER, J. (1987): Bewertung des Baches als Lebensraum. Eine geoökologische Betrachtung. — In: *Fischer u. Teichwirt*, 38, H. 7, 223—227
- Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW u. Landesamt für Wasser und Abfall NW (1985): *Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern*. 111 S., Wöste-Druck Essen
- LESER, H. (1978): Quantifizierungsprobleme der Landschaft und der landschaftlichen Ökosysteme. — *Landschaft + Stadt*, 10, (3), 107—114
- LUDWIG, K. u. H. J. SCHOLZE (1976): Maßnahmen zur verstärkten Berücksichtigung der Ökologie im Wasserbau. — *Wasserwirtschaft und Wassertechnik* 26, H. 6, 212—215
- LUDWIG, W. (1979): Untersuchung und Bewertung des naturnahen Gehölzbestandes an drei Fließgewässern im Bereich des Albvorlandes und der Schwäbischen Alb. — *Veröff. Naturschutz, Landschaftspflege, Bad.-Württ.* 49/50, 65—106
- MEYER, M. (1978): Vorschlag einer ökologischen Landschaftsbewertung auf Grund von Funktionen der natürlichen Umwelt. — *Ber. d. Intern. Symp. d. Int. Verein. f. Vegetationsk., Vaduz*, 387—413
- MOSSAKOWSKI, D. u. F. PAJE (1985): Ein Bewertungsverfahren von Raumeinheiten anhand der Carabidenbestände. — *Verh. Ges. f. Ökologie XIII*, 747—750
- MÜLLER, H. J. u. U. RIEDEL (1983): Synökologischer Ansatz zur Bestimmung der Naturschutzwürdigkeit, Versuch einer flächendeckenden Bewertung von Biotopfunktionen. — In: *Landschaft + Stadt* 15, H. 3
- NEUMANN, H. (1979): Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften und das Selbstreinigungsvermögen von Fließgewässern. — *Osnabrücker naturwiss. Mitt.* H. 6, 123—161
- PATZNER, A.-M., W. HERBST u. E. STÜBER (1985): Methode einer ökologischen und landschaftlichen Bewertung von Fließgewässern. — *Natur u. Landschaft* 60, H. 11, 445—448
- PETRAN, M. (1977): Ökologische Untersuchungen an Fließgewässern: Über die Beziehungen zwischen Makrobenthos, Substrat und Geschiebetrieb, Bonn, 158 S., Dissertation
- PFLUG, W. (1985): Was fordern Ökologie, Naturschutz und Landschaftspflege vom Gewässerausbau? In: *Gewässerschutz, Wasser, Abwasser* 69, 403—422, Aachen
- REHFELDT, G. (1982): Rasterkartierung von Libellen zur ökologischen Bewertung von Flußauen. — *Beitr. z. Naturk. Nieders.* 35 Jahrg., H. 4, 209—225
- RUDOLPH, K.-U. (1980): Berücksichtigung ökologischer Wertkomponenten bei der Beurteilung technischer Großprojekte, dargestellt am Beispiel einer Talsperre. — *Verhandl. d. Ges. f. Ökologie*, Bd. VIII, 67—75
- SEIBERT, P. (1980): Ökologische Bewertung von homogenen Landschaftsteilen, Ökosystemen und Pflanzengesellschaften. — *Ber. ANL* 4, 10—23
- SCHLÜPMANN, M. (1988): Bioökologische Bewertungskriterien für die Landschaftsplanung. — *Natur und Landschaft* 63, 4, 155—159
- SPIGLER, A. (1979): *Flußlaufgüte in Niederösterreich*. — *Raumordnung aktuell* 1, H. 2, 3—11
- STATZNER, B. (1983): Ökologie gleich Ökonomie am Beispiel heimischer Bäche. — *Umschau*, H. 12, 368—373
- WERTH, W. (1986): *Gewässerzustandskartierungen in Oberösterreich. Folge 5: Die Malsch und ihre Zubringer*, 120 S., Linz
- WERTH, W. (1987): *Ökomorphologische Gewässerbewertungen in Oberösterreich (Gewässerzustandskartierungen)*. — *Österr. Wasserwirtsch.* 39, H. 5/6, 122—129

## Ökologisch orientierter Umgang mit Fließgewässern — Richtlinien für naturnahen Gewässerausbau und Unterhaltung

### 1 Starker Nutzungsdruck auf die Gewässer schafft Konflikte

Die Fließgewässer in den unterschiedlichen Landschaftsräumen weisen eine große Vielfalt auf. Vielfältig sind aber auch ihre Nutzungen. Sie dienen der Wassergewinnung für Versorgungszwecke und der Ableitung von Regenwasser und gereinigtem Abwasser; sie dienen der Schifffahrt und der Kühlung von Wärmekraftwerken. In landwirtschaftlichen Gebieten ist die Aufgabe vor allem auf die Be- und Entwässerung der bewirtschafteten Flächen gerichtet. Sie sollen der Erholung und Freizeitgestaltung der Menschen dienen. Über diese vielfältigen Nutzungen hinaus mußten und müssen aber auch die Siedlungen, Verkehrswege und landwirtschaftlichen Produktionsflächen vor Hochwasser geschützt werden, was sich wirksam nur durch Rückhaltung von schadenbringenden Hochwasserabflüssen und/oder ausreichend große Abflußprofile erreichen läßt.

Den stetig wachsenden Ansprüchen der Menschen wurden die Gewässer bis in die 70er Jahre hinein mit weitgehend technischen Methoden angepaßt (Abb. 1). Um das angrenzende Land mit größtmöglichem Nutzen bewirtschaften zu können, erhielten die Gewässer vielerorts einen sehr gestreckten Verlauf und behielten nur noch das unbedingt notwendige Abflußprofil. In Siedlungsgebieten wurden zahlreiche Gewässer verrohrt oder gar überbaut.

### 2 Wandel zur naturnahen Gestaltung von Fließgewässern

Anfang der 70er Jahre aber setzte ein deutlicher Wandel im Umweltbewußtsein der Menschen ein. Es verfestigte sich zunehmend der Wille, Störungen im Naturhaushalt und Schädigungen des Landschaftsbildes künftig zu vermeiden, aber auch eingetretene Belastungen wieder abzubauen. Die Naturschutzgesetze aus dieser Zeit sowie Änderungen und Ergänzungen der Wassergesetze entsprachen diesem Willen. Ausbau von Gewässern durfte nun, wenn die Notwendigkeit dazu nachgewiesen wurde, nur noch naturnah erfolgen.



Abb. 1: Technisch ausgebaute Issel. (Foto: Schoof)

### 3 Fachliche Weisungen sollen helfen

Die gesetzlichen Forderungen haben die obersten Wasserbehörden vieler Bundesländer zusätzlich durch grundsätzliche fachliche Weisungen an ihre nachgeordneten Behörden und Dienststellen unterstrichen und vertieft. Doch enthielten diese Runderlasse noch keine Regelungen im einzelnen. Diesem Bedarf ist Anfang der 80er Jahre durch verschiedene, recht umfassende und für die Praxis wertvolle Schriften Rechnung getragen worden. Insbesondere seien genannt:

- das „Merkblatt des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten des Landes Baden-Württemberg über die Berücksichtigung der Belange von Naturschutz, Landschaftspflege, Erholungsvorsorge und Fischerei bei wasserbaulichen Maßnahmen an oberirdischen Gewässern“ (Wasserbaumerkblatt genannt), eingeführt mit Runderlaß vom 30. Juni 1980
- die „Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen“, herausgegeben vom Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, eingeführt in Nordrhein-Westfalen mit Runderlaß des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 1. 10. 1980 und in Rheinland-Pfalz mit Runderlaß des Ministeriums für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten vom 5. 12. 1980
- die „Grundzüge der Gewässerpflege“ von Herrn BINDER aus dem Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, erschienen 1979 und eingeführt mit Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern vom 1. Juli 1981 zur Beachtung bei allen Maßnahmen der Gewässerunterhaltung
- die „Fachliche Weisung für den naturnahen Ausbau von Gewässern“ der Baubehörde und der Behörde für Bezirksangelegenheiten, Naturschutz und Umweltgestaltung der Freien und Hansestadt Hamburg vom 31. August 1984
- das Merkblatt des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK) mit dem Titel „Ökologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern“ aus dem Jahr 1984.

Die Schriften der mitgenannten Länder sind durch die zuständigen obersten Landesbehörden verbindlich für die nachgeordneten Behörden und Dienststellen eingeführt worden. Diese sind daher bei der Feststellung bzw. Genehmigung von Plänen anderer und bei eigenen Planungen an die Regelungen gebunden. In einigen Ländern ist das Merkblatt des DVWK mit der gleichen Verbindlichkeit eingeführt worden.

Weitergehend ist eine gesetzliche Regelung, wie sie für den Gewässerausbau in Nordrhein-Westfalen nach dem Entwurf des Gesetzes zur Änderung des Landeswassergesetzes vorgesehen ist. Die neue Bestimmung soll lauten: „Gewässer sind nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik auszubauen. Allgemein anerkannte Regeln der Technik sind insbesondere die Bestimmungen über den Ausbau von Gewässern, die vom Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft durch Bekanntgabe im Ministerialblatt eingeführt sind. Für den Einzelfall oder durch Bekanntgabe im Ministerialblatt können weitergehende Anforderungen festgesetzt werden.“ Auf dieser neuen gesetzlichen Grundlage soll die Richtlinie für den naturnahen Ausbau von Fließgewässern durch Bekanntgabe im Ministerialblatt eingeführt werden. Damit würde sie allgemeinverbindliche Grundlage für alle Planungen zum Aus-

bau von Gewässern, und darüber hinaus Außenwirkung in der Form haben, daß Gerichte nunmehr diese rechtlichen Grundlagen bei der Überprüfung behördlicher Entscheidungen berücksichtigen müssen.

#### 4 Fachliche Weisungen wollen helfen

In der Zielsetzung wollen alle diese Schriften erreichen, daß bei wasserbaulichen Maßnahmen nachteilige Veränderungen an Natur und Landschaft vermieden, aber auch in früheren Zeiten technisch ausgebaute Gewässer wieder in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden (Abb. 2). Dieser Grundsatz stand auch Pate bei der Abfassung der Richtlinie für den naturnahen Ausbau und die Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Diese Richtlinie wurde seinerzeit von einem interdisziplinär zusammengesetzten Fachausschuß erarbeitet mit Mitgliedern aus den Fachbereichen Wasserwirtschaft, Flurbereinigung, Ökologie, Naturschutz, Landschaftspflege und Fischerei. Diese interdisziplinäre Zusammensetzung der Arbeitsgruppe war wichtig, damit alle in der Richtlinie zu behandelnden Aspekte ausgewogen Berücksichtigung finden konnten.



Abb. 2: Alme bei Ringelstein. (Foto: Schoof)

##### 4.1 Planungen für den naturnahen Gewässerausbau

Wegen der vielfältigen Nutzungen unserer Gewässer ist bei wasserbaulichen Planungen — vor allem für den Gewässerausbau — eine intensive fachübergreifende Zusammenarbeit erforderlich. Diese ist erforderlich, damit nicht nur die oft konkurrierenden Forderungen z.B. aus den Bereichen Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Städtebau, Verkehr, Naturschutz, Landschaftspflege, Erholung und Fischerei in Projekten ausgewogen berücksichtigt werden, sondern auch Natur und Landschaft keinen bleibenden Schaden nehmen.

Nach dem nordrhein-westfälischen Landschaftsgesetz gilt der Ausbau von Gewässern immer als Eingriff in Natur und Landschaft. Daher sind auch Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zwingend vorgeschrieben. Diese Maßnahmen müssen nach den weiteren Regelungen des vorgenannten Landschaftsgesetzes entweder im Fachplan oder in einem landschaftspflegerischen Begleitplan dargestellt werden. Nach dem Duktus der nordrhein-westfälischen Richtlinie für den naturnahen Ausbau von Fließgewässern sind die Maßnahmen für den Naturschutz und die Landschaftspflege grundsätzlich in den wasserbaulichen Fachplan einzuarbeiten; denn auf diese Weise wird sichergestellt, daß die vielfältigen Funktionen des Gewässers und seines Umlandes optimal aufeinander abgestimmt werden. Das bedeutet natürlich, daß in allen Stadien der Planung — also auch bereits bei den Vorentwürfen — wasserbauliche und Landschaftsplanung interdisziplinär und gleichzeitig erfolgen müssen; denn nur so läßt sich ein Optimum in technischer

und biologischer Planung erreichen. Ein landschaftspflegerischer Begleitplan kann diesem Anspruch nicht gerecht werden.

In der Regel bieten sich für die Verwirklichung der Planungsziele verschiedene wasserbauliche Maßnahmen als Lösungen an. Diese werden sich immer unterschiedlich stark auf das Gewässer und sein Umland auswirken. Die Richtlinie in Nordrhein-Westfalen und auch die fachliche Weisung in Hamburg schreiben daher vor, daß vor der Aufstellung von Ausbauplänen in einem Abwägungsverfahren die Verträglichkeit der Planungsziele mit der Umwelt und den konkurrierenden Ansprüchen zu ermitteln ist. Der derzeitige Zustand stellt in diesem Abwägungsverfahren eine mögliche Lösung dar. Die wesentliche Entscheidungshilfe für die Auswahl der Lösung, die zur Ausführung kommen soll, ist die Wertung der einzelnen Lösungen. Für die zur Beurteilung des Eingriffs unbedingt erforderliche Bewertung des ökologischen Zustandes steht eine gemeinsam von der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung des Landes Nordrhein-Westfalen und dem Landesamt für Wasser und Abfall NRW im Jahr 1985 herausgegebene Schrift „Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern“ zur Verfügung. Sie kann darüber hinaus aber auch wertvolle Hinweise für die Planung naturnaher Wasserbaumaßnahmen liefern.

Die zuvor erwähnten Anforderungen an das Planungsverfahren beim Ausbau von Gewässern sind wichtiger Teil der in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Hamburg verbindlich eingeführten Richtlinien. Am Rande sei erwähnt, daß die NRW-Richtlinie auch in Rheinland-Pfalz vollinhaltlich eingeführt wurde und sich die fachliche Weisung in Hamburg bezüglich des Planungsverfahrens für den Gewässerausbau sehr stark an die Regelungen in Nordrhein-Westfalen anlehnt.

##### 4.2 Planungsgrundlagen für Ausbau und Unterhaltung

In den Grundsätzen zu einzelnen Elementen der naturnahen Gestaltung von Bächen und Flüssen sind sich die vorliegenden Richtlinien, Merkblätter usw. sehr ähnlich.

Gefordert wird immer, daß beim Ausbau eine neue Linienführung aus dem natürlichen Verlauf zu entwickeln ist; Laufverkürzungen daher weitgehend zu vermeiden sind (Abb. 3).

Für die Längsentwicklung gilt in gleicher Weise, daß sie sich bei Ausbaumaßnahmen an den natürlichen Verhältnissen zu orientieren hat, damit der ökologisch erwünschte ständige Wechsel der Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten auch nach der Durchführung von Maßnahmen vorhanden ist. Sollte dennoch der Einbau von Querbauwerken erforderlich werden, muß die Durchwanderbarkeit der Fließgewässer für im Wasser lebende Tiere gesichert sein.

Die Querschnittsausbildung soll entsprechend dem natürlichen Charakter vielgestaltig erfolgen mit wechselnden Böschungsnei-



Abb. 3: Ems bei Telgte. (Foto: Schoof)

gungen, Prall- und Gleitufeln. Es ist ein Zustand zu schaffen, aus dem heraus sich das Gewässer selbst gestalten kann. Ökologisch wertvolle Gewässerabschnitte sind nach Möglichkeit in ihrem Zustand zu belassen.

Bei der Profilsicherung soll lebenden Baustoffen der Vorzug vor toten gegeben werden. Lebende Baustoffe sind Bäume, Sträucher, Röhrichtpflanzen, Uferstauden, Wiesengräser und -kräuter. Sie dienen aber auch zur Einbindung der Gewässer in die Landschaft. Doch kann man nicht in allen Fällen auf den Einsatz toter Baustoffe verzichten (z. B. bei Sohlgleiten, kleinen Sohlabstürzen, Brückenanschlüssen).

Herausgestellt wird in einigen Schriften die große Bedeutung von Stillwasserbereichen. Sie sind bei der naturnahen Gestaltung von Fließgewässern in ihrer typischen Ausprägung zu belassen bzw. wiederherzustellen. Für Fische können selbst kleine Bereiche lebenswichtig sein. Bei Altarmen steht allgemein die Bedeutung als Lebensstätte und Rückzugsfläche für Pflanzen und Tiere im Vordergrund. Aus diesem Grunde sind Altgewässer als Bereiche zum Ausgleich von Eingriffen in Fließgewässer sehr gut geeignet.

#### 4.3 Naturnahe Entwicklung durch naturnahe Unterhaltung oder Ausbau

Stetig wachsende Bedeutung für die Entwicklung der fließenden Gewässer hat ihre naturnahe Unterhaltung. Das gilt insbesondere für die naturnahe Umgestaltung technisch ausgebauter Gewässer (Abb. 4). Umweltpolitisch hat diese neue Aufgabe bundesweit einen hohen Stellenwert erhalten. Wirkungsvolle Impulse schafft die entsprechende finanzielle Unterstützung durch den Staat. So ist in Nordrhein-Westfalen die Gewässerunterhaltung seit 1986 wieder in die Förderung des Landes einbezogen. Allerdings sind Zuwendungen in Höhe von 40 % der Kosten an die Bedingung geknüpft, daß bei der Unterhaltung ökologische Verbesserungen erzielt werden. Darüber hinaus gewährt das Land Zuwendungen bis zu einer Höhe von 80 % der Ausführungskosten, wenn es sich um eigenständige Ausbaumaßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Verhältnisse handelt. In diesem vorgegebenen Rahmen betragen die Zuschüsse des Landes in den letzten Jahren insgesamt bereits 92 Mio. DM. Im Jahr 1989 wird die landesweite Förderung rd. 25 Mio. DM betragen, wenn der Landtag die vorliegenden Haushaltsansätze beschließt. Darüber hinaus beabsichtigt die nordrhein-westfälische Landesregierung, im Jahr 1989 ein Programm für Gewässerschutzstreifen zu starten. Für die Förderung sind jährliche Beträge von mehreren Millionen DM im Gespräch. Die Hilfe des Landes zur Sanierung und zum Schutz der Gewässer ist konsequent, da die Mittel im Interesse des Naturhaushalts und damit im Interesse der Allgemeinheit ausgegeben werden. Doch ließe sich



Abb. 4: Bocholter Aa bei Haus Pröbsting. Sohlabsturz zu Sohlgleite umgebaut. (Foto: Schoof)



Abb. 5: Technisch ausgebauter Kiffertsbach bei Dülmen. Das nachträgliche Pflanzen von Gehölzen schafft viele Vorteile. (Foto: Schoof)

die Bereitschaft zu verbessernden Maßnahmen sicherlich durch Heraufsetzung der Fördersätze noch steigern, da ein erheblicher Kostenanteil vom jeweiligen Träger zu übernehmen ist.

Über die zweckmäßigen Maßnahmen zur Weiterentwicklung von naturfernen Fließgewässern bei der Unterhaltung herrschte bei den Trägern vorübergehend gewisse Unsicherheit. Aus diesem Grunde hat das Landesamt für Wasser und Abfall NRW im Jahr 1986 als Arbeitsanleitung eine Schrift herausgegeben mit dem Titel „Bäche und Flüsse naturnah — Verbesserung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern“. Dieses Heft gibt reich bebildert Auskunft zu den aufgetretenen Fragen. Auch die in Arbeit befindliche Ergänzung der Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen wird die Notwendigkeit und die Möglichkeiten, naturferne Gewässer in einen weitestmöglich naturnahen Zustand zurückzuführen, konsequent und umfassend aufzeigen. Am wichtigsten ist, daß sich fließende Gewässer aufgrund ihrer Eigendynamik selbst gestalten müssen. Dazu brauchen die Gewässer viel Raum. Ausreichend breite Uferstreifen, die nur extensiv genutzt werden, sind daher entscheidende Voraussetzung für naturnahe Entwicklungen. Die Streifen sind ohnehin erforderlich, wenn die angrenzenden Flächen intensiv genutzt werden und die Gewässer gegen negative Auswirkungen, wie Eintrag von Bodenbestandteilen, Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln, abgepuffert werden müssen. Leider ist jedoch heute die Bereitschaft der Eigentümer, diese Streifen gegen Entschädigungszahlungen aus der intensiven Nutzung zu nehmen, noch sehr gering. Viele Planungen scheitern auch an zu hohen Kosten. Daher ist das bereits erwähnte Programm der nordrhein-westfälischen Landesregierung für Gewässerschutzstreifen in unserem Land von großer Bedeutung. Wichtig ist auch, daß künftige Flächenstilllegungen in der Landwirtschaft dem Schutz und der weiteren Entwicklung der Gewässer zugute kommen. An der Größe des zur Verfügung stehenden Raumes orientieren sich auch die Maßnahmen, die zur Weiterentwicklung von nicht naturnahen Gewässern ergriffen werden sollen. Sie können reichen

- vom planmäßigen Unterlassen von Handlungen
- über gezielte Maßnahmen bei der Gewässerunterhaltung (Abb. 5)
- bis zu tiefwirkenden Umgestaltungsmaßnahmen durch naturnahen Ausbau.

#### 5 Konzepte für die naturnahe Entwicklung von Fließgewässern als Aufgabe der Zukunft

Intensive Nutzungen der Gewässer und ihrer Einzugsgebiete hatten auch zur Folge, daß die Wasserbeschaffenheit beeinträchtigt wurde und unterhalb von besiedelten Gebieten die Abflußspitzen

mit fortschreitender Versiegelung von Flächen zunehmen. Alle Anstrengungen, die Gewässer wieder in einen naturnahen Zustand zu versetzen, müssen daher auch auf bestmögliche Reinigung von Abwasser und verschmutztem Niederschlagswasser vor der Einleitung, auf Verhinderung von diffusen Schadstoffeinträgen z. B. aus der Landwirtschaft und auf die Dämpfung von künstlich in versiegelten Gebieten entstehenden Abflußspitzen gerichtet sein.

Wichtig ist ferner, Planungen zur mittel- bis langfristigen naturnahen Entwicklung von Fließgewässern nicht kleinräumig vorzunehmen; denn umgestaltete Strecken können biologisch nicht voll wirksam werden, wenn die angrenzenden Fließgewässerabschnitte noch gestört sind.

Richtungweisend müssen daher großräumige Konzepte zur naturnahen Entwicklung sein. Diese müßten enthalten

- einerseits Aussagen über den ökologischen Ausgangszustand der Gewässer einschließlich Gewässergüte und Abflußverhältnisse
- und andererseits als Zielvorgabe den gewässertypischen naturnahen Zustand bei naturnahen Abflußverhältnissen mit der anzustrebenden Gewässergüte;
- auf dieser Grundlage Aussagen über die notwendigen Maßnahmen zur Erreichung des Ziels
- und natürlich auch Aussagen über die Rangfolge und den Zeitraum der Durchführung von Maßnahmen.

Die Erarbeitung dieser Konzepte ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Zur Wahrnehmung dieser wichtigen neuen Aufgaben müßten daher die staatlichen Dienststellen mit zusätzlichem Personal ausgestattet werden. Wesentliche Beiträge können allerdings die Unteren Wasserbehörden und die Unterhaltungsträger leisten.

Derartige umfassende Konzepte sind unverzichtbar, wenn die Wasserwirtschaft dem gesetzlichen Auftrag nachkommen will, die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts (§ 1 a WHG) zu bewirtschaften.

#### Literatur:

(soweit im Text nicht genannt)

- [1] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz — WHG) vom 27. 7. 1957 (Bundesgesetzblatt I Seite 1 110), zuletzt geändert durch das 5. Gesetz zur Änderung des WHG vom 25. 7. 1986 (Bundesgesetzblatt I Seite 1 165)
- [2] Gesetzentwurf der Landesregierung zur Änderung des Landeswassergesetzes. Drucksache 10/2661 des Landtags Nordrhein-Westfalen vom 3. 12. 1987
- [3] Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz — LG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. 6. 1980, zuletzt geändert durch Gesetz vom 17. 2. 1987
- [4] Vorläufige Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für wasserwirtschaftliche Maßnahmen. Runderlasse des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen vom 1. 8. 1984 und 10. 4. 1986
- [5] Naturschutz und Landschaftspflege in wasserrechtlichen Verfahren und bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen. Runderlaß des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen vom 26. 11. 1984
- [6] Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern. Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NRW, Recklinghausen, und Landesamt für Wasser und Abfall NRW, Düsseldorf, 1985
- [7] FRIEDRICH, G.; KRAUSE, A.; SCHINDLER, T.; SCHOOF, M.: Bäche und Flüsse naturnah — Verbesserung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern. LWA-Schriftenreihe, Heft 43, Landesamt für Wasser und Abfall NRW, Düsseldorf, Okt. 1986
- [8] SCHOOF, M.: Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen. DVWK-Schriften, Heft 85, Wasserwirtschaft im industriellen Raum — Beiträge zur Fachveranstaltung am 6. Oktober 1988 in Essen, Verlag Paul Parey, 1988
- [9] SCHOOF, M.: Verbesserung der ökologischen Verhältnisse von Fließgewässern. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 54, Empfehlungen für eine umweltorientierte Entwicklung des ländlichen Raumes, 1988
- [10] Arbeitspapiere des Fachausschusses „Naturnaher Ausbau und Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen“, November 1988, unveröffentlicht

## Ökomorphologische Gewässerbewertung

Der Gedanke, *ökologische* Gewässerbewertungen durchzuführen, ist nicht mehr neu. Es sei hier — stellvertretend für derartige Versuche — auf die grundlegenden Arbeiten von BAUER verwiesen, der wohl als erster im Jahre 1971 landschaftsökologische Bewertungen von Fließgewässern durchführte, auf die fundierten Bewertungen und Kartierungen nach Hemerobiestufen von KONOLD (1984) und auf die detaillierten Vorschläge zur Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW Recklinghausen und des Landesamtes für Wasser und Abfall NW Düsseldorf (1985).

LUDWIG und SCHOLZE beschrieben 1976 ein ökologisches Bewertungsschema; in Österreich kartierte erstmals SPIEGLER anhand ökologischer Summenparameter die Flußlaufgüte in Niederösterreich als Planungsgrundlage für die Raumplanung.

Obwohl in den achtziger Jahren das Interesse an diesem Gebiet stark zugenommen hat, gibt es — im Gegensatz zu der in Deutschland und Österreich doch vereinheitlichten Methodik der Gewässergütebestimmung — derzeit noch keine Methode, die alle Wünsche auf dem Sektor der ökologischen Gewässerbewertung abzudecken vermag, die allgemein Verwendung findet oder die gar für verbindlich erklärt wurde. Es werden daher immer wieder neue Verfahren erprobt und Bewertungsvorschläge mit Betonung einzelner ökologisch relevanter Aspekte veröffentlicht.

Auch im Aufgabenbereich der Abteilung Wasserbau beim Amt der oberösterreichischen Landesregierung werden seit 1983 als Basis für künftige Schutzwasserbau- und Gewässerpflegemaßnahmen einfache, überschlägige „Gewässerzustandskartierungen“ durchgeführt. Es wird dabei versucht, alle jene morphologischen und strukturellen Faktoren in und an Gewässern zu erfassen, zu bewerten und zu kartieren, die mit ausschlaggebend sind für deren Funktion als Lebensraum, die also ihren „ökologischen Gehalt“ bestimmen.

Ein hoher ökologischer Gehalt bedingt dabei *in der Regel* ausreichende Stabilität und Selbstregulation in gut eingespielten, ausgewogenen Ökosystemen. Kennzeichnend dafür sind hohe Diversität (hohe Artenvielfalt bei ausgeglichenen Mengenverhältnissen der Organismen), gut entwickelte räumliche Heterogenität, stark vernetzte Nahrungsbeziehungen, ein eher geschlossener Stoffkreislauf und Elastizität gegenüber äußeren Einflüssen.

Dabei wird im Sinne der biozönotischen Grundregeln von THIENEMANN a priori davon ausgegangen, daß das anzustrebende biologische Optimum (REMMERT, 1984) meist in anthropogen ungestörten Lebensräumen zu finden ist, so daß die gegenständliche Bewertung auf der Basis des „*natürlichen*“ oder — so nicht mehr vorhanden — „*gedachten natürlichen*“ Zustandes erfolgt. Es wird daher mit der Bewertung der „*Natürlichkeitsgrad*“ eines Gewässers angesprochen (nicht oder nur bedingt bei künstlich geschaffenen Gerinnen wie Mühlbächen, Hangbächen usw.).

Beispiele für die Richtigkeit der biozönotischen Grundregeln auf dem Sektor des Gewässerbaus sind augenscheinlich und zahlreich. NIEMEYER-LÜLLWITZ und ZUCCHI (1984) haben einige davon in neuerer Zeit zusammengestellt.

Das in Oberösterreich geplante Bewertungs- und Kartierungsvorhaben schien zunächst aus mehreren Gründen nicht leicht realisierbar: Es war nicht absehbar, ob und wie die vielfältigen Gewässertypen des Bundeslandes (sie reichen vom Gletscherbach über

Mittelgebirgs- und Niederungsbäche bis zum Strom, vom natürlichen Wildbach bis zum künstlichen Mühlbach) in einem einheitlichen Schema miteinander verglichen, bewertet und kartiert werden können.

Auch war nicht klar, ob bei der Vielzahl der in einem Gewässer als Ökosystem ablaufenden strukturabhängigen und komplexen Vorgänge und Wechselbeziehungen eine simplifizierende Aussage über diese ökologischen Zusammenhänge möglich ist, ob eine derartige Bewertung ohne Zusammenarbeit verschiedener biologischer Disziplinen (Limnologie, terrestrische Ökologie, Pflanzensoziologie usw.) durchgeführt werden kann und ob im Hinblick auf die vielfältigen strukturellen Variationsmöglichkeiten in den Gewässern eine „ökologische Wertigkeit“ mit nur einer einzigen Bewertungszahl überhaupt sinnvoll ausgedrückt werden kann.

Die in der Fachliteratur bis zum Beginn der Untersuchungen im Jahre 1983 beschriebenen ökologischen Gewässerbewertungsverfahren, die uns zugänglich waren, boten zwar für die Überlegungen manche wertvolle Hinweise, konnten aber wegen unserer speziell auf gewässermorphologische Belange ausgerichteten Interessen nicht oder nur zum Teil übernommen werden.

Es wurde daher versucht, auf einem Weg zu den gewünschten Bewertungsergebnissen zu kommen, der mit seinen Wurzeln in die seit zwei Jahrzehnten in Oberösterreich ausgeübte Gewässergüteuntersuchungspraxis zurückreicht. Es ist dies beispielsweise der (ursprüngliche) Aufbau der Bewertung auf einer möglichst großen Zahl ökologisch relevanter Einzelparameter (ähnlich wie dies bei der Gewässergütebestimmung mittels einer ausreichenden Zahl von Indikatororganismen geschieht), eine entsprechende Gewichtung dieser Parameter, ein vierstufiges (mit Zwischenklassen siebenstufiges) Einordnungsschema, die Darstellung der Ergebnisse in bandförmiger Farbkartierung u. a. m.

### Methodik

Die Gewässer werden bei der Bewertung vier definierbaren Hauptstufen zugeordnet, die „Gewässerzustandsklassen“, „Zustandsklassen“ oder in vertretbaren Fällen für den Nichtfachmann verständlicher auch „*Natürlichkeitsgrade*“ genannt werden.

Die Zustandsklassen werden mit arabischen Ziffern bezeichnet. Zustandsklasse 1 ist dabei der ökomorphologisch günstigste Zustand, Zustandsklasse 4 der schlechteste.

In der Praxis treten Übergänge zwischen den vier Hauptklassen auf, die als Zwischenstufen ausgewiesen werden können.

Es ergibt sich so letztlich eine siebenstufige Bewertungsskala mit folgenden Benennungen:

- Zustandsklasse 1: *natürlicher* Zustand
- Zustandsklasse 1—2: *naturnaher* Zustand
- Zustandsklasse 2: Gewässer ökomorphologisch *wenig beeinträchtigt*
- Zustandsklasse 2—3: Gewässer ökomorphologisch *deutlich beeinträchtigt*
- Zustandsklasse 3: Gewässer ökomorphologisch *stark beeinträchtigt*
- Zustandsklasse 3—4: *naturferner* Zustand
- Zustandsklasse 4: *naturfremder* Zustand.

Für die vier Hauptstufen wurden die wichtigsten Klassenmerkmale zusammengestellt, wie sie für die meisten Gewässer gelten können, obwohl natürlich starke Abweichungen durch die jeweiligen Topographie-, Untergrund- und Vegetationsverhältnisse usw. möglich sind (Definitionen s. WERTH 1987)

### Einzelparameter

Bei den Untersuchungen werden folgende Parameter beachtet, bei wichtigeren Gewässerstrecken in Einzelprotokollen notiert und im Detail bewertet:

- \* Linienführung (Grundriß)
- \* Längsprofil (einschließlich natürlicher und anthropogen veränderter Gefällsverhältnisse)
- \* Querprofil (bzw. bei Bewertung nur einer Uferseite die Böschungsförmigkeit).

#### Hydrologie:

- \* Abfluß (einschließlich anthropogener Einflüsse wie Restwasser, Stauauswirkungen usw.)
- \* Strömungsverhältnisse (Strömungsbild, Fließgeschwindigkeiten, Turbulenz)
- \* Wassertiefen (Wassertiefenvariabilität)

#### Sohle:

- \* Substrat (Fraktionierung, Mosaik)
- \* Reliefform (in der Längs- und Breitenerstreckung des Gewässers)
- \* Kontaktmöglichkeit des Wassers mit dem hyporheischen Interstitial
- \* Verzahnung an der Wasser-/Landlinie
- \* Breitenvariabilität
- \* Fischrelevante Aspekte (ausreichende Wassertiefen, Unterstände, Beschattung, Wander-, Aufstiegs- und Laichmöglichkeiten)

#### Böschung (= Ufer):

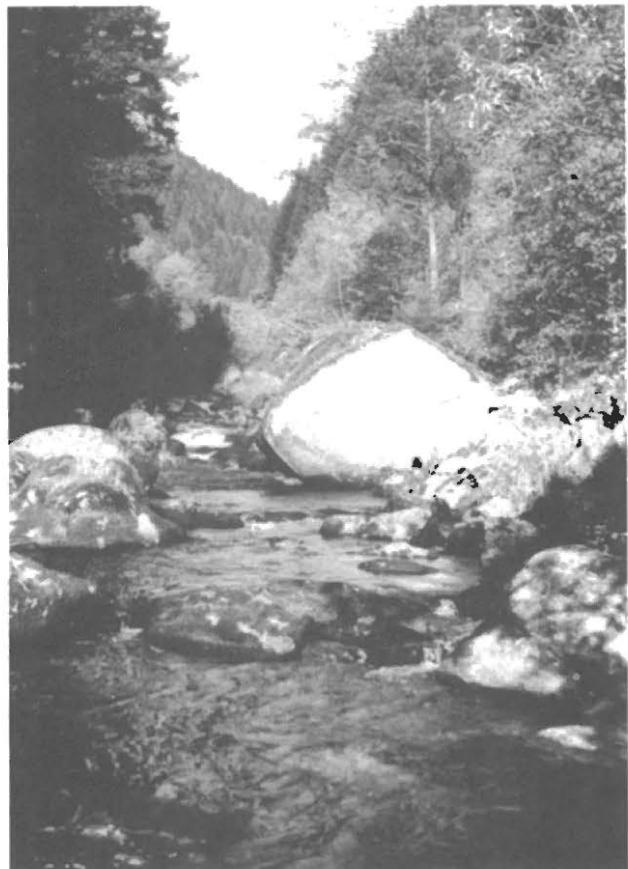
- \* Böschungsförmigkeit (Strukturierung, Neigung, Fußausbildung)
- \* Böschungsmaterial
- \* Gehölze (Dichte, Aufbau, Artenspektrum)
- \* Ufersaum (d. i. der Uferbegleitstreifen bis 10 m bzw. bei größeren Gewässern bis 15 m landwärts der Böschungskrone: Struktur, Gehölzdichte, -aufbau, -artenspektrum, Verzahnung mit dem Umland)

Bei Bedarf werden zusätzliche Momente wie Wassergüte, Beschaffenheit des weiteren Umlandes, Zugänglichkeit, Erholungswert, Ästhetik usw. in den Protokollen notiert und zum Teil auch bewertet, doch gehen diese in die Gesamtbeurteilung nicht mit ein.

Auch die vorstehend angeführten hydrologischen Parameter wurden im Laufe der Erprobung der Methode aus der Gesamtbewertung ausgeschlossen, was zunächst überraschen mag.

Der Grund ist darin zu suchen, daß viele Gewässerstrecken (auch solche von hohem strukturellem Wert) infolge anthropogen beeinflusster temporärer oder permanenter Abflußveränderungen (Wasserüberleitungen, Restwasserstrecken, stark schwankende Stau- und Speicherabflüsse) oft auf eine Länge von mehreren Zehnerkilometern beeinflußt werden und diese Abweichungen vom natürlichen Abflußverhalten bei größeren Entfernungen nur unzulänglich abgeschätzt werden können. Auch ist das Erscheinungsbild dieser Kriterien stark von der zur Überprüfungszeit herrschenden witterungsbedingten Wasserführung abhängig, so daß sich auch dadurch deutlich unterschiedliche und schwankende Einstufungen ergaben.

Die Gesamtbewertung erfolgt daher nach dem Ausfall der Wassergüte und der Hydrologie letztlich ausschließlich aufgrund morphologischer und struktureller Kriterien, also einem — wenn auch wichtigen — Teilaspekt der Gewässerökologie.



Naarn/Rechberg: Zustandsklasse 1. (Foto: Amt der o.ö. Landesregierung)



Mixenthalerbach/Neukirchen: Zustandsklasse 2. (Foto: Amt der o.ö. Landesregierung)

Diese Einschränkung soll mit der Bezeichnung „ökologisch-morphologische“ oder verkürzt „*ökomorphologische*“ Gewässerkartierung zum Ausdruck gebracht werden. Die praxisorientierte Wortschöpfung ist natürlich dem der funktionellen Morphologie zuzurechnenden gleichlautenden biologischen Terminus, der umweltbedingte Form- und Gestaltungsanspassungen besonders bei Tieren bezeichnet, nicht gleichzusetzen.

Jeder einzelne der genannten Parameter, der in Einzelprotokollen notiert wird, kann bezüglich seiner (vermuteten?) ökologischen



Aschach/Waizenkirchen: Zustandsklasse 3. (Foto: Amt der o.ö. Landesregierung)



Gurtenbach/Obernberg: Zustandsklasse 4. (Foto: Amt der o.ö. Landesregierung)

Wertigkeit mittels eines Bewertungsschlüssels in vier Klassen aufgetrennt werden (Halbstufenzuordnungen sind möglich). Als Basis für die Zuordnung wurde angenommen:

Wertigkeit

- 1: den natürlichen Verhältnissen ganz entsprechend
- 2: den natürlichen Verhältnissen noch annähernd entsprechend
- 3: den natürlichen Verhältnissen bereits stark entfremdet
- 4: völlig naturfremd.

Diese Detailbewertungen ermöglichen bei Diskussionen über einzelne Gewässerabschnitte eine willkommene Differenzierung des Gesamtzustandsbildes dieser Stellen.

### Summenparameter

Die einzelnen Parameter sind in ihrer ökologischen Bedeutung nicht gleichwertig (z. B. wiegt die Linienführung meist mehr als das Sohlsubstrat, der Gehölzbestand mehr als das Böschungsmaterial; auch sind die Sohle- und Böschungsanteile von Gewässer zu Gewässer verschieden), so daß eine exakte Berechnung des ökologischen Gesamtzustandes eines Gewässers durch einfache Summation der Parametereinzelnwerte nicht möglich ist.

Auch vergleichende Versuche, eine den tatsächlichen Verhältnissen entsprechende Einstufung durch Gewichtung der Einzelparameter zu erreichen, erbrachten nur bedingt befriedigende Ergebnisse.

Bei diesen Berechnungsversuchen ergaben sich jedoch Schwerpunkte in einzelnen Aggregationsbereichen, so daß in den meisten Fällen ein brauchbares Ergebnis durch eine überschlägige Berechnung der Zustandsklassen mittels weniger gleichwertiger Summenparameter erhalten werden konnte.

Es sind dies

- \* Linienführung (und Fließverhalten)
- \* Sohle (Reliefierung, Substrat, Kontaktmöglichkeiten mit dem hyporheischen Interstitial)
- \* Verzahnung Wasser/Land und Breitenvariabilität
- \* Böschungen (einschließlich Ufersaum: Strukturierung, Material)
- \* Gehölze (einschließlich der Verzahnung mit dem Umland).

Für diese fünf Summenparameter wurden ebenfalls zusammenfassende Einstufungsschlüssel erstellt (WERTH 1987), wobei im Konkreten jeweils wieder der von Landschaftsform, Geologie, Gewässertyp usw. abhängige „gedachte natürliche Zustand“ die Beurteilungsgrundlage bildet.

Die Gesamtzustandsklasse ergibt sich meist in befriedigender Weise aus der Addition dieser fünf Summenparameter (bei jedem einzelnen sind wieder halbstufige Zwischenwerte möglich) mit entsprechender Mittelwertbildung.

Das Ergebnis, meist eine Dezimalzahl, wird wie folgt zugeordnet:

- 1,0—1,2 = Zustandsklasse 1
- 1,3—1,7 = Zustandsklasse 1—2
- 1,8—2,2 = Zustandsklasse 2
- 2,3—2,7 = Zustandsklasse 2—3
- 2,8—3,2 = Zustandsklasse 3
- 3,3—3,7 = Zustandsklasse 3—4
- 3,8—4,0 = Zustandsklasse 4.

### Erhebungsvorgang

Die ermittelte Gesamtbewertungszahl gilt für homogene Gewässerstrecken beidseitig (dies ist häufig bei kleineren Gewässern der Fall).

Ist diese Homogenität nicht gegeben, werden beide Ufer gesondert bewertet und kartiert. Die Summenparameter „Linienführung“ und „Sohle“ gehen dabei in beide Beurteilungen gleichwertig ein.

Bei den Erhebungen wird der ganze Gewässerverlauf von oben nach unten begangen. Der Gewässerzustand der einzelnen Bach- oder Flußabschnitte wird an Ort und Stelle bewertet. Die charakteristischen Erhebungsergebnisse werden abschnittsweise in Kurzform notiert.

Für wichtigere Gewässerstrecken wird ein eigenes Protokollblatt ausgefüllt, in dem zu den Einzelparametern nähere Angaben gemacht und diese im Detail bewertet werden.

Als Grundlage für die Lokalisation der beschriebenen Gewässerabschnitte dient eine Kilometrierung auf der Österreichkarte 1:50 000 (seltener 1:25 000) des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, die — so nicht vorgegeben — mittels Zirkelschritten im Abstand 1 mm (= 50 bzw. 25 m) in aufwärtiger Richtung festgelegt wird.

### Darstellung der Ergebnisse

Die kartographische Darstellung der Ergebnisse erfolgt in der bei Gewässergütekartierungen üblichen Bandform entlang der untersuchten Gewässer und zwar — trotz allfälliger Verwechslungsmöglichkeiten mit Gütekarten — mit den einprägsamen Farben Hellblau (Zustandsklasse 1), Hellgrün (2), Gelb (3) und Rot (4) für die Hauptklassen.

Die Zwischenstufen können infolge des oft raschen Wechsels der morphologischen und strukturellen Verhältnisse an den Gewässern nicht durch Schraffierung mit den beiden angrenzenden Hauptfarben ausgedrückt werden. Sie erhielten daher eigene Farben, und zwar Dunkelblau für die Zustandsklasse 1—2, Olivgrün (bzw. wegen der besseren drucktechnischen Wiedergabe auch Braun) für 2—3 und Orange für 3—4.

In einer die Summenparameter zusammenfassenden „Gewässerzustandskarte“ werden am untersuchten Bach- oder Flußlauf die Bewertungsergebnisse jeweils für das rechte und das linke Ufer gesondert dargestellt.

Die im Protokoll angegebenen Summenparameter für die Linienführung, die Sohle, die Verzahnung/Breitenvariabilität, die Böschungen und die Gehölze werden zur Detailinformation und zum besseren Vergleich in gesonderten Farbbändern ausgewiesen.

Hinweise auf die Größe der bewerteten Gewässer ergeben die unterschiedlichen Farbbandbreiten. Je nach Sohlbreite wird eingestuft in

Gewässer mit einer Sohlbreite < 1 m = Farbbandbreite 1 mm

Gewässer mit einer Sohlbreite von 1—5 m = Farbbandbreite 2 mm

Gewässer mit einer Sohlbreite von 5—15 m = Farbbandbreite 3 mm

Gewässer mit einer Sohlbreite von > 15 m = Farbbandbreite 4 mm

und zwar jeweils links- und rechtsufrig.

Bei stark unterschiedlichen Sohlbreiten wird die mittlere Breite des Gewässerbettes als Maßzahl genommen.

Zusätzlich werden Besonderheiten wie Verrohrungen, Wehranlagen, Restwasserstrecken mit Signaturen angegeben.

#### Zu beachten ist:

- \* Es handelt sich bei den Aufnahmen um *großräumige, überblicksartige* Bewertungen und Kartierungen, die rasch einen Überblick über die ökomorphologischen Verhältnisse der oberösterreichischen Bäche und Flüsse geben sollen. Sie können die bei konkreten Fragestellungen notwendigen, oft interdisziplinär durchzuführenden *quantitativen* Detailaufnahmen nicht ersetzen.
- \* Bei der Beurteilung werden *vielerlei* Auswirkungen menschlicher Aktivitäten in und an Gewässern erfaßt; neben Regulierungsmaßnahmen auch Änderungen, die durch andere Gründe bedingt sind. Es kann dies landwirtschaftliche Nutzung sein (teilweise oder gänzliche Entfernung von Ufergehölzen, Viehweiden mit Uferzerstörungen und Gehölzverbiß, häufiges Mä-

hen der Böschungen), der Straßen- und Autobahnbau (Böschungsbegradigungen, Gehölzentfernung, Ufersicherungen im Trassenbereich), die Bau- und Siedlungstätigkeit (Ufermauern, Bodenversiegelungen und Versteinerungen des Vorlandes, Gehölzentfernung), der Kraftwerksbau (Wehre, Baulichkeiten, Restwasserstrecken) u. a.

- \* Trotz der ohne menschliches Zutun oft nur wenig veränderlichen Beurteilungskriterien, die für die Zustandsbewertung Verwendung finden, ist diese doch nur eine *Momentaufnahme*. Verbesserung oder Verschlechterungen der ökologischen Verhältnisse können auch ohne eigentliche Bau- und Regulierungsmaßnahmen mit der Zeit z. B. durch Veränderungen der Sohle (Verschlammungen, Eintiefungen), des Gehölzbestandes (Rodungen, Aufforstungen, natürlicher Zuwachs) und der Böschungsformen eintreten.
- \* Bei der Bewertung der Gewässer bezüglich ihrer Naturnähe und ihrer Funktion als Lebensraum handelt es sich um *einen* — wenn auch wichtigen — Teilaspekt der Gewässerbeurteilung. Er kann jedoch in unserer Kulturlandschaft nicht isoliert betrachtet werden. Andere Gesichtspunkte wie Schutzansprüche, Wassergüterverhältnisse, Energienutzung, Erholungswert usw. müssen für eine auf den Menschen ausgerichtete Gesamtbewertung ebenfalls erhoben und in einer Zusammenschau gebührend berücksichtigt werden.

### Welche Erwartungen werden an die „Gewässerzustandskartierungen“ geknüpft?

- a) Zunächst sollten sie zweifellos eine wenigstens überschlägige ökomorphologische Bestandsaufnahme der oberösterreichischen Gewässer ermöglichen und in der Folge Zustandsänderungen erkennen lassen.
- b) Sie tragen vielleicht zu einer besseren Gesamtbetrachtung bei wasserwirtschaftlichen Systemplanungen bei, so daß etwa bei Baumaßnahmen und Kraftwerksnutzungen nicht mehr einzelne Bach- oder Flußabschnitte, sondern die Gesamteinzugsgebiete der Gewässer betrachtet und beurteilt werden.
- c) Sie sollten mit ihren Darstellungen das Interesse aller an den Gewässern Tätigen an ökologischen Aspekten fördern und zu interdisziplinären Gesprächen anregen.
- d) Sie könnten mit ihren Einstufungen ganz besonders Anregungen und Argumente für ökologisch günstigere Vorgangsweisen bei Planungen und Ausführungen schutzwasserbaulicher Maßnahmen liefern, Hinweise für erforderliche Instandhaltung, Bepflanzung und Pflege von Wasserläufen geben, Schwerpunktaussagen ermöglichen, eine Grundlage für Renaturierungen bilden u. a. m.

Die Bewertungs- und Kartierungsergebnisse werden — um eine gewisse Breitenwirkung zu erzielen — in Folgen einer eigenen Reihe „Gewässerzustandskartierungen in Oberösterreich“ zusammengestellt, in der bisher acht Bände erschienen sind.

Diese Bände enthalten die ermittelten Gewässerzustandskarten, nunmehr auch die in Farben umgesetzten Bewertungen der Summenparameter, eine lineare, blockweise Beschreibung und Bewertung der einzelnen homogenen Gewässerabschnitte, für die wichtigeren Gewässerabschnitte Einzelprotokolle mit Detailinformationen und einen prozentuellen Überblick über die an beiden Ufern ermittelten Zustandsklassen.

Damit erscheint der eigentliche Erhebungs-, Bewertungs- und Kartierungsvorgang abgeschlossen.

### Verbesserungsvorschläge

Die Zustandskartierungen sollen im Sinne der vorstehend angeführten Punkte c und d Anregungen für eine ökologisch bessere Vorgangsweise bei Gewässerinstandhaltungs- und pflegemaßnahmen geben.

Es wurde bisher vermieden, Verbesserungsvorschläge in Form von Empfehlungen an den Schluß der einzelnen Bände zu stellen, da die Durchführbarkeit dieser Maßnahmen von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängig ist.

So ist beispielsweise bei einem begradigten, mit Absturzbauwerken versehenen, gehölzfreien Wiesenbach schon die Pflanzung von Sträuchern und Bäumen eine wesentliche ökologische Verbesserung. Noch günstiger wäre aber die Wiederherstellung der ursprünglichen Linienführung mit abwechselnden Prall- und Gleithangbereichen und die mit der Laufverlängerung verbundene Möglichkeit der Schaffung eines Fließkontinuums mit Beseitigung der künstlichen Abstürze.

Es wird stark von den Möglichkeiten des Grunderwerbs, der rechtlichen Situation, der Finanzierung, der Überzeugungskraft und dem Verhandlungsgeschick des Betreibers des Vorhabens und ganz besonders vom Verständnis der Anrainer abhängig sein, ob und in welchem Ausmaß diese Verbesserungsmaßnahmen realisiert werden können. Es hätte daher wenig Sinn, bei jeder Gewässerstrecke ökologisch optimale, aber in der Praxis nicht ausführbare Vorschläge zu machen. Größere Veränderungen müssen ausdiskutiert werden.

Andererseits wäre es schade, wenn bei der Begehung erkennbare notwendige Verbesserungs- und Renaturierungsmöglichkeiten, die in die laufende Gewässerinstandhaltung und Gewässerpflege eingebaut werden könnten, nicht entsprechend signalisiert werden.

Als Kompromiß bietet sich dabei folgende Vorgangsweise an: In den Protokollen werden bei den Einzelparametern einfache Signaturen gesetzt, aus denen die Dringlichkeit allfälliger Verbesserungsmöglichkeiten abgelesen werden kann.

Dabei wird unterschieden:

e = Verbesserungen erforderlich

d = Verbesserungen dringend erforderlich

n = Verbesserungen nicht möglich (z. B. bei harter Verbauung im Ortsbereich).

Diese Signaturen können auch an den Farbbändern von Einzel- oder Summenparametern angebracht werden, so daß auch in der Längserstreckung des Gewässers ein Überblick über zu setzende Maßnahmen möglich ist.

In einer Auflistung könnten die Verbesserungsmöglichkeiten bei den einzelnen Parametern präzisiert werden, z. B. bei *Gehölzen*:

- 1) Neupflanzung bei völlig fehlendem Gehölzbestand
- 2) Nachpflanzung bei zu lockerem Bestand

- 3) Aufbau einer fehlenden Baumschicht
- 4) Verjüngung
- 5) Verbreiterung des Gehölzstreifens und bessere Verzahnung
- 6) Sukzessives Ersetzen standortfremder Gehölze
- 7) Nur bei abflußtechnischer Notwendigkeit: Entfernung abgestürzter Bäume und Sträucher

usw.

Auch diese Hinweise sollten in Kurzform — etwa in Form der Reihungszahlen — in die Protokolle und Karten mit aufgenommen werden, so daß sich aus der Zusammenschau „Bestandsaufnahme: Bewertung: Pflege- und Verbesserungsvorschläge“ letztlich ein recht übersichtliches Bild über den Zustand eines Gewässers und die zu setzenden Pflegemaßnahmen ergibt.

## Literaturverzeichnis

- BAUER, H. J.: Landschaftsökologische Bewertung von Fließgewässern. *Natur und Landschaft* 46 (1971), H. 10, 277—282
- KONOLD, W.: Zur Ökologie kleiner Fließgewässer. Stuttgart: Ulmer, (1984), 262 S.
- Landesamt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW, Recklinghausen, und Landesamt für Wasser und Abfall NW, Düsseldorf (1985): Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern. Teil I: Bewertungsverfahren. Teil II: Grundlagen für das Bewertungsverfahren. Düsseldorf, 111 S.
- LUDWIG, K. und SCHOLZE, H. J.: Maßnahmen zur verstärkten Berücksichtigung der Ökologie im Wasserbau. *Wasserwirtschaft und Wassertechnik* 26 (1976), H. 6, 212—215
- NIEMEYER-LÜLLWITZ, A. und ZUCCHI, H.: Fließgewässerkunde: Ökologie fließender Gewässer unter bes. Berücksichtigung wasserbaulicher Eingriffe. Frankfurt a. M. — Berlin — München: Diesterweg. Aarau — Frankfurt a. M. — Salzburg: Sauerländer. (1985), 224 S.
- REMMERT, H.: Ökologie. Ein Lehrbuch. 3. Auflage, (1984), Berlin — Heidelberg — New York — Tokyo: Springer-Verlag. 334 S.
- SPIEGLER, A.: Flußlaufgüte in Niederösterreich. *Raumordnung aktuell* 1 (1979), H. 2, 3—11
- WERTH, W.: Ökomorphologische Gewässerbewertungen in Oberösterreich (Gewässerzustandskartierungen). *Österr. Wasserwirtschaft* 39 (1987), H. 5/6, 122—128

## Flächenbedarf von Fließgewässern

In diesem Beitrag wird der Flächenbedarf von Bächen und kleinen Flüssen im westdeutschen Mittelgebirge, Hügelland und Tiefland aus der Sicht der Landschaftsökologie, des Naturschutzes, der Landschaftspflege, des Flußbaues, der Ingenieurbiologie und der Gewässerunterhaltung behandelt.

### 1 Einleitung

Der Raum, der den Fließgewässern in der Kulturlandschaft in den verschiedenen Zeitaltern bis heute zugestanden wurde, gewährt interessante Einblicke in die Lebensweise und das Naturverständnis der Völker.

In Mitteleuropa war über lange Zeiträume hin die Fläche bzw. die Parzelle, die ein Gewässer einnahm, für zahlreiche extensive Nutzungsformen an und in den Bächen und Flüssen ohne Bedeutung. Hierzu gehörten Fischfang, Jagd, Viehweide durch Hirten, Treidelschiffahrt und Flößerei.

Eine klare Begrenzung der Gewässer war früher nur in wenigen intensiv genutzten Talbereichen, z. B. an Siedlungen, Verkehrswegen, Mühlen und Teichanlagen, notwendig.

Die Kartenaufnahme der Rheinlande durch TRANCHOT und von MÜFFLING weist noch am Anfang des 19. Jahrhunderts weite Talbereiche großer Bäche und kleiner Flüsse, z. B. Nette, Niers und Pleisbach, als Waldgebiete aus. Das mäandrierende Gewässer ist nur mit einer ganz dünnen Linie dargestellt und scheint für die damalige Landaufnahme ohne Bedeutung gewesen zu sein.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts sind selbst kleinste Gewässer im Westerwald begradigt und parzelliert und erhalten nach kulturtechnischen Gesichtspunkten bemessene enge Abflußprofile.

Heute stellt sich heraus, daß eine Wasserwirtschaft, die Anliegen- und Oberliegerinteressen an Fließgewässern sehr hoch bewertet, zu erheblichen Problemen bei den Unterliegern, dem Gemeinwohl (wie z. B. dem Grundwasserdargebot und der Gewässergüte), im Naturhaushalt und Landschaftsbild führen kann.

Aus diesen Gründen wird derzeit die Frage des Flächenbedarfes von Fließgewässern neu überdacht. Überall besteht die erfreuliche Tendenz, dem Fließgewässer wieder mehr Entwicklungsraum zuzugestehen. In diesem Beitrag sollen einige fachliche Überlegungen aus der Sicht der Landschaftsökologie, des Naturschutzes, der Landschaftspflege, des Flußbaues, der Ingenieurbiologie und der Gewässerunterhaltung zu der laufenden Diskussion beigetragen werden.

Die Diskussion über den Flächenbedarf von Fließgewässern erübrigt sich, wenn die gesamte Talauie oder ein großer Teil davon für die Entwicklung einer naturnahen Gewässerlandschaft zur Verfügung stehen.

### 2 Flächenbedarf aus landschaftsökologischer Sicht und aus der Sicht von Naturschutz und Landschaftspflege

#### 2.1 Zur nachhaltigen Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts

Nach wie vor kann davon ausgegangen werden, daß der höchste Grad an Naturnähe erreicht ist, wenn das Gewässer und die Ge-

wässerlandschaft dem natürlichen Zustand entspricht (Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW 1985).

Der natürliche Zustand ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet, bezogen auf das gesamte Fließendwasserökosystem von der Quelle bis zur Mündung, abgewandelt entsprechend dem jeweiligen Gewässertyp (PFLUG 1985).

#### Talauie

- natürliche Hohlformen
- vielfältiges Kleinrelief
- kleinräumig wechselnde Böden (u. a. Stauwasserböden, Auenböden, Gleye und Moore)
- hohe Standortvielfalt
- periodische und episodische Überflutungen
- überwiegend Auen- und Bruchwald
- stellenweise Hochstaudenfluren und Seggenrieder.

#### Ufer

- natürliche Steil- und Flachufer mit einem mehr oder weniger geschlossenen Uferwald
- an stärker belichteten Ufern Röhrichte und Hochstaudenfluren
- im amphibischen Bereich der Oberläufe Rohrglanzgras- oder Flutschwadenröhrichte, der Mittel- und Unterläufe Flußröhrichte.

#### Wasserkörper

- Strömung, Fließgeschwindigkeit und Wasserführung in einem natürlichen Fließgleichgewicht
- ausgewogene Verhältnisse zwischen Produktion, Verbrauch und Abbau organischer Substanz (vollständiger Kreislauf der Stoffe).
- in Altarmen und Altwässern Verlandungen (unvollständiger Kreislauf der Stoffe).

#### Gewässerbett

- je nach Fließgewässertyp typische morphologische Gegebenheiten
- ausgeglichener Geschiebehaushalt.

#### Naturhaushalt

- hohe Widerstandsfähigkeit gegen Gefahren aus der Natur (u. a. Hochwasser, Sturm, Eisgang, Trockenheit)
- geringe Produktivität (im Vergleich zu Fließendwasserökosystemen in der Kulturlandschaft)
- ausgeglichene Artenstruktur
- nachhaltige Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts.

Im Gegensatz dazu weisen die vom Menschen intensiv genutzten und belasteten Fließgewässerlandschaften stark gestörte Abflußregime, wesentlich erhöhte Wassertemperaturen (auch im Ober-

und Mittellauf), eine hohe Sauerstoffzehrung (auch bereits im Ober- und Mittellauf) und als Folge unausgereifte, labile Vegetationsbestände im und am Wasserkörper und in der Aue auf. Da überwiegend nur erste Sukzessionsstufen auftreten, ist die Produktivität des gestörten Ökosystems an organischer Substanz hoch, die Artenstruktur ist infolge wiederholter Eingriffe ständig im Wandel und die Aufwendungen für Reinhaltung und Unterhaltung sind hoch. Eine nachhaltige Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts ist nicht mehr gegeben bzw. stark eingeschränkt.

Eine naturnahe Behandlung von Fließgewässern bedeutet, sie aus dem vom Menschen geschaffenen naturfernen und starren Zustand wieder zu entlassen und ihnen kontrolliert ihre Eigendynamik in einer naturnahen Gewässerlandschaft, in der die der Natur angemessenen Nutzungen weiterhin vorstatten gehen können, zurückzugeben.

Der bei einer naturnahen Behandlung von Fließgewässern benötigte Raum hängt von dem Grad der Naturnähe ab, der zugelassen wird oder werden kann. Die erforderliche Fläche ist zudem von den jeweiligen Eigenschaften des Ober-, Mittel- und Unterlaufs abhängig. Im Zusammenhang damit spielen die Strömungsverhältnisse, die Eigenschaften des Gesteins und der Böden, die Fließgeschwindigkeiten und die Höhe, vor allem aber auch die Dauer der Wasserstände eine Rolle.

Neben der Erhaltung der Reste natürlicher und naturnaher Fließwasserökosysteme muß das Hauptaugenmerk auf die schrittweise Umgestaltung naturferner „Vorfluter“ in naturnahe Fließgewässer (Renaturierung) gelegt werden. Diese Aufgabe ist bei den fortgeschrittenen Ausbaustadien und der mehr oder weniger intensiven Nutzung der Gewässerlandschaften nur langfristig und in kleinen Schritten möglich und bedarf, um kurzfristig unzumutbare Nachteile für die Nutzer und Eigentümer der Gewässer und Auen zu vermeiden, eines überlegten Vorgehens. Dabei ist Voraussetzung, nicht nur das Gewässer und seine Aue, sondern das gesamte Einzugsgebiet mit seinen Eigenschaften zu erfassen, um auch dort für die Fließgewässer und ihre Aue weitere problematische Vorhaben zu verhindern und nachteilige Entwicklungen entweder rückgängig zu machen oder im Sinne eines erhöhten Schutzes der Talauen und Fließgewässer zu sanieren.

Um wieder zu naturnahen Gewässerlandschaften zu kommen, sind die nachfolgend aufgeführten Schritte erforderlich. Sie müs-

sen nicht nacheinander, sondern können auch nebeneinander verfolgt und verwirklicht werden.

## 2.2 Schutz

Schnelles und unkonventionelles Handeln ist zum Schutz der Reste noch natürlicher und naturnaher Fließwasserökosysteme einschließlich ihrer Auen notwendig. Soweit erforderlich, ist mit Hilfe bewährter Verfahren zur Beurteilung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern deren Wert aus der Sicht von Naturschutz und Landschaftspflege nachzuweisen.

Zum Schutz der Reste naturnaher Fließwasserökosysteme gehört unter anderem die Erhaltung oder Wiederherstellung eines weitgehend den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Abflußregimes. Dieses ist von entscheidender Bedeutung für den Bestand an natürlichen Biotopen und Biozönosen. Das Schutzkonzept muß auch die Quellbereiche, Altwasser, Altarme, Flutmulden, Erlenbrücher und Naßwiesen im Bereich von Niedermooren enthalten. Sicherzustellen ist, daß die geschützten Fließwasserökosysteme nicht durch Stoffeinträge aus benachbarten landwirtschaftlich genutzten Flächen und aus Siedlungen geschädigt werden.

Die schutzwürdigen Fließwasserökosysteme müssen unter einen strengen Schutz gestellt werden. Je nach den örtlichen Gegebenheiten und Erfordernissen kommen hierfür die Schutzkategorien Wasserschutzgebiet (§ 19 Abs. 1 Satz 3 WHG), Naturschutzgebiet, Naturdenkmal und Geschützter Landschaftsbestandteil in Betracht. Eingriffe in die geschützten Gebiete sind nicht zuzulassen. Auch sollte Angeln in den Schutzgebieten nicht erlaubt sein.

## 2.3 Verknüpfung

Der zweite Schritt zu einer naturnäheren Lösung ist in der Verknüpfung von Haupt- und Nebengewässern zu sehen, um vor allem den wandernden Wasserlebewesen den Aufstieg zu ermöglichen. Aus den Fließgewässern müssen die von diesen Arten nicht zu überwindenden Barrieren entfernt oder so umgebaut werden, daß der Aufstieg wieder möglich ist. Zu diesen Barrieren gehören vor allem Sohlabstürze, Verrohrungen, Teiche und gespannte Regenrückhaltebecken im Hauptschluß des Gewässers und Gewässersohlen aus nicht natürlichem Material und floren- wie faunenfeindlicher Anordnung.

Auch müssen die Wasserstände wieder den natürlichen Schwankungen folgen können. Die hierdurch entstehenden Reize tragen zum Auslösen der Wanderbewegungen bei (BLESS 1978).

Voraussetzung für den Erfolg der Verknüpfung von Haupt- und Nebengewässern ist eine Wasserqualität, die allen wasserbewohnenden Lebewesen den Aufenthalt in und den Wechsel zwischen den ihnen gemäßen Gewässerregionen ermöglicht.

Der Flächenbedarf für alle mit einer Verknüpfung von Haupt- und Nebengewässern verbundenen Veränderungen, also der Wiederherstellung eines integrierten Biotopverbundsystems im Bereich des Wasserkörpers (Deutscher Rat für Landespflege 1983), ist vergleichsweise gering.

## 2.4 Anreicherung

Der dritte Schritt zu einer naturnäheren Lösung ist die Anreicherung begradigter und im Trapezprofil ausgebauter Wasserläufe auf den zur Verfügung stehenden Flächen (u. a. Sohle und Böschungen) mit natürlichen Strukturen (u. a. Störsteine, kleine Uferabbrüche, Kolke, Steilufer, Flachwasserzonen, Bach- und Flußröhrichte, Hochstaudenfluren und Ufergehölze). Entfernt werden sollten naturferne Strukturen (u. a. Sohlstickung, Böschungspflaster, Querwerke, Sohlrampen) dort, wo sie nicht mehr erforderlich sind. Allein



Abb. 1: Der Guldenbach oberhalb Stromberg im Hunsrück im Jahr 1955 als Beispiel für den dritten Schritt „Anreicherung“ (Abschnitt 2.4). Infolge des schmalen Niederschlagsgebietes mit steil abfallenden seitlichen Hängen sammeln sich die Niederschlagswässer in verhältnismäßig kurzer Zeit im Bach. Den schnell verlaufenden Hochwässern folgen niedrige Wasserstände. Das Bild zeigt einen Ausschnitt aus dem Mittellauf. (Foto: Landesbildstelle Rheinland-Pfalz)



Abb. 2: Das bis in das Mittelwasser reichende Ufergehölz sichert gemeinsam mit dem vom dichten Wurzelwerk umklammerten Geröll seit Jahrzehnten den Uferbereich (Anteil der 35–60 Jahre alten Roterien am ungleichaltrigen Bestand etwa 65 %). Das Bild entstand 1955 im mittleren Bereich des auf der Abbildung 1 abgebildeten Guldenbaches. (Foto: W. Pflug)

schon die Pflanzung mehrerer Reihen bodenständiger Gehölze zwischen dem Sommermittelwasser und der Böschungsoberkante stellt eine einfache und kostengünstige Umgestaltung eines Trapezquerschnittes dar. Auf diese Weise kann bereits eine bedeutende Verbesserung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes erzielt werden.

In den meisten Fällen sind die Abflußquerschnitte konventionell ausgebaute Fließgewässer so großzügig bemessen worden, daß bei diesem Vorgehen zusätzliche Flächen im allgemeinen nicht erforderlich sind bzw. der Flächenbedarf äußerst gering ist.

Ein im Trapezprofil ausgebautes Fließgewässer kann bei einem Vorgehen, wie es vorstehend geschildert wird, später durchaus ein Bild ergeben, wie es der Guldenbach bei Stromberg im Kreis Kreuznach im Jahr 1956 darstellt (Abb. 1—3, Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz 1956). Sein Einzugsgebiet beträgt 100 qkm. Im oberen Teil ist es bewaldet, von Windesheim abwärts besteht es größtenteils aus Ackerland und Weinbergen. Das Sohlgefälle beträgt in dem betrachteten Abschnitt 16 %, die Fließgeschwindigkeit bei HHW 3,2–3,7 m/s.

### 2.5 Verbreiterung und Verlängerung

Der vierte Schritt besteht in der Vergrößerung der Fläche, die dem Fließgewässer überlassen bleibt sowie in der Verlängerung der Fließstrecke dort, wo sie einstmals verkürzt wurde. Dieser Schritt beinhaltet unter anderem, das nunmehr „entfesselte“ Gewässer sein Bett selbst ausbilden zu lassen und die Entstehung und Entwicklung der Bewuchsstruktur der Natur weitgehend zu überlassen. Die zum Gewässer gehörende Fläche sollte auf jeder Uferseite mindestens das Dreifache der Wasserspiegelbreite bei Mittelwasser betragen. Bei stark eingetieften Bächen sollte der Mindestabstand zwischen dem Böschungsfuß und der Nutzungsgrenze größer sein als der vierfache Wert der Höhendifferenz zwischen dem Tiefpunkt in der Gewässersohle und der Geländehöhe an der Nutzungsgrenze (PFLUG, BUCHHOLZ, HARDT, JOHANNSEN und PAULSON 1989). Der gewonnene Raum steht dem Gewässer und seiner Eigendynamik zur Verfügung und sollte möglichst ungenutzt bleiben oder einer extensiven Nutzung unterliegen. Darüber hinaus sind Schlingen dort, wo sie einstmals vorhanden waren, wiederherzustellen.

Dieser vierte Schritt ist mit erheblichen Eingriffen in die in Kultur genommenen Flächen verbunden und verlangt nicht nur eine geziel-

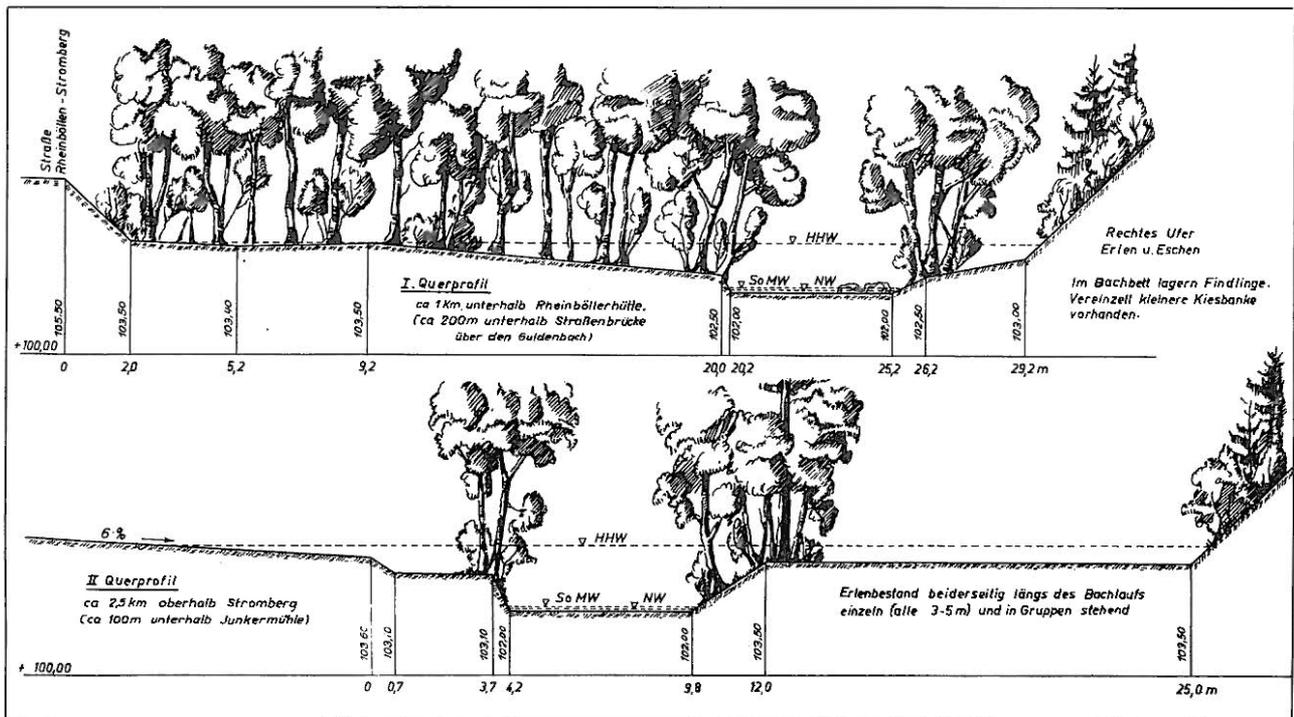


Abb. 3: Querschnitt vom Guldenbach und seinem Gehölzwuchs im Bereich der als Grünland genutzten Talau und im Auenwald. (Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz 1956, Zeichnung Willems nach einer Vorlage von W. Pflug)



Abb. 4: Unmittelbar oberhalb der Einmündung des Glan in die Nahe entstand Anfang der fünfziger Jahre auf dem rechten Naheufer ein Abbruch auf 200 m Länge. Das Ufer unterlag einer starken Belastung durch Weidevieh, die Vegetationsdecke wurde gestört und der freigelegte Boden bei Hochwasser abgeschwemmt. Der abgetragene Boden bildete unterhalb der Abbruchstelle im Flußbett eine Barre. Dadurch entstand ein Rückstau in der Nahe und im Glan. Befürchtet wurde eine Gefährdung der westlich des Abbruchs verlaufenden Bundesbahnstrecke. Das Ufer wurde mit einer Neigung von 1 : 5 bis 1 : 10 geböschst und mit Weidenkähmen nach KELLER besteckt. Das Bild zeigt die im Jahr 1953 senkrecht zum Strom eingebrachten Weidensteckhölzer. Dieses Beispiel stellt einen ersten Ansatz für den Schritt „Verbreiterung“ (Abschnitt 2.5) dar. Im Gegensatz zum Zustand vor dem Abbruch konnte sich nun ein Ufergehölz auf einem bis zu 30 m breiten Uferstrandstreifen entwickeln. (Foto: P. Heller)

Ein Beispiel für die Vergrößerung der Fläche, die dem Fließgewässer überlassen bleibt, ist die Ufersicherung an einem Prallufer der Nahe bei Odernheim im Jahr 1953 (Abb. 4–7, Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz 1955, JOHANNSEN und STÄHR 1988).

Ein weiteres Beispiel für die Vergrößerung der dem Fließgewässer zur Verfügung stehenden Fläche ist die naturnahe Umgestaltung der Ems auf dem rund 4 km langen Abschnitt zwischen Rietberg und der Mühle Füchthey in den Jahren 1982 bis 1984 (Abb. 8–10, PLFUG, RUWENSTROTH, STÄHR, LIMPERT, REGENSTEIN und SCHOTT 1980).

Beide Beispiele stellen erste Ansätze zur Rückgewinnung von Flächen für das Fließgewässer dar.

te Bodenpolitik (u. a. Ankauf, Pacht), sondern auch angemessene Ausgleichs- und Entschädigungsregelungen (u. a. für die Aufgabe von Nutzungen, Extensivierung auf vorher intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen und Umsiedlung). Der Flächenbedarf ist erheblich, die nachhaltige Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts entsprechend hoch.

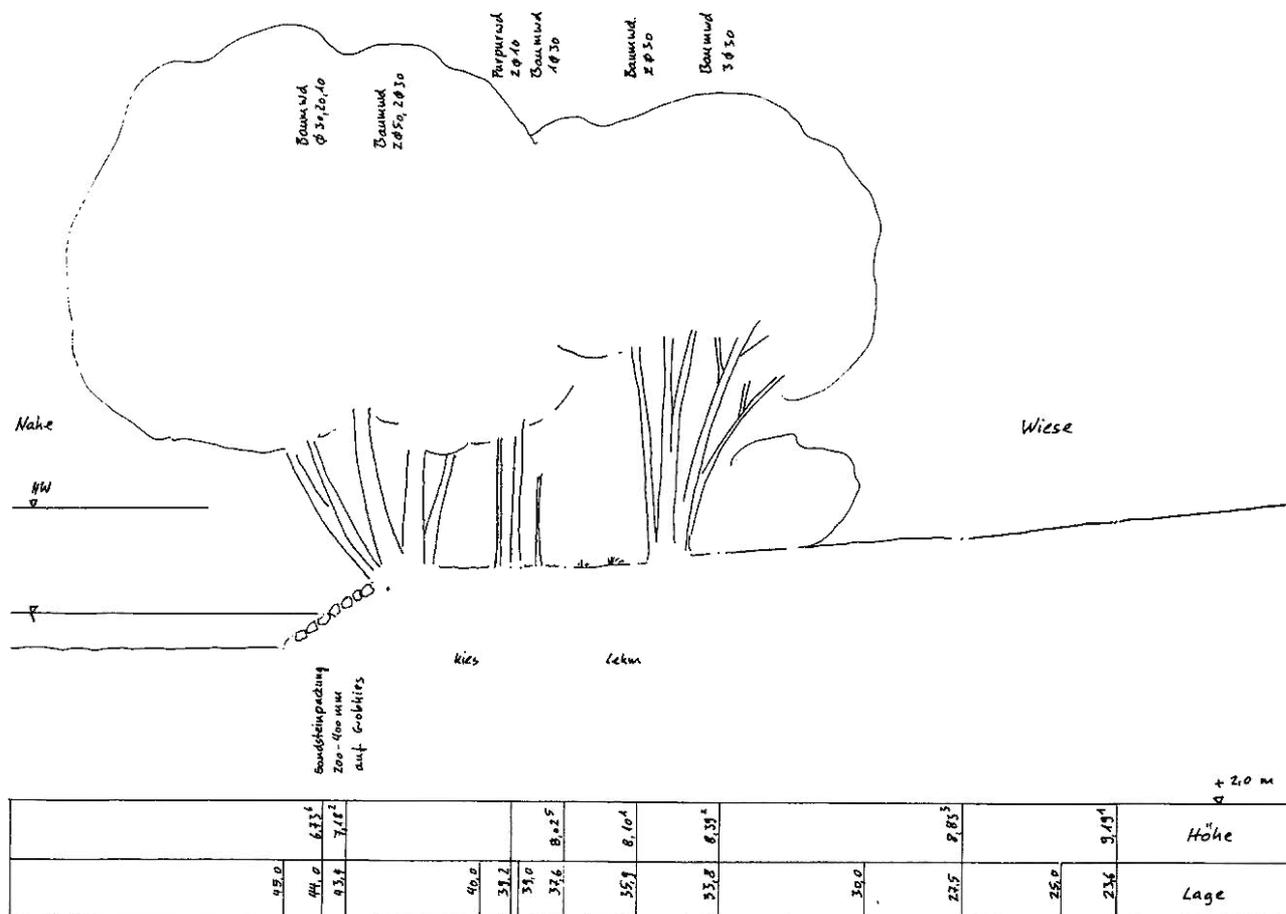


Abb. 5: Profil der Ufersicherung an der Nahe, 35 Jahre nach dem Lebendverbau. Die in der Zeichnung enthaltene Sandsteinpackung wurde Jahre nach dem Ausbau an einigen Stellen eingebracht. (JOHANNSEN und STÄHR 1988)



Abb. 6: Naturnahe Ufersicherung an der Nahe bei Gau-Odernheim. Blick in das 35 Jahre alte Ufergehölz aus Baumweiden. (Foto: W. Pflug)



Abb. 7: Trotz fehlender Unterhaltung und Beeinträchtigungen durch Weidevieh erfüllte die naturnahe Ufersicherung an der Nahe über drei Jahrzehnte die ihr gestellte Aufgabe. Stellenweise finden sich in den offenen Buchten bereits Arten einjähriger Spülsäume und in den Bereichen der Weich- und Hartholzauze Feuchtezeiger und Auwaldarten. Dringend erforderlich ist, das Weidevieh aus dem Ufergehölz herauszuhalten. (Foto: W. Pflug)

## 2.6 Ausdehnung

Der fünfte Schritt besteht in der Wiederherstellung von autotypischen Strukturen wie Hohlformen (u. a. Altwasser, Altarm, Flutmulde, Tümpel) und Auenwälder. Der Flächenbedarf hängt von den jeweils gegebenen Möglichkeiten in der Aue ab und wird im allgemeinen hoch sein. Mit jeder aus der Nutzung genommenen und wieder den natürlichen Bedürfnissen eines fließendwasserökosystems entsprechenden Fläche verbessert sich die Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts der fließgewässerlandschaften entsprechend dem Ziel einer nachhaltigen Sicherung.

Auch bei diesem Schritt spielt eine im Sinne des Gewässer- und Naturschutzes gesteuerte Grundstücks- und Bodenpolitik mit entsprechenden Ausgleichs- und Entschädigungsregelungen eine nicht zu unterschätzende Rolle. Der vierte und der fünfte Schritt kommt nicht aus ohne den Einsatz bewährter Mittel der Landeskultur wie z. B. Flurbereinigung oder beschleunigtes Zusammenlegungsverfahren.

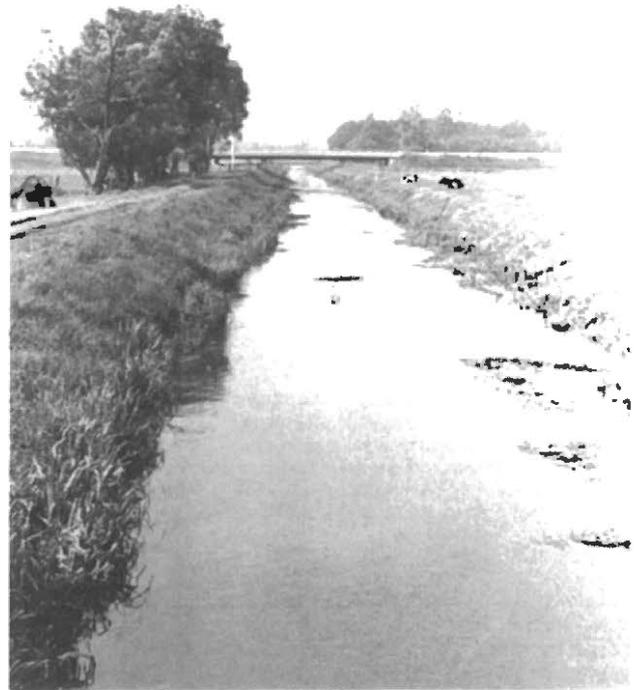


Abb. 8: Der Emsabschnitt zwischen Rietberg und der Mühle Füchthey kurz vor der Umgestaltung — ein begradigtes Gerinne, streckenweise gestaut, zwischen niedrigen Flußdämmen bzw. -deichen. Blickrichtung Westen. (Foto: W. Pflug)

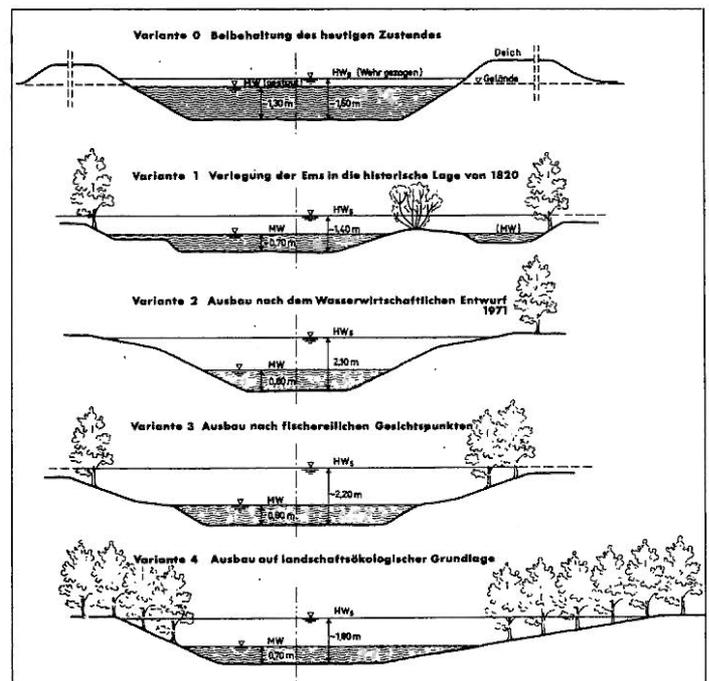


Abb. 9: Querschnitte der fünf für die Umgestaltung der Ems untersuchten Varianten. Die Variante 4 mit dem breitesten Querschnitt wurde verwirklicht — ein erster Ansatz für den Schritt „Verbreiterung“ (Abschnitt 2.5). (PFLUG, STÄHR, RUWENSTROTH, LIMPÉRT, REGENSTEIN und SCHOTT 1980)  
 Mw Mittelwasserstand  
 HW<sub>5</sub> Wasserstand für Bemessungshochwasser (hier: 5jährliches Ereignis)  
 Die Größe des Bewuchses entspricht etwa einer drei Jahre alten Pflanzung



Abb. 10: Der Emsabschnitt zwei Jahre nach der Umgestaltung im Sommer 1986, bei der neben Gesichtspunkten des naturnahen Wasserbaues und des Naturschutzes auch solche der Landwirtschaft, der Fischerei, des Siedlungswesens, des Verkehrs und der Erholung zu berücksichtigen waren. Die Ems kann nunmehr ihr Bett selbst gestalten und tat dies inzwischen auch kräftig mit Auflandungen, Abbrüchen und Sohleintiefungen. (Foto: W. Pflug)



Abb. 11: Das überwiegend extensiv oder nicht mehr genutzte Tal des Alfbaehes bei Brandscheid am westlichen Rand der Schneifel wird mit einer gesamten Talauflage auf mindestens 6 km Länge als Naturschutzgebiet ausgewiesen und voraussichtlich überwiegend der natürlichen Entwicklung anheimgegeben. Dieses Beispiel steht für den Begriff „Ausdehnung“ (Abschnitt 2.6). (Foto: F. Nippe)

Ein Beispiel für die Wiederherstellung autotypischer Strukturen und Auenwälder ist in der Absicht des Landes Rheinland-Pfalz zu sehen, das Alfbahtal bei Brandscheid in der Schneifel auf etwa 6 km Länge (8 km Lauflänge) und 200 bis 400 m Breite als Naturschutzgebiet auszuweisen und darin die heute schon überwiegend extensive Grünlandnutzung entweder aufzuheben oder zu beschränken (Abb. 11). Zu dieser Lösung trug wesentlich das Flurbereinigerungsverfahren Brandscheid bei.

### 3 Flächenbedarf aus der Sicht des Flußbaues

Unter Flußbau wird im folgenden ausschließlich ein naturnaher Flußbau verstanden, bei dem die Eigenarten des jeweiligen Fließgewässers erhalten und das Gewässer in einen naturnahen Zustand überführt werden soll. Hierbei werden die Forderungen angrenzender Nutzungen und des Gemeinwohls in ausgewogener Weise berücksichtigt.

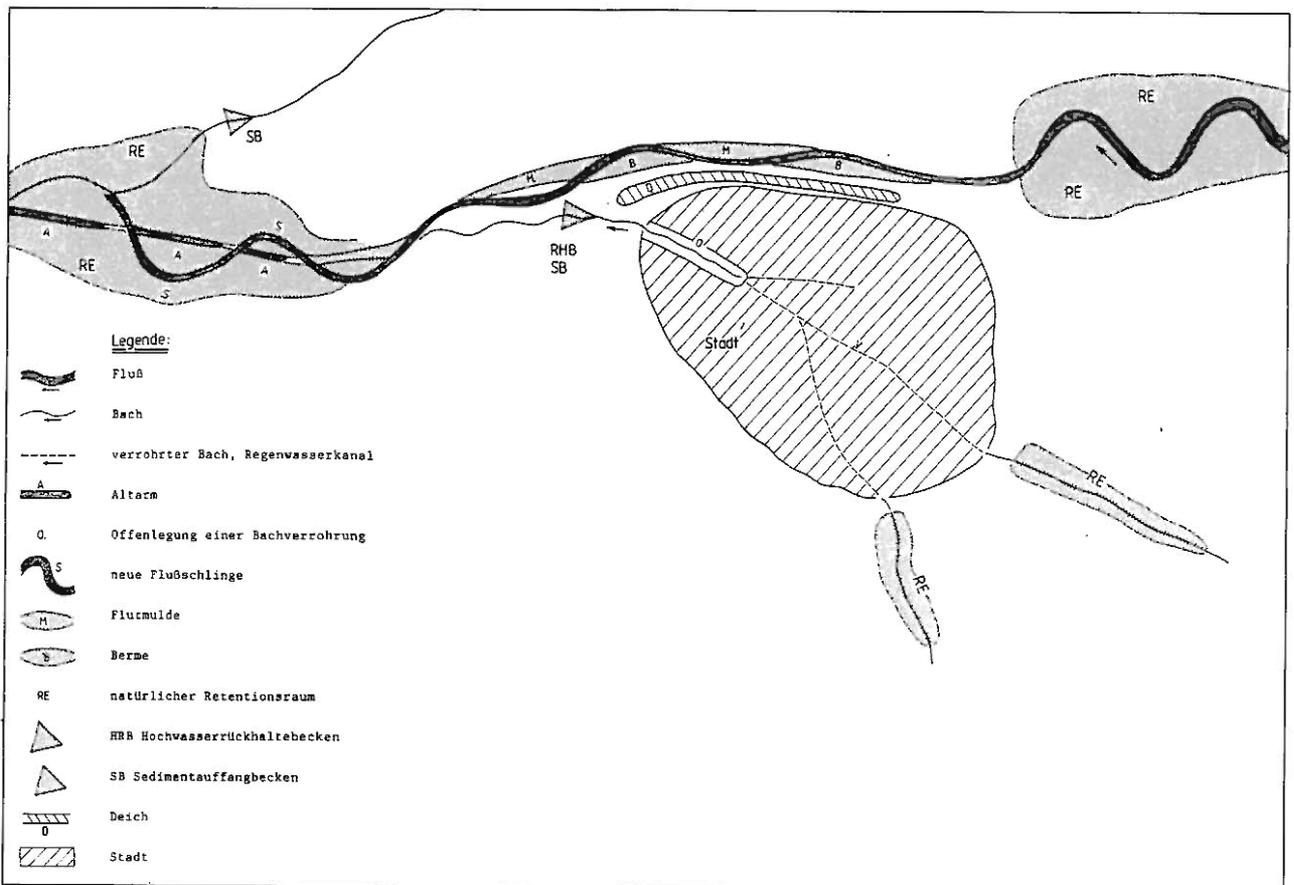


Abb. 12: Prinzipalskizze zur Darstellung des Flächenbedarfes für die naturnähere Entwicklung der Fließgewässer aus flußbaulicher Sicht.

Der Flächenbedarf entsteht durch zahlreiche Maßnahmen. Einen Überblick vermittelt die Abb. 12. Im folgenden werden einige dieser Maßnahmen erläutert.

Für die Schaffung ausgeglichener Wasserführungen, wie sie der Natur des Gewässers entsprechen, sind Flächen für die Retention bzw. den Hochwasserrückhalt erforderlich.

Dabei sollten bei gering und mäßig belasteten Gewässern (Gewässergüte II und besser) naturnahe Formen der Hochwasserrückhaltung, wie z. B. die Reaktivierung der natürlichen Retentionsräume, erfolgen. Hierbei entsteht ein hoher Flächenbedarf.

Bei stärker verschmutzten Gewässern (Gewässergüte III und schlechter) wird kompakten Hochwasserrückhaltebecken herkömmlicher Bauart der Vorzug gegeben. So kann die mit der Hochwasserrückhaltung verbundene starke Anreicherung der Böden mit Nährstoffen und Schadstoffen auf kleinere Flächen begrenzt werden.

Eine Verbesserung der Niedrigwassersituation ist durch eine Wiedervernässung von ehemaligen Feuchtgebieten möglich. Als konkrete Baumaßnahmen kommen der teilweise Rückbau von Dränsystemen und das Anheben von Gewässersohlen in Frage.

Die wiedervernässten Flächen müssen erworben oder gepachtet bzw. der damit verbundene Nutzungsausfall muß entschädigt werden.

Flächen für Sedimentrückhaltebecken sind an geeigneten Stellen erforderlich. Durch derartige Becken können unnatürlich hohe Sand- und Schlammfrachten reduziert werden. Hierdurch wird ein Beitrag zur Verbesserung der Gewässergüte geleistet.

Für die Öffnung von Gewässerverrohrungen sind Flächen erforderlich. Oftmals sind die Verrohrungen überbaut worden, so daß

das Gewässer in einer neuen Trasse an der Bebauung vorbei geführt werden muß.

Für den Hochwasserschutz von Ortslagen mit naturnahen Mitteln müssen größere Flächen bereit gestellt werden als bei der früher üblichen Vorflutbeschaffung.

Neben den oben beschriebenen Hochwasserrückhaltemaßnahmen wird der Schutz durch Dämme und Deiche sowohl aus der Sicht der Wasserwirtschaft als auch aus der des Naturschutzes meist günstig beurteilt. Die Hochwasserwelle wird kaum verschärft und Eingriffe in das Gewässer selbst sind kaum erforderlich. Die Fläche für derartige Schutzmaßnahmen muß am Ortsrand vorgehalten werden.

In bestimmten Fällen werden Gewässer in Ortslagen und unterhalb der Ortslage hochwasserfrei ausgebaut werden müssen. Dabei sollte das früher übliche kompakte Trapezgerinne als absolute Ausnahme zum Passieren kurzer Engpässe angesehen werden.

Zu einem neu ausgebauten Fließgewässer gehört heute unbedingt an beiden Ufern ein mehr oder weniger geschlossener Saum aus bodenständigen Gehölzen (vergleiche KIRWALD 1964, PFLUG 1985, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen 1989). Wenn dadurch bedingt die Hochwasserabflüsse im Flußlauf selbst nicht mehr schadfrei abgeführt werden können, müssen seitlich Flutmulden oder Berme vorgesehen werden (Abb. 13 und 14). Der Flächenbedarf für die gegliederten Abflußprofile ist deutlich größer als der kompakter Trapezgerinne, weil sich wesentlich langsamere Fließgeschwindigkeiten einstellen.

Neu geplante Fluß- und Bachläufe erhalten heute in der Regel eine geschwungene Linienführung (Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen 1989). Nutzungsgrenzen oder parallel verlaufende Verkehrswege oder Leitungen haben meist einen geraden Verlauf. Hierdurch kommt es bei Neuplanungen zu einem we-

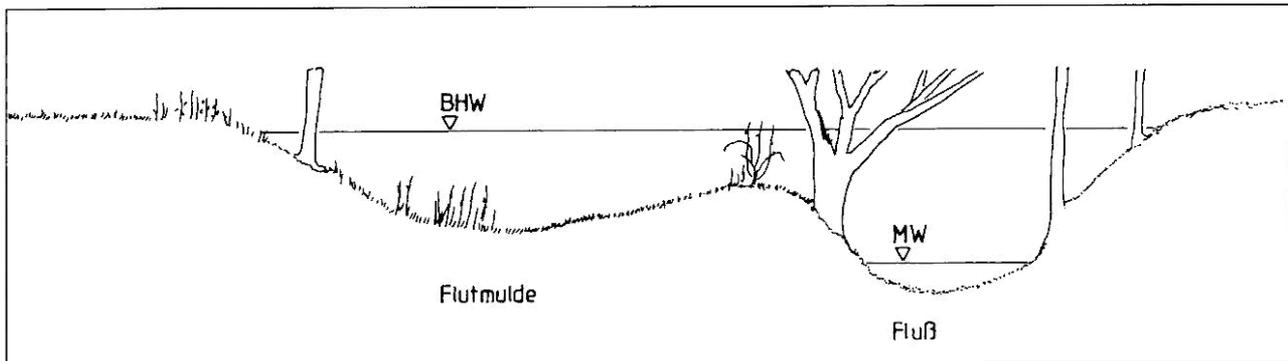


Abb. 13: Naturgemäße Gewässergestaltung mit Flutmulde bei hohen Anforderungen an die hydraulische Leistungsfähigkeit.

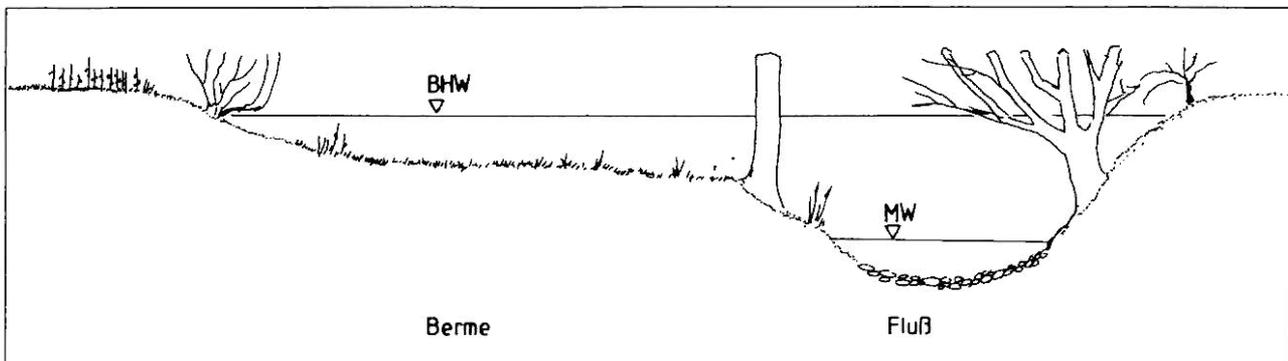


Abb. 14: Naturgemäße Gewässergestaltung mit Berme bei hohen Anforderungen an die hydraulische Leistungsfähigkeit.

sentlich höheren Flächenbedarf als bei der früher üblichen geraden Trassenführung.

Die ehemals übliche Anordnung von Verkehrswegen und Leitungstrassen unmittelbar neben einem begradigten Gewässer führt bei einer Renaturierung zu großen Schwierigkeiten. Wegen der hohen Kosten für die Verlegung der Leitungen oder für Dükerbauten scheitern zahlreiche Vorhaben, einen naturnäheren Wasserlauf wieder herzustellen. Häufig werden die Umbauten nur auf der anderen Uferseite vorgesehen.

Die meisten Fließgewässer haben von Natur aus die Tendenz, ihren Lauf zu verlagern. Diese Tendenz muß bei der Planung berücksichtigt werden, soll den Gewässern wieder ein Teil ihrer ursprünglichen Dynamik zugestanden werden. Hierzu gehört eine großzügige Bemessung der Flächen für die Sohle und die Böschungen und die Verwendung von Sicherungselementen, die auch nach begrenzter Unterspülung, Absinken oder Umlagerung noch ihre Aufgabe erfüllen. Bewährt haben sich in dieser Hinsicht Bauweisen mit Kies, Schotter, Steinen, Faschinenreisig und ingenieurbio-logische Bauweisen.

Gesichert werden sollte nur dort, wo die natürliche Entwicklung nicht abgewartet werden kann, weil mit Erosionsvorgängen zu rechnen ist, die zu Schäden auf den genutzten Flächen der Anlieger, Oberlieger oder Unterlieger führen. Meist kann durch die Bereitstellung eines ausreichend breiten Uferstrandstreifens eine künstliche Ufersicherung stark reduziert werden oder unterbleiben.

#### 4 Flächenbedarf aus ingenieurbio-logischer Sicht

##### 4.1 Allgemeines

Unter Ingenieurbio-logie wird in diesem Zusammenhang der gezielte Einsatz von Pflanzen und Pflanzenbeständen bei der Sicherung von Ufern, Böschungen, Bermen, Flutmulden, Dämmen und Deichen verstanden. Hierzu gehört auch die Kenntnis späterer Entwicklungsstadien der mit den Lebendbauweisen gegründeten Pflanzenbestände, sowie die Fähigkeit zu beurteilen, ob eine Si-

cherung notwendig ist oder ob an den betroffenen Stellen auch durch spontane Vegetationsansiedlung mittelfristig stabile Verhältnisse entstehen können.

Ingenieurbio-logische Methoden ermöglichen an den Fließgewässern der Mittelgebirge, des Hügellandes und des Tieflandes bei Einhaltung bestimmter Randbedingungen eine Ufersicherung bis etwa 0,3 m unter das Sommermittelwasser. Kleine Gewässer lassen sich häufig allein durch Lebendbauweisen sichern, bei größeren kann eine Sicherung der Unterwasserböschungen mit anderen Baustoffen erforderlich werden. Zu den Rahmenbedingungen gehören Gewässergüte, Fließgeschwindigkeit und Schleppkräfte, Bodeneigenschaften, Böschungsneigungen, Bodenwasser, Belichtung, Überstauung und die Abschirmung vor schädlichen Nutzungseinflüssen.

Aus ingenieurbio-logischer Sicht entsteht ein Flächenbedarf, weil Lebendbauweisen erst ab einer bestimmten Böschungsneigung möglich werden. Die Optimierung der Böschungsneigung ermöglicht den Einsatz kostengünstiger Lebendbauweisen und erfordert nur einen geringen Pflegeaufwand. Bei starken Schleppkräften, drückendem Grundwasser und erosionsanfälligen Bodenarten können sehr flache Böschungen mit großem Flächenbedarf erforderlich sein (Abb. 15, Lehrstuhl für Landschaftsökologie und Landschaftsgestaltung der Technischen Hochschule Aachen 1977).

Bei einem weiteren Abflachen von Böschungen über das genannte Maß hinaus oder bei einer Reduzierung der Strömungskräfte kann unter günstigen Umständen mit einer schnellen und spontanen Vegetationsansiedlung gerechnet werden, so daß auf Sicherungsbauweisen teilweise oder ganz verzichtet werden kann.

Hierfür sind größere Flächen erforderlich. Weitere Flächen sind notwendig, um die nachteiligen Einflüsse angrenzender Nutzungen auf ein für den Lebendbau erträgliches Maß zu reduzieren.

##### 4.2 Flächenbedarf in der freien Landschaft

In der landwirtschaftlichen Flur wird hinter dem Ufergehölz ein Geländestreifen benötigt, damit nachteilige Einflüsse aus der landwirtschaftlichen Nutzung vermieden werden.

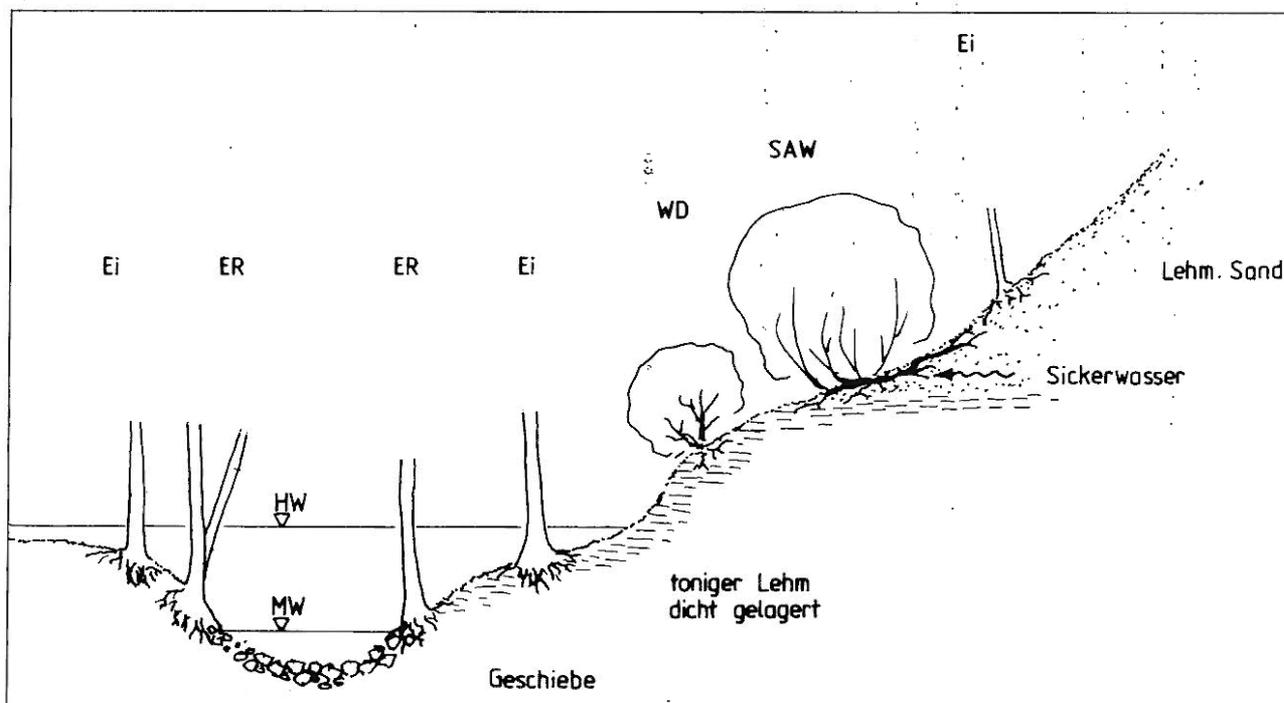


Abb. 15: Geländeprofilgestaltung eines Hanganschnittes nach ingenieurbio-logischen Gesichtspunkten. Das Gelände wird so ausgeformt, daß die geplanten Vegetationsbestände es langfristig stabilisieren können. Abkürzungen: Ei = Stieleiche, ER = Schwarzerle, WD = Weißdorn, SAW = Salweide

Bei Mähwiesen ist aus ingenieurbio­logischer Sicht eine Nutzung bis 1 m an die Stämme der Ufergehölze heran möglich.

Auf Weiden sollte der Zaun bei Rindern mindestens 1 m, bei Pferden 1,5 m hinter der oberen Gehölzreihe aufgestellt werden. Empfohlen wird ein Zaunabstand von 2–3 m, damit die Entwicklung der Gehölze nicht durch Verbiß der Äste und Verdichtung des Bodens im Wurzelbereich gestört wird.

An Äckern wird ein Abstand von 5 m zum Uferschutzgehölz für sinnvoll gehalten. Bei flachwurzeln­den Gehölzen besteht sonst die Gefahr, daß Wurzeln, die einen Beitrag zur Stabilisierung der Ufer leisten, beim Pflügen durchtrennt werden (Abb. 16). Die Ufervegetation ist dann nicht so direkt dem Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln der Landwirtschaft ausgesetzt.

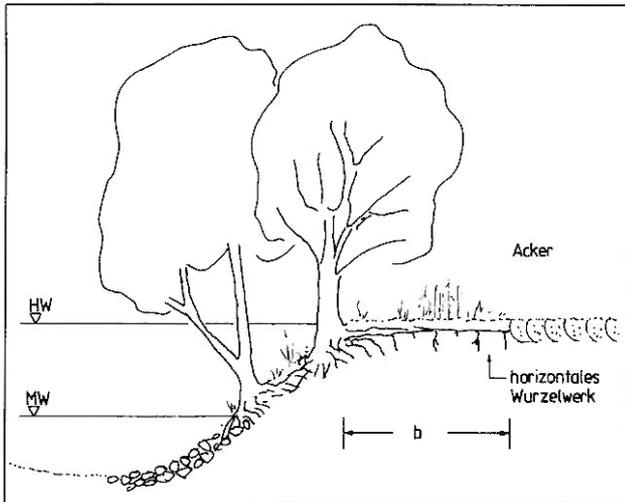


Abb. 16: Schutzabstand  $b$  zwischen einem Ackerrand und einem Uferschutzgehölz, um eine Schädigung horizontaler Wurzeln zu verhindern.

Eine naturnahe Waldwirtschaft mit bodenständigen Bäumen läßt sich mit ingenieurbio­logischen Gewässersicherungen kombinieren. Eine Zuordnung von Flächen zur Waldnutzung und zum Gewässer kann in diesem Fall entfallen.

Bei weniger naturnahem Waldbau, z. B. in reinen Fichtenbeständen in der Aue, muß für ingenieurbio­logische Gewässersicherungen ein mindestens 50 m breiter Talstreifen zur Verfügung gestellt werden, damit am Gewässer noch genügend Licht für den Aufwuchs heimischer Bäume, Sträucher und Kräuter einfällt.

Ein Ziel des Naturschutzes ist die weitgehende Entfesselung des Wasserlaufes in der freien Landschaft, damit sich die von Natur aus dynamischen Vorgänge in den Fließgewässerlandschaften wieder einstellen können. Aus ingenieurbio­logischer Sicht können dabei die nachfolgend aufgeführten Entwicklungen eintreten.

An einem geraden Bachabschnitt des Schwallbaches bei Wilzenberg in der Gemeinde Birkenfeld wurde im Bereich einer Tiefenerosion die spontane Weiterentwicklung des Gewässers beobachtet, die durch die Ausgrenzung des Weideviehs ermöglicht wurde. Hier kam es nach dem Abbrechen übersteter Uferabschnitte auf der so entstandenen Berme zu spontaner Vegetationsansiedlung und Eigenstabilisierung (Abb. 17).

Die Erhaltung, Neuanlage und Weiterentwicklung kurvenreicher Gewässer­strecken in der freien Landschaft ist heute ein gemeinsames Ziel der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes.

Die Mechanismen einer Mäanderentwicklung sind von zahlreichen standörtlichen Faktoren wie Relief, Gestein, Böden, Klima, Wasserhaushalt, Gerinnegeometrie, Zu- und Abströmverhältnisse,

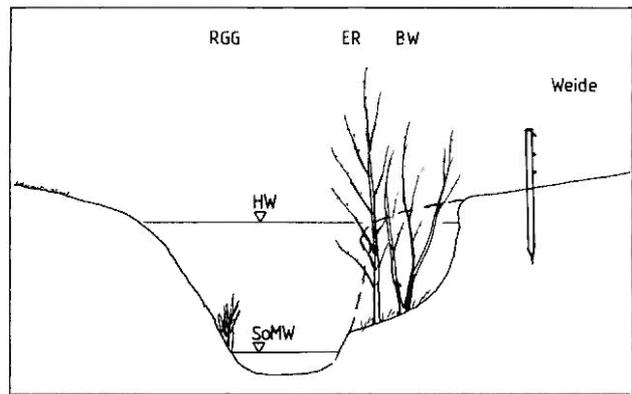


Abb. 17: Eigenstabilisierung eines Uferanbruches in einer geraden Bachstrecke mit Tiefenerosion durch spontane Vegetationsansiedlung nach Ausgrenzung des Weideviehs. Abkürzungen: ER = Schwarzerle, BW = Baumweide, RGG = Rohrglanzgras.

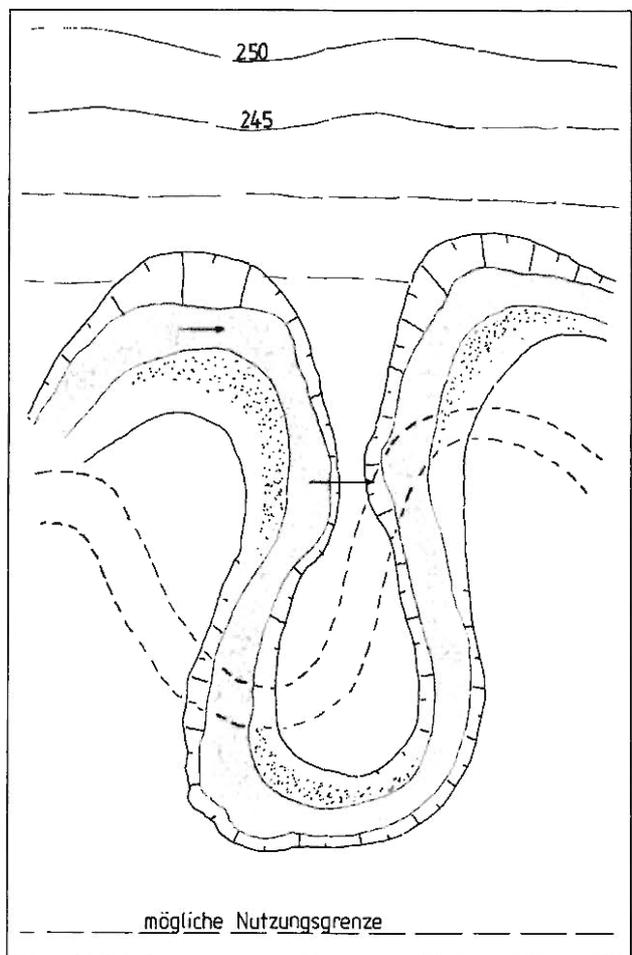


Abb. 18: Begrenzung der Verlagerung eines Flußlaufes durch einen Talhang links. Eine Weiterentwicklung der rechten Flußschlinge nach rechts wird durch den Mäanderdurchbruch unterbunden. Daraus ergibt sich am rechten Ufer eine Nutzungsgrenze, die keinen Sicherungsaufwand erfordert. Der frühere Flußlauf ist gestrichelt dargestellt.

erosionsmindernde und die Sedimentation verstärkende Pflanzenbestände, Wühl- und Nagetiere und Nutzungen abhängig. Da wichtige Einflußfaktoren (wie z. B. Hochwasserabflüsse) nicht vorhersagbar sind, und da schon kleine Einflüsse (wie z. B. Treibgutablagerungen oder spontanes Vegetationsaufkommen) großen Ein-

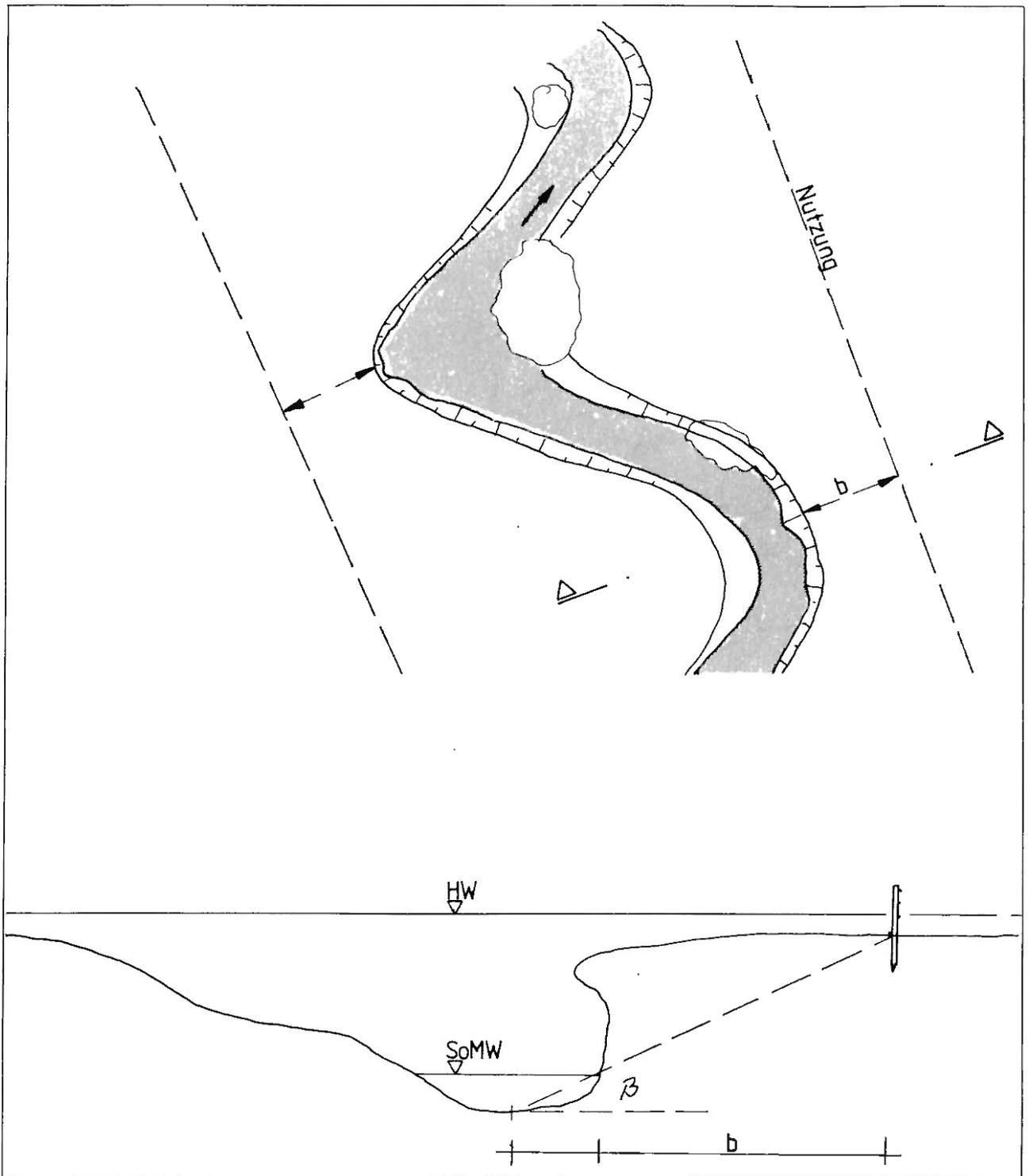


Abb. 19: Festsetzung eines Uferstreifens, an dem möglichst lange Zeit keine Maßnahme zum Schutz einer angrenzenden Nutzung vor Erosion durchgeführt werden darf.

fluß auf die Mäanderentwicklung haben können, wird vermutet, daß die Mäanderbildung an einem begrenzten Flußabschnitt über einen längeren Zeitraum betrachtet ein chaotisches System darstellt und damit zeitlich und räumlich über einen längeren Zeitraum nicht vorhergesagt werden kann. Betrachtet man die Mäanderentwicklung an einem größeren Fließgewässersystem, können allerdings Gemeinsamkeiten und Gesetzmäßigkeiten festgestellt werden. Die Abb. 18 zeigt die grundsätzliche Begrenzung eines mäandrie-

renden Flußlaufes durch den Talhang auf der linken Seite und durch den Mäanderdurchbruch auf der rechten Seite.

Die Verlagerung der Uferlinien an kurvenreichen Gewässern kann zu großen Problemen mit den Anliegern führen. Um eine Eigenentwicklung des Gewässers zu ermöglichen, ist die Ausweisung einer breiten Gewässerparzelle (Abb. 18) bzw. breiter Uferstreifen erforderlich. Ziel dabei sollte sein, der angrenzenden Nutzung

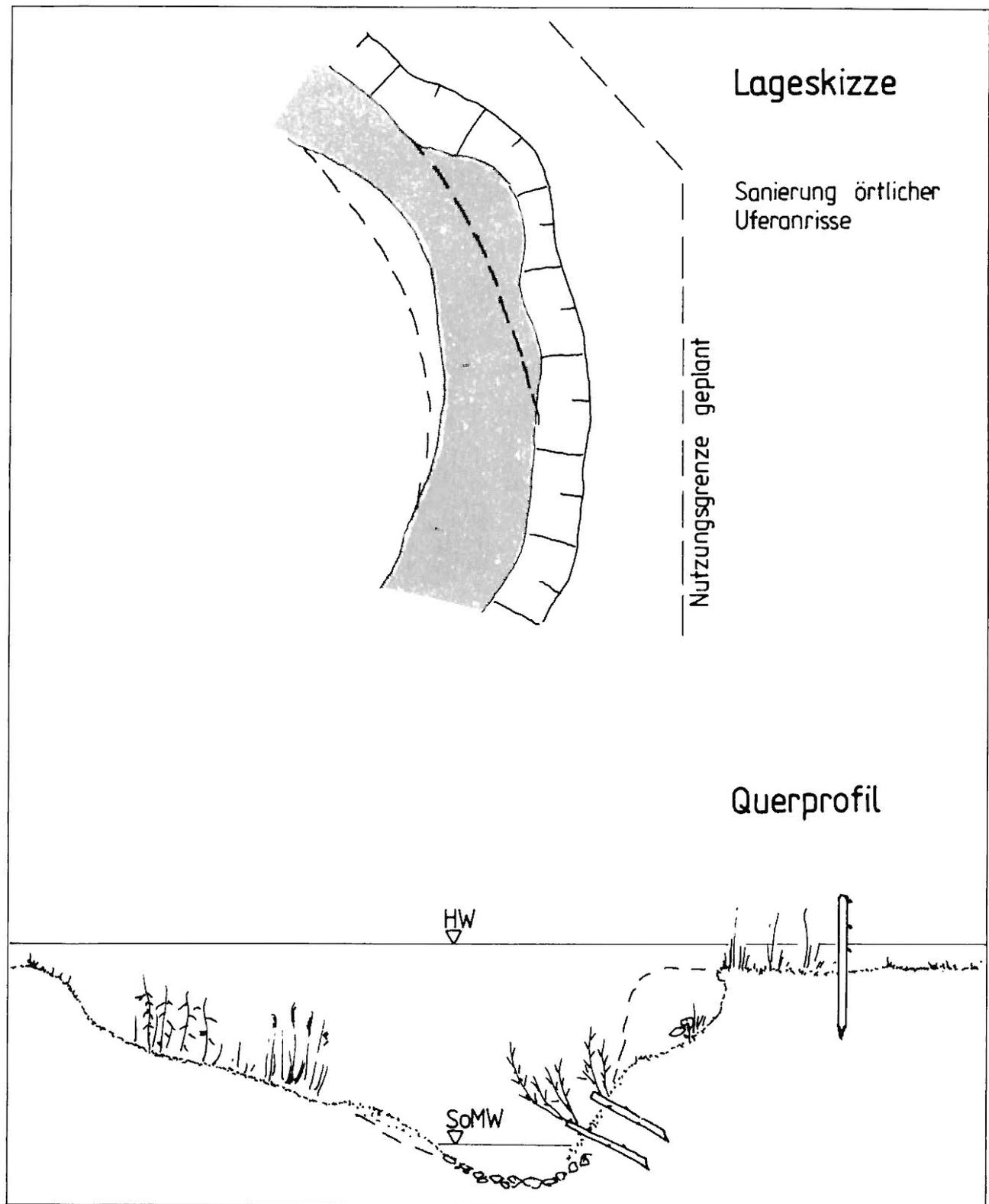


Abb. 20: Erosionsmindernde Initialpflanzungen an Strecken, an denen keine Eigenstabilisierung möglich ist oder nicht genügend Fläche zur Verfügung gestellt werden kann. Der frühere Bachlauf ist gestrichelt dargestellt.

möglichst lange Zeit stabile Grenzen zu geben. Die gesamte Fläche wird im wesentlichen von der Breite des Uferstreifens hinter den Prallufem bestimmt. Eine analytische Bestimmung dieses Parameters erscheint wegen der oben beschriebenen schweren Vorhersagbarkeit einzelner Einflußfaktoren bei der Mäanderbildung nicht empfehlenswert.

Sinnvoller erscheint die empirische Ableitung der zeitlichen Verlagerung des Flusses anhand von nahegelegenen Vergleichsstrecken.

Bei tiefer eingeschnittenen Gewässern kann auch die Festsetzung einer ideellen Böschungneigung zwischen dem Tiefpunkt in der Gewässersohle und der Nutzungsgrenze sinnvoll sein (Abb. 19).

An Strecken, an denen keine Eigenstabilität möglich ist oder nicht genügend Fläche für eine natürliche Weiterentwicklung des Gewässers zur Verfügung gestellt werden kann, kann die Erosion an den Prallufeln durch Initialpflanzungen abgemindert werden (Abb. 20). Hierzu eignen sich besonders traditionelle Lebendbauweisen mit Weidensteckhölzern, Weidensetzstangen und Weidenfaschinen. Nach einer Konsolidierung des Bodens ermöglichen die Initialpflanzen die spontane Ansiedlung heimischer Pflanzen.

#### 4.3 Gewässer in Ortslagen

In Ortslagen stören oft die Einflüsse aus Privatgärten eine naturgemäße ingenieurbioologische Ufersicherung (Abb. 21, JOHANNSEN 1988).

Nadelhölzer und andere Ziergehölze an der Grundstücksgrenze führen zu einer Beschattung der Ufer. Die Entwicklung ufersichernder Gräser, Kräuter, Röhrichte und Gehölze wird so unterdrückt.

Geländeaufhöhungen, -abgrabungen und andere Maßnahmen wie z. B. Mauern an der Grundstücksgrenze stören die Entwicklung heimischer Ufergehölze, da das landseitige Wurzelwerk stark beeinträchtigt wird.

Im Bereich von Gärten ist es daher unbedingt erforderlich, daß am Rande des Gewässers die Gestaltung und Nutzung der Gärten auf einem etwa 5 m breiten Streifen unter Berücksichtigung von Gesichtspunkten der Ingenieurbioologie und des naturnahen Wasserbaues erfolgt. Dem Anliegen einer naturnahen Ufersicherung ist allerdings die Ausweisung eines etwa 5 m breiten Uferrandstreifens dienlicher.

#### 5 Flächenbedarf für die Gewässerunterhaltung

Unter Gewässerunterhaltung versteht das Landesamt für Wasser und Abfall NW (1989) die Erhaltung eines ordnungsgemäßen Zustandes von Gewässerbett und Ufer für den Wasserabfluß, bei dem die günstigen Wirkungen des Gewässers für den Naturhaushalt und die Gewässerlandschaft bewahrt und entwickelt werden.

Grundsätzlich sollte das Fließgewässer, sein begleitender Uferbewuchs und die naturnahen Bestände der Aue sich selbst überlassen, d. h. in Ruhe gelassen werden. Dies ist um so eher möglich, je größer die dem Uferbewuchs und dem Auenwald zur Verfügung stehende Fläche ist.

Die Struktur und Funktion der heranwachsenden oder ausgereiften Ufergehölze, gleich, ob aus Sukzession oder unter Zuhilfenahme von Pflanzungen entstanden, soll so natürlich wie möglich sein. Unter Struktur und Funktion wird hier u. a. die Verteilung der bodenständigen Baum- und Straucharten im Gesamtbestand, die Entwicklungsdynamik sowohl des Bewuchses als auch des Artenbestandes und der Uferböden sowie die Verteilung von Stamm, Stengel, Geäst, Blatt- und Wurzelwerk im Raum verstanden.

Nur ohne menschliche Eingriffe kann sich der auf ausreichend breiten Flächen stehende Ufergehölzsaum auf die Aufgaben, die ein Fließendwasserökosystem an diesen Teil seines Systems stellt, einstellen. Grundsätzlich sollte davon abgesehen werden, die Entwicklung der Ufergehölze (Uferwälder) nach menschlichen Gesichtspunkten steuern zu wollen, sei es aus wohlgemeinten Vorstellungen zum Hochwasserabfluß (u. a. Zulassung nur einer bestimmten Rauigkeit), zum Naturschutz (u. a. Förderung nur bestimmter Pflanzen- und Tierarten oder künstliche Eingriffe zur Er-

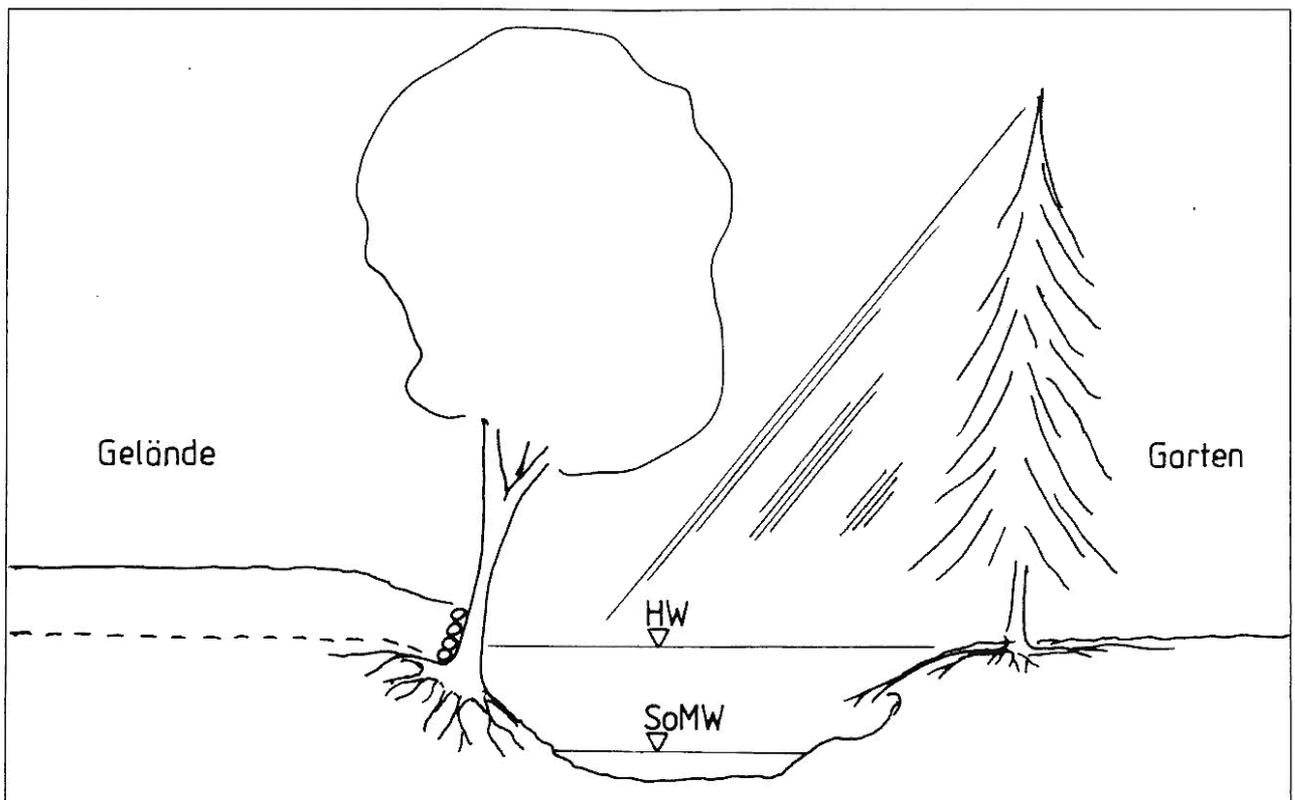


Abb. 21: Negative Einflüsse aus Privatgärten auf ingenieurbioologisch gesicherte Ufer. Links wurde das Ufer durch eine Aufschüttung höher und steiler gestaltet. Dabei wird die Entwicklung vorhandener Uferschutzgehölze gestört. Am rechten Ufer wurde der Böschungsrasen durch den Schattenwurf einer hohen Fichtenhecke unterdrückt. Es kam zu Erosionen.

höhung der Artenvielfalt, wenn sie in reiferen Beständen geringer wird) oder zur Nutzung (u. a. Bevorzugung bestimmter Baumarten für die Holznutzung). Das Ufergehölz wird seine Aufgabe im Rahmen eines Fließendwasserökosystems dann am besten erfüllen können, wenn es in Ruhe gelassen wird. Der Gewässerschutzwald ist immer empfindlich gegen das Betreten durch Menschen und das Betreten und den Verbiß durch Weidevieh (PFLUG 1985 und 1987, PFLUG, BUCHHOLZ, HARDT, JOHANNSEN und PAULSON 1989).

Zahlreiche Gewässer im Berg- und Hügelland befinden sich in einem Beharrungszustand, so daß hier regelmäßige Unterhaltungsarbeiten nicht erforderlich sind. Unter Beharrungszustand wird ein ausgeglichener Feststoffhaushalt verstanden. Einzelne Uferabbrüche an Prallufeln und Anlandungen an Gleitufeln gehören zu diesem dynamischen Gleichgewicht. Um die Arbeiten zu erleichtern, die in unregelmäßigen Zeitabständen an unterschiedlichen Stellen erforderlich sind, wie z. B. Treibgut beseitigen, umgestürzte Bäume bergen oder den einen oder anderen Uferabbruch sanieren, können gehölzfreie Geländestreifen genutzt werden.

Werden zur Aufrechterhaltung eines ordnungsgemäßen Zustandes für den Wasserabfluß regelmäßige Arbeiten, wie z. B. Mahd oder Sohlräumung, auf langer Strecke erforderlich, sollte aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und des Naturschutzes überlegt werden, ob diese Gewässerstrecken nicht so umgestaltet werden können, daß der Unterhaltungsaufwand reduziert werden oder entfallen kann.

Als Beispiele seien die Bepflanzungen stark verkrauteter Wasserläufe mit Schwarzerlen (KRAUSE 1985) und die Anlage von Sedimentauffangbecken oberhalb einer Sedimentationsstrecke genannt. Derartig gestaltete naturnähere Gewässer benötigen mehr Fläche als intensiv gepflegte Grabensysteme.

## 6 Literatur

BLESS, R. (1978): Bestandsänderungen der Fischfauna. Naturschutz aktuell. Nr. 2. Kilda Verlag, Greven.  
 Deutscher Rat für Landespflege (1983): Ein „integriertes Schutzgebietssystem“ zur Sicherung von Natur und Landschaft — entwickelt am Beispiel des Landes Niedersachsen. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege. H. 41, 5—14.

JOHANNSEN, R. (1988): Problemfeld Bachufer. Verbesserung des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes an Fließgewässern in ländlichen Siedlungen durch Umgestaltung der Ufer und Uferlandstreifen. Deutscher Gartenbau H. 47, 2878—2881.  
 JOHANNSEN, R. und STÄHR, E. (1988): Zur Entwicklung einer ingenieurbio-logischen Ufersicherung an der Nahe bei Odernheim. 9 Seiten. Aachen (unveröffentlicht).  
 KIRWALD, E. (1964): Gewässerpflege. BLV Verlagsgesellschaft München, Basel, Wien.  
 KRAUSE, A. (1985): Ufergehölzpflanzungen an Gräben, Bächen und Flüssen im Flachland. H. 17. Schriftenreihe für Vegetationskunde. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Bonn.  
 Landesamt für Wasser und Abfall NW (1989): Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Entwurf der 4. Auflage. Düsseldorf.  
 Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW und Landesamt für Wasser und Abfall NW (Hrsg., 1985): Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern. Recklinghausen Düsseldorf.  
 Lehrstuhl für Landschaftsökologie und Landschaftsgestaltung der Technischen Hochschule Aachen (1977): Exkursion Ingenieurbio-logie. Beispiel 7: Sicherung eines Uferabbruches an der Nahe bei Odernheim. 24—28 (im Manuskript vervielfältigt).  
 Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz (1955): Jahresbericht der Wasserwirtschaft. Wasser und Boden. H. 4/5. 158 und 159.  
 Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten des Landes Rheinland-Pfalz (1956): Exkursionsführer zur Tagung über „Anlage und Pflege von Pflanzungen in freier Landschaft“. Mainz (im Manuskript vervielfältigt).  
 PFLUG, W. (1985): Was fordern Ökologie, Naturschutz und Landschaftspflege vom Gewässerausbau? Professor Dr.-Ing. B. Böhnke (Hrsg.): Gewässerschutz, Wasser, Abwasser. Gewässerschutz und Abwasserreinigung als komplexe Aufgabe. H. 69. 403—422.  
 PFLUG, W. (1987): Der Naturschutz und die Natur. Naturschutzzentrum NRW (Hrsg.): Natur aus zweiter Hand — dargestellt an Abgrabungen und Aufschüttungen. H. 1.1. 5—10.  
 PFLUG, W., O. BUCHHOLZ, D. HARDT, R. JOHANNSEN und C. PAULSON unter Mitarbeit von R. BERG (1989): Studie Pleisbach, Teil C Landschaftsökologie, Landschaftsschutz, Landschaftsentwicklung. Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis (Auftraggeber). Aachen (unveröffentlicht).  
 PFLUG, W., G. RUWENSTROTH, E. STÄHR, K. LIMPERT, G. REGENSTEIN und K. SCHOTT unter Mitarbeit von H. J. BAUER, K. DETTNER und R. RABE (1980): Wasserbauliche Modellplanung Ems bei Rietberg auf landschaftsökologischer Grundlage. Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Münster.

## Flächenanspruch von naturnah gestalteten Fließgewässern im Vergleich zu konventionell ausgebauten Fließgewässern — rückblickend aus der Sicht verschiedener Autoren

*„Die Mathematisierung natürlicher Wasserläufe ist ebenfalls eine Ausgeburt jener verhängnisvollen Magie des Reißbretts. Man müßte eigentlich an der Kulturbegabung eines Volkes zweifeln, das es zuläßt, daß seine lebendigen Bäche und Flüsse zu toten, nackten Gerinnen gemacht werden, wüßte man nicht, daß seine Kulturträger nicht darum gefragt werden und sich, nicht erst seit Hermann Löns, mit steigender Erbitterung dagegen wehren.“*

Alwin SEIFERT 1938

Natürliche Fließgewässer beanspruchen als Raum die gesamte Aue, wobei Teile der Aue nur periodisch in Anspruch genommen werden. Wenn hier vom Flächenanspruch naturnah gestalteter Fließgewässer im Vergleich zu konventionell, z. B. im Trapezprofil, ausgebauten Fließgewässern die Rede ist, dann handelt es sich um solche Gewässer, die, von Ausnahmen abgesehen, nicht in vollem Umfang ihrer natürlichen Dynamik überlassen bleiben können. Sie unterliegen menschlichem Einfluß, sollen aber zu einem wesentlichen Teil in die Lage versetzt werden, ihre auen- und fließgewässertypischen Lebensräume wiederherzustellen bzw. dafür angemessene Flächen in Anspruch nehmen zu dürfen.

Die Auseinandersetzungen um die Frage, ob naturnah ausgebaute bzw. renaturierte Fließgewässer von der Quelle bis zur Mündung größere Flächen zur Erfüllung ihrer ökosystemaren Funktionen benötigen als regulierte, z. B. im Trapezquerschnitt ausgebaute und mindestens das Sommerhochwasser fassende Fließgewässer, nahmen schon immer einen breiten Raum ein. In den fünfziger Jahren äußerten Wasserbauingenieure gegenüber Professor Eduard KIRWALD immer wieder Bedenken bezüglich der lebenden Sicherung der Ufer von Wasserläufen und der für sie erforderlichen Abflußquerschnitte. Die lebende Sicherung erfordere zu breite, verschwenderische Querschnitte. KIRWALD trat dieser Auffassung entgegen, konnte jedoch die Bedenken allein aufgrund seiner eigenen Beobachtungen nicht ausräumen. So kam es auf Anregung von KIRWALD zu den in den Jahren 1958 und 1959 an der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe vorgenommenen Abflußmessungen in künstlichen Gerinnen mit Weidenbewuchs im Maßstab 1:1 (Bundesanstalt für Wasserbau 1960, KIRWALD 1964, S. 19 ff.). Eines der von FELKEL (1960, KIRWALD 1964, S. 21) gefundenen Ergebnisse ist darin zu sehen, daß sich die bremsende Wirkung des Weidenaufwuchses in schmalen Gerinnen „nicht nur auf die Uferzone“ beschränkt, „es wird der ganze Querschnitt durchwachsen und beeinflusst. . . Die Abflußminderung betrug bei dichtestem Bewuchs 0,3—0,8 des Abflusses ohne Weiden. Mit zunehmender Wassertiefe nimmt die Abflußminderung zu, da die Ruten tiefer eintauchen und mehr Ruten benetzt werden. Diese starke Abflußminderung stellt Höchstwerte dar, um die man die Querschnitte kleiner Rinnsale vergrößern müßte; diese entsprechenden Werte wären 20—70 % Zuschlag, falls man es darauf anlegen würde, sie so dicht mit einem Netzwerk aus Ruten durchwachsen zu lassen wie beim Versuch (200 Stecklinge/m<sup>2</sup>). In der Regel verwendet man aber nur 20—25 Stück/m<sup>2</sup>.“

Die Ergebnisse der von FELKEL (1960) ausgeführten Untersuchungen und des von ihm entwickelten Bemessungsansatzes für Gerinne mit einem elastischen, strauchartigen Weidenbewuchs blieben lange Zeit die einzige Hilfe bei der Planung naturnaher Gewässerregulierungen oder -umgestaltungen. Aufgrund dieser Untersuchung läßt sich KIRWALDS „Nein“ zu der Behauptung, lebende Sicherungen erfordern einen breiteren Abflußquerschnitt als Sicherungen ohne Ufergehölz, nicht halten. Zu seinem großen Bedauern wurde seinen Vorstellungen für eine Fortsetzung der Unter-

suchungen nicht gefolgt. Die „Anlagen verfielen, weil die Forschungsmittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft unerwartet gestrichen wurden (9 000,—). Die eingereichten Themen verfielen auch“ (schriftliche Mitteilung von Professor KIRWALD an den Verfasser 1965). Festzuhalten ist, daß es sich bei den Untersuchungen von FELKEL nicht um eine ökologische Fragestellung handelte, sondern nur um die Klärung des Einflusses eines bestimmten Gehölzbewuchses, nämlich Weidenruten, auf den Abfluß.

In den meisten Veröffentlichungen zum naturnahen Ausbau oder Umbau von Fließgewässern seit den dreißiger Jahren, auch in fast allen zu diesem Thema herausgegebenen Anleitungen und Richtlinien, wird der Flächenbedarf naturnah ausgebauter bzw. belassener Fließgewässer entweder nicht oder nur indirekt angesprochen. Unmittelbar gehen auf diese Frage nur wenige Autoren ein, und falls sie dies tun, dann meist aus der Sicht der Ufersicherung, weniger aus derjenigen einer nachhaltigen Sicherung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts des Fließgewässers.

Vor mehr als 50 Jahren stellte SCHWENKEL (1938, S. 63 ff.) Leitsätze zur „Bach- und Flußregelung“ aus der Sicht von Naturschutz und Landschaftspflege auf. Der zweite dieser Leitsätze lautete: „Die Bach- und Flußregelung und alle Eingriffe in den Wasserhaushalt dürfen nicht mehr aus einseitigen wirtschaftlichen Gründen und um örtlicher Vorteile willen, sondern nur von höherer Warte unter Beachtung aller Zusammenhänge und Abwägung aller Folgen ausgeführt werden.“ Dementsprechend formulierte er in seinem achten Leitsatz: „Besonders wichtig, ja entscheidend ist der Pflanzenwuchs an den natürlichen und geregelten Bächen, Flüssen und Kanälen. Darum muß das neue Profil hierfür Raum vorsehen und entsprechende Streifen zum Flußbett schlagen. Von Haus aus wächst im Tal ein mehr oder weniger von Überschwemmungen beeinflusster Auwald, dessen Rest das natürliche Ufergehölz ist. Dieser Rahmen muß auch bei künstlicher Anpflanzung beibehalten und alles Garten- oder Anlagemäßige in der Form- und Artenwahl vermieden werden.“

HEUSON (1946, S. 92) erörtert im dritten Abschnitt seiner Arbeit über „Biologischen Wasserbau und Wasserschutz“ die Frage, „wie weit sich die Eigentumsgrenzen des Reiches im Interesse des Wasserbaues in die Uferlandschaft (der schiffbaren Ströme, der Verfasser) ziehen müssen, um den biologischen Aufbau am Wasser wirksam und befriedigend gestalten zu können.“ Einer seiner Grundsätze hierzu lautet: „Für Ufersicherung und Windschutzpflanzungen an wenig gefährdeten Flußufern genügen im Durchschnitt 25 m, und nur dort, wo der Windschutz im Interesse der Schifffahrt verstärkt werden soll, müssen breitere Uferstreifen dem Wasserbau zugestanden werden.“

KIRWALD (1950, S. 137) wird nicht müde, immer wieder darauf hinzuweisen, die Gewässer mit ihrer Aue als eine Einheit zu behandeln. Unter diesem Gesichtspunkt spricht er auch den Flächenbedarf für das Fließgewässer an. „Das Endziel jeder Behandlung eines Baches muß darin liegen, ihn innerhalb der Vegetationsgrenze in einen grünen Gürtel einzukleiden. In den meisten Wildbachgebieten ist der Wald der natürliche Begleiter der Wildbäche, diese werden in einer natürlichen Pflanzengesellschaft häufig zu ruhigen Waldbächen mit allem Segen, der vom Wasser ausgehen kann. . . Für die Gesundheit eines Baches ist die Freihaltung eines entsprechenden Geländestreifens notwendig. Nach der ersten Bändigung der zerstörenden Gewalt des Wassers soll sich an den Ufern und Böschungen eine Lebensgemeinschaft bilden. . . Die Abgrenzung

kann nicht allgemein gültig erfolgen, sie ist vielmehr bei jedem einzelnen Bach in der Natur vorzunehmen. Im obersten Sammelgebiet wird meist die ganze Fläche zur Wildbachlandschaft gehören und durch Rensenverbauungen, Geschiebestausperren, allenfalls Lawinverbauungen oder Aufforstungen und Bebuschungen beruhigt und befestigt werden müssen. Im Mittellauf wird die Möglichkeit zur Entwicklung einer eigenartigen Kleinlandschaft am ehesten gegeben sein. Es hieße sparen am unrechten Ort, wenn man das Gerinne in eine Einheitsform des Querschnitts pressen wollte, um selbst die schmalen Uferstreifen dafür zu gewinnen.“

An anderer Stelle geht KIRWALD (1951, S. 21) erneut auf die Größe des Durchflußquerschnitts unter allerdings problematischen Voraussetzungen ein. Sie „weicht bei den lebend ausgebauten Wasserläufen von den kanalisierten Betten ab. Sie müssen vor allem etwas größer bemessen werden, entsprechend der geringeren mittleren Fließgeschwindigkeit. Die Vergrößerung richtet sich nach dem Bewuchs und seiner Bewirtschaftung und nach der erforderlichen Gesamtgröße. Keinesfalls darf der Bewuchs sich selbst überlassen bleiben. . . , sonst kann es zu Verwilderungen in der Vegetation und des ganzen Wasserlaufes kommen. Die beste Wirkung haben elastische, dünne Ruten. Ihre unmittelbare Wirkung erstreckt sich auf etwa 1 m Breite, die mittelbare bremsende Wirkung reicht je nach Gefälle und Tiefe bis zu einer Uferzone von ebenfalls 1 m Breite. In diesen Bereichen wird die Geschwindigkeit auf etwa 0,1 bis 0,5 der Geschwindigkeit längs glatter Ufer vermindert. Daraus folgt, daß bei einem breiten Flußlauf eine unwesentliche Verbreiterung erforderlich ist, während sie bei Bächen u. U. 10—20 % und mehr betragen kann.“

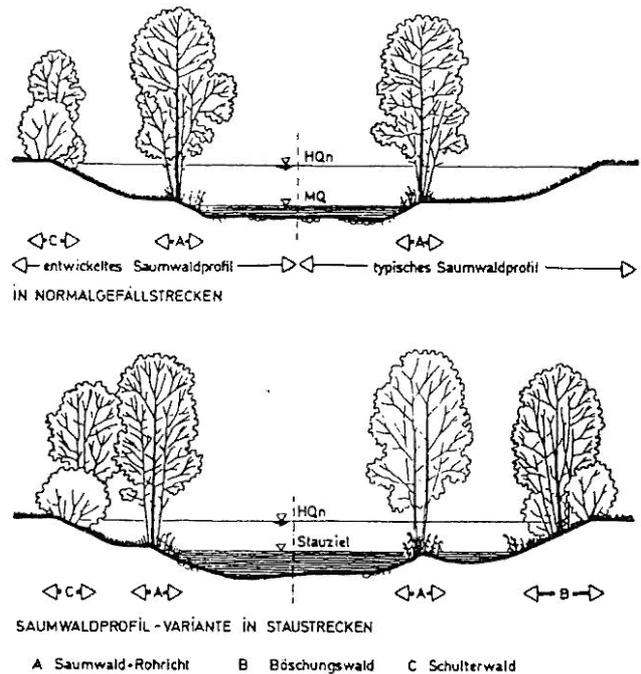


Abb. 2: Das Saumwaldprofil nach MESZMER. Das entwickelte Saumwaldprofil unterscheidet sich vom typischen durch zusätzlichen Waldbestand an den Außenböschungen (MESZMER 1970).

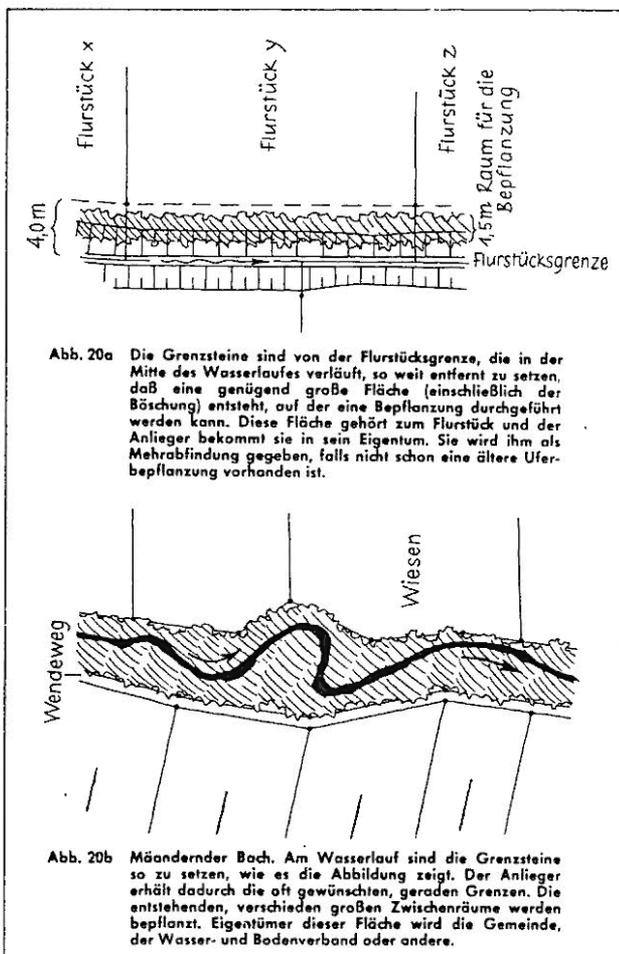


Abb. 1: Vorstellungen zum Flächenbedarf von Fließgewässern vor 30 Jahren (PFLUG 1959).

„Der Raum“, so KIRWALD (1964, S. 30), „den Vegetationssäume zur Erfüllung aller Aufgaben benötigen, soll mindestens so breit sein wie die Hochwässer reichen — wenn die Vegetation hydraulische Aufgaben hat. An Bächen genügen meist schon Säume von 1—2 m Breite, allerdings müssen sie richtig zusammengesetzt und aufgebaut sein. . . In zweiten und dritten Profilen können ganze Talböden als Höchst-Hochwasserquerschnitte geschützt und genutzt werden. . . Die erforderlichen Räume sind somit verhältnismäßig bescheiden. Man sollte sich aber nicht an diese Mindestgrenzen halten, sondern womöglich beidufig mehrere Meter breite Geländestreifen für Einbindungsmaßnahmen ausscheiden.“

An begradigten kleinen Bächen mit einer Sohlbreite von etwa 1 m verlangt PFLUG (1959, S. 63) für die Gehölzpflanzung einen zum Bachlauf gehörenden Uferstreifen von 4 m, gerechnet von der Mitte der Sohle. An der gleichen Stelle geht er auch kurz auf die Zuweisung ausreichend groß bemessener Geländestreifen (Uferandstreifen) für mäandernde und in diesem Zustand zu erhaltende Bäche im Rahmen von Flurbereinigungen ein (Abb. 1).

MESZMER (1969, S. 30 und 1970, S. 140) versteht unter dem von ihm entwickelten „Saumwaldprofil“ ein „zusammengesetztes Abflußgerinne, das durch standortgerechte Gehölzstreifen so unterteilt ist, daß die Hauptmasse des Hochwassers im Mittelteil mit einer dem Sohlenzustand angepaßten Geschwindigkeit fließt, während die restliche Wassermenge auf die Seitenteile verwiesen wird, in denen die Geschwindigkeit wesentlich geringer ist“ (Abb. 2). Nach seinen hydraulischen Berechnungen für die von ihm 1958 nach diesem Prinzip gestaltete „wildbachartige Odenwälder Elz“ nimmt jeder Seitenteil im Querschnitt etwa die Breite des Gewässers bei MQ ein, in seinem Ausbauabschnitt etwa 10—12 m. Das Saumwaldprofil hat also in diesem Fall eine „lichte Weite“ von rund 35 m.

LOHMEYER und KRAUSE (1975) gehen in ihrer Untersuchung über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen nicht oder nur indirekt auf den Raum ein, den der Gehölzbewuchs beansprucht. Sie betrachteten ihn auch nur bezüglich seiner Auswirkungen auf die Unterhaltung der Gewässer.

KRAUSE (1981, S. 17) äußert sich zur Frage des Flächenbedarfs unter dem Gesichtspunkt des Vorwurfes nach Ertragseinbußen durch Landverlust und Beschattung folgendermaßen: „Der Landbedarf für die Ufergehölze fällt aber kaum ins Gewicht, da die Pflanzungen in der Regel im Bereich der Gewässerflächen bleiben, das heißt auf den Böschungen, die ohnehin für die Produktion ausfallen. Der Schattenwurf läßt sich in engen Grenzen halten, wenn nur am Böschungsfuß Bäume gepflanzt werden, etwa Schwarzerlen oder Baumweiden, und sonst die Böschungflächen vor allem Sträuchern vorbehalten bleiben. Zudem lassen sich die Bäume, wenn sie zu hoch werden, gelegentlich auf den Stock setzen.“

Im Leitfaden für den natur- und landschaftsbezogenen Schutzwasserbau an Fließgewässern (Österr. Wasserwirtschaftsverband 1984, S. 81) ist folgender Grundsatz zu finden: „Bei Gewässern sollten die Pflanzflächen so breit gehalten werden, daß sie eine dauernde und gute Existenz der naturnahen Uferbestockung erlauben und auch Kleintieren (Vögeln, Kleinsäugetieren) Unterschlupf gewähren. Die Breite des Gehölzstreifens entlang der oberen Böschungskante sollte an keiner Stelle weniger als 4 bis 5 m betragen (Abstand zur landwirtschaftlich genutzten Fläche).“

Die „Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung“ von Fließgewässern in Nordrhein-Westfalen (Landesamt für Wasser und Abfall NW 1980) enthält zwar Querschnittsausbildungen für die in Nordrhein-Westfalen vorhandenen Gewässertypen, äußert sich jedoch nicht zur Frage des Flächenbedarfs naturnah gestalteter Fließgewässer. Der Entwurf der vierten Auflage dieser Richtlinie (Landesamt für Wasser und Abfall NW 1989, S. 23 ff.) geht indessen auf dieses Thema näher ein. Dort heißt es: „Die Querschnitte natürlicher Fließgewässer stehen in enger Beziehung zum Verlauf und Gefälle. Bei wechselnden Abflüssen mit unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen verändert sich die Form der Querschnitte durch Erosion und Sedimentation. Diese natürlichen Veränderungen werden durch Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen beeinflusst.“

Im Gegensatz zur starren Festlegung des Querschnittes, die von vornherein jegliche Veränderung verhindern will, wird bei der naturnahen Ausbildung ein Ausgangszustand geschaffen, aus dem heraus sich das Gewässerbett von allein zu dem angestrebten Zustand hin entwickelt (Entwicklungsphase). Die Planung hat die Veränderung des Profils durch die Dynamik des Gewässers zu berücksichtigen. Dabei ist davon auszugehen, daß sich im Gewässerquerschnitt Erosionen und Ablagerungen einstellen können. Deshalb müssen die hydraulischen Auswirkungen der vorgesehenen Bepflanzung und einer naturnahen Unterhaltung bereits bei der Bemessung und Gestaltung des Profils berücksichtigt werden. Maßgebend dafür ist der sich im Laufe der Zeit einstellende Zustand, nicht aber der Zustand unmittelbar nach dem Ausbau. Zur naturnahen Entwicklung gehört meist auch eine gewisse Verlagerung des Gewässers in der Aue. Daraus ergibt sich dann, daß eine entsprechend große Fläche zur Verfügung stehen muß ...

Zum Gewässerquerschnitt gehören auch angemessene Uferstreifen auf beiden Seiten. Diese sind aus der intensiven Nutzung herauszunehmen, als Wald oder Wiese zu nutzen oder einer natürlichen Sukzession zu überlassen. Die Breite dieser Streifen ist abhängig vom Gewässertyp, von der Oberflächengestalt, der Stabilität der Ufer und von den angrenzenden Nutzungen. Als Anhalt für die erforderliche Breite kann die obere Gewässerbreite dienen, aber nicht weniger als 5 m auf jeder Seite.“

Zum Flächenbedarf naturnaher Fließgewässer äußert sich BINDER (1979, S. 10) mit folgenden Worten: „Die Erfüllung des gesetzlichen Auftrages zur Gewässerunterhaltung (§ 28 WHG und Art. 42 BayWG) und die Durchführung der entsprechenden Arbeiten ist meist nur dann möglich, wenn der Unterhaltungspflichtige Eigentümer des Gewässers und der Uferstreifen ist. Die Unterhaltungsarbeiten zur Ufersicherung können wesentlich verringert werden, wenn ein ausreichend breiter Streifen — am besten bewaldet — zwischen Gewässern und Nutzfläche liegt. Außerdem wachsen Anlandungen dem Unterhaltungspflichtigen zu. Als Pufferzone

können solche Flächen in einem ausgeräumten Talraum Regenerationsgebiet für Pflanzen- und Tierarten sein und den Eintrag von belastenden Stoffen aus der Kulturlandschaft in den Gewässerlauf verhindern oder verringern. Ihre Bemessung sollte sich an der Breite des Bach- oder Flußlaufes und der Ausdehnung des Talraumes orientieren. Je mehr Fläche dem Gewässer zugewiesen werden kann, desto besser lassen sich diese Forderungen erfüllen. An kleineren Gewässern muß sich der Grunderwerb meist auf einen schmalen Streifen außerhalb der Böschung beschränken, doch sollte er mindestens 5 m, bei größeren Flüssen 10 m ab Böschungsoberkante messen, um einen für das Gewässer genügend breiten Gehölzstreifen aufbauen zu können.“

Größenangaben für die Breite von Gewässersaumstreifen naturnaher Fließgewässer macht auch PFLUG (1985, S. 410 ff.): „In manchen Fließgewässerabschnitten, in denen die Belastungen durch den Menschen noch vergleichsweise gering sind, z. B. in den Oberläufen vieler Bäche, können durch ausreichend breite, bachbegleitende Erlenwälder naturnähere Verhältnisse wiederhergestellt werden. In anderen Fließgewässerabschnitten, z. B. in den Mittel- und Unterläufen, müssen erst erhebliche Hindernisse überwunden werden. Doch auch hier gibt es zahlreiche Möglichkeiten, der Gewässerlandschaft nach und nach wieder ein vielfältigeres Standortmosaik mit ausgereifteren, widerstandsfähigeren Lebensgemeinschaften aus bodenständigen Arten zurückzugeben.“ In einem der 11 Leitsätze ist zu lesen: „Die Ufer der Bäche, Flüsse und Ströme sollten soweit wie möglich die von Natur aus zu ihnen gehörenden breiten Gewässersäume, geplant auf hydraulischer, landschaftsökologischer und ingenieurbioökologischer Grundlage, zurückerhalten ... Die erforderlichen Mindestbreiten für diese Uferschutz- und Gewässersäume ... betragen in Anpassung an den jeweiligen Fließgewässertyp für jede Uferseite bei

Quellbächen	2 bis 5 m
Bächen (Wasserspiegelbreite bis 5 m)	5 bis 10 m
Flüssen	10 bis 50 m
Strömen	20 bis 200 m.

## Literatur

- BINDER, W. (1979): Grundzüge der Gewässerpflege. Heft 10 der Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. München
- Bundesanstalt für Wasserbau (1960): Abflußmessungen in Gerinnen mit Weidenbewuchs. Modellversuche im Maßstab 1:1. Karlsruhe
- FELKEL, K. (1966): Gemessene Abflüsse in Gerinnen mit Weidenbewuchs. Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau. Karlsruhe
- HEUSON, R. (1946): Biologischer Wasserbau und Wasserschutz. Bedeutung, Technik, Kulturpläne. Siebeneicher Verlag Berlin-Charlottenburg. Berlin
- KIRWALD, E. (1950): Forstlicher Wasserhaushalt und Forstschutz gegen Wasserschäden (einschließlich Wildbachverbauung). Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart
- KIRWALD, E. (1950): Lebendbau und Gewässerpflege. Landbuch-Verlag GmbH. Hannover
- KIRWALD, E. (1964): Gewässerpflege. Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH. München
- KRAUSE, A. (1989): Bewuchs an Wasserläufen. Heft 87. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID) e. V. Bonn
- Landesamt für Wasser und Abfall NW (1980): Fließgewässer-Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung. Düsseldorf
- Landesamt für Wasser und Abfall NW (1989): Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. 4. Aufl. Düsseldorf
- LOHMEYER, W. und A. KRAUSE (1975): Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegeta-

tion im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer. Heft 9. Schriftenreihe für Vegetationskunde der Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege. Bonn-Bad Godesberg

MESZMER, F. (1969): Der Ufersaumwald, ein Wasserbau-Element. Natur und Landschaft. 44. Nr. 6

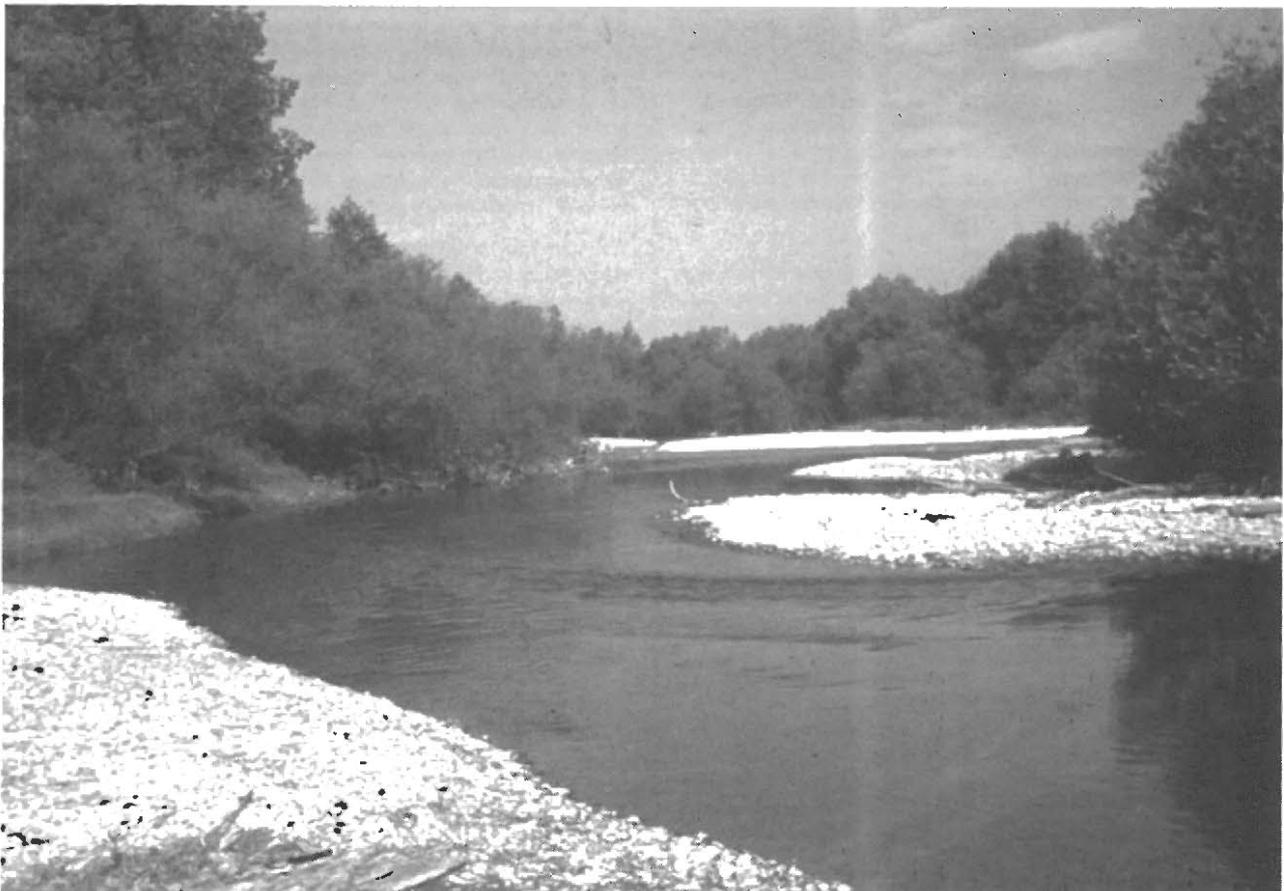
MESZMER, F. (1970): Das Saumwaldprofil. Wasser und Boden. 22. Heft 2  
Österreichischer Wasserwirtschaftsverband (1984): Leitfaden für den natur- und landschaftsbezogenen Schutzwasserbau an Fließgewässern. ÖWWV-Regelblatt 301. Wien

PFLUG, W. (1959): Landschaftspflege, Schutzpflanzungen, Flurholzanbau. Eine Anleitung für die Planung, Ausführung und Pflege. Wirtschafts- und Forstverlag Euting KG. Neuwied

PFLUG, W. (1985): Was fordern Ökologie, Naturschutz und Landschaftspflege vom Gewässerbau? Gewässer, Wasser, Abwasser. Heft 69. Professor Dr. Ing. B. Böhnke (Hrsg.). Aachen

SCHWENKEL, H. (1938): Grundzüge der Landschaftspflege. Verlag J. Neumann. Neudamm und Berlin

SEIFERT, A. (1938): Naturnäherer Wasserbau. Deutsche Wasserwirtschaft. Nr. 12



Großflächiger Silberweiden-Auenwald als Retentionsraum für Hochwässer eines Flachlandflusses mit Kiesbänken.

(Foto: Bauer)

## Hydrologische und hydromechanische Probleme bei der naturnahen Gewässergestaltung

### 1 Einleitung

Wasser war und ist von elementarer und primärer Bedeutung für den Menschen: elementar als Gefahr sowohl zu Zeiten des Überflusses als auch dann, wenn lebensbedrohender Mangel herrscht; primär, weil es für nahezu jeden Prozeß innerhalb eines Ökosystems unverzichtbar ist. Es war daher beinahe unumgänglich, daß der Mensch als aktives Mitglied dieses Ökosystems sich einerseits vor der elementaren Gefahr des Wassers schützen mußte, und andererseits dieses lebenswichtige Gut maximal in seinen Nutzen stellen wollte. Dieses Streben zielte bis vor wenigen Jahren hauptsächlich nach wirksamem Hochwasserschutz, Ufersicherung gegen Erosionsschäden, Minimierung des Aufwandes für die Gewässerunterhaltung und nach Maximierung der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen in Flußniederungen. Die Konsequenz waren sog. „harte“ Gewässerausbaumaßnahmen wie z. B. Flußbegradigungen, Betonbefestigungen und die Trockenlegung von Feuchtgebieten, die erst sehr spät als Merkmale einer naturzerstörenden Fehlentwicklung erkannt wurden.

Naturnahe Gewässergestaltung und -pflege bis hin zum behutsamen Rückbau ehemals „hart“ regulierter Gerinne (sog. „Renaturierung“), d. h. die ausdrückliche Berücksichtigung ökologischer und landschaftsgestalterischer Gesichtspunkte in der Gewässerbehandlung, ist möglich und wird seit einigen Jahren bereits in ersten Ansätzen praktiziert. Die Planung und Ausführung dieser Maßnahmen stellt jedoch häufig eine sowohl ökologisch/ökonomische wie auch hydraulisch-technische Gratwanderung dar. Das gesetzlich verbriefte Recht der Gewässeranlieger auf Hochwasserschutz und Ufersicherung besteht i. a. unvermindert. Vor der Genehmigung einer naturnahen Gewässergestaltung oder „Renaturierung“ benötigt die Gewässeraufsicht daher eine möglichst genaue Vorhersage der damit verbundenen hydraulischen Konsequenzen, d. h. der zu erwartenden Ausuferungsbereiche und Wasserspiegellagen bei Hochwasserabfluß.

Da sich die komplexen Strömungsvorgänge in naturnahen Fließgewässern erheblich von den einfachen Abflußverhältnissen gerader kanalartiger Kompaktgerinne unterscheiden, liefern die immer noch bevorzugt eingesetzten Berechnungsverfahren der einfachen Gerinnehydraulik allzu oft nur unzuverlässige und fehlerhafte Ergebnisse. Verständlicherweise scheitert die breite Verwirklichung einer ökologisch orientierten Gewässerbehandlung in der Praxis daher häufig an Unsicherheiten in der „Berechenbarkeit“ naturnaher Strömungsvorgänge. Dies ist um so bedauerlicher, als bereits seit einiger Zeit neue Forschungsergebnisse und Berechnungsverfahren zur Verfügung stehen, mit deren Hilfe die o. g. „Renaturierungshemmnisse“ weitgehend beseitigt werden könnten und die darüber hinaus Hinweise für eine ökologisch *und* hydraulisch sinnvolle Gewässergestaltung liefern.

### 2 Beschreibung der hydromechanischen Problematik

Die Hauptaufgabe der hydraulischen Strömungsberechnung für Fließgewässer besteht darin, bei Vorgabe eines Auslegungsabflusses (z. B. stündlich abzuführende Wassermenge beim Maximalabfluß eines 1000jährigen Hochwassers) und bei Kenntnis der Gerinnegeometrie und Oberflächenbeschaffenheit (Rauheit) den Fließwiderstand des Gewässers zu bestimmen, um damit die mittlere Fließgeschwindigkeit, den erforderlichen Abflußquerschnitt und letztlich die Wasserspiegellage des Gewässers vorhersagen

zu können. Bei naturnahen Fließgewässern erweist sich die Bestimmung des Fließwiderstands in Abhängigkeit von Gerinnegeometrie und Rauheit als äußerst komplexe Aufgabe.

Aus hydraulischer Sicht unterscheidet sich ein naturnahes Fließgewässer von einem kanalartigen Gerinne im wesentlichen durch die folgenden Gestaltmerkmale:

- (1) abschnittsweise stark veränderliche Rauheiten,
- (2) durch- bzw. überströmter Bewuchs,
- (3) gegliederter Gerinnequerschnitt,
- (4) ausgeprägte transversale Fließtiefenvariation,
- (5) gekrümmte Linienführung.

In ihrer Gesamtheit verursachen diese naturnahen Gestaltmerkmale, d. h. im wesentlichen die Heterogenität der Gerinnegeometrie und -rauheit, äußerst komplexe Strömungsmechanismen, die im Gegensatz zu den Verhältnissen offener Kanäle oder klassisch ausgebauter Fließgewässer nicht allein durch einfache Fließgesetze oder rein empirische Formeln erfaßt werden können (ROUVÉ, 1987).

Bei hoher Wasserführung und dadurch verursachter Uferüberströmung entstehen in den benachbarten Vorland- und Hauptgerinnebereichen wechselseitig transportierte große Wirbel, d. h. ein zusätzlicher Massen- und Impulsaustausch der Gerinneteile. Dieser sog. Interaktionsmechanismus verursacht einen starken Anstieg der turbulenten Schubspannungen (Fließwiderstände aufgrund von Turbulenz) in den sog. „mitwirkenden“ Querschnittszonen, wobei der Einfluß der sohlinduzierten Turbulenz hier in den Hintergrund tritt. Berechnungsansätze zur Bestimmung des Fließwiderstandes und der Geschwindigkeitsverteilung führen daher erst dann zum Erfolg, wenn die o. g. Turbulenzphänomene eines naturnahen Fließgewässers berücksichtigt werden.

Wie stark die Abflußkapazität eines naturnahen Gewässers durch den turbulenten Interaktionsmechanismus beeinflusst wird und im Vergleich zu einem kanalartigen Kompaktgerinne vermindert ist, veranschaulicht Abb. 1 (EVERS, 1983) besonders deutlich. Bei Versuchen mit und ohne Trennwand zwischen Vorland und Hauptgerinne fand Evers für ansonsten gleiche Versuchsbedingungen eine wesentlich höhere Abflußleistung für den Fall der Trennung der Gerinneteile, obwohl die eingesetzte Trennwand rauh war. Die Ursache dieses Phänomens besteht darin, daß eine feste Trennwand hier die Entstehung und Querausbreitung großer Interaktionswirbel verhinderte. Der in Abb. 1 schraffierte Bereich kennzeichnet den interaktionsbedingten Verlust an Abflußleistung bei konstanter Fließtiefe, d. h. indirekt den zusätzlichen Fließwiderstand aufgrund naturnaher Gestaltmerkmale des Gewässers.

### 3 Forschungsergebnisse

In einem langjährigen, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Verbundprojekt wurden am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit anderen Hochschulinstituten der Universitäten Hannover, Braunschweig und Darmstadt intensive experimentelle und theoretische Grundlagenuntersuchungen zur Klärung der geschilderten Problematik durchgeführt. Das Ziel dieser Arbeiten war die Identifikation und formelmäßige Erfassung der in den charakteristischen Querschnittsbereichen naturnaher Gerinne auftretenden

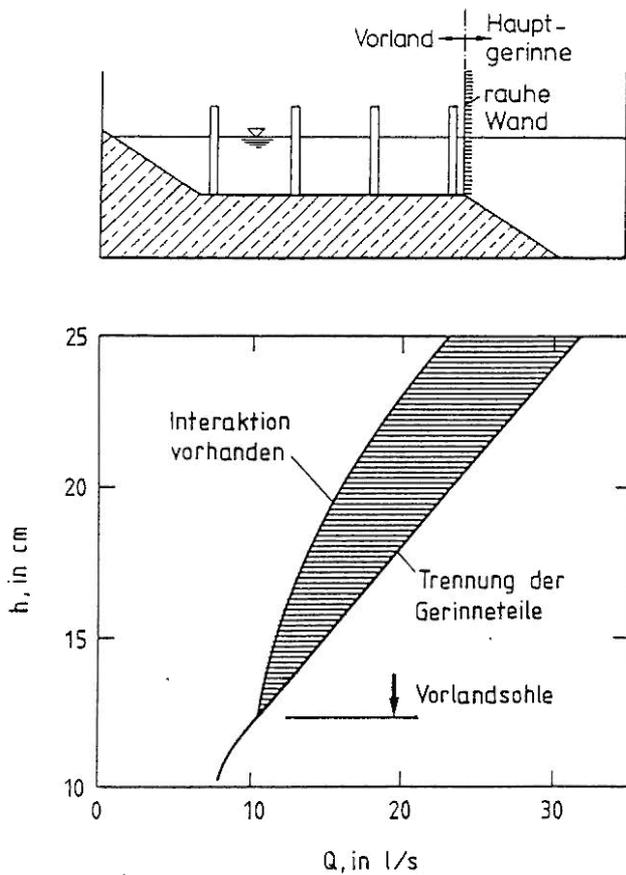


Abb. 1: Abflußkurven mit und ohne feste Trennwand

Grundströmungsparameter sowie die Entwicklung verbesserter Berechnungsverfahren für die Abfluß- und Fließwiderstandsrechnung. Die Ergebnisse dieses Verbundprojekts und der Stand der Forschung werden ausführlich von ROUVÉ et al. (1987) dargestellt. Die nachfolgenden Ausführungen dienen als grobe Einführung:

Von PASCHE (1984) stammt ein eindimensionales mathematisches Modell, das dimensionsgerechte, sowohl hydromechanisch als auch experimentell abgesicherte Beziehungen zur Bestimmung des Fließwiderstandes in querschnitts- und rauheitsgegliederten Gerinnen enthält. Der Unterschied zu herkömmlichen empirischen Berechnungsverfahren besteht hauptsächlich darin, daß der Gesamtquerschnitt in hydraulisch verschiedenen wirksame Teilbereiche untergliedert wird (Abb. 2) und daß der zusätzliche interaktionsbedingte Fließwiderstand explizit durch Ansatz einer fiktiven Trennfläche zwischen Vorland und Hauptgerinne als Scheinwand Schubspannung berücksichtigt wird.

Weitere Charakteristika des o. g. Berechnungsverfahrens sind:

- Einführung einer „mitwirkenden“, d. h. durch Interaktion beeinflussten, Vorland- und Hauptgerinnebreite (Abb. 2),
- Bestimmung einer dimensionslosen Bewuchskennzahl  $\Omega$  aus Grundströmungsparametern und direkt erfaßbaren Geometriegrößen der Vorlandvegetation,
- Ansatz von Wandturbulenzgesetzmäßigkeiten in Bereich III a
- Rauheitsüberlagerung im Hauptgerinne,
- Bestimmung der mittleren Vorland-Fließgeschwindigkeit in Bereich I nach dem LINDNER-Verfahren,
- Korrelation des Interaktionswiderstandsbeiwerts  $\lambda_T$  mit der dimensionslosen Bewuchskennzahl und dem wirksamen Vorland/ Hauptgerinne-Breitenverhältnis

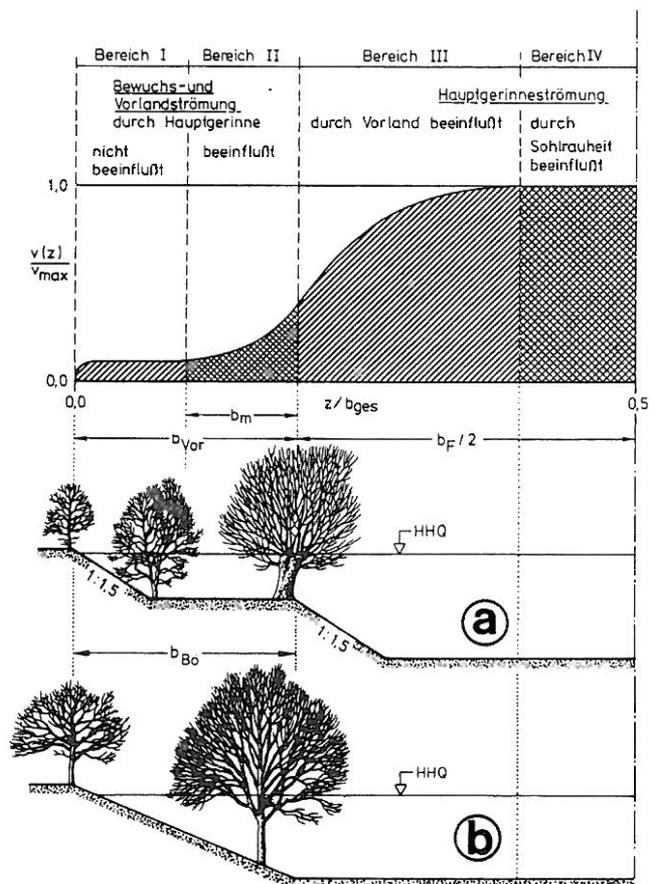


Abb. 2: Unterschiedlich wirksame Querschnittsbereiche  
a) gegliederter Querschnitt mit Vorlandvegetation  
b) Trapezquerschnitt mit Böschungsbewuchs

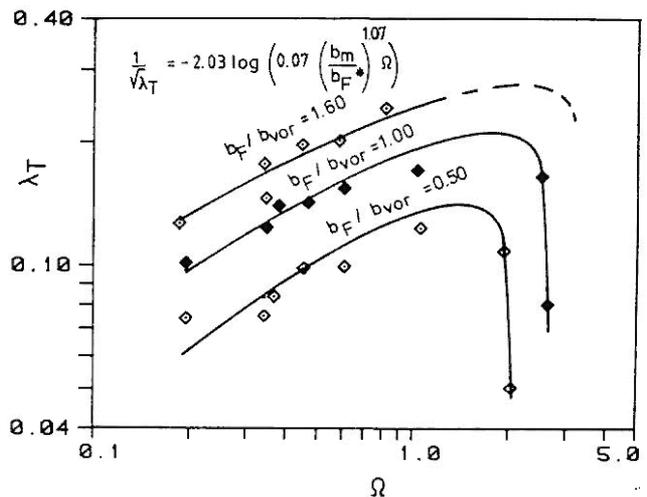


Abb. 3: Interaktionswiderstandsbeiwert  $\lambda_T$  in Abhängigkeit von der dimensionslosen Bewuchskennzahl  $\Omega$  und dem Hauptgerinne/Vorland-Breitenverhältnis  $b_F/b_{vor}$

In sehr sorgfältigen experimentellen Untersuchungen wurde der Einfluß verschiedener Merkmalsgrößen der Querschnitts- und Rauheitsgliederung systematisch variiert und mittels Laser-Doppler-Geschwindigkeitsmessungen quantitativ erfaßt. Auf der Basis dieser Daten konnte ein geeignetes Widerstandsgesetz (Abb. 3) sowie ein implizit gekoppeltes Gleichungssystem für die zuverlässige Vorhersage der Strömungsvorgänge in naturnahen Fließge-

wässern entwickelt werden. Die hierdurch erreichbare Vorhersagegenauigkeit wurde anhand von Meßdaten für die mittlere Fließgeschwindigkeit überprüft. Der Fehlertoleranzbereich betrug hierbei ca.  $\pm 3\%$  (ARNOLD, 1986). Die mathematischen Ansätze des neuen Berechnungsverfahrens wurden in ein Computerprogrammsystem zur iterativen eindimensionalen Spiegellinienberechnung eingefügt und stehen der planerischen Praxis in Form eines sog. „Software-Pakets“ zur Verfügung.

#### 4 Anwendung auf praktische Probleme

Mit dem Ziel, den Einfluß einzelner Geometrie- und Rauheitsparameter systematisch variieren und untersuchen zu können, wurden für die experimentellen Untersuchungen in Längsrichtung regelmäßige Bewuchs- und Gerinneprofilanordnungen eingesetzt. Diese Randbedingungen dienten der Sicherung von eindeutigen und reproduzierbaren Untersuchungsergebnissen, sie sollten wie auch die schematisierten Darstellungen in Abb. 1 und 2 nicht als Gestaltungsvorschläge mißverstanden werden.

Um die Leistungsfähigkeit des neuartigen Berechnungsverfahrens für naturnahe Fließgewässer unter realen ungleichförmigen Bedingungen testen zu können, wurde das Modell zunächst exemplarisch auf einen Abschnitt der Sieg angewandt (7 Flußkilometer mit 6 Kontrollquerschnitten). Das Ergebnis der Berechnung für ein beobachtetes Hochwasserereignis erbrachte maximale Ungenauigkeiten für Tiefen an Pegelstellen von 3 cm, dies entspricht ca. 1,1 % (ROUVÉ, 1987). Angesichts der hier recht groben, jedoch in allen Abschnitten nach identischen Kriterien vorgenommenen Bewuchs- und Geometrieparameterabschätzung (fast ausschließlich über Luftaufnahmen) war dieses Ergebnis mehr als zufriedenstellend.

Wesentlich umfangreicher war die Anwendung des neuartigen Verfahrens auf einen 75 km langen Abschnitt der Wupper zwischen der Wupper-Talsperre und der Mündung in den Rhein bei Leverkusen (RITTERBACH et al., 1988). Die Modellkalibrierung erfolgte an Meßdaten von vier amtlichen Pegeln. Für sechs verschiedene Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit wurde das Maß möglicher Ausuferungen an ca. 1000 Querprofilen ermittelt. In Verbindung mit topographischen Geländedaten lassen sich aus diesen Ergebnissen die Überflutungszonen bzw. der abfluß- und situationspezifische „Flächenanspruch des Fließgewässers aus hydraulischer Sicht“ ableiten.

#### 5 Konsequenzen für die naturnahe Gewässergestaltung

Eine Verallgemeinerung des o. g. „hydraulisch bedingten Flächenanspruchs“ naturnaher Fließgewässer ist nicht möglich, da die maßgeblichen strömungsphysikalischen Zusammenhänge und Prozesse sehr komplexer Natur sind und je nach örtlichen Randbedingungen sehr unterschiedliche Abflußverhältnisse verursachen.

Hinzu kommt, daß Vorland- und Böschungsbewuchs infolge jahreszeitlicher und wachstumsbedingter Veränderungen oder bei regelmäßig durchgeführter Gewässerunterhaltung nicht als statische Gerinnemerkmale anzusehen sind. Steigende Bewuchsdichte führt im Bereich lockerer Besetzungen zunächst zu einem Anwachsen des interaktionsbedingten Fließwiderstandes. Bei sehr engen Bewuchsanordnungen auf dem Vorland kehrt sich dieser Prozeß jedoch um, da hier ein Anstieg der Bewuchsdichte an der Vorland/Hauptgerinne-Grenze zu einer Verminderung der „Durchlässigkeit“ für turbulenten Queraustausch und damit zu einem Abfall des Interaktionswiderstands führt (Abb. 3). Für die naturnahe Gewässergestaltung und „Renaturierung“ ergeben sich hieraus Kriterien für hydraulisch mehr oder weniger „günstige“ Bewuchsanordnungen entlang der Böschungskante. Außerhalb der mitwirkenden Vorlandzone (i. a. nur wenige Bewuchsreihen in Querrichtung) haben Veränderungen der Bewuchsgeometrie und -rauheit nur minimale Auswirkungen auf die Gesamtabflußleistung

des Gewässers, da der Interaktionsvorgang hierdurch nicht beeinflusst wird und da der Abflußbeitrag des durchströmten Querschnittsbereichs I (Abb. 2) i. a. als verschwindend gering angesehen werden kann.

In Anbetracht der hier grob dargestellten Zusammenhänge lassen sich für die naturnahe Gewässergestaltung die folgenden Schlüsse ziehen: Die „Renaturierung“ von Fließgewässern führt i. a. zu einer Vergrößerung des Fließwiderstands und damit bei unverändertem Geländegefälle und Hauptgerinneprofil zu einem Anstieg der im Bemessungshochwasserfall zu erwartenden Wasserspiegellagen. Ob dieser Effekt bei Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse als unbedenklich betrachtet werden kann oder z. B. zusätzliche Hochwasserschutzmaßnahmen erforderlich sind, sollte in jedem Fall geprüft werden. Für die Durchführung dieser Prüfung bietet sich das bereits mehrfach erwähnte neuartige Berechnungsverfahren als Vorhersageinstrument an.

Der damit verbundene datentechnische Mehraufwand im Vergleich zu herkömmlichen Fließformeln wird durch die wesentlich höhere Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Verfahrens entschädigt. Dieser Zuwachs an Planungssicherheit ist entscheidend für die breite praktische Umsetzung des sehr erstrebenswerten Ziels einer möglichst naturnahen Gewässergestaltung. Mißerfolge aufgrund verstärkter Hochwasserschäden und eine damit verbundene Diskreditierung der naturnahen Gewässersanierung als risikofördernde Vorgehensweise können und sollten vermieden werden.

#### 6 Zusammenfassung und Ausblick

Eine „Pauschalbewertung“ des hydraulisch bedingten Flächen- (besser: Raum-)Anspruchs naturnaher Fließgewässer bei Hochwasserabfluß ist nicht zweckmäßig. Naturnahe Gestaltungsmerkmale wie eine ausgeprägt heterogene Gerinnegeometrie und -rauheit führen zu sehr komplexen Strömungsmechanismen, deren Auswirkungen je nach Randbedingungen und Gewässerfall individuell beurteilt werden müssen. Einfache empirische Fließformeln oder Korrekturansätze sind hierzu ungeeignet. Statt dessen wird die Anwendung des im DFG-Schwerpunktprogramm „Anthropogene Einflüsse auf hydrologische Prozesse“ entwickelten verbesserten Verfahrens zur Strömungsberechnung naturnaher Fließgewässer empfohlen.

Der in diesem Verfahren bisher nicht berücksichtigte Einfluß extrem gekrümmter Linienführung (z. B. durch Mäandrierung) wird zur Zeit im Rahmen eines von der DFG geförderten Forschungsvorhabens am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft untersucht (STEIN, ROUVÉ, 1988). Ein weiterer Gesichtspunkt, der in der ökologisch orientierten Gewässersanierung berücksichtigt werden sollte, die Wasserqualität und Schadstoffausbreitung in naturnahen Fließgewässern, ist Untersuchungsgegenstand eines seit mehreren Jahren am gleichen Institut durchgeführten DFG-Forschungsprojekts (ARNOLD, 1987).

Hiermit sind die im Bereich „Naturnahe Gewässergestaltung“ sinnvollen und notwendigen Forschungsaktivitäten jedoch bei weitem nicht erfüllt. Von Vertretern der Praxis wird z. B. häufig geäußert, daß der Nachteil des bereits beschriebenen neuartigen Abflußberechnungsverfahrens im hohen Arbeitsaufwand für die Ermittlung der Bewuchsgeometrie-Parameter bestehe. Eine Rauheitskartierung naturnaher Gerinne aus Fernerkundungs-Bilddaten könnte hier Abhilfe schaffen. Erste Ansätze dazu stammen von HÄNDSCHIED (1987). Sie sollen in naher Zukunft am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft weiterentwickelt werden.

#### Übersicht zum Stand der Forschung:

ROUVÉ, G. (1987) (Hrsg.): Hydraulische Probleme beim naturnahen Gewässerausbau; Ergebnisse aus dem Schwerpunktprogramm „Anthropogene Einflüsse auf hydrologische Prozesse“ / DFG, Deutsche Forschungsge-

meinschaft, Band 2, Weinheim, New York: VCH Verlagsgesellschaft 1987  
zu beziehen über:  
VCH Verlagsgesellschaft, Postfach 12 60 / 12 80, D-6940 Weinheim

### Literaturhinweise

ARNOLD, U. (1986): Abfluß- und Fließwiderstandsberechnung im naturnahen Gewässerausbau: Teil II: Umsetzung in die Praxis — PC-Anwendersoftware; Mitteilungen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen, Heft 60, S. 139—150

ARNOLD, U. (1987): Zur bilddaten- und modellgestützten Bestimmung der Schadstoffausbreitung in naturnahen Fließgewässern; Mitteilungen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen, Heft 67

EVERS, P. (1983): Untersuchung der Strömungsvorgänge in gegliederten Gerinnen mit extremen Rauheitsunterschieden; Mitteilungen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen, Heft 45

HÄNSCHEID, P. (1987): Zur digitalen Bildverarbeitung bei wasserbaulichen Strömungsuntersuchungen; Mitteilungen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen, Heft 64

PASCHE, E. (1984): Turbulenzmechanismen in naturnahen Fließgewässern und die Möglichkeiten ihrer mathematischen Erfassung; Mitteilungen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, RWTH Aachen, Heft 52

RITTERBACH, E. (1988): Vergleich Modell — Natur bei der Spiegellinienberechnung naturnaher Fließgewässer — Genauigkeit, Aussagefähigkeit, Wechselbeziehungen; DVWK-Workshop, April 1988, München

STEIN, C. J.; ROUVÉ, G. (1988): 2D-Depth-Averaged Predictions of the Flow in a Meandering Channel with Compound Cross-Section; Proc. 1st Int. Conf. in Africa on Computer Methods and Water Resources, Rabat, Morocco



Erodiertes Ufer einer Talwiese; bei Ausweisung eines Uferstreifens kann die Erosion geduldet werden. (Foto: Bauer)

## Ausbaumaßnahmen an Fließgewässern

### Ausbaumaßnahmen

Die klassischen Ausbaumaßnahmen haben zum Ziel, die Häufigkeit des Ausuferens bei Hochwasser zu verringern oder/und die Vorflut zu verändern. Nach §31 des Wasserhaushaltsgesetzes liegt ein Ausbau vor, wenn die Herstellung, Beseitigung oder wesentliche Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer einschließlich der den Hochwasserabfluß beeinflussenden Deich- und Dammbauten verwirklicht wird. Somit stellt jeder Ausbau eines Gewässers grundsätzlich einen Eingriff in ein bestehendes Ökosystem dar.

### Allgemeines

Diese Maßnahmen müssen aber aus ökologischer Sicht nicht nur nachteilig sein. Sie bieten auch vielfach die Chance zur Verbesserung der ökologischen Gesamtsituation, die im wesentlichen von den Strukturen des Gewässers, von der Wasserführung, von den physikalischen und chemischen Faktoren, von der Pflanzen- und Tierwelt, von der Intensität der Unterhaltung sowie von der „Durchgängigkeit“ bestimmt wird.

Entsprechen all diese Faktoren weitgehend den naturräumlichen Vorgaben, so handelt es sich um ein naturnahes Gewässer. Im Gegensatz dazu sprechen wir von einem naturfernen Gewässer, wenn z. B. ein kanalartiger Ausbau, eine zu geringe Restwassermenge, eine unbefriedigende Wasserqualität, eine intensive Unterhaltung und/oder Abstürze und Stauregelungen das Gewässer kennzeichnen.

Die meisten naturfernen Fließgewässer in ländlichen Gegenden entstanden u. a. mit dem Ausbauziel Hochwasserfreilegung, Landgewinnung und -verbesserung. Demzufolge prägen vielerorts intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen unsere Auen. Heute, in einer Zeit der Überproduktion, muß eine landwirtschaftliche Extensivierung gerade auch in Teilbereichen von Gewässerlandschaften die logische Konsequenz sein. Dementsprechend muß in die heutige und zukünftige Zielsetzung der Wasserwirtschaft verstärkt der Rückbau naturferner Gewässer Eingang finden. Dabei ist es aber in aller Regel nicht damit getan, daß nur die Strukturen der Gewässer entsprechend der naturräumlichen Vorgaben verbessert werden. Gleichzeitig muß versucht werden, auch all die anderen Faktoren, die für die gegebenenfalls vorhandene Naturferne maßgeblich sind, im positiven Sinne zu verändern, damit ökologische Ausbauten nicht nur ein erster, wenn auch wesentlicher Schritt in Richtung Naturnähe bleiben.

### Vorerhebungen und Planungen

Auch für ökologisch orientierte Ausbauten sind ebenso wie für andere Eingriffe im Vorfeld der geplanten Maßnahme Vorerhebungen und Untersuchungen zu verschiedenen Lösungsansätzen durchzuführen. So ist neben den wasserwirtschaftlichen Belangen auch die biologische und naturräumliche Situation der gesamten Gewässerlandschaft mit seiner derzeitigen und zukünftig möglichen oder geplanten Nutzung zu erfassen. Hierzu sind eingehende Erkundigungen und Kartierungen vor Ort sowie die Auswertung von Unterlagen mit z. B. topographischer, geologischer, bodenkundlicher, meteorologischer, hydrologischer, flußmorphologischer, hydrogeologischer, vegetationskundlicher und faunistischer Informationen unerlässlich (DVWK 1984). Darüber hinaus sollte ver-

sucht werden, die Wechselbeziehungen zwischen dem Gewässer und benachbarten Landschaftsbestandteilen zu erarbeiten. Erst mit Hilfe dieser Grundlagen kann eine brauchbare Entscheidungshilfe entwickelt werden, da erst dann die Auswirkungen einzelner Ausbauvarianten, deren Sinnfälligkeit und der zu erwartende Unterhaltungsaufwand abgeschätzt werden kann.

Bei der Entscheidung über einen Gewässerausbau sind neben Kosten-Nutzen-Überlegungen auch alle Varianten einschließlich der „Null-Lösung“ nach ihren positiven und nach ihren negativen Auswirkungen auf die Gewässerlandschaft im Sinne einer Umweltverträglichkeitsprüfung gegenüberzustellen.

Des weiteren ist es wichtig, alle von der Planung betroffenen, insbesondere die Anlieger, frühzeitig von dem Vorhaben zu informieren um unnötige Auseinandersetzungen und somit Verzögerungen möglichst zu vermeiden. Der Idealfall ist es, wenn alle Betroffenen durch ausführliche Erläuterungen über Sinn und Zweck der ökologisch orientierten Maßnahme derart motiviert werden, daß sie sich selbst mit dem Vorhaben identifizieren können.

Da die Maßnahmen entsprechend der Individualität eines jeden Gewässers jeweils neu zu erarbeiten sind, ist es unabdingbar, daß technisch geschulte Wasserbauingenieure von Anfang an eng mit biologisch-ökologisch ausgebildeten Fachleuten zusammenwirken müssen.

### Gestaltung des Gewässerbettes

Ein aus- oder umzubauendes Gewässer ist grundsätzlich so zu gestalten, daß eine abwechslungsreiche und naturnahe Grobmorphologie vorgegeben wird. Als Vorbilder hierfür sind naturnahe Gewässerabschnitte desselben Gewässers oder möglichst naturnahe Gewässer in vergleichbaren Naturräumen heranzuziehen. Dementsprechend sind Linienführung, Längs- und Querschnitte, aber auch Bepflanzung und Begrünung, wo immer möglich, so zu wählen, daß eine Sohl- und Ufersicherung mit toten Baustoffen weitgehend entfallen kann. Wandermöglichkeiten für Organismen im und am Gewässer sollen erhalten bleiben oder, wo unterbrochen, wieder ermöglicht werden. Wo fehlend, sind zusätzliche, das Gewässer begleitende, atypische Lebensräume neu zu schaffen. Aus diesen Forderungen wird erkennbar, daß naturnahe Ausbaulösungen beiderseits des Gewässers ausreichend verfügbaren Raum erfordern. Somit kommt, wie bereits in den vorhergehenden Referaten dargestellt, in aller Regel dem Grunderwerb bei ökologisch orientierten Ausbauen eine Schlüsselstellung zu (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1987).

Ein wesentliches Gestaltungselement bei Gewässerausbauten ist die Linienführung. Sie sollte entsprechend vergleichbarer Gewässer oder alter Karten dem natürlichen Charakter des Gewässers nahekommen und darf keinesfalls strenge geometrische Formen aufweisen. Deshalb ist freihändig entworfenen Linienzügen stets der Vorzug zu geben. Ältere, standorttypische und heimische Gehölzarten sowie schützenswerte Biotope, z. B. Feuchtgebiete, naturnahe Uferbereiche und auch naturnahe Gewässerabschnitte, sind durch eine entsprechende Linienführung in ihrem Bestand zu schützen. Sie begünstigen als „Keimzellen“ die Entwicklung neu ausgebauter Gewässerstrecken. Altarme oder Altwasser sind als Schlingen oder Buchten grundsätzlich zu erhalten oder neu anzulegen. Ist der Erhalt des bisherigen Gewässerverlaufes wünschenswert, so kann dies bisweilen auch durch eine großzügige,

einseitige oder beidseitige Bedeckung oder durch einen nur einseitigen Ausbau erreicht werden.

Bei Um- und Rückbauten ist es heute in vielen Fällen nicht mehr möglich, den ursprünglichen Gewässerverlauf wieder herzustellen. Um so wichtiger ist es deshalb, daß die Längsgliederung des Gewässerbettes eine reichhaltige Strukturierung mittels Weitungen und Verengungen erfährt und sich Buchten und Vorsprünge, Sohliefen und Sohlschwellen, aber auch Kies-, Sand- oder Schlammabände unregelmäßig wiederholen (OTTO 1988).

Gefälle und Querschnitte sind bei einem Gewässerausbau so zu planen, daß sich ein weitgehendes Feststoffgleichgewicht einstellt. Dies ist bei natürlichen Fließgewässern dann gegeben, wenn sich im freien Spiel der bettbildenden Kräfte ein dynamischer Gleichgewichtszustand zwischen den Schubspannungen des fließenden Wassers und den Widerständen der beweglichen Sohle eingestellt hat (SCHEURMANN 1983).

Bei zu großem Ausbauefalle kann dieser Gleichgewichtszustand durch eine Sohlverbreiterung, durch eine Festlegung des Gewässerprofils oder durch Querbauten, z. B. Schwellen oder Blocksteinsohlrampen, annäherungsweise erreicht werden. Gerade letztere sorgen für unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten und im Rampenbereich für einen Sauerstoffeintrag. Eine rauhe Ausbildung bietet zudem selten gewordenen Spezialisten zusätzlichen Lebensraum. Um Fischwanderungen zu ermöglichen, darf eine Rampenhöhe von 90 cm nicht überschritten werden und das Rampengefälle sollte zwischen 1 : 8 und 1 : 15 liegen (JANUSZEWSKI 1984).

Größere Querbauwerke mit senkrechten Abstürzen sind, auch wenn sie hydraulisch besser wirksam sind, bei ökologisch orientierten Ausbauten grundsätzlich zu vermeiden.

Zu geringes Gefälle und somit unzureichendes Transportvermögen führen zusammen mit einer unnatürlich hohen Schwebstofffracht zur zeitweiligen oder ständigen Auflandung. Werden diese Sedimente zu mächtig, so müssen sie in den meisten Fällen zur Erhaltung der hydraulischen Leistungsfähigkeit von Zeit zu Zeit entfernt werden. Hier bietet es sich oftmals an, großzügig bemessene Aufweitungen als Schlamm- oder Sandfänge einzubauen. Das Fließgewässer braucht dann mit Ausnahme der Absetzbereiche nicht mehr so häufig geräumt zu werden, d. h. die Räumintervalle können wesentlich vergrößert werden. Dadurch kann sich über viele Jahre hinaus eine vielfältige Gewässerbiozönose ungestört entwickeln. Die Sedimentationsräume können zudem für die Gewässerlandschaft eine Standortbereicherung darstellen.

Bei der Querschnittsgestaltung ist u. a. auf eine ausreichende Mindestwassertiefe zu achten. Deshalb sind zumindest bei Gewässern mit hohen Abflußunterschieden gegliederte Querschnitte anzustreben. Dabei sind durch Anlage von Unterwasser- und Überwasserbermen sowie von Vorländern und Deichen viele Möglichkeiten gegeben, terrestrische, amphibische und aquatische Lebensräume, z. B. für Unterwasserrasen, Schwimmblattgesellschaften, Röhrichte, Seggenbestände, Auwaldsäume, Feuchtwiesen und Halbtrockenrasen zu schaffen. Hierzu zählt auch, daß in der Sohle für ausreichend Lückenlebensräume (Interstitial) durch das Einbringen geeigneter Substrate aus Grobkies usw. gesorgt wird. Ingesamt ist es außerordentlich wichtig, daß die Querschnitte so bemessen und bei Unsicherheiten mit entsprechend großzügigen Zuschlägen versehen werden, daß die spontane oder gepflanzte Vegetation nicht in wenigen Jahren bereits zu einem untragbaren Abflußhindernis heranwächst (INDELKOFER 1982). Nur so bleibt die hydraulisch geforderte Leistungsfähigkeit erhalten und das zum Teil intensive „Freipflegen“ kann weitgehend entfallen. Dies ist eine der Voraussetzungen, damit sich im und am Gewässer ausgereifte Lebensgemeinschaften mit einem hohen Selbstregulationsvermögen entwickeln können.

Die Böschungsneigungen sind bei der Gestaltung der Ufer entsprechend der Linienführung zu wechseln. Steilufer für erdbewohnende Insekten und Höhlenbrüter an den Prallufern sollten ange-

legt oder deren Entwicklung durch die Gewässerdynamik nicht unterbunden werden.

Im Zusammenhang mit Ausbauten von Fließgewässern werden häufig Wege erstellt. Werden gewässerbegleitende Wege stark von Erholungsuchenden frequentiert, so können durch diese zeitweiligen Störungen negative Einflüsse auf die erhoffte Entwicklung der Lebensgemeinschaften ausgehen. Deshalb ist grundsätzlich zu überlegen, ob die üblicherweise durchgehenden Wege nicht entfallen können, oder durch eine punktuelle, eine stichwegartige Erschließung oder durch das Freihalten eines unbefestigten Uferstreifens zur Unterhaltung ersetzt werden können. Sind befestigte Wege notwendig, so sind sie mit einer wassergebundenen Decke, keinesfalls mit Asphalt- oder Betonbelägen auszuführen (DVWK 1984).

### Ufersicherung

Oftmals ist die Eintiefung eines Gewässers durch Laufverkürzungen und Einengung des Abflußprofils ursächlich der Anlaß für übermäßige Uferabbrüche. In solchen Fällen muß versucht werden durch Hebung der Sohle und durch Bettauflösungen der Ufererosion entgegenzuarbeiten (OTTO 1988).

Stehen dennoch Ufersicherungen an, so ist, wenn keine triftigen Gründe dagegen sprechen, grundsätzlich den Lebendbaumethoden der Vorzug zu geben. In Betracht kommen im wesentlichen Ansaat, Einbringen von bewurzelungsfähigen Gehölzteilen oder Pflanzungen. Die Sicherungswirkung voll entwickelter Lebendbaumweisen genügt bei Gewässern mit geringen bis mittleren Abflußunterschieden in den meisten Fällen. Zur Überbrückung der instabilen Anfangsphase nach dem Ausbau kann zusätzlich eine vorübergehende Sicherung, z. B. mittels Faschinenwalzen, Buschkästen, Fichtenreisigspreitlagen oder Strohmatte notwendig werden (DVWK 1984). In Extremfällen, z. B. bei Fließgewässern mit großen Abflußunterschieden und somit zeitweilig hohen Fließgeschwindigkeiten können oftmals Uferpartien mit lebenden Baustoffen allein nicht ausreichend gesichert werden. In derartigen Fällen können lebende mit toten Baustoffen kombiniert werden, z. B. in Form von fugenbepflanzten Steinsetzungen, von Drahtgeflechtwalzen mit Flußgeröll und Röhrichtballen oder auch von Packfaschinaten. Die Wasserbausteine sollten wo möglich aus dem Einzugsgebiet des Gewässers stammen und eine rauhe Oberfläche zeigen. Beim Einbringen der Steine ist darauf zu achten, daß ein rauhes Relief, unregelmäßige Fugen und Zwischenräume als gut strukturierte Lebensräume, z. B. schützende Hohlräume oder Aufwuchsflächen, entstehen.

### Auegewässer

Natürliche, gewundene Flußsysteme entwickelten, als der Mensch noch nicht regulierend in das Abflußregime eingriff, immer wieder aufgrund der Flußdynamik neue Altgewässer. Daher waren in früheren Zeiten stets alle Entwicklungsstadien von Altarmen und Altwassern in unseren Flußlandschaften vorhanden. Nach den Regulierungsmaßnahmen konnten neue Altgewässer nur noch in Ausnahmefällen auf natürliche Art und Weise entstehen. Dies ist der Grund, warum heute die noch verbliebenen Altgewässer vorwiegend weit fortgeschrittene Ver- und Aufladungsstadien aufweisen. Diese Altgewässer werden auch mitunter, vorwiegend nutzungsorientiert, von Zeit zu Zeit maschinell entlandet. Vielerorts wäre es besser, die fortgeschrittene Entwicklung dieser Altgewässer nicht durch Entladungsmaßnahmen zu unterbrechen und dafür, eben im Hinblick auf eine ausreichende Repräsentanz aller Entwicklungsstadien, neue Altgewässer in unseren Auen anzulegen.

Diese Ausbauten sind entsprechend der natürlich entstandenen Vorbilder langgestreckt und gekrümmt auszubilden. Dabei dürfen steile „Prallufer“ mit unmittelbar davor befindlichen Tiefwasserzonen ebenso nicht fehlen wie flache „Gleitufer“. Soll das Auegewässer

ser eine ständige Verbindung mit dem Fließgewässer aufweisen, so sind die Abschnürungsstellen des neuen Altarmes ebenfalls flach auszubilden. Neue Altwasser sind dagegen so zu gestalten, daß mehr oder minder ausgeprägte Flutmulden bei Hochwasser eine Verbindung zum Hauptgewässer ermöglichen.

### Vegetationsansiedlung

Wesentliche Bausteine der Lebensgemeinschaften Fließgewässer sind die Pflanzen im und am Wasser. Sie haben große Aufwuchsfächen, gewähren Schutz und Nahrung und ermöglichen erst die Entwicklung vieler Organismen. Gleichzeitig steuert oder beeinflusst die Vegetation physikalisch-chemische und somit auch biologische Prozesse, z. B. durch Beschattung. Zudem sichern sie bei richtiger Artenzusammensetzung das Gewässerprofil. Gegenüber Einflüssen von außen wirken sie als Pufferzonen, z. B. gegen Düngereintrag. Außerhalb des Hochgebirges ist ein naturnahes Ökosystem Fließgewässer ohne Pflanzen kaum vorstellbar. Dementsprechend sind bei jedem Gewässerausbau Bepflanzungen und Begrünungen von großer Bedeutung (JÜRGING 1985).

Eine Vegetationsansiedlung kann aktiv mittels Ansaat, Pflanzung, Pflanzsoden, Stechhölzer oder passiv durch eine spontane Selbstansiedlung von Pflanzen erfolgen. Gerade von der letztgenannten Möglichkeit, nach entsprechender Vorbereitung der Standorte die natürliche Ansamung und Entwicklung von Pflanzenbeständen ohne weiteres Zutun des Menschen (natürliche Sukzession) abzuwarten, sollte viel mehr Gebrauch gemacht werden. Gelegenheiten sind überall dort gegeben, wo in der Umgebung ein ausreichendes Artenpotential vorzufinden ist und wo keine besonderen Gründe, z. B. Erosionsgefahr, dagegen sprechen. Über den Weg der natürlichen Sukzession kann u. a. auch zur Erhaltung und Förderung lokaler und regionaler Pflanzensippen ein wertvoller Beitrag geleistet werden. Für die natürliche Sukzession sprechen auch die Beobachtungen von ASMUS (1988), daß Pflanzungs- und Begrünungsmaßnahmen mitunter eine Verzögerung, im Extrem eine Verhinderung der sich entwickelnden Spontanvegetation darstellen.

Für die herkömmlichen Begrünungsmethoden sind nur heimische Pflanzen bzw. Pflanzenteile nach wasserbaulich und hydraulisch gewünschten Eigenschaften sowie nach standörtlichen Vorgaben auszuwählen. Letztere werden neben den naturräumlichen Eigenheiten im wesentlichen vom Wasser geprägt. Deshalb wird ein Gewässer ganz allgemein in den Unterwasserbereich (aquatische Zone), in den Wasserwechselbereich (amphibische Zone) und in den Überwasserbereich (terrestrische Zone) eingeteilt.

Der aquatische Bereich naturnaher Fließgewässer beherbergt je nach Fließgeschwindigkeit, Tiefe, Belichtungs- und Nährstoffverhältnissen unterschiedliche Vegetationsformationen. Sie reichen von Moos- oder Algenaufwuchs, Unterwasserrasen und flutenden Vegetationsformen hin bis zu Schwimmblattgesellschaften in nicht oder nur wenig durchströmten Abschnitten. Eine Pflanzung der Arten des Unterwasserbereiches erfolgt normalerweise nicht, da dies kaum oder nur mit großem Aufwand möglich ist und nur wenige dieser Arten im Fachhandel erhältlich sind. Zudem stellen sie sich in den besiedelbaren Bereichen im Laufe der Zeit von selbst ein.

Der amphibische Bereich ist bei naturnahen Fließgewässern außerhalb des Gebirges meist von Röhrichten, im wesentlichen von Rohrglanzgras sowie gelegentlich von Seggenbeständen gekennzeichnet. Auch diese „Sumpfpflanzen“ siedeln sich entsprechend der Fließgeschwindigkeiten nach und nach von selbst an. Soll in der Wasserwechselzone eine schnellere Bestandsbildung erreicht werden, so sind Pflanzungen als Starthilfe zu empfehlen. Einerseits wird dadurch ein früherer Schutz der Ufer erzielt und andererseits, speziell bei nährstoffreichen Situationen, das Ansiedeln konkurrenzstarker monostrukturierter Gesellschaften, z. B. aus Brennesel oder Indischem Springkraut, zumindest erschwert.

Im terrestrischen Bereich werden naturnahe Fließgewässer von Auwäldern oder Gehölzsäumen (Reste von Auwäldern) mit arten-

reichen Krautschichten begleitet. Je nach Zielsetzung und Möglichkeit werden hier nach einem Ausbau Gehölzsäume, auwaldartige Bestände oder Wiesen als Ersatzgesellschaften gefördert. Im Normalfall werden an den Gewässerrändern mehrreihige Gehölzsäume, vorwiegend aus Erlen und Weiden, gepflanzt. Dabei sollte mit dem Anpflanzen oder Stecken von Gehölzen direkt über der Sommermittelwasserlinie begonnen werden.

In den Bereichen, in denen zur Erhaltung der bestehenden Biotopstruktur, z. B. bei einem Brachvogelvorkommen oder aus abflußtechnischen Gründen Gehölze unerwünscht sind, ist eine geschlossene Vegetationsdecke aus Gräsern und Kräutern anzustreben. Mit Ausnahme von selten praktizierten Sondermaßnahmen wie z. B. das Auslegen von Rollrasen, kann eine Begrünung in Form einer Aussaat mit standortgemäßen Saatgutmischungen oder, wenn keine triftigen Gründe dagegen sprechen, auch über die natürliche Sukzession erfolgen. So können sich z. B. auf Vorländern ausgedehnte Feuchtwiesen oder auf kiesig aufgebauten Böschungen von Deichen und Dämmen mit keiner oder nur geringer Abdeckung aus nährstoffarmen Substraten artenreiche Magerrasen mit einer Vielzahl an seltenen Arten entwickeln (JÜRGING und GRÖBMAIER 1984). Dabei ist es für die Unterhaltung wesentlich, daß diese Pflanzengesellschaften nur einer extensiven Pflege bedürfen.

### Zukünftige Ziele

Bedingt durch viele Sachzwänge ist es in vielen Fällen nicht mehr möglich, die Linienführung wesentlich zu verändern. Auch die Gefällsverhältnisse sind in aller Regel weitgehend fixiert. Daher beschränken sich die Möglichkeiten zur Umgestaltung hauptsächlich auf die Querschnitte. Speziell bei aus heutiger Sicht überdimensionierten Gewässern oder bei Umgestaltungen mit Grunderwerb bietet sich hier oftmals genügend Raum für ökologisch wesentliche Standortverbesserungen. Gleichzeitig müssen aber beabsichtigte oder absehbare biologische und morphologische Entwicklungen, z. B. Gehölzaufwuchs, Auflandungen und beginnende Mäandrierungen bei der Abflußmessung mit einkalkuliert werden, damit nicht bereits nach relativ kurzen Zeiträumen wieder in die Gewässerbiozöosen „pflegend“ eingegriffen werden muß.

Langfristiges Ziel aller Ausbauten und Umgestaltungen sollte ein wieder voll funktionsfähiges „Gesamtsystem Gewässer“ sein. Sicherlich sind aufgrund vielfältigster Zufälle, z. T. auch aufgrund umweltbewußten Handelns naturnahe Gewässerabschnitte in unserer Landschaft verblieben. Diese sind aber meist, ökologisch betrachtet, nicht miteinander verbunden, geschweige denn großräumig naturnah vernetzt. Wünschenswert ist es deshalb, daß ausgewählte Fließgewässer nicht nur punktuell oder abschnittsweise eine biologische Aufwertung erfahren, sondern daß von jedem naturnahspezifischen Fließgewässertyp genügend lange, naturnahe Strecken wieder in unserer Landschaft präsent sind (DAHL 1983). Deshalb sollten Konzepte erarbeitet und langfristig gesehen verwirklicht werden, die es ermöglichen, daß in jedem Naturraum aus den vorhandenen Resten naturnaher Abschnitte durch weitgehendes Schließen naturferner Lücken mittels ökologisch orientierten Aus- und Umbauten sinnvoll zusammenhängende Gewässersysteme entstehen, die die jeweils natürliche Biozöosenvielfalt und eine ausreichende „ökologische Durchgängigkeit“ sicherstellen können (DAHL und WIEGLEB 1984). Ein derartiges Vorgehen ist die Grundvoraussetzung zur Erhaltung und Wiederherstellung der Vielfalt unserer Gewässerlandschaften und somit auch der langfristigen Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes.

### Literatur

ASMUS, U., 1988: Das floristische Gefälle an neugeschaffenen Böschungen des Rhein-Main-Donau-Kanals. — Tuexenia Nr. 8 (Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft, Neue Serie), S. 247 — 261

- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1987: Grundzüge der Gewässerpflege. — Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft H. 21, 112 S.
- DAHL, H.-J., 1983: Bewirtschaftungspläne. — Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 27, 5/6, S. 168—172
- DAHL, H.-J. u. WIEGLEB, G., 1984: Gewässerschutz und Wasserwirtschaft der Zukunft — Grundlagen eines zukünftigen Fließgewässerschutzes. — Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege 36, S. 26—65
- DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V.), 1984: Ökologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. — Merkblätter zur Wasserwirtschaft 204, 188 S.
- INDELKOFER, H., 1982: Leistungsberechnung naturnaher und natürlicher Gewässer. — In: Ökologie von Fließgewässern — Ingenieurbiologische Sicherungsmaßnahmen (= Landschaftswasserbau 3), Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau der TU Wien (Hrsg.), S. 217—241
- JANUSZEWSKI, H., 1984: Sohlrampen im naturnahen Wasserbau. — bau intern 7, S. 116—119
- JÜRGING, P. u. GRÖBMAIER, W., 1984: Neuschaffung und Sicherung von Trockenbiotopen bei wasserbaulichen Maßnahmen. — Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufener Seminarbeiträge 5/84, S. 35—43
- JÜRGING, P., 1985: Beachtung ökologischer Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. — Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Bd. 39, Schadstoffbelastung und Ökosystemschutz im aquatischen Bereich; Oldenbourg, München/Wien, S. 553—572
- OTTO, A., 1988: Naturnaher Wasserbau — Modell Holzbach. — AID 1203, 32 S.
- SCHEURMANN, K., 1983: Zur Bettgestaltung von Fließgewässern. — Garten und Landschaft 2, S. 94—98



Schwarzerlen schützen mit ihrem Wurzelgeflecht wie Pallisaden die Ufer.

(Foto: Bauer)

## Naturnahe Gewässerunterhaltung

Zum Thema „Naturnahe Gewässerunterhaltung“ möchte ich meine Ausführungen aus der Sicht einer Oberen Wasserbehörde machen und zwar zu Gewässern im Flachland. Zur Zeit sind sich die Fachleute offenbar über Inhalt und Ziele einer naturnahen Gewässerunterhaltung noch nicht abschließend einig.

Die Gewässerunterhaltung ist eine öffentlich-rechtliche Verpflichtung. Das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG) fordert die Erhaltung eines für den Wasserabfluß ordnungsgemäßen Zustandes.

Unumgänglich ist die Gewässerunterhaltung vor allem dort, wo der Mensch die natürliche hydraulische Leistungsfähigkeit eines Gewässers geändert hat und diese Veränderung erhalten werden muß.

Veränderungen an Gewässern erfolgten nicht erst in der jüngeren Vergangenheit. Schon aus dem Beginn des vorigen Jahrhunderts liegen für die Ems im Münsterland Nachweise über wasserbauliche Schutzmaßnahmen vor. Erste größere Durchstiche wurden in der Mitte des vorigen Jahrhunderts ausgeführt, nachdem mehrere Hochfluten umfangreiche Schäden in der landwirtschaftlich genutzten Talaaue angerichtet hatten. Erst später — an der Ems war es in den 20er Jahren dieses Jahrhunderts — erfolgte ein Ausbau auf eine nach Abflußmenge und Jährlichkeit definierte Wassermenge.

Durch Ausbau wird ein Gewässer in die Lage versetzt, eine vorgegebene Wassermenge einer durch den Menschen gesetzten Ordnung gemäß abzuführen.

Für ein ausgebautes Gewässer ergibt sich daraus, daß es „ordnungsgemäß“ unterhalten wird, wenn der Ausbauzustand erhalten bleibt. Das preußische Wassergesetz vom 7. 4. 1913 fordert bereits die Erhaltung der Vorflut und bei ausgebauten Gewässern Erhaltung des Zustandes, in den der Wasserlauf durch den Ausbau versetzt wurde.

Da die Gewässer weitgehend nach technischen Gesichtspunkten ausgebaut sind, die die Form und Vielgestaltigkeit eines natürlichen Gewässers unberücksichtigt lassen, unterliegen solche „Ausbauwerke“ sehr stark der Eigendynamik des Gewässers. Sie müssen deshalb vor den natürlichen Veränderungen ständig geschützt werden.



Bild 1: Gewässer durch Unterhaltungsmaßnahmen naturfern verändert (Foto: Foschepoth)

Gewässerunterhaltung soll die hydraulischen, die wassertechnischen Belange eines Gewässers — vor allem wenn es ausgebaut ist — sichern. Sie umfaßt gemäß Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz — LWG —) in der Fassung aus dem Jahre 1962 die Reinigung, Räumung und Erhaltung des Gewässerbettes und ferner die Sicherung der Ufer.

Dem entsprechen:

- die Entfernung von Treibgut, Sand- und Geröllbänken aus dem Gewässerbett,
- die Beseitigung von Uferabbrüchen und Kolken und
- die Abflachung der Gewässerböschungen und die Befestigung des Böschungsfußes.

Die Forderung des preußischen Wassergesetzes, daß ausgebaute Gewässer im Ausbauzustand zu erhalten sind, besteht bis heute. Was lag daher näher, als die durch den Ausbau geschaffene Gewässerform durch Unterhaltungsmaßnahmen möglichst genau zu erhalten.

Den nicht ausgebauten Gewässern brachte die Unterhaltungspflicht ebenfalls Umgestaltungen. Wenn größere Abbrüche die Sicherung der Ufer notwendig erscheinen ließen, erfolgte die Sicherung mit den technischen Mitteln des Wasserbaues. Die mit Schüttsteinen und Rasen befestigten Böschungen unterlagen anschließend ebenfalls der regelmäßigen Unterhaltung.

Die Pflicht zur Gewässerunterhaltung führte zu einer regelmäßigen Pflege der Gewässer mit den jährlich wiederkehrenden Arbeiten, wie

- Mähen der Böschungen,
- Krauten der Sohle und neuerdings
- die Pflege der Ufergehölze

und in unregelmäßigen Abständen anfallenden Arbeiten wie:

- Entschlammung und Entsandung der Sohle,
- Beseitigung von Böschungsauflandungen,
- Beseitigung von Kolken und Uferabbrüchen,
- Befestigung des Böschungsfußes und Sicherung der Ufer durch Abböschungen von Steilwänden und
- Entfernung von Treibgut nach Hochwässern aus dem Überschwemmungsgebiet.

Nachdem nun seit Jahrzehnten die Gewässerunterhaltung nach vornehmlich technischen Gesichtspunkten durchgeführt wurde, stellt das Wasserhaushaltsgesetz in seiner Fassung vom 23. September 1986 den Grundsatz heraus, daß Gewässer Bestandteile des Naturhaushaltes sind. Es heißt in diesem Gesetz weiter: „Bei der Unterhaltung ist den Belangen des Naturhaushaltes Rechnung zu tragen.“

Der Entwurf zur Novellierung des Landeswassergesetzes NW hat diese Grundsätze übernommen. Er sagt aus, daß bei der Unterhaltung die günstigen Wirkungen des Gewässers für den Naturhaushalt und für die Gewässerlandschaft zu erhalten sind und daß dazu die Erhaltung und Wiederherstellung eines angemessenen heimischen Pflanzen- und Tierbestandes gehört.

Das setzt aber naturnahe Gewässer voraus.

Unterhaltungsmaßnahmen gelten nach dem Gesetz zur Sicherung des Naturhaushaltes und zur Entwicklung der Landschaft (Land-

schaftsgesetz — LG —) nicht als ausgleichspflichtige Eingriffe in Natur und Landschaft. Dennoch sind sie regelmäßige, wenn auch z. T. nur kleinere Eingriffe in den Naturhaushalt; sie sind die gezielte Unterbrechung eines natürlichen Prozesses. Auf den ersten Blick scheinen sich daher die Erhaltung eines ordnungsgemäßen Zustandes für den Wasserabfluß und die Berücksichtigung der Belange des Naturhaushaltes auszuschließen und es wird häufig die Ansicht vertreten, keine Unterhaltung sei die naturächste Unterhaltung. Auf die Gewässerunterhaltung kann aber nicht verzichtet werden, nicht nur aus wasserrechtlicher Sicht, sondern auch aus wasserrechtlichen Gründen. Es muß deshalb ein Weg gefunden werden, bei dem durch Unterhaltungsmaßnahmen einerseits der Abfluß sichergestellt wird, andererseits der natürliche Charakter des Gewässers und damit seine Wirkung in der Gewässerlandschaft intensiver zur Entfaltung kommt. Die Lösung dieser Aufgabe ist nicht einfach. Dazu gibt es kein Patentrezept, denn jedes Gewässer ist ein individuelles System. Es ist nicht einmal leicht, einen Plan zur Umgestaltung eines naturnahen Gewässers zu gestalten. Meist stellt sich bei genauer Untersuchung heraus, daß beim Ausbau durch den Eingriff mehr zerstört wird als verbessert werden kann.

Die Veränderung von naturnahen in naturnahe Gewässer kann deshalb nur ein Entwicklungsprozeß sein, der im wesentlichen und am zweckmäßigsten im Rahmen der Gewässerunterhaltung in Gang gesetzt werden und ablaufen muß.

Der für die Gewässerunterhaltung Verantwortliche kann sich auf Experimente nicht einlassen. Fehler, die die Gewässerhydraulik betreffen, werden meist erst erkannt, wenn sie zu einem katastrophalen Hochwasser geführt haben.

Eine Entwicklung wird man deshalb nur in kleinen, übersehbaren Schritten erwarten können. Die Veränderung naturnaher Gewässer in naturnahe wird sich somit nicht von heute auf morgen vollziehen, zumal jede natürliche Entwicklung ihre Zeit braucht.

Die Entwicklung sollte, wie gesagt, der Eigendynamik des Gewässers vorbehalten sein. Allerdings ist auch diese durch die menschlichen Nutzungen im Einzugsgebiet eines Gewässers beeinflusst.

Geändert haben sich z. B.:

- das Abflußverhalten, die hydrologischen Verhältnisse u. a. durch Dränung und Kanalisation und
- die Wassergüte durch Abwassereinleitungen oder landwirtschaftliche Einflüsse

Diese Fakten sind bei der Umgestaltung der Gewässer zu berücksichtigen, denn von ihnen sind Gestaltungsform aber auch Pflanzen- und Tierwelt abhängig.

In welchem Umfang kann überhaupt durch Gewässerunterhaltung ein naturnahes Gewässer erzielt werden?

Schon die konventionelle Gewässerunterhaltung kann so durchgeführt werden, daß die ökologischen Verhältnisse an den Gewässern nicht weiter gestört, sondern gegenüber den derzeitigen verbessert werden. So dient es dem Schutz sowohl der aquatischen als auch der amphibischen und terrestrischen Lebensgemeinschaften, wenn sich die Unterhaltungsarbeiten im Jahr nur auf eine Gewässerseite beschränken, das gilt für die Böschungsmahd, die Pflege der Röhrichtzone, aber auch für Sohlkräutungen und Beseitigung von Anlandungen.

Die Sicherung der Ufer kann dem Charakter des Gewässers entsprechend durchgeführt werden, z. B. mit Reisigfaschinen oder Büschen statt mit Steinschüttung; weiterhin können die Ufer mit Gehölzen bepflanzt werden. Dadurch lassen sich Böschungen sichern und Verkräutungen soweit reduzieren, daß regelmäßige Sohlkräutungen sich erübrigen. Sohlabstürze können durch Sohlgleiten ersetzt werden. Es lassen sich Grundschwellen einbauen, die das Fließverhalten ändern oder durch grobe Steine oder Baumstüben Stillwasserbereiche schaffen.



Bild 2: Schonung der Rohrglanzgraszone und Erhaltung natürlicher Veränderungen in einem ausgebauten Gewässer (Foto: Foschepoth)

Besonders die ausgebauten Gewässer sind in der beschriebenen Weise zu behandeln. Sie sind zwar, wie bereits erwähnt, derzeit noch im Ausbauzustand zu erhalten. Der Entwurf der Novelle zum Landeswassergesetz verzichtet jedoch auch auf diese Forderung. Neuaufgenommen ins Gesetz ist ferner die Regelung, daß, wenn ein Gewässer sein bisheriges Bett verlassen hat, der frühere Zustand nur wieder hergestellt werden darf, wenn Gründe des Allgemeinwohles es verlangen oder wenn der Gewässerabschnitt innerhalb einer bebauten Ortslage oder in einem genehmigten Bebauungsplan liegt. Sonst hat der betroffene Anlieger nur Anspruch auf eine Entschädigung. In der Begründung heißt es dazu, daß „eine Veränderung des Gewässerbettes durch natürliche Ereignisse heute nicht mehr grundsätzlich negativ zu bewerten“ ist und daß deshalb außerhalb von Ortslagen und bebauten Grundstücken „der natürlichen Gewässerdynamik der Vorrang eingeräumt“ wird.

Unter naturnaher Unterhaltung ist daher mehr zu verstehen als konventionelle Gewässerunterhaltung mit natürlichen Baustoffen und einer richtigen Zeitwahl.

In der Broschüre des Landesamtes für Wasser und Abfall des Landes NW „Bäche und Flüsse naturnah“ heißt es: „Zur naturnahen Entwicklung führt die Entfesselung des Gewässers.“

Natürliche Fließgewässer, vor allem im Flachland, bilden Mäander. Den meisten Gewässern wurden sie durch Ausbau und Unterhaltung genommen. Naturnahe Unterhaltung kann deshalb nur bedeuten, daß einem Gewässer die Möglichkeit eingeräumt wird, trotz oder vielmehr durch Unterhaltung sowohl nach Linienführung als auch in Längs- und Querschnittsausgestaltung einem natürlichen Gewässer wieder ähnlicher zu werden.

Die Wasserschaufen auch in diesem Jahr zeigen, daß von den Unterhaltungsträgern dazu bisher nur zaghafte Versuche unternommen werden.

Ich hatte bereits darauf hingewiesen, daß Gewässerunterhaltung immer einen Eingriff in den Lebensraum „Gewässer“ und die zugehörigen Lebensgemeinschaften darstellt. Weil bei der Unterhaltung laut Wasserhaushaltsgesetz den Belangen des Naturhaushaltes Rechnung zu tragen ist, müssen diese Eingriffe so gering wie möglich gehalten werden. Das bedeutet, daß bevor eine Unterhaltungsmaßnahme durchgeführt wird, abzuwägen ist, ob sie eine Störung des Naturhaushaltes rechtfertigt oder ob sie zurückgestellt werden kann.

Viele Unterhaltungsarbeiten, vor allem die regelmäßig wiederkehrenden Arbeiten, dienen weniger der Erhaltung eines ordnungsgemäßen Zustandes für den Wasserabfluß als der Erhaltung der Fesseln, die man dem Gewässer angelegt hat bzw. sie dienen der Befriedigung des menschlichen Ordnungssinnes. Damit will ich auf



Bild 3: Gerade 10jährig werden die Ufergehölze schon wieder auf den Stock gesetzt (Foto: Foschepoth)



Bild 4: Natürlicher Uferbewuchs (Foto: Foschepoth)

keinen Fall sagen, daß auf Unterhaltungsarbeit verzichtet werden kann. Es ist aber z. B. bei einem Uferabbruch, ehe er beseitigt wird, zu prüfen, ob er den Abfluß tatsächlich behindert und ob der Schaden, der am Anliegergrundstück entstanden ist, überhaupt in einem Verhältnis steht zu dem Wert, den der Abbruch für die Gewässerökologie darstellt.

Rasen z. B. dient dem Schutz der angelegten Gewässerböschungen, die regelmäßige Mahd dient der Erhaltung des Rasens. Überall dort, wo man das Gewässer entfesseln darf und möchte, kann bzw. muß auf die Rasenpflege verzichtet werden, es sei denn, man will damit die Kulturform einer Schnittwiese erhalten.

Der erste Schritt zu mehr Naturnähe war die Bepflanzung der Gewässer mit Gehölzen. Erste umfangreiche Anpflanzungen erfolgten im Münsterland vor ca. 15 Jahren. Fast alle diese Pflanzungen sind bereits wenigstens einmal auf den Stock gesetzt. Angeblich sollen Gehölze aus forstlicher Sicht ca. alle 8—10 Jahre auf den Stock gesetzt werden. Wahrscheinlich wurde diese Vorstellung von den Wallhecken, die wegen der Holznutzung im regelmäßigen Umtrieb abgeholzt wurden, übernommen.

Nach meiner Meinung sollte der Biotop „Gewässer“ so wenig wie möglich gestört werden, auch nicht durch regelmäßige Verjüngung des Bewuchses, was zusätzlich die Gehölze in der Entwicklung ihrer artspezifischen Formen hindert. Ferner sollte nicht versucht werden, durch regelmäßige Eingriffe immer wieder natürliche Ent-

wicklungen korrigieren zu wollen; durch Ungeduld kann man der Natur nicht helfen.

Der Anlaß, Gehölze am Gewässer auf den Stock zu setzen, ist nicht so sehr die Gehölzpflege, sondern vielmehr der Schutz des Anliegers vor der Wurzelkonkurrenz bzw. dem Schattendruck der Gehölze, damit die landwirtschaftliche Nutzung der Anliegergrundstücke nicht beeinträchtigt wird.

Diesen Eingriffen könnte vorgebeugt werden, wenn ein genügend breiter Uferstreifen am Gewässer aus der Nutzung herausgenommen würde. Naturnah belassene Gewässerabschnitte haben oft noch einen breiten Ufersaum, der die Gewässer gegen die angrenzende Nutzung abschirmt und es bedarf an solchen Gewässerstrecken keiner oder nur ganz geringer Unterhaltungsmaßnahmen, weil Profilveränderungen, die natürlicherweise auftreten, vom Uferstreifen aufgenommen werden.

So ein Uferstreifen bietet verschiedene Vorteile. Er dient der Vernetzung der Biotope in der Landschaft und ist ein Schutzstreifen für das Gewässer gegen Dünger und Herbizideintrag von angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen. Seine eigentliche Bedeutung liegt jedoch darin, daß er dem Gewässer einen Freiraum verschafft, in dem es sich bewegen kann. Er sollte möglichst wenig durch Unterhaltungs- und Pflegemaßnahmen gestört werden, damit das Gewässer eine natürliche Zonierung des Übergangs zwischen aquatischem und terrestrischem Bereich ausbilden kann. Leider werden Uferstreifen zur Zeit meist nur als Uferschutzstreifen ausgewiesen. Sie werden dann lediglich gepachtet, damit dem Anlieger die Möglichkeit erhalten bleibt, die Flächen bei Gelegenheit wieder in die Nutzung zu übernehmen.

Wichtigstes Element der naturnahen Gewässerunterhaltung ist die Entfesselung des Gewässers. Das Wort „Entfesselung“ sagt, daß dem Gewässer Freiheiten eingeräumt werden. Da nun jedes Gewässer sehr individuelle Züge aufweist, ist nicht im Voraus erkennbar oder abzuschätzen, wie ein Gewässer diese Freiheiten nutzt. Aber gerade die Freiheit, sich sein Bett seinem Charakter entsprechend zu formen, macht die Naturnähe eines Gewässers aus. Nur durch Entfaltung der Eigendynamik kann es die Formen und Lebensräume bilden, die es eigentlich von Natur aus und seiner Natur entsprechend haben müßte.

Da zeigen sich nun die Grenzen der naturnahen Unterhaltung. Die äußere Veränderung des Gewässerbettes wirkt sich nicht nur auf die Biozönose, sondern auch auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Gewässers aus. Da das Gewässer auf seiner gesamten Länge dieser Dynamik unterliegt, kann sich die Leistungsfähigkeit relativ schnell ändern, ohne daß der Umfang der Änderung erkennbar wird. Mit einer Erhöhung ist wohl nicht zu rechnen, weil die Rauheit des Profils durch die Krümmungen und Kolke zunimmt und sich damit auch auf die Abflußleistung nachteilig auswirkt. Durch Profilaufweitung und Sohlenerosion kann diese Leistungsinderung u. U. ausgeglichen werden. Deshalb sollten bei allen durch Hochwasser gefährlichen Gewässern, die naturnah unterhalten werden, Pegel in ausreichender Zahl vorgesehen werden, an denen bei höheren Abflüssen erkennbar wird, wie sich die Umbildung des Gewässers auf den Abfluß auswirkt.

#### Literatur

- Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen: Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung. Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 3. Auflage, 1981
- Aktuelle Fragen der Unterhaltung von Fließgewässern. Referate der Fortbildungsveranstaltung des Landesamtes für Wasser und Abfall NW in Zusammenarbeit mit dem Bund der Wasser und Kulturbauingenieure/ Landesverband NW.
- LWA — Materialien Nr. 3/86, Landesamt für Wasser und Abfall NW, Düsseldorf 1986
- FRIEDRICH, G.; KRAUSE, A.; SCHINDLER, T.; SCHOOF, M: Bäche und Flüsse naturnah — Verbesserung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern. LWA Schriftenreihe, Heft 43, Landesamt für Wasser und Abfall NW, Düsseldorf, Okt. 1986

## Fließgewässer-Unterhaltung und Vegetation – Auswirkungen im aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereich – Kurzfassung

Die Gewässerunterhaltung, die im Gegensatz zum weithin abgeschlossenen Gewässerausbau eine nicht endende Aufgabe darstellt, wirkt sich in ihren einzelnen Maßnahmen auf das ganze Gewässer aus, auf die Gestalt des Gewässerbettes ebenso wie auf die Wasserführung, die Pflanzen- und die Tierwelt. Hier soll in Form eines Überblicks zusammengestellt werden, welche Folgen sich aus einzelnen Unterhaltungsarbeiten für den Bewuchs in und an Gewässern ergeben.

Im einzelnen wird dabei der aquatische, der amphibische und der terrestrische Bereich berücksichtigt. Diese drei Einheiten lassen sich insbesondere im Hinblick auf kleinere Fließgewässer, die die große Zahl aller Wasserläufe darstellen, wie folgt kennzeichnen und gegeneinander abgrenzen.

Der *aquatische* Bereich bleibt üblicherweise ganzjährig von Wasser bedeckt. Wo es sich lohnt, mit Begriffen der Gewässerstatistik zu arbeiten, weil entsprechende Werte vorliegen, läßt sich auch sagen, daß der aquatische Bereich unterhalb des Niedrigwasser-Niveaus liegt. Botanisch gesehen ist es der Lebensraum untergetauchter, im Gewässergrund wurzelnder Wasserpflanzen.

Der *amphibische* Bereich umfaßt etwa die Wasserwechselzone zwischen Niedrigwasser und Sommer-Mittelwasser. Man nennt ihn

auch die Röhrichtzone. Hier wachsen vor allem Bach- und Flußuferröhrichte, die zeitweilig unter Wasser stehen können, ohne Schaden zu leiden. Weniger auffällig und daher auch weniger bekannt ist der kurzlebige Aufwuchs, der bei länger anhaltender sommerlicher Niedrigwasserführung dem Röhricht vorgelagert ist oder eng mit ihm verzahnt zur Entfaltung kommt. Er besteht hauptsächlich aus einjährigen Pflanzen.

Von Natur aus ist die amphibische Zone längs der Bäche und Flüsse kein geschlossenes, sondern ein vielfach unterbrochenes Band. Es fehlt überall, wo die Ufer von der Sohle an senkrecht aufsteigen, es fehlt aber auch, wo ausladende Ufergebüsche sich bis zum Wasserspiegel ausbreiten.

Der *terrestrische* Bereich schließt an die eigentliche Wasserwechselzone an, d. h. er setzt bald oberhalb des Niveaus vom sommerlichen Mittelwasser ein. Als seine äußere, landwärts gelegene Grenze wird nicht die Linie des Ausuferens, die Böschungsoberkante, angesehen, sondern es zählt die ganze heute noch überflutete Aue dazu.

Im terrestrischen Bereich ist überall Gehölzwuchs möglich. An Bächen und kleinen Flüssen wachsen von Natur aus dicht am Ufer meistens Schwarzerlenmischwälder, regional dominiert auch die

Pflege und Entwicklung der Ufervegetation bei der Gewässerunterhaltung  
Tabellarische Übersicht

Auswirkungen von Unterhaltungsarbeiten auf die Pflanzenwelt von Fließgewässern	I. Aquatischer Bereich (Wasserpflanzen-Lebensraum) Niveau unter NW	II. Amphibischer Bereich (Röhricht-Lebensraum) Niveau zwischen NW und SoMW	III. Terrestrischer Bereich (Gehölzfähiger Lebensraum) Niveau oberhalb SoMW
1. Zustand wird nachteilig verändert durch:	a) Einbau von Schüttgut, das den Standort verfremdet. b) Großflächige Grundräumung, insbesondere durch Einsatz der Grabenfräse. c) Mahd der gesamten Gewässersohle auf einmal d) Herbizideinsatz (bis vor kurzem noch erlaubt, durch das Pflanzenschutzgesetz vom 15. 9. 1986 verboten).	a) Entnahme aller Anlandungen (Vernichtung von Wuchsorten). b) Einbau von Wasserbausteinen ohne Überdeckung mit Feinmaterial. c) Mahd während der Vegetationszeit. d) Herbizid- und Wuchshemmereinsatz (seit 1986 verboten).	a) Mahd von Rasenböschungen in kurzen Intervallen. b) Herbizid- und Wuchshemmereinsatz (seit 1986 verboten). c) Unsachgemäße Eingriffe in den Gehölzbestand (falsche Termine, zu hohe Stöcke, undifferenziertes Vorgehen auf langer Strecke).
2. Der Zustand wird erhalten („Pflege“) durch:	a) Gelegentliche, abschnittsweise Mahd nach den unmittelbaren Erfordernissen der Vorflut.	a) „Reinigungsschnitt“ im Herbst (nur bei unabweislichem Bedarf).	a) Mahd von Böschungsrasen 1–2mal jährlich je nach Wüchsigkeit. b) Mahd von Staudenbeständen im Winterhalbjahr zum Schutz vor Verbuschung. c) Einzelstamm- bis gruppenweise Nutzung von Ufergehölzen, d. h. sie fällen und wieder ausschlagen lassen („auf den Stock setzen“).
3. Der Zustand wird vorteilhaft verändert („Entwicklung zu größerer Naturnähe“) durch:	a) Pflanzung von standortgerechten Wasserpflanzen (Sonderfall!) b) Reduzierung des Krautwuchses auf ein naturgemäßes Maß durch Gehölzpflanzung (Beschattung).	a) Saat von Rohrglanzgras und Pflanzung von Uferstauden bei Baumaßnahmen im Rahmen der Gewässerunterhaltung. b) Verzicht auf Mahd im amphibischen Bereich, natürliche Entwicklung von Uferstauden und Röhricht ablaufen lassen.	a) Stellenweise Umwandlung von Rasenflächen in strukturreiche Vegetationskomplexe. b) Pflanzung von standort- und arealgerechten Ufergehölzen. c) Umbau von nicht standort- und arealgerechten Ufergehölzbeständen.

Esche oder in manchen Gegenden die Grauerle. Am Ufer von breiteren Flüssen haben schmalblättrige Strauchweiden und Baumweiden ihre ursprünglichen Vorkommen. Weiter landwärts schließen sich die Standorte für verschiedene Hartholz-Auenwälder an.

Heute setzt sich die Ufervegetation im terrestrischen Bereich vor allem aus drei Pflanzenformationen zusammen, aus Rasen, aus Staudenfluren und aus Ufergehölzen.

*Rasen* finden sich vor allem noch in Ausbauprofilen (Regelprofilen), galten sie doch einmal als besonders billig in Herstellung und Unterhaltung. *Staudenfluren* sind oft anstelle eutrophierter, nicht länger gemähter Rasen entstanden — stellenweise aber auch als unmittelbare Ersatzgesellschaften von verdrängten Uferwäldern. *Gehölzbestände* sind am seltensten. Man begegnet ihnen am ehesten im Bergland, wo sich stellenweise noch geschlossene naturnahe Bestände gehalten haben.

In alle drei Bereiche wird bei der Gewässerunterhaltung eingegriffen. Die meiste Arbeit bereitet der terrestrische, weil er von allen die größte Fläche einnimmt, er bietet aber auch die besten Möglichkeiten, Gewässer wieder in einen naturnäheren Zustand zu überführen. Demgegenüber bleibt der aquatische Bereich für die Gewässerunterhaltung von untergeordneter Bedeutung, sind doch übermäßige Verkrautung und damit verbundene Sohlenaufhöhung und Wasserspiegelanhebung eher regionale Phänomene. Auch der amphibische Bereich bereitet im allgemeinen nur wenig Arbeit. Da er aber weithin verkannt, übersehen und einfach wie die landwärts oder wasserseitig angrenzenden Flächen mit behandelt wird, entsteht oft unnötige Mehrarbeit, verbunden mit vermeidbarem Schaden im Naturzusammenhang.

Unterhaltungsarbeiten gelten zwar nicht als Eingriff im Sinne des Gesetzes, doch bleiben sie nicht ohne Folgen. Nach ihren Auswirkungen auf den Natürlichkeitsgrad der Gewässer lassen sie sich in drei Gruppen unterteilen:

1. in solche, die den Naturzustand verschlechtern,
2. in solche, die den aktuellen Zustand aufrechterhalten und
3. in solche, die sich förderlich auswirken, indem sie schrittweise zu größerer Naturnähe hinführen.

Welche der Unterhaltungsarbeiten im aquatischen, amphibischen oder terrestrischen Bereich sich im einzelnen negativ, indifferent oder positiv auf die Pflanzendecke auswirken, ist in der vorstehenden Tabelle zusammengefaßt.

(1) Die nachteiligen Maßnahmen werfen die Pflanzendecke in ihrer Entwicklung manchmal um Jahrzehnte, nicht selten sogar wieder bis auf den Nullpunkt zurück. Lokal kommt es zum Erlöschen einzelner Arten, zum Verlust ganzer Pflanzengemeinschaften. Das sind Einbußen, die in der Natur selbst bei Verlagerungen des Gewässerbettes, bei Seiten- oder Tiefenerosion so nicht erfolgen und überhaupt erst durch Maschineneinsatz auf langer Strecke möglich geworden sind.

(2) Eher als indifferent ist das Aufrechterhalten eines gegebenen Zustandes zu bewerten. Weitgehend wird damit das einmal Erreichte, das vorhandene botanische Inventar, die aktuelle Entwicklungsstufe erhalten. Aber die der Natur innewohnende Tendenz zur Weiterentwicklung wird — sofern nicht schon eine Endstufe wie etwa ein Uferwald erreicht ist — durch die regelmäßige Pflege unterdrückt.

(3) Die positiven Aktivitäten bewirken eine Weiterentwicklung der Ufervegetation. Darunter ist eine Umwandlung zu verstehen, die die Pflanzendecke in einen naturnäheren Zustand versetzt. Dabei soll soweit wie möglich die natürliche Sukzession zur Geltung kommen. Wo dies allein nicht zum Ziel führen kann oder voraussichtlich zu lange dauern würde, kann die Weiterentwicklung im Rahmen der Gewässerunterhaltung auch durch die Beseitigung von Hemmnissen oder durch verschiedene Pflanzmaßnahmen angestrebt werden.



Naturwidrig angelegter Wasserlauf, was seine Führung, Böschungsbildung und Bepflanzung betrifft. (Foto: Olschowy)

## Auswirkungen von Maßnahmen der Gewässerunterhaltung auf Gewässerlebensgemeinschaften

### 1 Vorbemerkung

Die folgenden Ausführungen beruhen im wesentlichen auf einer Studie (BOSTELMANN & MENZE 1987), die im Auftrag des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK) erarbeitet wurde.

### 2 Problemfeld

Gegenstand der Betrachtungen sind in erster Linie die kleinen Wasserläufe — kleinere Fließgewässer und Gräben (Gewässer II. und III. Ordnung) — weiträumiger und zumeist landwirtschaftlich intensiv genutzter Niederungsgebiete. Diese Gewässer sind in der Regel geradlinig ausgebaut, mit einem Regelprofil versehen, gehölzfrei, langsam fließend und eutroph.

Neben einer naturfernen Gewässergestaltung bildet die hohe Belastung mit Nährstoffen, einhergehend mit einer fehlenden Beschattung der Gewässer durch Ufergehölzsäume, optimale Voraussetzungen für ein üppiges Wachstum der Ufer- und Wasservegetation. Diese Verhältnisse erzwingen eine außerordentlich aufwendige Unterhaltung, so daß viele dieser kleinen Wasserläufe zur Aufrechterhaltung ausreichender Vorflutverhältnisse oft mehrmals im Jahr geräumt werden müssen.

Damit unterliegen die Lebensgemeinschaften dieser Gewässer nicht nur den Beeinträchtigungen durch hohe Nährstoffeinträge, sondern auch den regelmäßigen intensiven Eingriffen der Gewässerunterhaltung.

Dennoch zählen diese Gewässertypen in solchen Agrarlandschaften häufig zu den einzigen verbliebenen aquatischen und amphibischen Lebensräumen, so daß ihnen trotz erheblicher anthropogener Beeinträchtigungen u.a. als Rückzugs- und Überlebensraum sowie als Verbindungselement isolierter Lebensräume eine hohe Bedeutung zukommt.

Trotz entsprechender Bestimmungen in den Naturschutz- und Wasserhaushaltsgesetzen wurde den ökologischen Belangen seitens der Gewässerunterhaltung in der Vergangenheit kaum Rechnung getragen.

Es ist nicht nur eine vordringliche Aufgabe des Naturschutzes, sondern auch der Wasserwirtschaft, die Wasserläufe intensiv genutzter Agrarlandschaften als Lebensraum von Pflanzen- und Tierarten zu erhalten, vor vermeidbaren Beeinträchtigungen zu bewahren und durch entsprechende Maßnahmen zu fördern und zu entwickeln.

Im Hinblick auf einen umfassenden Schutz der Gewässer und ihrer Lebensgemeinschaften sind folgende Maßnahmen als vordringlich anzusehen:

- Verringerung des Nährstoff- und Schadstoffeintrages von landwirtschaftlichen Flächen und aus anderen Belastungsquellen;
- Renaturierung bzw. naturnahe Gestaltung der Gewässer;
- Einsatz modifizierter Unterhaltungsverfahren, die eine weitgehende Schonung und Entwicklung gewässertypischer Lebensgemeinschaften zulassen.

Unter diesen Gesichtspunkten muß die Gewässerunterhaltung künftig gleichrangig neben ihrer bisherigen Hauptaufgabe — der Aufrechterhaltung ausreichender Vorflutverhältnisse — als zusätzliche Aufgabe Biotopschutz und Biotoppflege übernehmen.

Eine wesentliche Voraussetzung, Methoden naturgemäßer Gewässerpflege zu entwickeln, besteht aber in der genauen Kenntnis der verschiedenen Gewässerlebensgemeinschaften und deren Reaktionen auf die jeweiligen Eingriffe durch die Gewässerunterhaltung. Derzeit ist der gesamte Umfang der Auswirkungen regelmäßig angewandter Unterhaltungsverfahren auf die Lebensgemeinschaften der Gewässer nicht bekannt. Aus diesen Gründen können bisher keine genauen Angaben gemacht werden, durch welche Verfahren und unter welchen Randbedingungen beeinträchtigende Wirkungen notwendiger Unterhaltungsmaßnahmen vermieden bzw. vermindert werden können.

### 3 Verbreitete Verfahren der mechanischen Gewässerunterhaltung

In Tabelle 1 (folgende Seite) sind die wesentlichen Methoden der Gewässerunterhaltung zusammengestellt. Dabei wurden die typischen Einsatzbereiche mit angegeben.

Für die regelmäßig wiederkehrenden Unterhaltungsmaßnahmen werden je nach Größe und Zugänglichkeit des Gewässers unterschiedliche Gerätetypen eingesetzt. Häufig eingesetzte Standardgeräte sind

- Böschungsmäher,
- Mähboot,
- Mähkorb,
- Grabenfräse.

Daneben gibt es noch eine Reihe in mehrjährigen Abständen angewandter Maßnahmen und Verfahren zur Gewässerunterhaltung (z. B. Grundräumung), die z. T. schwerwiegende Eingriffe in die Gewässerlebensgemeinschaften darstellen können (vgl. hierzu BÖTTGER & STATZNER 1983).

In den folgenden Abschnitten soll beispielhaft anhand der Ergebnisse einer Untersuchung der Jahre 1985—87 über die Auswirkungen des Mähkorbeinsatzes auf Gewässerbiozöten berichtet werden. Hinweise über Auswirkungen anderer Unterhaltungsverfahren und -geräte sowie eine ausführliche Darstellung der Untersuchungsergebnisse finden sich in der eingangs erwähnten Studie (BOSTELMANN & MENZE 1987).

### 4 Untersuchungen zum Einsatz des Mähkorbes

#### 4.1 Aufgabenstellung

Wesentliche Ziele der durchgeführten Untersuchungen zum Einsatz des Mähkorbes waren

- Erproben geeigneter Untersuchungsmethoden und Überprüfen, ob auf diese Weise aussagekräftige und umfassende Erkenntnisse über Auswirkungen des Mähkorbeinsatzes zu gewinnen sind
- Erarbeiten erster Erkenntnisse über die Auswirkungen des regelmäßigen Mähkorbeinsatzes auf Gewässerlebensgemeinschaften.

Für diese Untersuchung wurde ein kleiner Wasserlauf in Niedersachsen, die Flöthe bei Wagenfeld im Landkreis Diepholz, ausgewählt. Das Einzugsgebiet der Flöthe wird landwirtschaftlich intensiv genutzt. Dabei überwiegt die Ackernutzung.

Gerät	Arbeitsprinzip	Gewässertyp	Einsatzbereich	Einsatzhäufigkeit	Einsatzzeit	Bemerkungen
	mähen harken räumen fräsen baggern	Graben Bach Kleiner Fluß großer Fluß Kanal stehendes Gewässer	Sohle Böschungsfuß Böschung	mehrfährig einmal jährlich zweimal jährlich häufiger	Frühjahr Sommer Herbst Winter	
Bösch.-mäher	⊗ ⊗	○ ⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗	X ⊗ X	⊗ ⊗ ⊗	weit verbreitet, verschiedene Gerätetypen
Mähkorb	⊗ ⊗ ⊗	○ ⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗ X	X ⊗ ⊗ ⊗	weit verbreitet
Mähboot	⊗	X X X ⊗ ⊗	⊗	○ ⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗	Krautfang erforderlich
Grabenfräse	⊗ X	○ ⊗	⊗ ⊗	X ⊗ ⊗	X ⊗ ⊗ ⊗	radikale Wirkung auf Lebensgemeinschaften
Bagger	⊗ ⊗	X X X X X X	X X ⊗	X ⊗	⊗ ⊗ X X	v.a. bei Grundräumungen
Sense	X ⊗	X ⊗	⊗ ⊗ ⊗	X ⊗	⊗ ⊗ X	ökologisch sehr günstig, sehr kostenintensiv

Erklärung der Symbole:                    ⊗ regelmäßiger bzw. häufiger Einsatz  
     X gelegentlicher Einsatz  
     ○ seltener Einsatz

Tab. 1: Schematische Angaben zum Einsatz mechanischer Unterhaltungsmaßnahmen

#### 4.2 Bisherige und heutige Gewässerunterhaltungspraxis

Nach Auskunft des zuständigen Unterhaltungsverbandes „Hunte“ ist im Laufe der letzten Jahrzehnte mehrmals ein Wandel in der Art und Weise der regelmäßigen Unterhaltung der Flöthe eingetreten. Vier Phasen sind zu nennen:

1. Bis in die fünfziger Jahre wurde die Sohle von Hand mit langen Sensen und Krautharken geräumt.
2. Danach wurde zum Entkrauten ein Mähboot eingesetzt. Durch den Ausbau der Wagenfelder Aue verringerte sich nach 1967 die Wasserführung der Flöthe so stark, daß das Mähboot nicht mehr eingesetzt werden konnte.
3. Ab 1967 wurden daraufhin chemische Präparate zur Entkrautung eingesetzt. Die Böschungen wurden weiterhin gemäht. Durch jährlichen Wechsel von „chemischer Entkrautung“ und mechanischer Räumung von Hand mit Zugsensen und langen Sensen wurde der Einsatz chemischer Präparate in den siebziger Jahren eingeschränkt.
4. Seit 1975 wird das Gewässer ausschließlich mit dem Mähkorb geräumt.

Die heutigen regelmäßigen Unterhaltungsarbeiten, die seit 1975 unverändert beibehalten werden, umfassen jährlich zweimaliges Mähen der Böschungen und Räumen der Sohle. Die Mäh- und Räumtermine liegen für die Sommerräumung in der Regel Anfang Juni, für die Herbsträumung Ende Oktober/Anfang November.

#### 4.3 Gewässergütesituation

Aufgrund der vorliegenden physikalisch-chemischen Meßwerte muß der Oberlauf der Flöthe (Bereich der Untersuchungsstrecke) der Gewässergüte II—III, kritisch belastet (alpha-betamesosaprobe Grenzstufe), zugeordnet werden. Der relativ hohe Gehalt von Ammonium, Nitrat, Ortho-Phosphat und der hohe CSB sprechen dafür. Das üppige Wachstum der Wasserpflanzen sowie das zeit-

weise Auftreten von Massenentwicklungen einiger Fadenalgenarten spiegeln die eutrophen Verhältnisse am Oberlauf der Flöthe deutlich wider.

#### 4.4 Unmittelbare Auswirkungen des Mähkorbeinsatzes

##### Gewässerchemismus

Als primär bedeutend für die Veränderung im Wasserchemismus während eines Mähkorbeinsatzes können folgende Faktoren genannt werden, die sich vor allem belastend auf den Sauerstoffhaushalt des Gewässers auswirken:

- die Störung der Sedimentschichten durch das Räumen der Sohle, verbunden mit der Suspension eines Teiles des Bodenschlammes und das Freisetzen zuvor im Sediment adsorbierter Nährstoffe wie Nitrat und Phosphate u.a.;
- das Freilegen anaerober Schlammschichten (Sapropel), verbunden mit dem Freisetzen von Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S), Methan (CH<sub>4</sub>) und u.U. auch Ammoniak (NH<sub>3</sub>);
- der Eintrag von Zellsaft aus dem Mähgut und der Verbleib absterbender Pflanzenreste sowie getöteter wirbelloser Tiere (Invertebraten), Fische und Amphibien im Gewässer.

Zu den sekundären Folgeerscheinungen gehören:

- die Zunahme der Wassertemperatur durch vermehrte Einstrahlung aufgrund vollständiger Beseitigung der die Wasseroberfläche beschattenden Pflanzen des Sohl- und Uferbereiches;
- der Ausfall des biogenen Sauerstoffeintrages durch die Photosyntheseleistung der Wasserpflanzen;
- der Verlust der Akkumulationsleistung der Wasserpflanzen gegenüber organischen Verunreinigungen;
- die Zunahme der Fracht anorganischer und organischer Schwebstoffe durch den Ausfall der Filterwirkung insbesondere der höheren Wasserpflanzen.



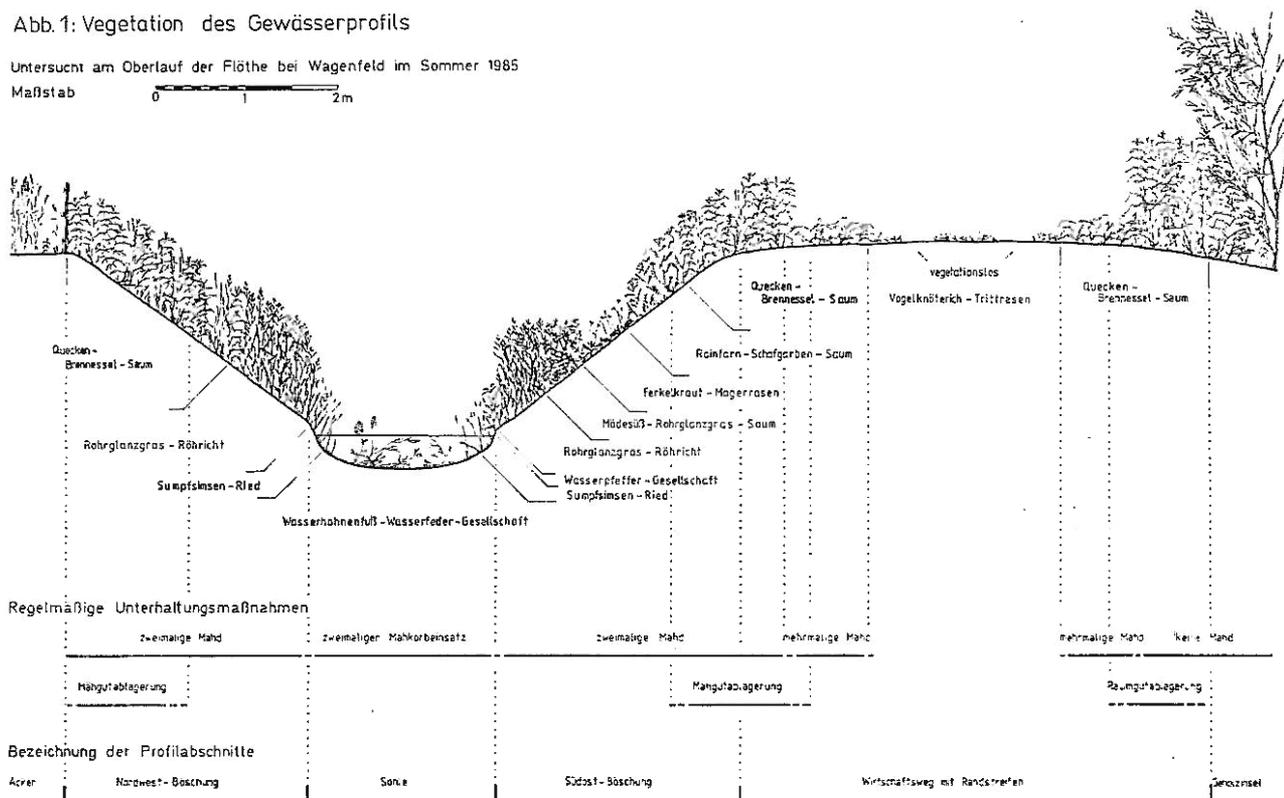
Foto 1: Die Untersuchungsstrecke am Oberlauf der Flöthe. Vegetationszustand Anfang Juni 1985 unmittelbar vor dem Mähkorbeinsatz. (Foto: Menze)



Foto 2: Blick auf dieselbe Untersuchungsstrecke während der Räumung durch den Mähkorb. (Foto: Menze)

Abb. 1: Vegetation des Gewässerprofils

Untersucht am Oberlauf der Flöthe bei Wagenfeld im Sommer 1985  
Maßstab 0 1 2m



### Vegetation

Am untersuchten Flöthe-Abschnitt lassen sich schon durch deutliche Unterschiede im Erscheinungsbild — vor allem durch Wechsel von Höhe und Dichte des Wuchses sowie durch unterschiedliche Blühaspekte — verschiedene, saumartig angeordnete Vegetationseinheiten erkennen. Durch eine genaue Prüfung der floristischen Zusammensetzung der verschiedenartigen Zonen konnten insgesamt 10 Vegetationseinheiten voneinander getrennt werden.

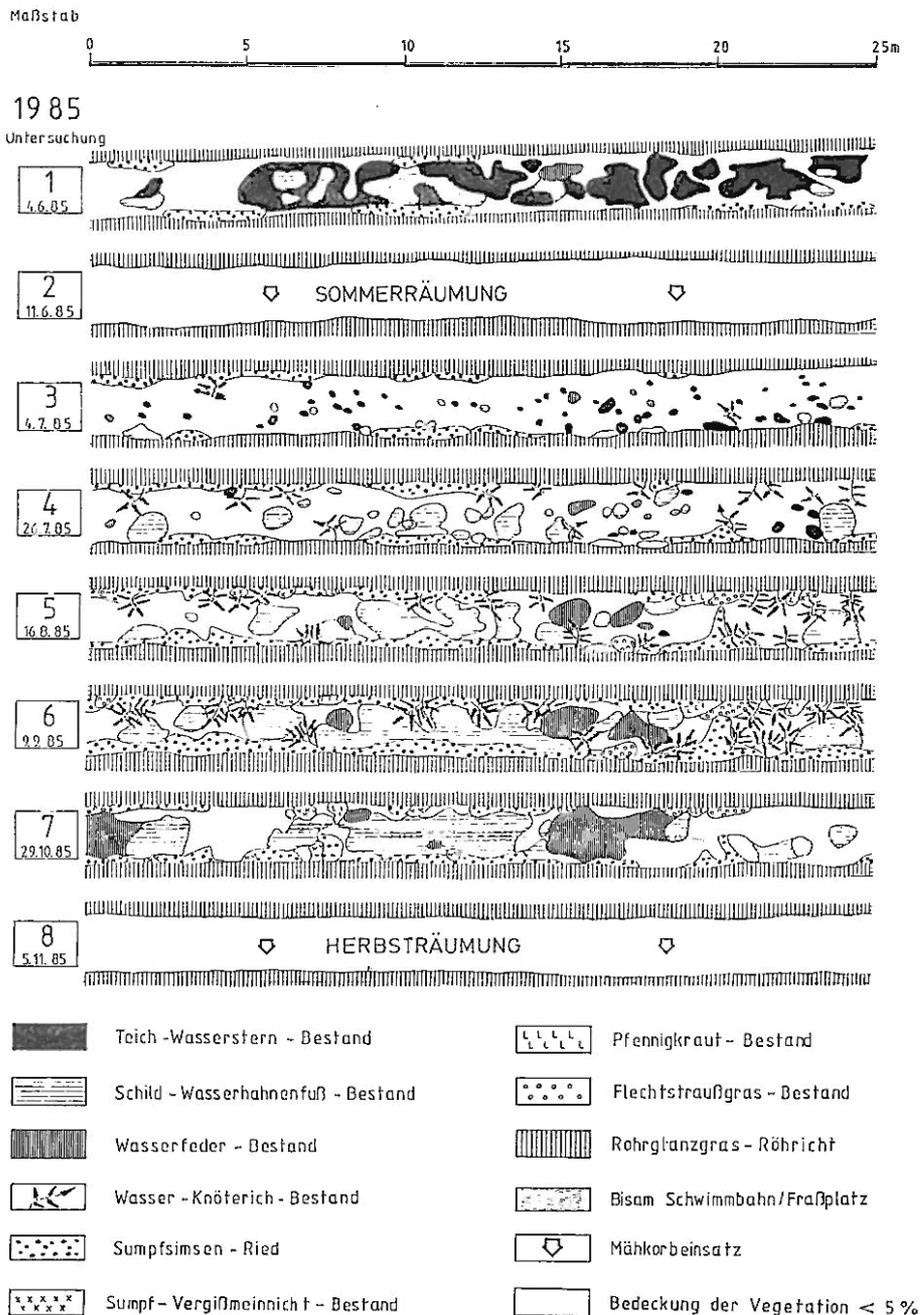
Abb. 1 zeigt die Abfolge der Vegetationseinheiten im Gewässer-

profil. Daneben sind die Bereiche, in denen regelmäßige Unterhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden, angegeben.

Die unmittelbaren Auswirkungen des Mähkorbeinsatzes auf die Vegetation können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

- drastische Verringerung des Bestandes submerser und emerger Pflanzen (bis zu mehr als 90 %); aus dem Wasser herausragende Pflanzenteile werden u. a. vollständig entfernt;
- je nach Eindringtiefe des Mähkorbes in das Sohlsediment Verletzen und Entfernen eines großen Teiles des Wurzelsystems der Pflanzen.

Abb. 2 :  
ENTWICKLUNG DER VEGETATION DER GEWÄSSERSOHL



#### Fauna (Aquatische Makroorganismen)

Die aquatische Fauna besteht hauptsächlich aus Arten, die in Stillgewässern weit verbreitet und häufig sind; fließwassertypische Tierarten fehlen. Kennzeichnend ist das außerordentlich individuenreiche Vorkommen von Wasserschnecken (z. B. *Radix peregra*) und Erbsenmuscheln (*Pisidien*). Zahlreich vertreten sind ferner Wasserassel (Asellus aquaticus), Wasserwanzen (*Corixidae* u. a.), Wasserkäfer (*Dytiscidae*, *Hydrophilidae* u. a.), die Schlammfliege (*Sialis lutaria*) und weitere Arten. Auch der neunstachelige Stichling (*Pungitius pungitius*) ist häufig. Bemerkenswert ist das vereinzelte Vorkommen des Schlammpeitzgers (*Misgurnus fossilis*).

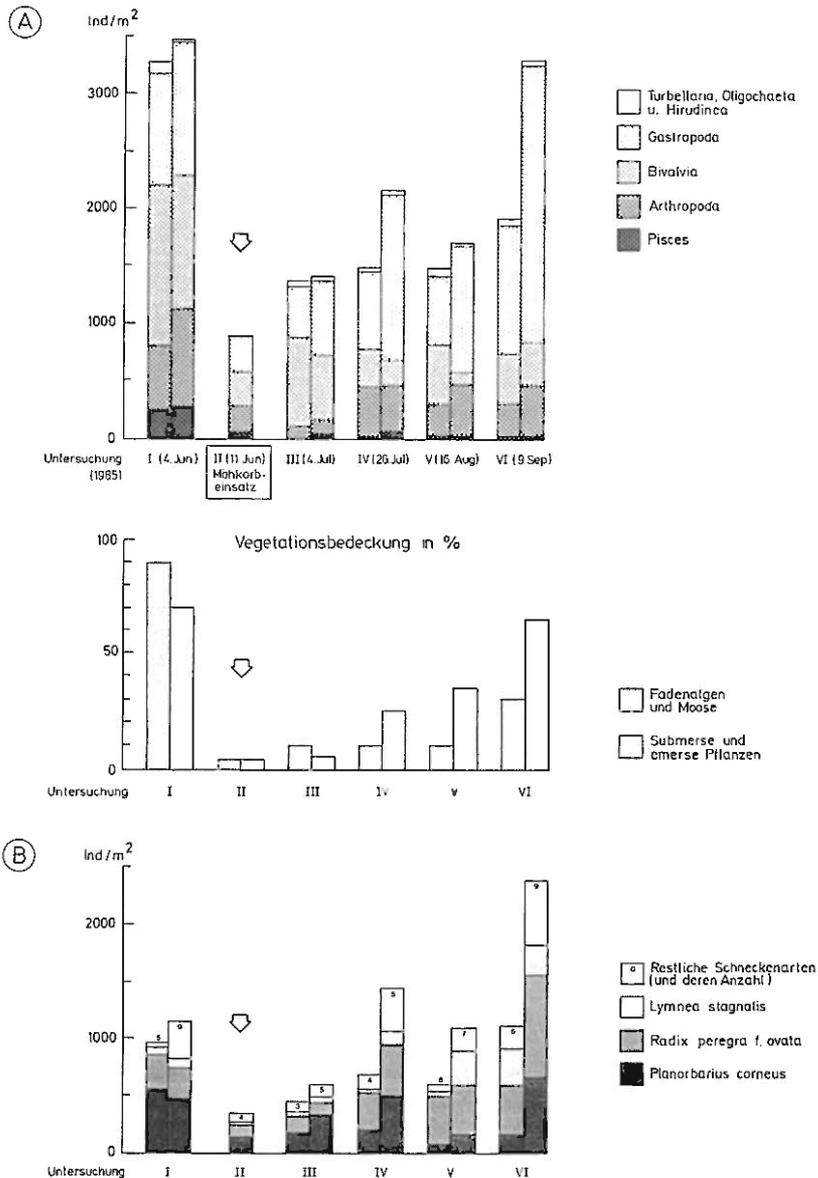
Die unmittelbaren Auswirkungen des Mähkorbeinsatzes auf die aquatische Zoozönose waren folgende:

- drastischer Rückgang der Besiedlungsdichte um 70—80 %,
- periodische Verringerung der Zahl der Taxa um etwa 50 %.

Die Untersuchung hat gezeigt, daß insbesondere für folgende Tierartengruppen ein hohes Risiko besteht, bei einem Mähkorbeinsatz verletzt oder getötet zu werden:

- „Große“ Tierarten, z. B. ausgewachsene Stichlinge oder Libellenlarven,
- „Langsame“ Tierarten, insbesondere Sedimentbewohner, z. B. Muscheln,
- Tierarten, die sich bevorzugt in Wasserpflanzenpolstern aufhalten und so mit dem Mäh- und Räumgut an Land befördert werden, z. B. Wasserschnecken und diverse Insektenlarven.

Abb.3: Siedlungsdichte aquatischer Makroorganismen (A) und Wasserschnecken (B)



Um Aufschluß über die Reaktion der aquatischen Lebensgemeinschaft auf die jährlich zweimalige Räumung zu erhalten, wurde die Entwicklung von Vegetation und Fauna genau verfolgt. Der jeweilige Entwicklungsverlauf im Sommer 1985 ist dargestellt in Abb. 2 (Entwicklung der Vegetation der Gewässersohle) und Abb. 3 (Siedlungsdichte aquatischer Makroorganismen A und Wasserschnecken B). Die Darstellungen zeigen u. a. folgendes:

- Die Wiederbesiedelung der untersuchten Strecke nach der Räumung im Frühsommer erfolgt kontinuierlich; die Siedlungsdichte erreicht im Laufe von etwa drei Monaten ungefähr den gleichen Höchstwert wie unmittelbar vor der Sommerräumung. Dies gilt für die Siedlungsdichte sowohl der Tier- als auch der Pflanzenarten.
- Ein Vergleich des Arteninventars von Früh- und Spätsommer zeigt, daß das Inventar an Tier- und Pflanzenarten weitgehend gleich ist.
- Die Wiederentwicklung der Tierpopulation ist deutlich an die Regeneration der Wasserpflanzenbestände gebunden.

#### 4.5 Einschätzung der Auswirkungen des zweimaligen jährlichen Mähkorb-einsatzes an der Flöthe

Die Mehrheit des an der Flöthe festgestellten Tierarteninventars wurde als außerordentlich fruchtbar charakterisiert. Aufgrund der Fähigkeit der meisten Arten, große Mengen von Eiern innerhalb einer Vegetationsperiode mehrmals zu produzieren, besitzen die Populationen ein hohes Reproduktionsvermögen.

Ebenso besitzen die Wasserpflanzenarten ein hohes Regenerationsvermögen bei mechanischer Verletzung. Nach einem Mähkorb-einsatz im Gewässer zurückbleibende Sproßteile besitzen die Fähigkeit zu erneuter Bewurzelung (vegetative Vermehrung). Viele einjährige Pflanzen zeichnen sich durch kurze generative Entwicklungszyklen aus.

Quantitative und qualitative Untersuchungen zur Siedlungsdichte der aquatischen Makroorganismen haben gezeigt, daß bei den untersuchten Mähkorb-einsätzen an der Flöthe durchschnittlich etwa 80 % der tierischen Individuen aus dem Gewässer entfernt wurden. In weitgehend pflanzenfreien Bereichen des Gewässers lag die Verlustrate bei etwa 60 %.

Trotz dieser erheblichen Verluste an Individuen waren die Populationen in der Lage, zwischen den Sommer- und Herbsträumungen im Laufe eines Zeitraumes von ca. 3 Monaten die anfängliche Siedlungsdichte (vor der Sommeräumung) wieder aufzubauen. Es konnte auch beobachtet werden, daß sowohl das Arteninventar als auch die Dominanzverhältnisse der aquatischen Faunenelemente untereinander weitgehend konstant blieben. Die Regeneration der Tierpopulation war deutlich an die Wiederentwicklung und allmähliche Zunahme der pflanzlichen Biomasse gekoppelt.

Diese ersten Ergebnisse deuten darauf hin, daß das in der Flöthe vorgefundene Tierarteninventar gewissermaßen als „Produkt“ zweimal jährlich stattfindender Unterhaltung zu interpretieren ist. Der fortwährende selektive Eingriff des Mähkorbes führt daher zur Herausbildung eines Tierarteninventars, das hinsichtlich seiner Populationsdynamik in den Rhythmus der Räumungen „eingebaut“ ist.

Die jeweils nach einem Mähkorbeinsatz im Gewässer verbliebenen Restpopulationen besitzen die Fähigkeit, erlittene Verluste an Individuen sehr schnell wieder auszugleichen und stellen so, selbst bei Überleben weniger Individuen, langfristig das Überleben der Gesamtpopulation sicher.

Die Untersuchungsergebnisse geben zunächst den Anschein, daß sich trotz schwerwiegender regelmäßiger Eingriffe in das Ökosystem des Gewässers eine relativ arten- und individuenreiche Gewässerfauna entwickeln kann.

Doch konnte belegt werden, daß bestimmte Artengruppen, die eine länger andauernde Larvalentwicklung benötigen, nur geringe Überlebenschancen besitzen.

Charakteristische Vertreter dieser Gruppen sind z. B. die Libellen. So benötigen Kleinlibellen für die Entwicklung ihrer aquatischen Larven einen Zeitraum von mindestens 3–4 Monaten, Großlibellen von etwa 4–7 Monaten. Einige stenöke Arten benötigen 2–3 Jahre, in einigen Fällen sogar bis zu 5 Jahre.

Das Wachstum und Heranreifen der Libellenlarven ist jedoch stark abhängig von der Wassertemperatur. Daher benötigen die meisten Arten für die Entwicklung vom Ei bis zum flugfähigen Vollinsekt (Imago) einen Gesamtzeitraum von durchschnittlich einem Jahr, da sie unter den hiesigen klimatischen Bedingungen gezwungen sind, im Gewässer als Larve zu überwintern. So schlüpfen die vollentwickelten Libellen der meisten Arten erst im darauffolgenden Jahr.

Aus diesem Grund haben die Libellen bei einer jährlich zweimaligen Räumung mit dem Mähkorb keine Chance, stabile bzw. optimal entwickelte Populationen in der Flöthe aufzubauen. Die an der Flöthe beobachteten imaginalen Libellenarten gehören mit Sicherheit zum größten Teil Populationen an, die anderen Gewässern der näheren oder weiteren Umgebung entstammen. Von hier aus versuchen diese Arten die Flöthe alljährlich neu zu besiedeln.

Da die Flöthe in ihrem Einzugsgebiet fast das einzige durch Libellen besiedelbare Gewässer darstellt, ist der Einsatz des Mähkorbes als schwerwiegender Eingriff in die Gewässerzoozönose zu beurteilen.

Wie am Beispiel der Libellen deutlich wurde, wird durch jährlich zweimaligen Mähkorbeinsatz die Entwicklung von Artengruppen eingeschränkt oder sogar ausgeschlossen, die im Gewässer eine länger andauernde Larvalentwicklung durchlaufen müssen.

Aufgrund dieser Überlegungen lassen sich drei Artengruppen klassifizieren, die bezüglich ihrer Lebensraumsprüche und durch voneinander abweichende Fortpflanzungsstrategien eine unterschiedliche Verträglichkeit gegenüber einem jährlich zweimaligen Einsatz des Mähkorbes besitzen.

— Arten, deren Entwicklungsmöglichkeiten vorübergehend eingeschränkt werden, die aber dennoch stabile Populationen aufbauen können.

Diese Arten sind zu einer mehrmaligen Eiablage innerhalb einer Vegetationsperiode befähigt. Sie besitzen daher ein hohes Reproduktionsvermögen. Charakteristisch sind kurze Larval- bzw. Em-

brionalentwicklungszeiten (maximal drei bis vier Monate) bis zum fortpflanzungsfähigen Tier. Hierzu gehören viele aquatisch lebende Schneckenarten, Wasserasseln, Dipteren u. v. a.

— Arten, deren Entwicklungsmöglichkeiten durch den Mähkorbeinsatz stark eingeschränkt werden, so daß sie keine stabilen Populationen aufbauen können.

Diese Arten sind in der Regel nur zu einer einmaligen Eiablage innerhalb einer Vegetationsperiode befähigt. Sie zeichnen sich durch eine lange Larval- bzw. Embryonalentwicklungszeit (i. d. R. mehrere Monate bis mehr als ein Jahr) bis zum fortpflanzungsfähigen Tier aus. Die meisten dieser Arten besitzen Möglichkeiten zu einer Ortsveränderung (gute Flieger und Läufer). Für die Sicherung des Fortbestandes der Population sind etliche Arten in der Lage, spontan neue Gewässer zu besiedeln (Pionierarten), wenn sich die lebensnotwendigen Umweltfaktoren im angestammten Lebensraum sprunghaft ändern.

— Arten, deren Entwicklungsmöglichkeiten vollständig ausgeschlossen werden, so daß sie bei jährlich zweimaligem Mähkorbeinsatz nur instabile Populationen aufbauen können oder überhaupt keine Lebensmöglichkeiten finden.

Diese Arten besitzen in der Regel ein geringes Reproduktionsvermögen und sind oftmals nur zu einer einmaligen Eiablage innerhalb einer Vegetationsperiode befähigt. Oft leben sie in sehr kleinen, räumlich begrenzten Populationen. Sie sind in bezug auf ihre Lebensraumsprüche eng an eine gleichbleibende Habitatstruktur (Ausbildung und Artenzusammensetzung der Wasservegetation, Struktur des Sediments etc.) und die Konstanz weiterer prägender standörtlicher Bedingungen gebunden. Sie reagieren daher bereits bei einer einmaligen Destabilisierung ihrer Umweltbedingungen sehr empfindlich. Schon aufgrund einer meist überdurchschnittlichen Körpergröße in Relation zur Mehrheit der aquatischen Organismen sind die Einzelindividuen solcher Arten durch den Mähkorbeinsatz (Filterwirkung des Räumgutes) besonders gefährdet. Als Beispiele seien die meisten Fische, Großmuscheln und viele stenöke Wasserinsekten genannt.

## 5 Zusammenfassung

Untersuchungen zu den Auswirkungen des Mähkorbeinsatzes auf die Lebensgemeinschaften eines Gewässers haben gezeigt, daß jährlich regelmäßig durchgeführte mechanische Unterhaltungsmaßnahmen dieser Art eine erhebliche Beeinträchtigung für Gewässerbiozöten darstellen.

Für die Zukunft besteht die Notwendigkeit, modifizierte Unterhaltungsverfahren einzusetzen, die neben den wasserwirtschaftlichen Belangen gleichermaßen den vielfältigen ökologischen Funktionen der Gewässer gerecht werden.

## Literatur

- BÖTTGER, K. & STATZNER, B. 1983: Die ökologischen Folgen der Ausbaggerung eines norddeutschen Tieflandbaches, dargestellt am Beispiel des Unteren Schierenseebaches (Naturpark Westensee, Schleswig-Holstein). *Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst.* 53, S. 59–81
- BOSTELMANN, R. & MENZE, R. 1987: Auswirkungen von Maßnahmen der Gewässerunterhaltung auf Gewässerlebensgemeinschaften. In: *Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK)*, Heft 79, Teil II, S. 67–276, Hamburg, Berlin
- CRISP, D. T. & GLEDHILL, T. 1970: A quantitative description of the recovery of the bottom fauna in a muddy reach of a mill stream in Southern England after dredging and draining. *Arch. Hydrobiol.* 67/4, S. 502–541
- DVWK MERKBLÄTTER 204, 1984: Ökologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. Hamburg, Berlin
- LOHMEYER, W. & KRAUSE, A. 1977: Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 9, 2. Aufl., Bonn-Bad Godesberg
- POTT, R. 1984: Vegetation naturnaher Fließgewässer und deren Veränderungen nach technischen Ausbau- und Pflegemaßnahmen. *Inf. Natursch. Landschaftspf. 4*, S. 81–108. Wardenburg

## Die Bedeutung der naturnahen Behandlung von Fließgewässern für die Fischfauna

Das Thema spricht davon, daß Fließgewässer „behandelt“ werden. Wir wissen aus der Medizin, daß eine Behandlung nicht selten zum Tod des Patienten führt. In der Tat sind unsere Gewässer sowohl in physiologischer (Abwasserbelastung) als auch in morphologischer (Gewässerausbau) Hinsicht Patienten. Besser als mancher Mediziner weiß heute der Ökologe, daß sein Patient ganzheitlich behandelt sein will.

Für ALBERT CAMUS ist die Natur für die Industriegesellschaften ein Stoff der Versuchung und Herausforderung, ihn umzuwandeln. Die „Behandlung“ des Gewässers ist eine solche Umwandlung. Sie reicht von der Einhaltung des Gebots — das ich als „Nulllösung“ über alles andere stelle — „noli me tangere“ bis zur brutalen Vergewaltigung in Beton.

Der Begriff des „Behandelns“ hat den Vorteil, die verhängnisvolle wasserrechtliche Praxis nicht berücksichtigen zu müssen, in welcher die Grenze zwischen Ausbau und Unterhaltung mehr oder weniger vorsätzlich verwischt worden ist.

Wenn wir uns um den Fisch im behandelten Gewässer kümmern, dann ist es keine Frage, daß wir im unbehandelten naturbelassenen Gewässer einer Natur-, aber auch einer Kultur-Landschaft das Optimum vor uns haben. Zwei Generationen von Bachbegradigern haben der Fischerei deshalb vorgeworfen, „kulturfeindlich“ zu sein, eine bedauerliche Entwicklung des Landeskultur-Verständnisses, die ihr Ende gefunden zu haben scheint (GÄBLER 1979). Es war eine vielhundertfache deprimierende Erfahrung für den Biologen, den aquatischen Lebensraum als lebendigen Bestandteil der Kulturlandschaft unter der Hand des Technikers, nicht der des Ingenieurs (GÄBLER a. a. O.), zum betonierten Regelprofil degenerieren zu sehen. Das ist keine emotionsbefrachtete Poesie, sondern, wie wir sehen werden, mathematisch greifbare Tatsache.

In der Schweiz wird seit einigen Jahren eine Diskussion über die Abgrenzung zwischen Fisch- und Nichtfischgewässern geführt. Wenn man sich bewußt wird, daß der Hintergrund für diese Diskussion die geplante Revision des schweizerischen Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer ist und daß energiewirtschaftliche Überlegungen über angemessene Restwassermengen die eigentlichen Auslöser sind, dann pflichtet man den Bedenken des schweizerischen Bundesamtes für Umweltschutz mit Befriedigung bei (PETER 1986).

Der im Fischereirecht Bewanderte weiß, daß es in der Bundesrepublik kein oberirdisches Gewässer gibt, es mag denkbar schmutzig sein, an dem nicht irgendeine natürliche oder juristische Person das Fischereirecht besäße. Rechtlich gibt es bei uns keine Nichtfischgewässer.

Die EG-Richtlinie vom 18. Juli 1978 über die Qualität von Süßwasser, das schutz- oder verbesserungswürdig ist, um das Leben von Tieren zu erhalten, unterscheidet zwar Salmoniden- von Cyprinidengewässern, geht im Grundsatz aber davon aus, daß dort, wo Wasser ist, auch Fische zu sein haben.

Gleiches ist mittelbar in den Rahmenplänen der Bundesländer enthalten, die für die Gewässer durchweg die Wassergüteklasse II anstreben.

„Das Vorkommen einer Fischpopulation hängt von einem Faktorenkomplex ab. Sind die Existenzgrundlagen einer Population mit Ausnahme eines einzelnen Faktors gegeben, wird dieser limitierende Faktor zum Schlüsselfaktor.“ (PETER 1986)

„Die Existenzgrundlage einer Fischpopulation kann durch ein umfassendes Requisitenangebot gewährleistet sein, trotzdem ist bezüglich der Präsenz von Fischen noch nichts ausgesagt. Das Vor-

handensein einer Population“ ist in bestimmten Gewässerstrecken von der Gesamt-, Verteilung einer Population abhängig. Fische werden natürlich verfrachtet (aktive Fortbewegung, passives Verfrachten im Wasser, Transport mit Hilfe eines anderen Tieres) oder durch Menschen (Besätze) gezielt in bisher unbesiedelten Gewässern verbreitet. Die Verfrachtung durch den Menschen ermöglicht es, bisherige Migrationsbarrieren zu überwinden. Dieser Ausbreitung von Lebensräumen steht die Regression (Rückweichen der Verbreitungsgrenzen) gegenüber, die fast ausschließlich durch menschliche Einflüsse (Lebensraumzerstörung und Vergiften von Populationen) geprägt ist. Dadurch befinden wir uns heute in einer Situation, die es nicht mehr erlaubt, anhand des Vorhandenseins oder Fehlens von Fischen zwischen natürlichen Fisch- und Nichtfischgewässern zu unterscheiden.“ (PETER 1986)

PETER läßt ein Gewässer als Fischgewässer gelten, wenn Fische

1. darin gedeihen, d. h., abwachsen können (auch temporär) und/oder
2. sich darin natürlich fortpflanzen können, oder
3. einen Bach als Migrationsgewässer benutzen (z. B. Verbindungsstrecke Laichplatz/Freßplatz).
4. Fließgewässer, die eine indirekte Auswirkung auf Fischgewässer haben oder deren Wasserhaushalt beeinflussen, werden den Fischgewässern gleichgestellt.

Machen wir noch einen Abstecher zur Wassergüte, eingangs als Gewässerphysiologie verstanden: In den fünfziger Jahren erarbeiteten Limnologen und Fischereibiologen den sogenannten Biologischen Zustandswert mit dem Symbol Z. Hatte der Wasserwirtschaftsingenieur bis dahin eher ratlos vor den Artenaufzählungen des Hydrobiologen gesessen, aus denen nur der biologische Fachmann die Wassergüte herauslesen konnte, so gab die daraus errechnete einzige Zahl Z in eindeutiger Weise Aufschluß über den Verunreinigungsgrad des Gewässers. Z ist der Quotient aus der Summe der Häufigkeiten der einzelnen Arten, jede Häufigkeit jeweils multipliziert mit ihrem Saprobienindex (Zähler) und der Summe der Häufigkeiten (Nenner). Z bewegt sich zwischen 1,0 (frei von Verunreinigungen) und 4,0 (hochgradig verunreinigt) mit einer, bestenfalls zwei Stellen hinter dem Komma. Einfacher und deutlicher geht es nicht: Der Zustand eines Gewässers, ein Verunreinigungsschwerpunkt, die Entwicklung der Selbstreinigungszonen lassen sich leicht erfassen und darstellen. Sie kennen alle die vierfarbigen Gewässergütekarten, in denen blau Z gleich 1,0 bis 1,5, grün Z gleich 1,5 bis 2,5, gelb Z gleich 2,5 bis 3,5 und rot Z gleich 3,5 bis 4,0 entspricht.

Was der Wassergüte (der Physiologie) recht ist, sollte der Morphologie billig sein. Indessen sind wir von einer normierten Charakterisierung des morphologischen Gewässerzustandes noch ein Stück entfernt. Mehr als einen vielversprechenden Ansatz finden wir in den Arbeiten JUNGWIRTH's (u. a. 1986).

„Regulierungen zählen neben Kraftwerken, und Abwasserbelastungen zu den schwersten und nachhaltigsten anthropogenen Eingriffen in Fließgewässer. Sie führen v. a. zufolge Zerstörung der vielfältigen Strukturen des Flußbettes zu eintönigen, undifferenzierten Lebensräumen und ändern dadurch die aquatischen Biozöten tiefgreifend. Besonders deutlich manifestieren sich Flußregulierungen anhand der Fischerei, die je nach Art und Ausmaß der Störungen mehr oder minder starke Bestandsreduktionen, das Verschwinden sensibler Arten und den weitgehenden Ausfall natürlicher Reproduktion erkennen läßt. In den USA durchgeführte

Studien belegen, daß in Extremfällen Regulierungen Rückgänge des Fischbestandes bis 90 % und mehr zur Folge haben."

„Neben Begradigungen und Abtrennungen der Flüsse von ihrem Umland (Überschwemmungsflächen, Auen etc.) sind es bei Regulierungen v. a. auch die drastischen Verluste an struktureller Vielfalt des Flußbettes, die qualitative und quantitative Beeinträchtigungen der Fischbestände nach sich ziehen.“ (JUNGWIRTH 1986)

Die Landespflege mußte sich in Rheinland-Pfalz vor 35 Jahren noch damit begnügen, hochwasserfreie Böschungen über hart verbauten Bächen bepflanzen zu dürfen, und auch das nur in Einzelfällen. Die ökohydraulische Funktion der Pflanze durfte nicht eingesetzt werden. Bis unter die Wasseroberfläche durfte nicht gedacht werden. Hier herrschte die reine Technik, der Fisch hatte keine Chance. Heute begegnet der Vorschlag, ein Fließgewässer in seinem natürlichen Zustand zu belassen und beiderseits einen Uferstreifen der Gemeinde zuzuweisen, in dem das Gewässer seinen Mäandern folgen kann, auch in Flurbereinigungsverfahren durchaus Verständnis.

„Eine Untersuchung 15 unterschiedlich stark verbauter Flußstrecken im Auftrag des\* österreichischen „Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft“ ergab, daß monotone Profilgestalte, die mit einem Rückgang bzw. Verschwinden von Kolken, Schotterbänken, Seicht- und Tiefstellen etc. verbunden ist, in einem deutlichen Absinken der Dichte und Biomasse des Fischbestandes resultiert. Sensible Arten verschwinden, was sich in der Artenzahl und Diversität (Mannigfaltigkeit) deutlich widerspiegelt (vgl. JUNGWIRTH und WINKLER, 1984).

Der Zusammenhang zwischen Gewässerbettstruktur und Artenzahl bzw. Artenmannigfaltigkeit läßt sich an artenreichen Hügel- und/oder Tieflandflüssen gut belegen. In von Natur aus nur von einer bis wenigen Arten besiedelten Gewässern der Forellenregion ist die Bedeutung vielfältiger Gewässerbettstrukturen freilich auch nachzuweisen, wenn als Gütekriterien für Fischbestände neben Dichte und Biomasse pro Flächeneinheit z. B. der Altersaufbau verwendet wird.

Monotone Regulierungen bedeuten besonders infolge des Rückgangs vielfältiger Strukturen einen Verlust mannigfacher ökologischer Nischen, wodurch zahlreiche Fischarten und/oder Altersstadien nicht mehr imstande sind, ihre ökologischen Ansprüche zu befriedigen. Harte Verbauungen führen zu unausgewogenen und aus ökologischer Sicht minderwertigen Fischbeständen, die vielfach nur mehr eine sehr geringe natürliche Reproduktion aufweisen. Der Beachtung und Erhaltung der strukturellen Vielfalt gilt daher bei modernen wasserbaulichen Maßnahmen ganz besonderes Augenmerk.“ (JUNGWIRTH 1986).

JUNGWIRTH hat eine eindrucksvolle Methode entwickelt, die Mannigfaltigkeit der Fließbettstruktur zu erfassen. Er hat darüber hinaus nachgewiesen, daß die dabei ermittelte Varianz der Maximaltiefen einer Gewässerstrecke in enger Beziehung zur Fischartenzahl, Diversität und Altersklassenverteilung steht.

Zwar kann man sich darauf beschränken, Fischbestandserhebungen, die man mit Hilfe der Elektrofischerei an ausgebauten und naturbelassenen Gewässern oder auch an einem naturbelassenen und später ausgebauten Gewässer durchgeführt hat, zu vergleichen, muß dann aber wie eh und je auf den so wichtigen Nachweis weitergehender Zusammenhänge verzichten. JUNGWIRTH (1986) gewann bei der Abfischung zweier Teststrecken des Oberen Lunzer Seebaches die nachstehenden Zahlen:

	naturbelassen	korrigiert
Altersgruppe 1 (juvenile 1+ bis 3+)	39,4 %	19,6 %
Altersgruppe 2 (4+ bis 7+ — Fische)	52,3 %	80,4 %
Altersgruppe 3 (älter als 7+)	8,3 %	0,0 %

Die Gewässerkorrektur hatte also eine Halbierung des Jungfischbestands und das Verschwinden des Altfischbestands zur Folge, ein Ergebnis das als Beispiel für ungezählte ähnliche Ermittlungen steht. Erst die Abbildungen 1 bis 4 aber geben Einblick in den tieferen Zusammenhang.

Jeder Bewirtschafter eines Gewässers, besonders eines solchen der Salmonidenregion, kennt den Wert der Kolke, in denen sich nicht nur stets eine größere Zahl von Fischen aufhält, sondern in denen regelmäßig kapitale Fische ihren Standplatz behaupten. Maßnahmen zur Renaturierung ausgebauter Gewässer setzen deshalb in erster Linie dort an, wo Abstürze und Kolke nachträglich wieder eingebaut werden können. Dabei bietet sich zumeist kein anderer Weg an, als die Wunden, welche die Technik dem Gewässer beigebracht hat, mit technischen Mitteln zu behandeln. Anders als bei rigorosen Unterhaltungsmaßnahmen, die von der Natur im Laufe einiger Jahre wieder rückgängig gemacht werden, muß der Panzer einer harten Verbauung gewaltsam aufgebrochen werden.

Für den österreichischen Dixelbach haben MOOG et. al. (1981) sorgfältige Bestandsaufnahmen vorgenommen.

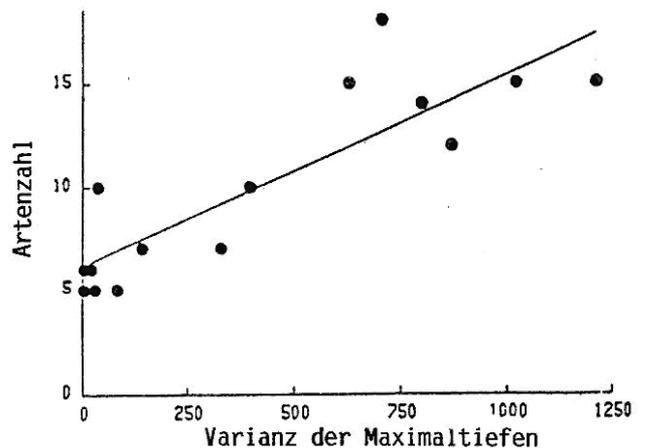


Abb. 1: Beziehung zwischen der Varianz der Maximaltiefen und der Anzahl der vorkommenden Fischarten in 15 Teststrecken von 7 Hügel- und Flachlandflüssen. Die Teststrecken waren teils hart verbaut, teils naturnah verbaut, teils naturbelassen, so daß das ganze Spektrum struktureller Möglichkeiten erfaßt wurde (JUNGWIRTH 1986, 1988).

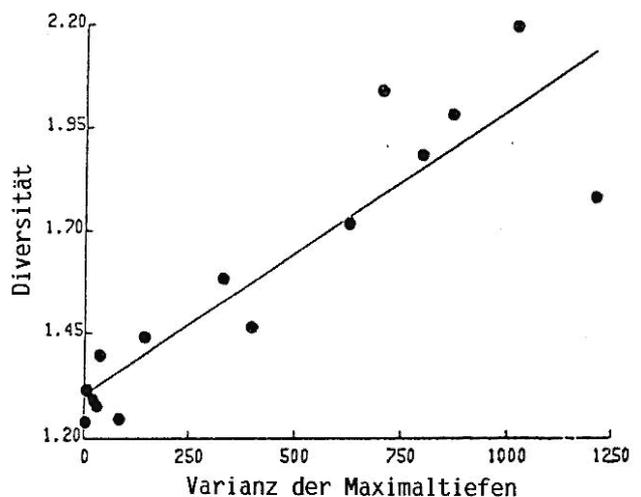


Abb. 2: Beziehung zwischen der Varianz der Maximaltiefen und der Fischartendiversität in 15 Teststrecken von 7 Tieflandflüssen (JUNGWIRTH 1986, 1988).

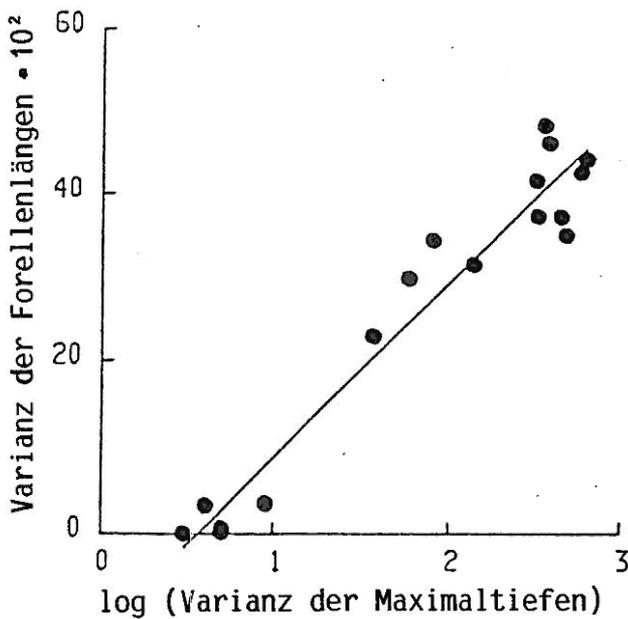


Abb. 3: Zusammenhang zwischen der Varianz der Maximaltiefen und der Varianz der Forellenlängen (als Maß für den Altersaufbau) in regulierten und unregulierten Strecken des Ferschnitz-Oberlaufes (JUNGWIRTH 1986).

Die in den Abbildungen 1 bis 3 dargestellten Beziehungen halten einer korrelationsstatistischen Prüfung durchaus stand. Während man aber bei Kenntnis des Biologischen Zustandswerts Z sehr genau weiß, wo der Wasserwirtschaftler anzusetzen und wie das zu

geschehen hat, weist einem eine niedrige Varianz der Maximaltiefen zunächst einmal nur die Richtung für eine revitalisierende Maßnahme. Die Morphologie hat gewissermaßen eine Makro- und eine Mikrodimension. Und die Mikrodimension wird in die Betrachtung nicht einbezogen, wenn es um die Maximaltiefen geht. BLESS (1981) hat an Bächen des Westerwaldes nachgewiesen, daß Gesamtartenzahl und Fischartenzahl sowie Altersklassenverteilung im kausalen Zusammenhang nicht nur mit der Tiefendiversität, sondern auch mit der Sediment- und Strömungsdiversität stehen. Mag zumal bei letzterer der hydrodynamische Zusammenhang mit wechselnden Profilen und Maximaltiefen auf der Hand liegen, so hieße es doch, die Subtilität der Lebensansprüche der Organismen unterschätzen, wollte man sich bei der Beurteilung von Strukturen auf nur einen Parameter stützen.

In der Praxis, das heißt, beim Handwerk des Renaturierens, darf man sich auf die Herstellung der Grobstruktur beschränken, wenn man nur bedenkt oder gar vorherzubestimmen vermag, wie sich die Strömung ausbilden und das Sediment einfinden werden. Über die Meinung, daß eine Pflanze, die dort natürlicherweise hingehört, sich auch natürlicherweise einfinden und ansiedeln wird, ohne daß durch Pflanzung nachgeholfen werden muß, kann man streiten.

Sicher scheint mir, daß bei der Behandlung eines bis dahin naturbelassenen Gewässers kaum etwas Besseres herauskommen kann als eine „Verschlimmbesserung“. Bei der Behandlung aller anderen, also der naturnah oder hart ausgebauten Gewässer gilt es, auch wenn der überzogenen Technik nur mit Technik begegnet werden kann, im Endeffekt aber, den ökohydraulischen Wirkkräften physikalischer und biologischer Natur lediglich wieder freieres Spiel zu schaffen.

An den vier Kategorien der zitierten schweizerischen Untersuchung sei skizziert, was zu tun ist. Fangen wir bei Nr. 4, bei denjeni-

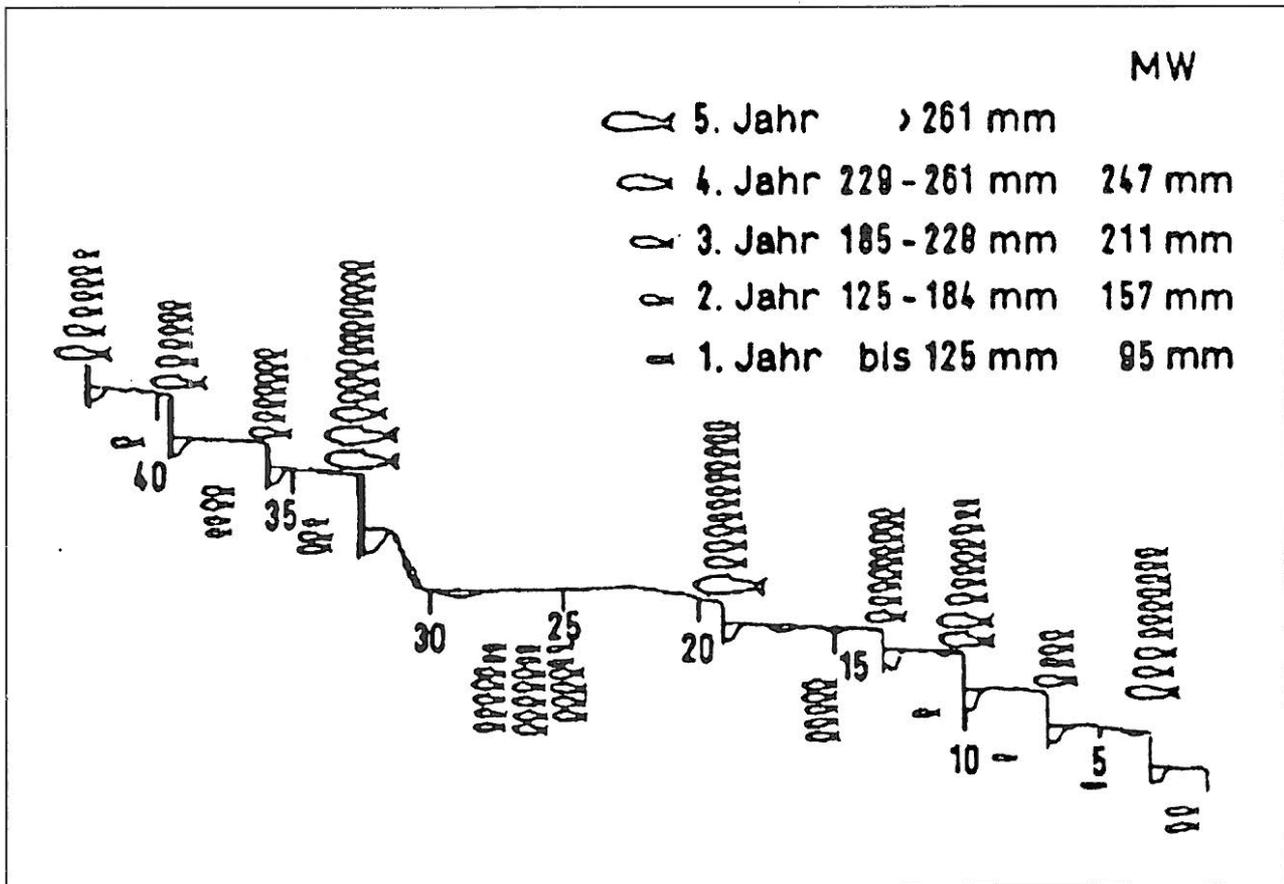


Abb. 4: Die Bedeutung des Kolks für die Altersklassenverteilung der Bachforelle, dargestellt am Beispiel des Dexelbaches (Fische in Kolken oberhalb, Fische in Flachstrecken unterhalb des Langsschnittes eingezeichnet) (JUNGWIRTH 1986).

gen Fließgewässern an, die eine indirekte Auswirkung auf Fischgewässer, auch auf deren Wasserhaushalt, haben. Es sind zumeist quellnahe Bäche, von denen Einheimische behaupten, daß dort noch nie ein Fisch gesehen worden sei. Ein Griff in das Wurzelwerk des Uferbewuchses fördert wimmelndes Leben, etwa Bachflohkrebse, eine bedeutende Forellennahrung, zutage: Eine Speisekammer, die dem anschließenden größeren Gewässer ihren Reichtum durch Verdriftung zukommen läßt. Obwohl wasserwirtschaftlich nicht von beherrschender Bedeutung, werden gerade diese kleinen Gewässer immer noch Opfer unzeitgemäßen technischen Anspruchsdenkens oder gar der Betonlobby.

Migrationsgewässer ist eigentlich jedes Gewässer. Nirgendwo darf deshalb der Fischaufstieg unterbunden sein. Die Wiederherstellung des Fischwechsels und auch des Wechsels niederer Tiere ist ein unabdingbares Gebot ökologischen Handelns.

Größere naturbelassene Fließgewässer sind — immer eine hinreichende Wassergüte vorausgesetzt — nicht nur Abwachs-, sondern auch Laichgewässer. Sonst muß man grob in der Weise katalogisieren, daß die kleineren Zuflüsse Laichgewässer und Refugien sind, die Hauptgewässer dagegen Wohn- und Abwachs-gewässer.

Dafür, wie man bei einer vorsichtigen Behandlung naturnah auszubauender oder auch bei einer massiveren Rekultivierung materiell vorzugehen hat, gibt es in der Literatur mittlerweile sehr viele Vorschläge. WHITE griff schon 1968 auf interessante, in Nordamerika gesammelte Erfahrungen zurück. Der Dreieckflügelbühne WHITE's begegnen wir in der von JUNGWIRTH betreuten Renaturierungsstrecke der Melk wieder.

So wie es schwierig wäre, ein für die Mehrzahl der Fließgewässer brauchbares fischereibiologisch orientiertes Behandlungskonzept von allgemeiner Anwendbarkeit zu liefern, so schwierig ist es auch, ein Revitalisierungsprogramm unmittelbar im Hinblick auf die Erzielung eines bestimmten Varianzwertes aufzustellen. In der Praxis wird man eine möglichst große Strukturvielfalt anstreben und wird, wenn das oben genannte freiere Spiel der Wirkkräfte sich entwickelt hat, nachmessen.

JUNGWIRTH empfiehlt, die Querprofile, die entweder ganz aufgemessen werden oder in denen man sich nach Messung der Breite auf die Ermittlung der Maximaltiefe beschränkt, in einer Entfernung aufeinander folgen zu lassen, die etwa der Flußbreite entspricht. Abbildung 5 enthält die Profile einer naturbelassenen, für den Ausbau vorgesehenen Strecke des Wisserbaches im Westerwald. Obwohl der am Ufer Stehende diese Strecke nach ihrer fischereibiologisch zu bewertenden Struktur günstig beurteilen würde, ergab die Messung doch nur eine Varianz der Maximaltiefen von  $S^2 = 217$ .

$S^2$  entsteht als Mittelwert der quadrierten Differenzen der Einzelmaximaltiefen zum Mittelwert aller Maximaltiefen. Aus JUNGWIRTH's Graphiken ist zu ersehen, daß man sich bei Salmonidengewässern mit  $S^2 = 1250$  einem Optimum nähert. Eine andere Strecke des Wisserbaches, die ursprünglich auch von der Straßenverwaltung des Landes Rheinland-Pfalz ausgebaut werden sollte, jetzt aber ausgenommen wird, weist ein  $S^2 = 1183$  auf. Leider kann ich noch nicht mit abschließenden Elektrofischereiergebnissen aufwarten, um die dargestellten Korrelationen an hiesigen Bächen zu bestätigen.

Sicher scheint mir, daß dem Landespfleger mit dem Wert  $S^2 =$  Varianz der Maximaltiefen eine verhältnismäßig schnell zu gewinnende Kennzahl an die Hand gegeben ist, welche eine recht umfassende Beurteilung der strukturellen Mannigfaltigkeit des Gewässerlebensraums und seiner ökologischen Potenzen gestattet. Potenzen soll im Sinne PETER's bedeuten, daß ihre fischereibiologische Realisierung durch andere Einflüsse, ja, durch einen einzigen Faktor, das schwächste LIEBIG'sche Glied, gestoppt sein kann. Dieser Mangel kann aber, wenn Landespfleger und Wasserwirtschaftler das Strukturdefizit beseitigen, anschließend möglicherweise ebenfalls leicht behoben werden.

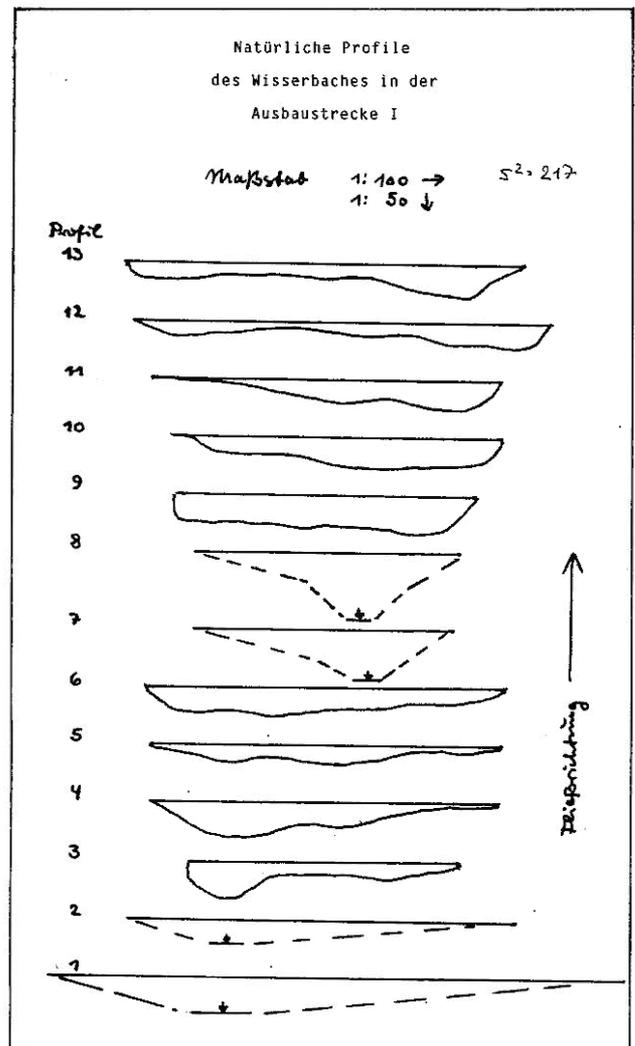


Abb. 5

Im übrigen hilft die morphometrische Methode der Einsicht voran, daß eine naturnahe Behandlung von Gewässern nur scheinbar lediglich eine Bepflanzungsaufgabe ist. Primär ist die naturnahe Behandlung ökologisch — und davon untrennbar fischereibiologisch — nur dann erfolgreich, wenn sie sich zur Hauptsache strukturell unter Wasser abspielt.

#### Literatur:

- BLESS, R.: Untersuchungen zum Einfluß von gewässerbaulichen Maßnahmen auf die Fischfauna in Mittelgebirgsbächen. *Natur und Landschaft* 56 (1981), S. 243.
- GÄBLER, H.-J.: Die Gewässer in der Kulturlandschaft. *Wasser und Boden* (1979), S. 4.
- JUNGWIRTH, M.: Rekultivierung und Bewirtschaftung von Fließgewässern. Vortrag a. d. Fischereirevierausschuß-Tagung am 11. 4. 1986 in Krems, Skript. S. 61, aktualisiert in *Rekultivierung von Fließgewässern — Die Varianz der Maximaltiefen als morphometrisches Kriterium*. *Wertermittlungsforum* 3/88, S. 105.
- MOOG, O., MERWALD, I., JUNGWIRTH, M.: Der Dixelbach — zur Limnologie eines Flyschwildbaches. *Österreichs Fischerei* 34/1981, S. 169.
- PETER, A.: Abgrenzung zwischen Fisch- und Nichtfisch-Gewässern. *Bundesamt für Umweltschutz, Schriftenreihe Fischerei* Nr. 45, Bern 1986.
- WHITE, R.J.: So baut man Forellenuferstände. Verlag Paul Parey, 1968.

## Vorschläge zur Verbesserung des geltenden Rechts

Die maßgeblichen Rechtsvorschriften über die Behandlung von Fließgewässern finden sich naturgemäß im geltenden Wasserwirtschaftsrecht, dem Wasserhaushaltsgesetz<sup>1)</sup> als Rahmengesetz des Bundes und den jeweiligen, das WHG ausfüllenden Landeswassergesetzen<sup>2)</sup>. Daneben reglementieren insbesondere ein weiteres Bundesrahmengesetz, das Bundesnaturschutzgesetz<sup>3)</sup> und die entsprechenden Landesgesetze<sup>4)</sup> den Zugriff auf Fließgewässer durch substanzverändernde und nutzende Inanspruchnahme.

Gegenstand rechtlicher Anforderungen an die Behandlung von Fließgewässern sind vor allem einerseits Ausbau und Unterhaltung der Gewässer; andererseits existieren Vorschriften, die vor allem einen gewünschten Gewässerzustand herbeizuführen und zu sichern bezwecken.

a) § 31 Abs. 1 Satz 1 WHG definiert als *Ausbau* eines (Fließ-)Gewässers die Herstellung, Beseitigung oder wesentliche Umgestaltung des Gewässers und seiner Ufer. In der Regel muß der Genehmigung einer Ausbaumaßnahme ein Planfeststellungsverfahren vorangehen (vgl. § 31 Abs. 1 Satz 3 WHG), das der Prüfung und Abwägung aller von dem Vorhaben berührten Belange dient und in das die Naturschutzbehörden einbezogen werden<sup>5)</sup>.

Schon das (Bundes-) *Wasserrecht* (§ 31 Abs. 1 a WHG) verlangt hierfür, in Linienführung und Bauweise nach Möglichkeit Bild und Erholungsseignung der Gewässerlandschaft sowie die Erhaltung und Verbesserung der Selbstreinigungskraft des Gewässers zu beachten. Die Landeswassergesetze konkretisieren diese Abwägungsgrundsätze, indem sie die Formulierung des Bundesrechts aufgreifen<sup>6)</sup>, die Berücksichtigung der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege fordern<sup>7)</sup>, die Sicherung eines naturnahen Wasserabflußverhaltens vorschreiben<sup>8)</sup> oder verlangen, daß mindestens der ökologische Status quo ante erhalten bleibt<sup>9)</sup>. Nach § 100 Abs. 1 LWG NW müssen die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden, was alle vorgenannten Anforderungen mit umfaßt<sup>10)</sup>. Die solchermaßen qualifizierte planerische Gestaltungsfreiheit der Genehmigungsbehörden<sup>11)</sup> wird — mit Ausnahme Berlins und Bremens — durch ermessensbindende Verwaltungsvorschriften auf einen ökologischen, naturnahen Wasserbau festgelegt<sup>12)</sup>.

b) Neben die wasserrechtlichen Anforderungen an den *Ausbau* treten solche nach *Naturschutzrecht*. Nach § 2 Abs. 1 Nrn. 6, 9 und 10 BNatSchG sollen u. a. die natürliche Selbstreinigungskraft von Gewässern erhalten oder wiederhergestellt, Gewässer biologisch ausgebaut und insbesondere die Ufervegetation sowie Biotop mit ihrer gewachsenen Artenvielfalt gesichert werden<sup>13)</sup>. Diese Grundsätze des gewässerbezogenen Naturschutzes werden durch die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung in § 8 BNatSchG konkretisiert, wonach erhebliche Veränderungen von Grundflächen mit den Naturhaushalt beeinträchtigender Wirkung möglichst zu vermeiden, ansonsten aber durch naturschützerische Maßnahmen auszugleichen sind, Überwiegen naturschützerische Belange bei der Abwägung, ist ein nicht hinreichend ausgleichbarer Eingriff zu untersagen (§ 8 Abs. 3 BNatSchG).

Fast alle Bundesländer haben entweder den Gewässerausbau<sup>14)</sup> oder zusätzlich weitere Zugriffe auf Gewässerufer<sup>15)</sup> von vornherein als Eingriff im Sinne von § 8 BNatSchG deklariert. Die Landesgesetze enthalten zum Teil besondere Anforderun-

gen an die wasserbauliche Behandlung von Fließgewässern<sup>16)</sup>. Die behördliche Abwägung bei der Beurteilung von Eingriffen in Gewässer wird wiederum von den bereits erwähnten ermes-

- 1) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz — WHG) v. 23. 9. 1986, BGBl. I S. 1 529, ber. S. 1 654).
- 2) BadWürttWG v. 1. 7. 1988, GBl. S. 269; BayWG v. 3. 2. 1988, GVBl. S. 33; BlnWG v. 3. 3. 1989, GVBl. S. 606; BremWG v. 1. 9. 1983, BremGBl. S. 473, ber. S. 519, zuletzt geändert durch Gesetz v. 9. 9. 1986, BremGBl. S. 491; HmbWG v. 2. 3. 1962, GVBl. I S. 61, zuletzt geändert durch Gesetz v. 9. 10. 1986, GVBl. S. 322; HessWG v. 12. 5. 1981, GVBl. I S. 154, zuletzt geändert durch Gesetz v. 4. 11. 1987, GVBl. I S. 193; NdsWG v. 28. 10. 1982, GVBl. S. 425, zuletzt geändert durch Gesetz v. 11. 4. 1986, GVBl. S. 103; LWG NW v. 9. 6. 1989, GV. NW. S. 384; LWG Rh.-Pf. v. 4. 3. 1983, GVBl. S. 31; LWG SchlH v. 17. 1. 1983, GVOBl. S. 24, zuletzt geändert durch Gesetz v. 19. 12. 1983, GVOBl. S. 458; SaarlWG v. 25. 1. 1982, Amtsbl. S. 129, zuletzt geändert durch Gesetz v. 23. 1. 1985, Amtsbl. S. 229.
- 3) Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz — BNatSchG) v. 12. 3. 1987, BGBl. I S. 890.
- 4) BadWürttNatSchG v. 21. 10. 1975, GBl. S. 654, zuletzt geändert durch Gesetz v. 19. 3. 1985, GBl. S. 71; BayNatSchG v. 10. 10. 1982, GVBl. S. 874, zuletzt geändert durch Gesetz v. 16. 7. 1986, GVBl. S. 135; NatSchG Bln v. 30. 1. 1979, GVBl. S. 183, zuletzt geändert durch Gesetz v. 29. 6. 1987, GVBl. S. 1 846; BremNatSchG v. 17. 9. 1979, BremGBl. S. 375, zuletzt geändert durch Gesetz v. 16. 8. 1988, GBl. S. 223; HmbNatSchG v. 2. 7. 1981, GVBl. S. 767, zuletzt geändert durch Gesetz v. 22. 9. 1987, GVBl. S. 177; HessNatSchG v. 19. 9. 1980, GVBl. I S. 309, zuletzt geändert durch Gesetz v. 21. 12. 1988, GVBl. I S. 429; NdsNatSchG v. 20. 3. 1981, GVBl. S. 31, zuletzt geändert durch Gesetz v. 5. 12. 1983, S. 281; LG NW v. 26. 6. 1980, GV. NW. S. 734, zuletzt geändert durch Gesetz v. 17. 2. 1987, GV. NW. S. 62, ber. GV. NW. 1987, S. 222; LPfIG Rh.-Pf. v. 5. 2. 1979, GVBl. S. 36, zuletzt geändert durch Gesetz v. 27. 3. 1987, GVBl. S. 70; SaarlNG v. 31. 1. 1979, Amtsbl. S. 147, zuletzt geändert durch Gesetz v. 8. 4. 1987, Amtsbl. S. 569; SchlHLPfIG v. 19. 11. 1982, GVOBl. S. 256, zuletzt geändert durch Gesetz v. 22. 7. 1985, GVOBl. S. 202.
- 5) Nach herrschender Auffassung bindet deren Stellungnahme die Planfeststellungsbehörde allerdings nicht, vgl. F. O. Kopp, *Verwaltungsverfahrensgesetz*, 4. Auflage 1986, § 74 Rdnr. 12 m. w. N.
- 6) §§ 2, 111 Abs. 2 BremWG; § 2 NdsWG.
- 7) § 64 Abs. 3 BadWürttWG; § 57 Abs. 2 HessWG (ein Änderungsentwurf legt in § 57 n. F. fest, daß als Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit auch Nachteile für den Naturhaushalt, insbesondere die Unterbrechung natürlicher Lebensräume angesehen werden); § 100 Abs. 4 Nr. 1 LWG NW; §§ 2, 61 Abs. 1 LWG Rh.-Pf.; § 68 Abs. 2 SaarlWG.
- 8) § 3 a Abs. 2, 3 BadWürttG; § 61 Abs. 2, 3 LWG Rh.-Pf.
- 9) § 111 Abs. 4 BremWG; § 49 a HmbWG; § 120 NdsWG; § 100 Bas. 1 LWG NW.
- 10) Vgl. K. FRITSCH, *Die Neuregelungen des Wasserrechts in Nordrhein-Westfalen*, DVBl. 1989, S. 908 (911).
- 11) Vgl. dazu näher: M. CZYCHOWSKI, *Naturschutz, Landschaftspflege und Wasserrecht im Wasserbau*, WuB 1989, S. 580 ff.
- 12) *Nachweise bei H. WOLF, Der naturgemäße Wasserbau in Gesetzes- und Verwaltungsvorschriften*, WuB 1987, S. 131 ff., Fußnoten 26 bis 46.
- 13) Die meisten Bundesländer haben diese Grundsätze in ihre Landesnaturschutz- oder Landschaftspflegegesetze übernommen: § 2 BadWürttNatSchG; Art. 1 Abs. 2 Nr. 4 BayNatSchG; § 1 Nr. 7 NatSchG Bln; § 2 BremNatSchG; § 1 Abs. 1 Nr. 3 HessNatSchG; Schutz der Fließgewässer einschließlich der Talauen; § 2 Nds-NatSchG; § 2 LG NW; § 2 LPfIG Rh.-Pf.; § 2 SaarlNG; § 2 SchlHLPfIG; durch die geplante Novellierung des BNatSchG sollen die Anforderungen noch konkreter auf einen naturnahen Wasserbau ausgerichtet und biologischen Wasserbaumaßnahmen Vorrang vor anderen Ausbaumaßnahmen eingeräumt werden.
- 14) § 10 Abs. 1 Nr. 4 BadWürttNatSchG; § 14 Abs. 1 Nr. 5 NatSchG Bln; § 5 Abs. 1 Nr. 5 HessNatSchG; § 4 2 Nr. 5 LG NW; § 4 Abs. 1 Nr. 6 LPfIG Rh.-Pf.
- 15) § 11 Abs. 1 Nrn. 10, 11, 12 BremNatSchG; § 10 Abs. 2 Nrn. 7, 8, 9 SaarlNG; § 7 Abs. 1 Nrn. 4, 6 SchlHLPfIG.
- 16) §§ 14, 16 BadWürttNatSchG; § 16 SaarlNG; §§ 8 Abs. 3, 12 SchlHLPfIG.

sensbindenden Verwaltungsvorschriften in Richtung auf einen naturgerechten Wasserbau gesteuert<sup>17)</sup>.

- c) Für die *Unterhaltung* von Gewässern fordert bereits das WHG, Belangen des Naturhaushalts Rechnung zu tragen und das Bild und den Erholungswert der Gewässerlandschaft zu berücksichtigen (§ 28 Abs. 1 Satz 2 WHG). Die Unterhaltungspflicht ist als öffentlich-rechtliche Verpflichtung ausgestaltet, bei der u. a. die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege nach den Landesgesetzen zu berücksichtigen sind<sup>18)</sup> und die nach einigen Landeswassergesetzen darüber hinaus ausdrücklich die Verpflichtung umfaßt, Gewässerufer und Uferstreifen für den Wasserabfluß möglichst nach biologischen Gesichtspunkten auszugestalten und zu bewirtschaften<sup>19)</sup>. Da Unterhaltungsmaßnahmen in der Regel keiner wasserrechtlichen Genehmigung bedürfen, können diese Verpflichtungen allerdings nur im Wege der Gewässeraufsicht durchgesetzt werden. Konkretisiert werden die Unterhaltungspflichten wiederum über die Verwaltungsvorschriften zum naturnahen Wasserbau<sup>20)</sup>.
- d) Für die Anforderungen an die *Unterhaltung* nach *Naturschutzrecht* kann auf das unter b) Ausgeführte verwiesen werden, soweit die Landesnaturschutzgesetze Unterhaltungsmaßnahmen wie das Beseitigen von Ufervegetation oder die Verrohrung von Gewässern im Rahmen der Unterhaltung als Eingriff im Sinne von § 8 BNatSchG einstufen<sup>21)</sup>. In manchen Bundesländern entscheidet dann, wenn keine wasserbehördliche Genehmigung erforderlich ist, die Naturschutzbehörde über die Zulässigkeit des Eingriffs<sup>22)</sup>, in Schleswig-Holstein die Wasserbehörde im Einvernehmen mit der Naturschutzbehörde (§ 56 Abs. 1 Satz 3 LWG SchlH). Im übrigen ist die Durchsetzung naturnaher Gewässerunterhaltung auf die wasserbehördliche Gewässeraufsicht und die Aufsicht der Naturschutzbehörden angewiesen.
- e) Die Herstellung oder Sicherung eines naturnahen Gewässerzustandes stellt das geltende Recht weitgehend auch für *Gewässernutzungen* sicher<sup>23)</sup>. Dabei bestehen je nach Bundesland Unterschiede im Detail. Das neue nordrhein-westfälischen Wassergesetz beschneidet dem Gewässereigentümer die Freiheit, ein Gewässer, das sein Bett verlassen hat, ohne Rücksicht auf die Gewässerökologie wieder in den ursprünglichen Zustand zurückzusetzen (§ 11 Abs. 1 LWG NW). Bei Wassernutzungen, die den Wasserstand oder den Wasserabfluß verändern, räumt das Landesrecht dem Biotopschutz teilweise ein besonderes Gewicht ein (§ 45 Abs. 1 LWG NW; § 7 Abs. 1 Nr. 4 SchlHLPfG). Die Ausübung des genehmigungsfreien wasserrechtlichen Gemeingebrauchs etwa durch Wassersport oder sonstige Nutzung von Uferbereichen kann anerkanntermaßen auch aus Gründen des Biotop- und Uferschutzes eingeschränkt werden<sup>24)</sup>. Für nicht naturnah ausgebaute Gewässer ist vermehrt eine Rückführung zu einem naturnahen Zustand vorgesehen<sup>25)</sup>.
- f) Insgesamt erscheint das geltende Recht im Hinblick auf eine weitgehend naturnahe Behandlung von Fließgewässern nicht als grundsätzlich defizitär. Wasser- und Naturschutzrecht verlangen oder ermöglichen die Berücksichtigung von Methoden eines biologischen Wasserbaus, schwerpunktmäßig bei Maßnahmen des Gewässerausbaus. Die Unterscheidung von Unterhaltung und Ausbau kann angesichts dessen, daß es dabei anerkanntermaßen auf den Umfang und die Auswirkungen des Zugriffs auf das Gewässer im Einzelfall ankommt<sup>26)</sup>, allerdings kaum durch eine begriffliche Ausdifferenzierung erleichtert werden.

In einigen Bundesländern wie Bayern und Schleswig-Holstein sind Grundsätze naturnaher Gewässerbehandlung zwar nicht für alle Bereiche der Wasserwirtschaft ausdrücklich im Wassergesetz enthalten. Dieses scheinbare Defizit wird aber entweder durch entsprechende Vorschriften des Naturschutzrechts kompensiert, oder es sorgen bestehende Verwaltungsvorschriften für eine flä-

chendeckende Verwirklichung gewässerökologischer Gesichtspunkte. Am ehesten noch erscheint die Rechtslage in Berlin entwicklungsbedürftig, wo weder das Wasser- noch das Naturschutzrecht die Gewässerbehandlung in eine naturnahe Richtung lenken, noch entsprechende Verwaltungsvorschriften bestehen.

Dort, wo die Wasser- und Naturschutzbehörden im Zusammenhang mit behördlichen Entscheidungsverfahren Kenntnis von Zugriffen auf Gewässer erlangen, genügen Verwaltungsvorschriften, um die Berücksichtigung des Gebots naturnahen Wasserbaus sicherzustellen. Diese Kenntnis fehlt häufig für den Bereich laufender Gewässerunterhaltung. Hier erscheint der Weg nachahmenswert, den § 95 Abs. 1 LWG NW eröffnet, wonach die Unterhaltung aufgrund von Vereinbarungen etwa im Rahmen von Bachpatenschaften von nicht unterhaltungspflichtigen Dritten übernommen werden kann.

Um sicherzustellen, daß für die Behandlung von Fließgewässern der bei den Naturschutzbehörden vorhandene naturschützerische Sachverstand ausreichend berücksichtigt wird, ist deren Einbeziehung über den Bereich von Gewässerausbau und ökologisch schwerwiegenderen Unterhaltungsmaßnahmen hinaus erforderlich.

Im Landesrecht fehlt aber überwiegend immer noch eine solide Rechtsgrundlage für den Schutz von Uferstreifen. Eine Tendenz zur ökologisch motivierten Beschränkung des Gemeingebrauchs an Fließgewässern ist zwar zu verzeichnen<sup>27)</sup>. Nur § 34 LWG NW n. F. jedoch ermächtigt zum Erlaß einer allgemeingültigen wasserbehördlichen Verordnung über die Ausübung des Gemeingebrauchs und vor allem das Verhalten im Uferbereich. Die anderen Bundesländer sollten wenigstens diesem Beispiel folgen, damit Bemühungen um eine ökologische Ufergestaltung etwa durch weitgehend nicht beschränkbare Freizeitnutzungen nicht wieder zunichte gemacht werden. Dabei sollte neben dem Gemeindegebrauch zunehmend auch auf die landwirtschaftliche Nutzung von Ufersäumen Einfluß genommen werden können.

17) Vgl. oben Fußnote 12.

18) § 61 Abs. 1 BadWürttWG; § 99 Abs. 1 Satz 2, 3 BremWG; § 48 Abs. 6 BlnWG; § 46 HmbWG; § 98 Abs. 1 Satz 2 NdsWG; §§ 56 Abs. 1 Satz 2, 64 SaarWG.

19) Art. 42 Nr. 2 BayWG; § 46 Abs. 1 Satz 3, Abs. 2 HessWG; §§ 89 Abs. 2, 90 Nrn. 1, 2 LWG NW; § 64 Nrn. 2, 3 LWG Rh.-Pf.; § 56 Abs. 1 Satz 1 Nrn. 2, 3 SaarWG.

20) Siehe oben Fußnote 12.

21) So: § 11 Abs. 1 Nrn. 11, 12 BremNatSchG; § 10 Abs. 2 Nrn. 8, 9 SaarWG; § 7 Abs. 1 Nr. 6 LWG SchlH.

22) § 7 Abs. 4 HessNatSchG; § 12 Abs. 2 SaarWG.

23) Zur Rechtslage nach dem novellierten LWG NW: K. Fritsch (Fußnote 10), S. 910 f.; LÜBBE-WOLFF, Das neue Landeswassergesetz, NWVBL 1989, S. 359.

24) Vgl. VGHBadWürtt., Ur. v. 13. 3. 1987, ESVGH 37, 173 = VBIBW 1987, S. 377 m. Anm. v. Maurer, VBIBW 1987, S. 361; Ur. v. 22. 6. 1987, ESVGH 37, 255 = NuR 1987, S. 365 = NVWZ 1987, S. 168; und insbesondere Ur. v. 10. 6. 1988, NVWZ-PR 1988, 64 = VBIBW 1988, 473; vgl. auch OVG Münster, Ur. v. 22. 5. 1987, Schriftl. u. Rspr. d. Wasserrechts 1987 Nr. 59; T. THEISINGER, Bootsvermietung an naturnahen Fließgewässern — Zur Rechtslage in Baden-Württemberg —, ZfW 1987, S. 137.

25) § 46 Abs. 2 HessWG; § 89 Abs. 2 LWG NW; vgl. auch: § 14 BadWürtt-NatSchG; § 16 SaarWG; § 12 SchlHLPfG.

26) Vgl. BVerwGE 55, 220 (223 ff.); R. BREUER, Öffentliches und privates Wasserrecht, 2. Auflage 1987, Rdnn. 664 ff.; M. Czychowski (Fußnote 11), S. 580.

27) Vgl. oben bei Fußnote 24.

## Renaturierungsprojekt Hengstbach in Dreieich — Hessisches Beispiel für Planung, naturnahen Ausbau und Entwicklung von Wasserläufen

Im Rahmen dieses Kolloquiums werden zahlreiche Beispiele für naturnahen Ausbau oder Rückbau von Gewässerabschnitten vorgestellt, die entweder als gelungene Maßnahme im Ganzen einzustufen sind oder durch eine Fülle einzelner positiver Ausführungsdetails hervorzuheben sind.

Eine solche Wertung bezieht sich auf das vorgestellte Ergebnis. In die Beurteilung einer Maßnahme muß m. E. neben dem konkreten Ergebnis im Hinblick auf die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse jedoch auch die örtliche Ausgangssituation einfließen.

Die ökologische Wiederherstellbarkeit eines Gewässers, gemessen an einem idealtypischen Leitbild, wird bestimmt oder auch eingegrenzt durch

- *nutzungsbezogene Randbedingungen*  
(z. B. Lage im Siedlungs-/Außenbereich, angrenzende Acker-/Grünlandnutzung, Gewässergüte)
- *Grad der wasserwirtschaftlich bedeutsamen Veränderungen und Umfang der wasserbaulichen Eingriffe im Einzugsgebiet oder an Einzelabschnitten*  
(z. B. Einschränkung der Abflußdynamik durch Rückhalteeinrichtungen und Entnahmen, Überbauung/Verrohrung)
- *hydraulische Anforderungen*  
(z. B. Abflußleistung und zur Verfügung stehender Profilraum, auftretende Schleppspannungen)
- *problemorientierte Sensibilisierung der fachlich Beteiligten und der Betroffenen.*

Für das Beispiel „Hengstbach in Dreieich“ ist nicht zuletzt der langwierige Prozeß der Entwicklung und Durchsetzung des nunmehr ausgeführten Rückbaukonzepts bedeutsam für die Fragestellungen: Was ist erreicht worden? Was ist als beispielhaft hervorzuheben?



Abb. 1:  
Hengstbach/Dreieich — Lage der Ausbaustrecke

Die Stadt Dreieich, südlich von Frankfurt gelegen — ein Zusammenschluß von fünf ehemals selbständigen Städten und Gemeinden mit ca. 37 000 Einwohnern — wird naturräumlich und städte-

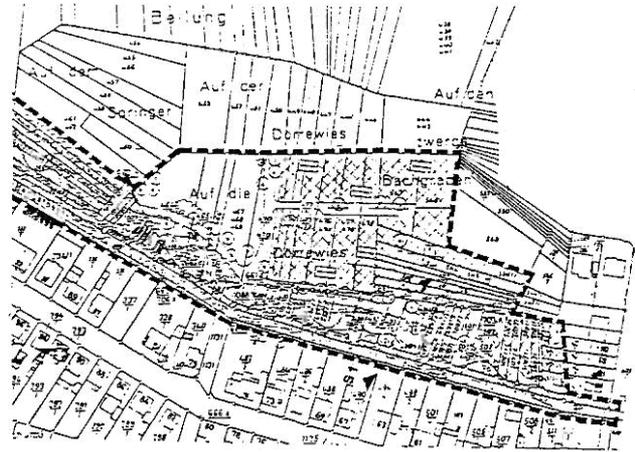


Abb. 2:  
Hengstbach/Dreieich — Ausschnitt aus dem Entwurf des Bebauungsplans

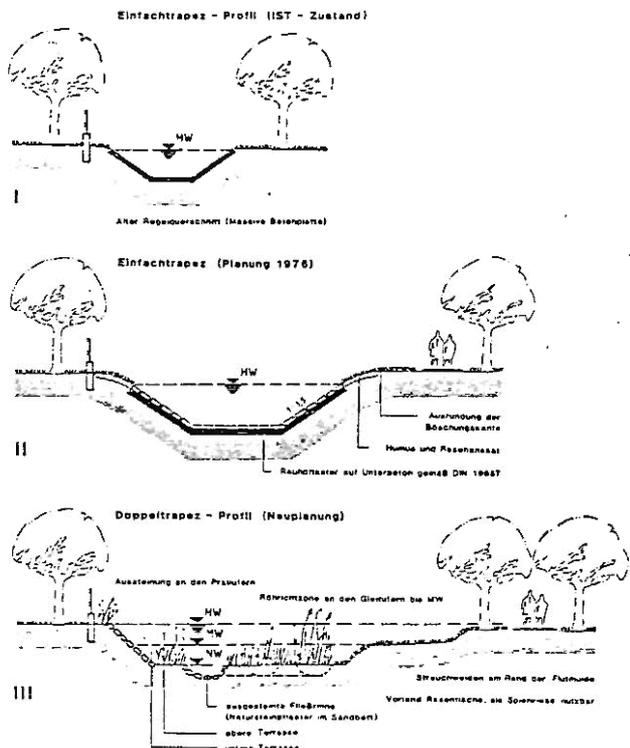


Abb. 3:  
Hengstbach/Dreieich — Zustand, ursprüngliche Planung und Ausführungsentwurf  
(Die Abb. 2 + 3 sind entnommen aus: Berichte zur Stadtentwicklung und Bauleitplanung, Dreieich, 1985)

baulich geprägt von der zentralen Grünachse des Hengstbaches (Abb. 1). Mit einer Längserstreckung von ca. 8 km ist diese Achse für die städtebauliche Innenentwicklung von besonderer Bedeu-

tung. Die Stadt Dreieich, die den Naturraum als Bestandteil der Infrastruktur definiert, sah ihre grünordnerischen Entwicklungsziele entlang der Hengstbach-Achse nachhaltig gestört, als der für den Gewässerausbau zuständige Wasserverband (WV „Schwarzbachgebiet-Ried“ — ca. 500 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet, 200 km Verbands-gewässer) einen konventionellen Ausbau-Entwurf zum Hochwasserschutz in das Planfeststellungsverfahren brachte:

- einheitliches Trapezprofil
- naturfernere Gerinne mit Rauhpfaster auf Unterbeton
- Bepflanzung ausschließlich außerhalb des Profils (Abb. 3, Profil II).

Dies erfolgte im Jahr 1976 auf der Grundlage eines generellen Entwurfs zur Abflußregelung, der 1973 aufgestellt worden war. Zusätzlich zu dem „leistungsfähigen Gerinne“ waren 4 Hochwasserrückhaltungen vorgesehen.

Mit dem Widerspruch der Stadt Dreieich im Planfeststellungsverfahren im Jahre 1977 beginnt die langwierige Phase der Umorientierung.

Die Planungsalternativen werden zweigleisig entwickelt:

1. Aufstellung eines Bebauungsplans (ab 1979) mit den Schwerpunkten
  - Bodenordnung, Grunderwerb, Verlagerung von Kleingärten
  - Wegenetz zur Erschließung des innerörtlichen Gewässerraumes
  - generelle Vorschläge zur Gewässergestaltung (Abb. 2).
2. Hydrologische Untersuchungen und Ausbauvorschläge (ab 1980) mit den Schwerpunkten
  - Überarbeitung des Konzepts der Rückhaltungen mit einer Erweiterung auf 6 Anlagen
  - Einbeziehung der Stadtentwässerungsplanung
  - Vorschläge zur naturnahen Gewässergestaltung.

1984 wird ein neuer Ausbau-Entwurf seitens des Auftraggebers Wasserverband vorgelegt (Abb. 3, Profil III). Es erfolgt die Planfeststellung. Auf Antrag wird das Projekt in das Finanzierungsprogramm des Landes (Programm „Naturnahe Gewässer“) aufgenommen und mit dem Bau im Jahre 1986 begonnen.

In der nachfolgenden Übersicht sind die wichtigsten Daten zum Renaturierungsprojekt Hengstbach/Dreieich (Abschnitt „Pforte bis August-Bebel-Straße“) zusammengestellt.

#### Hydrologische und wasserbauliche Grundlagen

Einzugsgebiet	13,00 km <sup>2</sup>
davon Bebauung	4,50 km <sup>2</sup>
Abflußmengen	NQ 0,13 m <sup>3</sup> /s
	HQ <sub>2</sub> 12,43 m <sup>3</sup> /s
	HQ <sub>10</sub> 18,25 m <sup>3</sup> /s
	HQ <sub>50</sub> 25,85 m <sup>3</sup> /s
	HQ <sub>100</sub> 28,55 m <sup>3</sup> /s
Sohlengefälle	5,00 ‰
Fließgeschwindigkeit (V)	1 bis 2 m/s
Schleppspannung	5,00 bis 60,00 N/m <sup>2</sup>
Sohlenbreite	
Flutmulde	7,00 bis 11,50 m
NW-Rinne	0,50 m
Länge des Ausbauabschnitts	565,00 m
Gewässerslänge vor Ausbau	~ 500,00 m.

#### Umfang der Sicherungsbauweisen und sonstige Landschaftsbauarbeiten

Faschinenwalzen	395 lfm
Drahtschotterwalzen	305 lfm
Spreitlagen	1305 m <sup>2</sup>
Jutegewebeabdeckung	400 m <sup>2</sup>
Ansaat	18 000 m <sup>2</sup>
Einzelbäume (Hochstämme)	150 St.
Sonst. Gehölze	3500 St.
Uferstauden	2500 St.

#### Baukosten und Bauausführung

Gesamtbaukosten	1 312 000,— DM
davon	
wasserbauliche Arbeiten	1 175 000,— DM
(einschl. Brückenbauwerke)	
landschaftsbauliche Arbeiten	137 000,— DM
Kosten je m/Ausbaustrecke	
mit Brückenbauwerken	2 322,— DM
ohne Brückenbauwerke	1 525,— DM
Ausführungszeitraum	August 1986 bis Oktober 1987
Bauzeit	200 Tage.

#### Grunderwerb

bei Aufweitung der Gewässerparzelle bis zu 30 m 11 000 m<sup>2</sup>.

Ein fiktiver Kostenvergleich zwischen der früheren (nicht ausgeführten) Ausbauplanung und dem nunmehr realisierten Projekt hat folgendes ergeben:

- die Grunderwerbskosten haben sich verdoppelt
- die Kosten für Erdarbeiten sind trotz der größeren Abtragsmassen infolge Massenausgleichs vor Ort fast gleich hoch
- die Kosten für die Positionen „Sicherungs- und Befestigungsarbeiten“ reduzieren sich auf etwa die Hälfte
- die in die Projektausführung zusätzlich aufgenommenen Brückenbauwerke (für bessere fußläufige Erschließung) sowie ober- und unterhalb liegende Ausbaustrecken erhöhen den Gesamtaufwand beträchtlich (Erhöhung der Gesamtbaukosten von ca. 750 000 DM auf ca. 1 200 000 DM).

Der Kostenvergleich zeigt, daß bei diesem Projekt ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den profilbezogenen Positionen

Grunderwerb/Erdarbeiten und entsprechend notwendigen Sicherungs- und Befestigungsarbeiten abzulesen ist. Dieses Ergebnis ist m. E. auch auf andere Projekte übertragbar.

Die im Anschluß an das Referat gezeigten Dias dokumentierten das Projekt in den Phasen

- Zustand des Gewässers und der angrenzenden Flächen vor Baubeginn 1986
- Bauphase 1986
- Ausbauzustand Mai 1987
- Entwicklungstendenzen September 1987

Die Auswahl der Bilder sollte neben dem Projektablauf einige Grundsätze von naturnahem Ausbau verdeutlichen:

- gewässerdynamische Abläufe (im NW-Bereich) kennzeichnen die Ausbaustrecke,
- Längs- und Querprofilgestaltung ergeben kleinräumige Differenzierungen von Strömungs- und Sedimentationsverhältnissen,

- unterschiedlichen Sicherheitsanforderungen (Böschungssandsicherheit) und Schleppspannungsverhältnissen wird durch abgestufte Bauweisen und unterschiedliche Materialien Rechnung getragen,
- Material- und Strukturvielfalt führen zu einem breiten Spektrum von Kleinbiotoptypen,
- ingenieurbioologische Bauweisen, z. B. Weidenspreitlagen, erfüllen bei fachgerechter Ausführung ihre Funktion,
- die Entwicklung der Gras-/Krautschicht, insbesondere im MW-Bereich, wird bei Verwendung von rhizom- und wurzelballen-

haltigem Oberboden standortangepaßter Herkunft stark beschleunigt,

- die anfängliche Flächensicherung durch Jutegewebe verringert deutlich Schäden durch Hochwasserereignisse.

Weitere Umgestaltungsmaßnahmen am Hengstbach werden folgen, die Großzügigkeit bei der Geländebereitstellung ist bei anderen Abschnitten jedoch aufgrund der seitlich angrenzenden Bebauung nicht möglich. Insbesondere die Strukturelemente im MW-Bereich werden eingeschränkt sein, der naturnahe Ausbau und Umbau bleibt als Prinzip jedoch erhalten.



Ein befestigter Wanderweg nach Rodung der Erlen ist kein Vorbild für die Erholungsnutzung von Uferstreifen!  
(Foto: Bauer)

## Projektbeispiel Holzbach – Sanierung eines anthropogenen Erosionsbaches

### 1 Einleitung

Am Holzbach wird seit 1981 aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und des Landesministeriums für Umwelt und Gesundheit Rheinland-Pfalz ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Strukturverbesserung im ländlichen Raum durchgeführt. Gegenstand des Vorhabens ist die naturgerechte Sanierung eines Baches, der durch die früheren naturwidrigen Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen in eine selbstzerstörerische Erosionsentwicklung mit fortschreitender Tiefenerosion geraten ist.



Abb. 1: Ein noch weitgehend natürlicher, erosionsfreier und beispielhafter Zustand am Unterlauf des Holzbaches. Das Bachbett ist flach, es besitzt eine natürliche Laufkrümmung, eine natürliche Sohlenstruktur und keinerlei Sohl- oder Uferverbau. Es ist auf natürliche Weise stabil und zeigt keinerlei Erosionserscheinungen. (Foto: Otto)

Das Vorhaben basiert auf umfangreichen interdisziplinären Untersuchungen über die natürliche Dynamik und Struktur der Mittelgebirgsbäche, über die Ursachen der anthropogenen Erosionsentwicklung und über die Möglichkeiten einer naturgerechten morphologischen Sanierung von Erosionsbächen. Das Vorhaben ist auf der Grundlage dieser Untersuchungen zu einer neuen Bewertung des Erosionsgeschehens und zu einer völlig neuen Konzeption der „Erosionsbekämpfung“ gelangt.

Der vorliegende Bericht vermittelt einen Überblick über die Untersuchungsergebnisse, über die Zielsetzungen und die Konzeption des Vorhabens. Eine genauere Beschreibung der einzelnen Bauabschnitte, der entwickelten Bauweisen und der Reaktion des Gewässers auf die Sanierungsmaßnahmen sowie ein Bericht über die nachgewiesene ökologische Effizienz der Maßnahmen erfolgen an anderer Stelle.

### 2 Der Holzbach

Der Holzbach befindet sich im nordwestlichen Teil des Westerwaldes, östlich der Autobahn A3 bei Dierdorf und Puderbach. Er hat eine Länge von 37 km, ein Einzugsgebiet von 176 km<sup>2</sup> und ein Sohlengefälle von 1,5 bis 3,5 Promille. Er entspringt auf den Hochflächen des Westerwaldes und durchfließt am Mittel- und Unterlauf die 50–100 m breite alluviale Talsohle des gleichnamigen Tales. Er gehört von Natur aus zu den Aue-Bergbächen, das sind Mittelgebirgsbäche in alluvialen Sohlentälern mit einem Sohlengefälle zwischen 1 und 5 Promille.

Die Talauen am Holzbach werden fast ausnahmslos als Wiesen- und Weideland genutzt. Das Bachbett hat infolge früherer Begradigungs- und Ausbaumaßnahmen überwiegend einen gestreckten bis schnurgeraden Verlauf. Die Laufbegradigungen sind mit wenigen Ausnahmen bereits im vorigen Jahrhundert (oder auch schon früher) erfolgt, und zwar in mehreren Begradigungsepochen. Den Begradigungsanlaß bildeten die Flurbereinigung, landwirtschaftliche Auemeliorationsmaßnahmen und der Bau der Bahnlinie Altenkirchen-Montabaur.

Das Ausmaß der Erosion ist örtlich recht unterschiedlich. Charakteristisch für den Erosionszustand sind die steilwandigen und zu meist nahezu vegetationslosen Uferböschungen zu beiden Seiten der Profile. Das Kernproblem der Erosion bilden nicht die fortlaufenden Uferabbrüche, sondern die fortlaufende Tiefenerosion.

### 3 Der ursprüngliche Gleichgewichtszustand

Man kann davon ausgehen, daß die Aue-Bergbäche in allen geomorphologisch und klimatisch vergleichbaren Tälern die gleiche natürliche und naturraumtypische Grundform besaßen. Es gibt in walddreichen Gegenden (z. B. im südlichen Odenwald, im Pfälzerwald, in der Hocheifel) noch eine Reihe von Aue-Bergbächen, die über weite Strecken hinweg in ihrer natürlichen Grundform erhalten geblieben sind. Auch am Holzbach und an anderen Bächen des Westerwaldes sind noch gewisse Überreste vorhanden. Daraus läßt sich für den ursprünglichen natürlichen Zustand des Holzbaches folgendes Bild zeichnen.

Der Holzbach besaß je nach dem Talgefälle und der Talform einen leicht geschlängelten bis stark gekrümmten Lauf. Das Bachbett war sehr breit und flach. Am Mittel- und Unterlauf (Mittelwasserab-



Abb. 2: Ein typisches Erosionsbild des Holzbaches. Das Bachbett war hier ursprünglich nur etwa 1 m tief und 5 m breit. Es ist im Verlauf der letzten 100 Jahre durch fortgesetzte Sohl- und Ufererosion 2–2,5 m tief und 10–12 m breit geworden. Der Bach uferete ursprünglich bereits bei kleinen Hochwässern weit in die Talau hinein aus. Im heutigen Bachbett vermag ein 100jähriges Hochwasser ohne Ausuferung abzufließen. Dementsprechend hoch sind auch die Schleppkräfte geworden. (Foto: Otto)

fluß 0,6 bis 1,5 m<sup>3</sup>/s) lag die Bachsohle nur 50 bis maximal 80 cm unter dem Vorlandniveau. Die Mittelwassertiefe betrug 20 bis 60 cm. Der Bach uferte wegen der geringen Profiltiefen schon bei geringem Hochwasser mehrmals jährlich aus. Da die Talauie breit und ebenflächig war, floß das Hochwasser auf ganzer Breite in der Talauie ab. Dadurch hielten sich die Wassertiefen und die Fließgeschwindigkeiten innerhalb und außerhalb des Bachbettes stets in engen Grenzen.

Die morphologische Dynamik des Baches muß in jeder Beziehung sehr gering gewesen sein. Das Höhengniveau der Talauie und der Bachsohle war wegen des stets ausgeglichenen Massenhaushaltes quasi stationär. Der alluviale Akkumulationstrend war so gering, daß er nur über die Jahrtausende hinweg zu leichten Trassen- und Niveauverschiebungen führte. Die Laufkrümmungen und die Lage der Ufer waren im großen und ganzen so gut wie stationär. Die Erosionstätigkeit an den Prallufern und die Akkumulationstätigkeit an den Gleituffern waren so gering, daß sich die Position der unmittelbar am Ufer stockenden Erlen im Verlaufe einer Erlengeneration (80—150 Jahre) kaum veränderte.

#### 4 Die heutige Erosionstätigkeit

Der Holzbach hat heute von gewissen Teilstrecken am Unterlauf abgesehen, kaum noch Ähnlichkeit mit seiner ursprünglichen natürlichen und naturraumtypischen Morphologie und Dynamik. An die Stelle der ursprünglichen flachen Profile sind tiefe „erosionsgrabenartige“ Profile mit steilwandigen Erosionsuffern, mit ständigen Uferabbrüchen und einem ständig weiter absinkenden Sohlenniveau getreten. Das natürliche Sohlendeckwerk ist im fortgeschrittenen Erosionsstadium weitgehend bis völlig verschwunden. Die typische Erosionssohle besteht aus relativ feinkörnigen Lokersedimenten (Fließkiese, Sande u. Schlammablagerungen), die von jedem Hochwasser je nach Strömung mehr oder weniger tiefgründig umgewälzt und als Geschiebestrom fortbewegt werden. Das Hochwasser entwickelt in dem relativ tiefen und kompakten Erosionsbachbett hohe Energie- und Schleppkraftüberschüsse im Verhältnis zur Körnung und Menge an aufnehmbaren Sedimenten. Die Sedimentdecke ist oft nur 10—30 cm mächtig. Unter der Sedimentdecke befinden sich (häufig bis in mehrere Meter Tiefe) reiner Auelehm und relativ feinkörnige Kiese und Schotter aus dem frühen Quartär.

Den maßgebenden Motor der Erosionsentwicklung bildet die Tiefenerosion. Sobald diese dauerhaft zum Erliegen kommt, fallen nach einer gewissen Übergangszeit auch die Breiten- und die Krümmungserosion auf ein geringes Maß zurück.

In den letzten 5 Jahrzehnten sind am Holzbach die Breite und die Tiefe des Bachbettes in den typischen Erosionsstrecken auf das 2- bis 3fache der ursprünglichen Maße angewachsen. In hochwasserreichen Jahren gehen am gesamten Holzbach pro Jahr mehr als 10 000 Tonnen Uferboden und etwa 1 000 Tonnen an Sohlengeschiebe unwiederbringlich verloren (Haushaltsdefizit).

Das Bachbett ist in den typischen Erosionsstrecken bereits so tief und breit geworden, daß 30- bis 50jährige Hochwässer ohne Ausuferung darin abzufließen vermögen. Die Spitzenschleppkräfte erreichen jetzt bei bordvollem Abfluß das 4- bis 6fache der ursprünglichen Werte.

#### 5 Ursachen der Erosionsentwicklung

Die Erosion, insbesondere die Tiefenerosion, verändert das Bachbett, wie bereits im vorhergegangenen Abschnitt angedeutet wurde, fortwährend zugunsten weiterer Erosion. Sie schafft ein hochlabiles „Erosionsbett“, das gänzlich von der fortwährenden Erosion geprägt ist und das den Hochwässern zu einer maximalen Erosionswirkung verhilft. Die ständige Selbstverstärkung und allmähliche Verselbständigung verleihet der Erosionsentwicklung schließlich den Anschein eines natürlichen Vorganges. Im Grunde aber ist

sie stets ein ebenso unnatürlicher und naturwidriger Vorgang wie die Bodenerosion auf Ackerflächen und Feldwegen.

Die Erosionsentwicklung hat hydromorphologisch und ökologisch alle Merkmale einer „krankhaften“ Bachentwicklung („Bacherkrankung“). Sie ist am Holzbach wie auch an vielen anderen Aue-Bergbächen vom Menschen hervorgerufen worden („anthropogene“ Erosionsentwicklung), und zwar auf mehrfache Weise:

##### 5.1 Schwebstoffbelastung und Vorlandaufhöhung als Folge der Bodenerosion im Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet des Holzbaches besitzt relief-, boden- und klimabedingt eine relativ hohe Anfälligkeit zur Bodenerosion. Man kann davon ausgehen, daß der Holzbach bereits seit den großen Rodungsperioden des Mittelalters bei Hochwasser eine hohe Schwebstoffbelastung durch die Bodenerosion im Einzugsgebiet erfuhr. Ein Teil der erhöhten Schwebstofffracht gelangte im überschwemmten Bachvorland wieder zur Sedimentation. Wie groß das Ausmaß der „anthropogenen Auelehmabildung“ am Holzbach ist, bezeugen u. a. die Ziegelscherben, die bei den Bauarbeiten im Bauabschnitt 2.2 in völlig homogenen und ungestörten Bodenaufschlüssen in 2—3 m Tiefe unter dem heutigen Flurniveau gefunden wurden. Die derzeitige mittlere jährliche Vorlandaufhöhung beträgt nach mehrjährigen Messungen am Mittellauf des Holzbaches in Bachnähe zwischen 1 und 10 mm/Jahr.

Je tiefer und hydraulisch leistungsfähiger das Bachbett wurde, um so mehr verlagerte sich der Hochwasserabfluß aus der Talauie in das Bachbett, wodurch dann die Intensität der weiteren Auelehmablagerung in der Aue wieder nachließ.

##### 5.2 Schleppkraftbelastung und Strukturverlust durch Laufbegradigung und Laufverlegung

Der Holzbach wurde bereits vor mehr als 100 Jahren im Rahmen der Flurbereinigungen, des Bahnbaues und der landwirtschaftlichen Auemeliorationen zu mehr als 80 % begradigt und verlegt. Die Laufverkürzung brachte in den betreffenden Bachabschnitten eine Zunahme des Sohlengefälles um ca. 30 %. Die hydraulische Leistungsfähigkeit des Bachbettes wurde außerdem auch dadurch erhöht, daß man die Querprofile möglichst kompakt und das Bachbett insgesamt möglichst glatt gestaltete (Grundregeln der Bachregulierung seit mehr als 200 Jahren).

Das neue Bachbett scheint auf mindestens 2/3 der damaligen Neubaustrecken trotz des Sohlengefälles von 2—3 Promille ohne jede Sohlenbefestigung und auch ohne jegliche Geschiebezugabe in den Auelehm gestochen worden zu sein. Es gibt in den Begradigungsstrecken zwar diverse Überreste von Ufersicherungen, aber keine Hinweise auf eine Sohlenbefestigung. Dies entsprach dem allgemeinen Interesse der Gewässeranlieger an erosionssicheren Ufern, an einem möglichst tief liegenden Vorfluter und an einem stets trockenen Bachvorland.

Bei den Laufbegradigungen und -verlegungen wurde das alte Bachbett stets mit dem Bodenaushub aus dem neuen Bachbett verfüllt. Auf diese Weise gingen die Sohlendeckwerke und Geschiebevorräte im alten Bachbett für den weiteren Geschiebehaushalt des Baches, der aus den zuvor genannten Gründen ohnehin kritisch angespannt war, für immer verloren. Auch die zahlreichen Wehre, die am Holzbach im vorigen Jahrhundert zum Zwecke der Wiesenbewässerung errichtet wurden, haben sich speziell auf den Grobgeschiebehaushalt nachhaltig sehr negativ ausgewirkt, da sie wie „Geschiebefallen“ wirkten.

##### 5.3 Steiluferbildung und Uferwucherung durch Uferentwaldung

Sind die Ufer nicht oder unzureichend beschattet, so stellt sich ein dichter und üppiger Gras- und Röhrichtbewuchs der Ufer ein. Dieser fördert die Bodenakkumulation und Uferauflandung ganz er-

heblich, er wird seinerseits durch die fortwährende Auflandung erheblich gefördert und er verhindert sehr wirksam einen erneuten Abtrag des akkumulierten Bodens. Dieses bewirkt, daß steile oder auch wulstartig überhängende Ufer entstehen und daß beide Ufer aufeinander zuwachsen. Lichtreiche „Wiesenbäche“ haben daher generell ein wesentlich schmaleres und tieferes Bett als vollschattige Waldbäche. Die erhöhte Akkumulationstendenz an den Ufern bewirkt ferner, daß die Gleitufer in den Laufkrümmungen ständig eine erhöhte Tendenz zum „Vorwachsen“ haben und daß sie durch ihr Vorwachsen einen erhöhten Erosionsdruck auf die Prallufer ausüben. Dieses führt zu bizarren und unausgeglichenen Laufkrümmungen, zu übermäßig tiefen Sohlen- und Uferauskolkungen, insgesamt zu einer erhöhten Labilität des Bachbettsystems und letztlich zu einer erheblichen Beschleunigung der Erosionsentwicklung.

## 6 Die ökologische Bewertung des Erosionszustandes

### 6.1 Grundlagen und Kriterien

Die Erosionstätigkeit der Bäche ist bisher fast ausschließlich aus der Sicht der Gewässeranlieger bewertet und auch fast ausschließlich zum Schutz des Anliegergrundbesitzes, hauptsächlich des landwirtschaftlichen Grundbesitzes, verhindert worden. Wir leben jedoch nicht mehr in den Zeiten eines ständigen Landmangels, einer zunehmenden Not und Überbevölkerung des ländlichen Raumes, sondern in einer Zeit mit wachsendem Kulturflächenüberschuß, mit ständigen hohen Agrarüberschüssen in allen Bereichen, mit einer bereits weit vorgeschrittenen Ausräumung der Kulturlandschaft und einer rasch voranschreitenden Artenverarmung der einheimischen Flora und Fauna. Ein Großteil der bedrohten und der vielerorts bereits verschwundenen Pflanzen- und Tierarten ist auf aquatische und amphibische Biotope in und an den Bächen angewiesen. Hierbei ist der Bach stets in seiner natürlichen ökologischen Verbindung mit der Bachaue zu sehen. Wir beobachten außerdem eine vermehrte Hochwasserbildung an den großen Flüssen und Strömen und wir wissen, daß diese zu einem nicht unerheblichen Teil auf die bisherige Regulierungs-, Kanalisierungs- und Ausbaupraxis an den Bächen, auf die rigorose Beschleunigung des Hochwasserabflusses und auf die weitgehende Inaktivierung der natürlichen Retentionsräume zurückzuführen ist.

Die nachfolgenden Abschnitte 6.2 bis 6.5 enthalten eine Zusammenfassung der mehrjährigen Untersuchungsergebnisse am Holzbach. Sie basieren auf der vergleichenden Untersuchung von typischen Erosionsstrecken mit intakten erosionsfreien Bachstrecken, die der gleichen Gewässerbelastung ausgesetzt waren. Die festgestellten Unterschiede in der biologischen Besiedlung sind folglich auf die Schädwirkung der Erosion zurückzuführen. Die in Abschnitt 6.2 bis 6.5 behandelten Ökosystemausschnitte sind stellvertretend für das gesamte Ökosystem.

### 6.2 Mikrobenthos, Primärproduktion, Selbstreinigung

Der mikrobenthische Aufwuchs, auch mikrobiologischer Rasen genannt, der hauptsächlich aus Algen besteht und von Natur aus im Mittelgebirgsbach den weitaus überwiegenden Teil der gewässerinternen Primärproduktion bestreitet, fehlt in den typischen Erosionsstrecken des Holzbaches so gut wie völlig. Auch das biologische Selbstreinigungsvermögen, das in Mittelgebirgsbächen von Natur aus zu mehr als 80 % vom Mikrobenthos (sog. Benthaleffekt) geleistet wird, erreicht in den hochgradig erodierten Bachstrecken nur noch 10 bis 30 % des von Natur aus Möglichen.

Die Ursachen sind mehrfacher Art. Ein leistungsfähiges und artenreiches Mikrobenthos benötigt feste Substratoberflächen (Steine, Wurzeln, Wasserpflanzen), die in stets gleichbleibender Lage gut licht- und strömungsexponiert sind. Das natürliche Bachbett mit seiner breiten steinigen Sohle und seinem vorwiegend flachen und schnell fließenden Wasser besitzt solche Substratoberflächen in Fülle. Das typische Erosionsbett hingegen ist von ständig beweg-

ten Lockersedimenten (Fließkiese, Sande, Schlamm), von großen Mittel- und Niedrigwassertiefen (Lichtmangel, Strömungsmangel) und einer ständigen „Oberflächenverschlickung“ (Schwebstoffablagerung) geprägt. Dieses sind ungeachtet der Wasserqualität denkbar ungünstige Strukturbedingungen sowohl für den Algenaufwuchs wie auch für das saprobielle Mikrobenthos, das den sog. Benthaleffekt bei der biologischen Selbstreinigung leistet.

### 6.3 Makrobenthos, Nährtierproduktion

Die meisten Organismenarten, die von Natur aus das charakteristische Makrozoobenthos der Mittelgebirgsbäche bilden, sind an schnell fließendes Wasser und an ein stabiles steiniges Sohlensediment gebunden. Fast alle diese Charakterarten des Mittelgebirgsbaches fehlen in den Erosionsstrecken so gut wie völlig, während sie in den intakten Vergleichsstrecken trotz der auch dort bestehenden Gewässerbelastung zum größten Teil noch vorhanden sind. Der Artenfehlbetrag gegenüber den morphologisch intakten Vergleichsstrecken mit der gleichen Gewässerbelastung beträgt zwischen 40 und 80 %. Selbst bei ausgesprochen euryöken Kies-, Sand- und Schlammbewohnern ist die Populationsdichte auf einen Bruchteil des von Natur aus möglichen reduziert. Auch das Makrophytobenthos (submerse Wasserpflanzen), das in den Mittelgebirgsbächen von Natur aus bei ausreichendem Licht in beachtlichen Beständen verbreitet ist und einen wichtigen Makrozoobenthosbiotop bildet, fehlt in den Erosionsstrecken wegen der hohen Substratlabilität und der zu großen Wassertiefen gänzlich.

Die Gesamt-Besiedlungsdichte des Makrozoobenthos erreicht in den typischen Erosionsstrecken bei gleicher Gewässerbelastung strukturbedingt nur 10 bis 30 % im Vergleich zur Besiedlungsdichte in den erosionsfreien und naturgemäß strukturierten Bachstrecken. Die benthosbiologische Produktivität der typischen Erosionssohle ist nicht besser als diejenige von ausbetonierten oder gepflasterten Bachsohlen.

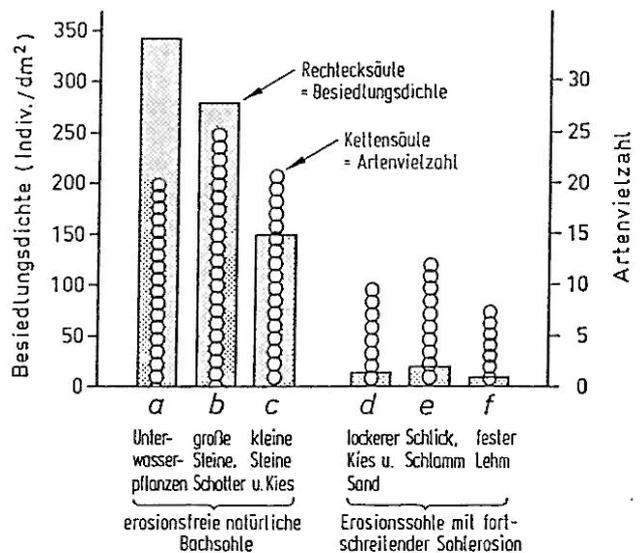


Abb. 3: Benthosbiologische Sohlenverödung infolge Sohlenerosion und Zerstörung der natürlichen Sohlenstruktur. Quantitative Makrozoobenthosaufnahmen am Holzbach. Die Sohlenstruktur und die Benthosbestände a–c wurden in erosionsfreien Bachstrecken mit natürlichem Sohlendeckwerk vorgefunden. Unter derselben Wasserqualität wurden in den typischen Erosionsstrecken nur die kümmerlichen Bestände d–f angetroffen.

### 6.4 Fischbestand

Der Holzbach gehört von Natur aus zur Äschenregion der Mittelgebirgsbäche. Von den 10 bis 15 Fischarten, die die ursprüngliche natürliche Fischgesellschaft der Aue-Bergbäche gebildet haben dürften, sind am Holzbach nur insgesamt noch 4 bis 5 Arten vorhanden. Ihr Vorkommen beschränkt sich auf die wenigen intakten

Bachabschnitte, die benthosreich sind und in denen die natürliche Grundstruktur eines Forellen-Äschenbaches noch einigermaßen erhalten ist.

In den typischen Erosionsstrecken hingegen sind so gut wie keine Fische des natürlichen Artenbestandes mehr als dauernde Standfische anzutreffen. Statt dessen treten dort Fischarten wie Aal, Brachsen (Blei), Barsch, Rotaugen (Plötzen), Zander und Karpfen auf, die von Natur aus erst in den tieferen und langsamer fließenden Gewässern der Barbenregion anzutreffen sind. Der gesamte Artenbestand umfaßt in den typischen Erosionsstrecken zumeist nur noch 5 bis 6 Fischarten, und dies sind fast ausschließlich Fischarten der Brachsenregion.

Bemerkenswert ist ferner die sehr unterschiedliche Fischbestandsdichte. Am Mittellauf des Holzbaches scheint sich der gesamte Fischbestand zu etwa 80 % auf wenige und zumeist kleine Bachabschnitte zu konzentrieren, die nur 10 bis 20 % des Bachlaufes ausmachen. Diese relativ wenigen fischreichen Bachabschnitte zeichnen sich durch eine benthosbiologisch günstige Sohlenstruktur und ein entsprechend hohes Nährtierangebot aus. Etwa 40 bis 60 % des Bachlaufes scheinen ausgesprochen fischarm zu sein. Hierbei handelt es sich durchweg um Bachstrecken, die morphologisch ausgesprochen monoton (kanalartig, grabenartig) sind und die infolge der bereits weit vorgeschrittenen Erosionsentwicklung auch benthosbiologisch sehr verödet sind.

Der heutige Fischbestand im Holzbach spiegelt selbstverständlich nicht nur die strukturelle Nahrungsarmut, sondern auch die massive Verschlechterung der heutigen Reproduktionsverhältnisse wider. Die meisten der für die Äschenregion typischen Fischarten sind sog. Kieslaicher. Der Holzbach enthält zwar gerade auch in den Erosionsstrecken im großen Umfang kiesige und sandige Sohlensubstrate. Diese aber sind durch ihren hohen Sand- und Schlickgehalt, insbesondere durch die dauernde Oberflächenverschlickung und durch die zu geringen Mittel- und Niedrigwasserfließgeschwindigkeiten so gut wie nicht durchströmt, so daß der Fischlaich darin schon nach wenigen Stunden oder Tagen wegen Sauerstoffmangels abstirbt. Die Situation wird durch den teilweise recht hohen Faulschlammgehalt des Schlicks zusätzlich verschlechtert.

Man muß davon ausgehen, daß der heutige Fischbestand je nach Fischart zu 50 bis 80 % (oder auch mehr) nicht auf natürlicher Reproduktion, sondern auf den alljährlichen Besatzmaßnahmen der Fischereipächter und teilweise auch auf der Zuwanderung aus Kulturgewässern (Fischteiche) beruht. Ohne die alljährlichen Besatzmaßnahmen wäre der Holzbach insbesondere in den typischen Erosionsstrecken noch fischärmer.

### 6.5 Ufervegetation

Von Natur aus liegt an den Aue-Bergbächen die Oberkante der Uferböschung — sofern man an den natürlichen Profilen überhaupt von Ufer-„Böschungen“ sprechen kann — nur etwa 20 bis 40 cm über dem Mittelwasserniveau. Das gesamte Ufer bildet daher ganzjährig feuchte bis nasse Standorte. Der Humiditätsunterschied zwischen Ufer und angrenzendem Vorland ist von Natur aus so gering, daß er sich in der Vegetation kaum widerspiegelt. Die Ufervegetation und die bachnahe Vorlandvegetation sind praktisch identisch.

Wenn man vor diesem Hintergrund typische Erosionsprofile am Holzbach mit ihren 1,5 bis 3 m hohen Uferwänden aus nacktem rohem Auelehm betrachtet, dann muß man feststellen, daß diese nicht nur so gut wie vegetationslos sind, sondern daß sie auch sonst so gut wie keine ökologischen Uferfunktionen mehr zu erfüllen vermögen.

Die pflanzliche und die tierische Besiedlung der Uferwände ist ökologisch über und unter Wasser ebenso bedeutungslos wie vergleichsweise die Besiedlung von gepflasterten, verschalteten oder ausbetonierten Gewässerböschungen. Die gelegentlichen Pflanzenansiedlungen, darunter auch der vereinzelt Erlen- oder Wei-

denanflug, brechen oder rutschen in frost- und hochwasserreichen Jahren regelmäßig wieder ab.

Die Vegetation auf der Böschungsoberkante und im angrenzenden Bachvorland ist keine Ufervegetation, sondern eine unspezifische Ruderal- und Wiesenvegetation, wie sie auch in der übrigen Landschaft an beliebigen trockenen Standorten anzutreffen ist. Sie ist für den Nahrungshaushalt des Bachökosystems ohne Bedeutung. Sie beeinflusst die Uferentwicklung nicht positiv, sondern negativ, da sie die Entstehung und die Erhaltung der labilen Uferwände fördert und eine naturgerechte Abflachung der Ufer verhindert.

Der Ufergehölzbestand ist am Holzbach in allen aktiven Erosionsstrecken im Trend ständig rückläufig, da die Verjüngungsraten selbst in den günstigsten Jahren erosionsbedingt erheblich reduziert und die Sterberaten im Altbestand erosionsbedingt erhöht sind. Die Gehölzarmut der Erosionsstrecken ist im fortgeschrittenen Erosionsstadium nicht mehr so sehr Ursache als vielmehr die Folge der Erosion.

## 7 Das Sanierungskonzept

### 7.1 Programmatische Einordnung und Grundsätze

Der wasserwirtschaftliche Handlungsbedarf hat sich, so weit es um öffentlich zu fördernde Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen an den Bächen geht, grundlegend gewandelt. Wir haben heute, volkswirtschaftlich und strukturpolitisch gesehen, in allen ländlichen Räumen einen beträchtlichen Überschuß an hochproduktivem Kulturland. Ein allgemeiner Trend zu einer freiwilligen Wirtschaftsextensivierung in der Landwirtschaft ist nicht zu erkennen und aus diversen betriebswirtschaftlichen Gründen auch weiterhin nicht zu erwarten. Es kann in einem Zeitalter der ständigen Agrarüberschüsse, der Randstreifen- und Flächenstilllegungsprogramme und der propagierten Koexistenz von Landwirtschaft und Natur nicht mehr darum gehen, mit öffentlichen Mitteln das Bachbett möglichst schmal, tief und hydraulisch leistungsfähig zu halten, um den Anliegergrundbesitz vor Ufererosion zu schützen. Die Ufererosion ist fast immer die Folge einer naturwidrigen Gerinnegestaltung. Sie ist nicht Ausdruck der „zerstörerischen Naturgewalten des Wassers“, sondern sie zeigt den natürlichen Raumbedarf des Gewässers an, jenen Raum, der dem Gewässer durch die früheren Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen nach und nach „abgerungen“ wurde.

Zu den notwendigen Strukturentwicklungen im ländlichen Raum gehört die ökologische Restrukturierung und Rehabilitation der Bäche und Auebiotope. Der Ausbau eines Baches kann heute außerhalb der Ortslagen nur dann als eine zukunftsrelevante und „gewinnbringende“ Investition zum Wohle der Allgemeinheit und der zukünftigen Generationen gelten, wenn er folgendes zum Ziele hat:

- die Wiederherstellung naturgemäßer und dynamisch stabiler Gerinnesysteme, die weder zur Tiefenerosion noch zur fortschreitenden Verlandung neigen,
- die Wiederherstellung (Zurück-„Gewinnung“), Reaktivierung, Vermehrung und Vernetzung von leistungsfähigen Gewässern und Auebiotopen (Renaturierung und Revitalisierung im Sinne des Artenschutzes),
- die Reaktivierung der natürlichen Hochwasserretention.

### 7.2 Zielsetzungen

Das Vorhaben wurde als Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Sinne eines wasserwirtschaftlichen und wasserbautechnischen Innovationsvorhabens konzipiert. Der Anlaß des Vorhabens war zweifacher Art, nämlich

- der ungewöhnlich desolate und devastierte ökomorphologische Zustand des Holzbaches auf einer Gesamtstrecke von mehr als 10 km, der eine naturgerechte Sanierung dieses Ba-



Abb. 4: Der Holzbach bei Dierdorf vor der Sanierung (1985). Hier wurde 1939 eine Laufbegradigung ohne Sohlenbefestigung durchgeführt (Sohlgefälle 3 Promille!). Die Tiefe und Breite des Bachbettes haben sich seither durch Erosion verdreifacht. Der überdehnte Mittelwasserkörper ist bis zu 2 m tief, extrem strömungsarm und an der Sohle stark verschlammmt. Der Bach ist als Folge der Erosion und der Verschlämmlung im Ufer- und Sohlbereich verödet und auch als Fischbiotop entartet. (Foto: Otto)



Abb. 5: Dieselbe Strecke wie in Abb. 4 vor Abschluß der Sanierung. Es ist ein breites, flaches und naturgemäß gekrümmtes Bachbett mit buchtenreichen Flachufern und einer naturgemäßen Abfolge aus schnell und langsam fließenden Abschnitten entstanden. Sohle und Mittelwasserufer sind wegen des notwendigen Erosionsschutzes (Sohlgefälle 3 Promille) und zur vorteilhaften Biotopgestaltung mit Naturschüttstein (5 — 40 cm) vorstrukturiert. (Foto: Otto)



Abb. 6: Dieselbe Strecke wie Bild 4 und 5 im zweiten Jahr nach der Sanierung. Die Uferflächen wurden nicht mit Rasen eingesät und nicht gemäht, wodurch sich eine artenreiche natürliche Ufervegetation ansiedeln und entfalten konnte. Der natürliche Gehölzanflug wurde durch Gehölzpflanzungen ergänzt. Das neue Bachbett hat bereits 2 große Hochwässer schadlos überstanden. (Foto: Otto)

ches dringend notwendig und zugleich auch besonders schwierig erscheinen ließ,

- der gravierende Mangel an Erfahrungen, Strategien und Methoden im naturgerechten Umgang mit Gewässern, speziell mit erosiven Mittelgebirgsbächen.

Das Vorhaben hatte dementsprechend von Anfang an eine zweifache Zielsetzung, nämlich eine beispielhafte und dauerhafte Sanierung des Holzbaches in bestimmten Laufabschnitten und die Entwicklung von neuen Strategien und Technologien eines naturgerechten Umgangs mit erosiven Mittelgebirgsbächen. Die Zielsetzung umfaßt im wesentlichen folgende Punkte:

a) Praktische Sanierungsziele in den Projektstrecken am Holzbach:

- Dauerhafte Behebung der Erosionsentwicklung, insbesondere der Sohlenerosion durch Wiederherstellung natürlicher und naturgerechter dynamischer Gleichgewichte und Grundstrukturen.
- Schaffung der notwendigen Voraussetzungen zur Wiederentstehung des naturraumtypischen Bachbettsystems mit seinen natürlichen hydromorphologischen Regulationsmechanismen, seinen natürlichen Sohlen- und Uferstrukturen und seiner natürlichen gewässertypischen Gerinnedynamik.
- Wiederentstehung der natürlichen gewässertypischen Biotope, der natürlichen Biotopdiversität und Artenvielfalt im Gewässer und im Uferbereich.
- Abwechslungsreiche und landschaftsgerechte Gestaltung der Gewässerlandschaft.

b) Wissenschaftliche und technologische Entwicklungs- und Innovationsziele

- Entwicklung von Methoden zur wirkungsvollen und dauerhaften Biotopdiversifizierung.
- Naturgerechte Verwendung von Schüttsteinen.
- Grundregeln und Methoden eines regulativen/dynamischen Uferbaues.
- Grundregeln und Methoden eines extensiven Entwicklungsbaues.



Abb. 7: Der langfristige Zielzustand der Umgestaltungsmaßnahmen in Abb. 4—6: Ein natürlicher Aue-Bach, umgeben von Eschen-Erlenfeuchtwald und Erlenbruchwald. Die Ufer sind trotz des weiten Standes der Bäume völlig erosionsfrei. Die größtenteils weit über 100 Jahre alten Uferbäume bezeugen, daß sich im Verlaufe ihres Lebens die Uferlinien selbst an den Prallufem so gut wie nicht verschoben haben. (Foto: Otto)

### 7.3 Rahmenbedingungen

Die Konzeption beinhaltet neben den selbstgesteckten Zielsetzungen auch gewisse selbst gesteckte Rahmenbedingungen (Restriktionen). Die Rahmenbedingungen wurden getroffen, um bei der Bauplanung Interessenkonflikte und Streitigkeiten von vornherein so weit wie möglich zu vermeiden, so daß die Baugenehmigung ohne Schwierigkeiten in einem verkürzten Genehmigungsverfahren zu erlangen sein würde. Darüber hinaus wurden die Rahmenbedingungen bewußt so abgesteckt, wie sie auch andernorts an den Bächen des ländlichen Raumes vertretbar und hinzunehmen sind, so daß das Projekt gut übertragbar ist.

### 7.4 Fertigstellungs- und Zielzustand

Der herkömmliche Wasserbau ist darauf ausgerichtet, einen bestimmten, stets gleichbleibenden Gewässerzustand zu schaffen („statischer“ Wasserbau). Dieser Zustand wird von vornherein mit großer Sorgfalt so angelegt, daß er sich möglichst wenig verändern kann. Treten dennoch im Verlaufe der Zeit durch die Tätigkeit des Gewässers oder durch das Wachstum der Ufervegetation Veränderungen ein, so werden sie durch Unterhaltungsmaßnahmen stets wieder rückgängig gemacht. Der Fertigstellungszustand nach Abschluß der Baumaßnahme und der langfristige Soll- oder Zielzustand sind beim „statischen“ Wasserbau (zumindest theoretisch) bis ins Detail einander identisch.

Das Vorhaben verfolgt eine vollkommen andere Strategie. Es zielt auf die Wiederentstehung natürlicher hydromorphologischer und ökologischer Systeme ab. Sie verkörpern an einem Bach wie dem Holzbach aus heutiger ökologischer und wasserwirtschaftlicher Sicht den denkbar günstigsten Gewässerzustand. Die Wiederentstehung eines solchen natürlichen oder quasi natürlichen Gewässerzustandes ist nur bis zu einem gewissen Grade durch Wasserbaumaßnahmen zu bewerkstelligen. Den wichtigeren und ent-

scheidenderen Teil bilden natürliche Entwicklungs- und Regenerationsprozesse, die Jahrzehnte in Anspruch nehmen und die nicht durch technische Mittel zu ersetzen oder zu beschleunigen sind. Diese Entwicklungsprozesse führen nach und nach zu einer völligen Veränderung des anfänglichen Zustandes, so daß der Zielzustand grundverschieden vom Fertigstellungszustand sein kann.

Der Fertigstellungszustand ist bei einer seriösen Renaturierungsmaßnahme nicht darauf ausgerichtet, natürliche Systeme zu „imitieren“, zu „verpflanzen“ und bis ins Detail zu „konstruieren“. Selbst die raffiniertesten landschaftsgärtnerischen „Naturimitate“ sind im hohen Maße instabil und nur unter ständiger intensiver Pflege in ihrem pseudonatürlichen Zustand zu erhalten. Natürliche Formen und Strukturen müssen „wachsen“, sie müssen sich entwickeln. Das meiste von dem, was die Stabilität, die Regulations- und Regenerationsfähigkeit und auch die ökologische Effizienz natürlicher Systeme ausmacht, ist nicht durch Bau-, Pflanz- und sonstige Maßnahmen herzustellen.

Als Zielzustand gilt ein „reifer“, ein in sich stabiler und ausgewogener Gleichgewichtsdauerzustand, der ökologisch dem heutigen potentiellen Naturzustand des Gewässers entspricht. Der Zielzustand muß nicht in allen seinen Details bekannt sein. Es ist jedoch unerlässlich, daß man die Entstehungs- und Entwicklungsbedingungen kennt, soweit sie im Fertigstellungszustand herzustellen sind und die wichtigsten Entwicklungsmechanismen (Entwicklungsrisiken) betreffen.

Als „Zielmodell“ dienen Bäche oder Bachstrecken, die dem zu renaturierenden Bach von Natur aus entsprechen und die sich noch in einem natürlichen Gleichgewichtszustand befinden („Referenzbäche“).

## 8 Die wichtigsten Ansatzpunkte der Sanierung

### 8.1 Das natürliche Bachbettsystem

Der Umgang mit natürlichen ökologischen und hydromorphologischen Systemen erfordert einen wesentlich komplexeren Denkansatz, als es im herkömmlichen technischen Wasserbau üblich und notwendig war.

Ein Bach bildet unter vielerlei Aspekten ein System. Ein mittlerweile sehr bekannter Systemaspekt ist derjenige des Ökosystems, hier speziell des Bach-Ökosystems. Ein vergleichsweise noch wenig bekannter Systemaspekt ist derjenige des „Bachbettsystems“. Der Bach und sein Bett sind von Natur aus wechselseitig geprägt und wechselseitig variabel. Sie bilden hydromorphologisch ein untrennbares funktionales System, das in beliebig großen oder kleinen Laufabschnitten betrachtet werden kann. Ein naturgerechter Umgang mit Bächen ist ohne eine gewisse Kenntnis des natürlichen Bachbettsystems nicht möglich.

Der intakte natürliche Aue-Bergbach bildet ein dynamisches und zugleich ein dynamisch stabiles Bachbettsystem. Zu den Systemkomponenten gehören einerseits das Bachbett mit allen seinen morphologischen und hydraulischen Eigenschaften einschließlich Ufervegetation und der Bachau (soweit sie dem Hochwasserabfluß dient) und andererseits der Bach selbst mit seiner veränderlichen Wasser- und Feststoffführung, mit seiner wechselnden Hydraulik und seiner jeweiligen morphologischen Beanspruchung des Bachbettes. Alle genannten Komponenten sind in ihrer jeweiligen natürlichen Form und Dynamik auf vielfältige Weise wechselseitig bedingt. Sie spielen sich von Natur aus auch bei größeren Klimaschwankungen im Verlaufe von Jahrzehnten und Jahrhunderten immer wieder auf einen dynamisch stabilen Gleichgewichtszustand ein.

### 8.2 Verringerung der Schleppkraftbelastung

Die Wiederherstellung eines naturgerechten gleichgewichtsnahen Grundzustandes muß am Holzbach von zwei Seiten her erfol-

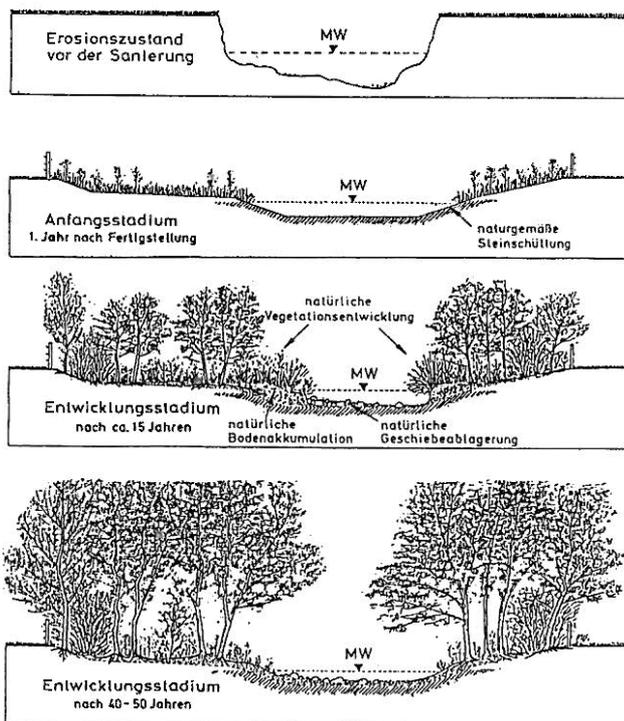


Abb. 8: Die mit der Umgestaltung des Baches in Abb. 4–6 angestrebte Bachentwicklung. Das neue Bachbett wird möglichst breit und flach angelegt, so daß ein vielfältiges Biotopspektrum und ein ausreichender Spielraum für natürliche Strukturentwicklungen entsteht. Die Steinschüttung verhindert einen Erosionsrückfall und bildet die Basis eines natürlichen Sohlenaufbaus durch Geschiebeakkumulation.

gen, nämlich durch eine Verstärkung und Verbesserung der Sohlenstruktur und durch eine strukturgerechte Verringerung der Schleppkraftbelastung. Letzterem kommt aus folgenden Gründen die größere Bedeutung zu:

- Die Schleppkraftbelastung ist am Holzbach durch die Laufbegradigungen, insbesondere aber durch die Entstehung kompakter, tiefer und hydraulisch sehr leistungsfähiger Profile sowie durch den völligen Verlust von hydraulisch interaktiven Uferbereichen auf ein Mehrfaches des natürlichen und naturverträglichen Maßes angewachsen.
- Die meisten hydromorphologischen Regulationsmechanismen des Bachbettsystems funktionieren nur innerhalb begrenzter Schleppkraftamplituden.
- Viele der benthos- und fischbiologisch wichtigen Sohlenstrukturen und Substratdifferenzierungen entstehen und regenerieren sich nur, wenn sich die Schleppkraftamplituden vom Niedrigwasser bis zum Hochwasser in bestimmten relativ engen Grenzen halten.
- Ohne eine naturgerechte Schleppkraftverringerung muß die Verstärkung der Sohlenstruktur in einer sehr groben, gewässeruntypischen und ökologisch ungünstigen Körnung ausgeführt werden.
- Bei zu hoher Schleppkraftbelastung (Energieüberschuß) können Geschiebezugaben zu einer verstärkten Erosionstätigkeit führen.
- Die Schleppkraftverringerung kann auf besonders vielfältige und wirksame Weise mit einer umfassenden Biotopverbesserung verbunden werden.

Bei der Energieumwandlung geht es um die rasche und schadloسة Umwandlung der aus dem Fließgefälle resultierenden kinetischen Energie in Wärmeenergie. Die Umwandlung erfolgt zum Teil an den Strömungshindernissen des Bachbettes („Bettreibung“), hauptsächlich aber durch die verschiedensten Formen der „Turbulenzreibung“. Die Möglichkeiten der Energieumwandlung sind um so größer und um so günstiger, je größer und je rauher die Reibungsflächen des Bachbettes sind (hydraulischer Umfang und hydraulische Rauigkeit), ferner je größer der Raum für intensive Verwirbelung ist und je umfangreicher und intensiver die von den Ufergehölzen und ähnlichen Grenzhindernissen ausgelösten „Interaktionen“ sind.

Die beste Schleppkraftentlastung des Bachbettes ist die frühzeitige Ausuferung. Je früher die Ausuferung einsetzt und je breiter die potentiellen Überschwemmungsflächen sind, um so weniger nimmt die Schleppkraftbelastung des Bachbettes bei steigendem Hochwasser zu.

Die Umgestaltung des Bachbettes zur Verringerung der Schleppkraftbelastung darf nicht zu einer Verringerung der Mittel- und Niedrigwasserfließgeschwindigkeiten führen. Diese müssen stets möglichst hoch sein. Dies ist für die gesamte Biotop- und Ökosystemstruktur des Mittelgebirgsbaches von vitaler Bedeutung. Wehrähnliche Stauhaltungen mit Überfall und Tosbecken zur punktuellen „Energieumwandlung“ kommen für eine naturgerechte Schleppkraftverringerung grundsätzlich nicht in Betracht.

### 8.3 Verstärkung der Sohlenstruktur

#### 8.3.1 Das natürliche Sohlendeckwerk

Die Mittelgebirgsbäche haben von Natur aus mit wenigen regionalen und lokalen Ausnahmen eine steinige Sohle. Das steinige Sohlenmaterial ist in den kleinen und kleinsten Bächen generell, in den größeren Bächen hingegen nur bei einem Sohlengefälle von weniger als 1,5 Promille relativ feinmaterialreich, unsortiert und locker. Bei einer Sohlenbreite von mehr als 2 m und einem Gefälle von mehr als 1,5 bis 2,0 Promille hat die Bachsohle bei den meisten Bachtypen von Natur aus generell den Charakter eines relativ grobkörnigen und festgefügtten Sohlendeckwerks. Dieses bildet

Tabelle 1: Die Ansatzpunkte und Wirkungen einer naturgerechten Bachumgestaltung		
Ansatzpunkte/ Maßnahmen	hydraulische Wirkung	ökologische Wirkung
Uferabflachung und Uferverbreiterung	Zunahme des benetzten Umfangs, der hydraulischen Reibungsfläche, des hydraulischen Interaktionsraumes, des durchflossenen Querschnittes bei gegebener Wasserspiegellage	Zunahme von echten Uferbiotopen und sicheren Ufergehölzstandorten, vermehrter Nahrungseintrag aus der Ufervegetation
Sohlenverbreiterung		
Uferrauhung (Buchten, Vorsprünge), Ufergehölze	Zunahme der hydraulischen Rauigkeit, der hydraulischen Interaktion, der Energieumwandlung;	Zunahme der Biotop- und Artenvielfalt im Uferbereich, Zunahme der Nahrungsvielfalt, größere Biozönosestabilität
Sohlenrauung (Störsteine, Schwellen, Bühnen)		
erhöhte Profildiversität	Erhöhung der Wasserspiegellagen, Vergrößerung der durchflossenen Querschnitte, Verringerung der Fließgeschwindigkeiten	Zunahme der aquatischen Biotopvielfalt, vielfältigere Reproduktions- und Lebensbedingungen für Benthos und für Fische; größere Stabilität des Ökosystems
vermehrte Laufkrümmung, Laufverlängerung	Zunahme des hydraulischen Reibungs- und Interaktionsraumes, der Energieumwandlung; Abnahme des Gefälles, Verringerung der Fließgeschwindigkeiten	Zunahme der Biotop- und Artenvielfalt im aquatischen Bereich und im Uferbereich

insbesondere bei den Aue-Bergbächen in morphologischer und in ökologischer Hinsicht das „Rückgrat“ des Baches.

Der Begriff der Sohlenstruktur hat hydraulische, morphologische und ökologische Aspekte. Er betrifft die Körnung (Korngrößenzusammensetzung), das Gefüge, die hydraulische Rauigkeit und die morphologische Gliederung der Bachsohle. Besonders typische und leicht erkennbare Formelemente der natürlichen Sohlenlängsgliederung sind die Furten und Schnellen, die in bestimmten regelmäßigen Abständen entstehen und die bei Niedrigwasser an ihrem rauhen Wasserspiegel weithin leicht erkennbar sind. Sie haben in mehrfacher Beziehung eine wichtige und unersetzliche Funktion: sie bilden den Hauptansatzpunkt der fortwährenden Deckwerkserneuerung, sie bilden ein sehr wirksames hydraulisches Rauigkeitselement, sie bilden gewissermaßen den rhythmischen Impulsgeber für das regelmäßige Pulsieren des Hochwasserstromes, das wiederum u. a. für die körnungsselektive Umlagerung und Verteilung des Sohlenmaterials wichtig ist. Die Furten und Schnellen tragen im übrigen auf vielfältige Weise zur natürlichen Biotopdiversifizierung bei und bilden selber für viele Organismenarten (des Benthos- und des Fischbestandes) einen wichtigen oder auch unersetzlichen Teilbiotop des Mittelgebirgsbaches. Ganz ähnlich verhält es sich mit einigen anderen Gliederungs- und Funktionselementen der Bachsohle. Sie alle sind wichtige Bestandteile der natürlichen Sohlenstrukturgeneration.

#### 8.3.2 Ziele und Mittel der Sohlenstrukturierung

Es muß bei der naturgerechten Verstärkung der Sohlenstruktur vor allem darum gehen, die notwendigen Voraussetzungen für die Wiederenstehung eines natürlichen, funktionstüchtigen und regenerationsfähigen Sohlendeckwerks zu schaffen. Die allmähliche Entwicklung des Deckwerks bis hin zum reifen „Klimaxdeckwerk“ (Zielzustand) ist notwendigerweise ein langwieriger Prozeß, der einige Jahrzehnte oder auch Jahrhunderte dauert. Es gilt, diese Ent-

wicklung durch Umgestaltungs- und Strukturierungsmaßnahmen einzuleiten und damit langfristig einen Prozeß in Gang zu bringen, der der Sohle eine ständig besser werdende ökologische Qualität und Funktionsfähigkeit verleiht. Die Strukturierungsmaßnahme muß dazu einen mehrfachen Zweck verfolgen, nämlich:

- sofortiger und dauerhafter Stopp der Sohlenerosion und sofortige Verbesserung der Biotopstrukturen (für Benthos und Fische),
- Entwicklung des natürlichen Sohlendeckwerks sowie der natürlichen Sohlengliederung und Biotopdiversifizierung (mittelfristig),
- Entstehung der natürlichen „Klimax-Bachsohle“ (langfristig).

Das naturgemäße Strukturierungsmittel sind im Sohlenbereich Schüttsteine, wobei es weniger auf die Gesteinsart als vielmehr auf die Körnung und die funktionsgerechte Schüttung des Materials ankommt. Am Holzbach wurden im Prinzip vier funktionale Schüttungsformen entwickelt und angewendet, die sich wie folgt bezeichnen und charakterisieren lassen:

- „Grundschtüttung“  
Das ist eine deckwerksartige flächendeckende Grundstruktur aus gemischtkörnigem Schüttstein zum Zwecke des sofortigen Erosionsstopps und als dauerhafte erosions sichere Unterlage des sich später darüber bildenden natürlichen Deckwerks. Die Körnung ist nicht gröber als zur Erosionssicherheit unbedingt notwendig ist, maximal doppelt so groß wie die des natürlichen Deckwerks.
- „Profilschtüttung“  
Das beinhaltet eine punktuelle oder linienhafte Steinschtüttung zur Vergrößerung der hydraulischen Rauigkeit oder zur Strömungslenkung (z. B. leitwerksähnliche Profilschtüttungen) oder zur Initiierung bestimmter morphologischer Entwicklungen oder/ und zur Biotopdiversifizierung. Die Körnung ist nicht wesentlich gröber als im potentiellen natürlichen Deckwerk. Die Profilschtüttungen haben nur eine kurz- bis mittelfristige Ersatz- oder Hilfsfunktion. Das geschüttete Material kann nach einer gewissen Zeit teilweise, in bestimmten Fällen auch gänzlich vom Gewässer umlagert und in das entstehende natürliche Sohlendeckwerk integriert werden.
- „Streuschtüttung“  
Hierunter ist eine formlose und unregelmäßig verteilte Steinschtüttung im Sinne einer einmaligen kompensativen Geschiebezugabe und Sohlenrauhung zu verstehen. Sie dient nicht zur Verstärkung der Geschiebeführung, sondern zur Vergrößerung des Geschiebevorrates, zur Vergrößerung und Rauhung der Sohlenfläche, zur Verlangsamung des Geschiebestromes, somit zur Verbesserung des Geschiebehaushaltes und der natürlichen Deckwerksbildung. Die Körnung ist nicht gröber als das größte Korn des potentiellen natürlichen Deckwerks.
- „Depotschtüttung“  
Das ist eine punktuelle, eine linienhafte oder auch eine flächige Steinschtüttung im Sinne einer kompensativen Geschiebevorratsschtüttung. Sie hat die gleichen Funktionen wie die Streuschtüttung, nur eben daß sie wesentlich nachhaltiger wirkt. Sie läßt sich gut mit Grund- und Profilschtüttungen kombinieren.

### 8.3.3 Bemessung der Steinschtüttungen

Die Körnung der Steinschtüttungen muß sich nach den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten und nach der jeweiligen Funktion der Schüttung richten. Aus morphologischen und aus ökologischen Gründen wurde am Holzbach grundsätzlich ein gemischtkörniges Gesteinsmaterial mit breitem Korngrößenspektrum verwendet.

Die Grundschtüttung wurde nur dort eingesetzt, wo eine völlig desolante Sohlensituation mit intensiver Tiefenerosion gegeben war, oder auch dort, wo das Bachbett bei einem Sohlengefälle von mehr

als 1,5 Promille völlig neu angelegt wurde. Gut die Hälfte des Materials wurde so grobkörnig gewählt, daß eine nennenswerte Verschleppung der Grobfractionen durch den Bach so gut wie ausgeschlossen ist. Die groben Partikel von 200 bis 400 mm Längsdurchmesser bestimmen die Mindest-Schichtdicke der Schüttung. Sie müssen untereinander direkten Kontakt haben und sollen ein erosions sicheres Grundgerüst bilden. Die Feinfraktionen von 50 bis 200 mm Längsdurchmesser dienen zur benthosgerechten Füllung und Strukturierung der Zwischenräume sowie zur vielseitigen Verteilung der groben Partikel. Die Kornfraktionen 0 bis 50 mm werden nach und nach durch die Geschiebeführung des Baches eingeschleppt. Auf diese Weise erhält die Grundschtüttung, auch wenn sie später allmählich von einer natürlichen Deckwerksbildung überlagert wird, von Anfang an gute benthosbiologische Grundeigenschaften.

Bei den übrigen Schüttungen wurde immer dann ein besonders breites Korngrößenspektrum gewählt, wenn es darum ging, die Rauigkeit der Bachsohle nachhaltig zu vergrößern. Dieses „Raukorn“ erhielt jedoch nur einen Mengenanteil von maximal 30 %. Die Körnung und das Volumen bzw. die Schichtdicke der Schüttung wurden im übrigen nach Möglichkeit so bemessen, daß das geschüttete Material im Verlaufe der ersten 1 bis 3 Jahrzehnte nach und nach bis maximal zur Hälfte vom Bach verschleppt und umgelagert werden kann.

Die Bemessung der Steinschtüttungen ist, wenn man reichliche Schüttsteinmengen mit reichlich breitem Korngrößenspektrum funktionsgerecht im Bachbett verteilt, verhältnismäßig unproblematisch. Für Erosionsverhältnisse am Holzbach gilt der Grundsatz, daß jede Gesteinszugabe, die zur profiligemäßen natürlichen Deckwerksbildung geeignet ist, ökologisch wertvoll ist. Dabei ver-

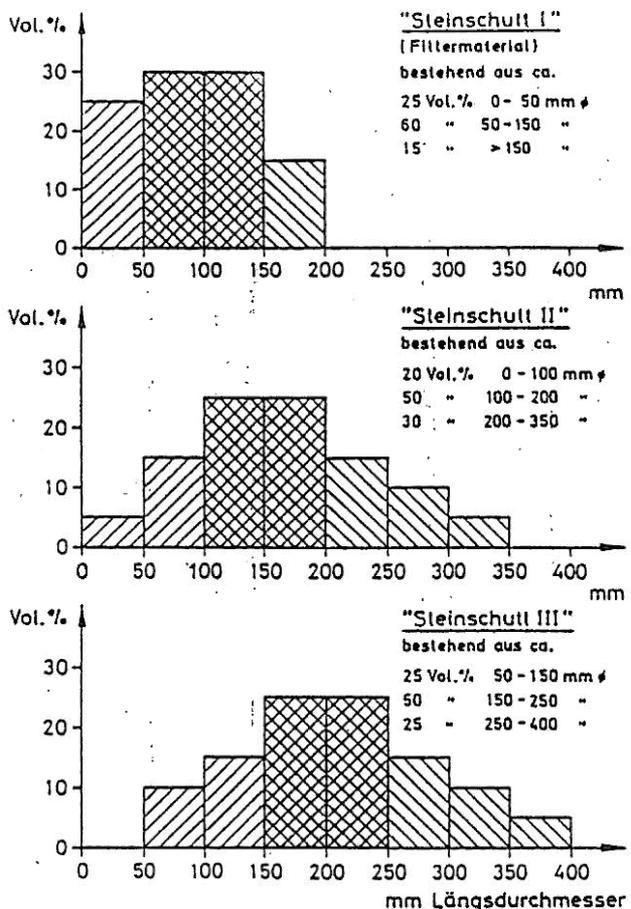


Abb. 9: Die Korngrößenzusammensetzung des im Bauabschnitt 2.2 verwendeten gemischtkörnigen Schüttsteinmaterials aus Basaltsteinschutt in den Körnungstypen Steinschutt I, II und III

Zustandsstufe	Morphologischer Befund — Strukturdefizit	Strukturelle Sanierungsmaßnahme	Ökologische Wirkung
I	Das Sohlendeckwerk ist ohne Mängel; es entspricht dem natürlichen Gleichgewichtsdauerzustand des Baches.	Nicht erforderlich.	
IIa	Ein altes natürliches und festgefügtes Deckwerk ist vorhanden, aber es mangelt an Längsprofildifferenzierungen (z. B. Furten, Schnellen) für die selektive kontinuierliche Deckwerksregeneration.	Schüttung von langen flachen Sohlenschwellen in naturgerechten Abständen zur Initiierung der Furten-/Schnellenbildung.	Wiederentstehung/Regeneration der natürlichen gewässertypischen Biotopdiversität und Artenvielfalt (Benthos, Fische und Wasservögel); gute strukturelle Voraussetzungen für seltene und bedrohte Arten.
IIb	das Deckwerk ist zu „leicht“. Es mangelt am groben Korn bzw. der Feinanteil ist zu hoch	Zugabe der fehlenden Korngröße durch „Streuschüttung“ oder/und „Depotschüttung“ (z. B. in Form von Sohlenschutzstreifen oder Uferandschüttungen)	
IIla	das Deckwerk ist zu schmal. Die Bachsohle besteht an den Rändern aus Lehm, Sand oder Schlamm.	Seitliche Ergänzung des Deckwerks durch flächendeckende Steinschüttung bis ans Ufer (z. B. in Form einer flachen Böschungsfußkeilschüttung).	
IIlb	Es ist durchgehend ein (relativ junges) sekundäres Deckwerkssediment vorhanden, das aber infolge zu rascher und unselektiver Umlagerung zu feinkörnig, zu locker und zu gefügearm ist.	Depotschüttung von Grobmaterial und Initiierung der natürlichen körnungsselektiven Furten-/Schnellenbildung durch Schüttung von flachen Sohlenschwellen (Sohlschüttstreifen).	Stabilere, vielfältigere und leistungsfähigere Biotopstrukturen; höhere Produktivität und Stabilität des Ökosystems; höherer Artenbestand in allen Kompartimenten.
IVa	Das Deckwerk ist örtlich bis auf den Untergrund (z. B. Auelehm) erodiert, abgetragen. Die Bachsohle ist „durchgerissen“, „durchgebrochen“.	Reichliche Sohlen- und Profilverbreiterung und flächendeckende Schüttung einer erosionssicheren Grundstruktur (möglichst mit Längsdifferenzierung).	Wiederentstehung wichtiger Grundstrukturen der gewässertypischen Benthosbiotope, der gewässertypischen Nahrungsketten und Biozönosen, des gewässertypischen Ökosystems.
IVb	Der Untergrund ist durchgehend von einer gleichförmigen labilen Lockersedimentdecke (Fließkiese, Sande, Schlamm) überdeckt	Zugabe der fehlenden Korngrößen durch Streu- und Depotschüttung oder flächendeckende Schüttung wie zu IVa; reichliche Verbreiterung und Rauhung der Sohlfläche zur Verlangsamung des Grobgeschiebedurchstromes.	
Va	Das Deckwerk fehlt durchgehend gänzlich Die Bachsohle ist durch eine enge Abfolge von tiefen „Schürfkolken“ und düneartigen Lockersedimentbändern („Geschiebedünen“) geprägt.	Verbesserung der Strömungs- und Schleppkraftverteilung durch Krümmungs- und Sohlenausgleich, durch Sohlenverbreiterung, durch Blockierung der Kolke mittels Sohlenschutzstreifen, durch Kornvergrößerung mittels Streu- und Depotschüttung.	
Vb	Die Bachsohle besteht überwiegend bis gänzlich aus dem „nackten“ Untergrund. (Auelehm oder alte Schotter-sedimente).	Krümmungs- und Sohlenausgleich wie zu Va, Sohlen- und Profilverbreiterung, flächendeckende Schüttung einer erosionssicheren Grundstruktur oder/und reichliche Depotschüttung.	

steht sich von selbst, daß die größere Tiefe und Abflußkapazität des Bachbettes auch bei bestmöglicher Ausschöpfung der Möglichkeiten zur Schleppkraftverringerng eine verhältnismäßig grobe Sohlenstruktur erfordert.

## 9 Schlußbemerkung

Das Vorhaben ist in 5 Bauabschnitte gegliedert, in denen unterschiedliche Situationen modellhaft gelöst wurden. Der erste Bauabschnitt wurde 1982/84 realisiert, der fünfte und letzte Bauabschnitt wird 1989/90 verwirklicht. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Bauabschnitte und Bauweisen, insbesondere auch ein ausführlicher Bericht über die morphologische und ökologi-

sche Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen ist, wie in der Einleitung bereits erwähnt, an anderer Stelle geplant.

Für eine umfassende und gesicherte Bewertung der entwickelten Sanierungsmaßnahmen ist eine 10- bis 20jährige Beobachtung der Modellstrecken erforderlich. Die inzwischen fertiggestellten Bauabschnitte haben sich bis jetzt in jeder Beziehung gut entwickelt. Im aquatischen Bereich und an den Ufern hat sich schon in den ersten Jahren nach der Umgestaltung eine sehr artenreiche pflanzliche und tierische Besiedlung eingestellt. Auch die zu beobachtende morphologische Entwicklung des Bachbettsystems ist bis jetzt durchaus positiv. Es bestehen gute Aussichten, daß sich die sanierten Bachstrecken auch weiterhin im Sinne des Sanierungskonzeptes entwickeln werden.

## Literatur

- OTTO, A. und BRAUKMANN, U.: Gewässertypologie im ländlichen Raum. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 228, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 1983
- OTTO, A.: Naturnaher Wasserbau, Modell Holzbach Umorientierung des Wasserbaus im ländlichen Raum. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, 1986
- OTTO, A.: Naturnaher Wasserbau, Modell Holzbach.
- AID-Heft 1203, 1988: Zu beziehen beim Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID) e. V., Postfach 20 01 53, 5300 Bonn 2
- OTTO, A.: Renaturierung von Mittelgebirgsbächen. Arbeiten des Deutschen Fischerei-Verbandes, Heft 46, 1988, S. 42—71



Die Donau bei Ulm, die trotz Regulierung einen Weidensaum am Ufer aufweist; auch die Ertragsfähigkeit der Auenwälder konnte erhalten bleiben. (Foto: Olschowy)

## Planung, naturnaher Ausbau und Entwicklung von Wasserläufen — die niederbayerische Vils

### 1 Zum Untersuchungsgebiet

#### 1.1 Lage und Hydrologie

Die niederbayerische Vils, ein Fluß des südostbayerischen Tertiärhügellandes zwischen Isar und Inn, entspringt im Landkreis Erding und mündet nach rund 100 km Tallauf bei Vilshofen in die Donau. Das Niederschlagsgebiet umfaßt knapp 1 500 Quadratkilometer. Im Oberlauf ist das Vilstal 700, im Unterlauf 1 500 Meter breit und bildet weitgehend die Existenzgrundlage für die bäuerlichen Talgemeinden. Um so schwerer wogen die jährlichen, oft mehrmals bereits bei mittleren Abflüssen auftretenden Hochwasser. Besonders die für die niederbayerische Vils typischen Sommerhochwasser und die Dauervernässung weiter Talflächen, auch eine Folge der zahlreichen Triebwerkstau, erschwerte die landwirtschaftliche Nutzung. Betroffen war vor allen Dingen das mittlere und untere Vilstal. Die hydrologischen Kenndaten der Vils sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 2: Teilstrecken und Ausbauabschnitte der Vils

Vils 0	: 13,2 Tal-km,	nicht ausgebaut
— 2)	: 2,7 Tal-km	Hochwasserrückhaltebecken Marklkofen mit 1 km Unterwasserstrecke, ausgebaut zwischen 1972 und 1977
Vils I <sup>1)</sup>	: 7,6 Tal-km	ausgebaut zwischen 1923 und 1933
Vils II <sup>2)</sup>	: 9,5 Tal-km	ausgebaut zwischen 1973 und 1977
Vils III <sup>1)</sup>	: 9,7 Tal-km	ausgebaut zwischen 1933 und 1958
Vils IV <sup>2)</sup>	: 15,5 Tal-km	ausgebaut zwischen 1970 und 1972
—	: 4,5 Tal-km	nicht ausgebaut
<hr/>		
Vils	: 62,7 Tal-km	davon 45 km ausgebaut

1) Ausbaustufe 1

2) Ausbaustufe 2 nach Sonderplan „Abfluß Vils“

### 2 Ausbaukonzept

Erste Hilfe wurde durch den Bau von Flutkanälen in den Abschnitten Vils I und III Anfang der dreißiger Jahre geschaffen. Die Restabschnitte Vils II und IV, zusammen mit rund 25 Tal-Kilometern, wurden in Verbindung mit dem Bau eines Hochwasserrückhaltebeckens bei Marklkofen in den Jahren 1970/76 auf der Grundlage des Sonderplanes „Abfluß Vils“ ausgebaut. Träger der Ausbaumaßnahmen Vils II und Vils IV war der Bezirk Niederbayern, für das Hochwasserrückhaltebecken Marklkofen der Freistaat Bayern.

Die verschiedenen Ausbauabschnitte sind in Tabelle 2 und Abbildung 1 dargestellt.

Die Zusammenstellung zeigt die 1. Ausbaustufe mit dem Ausbau von Vils I, begonnen 1923 und Vils III, begonnen 1933. Für die 2. Ausbaustufe zur Regelung der Abflußverhältnisse im niederbayerischen Vilstal wurde nach 1960 der Sonderplan „Abfluß Vils“ erarbeitet. Er befürwortete die Errichtung des Hochwasserrückhaltebeckens Marklkofen ob seiner Vorteile für die bereits ausgebauten Vilsabschnitte I und III und eines maßvollen Ausbaues für die Vilsabschnitte II und IV. In Abbildung 2 sind der hydrologische und der wasserwirtschaftliche Längsschnitt dargestellt sowie die Ausbaustufen 1 und 2. Deutlich ist die Reduzierung des Abflusses mit 5jähriger Wiederkehr aus der Abbildung zu entnehmen. In den

Tabelle 1: Hydrologische Kenndaten der niederbayerischen Vils

Wasserhaushalt des Vilsgebietes (mittlere Höhen der Jahresreihe 1931/60)					
Wasserhaushaltsgröße	Kurzbezeichnung	Winter mm	Sommer mm	Jahr mm	Bayer. Donauebiet (1901/50)
Niederschlagshöhe	N	290	475	765	940
Abflußhöhe	A	113	92	205	430
Verdunstungshöhe	V	100	460	560	510

Abflußhauptwerte (1940/82)	Pegel (Lage siehe Abbildung 1)					
	Winter	Vilsbiburg Sommer	Jahr	Winter	Grafenmühle Sommer	Jahr
NQ (m <sup>3</sup> /s)	0,45	0,42	0,42	2,16	1,82	1,82
MNQ	1,22	0,99	0,92	4,49	3,99	3,77
MQ	2,96	2,21	2,58	11,2	7,81	9,47
MHQ	36,5	32,9	48,5	108	72,0	127
HQ	106	151	151	298	520	520

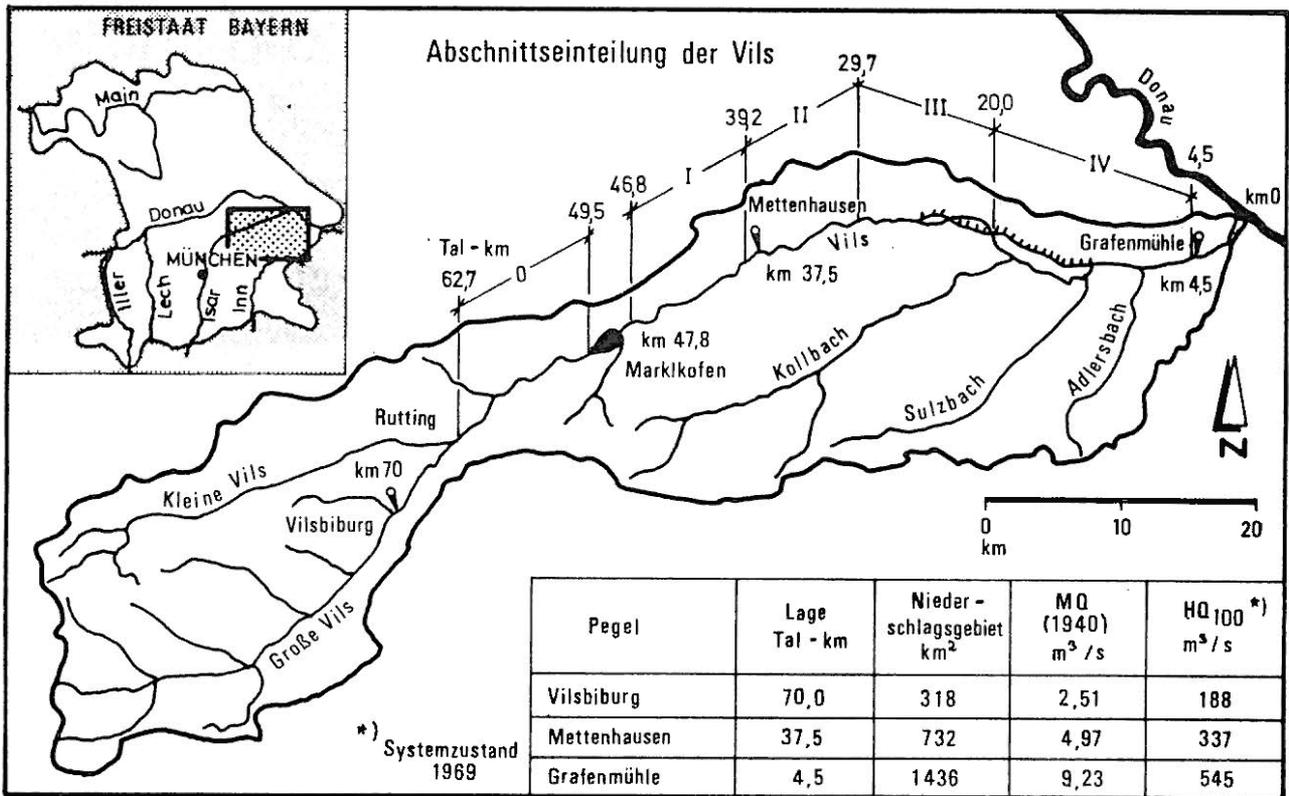


Abb. 1: Übersichtslageplan niederbayerische Vils

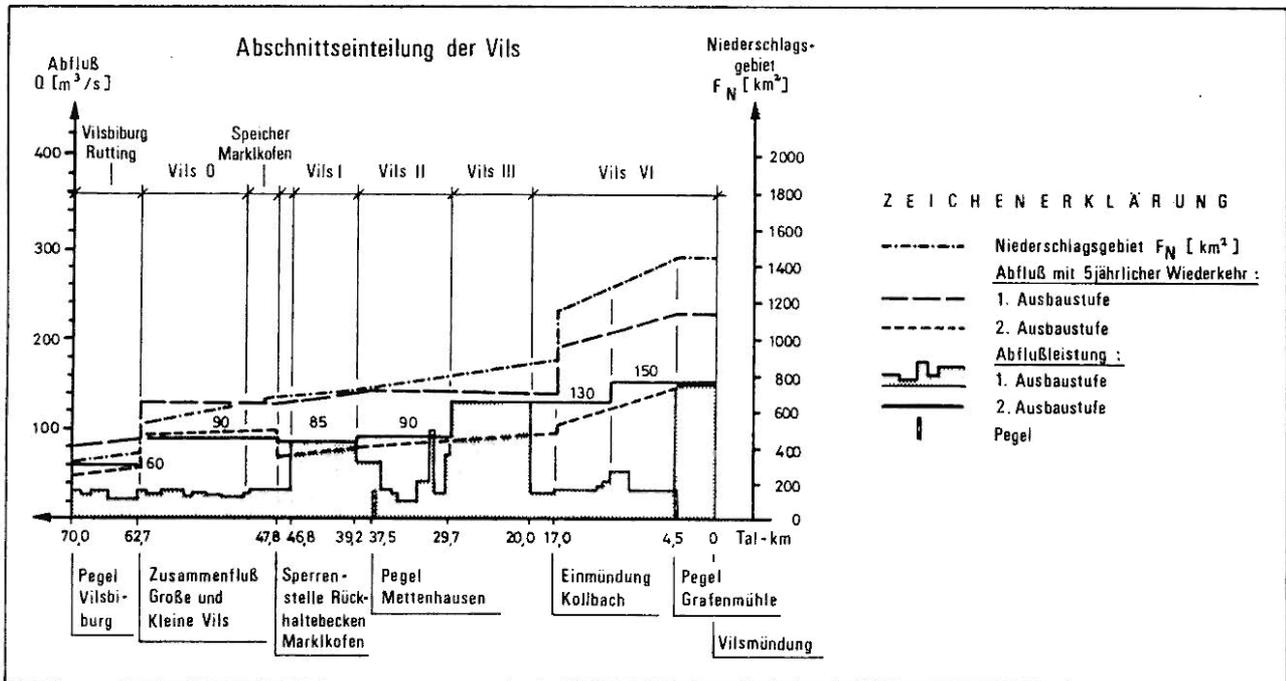


Abb. 2: Hydrologischer und wasserwirtschaftlicher Längsschnitt

übrigen, nichtausgebauten Strecken uferete die Vils nach wie vor mehrmals im Jahr aus, wobei infolge des relativ breiten Talbodens (800 bis 1500 m) bereits kleinere Hochwässer zu großflächigen Überschwemmungen führen.

Der Sonderplan „Abfluß Vils“ wurde in den Jahren 1970—76 umgesetzt. Die baureife Planung und Bauabwicklung lag beim Wasser-

wirtschaftsamt Landshut, in enger Zusammenarbeit mit dem Straßen- und Wasserbauamt Pfarrkirchen und dem Wasserwirtschaftsamt Passau. Die Planung wurde von Anfang an als offene Planung durchgeführt, das heißt in laufender Abstimmung mit einschlägigen Behörden, Fachstellen, Gemeinden, Vertretern der Teilnehmergemeinschaft der Flurbereinigungen und insbesondere auch mit den Vertretern des Naturschutzes und der Fischerei. Pla-

nungsgrundlagen bildeten umfassende Aufnahmen des bestehenden Gewässernetzes, mehrjährige Grundwassermessungen und Vegetationskartierungen des gesamten Talbodens. Wertvolle Planungshinweise konnten in wiederholten Geländebegehungen mit Landwirten, Fischern, Jägern und Naturschützern sowie durch Vergleichsbeobachtungen an anderen ausgebauten wie noch weitgehend unberührt gebliebenen Wasserläufen gewonnen werden.

### 3 Ausbaubabschnitte

Die Gegenüberstellung der einzelnen Ausbaubabschnitte und die Überlegungen zur Erhaltung der nichtausgebauten Tallandschaft zeigen beispielhaft die Entwicklung des Wasserbaues seit 1925.

#### 3.1 Ausbaubabschnitt Vils I (ausgebaut 1923–1933)

Ziel des Ausbaus war es, durch Bau eines Flutkanals die Vorflutverhältnisse im Talboden zu verbessern, den Grundwasserspiegel abzusenken und die bisher mehrmals jährlich ausufernden Hochwasser rascher abzuführen. Dabei mußte der alte Vilslauf, welcher von Talrand zu Talrand pendelt und für die Triebwerke als Mühlkanal dient, auch weiterhin erhalten werden, um die weitere Nutzung der Wasserkraft zu gewährleisten.

Die Lage der Flutmulde wurde so gewählt, daß der hohe Grundwasserstand in der Aue abgesenkt und die bisher vernäbten Tallagen melioriert werden konnten. Im Interesse der Landwirtschaft wählte man eine möglichst flächensparende Lösung mit gestreckter Linienführung und eingliedrigen Regelprofilen mit einer Neigung von 1 : 3. Eine solche Trassierung entsprach auch den damals beschränkten Möglichkeiten des Erdbaubetriebs. Um das hohe Längsgefälle der Flutmulde, welches in etwa dem Talgefälle entsprechen hätte, zu vermindern, wurden mehrere Querbauwerke als feste Abstürze vorgesehen. Zum Schutz der Ufer vor den Angriffen des Wassers wurden Faschinen eingebracht.

Ein charakteristischer Lageplanausschnitt und ein Regelprofil ist in Abb. 3 dargestellt.



Bild 1: Vils bei Aham

Der frei im Talboden mäandrierende Flußlauf ufert jährlich mehrmals aus und sichert die traditionelle Wiesennutzung in dieser Tallandschaft. (Foto: Binder; Luftbildfreigabe: Regierung von Oberbayern, Nr. GS 300/)

Die gewählte technische Lösung führte in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder zu großen Schäden, welche im Zuge der Gewässerunterhaltung stets wieder behoben werden mußten. Auch der derzeitige Zustand der Flutmulde erfordert umfangreiche Unterhaltungsarbeiten. Die Absturzbauwerke sind zum großen Teil zerstört und die Ufer auf weiten Abschnitten angebrochen. Sohleintiefungen und weitere Uferschäden sind die Folge.

Gewässerökologisch und landschaftspflegerisch sprechen gegen die heutige Situation des Flutkanals folgende Gegebenheiten: Bei Hochwasser treten extreme Abflüsse auf, während bei normalen Abflüssen, welche im alten Vilsbett abgeführt werden, nur das sich im Flutkanal sammelnde Grundwasser abfließt. Diese extremen Abflussschwankungen stehen der Entwicklung eines stabilen Fließgewässerökosystems entgegen. Die Ufer sind weitgehend gehölzfrei, von dem einst eingebrachten Faschinat sind nur noch wenige Strauchweiden übrig geblieben. Die Talaue wird bis an den Gewässerrand landwirtschaftlich intensiv genutzt, insbesondere seit das Hochwasserrückhaltebecken Marklkofen den Wirkungsgrad des Flutkanals von einem zweijährlichen auf einen fünfjährlichen Hochwasserschutz angehoben hat. Mit Ausnahme der Altvils und einigen abgeschnittenen Flußschleifen, die als Altwasser erhalten geblieben sind, ist der Talraum ausgeräumt und an Biotopen verarmt.

Es ist nun das Ziel, in einem derzeit laufenden Flurbereinigungsverfahren entlang des Flutkanals beidseitig ausreichend Flächen zu erwerben, welche erlauben, das bisherige Gerinne umzugestalt-

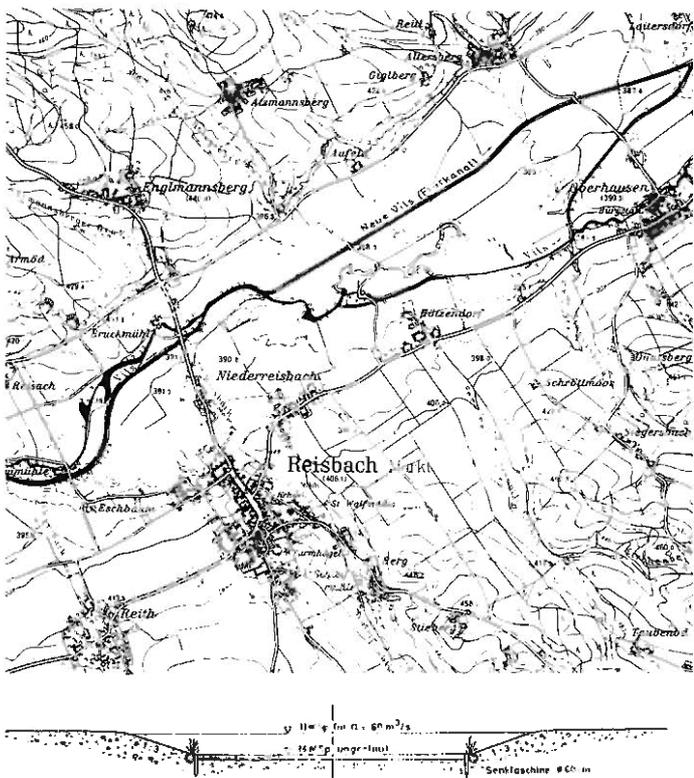
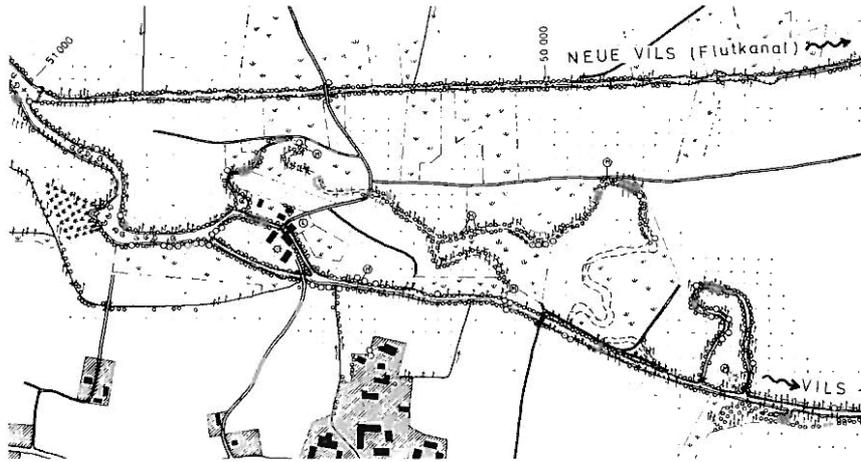


Abb. 3: Vils I Ausschnitt und Regelprofil

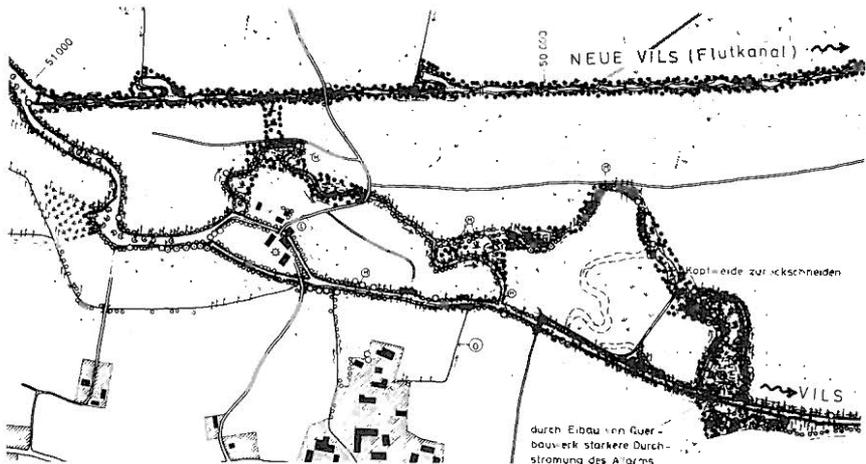
Bestand



Bestand

- Gebäude, Siedlungsbereich
- Weg, Straße, Zufahrt
- Fluß mit Fluß-km
- ehem. Flußlauf (verlandet, verfüllt)
- Graben, Bach
- Wehr
- Mühle, Triebwerk
- Brücke, Steg
- Böschung
- Uferabbruch
- Anlandung, Auflandung
- Gehölzbestand
- Fichtenaufforstung
- Pappelaufforstung
- Röhricht
- Schwimmblattpflanzen
- Ackermarkung
- Grünland (meist intensiv genutzt)
- Brache
- Sportanlage
- Lagerflächen
- Müll-, Schutt-, Mist-, Heu-, Aushub-Ablagerungen

Planung



Planung

- Gehölzneupflanzung, ingenieurbioologische Ufersicherung
- Fichtenaufforstung im Gewässergriff umbauen
- Pappelaufforstung im Gewässergriff umbauen
- entfernen
- Gründerwerbsvorschlag
- Biologiestaltungs-vorschlag:
- Tümpel und vom Fluß getrennte Flachwasserzonen
- Bermen und mit dem Fluß verbundene Flachwasserzonen
- neuer oder wiederhergestellter Altarm mit Steilufer
- neues oder wiederhergestelltes, ständig oder periodisch durchströmtes Gewässer
- Sukzessionsfläche, Teilbereiche durch Mahd im Abstand von mehreren Jahren von Verbuschung freihalten
- Graben, naturferner Bach
- Ökologischer Ausbau wünschenswert

Abb. 4: Vils I Gewässerpflegeplan, Ausschnitt

ten. Dabei ist anzustreben, daß die bisherigen kostenaufwendigen Unterhaltungsarbeiten durch einen Umbau des Gerinnes zukünftig weitgehend entfallen, z.B. durch Ausbildung flacherer Uferböschungen und deren Sicherung durch kombinierte Bauweisen, wie er sich in den Vilsabschnitten II und IV bewährt hat. Außerdem soll die biologische Wirksamkeit des Flutkanals durch Anlage vielgestaltiger Profile mit Aufweitungen, Einschnürungen, Flachstellen und Übertiefen und einen ausreichenden Abfluß verbessert werden. Das Biotopangebot für die Talauie läßt sich durch Ausweisung von Pufferzonen zwischen Gewässer und landwirtschaftlichen Nutzflächen und der Anlage von Altwasser und Tümpeln sowie umfangreiche Gehölzpflanzungen vergrößern.

Aufbauend auf einem Gewässerpflegeplan (Abb. 4), der die o.g. Ziele beinhaltet, wurde 1985 ein Bauentwurf für die Umgestaltung der Flutmulde erarbeitet, welcher derzeit als „ökologischer Ausbau“ umgesetzt wird (Abb. 5).

3.2 Ausbauabschnitt Vils III (Ausbau 1933–1958)

Im Grundsatz wurde die bei Vils I gewählte Lösung auch bei Vils III beibehalten: Bau eines Flutkanals im Tal tiefsten. Allerdings wählte man anstatt eines eingliedrigen Querprofils für den Flutgraben

ein bedecktes Doppelprofil, um den bereits aufkommenden Belangen der Landschaftspflege besser gerecht werden zu können (Abb. 6). Querbauwerke sollen durch Aufstau des Grundwassers eine Bespannung der Gewässersohle sichern und der Tiefenerosion entgegenwirken. Wie bei Vils I wurden die Ufer des Niedrigwassergerinnes mit Faschinat befestigt, das z. T. als Weidensaum noch vorhanden ist. Die Vorländer und Deiche werden als Grünland genutzt.

Obwohl zunächst keine weiteren Gehölzpflanzungen vorgesehen waren, bepflanzte man Mitte der fünfziger Jahre den Flutkanal beidseitig mit Pappeln. Damit sollte neben der Holzerzeugung auch ein Beitrag zur Landschaftsgestaltung erzielt werden. Heute, nach mehr als 30 Jahren, sind diese Hybridpappeln hiebreif.

Im Zuge von Unterhaltungsarbeiten konnten in den letzten Jahren verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Ausgangssituation durchgeführt werden, da aufgrund des Doppelprofils die dazu notwendigen Flächen zur Verfügung standen. So wurde durch den Einbau von Bühnenköpfen das gleichförmig breite Gewässerbett umgestaltet, die Abstürze in Sohlrampen umgebildet und Uferfaschinen durch kombinierte Bauweisen, Wasserbausteine in Verbindung mit Röhrichten oder Gehölzen, ersetzt. Die Pappeln werden im Laufe der nächsten Jahre entnommen, an

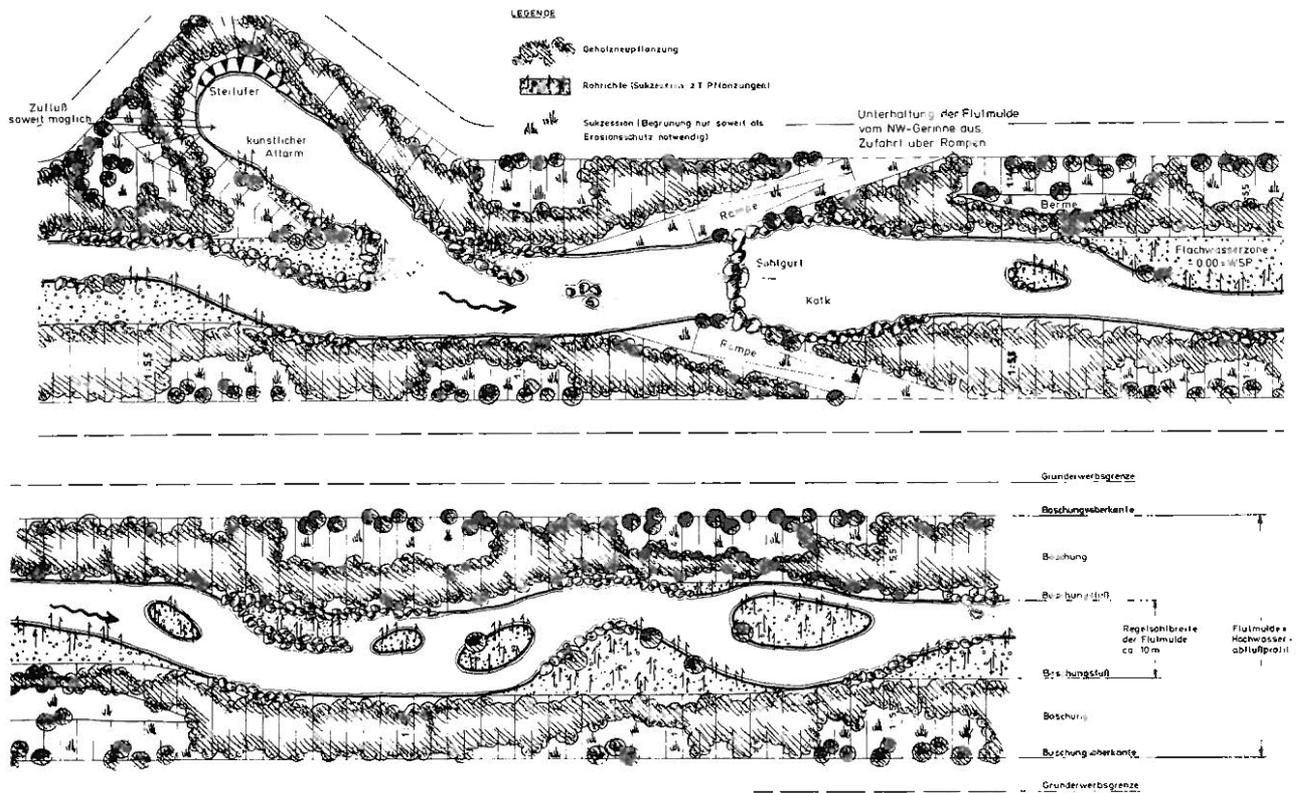


Abb. 5: Vils I Vorschlag zur Umgestaltung des Flutkanals

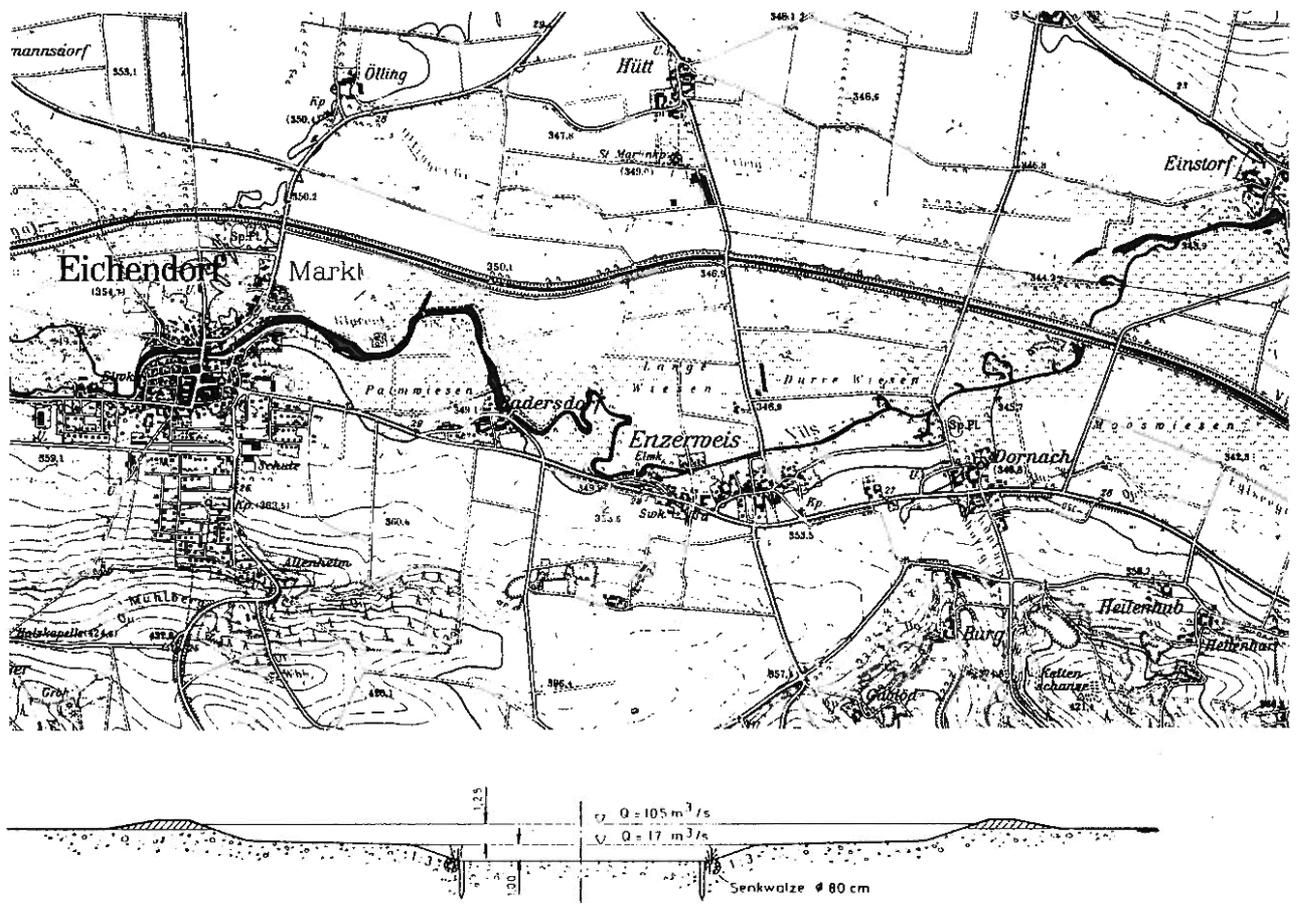


Abb. 6: Vils III Ausschnitt und Regelprofil

ihre Stelle treten Neupflanzungen von Gehölzgruppen mit Bäumen und Sträuchern. Wenn auch das Biotopgefüge im Bereich des Flutkanals verbessert werden konnte, so ist der Vils-III-Abschnitt mit der intensiv genutzten Talau insgesamt als ökologisch verarmt zu bezeichnen. Auch die erhaltene Altvils mit ihren Altwassern kann diesen Nachteil nicht ausgleichen. Aus wasserwirtschaftlicher und landschaftspflegerischer Sicht wäre es deshalb wünschenswert, auch bei geringen Abflüssen einen ausreichenden Restabfluß in dem Flutkanal zu sichern. Entlang der Vils, dem Flutkanal und den größeren Entwässerungsgräben wären Pufferzonen auszuweisen, welche die Anlage von neuen Biotopen und ihre Vernetzung erlauben würden. So wäre allein schon der Aufbau mehrreihiger Gehölzbestände für den Naturhaushalt in der weitgehend ausgeräumten Aue günstig zu bewerten. Diese Vorschläge für eine verbesserte, ökologisch ausgerichtete Gewässerunterhaltung sind in einem Gewässerpflegeplan zusammengefaßt und werden, in die Jahresbauprogramme aufgenommen, bei der Gewässerunterhaltung umgesetzt.

### 3.3 Ausbauabschnitte Vils II und IV (1970–1977)

Vils II und IV sind kurz nacheinander ausgebaut worden, so daß sie in ihrer Konzeption weitgehend vergleichbar sind. Teile der Altvils blieben als Mühikanal oder Binnenvorfluter erhalten, zur Abfuhr der Hochwasser wurde in Teilbereichen ein Flutgerinne angelegt. Andere Flußabschnitte wurden überhaupt nicht ausgebaut, hier wählte man eine großzügige, vom Fluß weit abgerückte Bedeichung.

Im Gegensatz zu den Ausbauabschnitten Vils I und III wurde für neue Flutgerinne eine gekrümmte Linienführung mit gegliederten Profilen vorgesehen. In der hydraulischen Dimensionierung des Abflußquerschnittes fanden umfangreiche Gehölzpflanzungen Berücksichtigung, wie Abb. 7 zeigt.

Ausgehend von einer genauen Bestandsaufnahme wurde der Ausbau unter Erhaltung vorhandener Gehölze, Röhrichte, Auwaldre-



Bild 2: Vils, Ausbauabschnitt 3, ausgebaut um 1936

Der Flutkanal sichert die Vorflut in der Talau und ermöglicht eine landwirtschaftlich intensive Nutzung der vormals häufig überschwemmten Talau. (Foto: Binder; Luftbildfreigabe: Regierung von Oberbayern, Nr. GS 300/)

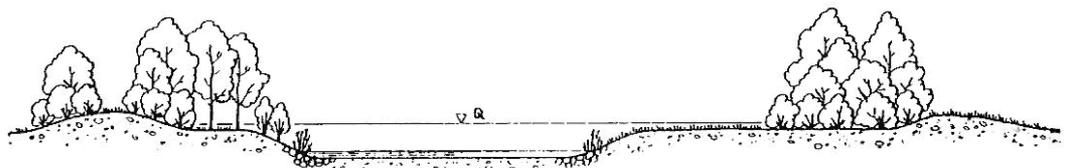
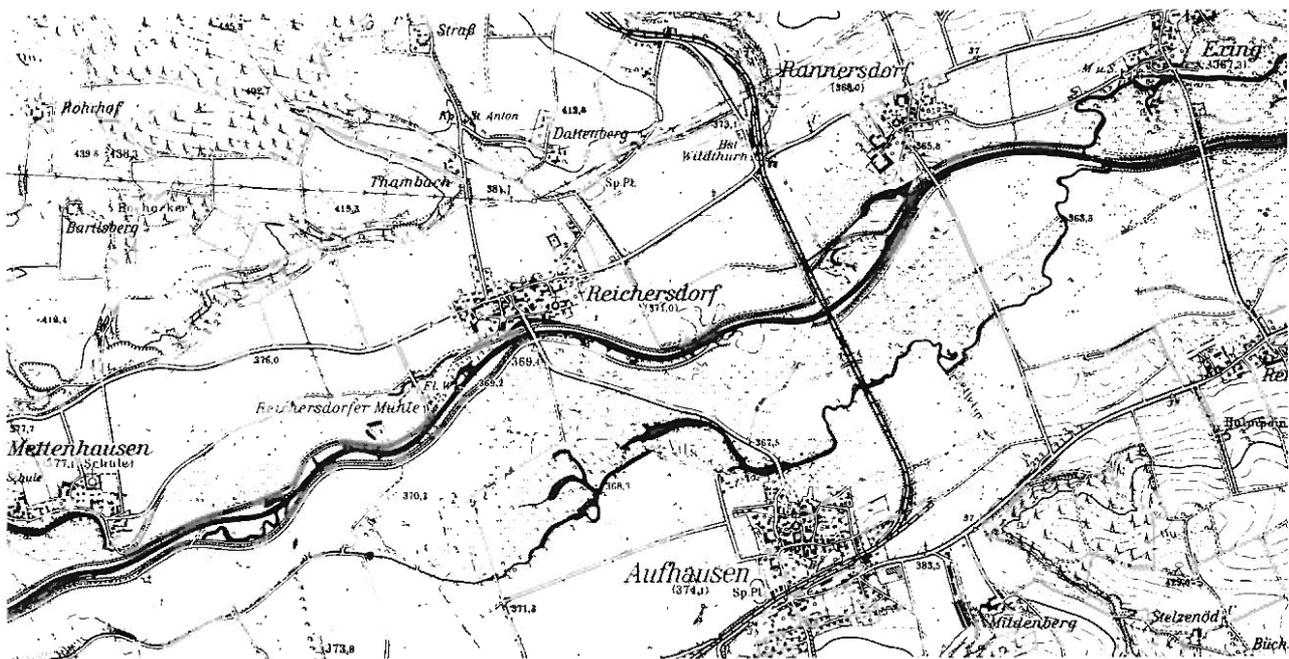


Abb. 7: Vils II Ausschnitt und Regelprofil (auch für den Ausbauabschnitt Vils IV typisch)

ste, Altwasser und des vorhandenen Wasserlaufes geplant. Notwendige Flutmulden wurden mit breiten Vorländern und Gehölzaufpflanzungen angelegt. Kombinierte Bauweisen — Steinwurf mit Fugenbepflanzung — sichern die Ufer. Sohlrampen mindern das Längsgefälle, das auf 0,7‰ festgelegt wurde (im Vergleich dazu beträgt es bei Vils I 1,4‰). Sie reichern das Wasser mit Sauerstoff an und können von den im Wasser wandernden Tierarten passiert werden. Die teilweise weit abgerückten Deiche belassen breite Vorländer mit Grünlandnutzung, Altwasser und Auwaldkomplexe, die in Verbindung mit dem Fluß stehen.

In einem umfangreichen Grunderwerbsprogramm hat der Freistaat Bayern 435 Hektar Land erworben, das aus wasserwirtschaftlichen und landschaftspflegerischen Zielsetzungen dem Gewässerausbau als Uferstreifen, ökologische Ersatz- und Ausgleichsflächen, zugeordnet wurde. Das entspricht ca. 15% der nutzenziehenden Flächen von ca. 3000 Hektar. Insgesamt wurden etwa 200 000 Gehölze neu gepflanzt und mehr als 30 000 m kombinierte Ufersicherungen mit Uferröhricht und Uferstauden eingebracht.

Die nur bedachten, aber ansonsten nicht zusätzlich ausgebauten Flußabschnitte sind aufgrund der veränderten hydrologischen Bedingungen (Bedeichung, Hochwasserrückhaltebecken) einer flußmorphologischen Umgestaltung ausgesetzt. Dies gilt auch für die im Vils-IV-Bereich naturnahen, nichtausgebauten Abschnitte. Uferabbrüche, Laufverlagerungen und Sohlenerosion sind örtlich zu beobachten. Hier sollte die Dynamik des Gewässers weitgehend toleriert werden. Steuernd ist dann einzugreifen, wenn Schäden an Deichen und Brücken zu erwarten sind. Auch bei nachteiligen Auswirkungen der Flußvertiefung auf das Ökosystem Fluß-Aue, z.B. wenn Altbaumbestände unterspült werden, ist abzuwägen, ob mit sohlstützenden Maßnahmen dieser Entwicklung entgegengewirkt werden sollte. Gegebenenfalls ist auch zu überlegen, ob zusätzlicher Flächenerwerb eine gelasseneren Betrachtung der weiteren Gewässerentwicklung erlaubt.

Beim Ausbau von Vils II und IV wurde ein Teil der Triebwerke abgelöst und das Wasser über das neue Gerinne abgeführt. Die beim Ausbau aufgelassenen Flußstrecken der Altvils wurden in das neu geschaffene Entwässerungssystem des Vilstals miteinbezogen und konnten dadurch als Altwasser erhalten werden. Durch Zusperrung von Vilswasser in die Binnenvorfluter wird ein Mindestdurchlaß in diesen Altwassern gewährleistet. Zur Unterbindung der Verkrautung durch Beschattung, zur Sicherheit der Ufer und damit auch zur Verminderung der Unterhaltungsarbeiten wurden die Binnenvorfluter mit Gehölzen eingepflanzt.

Der großzügig bemessene Ausbau von Vils und Binnenvorflutern und die umfangreichen zur Verfügung stehenden Flächen fordern entsprechend geringere Aufwendungen für die Unterhaltung. Sie sichern die Entwicklung naturnaher Landschaftsbestandteile in dem ansonsten wirtschaftlich intensiv genutzten Talboden. Soweit zweckmäßig, werden die als Grünland nutzbaren Vorländer an Landwirte unter ökologisch bedingten Auflagen verpachtet. Die anderen Flächen im Gewässerumgriff — soweit sie vom Staat erworben wurden — bleiben der natürlichen Sukzession überlassen.

Im Zuge der Gewässerunterhaltung gilt es, die naturnah verbliebenen Bereiche zu erhalten und in den ausgeräumteren Abschnitten zusätzlich autotypische Lebensräume wieder anzulegen, z.B. durch die Bereitstellung geeigneter Flächen über Grunderwerb, Abtrag von Vorländern, Ausbildung von Tümpeln und Altwassern. Die Vorschläge dazu werden in Gewässerpflegeplänen dargestellt und im Zuge der Unterhaltung umgesetzt. Abbildung 8 zeigt einen Ausschnitt des Gewässerpflegeplanes für den Ausbauabschnitt Vils II.

Abbildung 9 zeigt einen Ausschnitt des großzügig ausgebauten bzw. naturnah belassenen Kollbachbereichs im Ausbauabschnitt Vils IV.

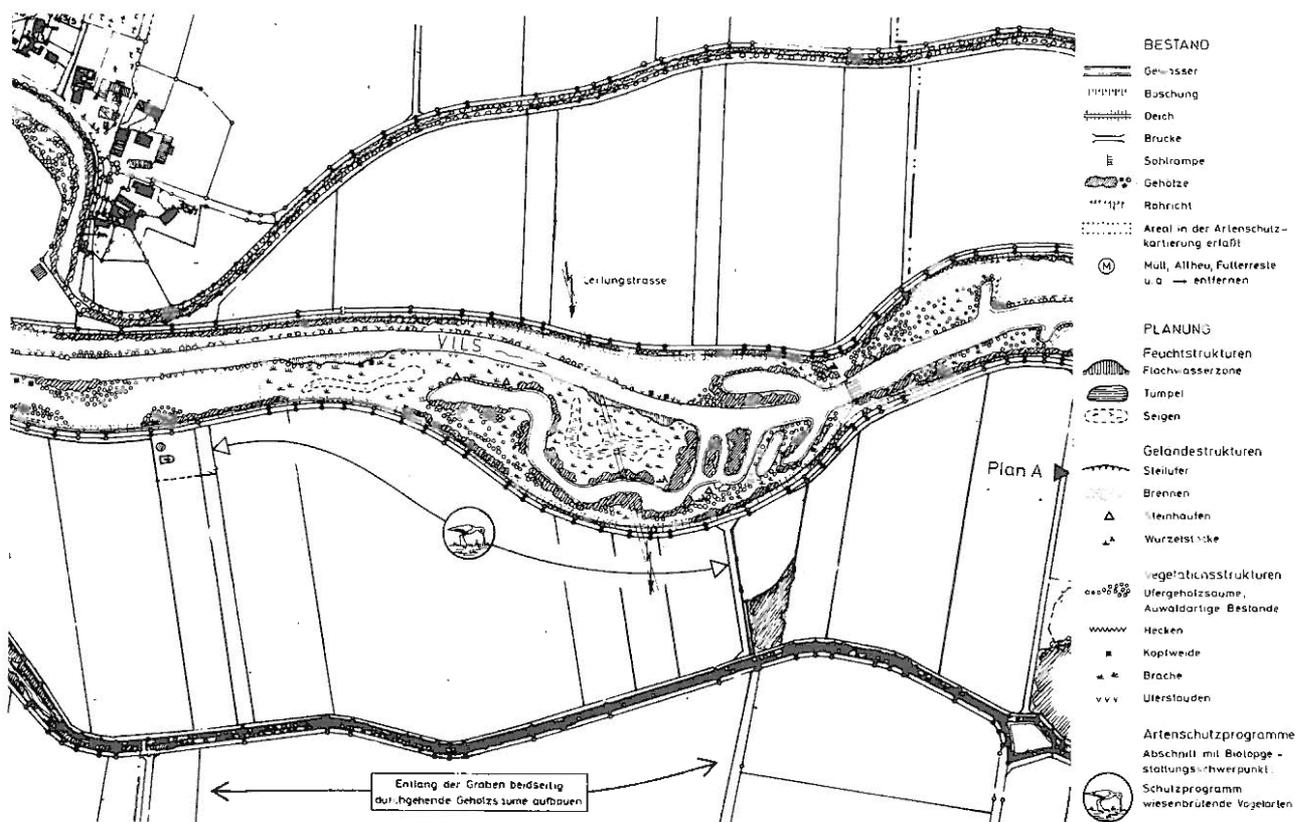


Abb. 8: Vils II Gewässerpflegeplan, Ausschnitt



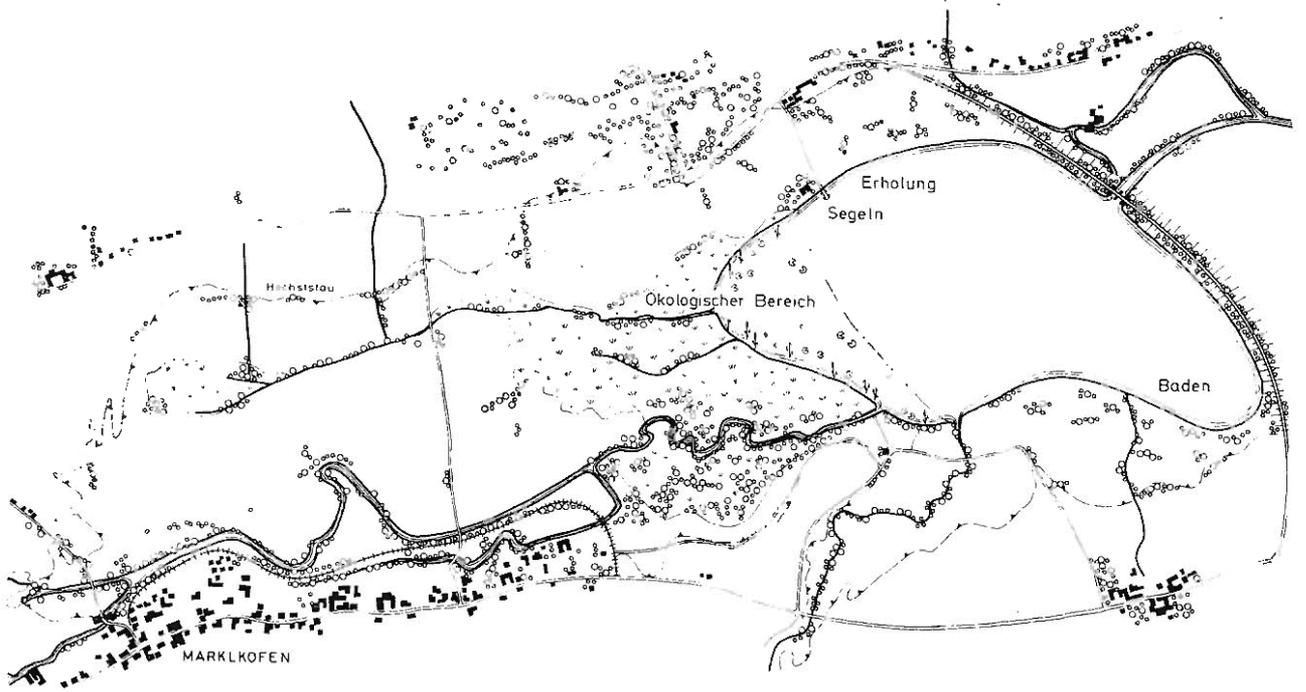


Abb. 10: Hochwasserrückhaltebecken Marklkofen, Lageplan

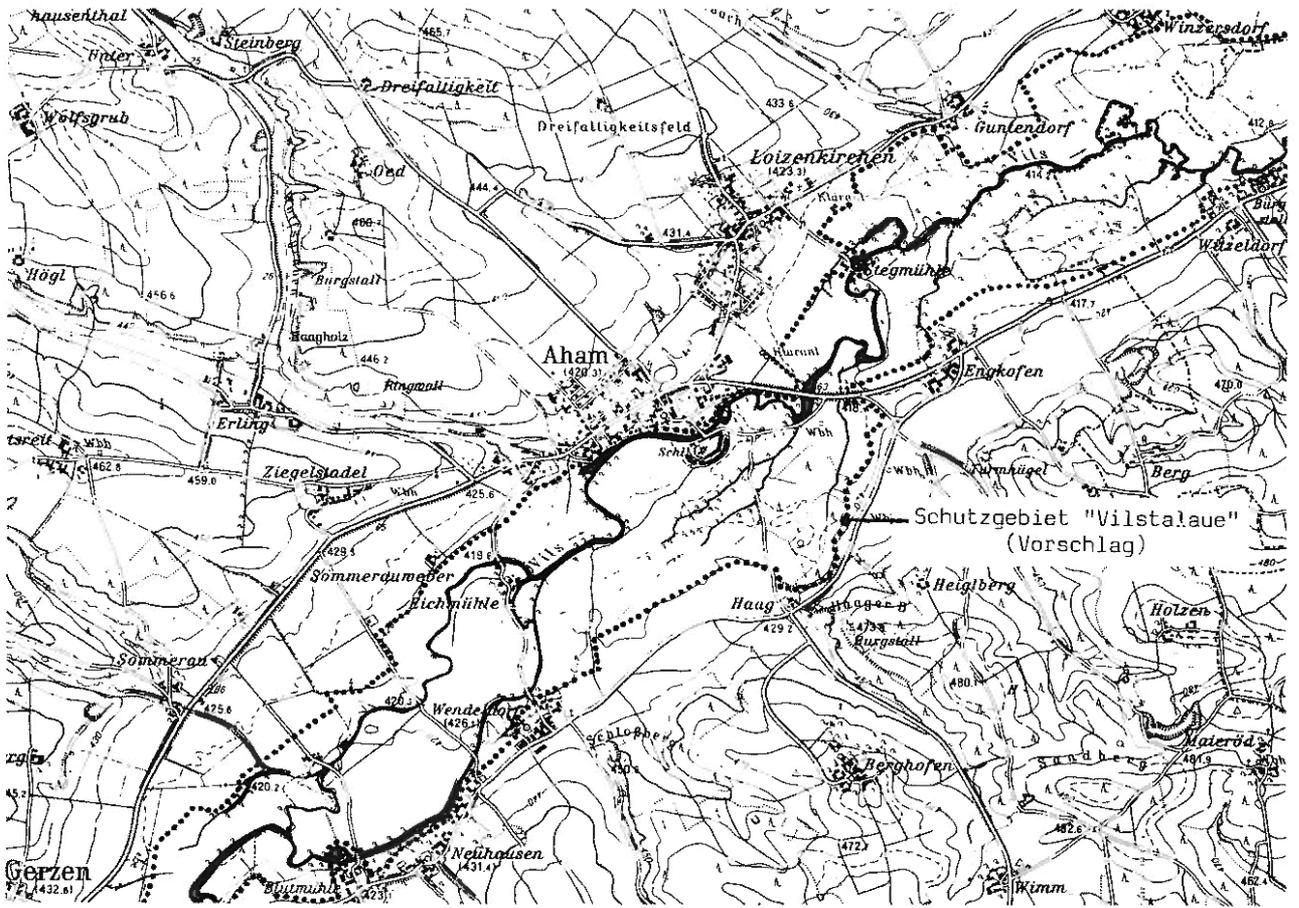


Abb. 11: Vils 0 Ausschnitt für die nichtausgebaute Vils

## 5 Nichtausgebauter Vilsabschnitt oberhalb Marklkofens

Nach Beschreibung der durchgeführten Ausbaumaßnahmen bietet es sich zwangsläufig an, die Überlegungen bzgl. der nichtausgebauten Strecke oberhalb des Rückhaltebeckens Marklkofen zu umreißen. Sie zeigen mit aller Deutlichkeit den Wandel in die Gewichtung der verschiedenen Nutzungsansprüche an der Talau. Sowohl aus wasserwirtschaftlichen Überlegungen als auch aus Gründen der Landschaftspflege sollen die nichtausgebauten Vilsabschnitte erhalten werden. Das Instrument zur Durchsetzung dieses Zieles ist ein Gewässerpflegeplan.

Die weiten Talwiesen, durchsetzt mit Altwassern und Tümpeln — Ergebnis der für mäandrierende Gewässer typischen Laufverlagerungen — sind Lebensraum für viele Tierarten. Aufgrund ihrer Bedeutung für wiesenbrütende Vogelarten und als Bestandteil der gewachsenen Flußlandschaft, welche durch Ausbauten noch nicht verändert wurde, ist dieser Talabschnitt aus der Sicht des Naturschutzes besonders erhaltenswert. Aber auch wasserwirtschaftlich besitzt er, insbesondere wegen seines Retentionsvermögens, große Bedeutung.

Zur Erhaltung und weiteren Entwicklung dieser Talandschaft beinhaltet der für diesen Abschnitt erstellte Gewässerpflegeplan deshalb folgende Forderungen (Abb. 11):

- Regelung der Nutzungsverhältnisse, z.B. durch Ankauf von Ufergrundstücken durch den Bezirk für den Freistaat Bayern (da Gewässer II. Ordnung) in einem Umfang, wie er zur Erhaltung des Gewässers mit seiner Dynamik und einer stabilen Biotopausstattung erforderlich ist.
- Zwingend notwendige Ufersicherungen nur mit Lebendbau (ingenieurbioologische Maßnahmen), kein Totbau.
- Gegebenenfalls Verlegung von Flurwegen bei Verlagerung des Gewässerbettes anstatt Uferverbau zur Sicherung gefährdeter Wegstrecken.
- Erhaltung der Flußstau zur Vermeidung von Schäden an Gewässersohle und Ufern infolge von Sohleintiefung. Keine Absenkung des Stauwasserspiegels bei Auflassung von Triebwerken zugunsten der landwirtschaftlichen Nutzung.

Der Landkreis unterstützt die Bemühungen um Erhaltung dieser einzigartigen Gewässerlandschaft durch Erwerb weiterer Flächen im Überschwemmungsgebiet. Ziel ist die Ausweisung eines Schutzgebietes Vilstalau, dessen zukünftige Bewirtschaftung ausschließlich auf ökologische Zielsetzungen ausgerichtet werden soll. Dieses Modellvorhaben zeigt einen neuen Weg, wie durch Zusammenwirken verschiedener Fachverwaltungen und Träger öffentlicher Belange ein für den Naturhaushalt besonders wertvoller Talraum gesichert und in seinen ökologischen Funktionen noch gesteigert werden kann (Abb. 11).

## 6 Gewässerpflegepläne

Die Notwendigkeit zur Erhaltung und Wiederherstellung gewässer- und auetypischer Lebensräume läßt sich eindrucksvoll verdeutlichen, wenn man die zunehmende Beanspruchung der Talböden in den letzten 150 Jahren vergleicht. Die Kartenausschnitte im Bereich des Ausbauabschnittes Vils IV zeigen beispielhaft die Veränderungen der Flußlandschaft (Abb. 12).

Nach der Kartierung von 1826 war die Aue durch Wege nur wenig erschlossen und wurde teilweise als Grünland genutzt. Auwälder, Gehölzgruppen, Einzelbäume, Altwasser und Tümpel sowie mäandrierende Gewässerläufe durchsetzten den weiten Talgrund. Wenn auch die Auwälder im Lauf der Jahre bis auf wenige Reste weitgehend gerodet worden sind, so war die Aue durch einen großräumigen und reichstrukturierten Biotopverbund gekennzeichnet, der vor allem mit dem Gewässerausbau und der gleichzeitig durchgeführten Flurbereinigung in den Jahren nach 1970 entscheidende Veränderungen erfahren hat. Trotz der beim Ausbau gewählten naturnahen Lösungen ist die Einschränkung der Biotopausstat-

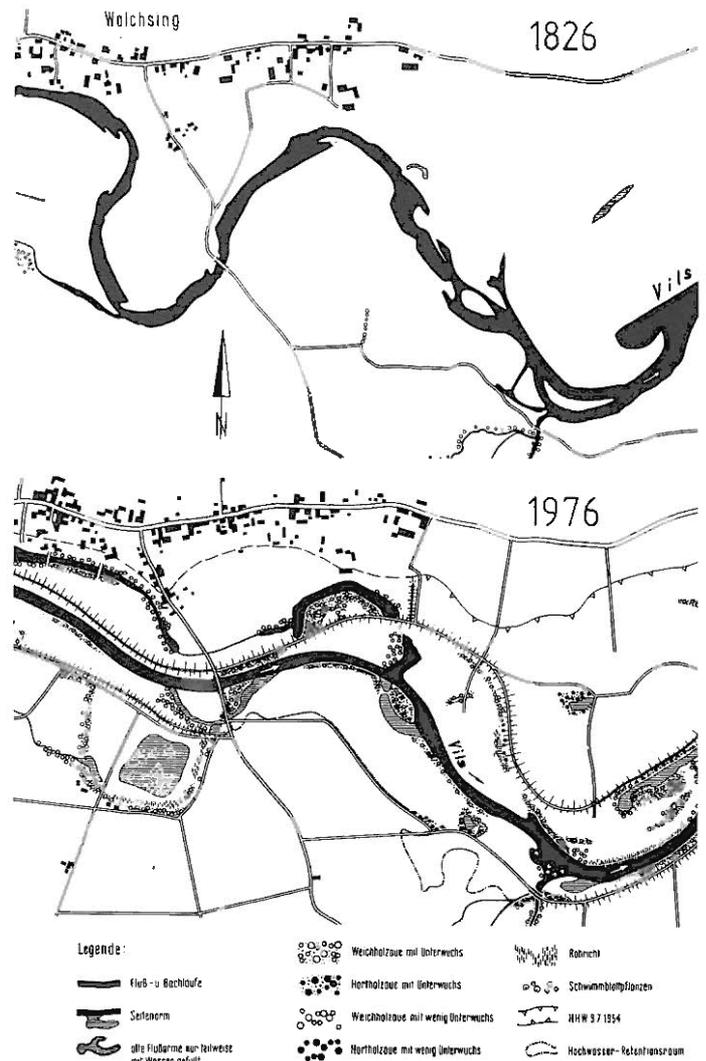


Abb. 12: Veränderung der Flußlandschaft im Vilstal 1826 und 1976



Bild 5: Vils, Ausbauabschnitt II, ausgebaut 1972—76

Im Zuge des ökologischen Ausbaus wurden die bisher als Grünland genutzten Vorländer umgestaltet, um die Kontaktzone Wasser — Land zu vergrößern.

(Foto: Binder; Luftbildfreigabe: Regierung von Oberbayern, Nr. GS 300/)

tung des Talraumes durch Maßnahmen zur Verbesserung der Landbewirtschaftung nicht zu übersehen. Der Hochwasserschutz und die Regelung des Bodenwasserhaushalts ermöglichten den Umbruch von Grünland. Der Ausbau der Flurwege erleichterte die Anfahrt bisher weit abgelegener Flächen. Auenbereiche sind dadurch für jedermann leicht erreichbar geworden. Damit nahmen die Störungen auch an bisher weniger gut erreichbaren Gewässerabschnitten zu, z. B. durch Erholungssuchende, und damit die Beunruhigung von Lebensräumen für dort lebende Tierarten. Brut- und Nahrungsplätze, z. B. für Wiesenbrüter, gingen mit dem Umbruch der Wiesen verloren.

Die Veränderung der Talaue in den letzten 150 Jahren ist nicht umkehrbar, doch zeigt sie die Notwendigkeit, alle Möglichkeiten zur Erhaltung naturbelassener Flußabschnitte mit ihren Auen zu nutzen. Darüber hinaus verpflichtet die bisherige Entwicklung der Talandschaft weniger naturnahe Gewässerabschnitte in ihrer Biotopausstattung zu verbessern, gegebenenfalls auch durch eine Umgestaltung gleichförmig ausgebauter Abschnitte.

Die Vorstellungen dazu enthalten Gewässerpflegepläne, die zwischen 1976 und 1988 für die einzelnen Vilsabschnitte vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft erarbeitet worden sind. Sie weisen die für eine naturnahe Entwicklung der Gewässerabschnitte benötigten Flächen aus und schlagen die dazu erforderlichen Ziele und Maßnahmen vor. Im Zuge der Jahresbauprogramme für die Gewässerunterhaltung werden die finanziellen Mittel zur Umsetzung der Planziele bereitgestellt. Die notwendigen Arbeiten übernehmen die Flußmeisterstellen mit ihren Wasserbautrupps, welche für die naturnahe Behandlung der Gewässer besonders geschult worden sind und laufend fachlich fortgebildet werden.

## Literatur

- Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde: Sonderplan Abfluß Vils. München, 1969
- Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, 1988: Grundzüge der Gewässerpflege-Fließgewässer, Schriftenreihe Heft 21, München
- BINDER, W.: Ouvrages hydrauliques et entretien des courses d'eau. L'expérience bavaroise, in „Milieux naturels“. Henry, C. et Toutain J. C., Presses de l'Ecole Polytechnique, Palaiseau, 1986, S. 87–108.
- BINDER, W. und SCHMIDTKE, F.: Entwicklung von Gewässerausbau und Unterhaltung dargestellt am Beispiel niederbayerische Vils. Bericht für die Kommission der Europäischen Gemeinschaft, Brüssel, 1985.
- GEWENICH, G., HEILIG, B.: Beschäftigungseffekte agrarstruktureller Maßnahmen, Fallstudie: Ausbau der niederbayerischen Vils mit dem Hochwasserrückhaltebecken (HRB) Marklkofen. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A. Angewandte Wissenschaft, Heft 253, S. 79–101, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 1981
- LOCHNER, W., HALBINGER, S., SEDLMAIR, G.: Wasserwirtschaftsmaßnahmen an der niederbayerischen Vils. Bayerische Staatszeitung, Nr. 49/1974, Beilage: Stein auf Stein, S. 13–14
- Oberste Baubehörde im Bayer. Staatsministerium des Innern: Die Abflußregelung der niederbayerischen Vils, München, 1977
- PFEFFER, H.: Lebendbau und Landschaftspflege am Beispiel Untere Vils. Garten und Landschaft, Nr. 1/1978, S. 31–36
- SEDLMAIR, G.: Das Hochwasserrückhaltebecken an der Vils bei Marklkofen. Wasserwirtschaft, 67. Jahrgang (1977), Heft 9, S. 283–289
- SCHMIDTKE, R. F.: Post-project Evaluation of the Multiobjective Vils Valley Scheme, Lower Bavaria. XI. International Congress of the International Commission on Irrigation and Drainage, Grenoble 1981, Special Session, Report 11, S. 207–222



Bild 6: Vils, Ausbaubereich II, ökologischer Ausbau 1987 Durch Abtrag im Vorland neuentstandene „Alt-wasserkomplexe“ (Foto: Binder)

## Naturnahe Behandlung von Fließgewässern: Beispiel Murr

Bei meinem Thema „Ökologische Untersuchungen an der Murr“ habe ich den Vorteil, daß über den ersten Untersuchungsabschnitt zwischen 1977 und 1982 ein ausführlicher Bericht vorliegt. Dieser ist Ende 1985 erschienen und dürfte vielen von Ihnen bekannt sein. Das Buch liegt im übrigen hier auf und kann über den Buchhandel bezogen werden.

So läßt sich mein Referat auf wenige Aspekte beschränken. Zunächst zur Idee:

Anfang der 70er Jahre gab es noch keine ökologischen Untersuchungen, die sich mit der längerfristigen Entwicklung ausgebauter Fließgewässer beschäftigt hätten. Ich meinte aber, daß sich die Fachwelt des Wasserbaus und des Naturschutzes dafür interessieren müsse, um bei neuen Vorhaben ungefähr sagen zu können, wie sich der Eingriff in die Landschaft auf Jahre und Jahrzehnte hinaus auswirke. Die erste Fotoreihe in dieser Richtung begann ich 1955 am Kocher, auf eine größere Zahl von Fließgewässern ausgedehnt 1962. Ein Teil der Ergebnisse fand in meinem Buch „Beschreibung ausgewählter Gewässerstrecken“, das vor zwei Jahren vom Umweltministerium Baden-Württemberg herausgegeben worden ist, seinen Niederschlag.

Aber Fotoserien allein genügen nicht, wie wir wissen, um die sichtbaren Veränderungen in morphologischer und hydrologischer Hinsicht einerseits beurteilen und die Flora und Fauna auf der anderen Seite aus ökologischer Sicht bewerten zu können.

Diese Sachlage führte unwillkürlich zu dem Gedanken, den Bestand einer vielfältigen Fließgewässerstrecke, die zum Teil auch noch ausgebaut sein sollte, interdisziplinär aufzunehmen und die Entwicklung über viele Jahre zu verfolgen.

Dazu bot sich in meinem Amtsbereich, des WWAs Besigheim, die Murr an, die in größeren und kleineren Zeitabständen ausgebaut wurde und mit nicht ausgebauten Fließgewässern verglichen werden konnte.

Ich fand zum Glück hervorragende Wissenschaftler, die sich sofort bereit erklärten, bei dem von mir vorgeschlagenen Zehnjahresprogramm mitzuwirken. Teilweise wohnten diese sogar an dem von mir ins Auge gefaßten Flußabschnitt.

Unsere 1977 an das Umweltministerium Baden-Württemberg gerichteten Vorschläge billigte dieses und stellte in Aussicht, die hierfür nötigen Mittel ab 1978 zuzuteilen.

Folgende Fachgebiete und deren Bearbeiter sind bei dem Forschungsvorhaben beteiligt:

Erdgeschichtliche und historische Entwicklung	Itd. Baudirektor a. D. Fritz Bürkle, Stuttgart
Klima und Gewässerkunde	Itd. Baudirektor a. D. Paul Rath, Remseck — Aldingen
Bodenkunde und Petrographie	Dr.-Ing. Walter Kobler Landesanstalt für Umweltschutz, (LfU), Außenstelle Stuttgart, Dr. Friedrich Wurm Geologisches Landesamt, Zweigstelle Stuttgart Oberbaurat Dr.-Ing. Ottfried Arnold Regierungspräsidium Stuttgart
Morphologie des Gewässerbetts	

Hydrologie	Wasserwirtschaftsamt Besigheim
Bodenkunde für Auflandungen	Landesanstalt für Umweltschutz, Außenstelle Stuttgart (LfU)
Photogrammetrie und Topographie	Ing.-Büro Geoplana Marbach 3
Gewässerausbau und Gewässerpflege	Wasserwirtschaftsamt Besigheim
Vegetation	Prof. Dr. Theo Müller, Steinheim/Murr
Gewässergüte	Reg.-Biol. Dir. Dr. Harald Buck, LfU, Außenstelle Stuttgart
Fischereibiologie	O'Fischereirat Dr. Ernst Kullak, Reg.-Präsidium Stuttgart
Käferfauna	Reg.-Biol. Dir. Dr. H. Buck, Murr, und Eberhard Konzelmann, Ludwigsburg
Avifauna	Claus-Peter Hutter, Benningen a. N., und Wolfgang Linder, Marbach a. N.



Abb. 1: Titelbild (Ausschnitt) des Buches „Ökologische Untersuchungen an der Murr, Landkreis Ludwigsburg“.

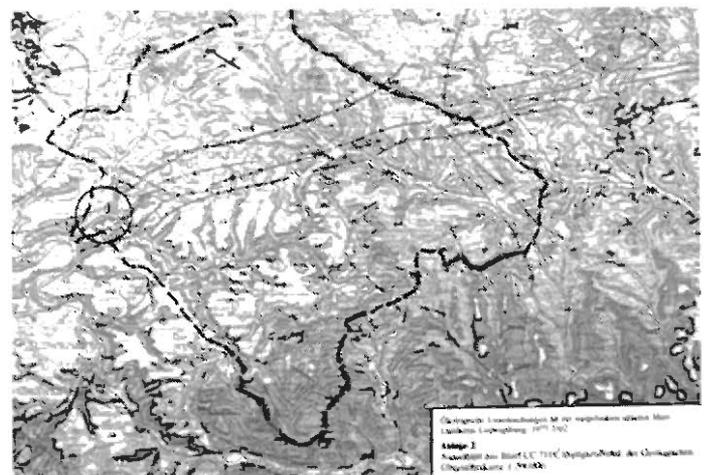


Abb. 2: Geologische Karte mit Einzugsgebiet der Murr.

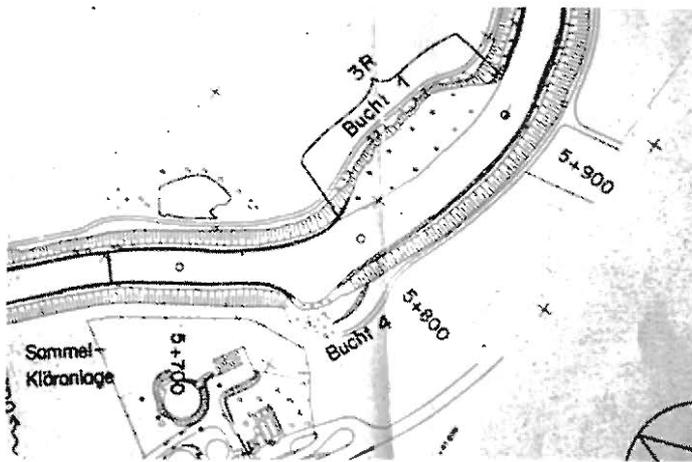


Abb. 3: Lageplanausschnitt der besprochenen Flußstrecke.



Abb. 4: Flußbett 1978, zwei Jahre nach Ausbau.



Abb. 5: Flußbett 1989, 13 Jahre nach Ausbau.

Die Murr mündet als rechter Nebenfluß ca. 20 km nördlich von Stuttgart in den Neckar. Ihr Einzugsgebiet beträgt rund 500 km<sup>2</sup> und umfaßt einen Teil des Schwäbischen Waldes mit Erhebungen bis zum 585 m ü. NN. Die Meereshöhe der Mündung liegt bei 190 m. Bei einer Lauflänge von 55 km ergeben sich Gefälle — vom Ursprung ausgehend — von mehr als 40 ‰ bis schließlich 1,4 ‰ auf den letzten Kilometern vor der Mündung erreicht sind.

Entsprechend den Höhenunterschieden wechseln auch die mittleren Niederschlagshöhen pro Jahr zwischen 1100 mm und 720 mm.

Ein Blick auf die geologische Karte (Bild 2) zeigt den erdgeschichtlichen Aufbau des Einzugsgebietes: 90 ‰ liegen in den meist undurchlässigen, jedoch leicht erodierbaren Schichten des gesamten Keupers, bei 10 ‰ der Fläche schürfte die Murr im Mittel- und Unterlauf des Flusses den Hauptmuschelkalk frei.

Der tertiäre Einbruch des Oberrheingrabens verursachte zuungunsten der Donau eine dauernde Verlegung der Wasserscheide, die wegen der etwa 300 m tiefer gelegenen Erosionsbasis des Rheines auch heute noch anhält. Damit verbunden sind beachtliche Sand- und Geschiebebewegungen im Fluß.

Die untersuchte Strecke, 5 km lang, umfaßt einen Teil des Unterlaufs der Murr bei Steinheim mit einem Einzugsgebiet von rund 400, nach Einmündung der Bottwar von 480 km<sup>2</sup>. Das Sohlgefälle wechselt zwischen 2,8 und 1,4 ‰.

Wir wollen, der Kürze halber, nur das oberste 600 m lange Stück betrachten, das im Zusammenhang mit einer Flurbereinigung bereits 1969 geplant, 1972 in der Planung naturnah verändert und 1976/77 ausgebaut worden ist.

Grund:

Beseitigung von Uferabbrüchen, Schutz einer Siedlung mit Sammelkläranlage vor Hochwasser, Verringerung der Überschwemmungshäufigkeit der Talniederung.

Einige Bilder über diesen Abschnitt sollen die Entwicklung des Flußlaufs seit dem Ausbau innerhalb von 10 Jahren zeigen.

Das Luftbild (Bild 1), 1978 nach dem großen Maihochwasser talab aufgenommen, gibt einen ungefähren Überblick über unseren kurzen Streckenabschnitt. Wir erkennen die jungen Aufschüttungen im Bereich der beim Ausbau belassenen Bucht 1. Die genaueren Lageverhältnisse unmittelbar nach dem Ausbau spiegelt der Planausschnitt Bild 3 wider.

Der sonst gegliederte Regelquerschnitt wurde 1977 in seinem oberen Böschungsbereich mit Büschen, Weich- und Harthölzern standortgerecht bepflanzt. Den Spülsaum bis zum Böschungsfuß sichert, wie Bild 4 zeigt, eine Steinschüttung mit Weidenstecklingen (*Salix viminalis*, *Salix purpurea*). Talauf davon erkennen wir eine Weidenspreitlage, die den besonders beanspruchten Übergangsbereich im Anschluß an eine Straßenbrücke schützt.

Der Fachmann ist natürlich nicht überrascht über die Entwicklung der Vegetation innerhalb von zehn Jahren (Bild 5), wenn er dieses Bild sieht. Deutlich gliedern sich die Böschungen in drei Zonen:

1. Die Weichholzzone, meist Strauchweiden, die alle zwei bis drei Jahre auf den Stock gesetzt werden (Erhaltung der Elastizität, Verjüngung u. a.),
2. die Übergangszone, ein mit Gräsern und Kräutern bewachsener Bermenstreifen von 2 bis 3 m Breite, der bei unterlassener Pflege in dem anschließenden Ufersaumwald aufgehen wird,
3. die Saumwaldzone, die sich aus Sträuchern (zum Beispiel *Sambucus nigra*, *Euonymus europaea*, *Corylus avellana*, *Ligustrum vulgare*) und Bäumen zusammensetzt (zum Beispiel *Alnus glutinosa*, *Prunus padus*, *Salix fraxilis*, *S.alba*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*). Die jetzt schon einsetzende Gehölzpflege soll eine möglichst große Artenvielfalt im weiteren Aufwuchs gewährleisten.

Wenden wir uns nun der Bucht 1 — eine frühere Flußwindung — zu, so zeigt uns das Bild 6 die Frühjahrsüberflutung 1978. Welch ein ausgedehntes Geschiebefeld (Muschelkalk) hat dieses Hochwasser im äußeren Bereich der Bucht hinterlassen (Bild 7)! Aus dem zwei Monate später aufgenommenen Bild entnehmen wir zugleich, daß die frühere, durch Fluchtstäbe markierte Uferlinie weit in das Flußbett vorgestoßen ist. Übersandete Flächen auf der inneren, der höheren Fließgeschwindigkeit abgewandten Seite, sind kein Hindernis für das Durchschieben einer geschlossenen Rohrglanzgrasflur innerhalb weniger Wochen, wie wir sehen.

Die nächsten vier Bilder veranschaulichen den Werdegang der Bucht mit seiner Uferlinie und der Vegetation bis heute (Bild 8 bis 11). Dieser Gewässerraum, der wiederholt, aber wegen der Auflan-



Abb. 6: Bucht 1 bei der Überflutung im Mai 1978.

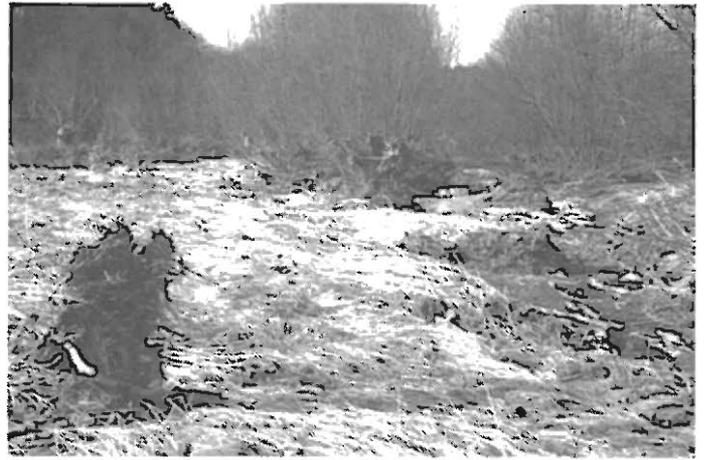


Abb. 9: Bucht 1, 1986, nach Winterhochwasser.



Abb. 7: Bucht 1, Juli 1978, nach der Überflutung.



Abb. 10: Flußbettentwicklung neben Bucht 1, 1988, zwölf Jahre nach Ausbau.



Abb. 8: Flußbettenentwicklung neben Bucht 1, 1984, acht Jahre nach Ausbau.



Abb. 11: Bucht 1, 1988, Vegetationsentwicklung und Überflutungsspuren, zwölf Jahre nach Ausbau.

dungen immer seltener überflutet wird, erfuhr in den letzten zehn Jahren (fast) keinen menschlichen Eingriff und dies soll auch in Zukunft so bleiben. Er ist inzwischen als flächenhaftes Naturdenkmal ausgewiesen.

Den gewaltigen Entwicklungssprung innerhalb von zehn Jahren belegen auch die Bilder 12 und 13, die den unteren Teil der Bucht talauf erfassen. Im Flußbett tauchte vor fünf Jahren eine Kiesbank

auf, die sich als bald mit Kriechstraußgrasflutrasen und einjährigem Rispengras festigte. Bild 13 zeigt rechts eine schräg sich unter Wasser vorschlebende Geschiebeschwelle, die den Abfluß ganz im Sinne naturnaher Verhältnisse variiert.

Allein dieser Flußabschnitt bot mit seiner Entwicklung unseren ökologisch ausgerichteten Untersuchungen, die 1987 ihren vorläufigen Abschluß fanden, ein reiches Feld.



Abb. 12: Flußbett mit Bucht 1 (links) talauf, 1977, ein Jahr nach Ausbau.



Abb. 13: Flußbett mit Bucht 1 (links) talauf, 1988, mit Kiesbank, zwölf Jahre nach Ausbau.

Legende zu den Vegetationskarten der Ufer, Mäulen und Inseln im Mäulenabschnitt zwischen Schwibbrücke und Felsenbahnbrücke/Meyer 1981

	Rohrglanzgras-Röhricht rein
	Rohrglanzgras-Röhricht mit Wassermiere
	Rohrglanzgras-Röhricht mit Vielzähligen Gänsefuß und Brennnessel
	Rohrglanzgras-Röhricht mit Brennnessel
	Rohrglanzgras-Röhricht mit Indischem Springkraut
	Schilf-Röhricht bzw. Schilf in anderen Gesellschaften

Abb. 14: Vegetationslegende, Autor Prof. Dr. Theo MÜLLER.

Lassen wir uns in aller Kürze einen Ausschnitt aus der Vegetationskartierung von Prof. Dr. Theo MÜLLER in einigen Bildern an unseren Augen vorbeiziehen. Hierzu schuf er eine Legende mit 89 Positionen, wovon wir in zwei Bildausschnitten (Bild 14 u. 15) eine kleine Vorstellung bekommen. Die folgenden vier Diapositive (Bild 16—19) halten den Stand der Vegetationsentwicklung in den Jahren 1977, 1978 (Bild 16); 1982 (Bild 17); 1984 (Bild 18) und 1986 (Bild 19) fest.

19		Kletten-Beifuß-Flur, -geschlossene Flur
19		Brennnessel-Flur
49		Festwurz-Flur
45		Einzelne Horste des Indischen Springkrautes oder Durchdringungen mit anderen Gesellschaften
18		Springkraut-Flur
54		Tombinakur-Flur oder Vorkommen der Tombinakur in anderen Gesellschaften
54		Goldruten-Flur
18		Giersch-Brennnessel-Flur

Abb. 15: Vegetationslegende, Autor Prof. Dr. Theo MÜLLER.

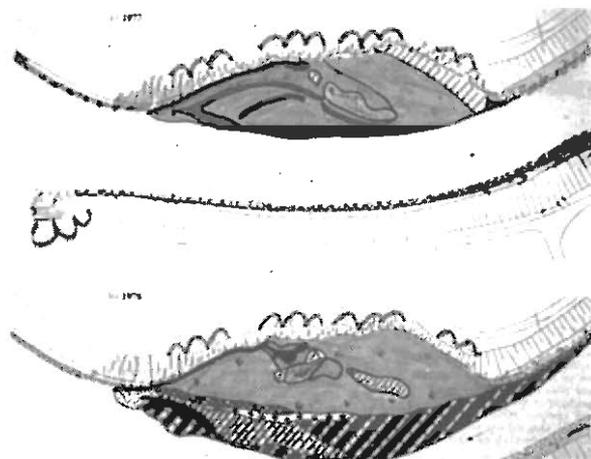


Abb. 16: Bucht 1, Vegetationskarten 1977 und 1978, Prof. Dr. Th. MÜLLER.

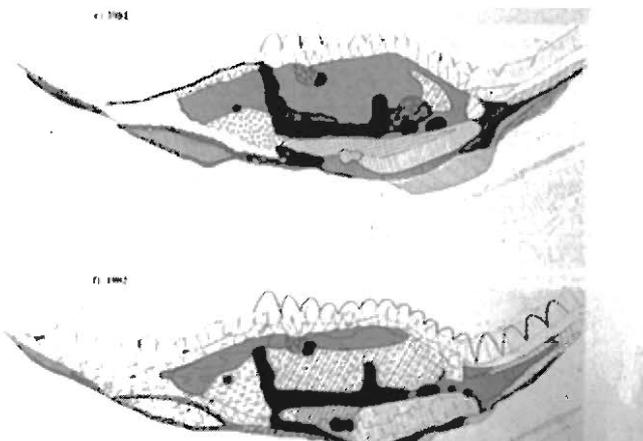


Abb. 17: Bucht 1, Vegetationskarten 1981 und 1982, Prof. Dr. Th. MÜLLER.

1977 überwiegt in der Bucht die Rohrglanzgrasflur mit Wassermiere, was die braune Tönung belegt. Auch 1978 beherrscht Rohrglanzgras den inneren Teil der Bucht. Die durch das Mai-Hochwasser aufgeschüttete Geschiebefläche besiedelte sich mit einer Flußknöterichflur mit Bachbunze, die je nach dem Standort offen oder geschlossen aufwuchs (Bild 16, unten violett schräg gestreift).

1981 war ein völliger Wandel eingetreten (Bild 17 oben). Im Innern

der Bucht hatte sich eine Springkrautflur aufgebaut (rot), rechts davon kündigte sich auf dem mehr und mehr aufgesandeten Grund die Tobinambur (*Helianthus tuberosus*) an (rot schräg gestrichelt und mit H gekennzeichnet).

Dem Ufer zu hatte sich angesamtes Weidengebüsch entwickelt (grün, *S. alba*, *S. viminalis*). Davor breitete sich eine Kletten-Beifuß-Flur aus und auf der Wasserseite Brennessel.

1982 (Bild 17 unten) unterscheidet sich von 1981 vor allem dadurch, daß die zusätzlichen Übersandungen in der Bucht die Zurückdrängung des indischen Springkrauts und die Ausbreitung der Tobinamburflur bewirkt haben. Vor dem Weidenjungwuchs ist in der offenen Kletten-Beifuß-Flur erstmals die Goldrute eingedrungen (*Solidago canadensis*) (S in schräger Strichelung eingestrent).

1984 (Bild 18). Eine neue Überlagerung mit Feinsand und Schluff verstärkten im Innern der Bucht wieder den Aufwuchs von Indischem Springkraut, konnten aber die Tobinambur-Flur (rote Strichelung mit H) nicht verdrängen. Mandelweidengebüsch (hellgrün gezähnt dargestellt) und Weidenaufwuchs (grün) dehnten sich weiter aus. Zwischen der großen Bucht rechts und der kleinen Bucht links, hat sich die neu aufgelandete Kiesbank im höheren Bereich bereits mit Kriechstraußgrasflutrasen überzogen.

1986. Die Vegetation ist in den letzten zwei Jahren im wesentlichen stabil geblieben. Jedoch das unter den wechselnden Abflüssen sich verändernde Ufer zeigt Spuren des Abtrags und des neuen Aufbaus (Bild 19). Das „Spiel“ der Besiedlung durch Pioniergesellschaften beginnt von neuem, so wie etwa die schon genannte junge Insel zwischen der großen und der kleinen Bucht dies demonstriert: Knapp über dem Spülsaum wächst unterstrom auf schluffigem Grund Flußknöterichflur auf. Darüber umgibt Kriechstraußgrasflutrasen die Insel, der jedoch auf der Kuppe von Brennesselflur verdrängt wurde. Schon überstand hier ein Silberweidensämling einige Jahre.

Die für die Murr-Aue typische, potentielle natürliche Vegetation des Silberweidenauwalds kündigt sich an.

Der enge Rahmen der Referatsdauer erlaubt nur noch eine kurze Zusammenfassung:

So wie anhand der Vegetation die Entwicklung der Pflanzengesellschaften an der Murr gezeigt wurde, so wurden adäquat die Untersuchungen in den Disziplinen Hydrobiologie (Gewässergüte), Fischereibiologie, Koleopterologie und Avifauna fortgeführt und 1987 abgeschlossen. Klimatische, hydrologische, gewässermorphologische und petrographische Beobachtungen liefen dazu parallel.

Die Bearbeiter sind nun bei der Aufstellung ihrer Beiträge. Wir hoffen, 1990 den 2. Band über die „Ökologischen Untersuchungen an der Murr“ der Fachwelt vorlegen zu können.

Wir möchten aber auch all denen, die sich um die naturnahe Gestaltung oder Wiederherstellung von Gewässerlandschaften bemühen, mit dieser Publikation eine Hilfestellung geben.

Und welche Ergebnisse entspringen dieser Forschungsarbeit?

Die Bearbeiter, die an dem Forschungsvorhaben beteiligt sind, lieferten bereits jetzt schon den Nachweis, daß

- ein Fließgewässer einen reichlich bemessenen Querschnitt und
- ein abwechslungsreiches Gewässerbett benötigt (Bild 20), um so
- Raum für eine naturnahe Flußdynamik bereitzustellen, in welchem sich
- eine artenreiche Pflanzen- und Tierwelt entwickeln kann.

## Literatur

BÜRKLE, Fritz et al.: Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Landkreis Ludwigsburg 1977 — 1982; 328 S., 194 meist farb. Abb., 79 Tab., 38 Taf., 11 Kartenbeilagen. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 1985.

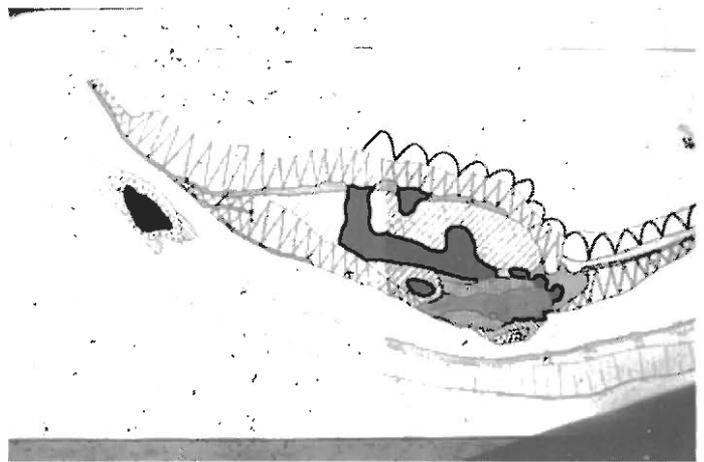


Abb. 18: Bucht 1, Vegetationskarte 1984, Prof. Dr. Th. MÜLLER.

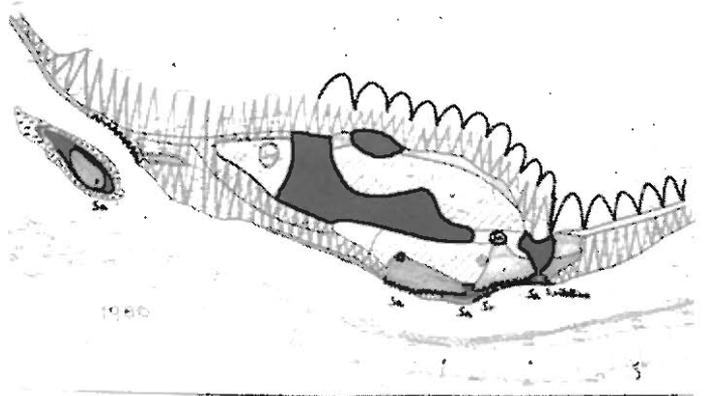


Abb. 19: Bucht 1, Vegetationskarte 1986, Prof. Dr. Th. MÜLLER.



Abb. 20: Murr, 1985, Flußverzweigung.

(Alle Fotos: Bürkle)

BÜRKLE, Fritz: Handbuch Wasserbau, Gewässerausbau-Wasserbaumerkblatt, Beschreibung ausgewählter Gewässerstrecken; 200 S., 405 Farbbabb., 38 Tab.;

Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg, 1986; zu beziehen jetzt beim Umweltministerium, Kerner-Platz 10, Stuttgart 1.

## Naturnahe Behandlung von Fließgewässern: Beispiel Dellwiger Bach

### 1 Gewässerbeschreibung und Ausbauziele

Der Dellwiger Bach mit seinem Nebenlauf Katzbach entwässert ein 485 ha großes Einzugsgebiet in Dortmund-Lütgendortmund (Bild 1). Das Gebiet ist zu rd. 40% besiedelt bzw. 15% versiegelt, 130 ha (= 27%) werden landwirtschaftlich genutzt und 160 ha (= 33%) sind Wald. Im Einzugsgebiet wohnen rd. 10 000 Einwohner, also etwa 2000 E/km<sup>2</sup>. Das fünfjährige Hochwasser beträgt 8 m<sup>3</sup>/s, das MNQ rund 70 l/s. Die Lauflänge beträgt 3,5 km, das Gesamtgefälle 1% mit maximal 2%. Neben dem natürlichen Abfluß aus den unbebauten Flächen nimmt der Dellwiger Bach über 3 Regenüberläufe Abschlüsse aus der Mischkanalisation der Siedlungsgebiete auf.

Vor der naturnahen Umgestaltung war der Dellwiger Bach ein Schmutzwasserlauf, wie sie im Bergsenkungsgebiet an der Emser und Lippe in den vergangenen Jahrzehnten häufig ausgebaut wurden (Bild 2). Diese Ausbauf orm sollte die Anpassung an bergbaubedingte Gefällsveränderungen schnell und wirtschaftlich ermöglichen sowie die großen Wassermengen aus den Siedlungsgebieten sicher ableiten (1).

Trotz seiner ansprechenden Umgebung hat der Dellwiger Bach auch nach der naturnahen Umgestaltung eine städtische Prägung mit daraus folgenden Aufgaben und Belastungen:

- Der Dellwiger Bach dient der Regenwasserableitung aus den Siedlungsgebieten.
- Der Dellwiger Bach gehört zum Naherholungsbereich für etwa 30 000 Einwohner.
- Die Geländestruktur im Einzugsgebiet und in der Tallinie des Gewässers selbst ist vom Bergbau beeinflusst
- Im Einzugsgebiet sind ehemalige Industriestandorte mit Bodenbelastungen und Bergehalden vorhanden.

Wenn wir hier von „Renaturierung“ sprechen, so können wir nicht den Maßstab einer unbelasteten Natur anlegen. Wir glauben, daß diese stadtnahen Gewässer mit ihrer Aufgabe im Spannungsfeld zwischen städtischen Nutzungen und nicht verändertem Naturzustand anders bewertet werden müssen.

Dem anthropogen beeinflussten Umfeld entsprechen die Zielsetzungen beim naturnahen Ausbau des Dellwiger Baches.

- Beseitigung der bergbaubedingten Abflußstörungen
- Beseitigung der offenen Abwasserableitung
- Verbesserung der ökologischen Bedingungen
- Verbesserung des Landschaftsbildes mit Einordnung in die Landschaftsplanung
- Sicherung der schadlosen Hochwasserabführung.

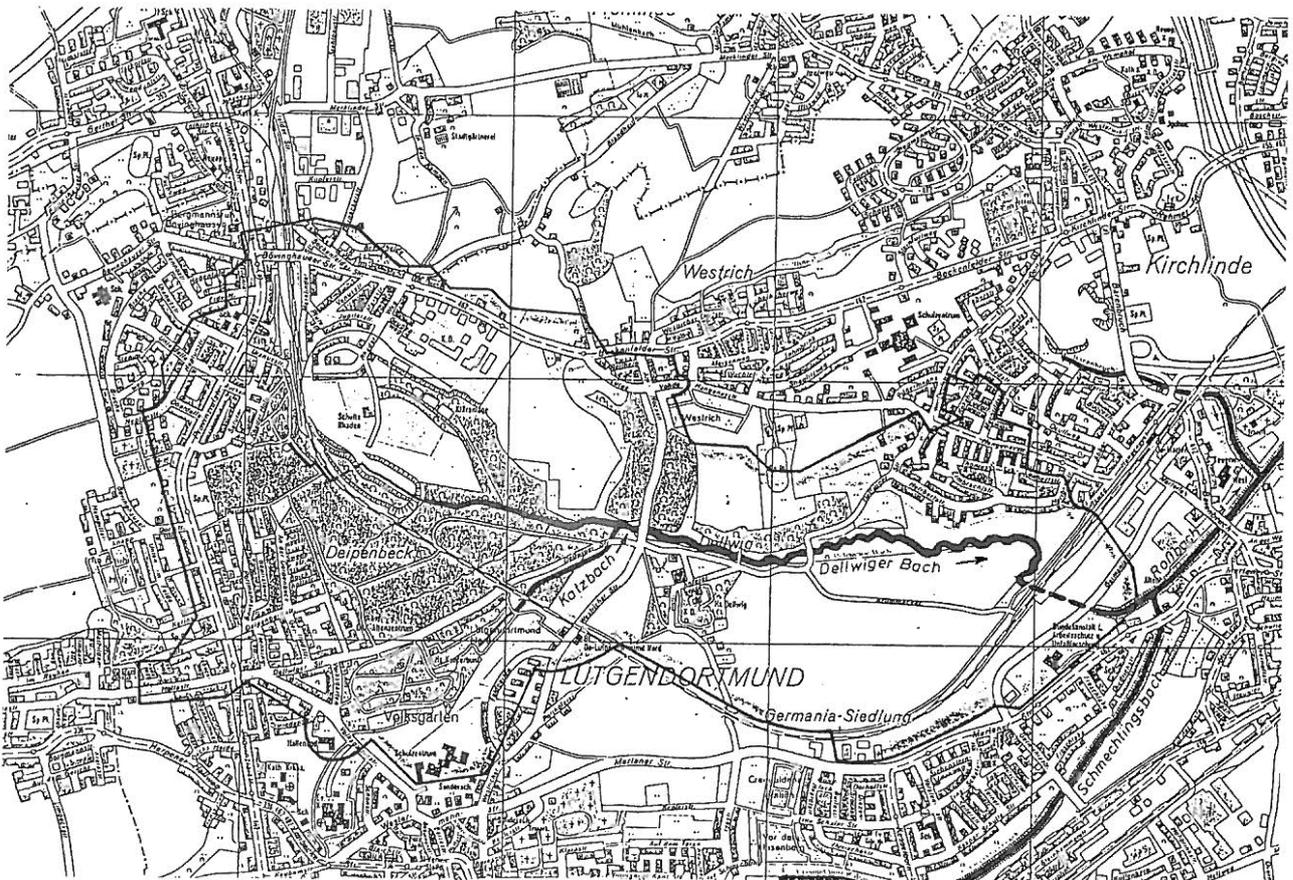


Bild 1: Dellwiger Bach — Einzugsgebiet



Bild 2: Dellwiger Bach vor der naturnahen Umgestaltung (Foto: Stecker)

Die ökologische Verbesserung war also nicht ausschließliches Ziel der Umgestaltung. Trotzdem werden die im Umweltgutachten 1987 zitierten Forderungen für einen Gewässerausbau nach ökologischen Erfordernissen weitgehend erfüllt (2).

## 2 Genehmigung

Wie für jeden Gewässerausbau haben wir auch für den Dellwiger Bach ein Genehmigungsverfahren beantragt. Der aufgestellte Entwurf wurde 1982 nach § 31.1 Satz 3 WHG genehmigt. Dieses Verfahren und seine zügige Abwicklung waren nur möglich, weil

- wesentliche hydrologische Daten des Gebietes bekannt waren,
- das Gelände nahezu vollständig im Besitz der Stadt Dortmund war,
- die Finanzierung gesichert war,
- hohes politisches Interesse an der Maßnahme bestand,
- die beteiligten Behörden und Verbände darauf verzichteten, Details des Ausbaus im Genehmigungsverfahren festzulegen.

Der letzte Punkt erscheint mir von besonderem Gewicht für ein schnelles Genehmigungsverfahren, was der Bauabwicklung und Finanzierung zugute kommt. Auch dürfen wir nicht übersehen, daß viele Einzelheiten der Bauausführung und Entwicklung sich einer Festlegung in Planunterlagen und Genehmigungsbescheiden entziehen. Hier sollte dem Bauleiter Möglichkeit zur Gestaltung während der Bauausführung — durchaus im Einvernehmen mit interessierten Verbänden und Behörden — gegeben werden. Entscheidend im Genehmigungsverfahren ist die Festlegung der Ziele und nicht der Details des Weges dorthin.

## 3 Ausführung

Bei der naturnahen Umgestaltung des Dellwiger Baches mußte zunächst die getrennte Abwasserableitung sichergestellt werden. Dazu wurden parallel zum Dellwiger Bach und Katzbach Abfangsammler gebaut, die für Qkrit bemessen wurden (Bild 3). An drei Stellen werden über Regenüberläufe die über Qkrit hinausgehenden Mischwassermengen in das Gewässer abgeschlagen. Zur Ableitung von Sickerwässern aus dem Haldenbereich und aus dem Gelände einer ehemaligen Deponie wurden Kanäle gebaut und an den Abfangsammler angeschlossen.

Der Bergbau hatte uns am Gewässer Senkungsmulden mit gegenläufigem Gefälle und Steilstrecken hinterlassen. Unter Beseitigung der gegenläufigen Gefällstrecke paßten wir die Gewässergradienten an die neue Geländegestalt an. Das zum Teil sehr starke Gefälle (bis 2%) mußte durch mehrere Abstürze und Sohlgleiten gebrochen werden, um Erosion zu verhindern. Trotz der technischen

Merkmale — Spundbohlen und Beton im Untergrund — nehmen wir für die so gestalteten Sohlenstufen Naturnähe in Anspruch. Sie erlauben den Lebewesen im Wasser den Wechsel über die Abstürze hinweg und bieten dem Betrachter ein natürliches Bild (Bild 4). Positiv zu bewerten sind sicherlich die unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten, Gewässertiefen und Gewässerbreiten. So sind im Zusammenhang mit den Sohlgleiten und Abstürzen Habitate für Lebewesen mit unterschiedlichen Ansprüchen an die Lebensbedingungen entstanden.



Bild 3: Bau des Abfangsammlers (Foto: Stecker)



Bild 4: Naturnah gestalter Absturz (Foto: Stecker)

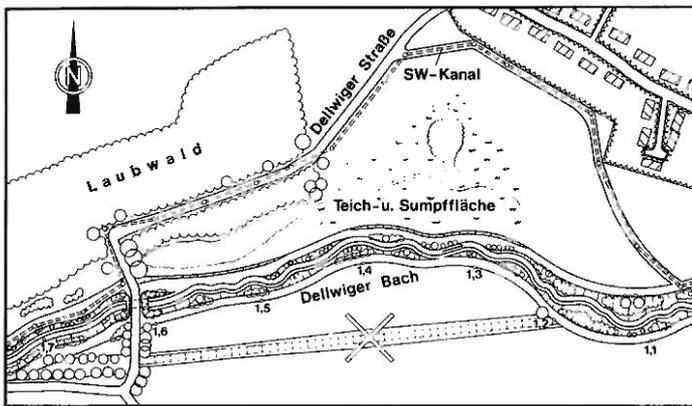


Bild 5: Verschwenkte Trasse am Unterlauf des Dellwiger Baches



Bild 6: Neues Profil (Foto: Stecker)

Zur Sicherung des Bachbettes gegen Erosion wurden streckenweise Schüttsteine eingebaut. Soweit die Steinschüttung nicht inzwischen zugeschwemmt wurde, sind die Steine weiterhin Ansatzpunkte der Besiedlung und geben mit ihren Ritzen Kleintieren Un-

terschlupf. Natürlich haben wir dort auf Steinschüttungen verzichtet, wo der Strömungsangriff oder anstehender Boden Erosionsschäden nicht erwarten ließ oder Uferabbrüche — nicht zuletzt wegen großzügigen Geländeerwerbs — hingenommen werden konnten.

Bei der Trassierung haben wir uns möglichst an die Tallinie gehalten. Während im oberen Bereich — im Wald — die alte Trasse beibehalten wurde, auf der Wiesenstrecke mit starkem Gefälle eine sehr gestreckte Linienführung gewählt wurde, haben wir im Unterlauf ein Kurvenband mit unterschiedlichen Wasserspiegelbreiten in einer verschwenkten Trasse angelegt (Bild 5). Auf vorhandenen Restflächen entstanden Feuchtbiotope. Allerdings verzichteten wir auf den Anschluß des Dellwiger Baches an einen vorhandenen alten Mühlenteich, weil dort eine andere Gewässerqualität und auch eine andere Biozönose vorhanden ist. Nur bei großen Hochwässern wird auch dieser Teich mit durchflossen. Eine Vernetzung der im Gewässerumfeld vorhandenen Feuchtzonen ist über die Wiesen sicherlich auch so gegeben.

Bei der Profilausbildung wählten wir sehr schwach geneigte Böschungen, um den doch relativ tiefen Einschnitt von mehr als 2 m optisch nicht so deutlich in Erscheinung treten zu lassen. Natürlich kommt diese Profilwahl auch der Wasserabführung und Begrünung zugute (Bild 6).

Die großzügige Profilgestaltung setzt entsprechenden Grunderwerb voraus. Dieser ist ohnehin Voraussetzung jeder naturnahen Umgestaltung und darf nicht nur den unbedingt für den Gewässer Ausbau nötigen Grunderwerb abdecken. Vielmehr müssen großzügig Flächen im Umfeld gesichert werden. Nur so kann sich die Ökologie vielfältig entwickeln und Schadstoffeintrag aus den Nachbargebieten eingeschränkt werden. Ganz im Sinne des heutigen Uferandstreifenprogramms haben wir am Dellwiger Bach noch während der Bauausführung den Grundbesitz ausgedehnt und benachbarte landwirtschaftliche Flächen aus der Nutzung herausgenommen. Immerhin wurden statt ursprünglich geplanter 47 000 m<sup>2</sup> 80 000 m<sup>2</sup> erworben (Bild 7). Auch dies ist ein Beispiel für die Vorteile einer nicht zu frühen Festlegung von Details im Planfeststellungsverfahren.

Lehrbuchmäßig gehört zu jedem Gewässer ein Saum von Gehölzen. So war auch am Dellwiger Bach und Katzbach eine umfangreiche Bepflanzung von uns geplant. Nachdem wir deren explosionsartige Entwicklung am Katzbach allerdings beobachten konnten,

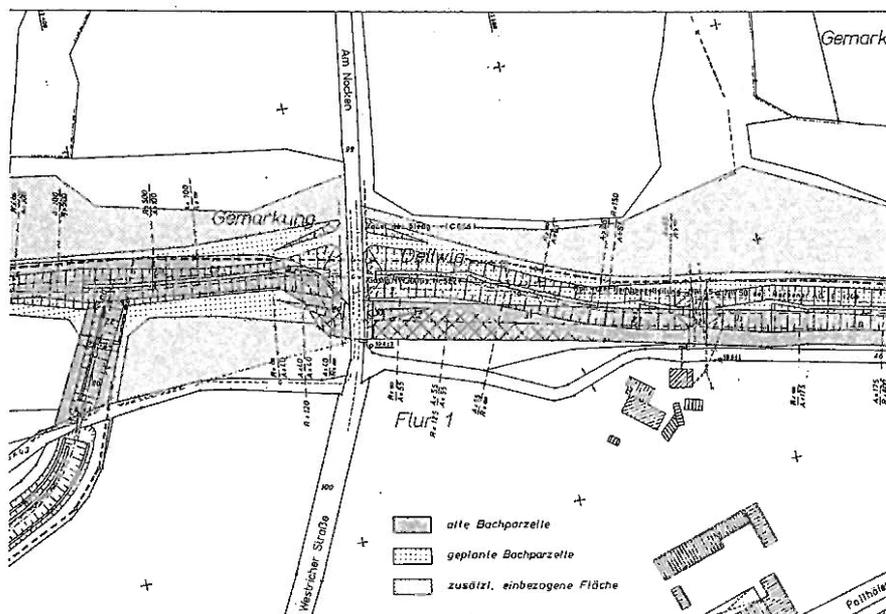


Bild 7: Frühere und heutige Gewässerparzelle

haben wir am Dellwiger Bach die Pflanzenzahlen zurückgenommen. Relativ viel gepflanzt haben wir noch an der unteren Bachstrecke, um in dem landwirtschaftlich genutzten Umfeld einen Ersatz für die am alten Bachlauf entfallenden Hecken zu bieten. In der Talaue der Wiesenstrecke haben wir dann die Pflanzung sehr stark reduziert, weil wir den Auencharakter erhalten wollen.

Natürlich haben wir auch Erlen eingesetzt, von deren Wirksamkeit wir uns bisher nicht überzeugen konnten. Während die sehr früh unmittelbar am Gewässer gesetzten Erlen zum Teil unterspült wurden und sich in das Bachprofil hineinneigten, scheinen mir etwa 1,5 m von der Wasserlinie entfernt gesetzte einzelne Erlen in absehbarer Zeit kaum eine Ufersicherungsfunktion übernehmen zu können. Wahrscheinlich wäre hier die natürliche Sukzession sinnvoller, die man durch flächige Erlenanpflanzungen im Böschungsbereich sicherlich initiieren kann.

Besonderes Augenmerk richten wir auf die bereits erwähnte Talaue. Während bei der früheren landwirtschaftlichen Nutzung zwischen der Pappelreihe am Dellwiger Bach und dem Wald eine gepflegte Wiese sich ausbreitete (Bild 8), haben wir jetzt in diesem Bereich zunächst den mit Gehölzen bestandenen Bacheinschnitt, dann den grasbewachsenen Unterhaltungsstreifen und anschließend eine Staudenvegetation (Bild 9). Wenn wir den Wiesencharakter erhalten wollen, müssen wir regelmäßig mähen.

#### 4 Ergebnisse

Der Ausbau zog sich in mehreren Abschnitten über 4 Jahre bis 1986 hin. Wurden die mit dem Ausbau verfolgten Ziele erreicht?

Die bergbaubedingten Abflußstörungen sind beseitigt. Positiv zu bewerten sind wohl die durch Bergsenkungen entstandenen Vernässungszonen seitlich des Unterlaufes des Dellwiger Baches und die höhere Reliefenergie auf der Steilstrecke im Wiesenbereich. Hier wurden Lebensbedingungen für ursprünglich hier nicht angesiedelte Arten geschaffen.

Die offene Abwasserabführung gehört der Vergangenheit an. Der Dellwiger Bach zeigt inzwischen die Wassergüteklasse II und liegt auch in seinen chemischen Analysen unter den Werten der EG-Oberflächenwasserrichtlinie bzw. den Grenzwerten der LAWA (2). Bei den im Einzugsgebiet vorhandenen Belastungen ist das unseres Erachtens ein bemerkenswertes Ergebnis. Auch die Abschläge aus den Regenüberläufen scheinen nicht so schädlich zu sein, wie vielerorts befürchtet wird. Sie wurden nach den anerkannten Regeln der Technik (3) bemessen und später noch durch den Einbau von Heberwehren verbessert (4). Dadurch sank die Entlastungshäufigkeit und die Verschmutzung des abgeschlagenen Wassers. Wir haben inzwischen in diese Überläufe Meßdosens eingebaut, mit denen die Entlastungsereignisse zeitlich und mengenmäßig festgehalten werden (Bild 10). Zusammen mit Meßeinrichtungen im Gewässer möchten wir uns in den nächsten Jahren genaue Kenntnis über die Belastung des Gewässers aus diesen Regenüberläufen verschaffen und damit gleichzeitig Rückschlüsse auf die tatsächlich im Kanalnetz abfließenden Wassermengen ziehen.

Die Verbesserung der ökologischen Bedingungen ist unverkennbar. Nun ist das auch gegenüber dem früheren Schmutzwasserlauf nicht schwierig. Neben den chemischen Daten haben wir inzwischen Rückmeldungen zur Fauna und Flora von ehrenamtlichen Naturschützern und einem Hochschulinstitut, welches 1985/86 über 1 Jahr an mehreren Stellen die Kleintierlebewelt mit Bodenfallen erfaßt hat. Während die Ornithologen bereits eine positive Entwicklung verzeichnen, sind bei den Amphibien noch keine deutlichen Verbesserungen sichtbar geworden. Wir hoffen hier durch die zusätzlich angelegten Tümpel in den nächsten Jahren auf eine Erhöhung der Arten- und Individuenzahlen. Unklar ist noch die endgültige Form der ökologischen Bewertung. Zwar werden Pflanzen und Tiere erfaßt, ihre Bewertung und die Rückkopplung zu dem Gewässerausbau ist jedoch noch offen. Wenn man die Auswirkungen des Gewässerausbau wirklich dokumentieren will, muß eine Landschaftsbilanz über mehrere Jahre gezogen werden.



Bild 8: Landwirtschaftlich genutzte Wiese neben dem Dellwiger Bach vor der Umgestaltung (Foto: Stecker)



Bild 9: Gewässer und Talaue nach der Umgestaltung (Foto: Stecker)

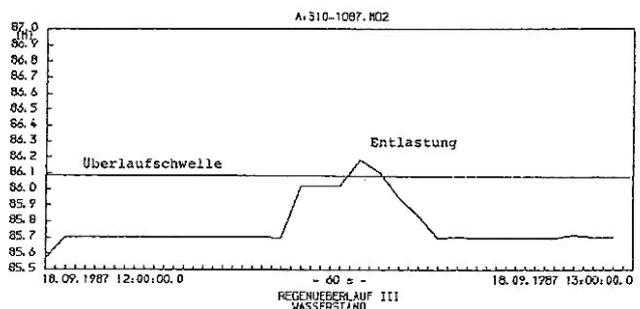
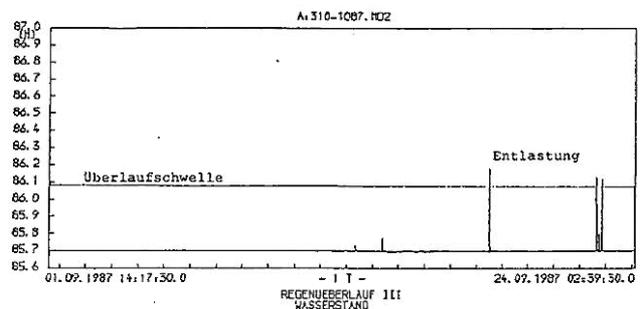


Bild 10: Aufzeichnung der Regenentlastungen am Regen-Überlauf III



Bild 11: Neues Bachbett am Unterlauf (Foto: Stecker)



Bild 12: Reststrecke des früheren Dellwiger Baches als „Denkmal“ (Foto: Stecker)

Sicherlich haben wir durch unsere Baumaßnahme auch das Landschaftsbild verbessert. Dank der Absprachen während und vor der Bauausführung konnte der Dellwiger Bach problemlos in die Landschaftsplanung der Stadt Dortmund einbezogen und als Naturschutzgebiet eingestuft werden. In diesem Zusammenhang wurde auch entschieden, daß die von uns angelegten Unterhaltungsstreifen nicht für die Öffentlichkeit freigegeben werden.

Auch in seiner neuen Ausbauf orm stellt der Dellwiger Bach die Hochwasserableitung sicher. Wir haben allerdings den Ausbaugrad des Gewässers nicht erhöht. Vielmehr haben wir die Schadensmöglichkeiten reduziert, indem benachbarte Flächen aus der landwirtschaftlichen Nutzung herausgenommen wurden. Selbstverständlich ist dieser Weg des Hochwasserschutzes in bebauten Bereichen versperrt. Weitgehende Sicherheit soll jedoch nur punktuell gefordert und geboten werden. In land- und forstwirtschaftlichen Flächen ist das heute nicht erforderlich.

Wir sind also mit der Zielerreichung am Dellwiger Bach durchaus zufrieden. Wir konnten und wollten kein Gewässer mit „weitgehend vom Menschen nicht beeinflusster Ausprägung“ schaffen. Dementsprechend sind die Ziele gewählt und dementsprechend muß auch das Ergebnis zielorientiert bewertet werden.

Natürlich gibt es auch am Dellwiger Bach noch Verbesserungsmöglichkeiten. Die Bestandserhebung vor Ausbaubeginn kann noch weitgehender sein und stärker an den Ausbauzielen orientiert werden. Sie gibt dann auch deutlichere Hinweise auf die notwendigen Baumaßnahmen. Weiter würden wir heute der natürlichen Entwicklung noch mehr Raum geben und auf die Planung mancher Details verzichten. Insbesondere scheint mir das von uns noch weitgehend vorgeformte Mittelwasserbett überflüssig. Eine breitere Abflußzone, in der das Gewässer sich seinen Weg selber sucht und die benachbarten Zonen als feuchte, wechselfeuchte oder versumpfte Bereiche entwickelt, dürfte der ökologischen Vielfalt entgegenkommen (Bild 11). Auch bei der Begrünung kann mehr auf die natürliche Sukzession gesetzt werden. Raseneinsaat, Rollrasenandeckung und Bepflanzung können noch weiter zurückgenommen werden. Sicherlich ist auch die hydrologische Situation des Einzugsgebietes noch besser zu erfassen.

Allerdings muß bei allen Vorerhebungen immer zu der Baumaßnahme rückgekoppelt und gefragt werden, welche Auswirkungen sie tatsächlich auf die Bauausführung haben. Schließlich darf die Umgestaltung ja nicht durch immer neue Untersuchungen verzögert und im schlimmsten Fall schließlich verhindert werden.

Noch mehr Wert können wir auf die Flächensicherung im Umfeld des Gewässers legen. Am Dellwiger Bach wurde während der Bauzeit eine Teilfläche in unmittelbarer Gewässernähe an Dritte verkauft, wodurch uns schließlich nur der Unterhaltungsstreifen als Abschirmung gegen die landwirtschaftlich genutzte Fläche blieb.

Und letztlich sollten wir uns schon vor der Bauausführung Gedanken über die Dokumentation des Projektes machen. Vieles verschwindet ja durch die Bauausführung, so daß der spätere Betrachter zur Beurteilung des Erfolgs der Umgestaltungsmaßnahme keine Vergleichsmöglichkeiten mehr hat. Wir haben deswegen eine Teilstrecke des alten Dellwiger Baches für den heutigen Betrachter als „Denkmal“ erhalten (Bild 12).

#### Literaturverzeichnis

- 1) ANNEN, G.: Die Emscher — schwarzer Fluß auf immer? Forum Städte — Hygiene 38 (1987), Juli/August
- 2) Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltgutachten 1987, Verlag Kohlhammer 1988
- 3) Abwassertechnische Vereinigung, ATV-Arbeitsblatt A 128, Richtlinien zur Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungen bei Mischwasserkanälen, Bonn 1977
- 4) BIELECKE, R., MACHE, E., HOPPE, F., STAHN, R.: Reduzierung von Überlaufwassermengen in Mischwasserkanälen mit einem luftgesteuerten Heberwehr, Korrespondenz Abwasser 1983, H. 2

## Die Brammerau als Beispiel für das Fließgewässerkonzept Schleswig-Holsteins

Wie kein anderes Bundesland ist Schleswig-Holstein bezüglich seiner Bewohnbarkeit und Landnutzung mit einer besonderen „Wasserhypothek“ belastet. Das Land zwischen zwei Meeren mit seinem sehr hohen Anteil an Niederungsgebieten war stets auf eine sorgfältige Behandlung seines Gewässernetzes angewiesen. Das Gewässernetz prägt in hohem Maße das Bild seiner vielseitigen Kulturlandschaft, die den Kräften des Wassers ihr Entstehen verdankt: Dem Eis und den Schmelzwässern der Eiszeit, den Brandungskräften der Meere, dem abfließenden oder durch Gezeiten und Sturmfluten rückgestauten Niederschlagswasser.

Letzterem galt das Hauptaugenmerk nach dem Kriege, als Hungersnot das Land heimsuchte und unzählige Flüchtlinge hier eine neue Heimat finden mußten. Auch in dem dann bald folgenden europäischen Konkurrenzkampf mußte das produktionsbegrenzende und -gefährdende Wasser als „Hypothek“ empfunden werden. Von unmittelbaren Gefährdungen durch die an Zahl und Ausmaß zunehmenden Sturmfluten soll in diesem Zusammenhang nicht die Rede sein.

Das Wasser war aber seit eh und je auch ein „Kapital“ für Schleswig-Holstein, für seine Bewohner, seine Besucher und nicht zuletzt seine artenreiche Tier- und Pflanzenwelt.

Die Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes hat daher vor 10 Jahren im „Generalplan Binnengewässer“ die Grundsätze für eine umfassend ökologische Gestaltung und Pflege des Fließgewässernetzes in der schleswig-holsteinischen Kulturlandschaft dargestellt. Dieser „Generalplan 1978“ ist auch heute noch die Grundlage des Fließgewässerkonzeptes der Landesregierung:

Überall, wo möglich, durch naturnahe Gestaltung das Fließgewässernetz weiterzuentwickeln, um damit

- das Landschaftsbild zu bereichern,
- die Artenvielfalt zu vergrößern,
- den Eintrag von Nähr- und Schadstoffen sowie Bodenteilchen zu minimieren,
- das Selbstreinigungsvermögen zu verbessern,
- den Unterhaltungsaufwand zu verringern.

Zur Ökologie der Kulturlandschaft gehört auch die Aufrechterhaltung der Vorflutfunktion der Gewässer. Wie hätte z. B. im regenreichen Jahr 1987 das Land ausgesehen ohne leistungsfähige Vorfluter?! Nicht nur die Landwirtschaft, auch Verkehr und Besiedlung hätten gelitten. Selbst extensive Landwirtschaft ist ohne Wasserwirtschaft im Flachland unmöglich. Kein Naturgewässer kann hier das Hochwasser ohne Ausuferung abführen. Eine „Behandlung“ von Fließgewässern — d. h. ein Ausbau mit anschließender Unterhaltung zur Aufrechterhaltung des erhöhten Abflußvermögens — ist in der Kulturlandschaft des Flachlandes unvermeidlich.

Gleichwohl lassen sich dort Wasserstände anheben und häufigere Überflutungen hinnehmen, wo eine unzumutbare Intensivierung der Landwirtschaft rückgängig zu machen ist. Dabei können aber in der Regel nicht die ausgebauten Fließgewässer sich selbst überlassen werden oder künstlich „rückgebaut“ werden, denn die Abflüsse sind nicht mehr „natürlich“ wie früher. Eine unkontrollierte Rückentwicklung hätte unabsehbare Folgen. Der „Renaturierung“ sind hier also Grenzen gesetzt. Die Zeit läßt sich nicht umkehren. Es gilt, eine „Vorwärtsstrategie“ zu entwickeln. Nostalgie hat in der Natur keine Chance.

„Wasser kennt keine Grenzen“, auch nicht die von Naturschutzgebieten. Die Auswirkungen nach oberhalb und unterhalb sowie zur Seite sind in gefällelosen Landschaften sehr viel weitreichender als in Mittelgebirgslagen. Eng begrenzte Talauen, die ohne größere Probleme aus der landwirtschaftlichen Nutzung genommen und zu Auwäldern — die es in Schleswig-Holstein nie gegeben hat — „renaturiert“ werden könnten, gibt es im Flachland nicht. Die für den Auwald typischen Überflutungen wären nicht beschränkt auf einen schmalen Streifen. Sie würden weit ausgedehnte Niederungsgebiete unter Wasser setzen und dabei nicht nur jeweils kleine Teile landwirtschaftlicher Betriebe betreffen, sondern die Existenzgrundlage ganzer Dörfer vernichten. Selbst in den hügeligen Teilen des Landes waren noch vor wenigen Jahrzehnten in niederschlagsreichen Zeiten weite Teile auf Straßen nicht erreichbar.

Ein systematischer Ausbau des Fließgewässernetzes hat diese für die Bevölkerung unzumutbaren Verhältnisse beseitigt, ohne daß es dabei an anderen Stellen durch Abflußverschärfung zu „Hochwasserkatastrophen“ gekommen ist, wie es anderen Gegenden immer wieder nachgesagt wird.

Vorrangiges Ziel der Fließgewässersanierung in Schleswig-Holstein ist es jetzt, unter den gegebenen Verhältnissen an möglichst vielen Stellen mit wirtschaftlichen Mitteln die biologische Wirksamkeit der Gewässer zu verbessern, ohne deren Abflußvermögen unzulässig zu beeinträchtigen.

Das kommt vor allem dem *allgemeinen* Artenschutz zugute. Optimale Biotop für *bestimmte* Arten zu schaffen ist Aufgabe des aktiven Naturschutzes an dafür geeigneten Stellen. Beides hat seine Notwendigkeit, schließt sich nicht aus, sondern ergänzt sich.

Zur Realisierung dieses Fließgewässerkonzeptes gibt es viele Möglichkeiten, mit denen in mehreren kleineren Vorhaben bereits gute Erfahrungen gesammelt worden sind, z. B.

- Uferzone abflachen, Randstreifen anlegen
- verbreiterte Uferzone standort- und landschaftsgerecht bepflanzen (z. B. Erlen oder Röhricht)
- technische Böschungsfußsicherungen durch abwechslungsreiche, ingenieurbiologische ersetzen
- begradigte Strecken durch Krümmung und Gegenkrümmung nicht nur für das Auge, sondern insbesondere für das Wasser „gefälliger“ gestalten
- Altarme reaktivieren
- Gewässerbett in der Breite variieren bis hin zu teichartigen Verbreiterungen, die gleichzeitig als Sand- und Schlammfang dienen
- hohe Sohlabstürze in mehrere Stufen auflösen oder durch Geröllstrecken ersetzen
- Sohlschwellen in Erosionsstrecken einbauen
- zerfallene Verrohrungen bei fälliger Reparatur wieder öffnen.

Dabei werden vielseitige Strukturen geschaffen, die zahlreichen Pflanzen und Tieren als Lebensraum dienen und das Selbstreinigungsvermögen verbessern ohne die hydraulische Leistungsfähigkeit zu verschlechtern. Viele Möglichkeiten lassen sich miteinander kombinieren. Das alles brauchen keine spektakulären Maßnahmen zu sein. Schon mit geringen Mitteln läßt sich oft viel erreichen. Es gilt vor allem, die Natur aufmerksam zu beobachten und durch behutsames Lenken zu unterstützen.

Dazu bedarf es keiner ins einzelne gehenden, richtlinienartigen Reglementierungen, denn jedes Fließgewässer ist bei den sehr differenzierten Boden- und Gefälleverhältnissen Schleswig-Holsteins ein Spezialfall. Vorschriften können nicht so vielfältig sein, wie die Natur — und sie können das Denken nicht ersetzen, sie schränken es vielmehr ein.

Als gelungene Beispiele für das eigenverantwortliche Denken der Zuständigen vor Ort, der Wasser- und Bodenverbände, seien genannt

- die Anlage erlenbepflanzter Kleingewässer im östlichen Hügelland
- die wasserbauliche und ökologische Sanierung ins Ungleichgewicht geratener Fließgewässer im Mittelrücken (Geest)
- die Ausdeichung landwirtschaftlich unrentabler Schöpfgebiete
- die Anlage eines ottgerechten Fließgewässers an der Westküste (Marsch).

Als Landesmaßnahme befindet sich die Sanierung und Renaturierung der Pinnauniederung zwischen Pinneberg und Uetersen auf

10 km Länge in der Planung, die sich oberhalb ebenfalls in Verbandsmaßnahmen fortsetzen soll.

Die Bereitschaft der Wasser- und Bodenverbände zu solchen Maßnahmen ist groß. Nachdem es in der Vergangenheit ihre wichtigste Aufgabe war, die Voraussetzungen für die Versorgung der Bevölkerung mit ausreichenden, hochwertigen und preisgünstigen Lebensmitteln zu schaffen sowie die gesetzliche Gewässerunterhaltungspflicht zu erfüllen, haben sie inzwischen auch Maßnahmen im Interesse des Naturschutzes und der Landschaftspflege in ihre Satzungen mit aufgenommen. Um sie auch finanziell dazu in die Lage zu versetzen, ist ab 1988 ein besonderer Titel in den Haushaltsplan des Landes aufgenommen worden, aus dem nicht nur die Baumaßnahmen, sondern auch eine vorausgehende und sorgfältige, gemeinsame Planung durch Ingenieure, Biologen und Landschaftspfleger sowie vor allem der unerläßliche Grunderwerb finanziert werden können. An der Bereitstellung des Grund und Bodens für einen angemessenen Gewässerrandstreifen sind alle Versuche der Vergangenheit gescheitert, aus dem Gewässer nicht nur eine Abflurinne, sondern auch die im Wasserhaushaltsgesetz verankerte Gewässerlandschaft zu machen. Hier bestehen auch heute

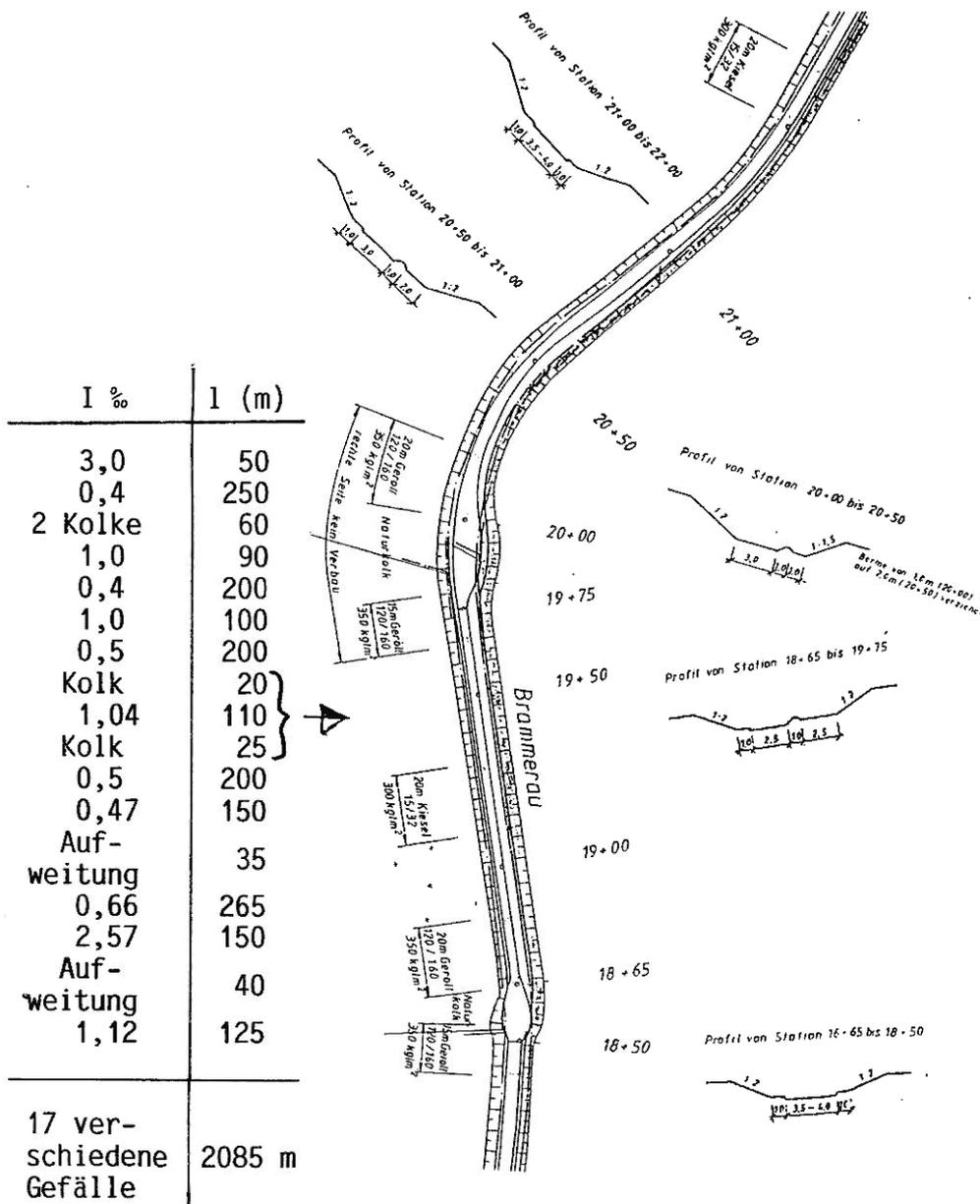


Abb. 1: Vielseitigkeit in Längsschnitt, Grundriß und Querschnitt

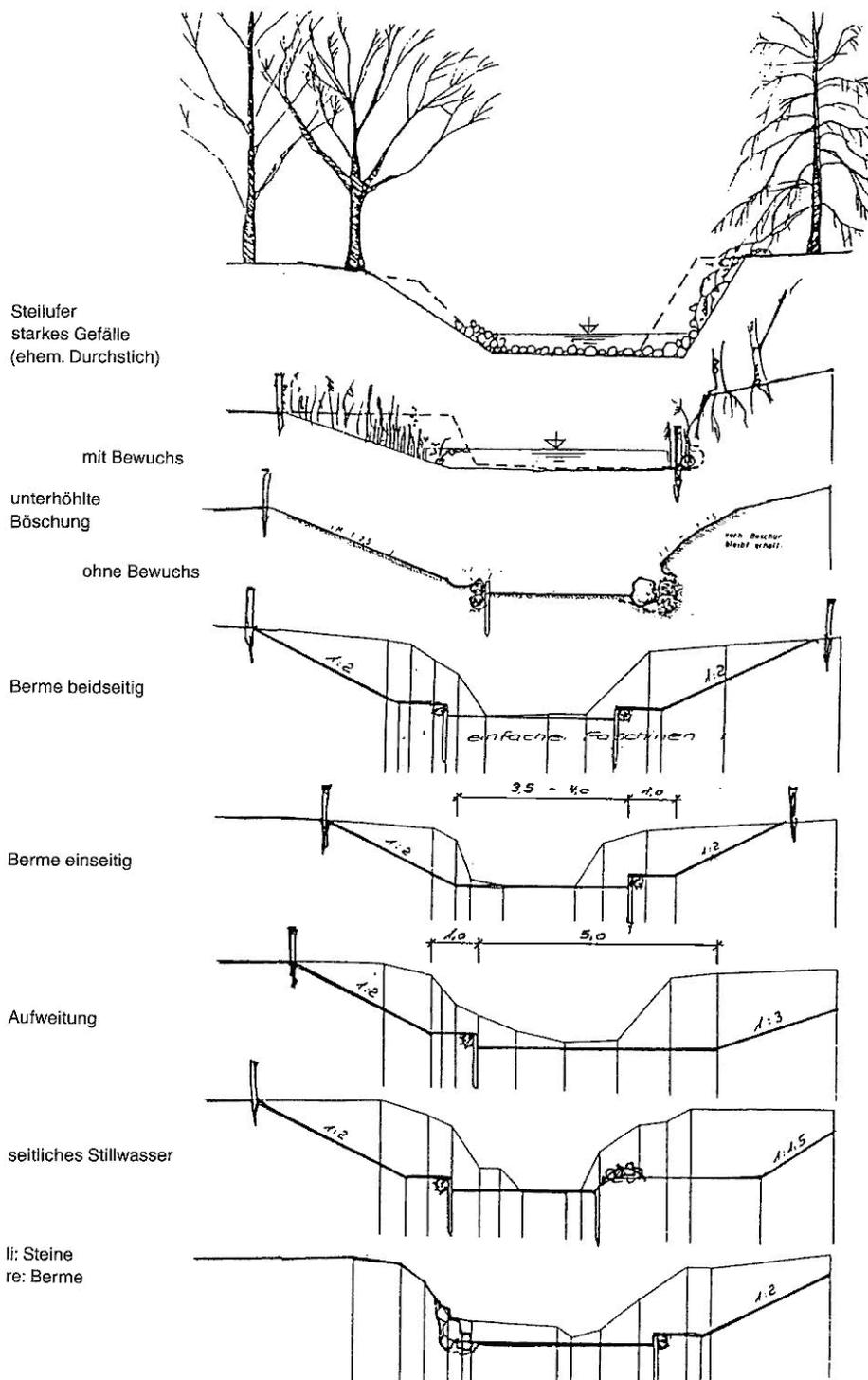


Abb. 2: Variation des Querschnittes

noch die größten Hindernisse, trotz landwirtschaftlicher Überproduktion und aller Extensivierungs- und Stilllegungsprogramme. Letztere sind nur befristet. Gewässer müssen aber dauerhaft gestaltet werden, auch wenn sie — erdgeschichtlich betrachtet — nicht dauerhaft im Sinne von unveränderlich sind, sondern sich ständig weiterentwickeln. Gerade dafür brauchen sie den nötigen Raum.

Kurz zusammengefaßt geht es somit darum, die seinerzeit *hydraulisch* ausgebauten Fließgewässer in der Agrarlandschaft unter Aufrechterhaltung der Vorflutfunktion durch einen zweiten, ökologischen Ausbau *biologisch* und *landschaftlich* aufzuwerten. Wegen

ihrer großen Dichte kommt den kleineren Gewässern eine große Bedeutung zu. Dabei sollen und können keine historischen Zustände wiederhergestellt werden, da die Randbedingungen auch nicht mehr historisch sind.

Mit den vorhandenen Mitteln sollen lieber an möglichst vielen Stellen Verbesserungen erreicht werden, statt an wenigen Stellen mit viel Aufwand perfektionistische Lösungen anzustreben. Es muß aber darauf geachtet werden, daß eine eventuelle spätere, noch weitergehende Umwandlung bei entsprechender agrarstruktureller Entwicklung nicht behindert wird.

Da im Flachland Bruchteile von Gefälls-‰ über den Charakter des

## Abgrenzung der naturnahen Umgestaltung von Fließgewässern gegen Biotopmaßnahmen

	Naturnaher Wasserbau in der Agrarlandschaft	Gewässerrenaturierungen für den Naturschutz
Gegenstand	Fließgewässer in der Kulturlandschaft (linienhaft) vornehmlich gefällearme Gewässer mit wesentlicher Vorflutfunktion in landwirtschaftlich genutzten Niederungen	Naturlandschaften mit Fließgewässern (flächenhaft) vornehmlich rheophile Fließgewässer ohne Vorflutbedeutung für weitgehend ungenutzte Flächen
Ziel	Erhöhung der biologischen Wirksamkeit des Gewässers (Selbstreinigung, allgemeine Artenvielfalt) Schutz der Gewässer gegen Eintrag von Dünger, Pflanzenschutzmitteln, Bodenteilchen (Erosionsschutz) Minimierung der Gewässerunterhaltung und damit Verringerung von Störungen Vernetzung naturnaher Landschaftsteile/Biotope Bereicherung des Landschaftsbildes der genutzten Kulturlandschaft	spezieller Artenschutz, insbesondere einer rheotypischen Fauna freies Spiel der landschaftsverändernden Kräfte des Wassers (Fließdynamik) möglichst vollständiger Verzicht auf Gewässerunterhaltung Vervollkommnung naturnaher Landschaftsteile möglichst zu Naturschutzwürdigkeit Wiederherstellung anthropogen unbeeinflusster Landschaftsteile
Voraussetzungen	Aufrechterhaltung der Vorflut Abwassersanierung abgeschlossen bzw. kurz vor der Vollendung Gewässergüteklasse besser als III Naturnähe nicht Voraussetzung, sie soll ja gerade hergestellt werden	Vorflutbeeinträchtigung zulässig keine Beeinflussung bachtypischer Biozönosen durch Einleitungen Gewässergüteklasse II und besser angemessene Natürlichkeit des Gewässers und Umgebung vorhanden
Weg	Schaffung naturnaher Strukturen in und an ausgebauten Gewässern („zweite Ausbaustufe“) „Sanierung“ unterhaltungsintensiver instabiler, verödeter Gewässer geschwungene Linienführung Ökologische Ergänzung der Agrarlandschaft durch naturnahe Gewässer	Schaffung ungestörter, nach Möglichkeit schutzwürdiger Naturräume („Biotopmanagement“) „Rückbau“ von Gewässern einschl. Aufgabe evtl. Nutzungen der dabei beeinflussten Flächen „Remäandrierungen“ Einbeziehen der umgebenden Flächen in eine möglichst naturbelassene Gewässerlandschaft

Gewässers und über die Reichweite des Einflusses auf die Umgebung entscheiden, sind die einzuhaltenden Randbedingungen sehr unterschiedlich. Jedes Gewässer verlangt eine spezielle Lösung. Regelquerschnitte o. ä. können daher nicht vorgegeben werden. Als allgemeingültige Richtlinie kann lediglich formuliert werden: Eintönigkeit in Vielseitigkeit umwandeln! Der Schaffung von Kleinstrukturen kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

Als Beispiel hierfür wird die *Brammerau* in der mittelholsteinischen Geestlandschaft gewählt, am Übergang der etwas gefällsreicheren saaleiszeitlichen Altmoräne in die sehr gefällsarmen Sander der letzten Eiszeit. Als Bodenart sind hier feinsandige Podsole kennzeichnend, in den Talauen und Niederungen anmoorig. Dort wird ausschließlich Grünlandwirtschaft betrieben, und zwar von mittel- bis großbäuerlichen Betrieben. Noch um 1860 waren die höher gelegenen Haufendörfer von Wald, Heide, Moor und sumpfigen Flußauen umgeben.

Das Niederschlagsgebiet beträgt 32 km<sup>2</sup>. In den letzten Jahren wurden Abflüsse von rd. 0,1 m<sup>3</sup>/s bis 3,0 m<sup>3</sup>/s gemessen (bzw. rd. 3 bis 100 l/s x km<sup>2</sup>). Verlässliche langjährige Pegelbeobachtungen liegen nicht vor. Es soll ein HHQ von etwa 8 m<sup>3</sup>/s gegeben haben.

Die Ausbaustrecke von rd. 3 km Länge weist stark schwankende Sohlgefälle von 3 ‰ bis 0,1 ‰ auf. Dieser durch die geologische Struktur bedingte, häufige Wechsel wurde bewußt beibehalten. Es wurde kein Ausgleichsgefälle geschaffen, da es sich im Laufe der Zeit entsprechend den Untergrundverhältnissen ohnehin wieder geändert hätte. Vielmehr wurden die Unterschiede durch Geröllstrecken o. ä. gesichert und sogar noch örtlich verstärkt, um vielfäl-

tige Strömungsverhältnisse zu erzeugen. So wechselt das Gefälle auf einer Strecke von 2085 m 17mal zwischen 3,0 und 0,4 ‰.

Eine weitere Strukturvielfalt wurde durch wechselnde Sohlbreiten, kolkartige Aufweitungen unterhalb der Sohlgleiten und an Einmündungen von Nebenvorflutern sowie durch die Anlage ein- oder beidseitiger Bermen bis hin zu Flachwasserzonen erreicht. Vorhandene hohe Abbruchufer wurden zur Unterbindung weiteren Sandeintrages, der sich weiter unterhalb abflußhemmend ablagert, nur im Wasserwechselbereich gesichert. Im übrigen wurden die z. T. stark zerstörten Böschungen, soweit es der Grunderwerb zuließ, abgeflacht.

Standfeste, bewachsene Böschungen wurden belassen bzw. erforderlichenfalls gegen Ausspülung und Unterhöhlung gesichert. Als Böschungsfußsicherung kamen Reisigfaschinen, Steine und Kiefernspähle zur Anwendung. Um eine schnelle Begrünung zu erreichen, wurden stellenweise Röhricht und andere standortgerechte Stauden angepflanzt. Eine Bepflanzung mit Bäumen und Sträuchern erfolgt erst nach Beendigung der Bauarbeiten an landschaftlich und wasserbaulich dafür geeigneten Stellen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß auch baumlose Wiesenbäche im Flachland landschaftstypisch sind.

Im oberen Bereich der Brammerau war im Zuge von ABM-Arbeiten nach dem Kriege ein Durchstich vorgenommen und die Au an den anderen Talrand verlegt worden. Der Versuch, jetzt die Au wieder durch den Altarm fließen zu lassen, scheiterte an der inzwischen künstlich und natürlich erfolgten Vertiefung des Hauptarms. Der Altarm hätte nicht nur verbreitert, sondern auch erheblich vertieft

werden müssen, was abgesehen von den Kosten erhebliche Schäden an dem dortigen Waldrand verursacht hätte. Man entschloß sich daher, den Feuchtbiotop Altarm zwischen Wiese und Wald so zu belassen und lediglich von unten etwas zu öffnen, um von dort aus das Hochwasser rückstauen zu lassen und dadurch für etwas Frischwasser zu sorgen.

Die sehr differenzierte Baumaßnahme erforderte eine sehr sorgfältige Planung unter Einschaltung eines Biologen sowie eine noch intensivere Bauleitung, da sich viele Möglichkeiten für interessante und zweckmäßige Strukturen erst während der Ausführung ergaben, z. B. wenn der Bagger die Untergrundverhältnisse offengelegt hatte. Ohne das Engagement aller Beteiligten, vom Vorsteher des Wasser- und Bodenverbandes und seinem Ingenieurbüro, dem Wasserwirtschaftsamt und der Wasserbehörde bis hin zum Baggerfahrer der Firma, wäre der erzielte Erfolg nicht möglich gewesen.

Es zeigte sich, daß eine interessante Baustelle nicht nur Arbeit, sondern auch Freude machen kann. Es zeigte sich aber auch, daß sie in Planung und Ausführung nicht mit den Kosten konventioneller Tiefbauarbeiten gemessen werden kann. Trotzdem betragen

die Kosten nur 120 DM/lfdm, insgesamt 350 000 DM für 2935 m, davon etwa 20% für den Grunderwerb, der mit im Mittel 9 m Breite vielleicht bescheiden anmuten mag (im oberen Bereich nur 3 m), aber zunächst völlig ausreichte. Die Hälfte der Grundstückskosten entfallen übrigens wegen der geringen Breite der zu erwerbenden Flächen auf die Nebenkosten (Vermessung usw.), weshalb bei solchen Maßnahmen ein Verfahren nach § 86 Flurbereinigungsgesetz sehr zu empfehlen ist.

Maßnahmen dieser Art dienen nicht nur der Erhöhung der biologischen Wirksamkeit der Gewässer, sondern auch der Verbesserung der Agrarstruktur, weil sie den ländlichen Raum aufwerten, und zwar ohne dabei die Produktion zu erhöhen. Sie sollten daher auch gefördert werden können aus Mitteln der GA Agrarstrukturverbesserung. Eine Förderung mit Mitteln des Naturschutzes erfolgt nie so ganzen Herzens, da das Ergebnis meist nicht naturschutzwürdig genug ist, denn die Vorflut muß ja erhalten bleiben. So gerät eine gute Sache leicht zwischen die Mühlsteine der Zuständigkeiten und Zweckbestimmungen!

Eine Abgrenzung von Maßnahmen an Gewässern nach diesen Zweckbestimmungen zeigt die vorstehende Tabelle.



Hinter Brückendurchlässen, die zu eng bemessen sind, treten bei Hochwasser häufig Kolksschäden an beiden Ufern auf.

(Foto: Olschowy)

## Anschriften der Autoren

Uwe Arnold  
Institut für Wasserwirtschaft und Wasserbau der RWTH Aachen  
Mies-van-der-Rohe-Straße 1  
5100 Aachen

Ltd. RegDir. Dr. Hermann-Josef Bauer  
Fuchsweg 15  
4710 Lüdinghausen

Dipl.-Ing. Walter Binder  
Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
Lazarettstraße 67  
8000 München 19

Ltd. RBD a.D. Fritz Bürkle  
Obstgartenweg 28  
7000 Stuttgart

Ltd. RBD Bernhard Foschepoth  
Regierungspräsidium Münster  
Domplatz  
4400 Münster

Dr. Hans-Jürgen Gäbler, RBD  
Schulensee  
Eidergrund 17b  
2300 Molfsee

GBOR Klaus Gerhardt  
Hessische Naturschutzstelle  
Herrngartenstraße 1—5  
6200 Wiesbaden

Dipl.-Biol. Eva Hacker  
Büro für Vegetationskunde und Landschaftsökologie  
Eynattener Straße 24a  
5100 Aachen

MinR a. D. Dr. Günter Jens  
Am Hollerbusch 50  
5407 Boppard 4

Dipl.-Ing. Rolf Johannsen  
Büro für Ingenieurbioogie und Wasserbau  
Arndtstraße 36  
5100 Aachen

Dr. Peter Jürging  
Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft  
Leonrodstraße 68  
8000 München 19

Dr. Werner Konold  
Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie der Universität  
Hohenheim  
Postfach 70 05 62  
7000 Stuttgart 70

Dr. Albrecht Krause  
Bundesanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie  
Konstantinstraße 110  
5300 Bonn 2

Dr. Dieter Londong  
Emschergenossenschaft u. Lippeverband  
Postfach 101161  
4300 Essen 1

Dipl.-Biol. Rolf Menze  
Arbeitsgemeinschaft Landschaftsökologie  
Gerberstraße 4  
3000 Hannover

Professor Dr. Werner Ott  
Präsident der Hessischen Landesanstalt für Umwelt  
Unter den Eichen 7  
6200 Wiesbaden

Dr. Albrecht Otto  
Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz  
Am Zollhafen 9  
6500 Mainz 1

Professor Wolfram Pflug  
Hillmershof  
3045 Wilsede/Post Bispingen

Professor Dr. Gerhard Rouvé  
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der RWTH Aachen  
Mies-van-der-Rohe-Straße 1  
5100 Aachen

Professor Albert Schmidt  
Präsident der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwick-  
lung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen  
Leibnizstraße 10  
4350 Recklinghausen

Ltd. RBD Manfred Schoof  
Landesamt für Wasser und Abfall  
Auf dem Draap 25  
4000 Düsseldorf 1

Professor Dr. Gerd Schulte  
Landesamt für Ökologie, Landschaftsentwicklung  
und Forstplanung Nordrhein-Westfalen  
Leibnizstraße 10  
4350 Recklinghausen

Dr. Bernhard Statzner  
Emschergenossenschaft und Lippeverband  
Postfach 101161  
4300 Essen 1

Bauassessor Armin Stecker  
Emschergenossenschaft, Abt. Wasserläufe Ost  
Königswall 29  
4600 Dortmund 1

Assessor Berthold Viertel  
Institut für das Recht der Wasserwirtschaft der Universität Bonn  
Lennéstraße 35  
5300 Bonn 1

Cornelia Toebe  
Waldecker Straße 56  
4100 Duisburg 11

Dr. Werner Werth  
Amt der O.Ö. Landesregierung  
Kärntnerstraße 12  
A-4020 Linz



Die Außenufer der Wasserläufe werden bei Hochwasser besonders belastet, was zu erheblichen Abtragsschäden führt, wenn eine geschlossene uferschützende Bepflanzung fehlt. Einzelstehende Bäume können den Schaden noch vergrößern.  
(Foto: Olschowy)

## Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege Gesamtverzeichnis

Heft Nr. 1 September 1964	Straßenplanung und Rheinuferlandschaft im Rheingau Gutachten von Prof. Dr.-Ing. Gassner	— vergriffen —
Heft Nr. 2 Oktober 1964	Landespflege und Braunkohlentagebau Rheinisches Braunkohlegebiet	
Heft Nr. 3 März 1965	Bodenseelandschaft und Hochrheinschiffahrt mit einer Denkschrift von Prof. Erich Kühn	
Heft Nr. 4 Juli 1965	Landespflege und Hoher Meißner	— vergriffen —
Heft Nr. 5 Dezember 1965	Landespflege und Gewässer mit der „Grünen Charta von der Mainau“	— vergriffen —
Heft Nr. 6 Juni 1966	Naturschutzgebiet Nord-Sylt mit einem Gutachten der Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege, Bad Godesberg	— vergriffen —
Heft Nr. 7 Dezember 1966	Landschaft und Moselausbau	
Heft Nr. 8 Juni 1967	Rechtsfragen der Landespflege mit „Leitsätzen für gesetzliche Maßnahmen auf dem Gebiet der Landespflege“	
Heft Nr. 9 März 1968	Landschaftspflege an Verkehrsstraßen mit Empfehlungen über „Bäume an Verkehrsstraßen“	
Heft Nr. 10 Oktober 1968	Landespflege am Oberrhein	
Heft Nr. 11 März 1969	Landschaft und Erholung	— vergriffen —
Heft Nr. 12 September 1969	Landespflege an der Ostseeküste	— vergriffen —
Heft Nr. 13 Juli 1970	Probleme der Abfallbehandlung	— vergriffen —
Heft Nr. 14 Oktober 1970	Landespflege an der Nordseeküste	— vergriffen —
Heft Nr. 15 Mai 1971	Organisation der Landespflege mit einer Denkschrift von Dr. Brass	— vergriffen —
Heft Nr. 16 September 1971	Landespflege im Alpenvorland	
Heft Nr. 17 Dezember 1971	Recht der Landespflege mit einer Erläuterung von Prof. Dr. Stein und einer Synopse über Rechtsvorschriften von Dr. Zwanzig	— vergriffen —
Heft Nr. 18 Juli 1972	Landespflege am Bodensee mit dem „Bodensee-Manifest“	

Heft Nr. 19 Oktober 1972	Landespfl ege im Ruhrgebiet	— vergriffen —
Heft Nr. 20 April 1973	Landespfl ege im Raum Hamburg	
Heft Nr. 21 November 1973	Gesteinsabbau im Mittelrheinischen Becken	— vergriffen —
Heft Nr. 22 Mai 1974	Landschaft und Verkehr	
Heft Nr. 23 Oktober 1974	Landespfl ege im Mittleren Neckarraum	
Heft Nr. 24 März 1975	Natur- und Umweltschutz in Schweden	
Heft Nr. 25 April 1976	Landespfl ege an der Untere lbe	— vergriffen —
Heft Nr. 26 August 1976	Landespfl ege in England	
Heft Nr. 27 Juni 1977	Wald und Wild	
Heft Nr. 28 Dezember 1977	Entwicklung Großraum Bonn	
Heft Nr. 29 August 1978	Industrie und Umwelt	
Heft Nr. 30 Oktober 1978	Verdichtungsgebiete und ihr Umland	— vergriffen —
Heft Nr. 31 Oktober 1978	Zur Ökologie des Landbaus	
Heft Nr. 32 März 1979	Landespfl ege in der Schweiz	
Heft Nr. 33 August 1979	Landschaft und Fließgewässer	— vergriffen —
Heft Nr. 34 April 1980	20 Jahre Grüne Charta	
Heft Nr. 35 Oktober 1980	Wohnen in gesunder Umwelt	
Heft Nr. 36 Januar 1981	Neues Naturschutzrecht	— vergriffen —
Heft Nr. 37 Mai 1981	Umweltprobleme im Rhein-Neckar-Raum	
Heft Nr. 38 Juni 1981	Naturparke in Nordrhein-Westfalen	— vergriffen —
Heft Nr. 39 September 1982	Naturpark Südeifel	— vergriffen —
Heft Nr. 40 Dezember 1982	Waldwirtschaft und Naturhaushalt	— vergriffen —

Heft Nr. 41 März 1983	Integrierter Gebietsschutz	— vergriffen —
Heft Nr. 42 Dezember 1983	Landespflege und Landwirtschaft	— vergriffen —
Heft Nr. 43 November 1984	Talsperren und Landespflege	
Heft Nr. 44 November 1984	Landespflege in Frankreich	
Heft Nr. 45 Dezember 1984	Landschaftsplanung	— vergriffen —
Heft Nr. 46 August 1985	Warum Artenschutz?	— vergriffen —
Heft Nr. 47 Oktober 1985	Flächensparendes Planen und Bauen	— vergriffen —
Heft Nr. 48 Dezember 1985	Naturschutzgebiet Lüneburger Heide	— vergriffen —
Heft Nr. 49 März 1986	Gefährdung des Bergwaldes	— vergriffen —
Heft Nr. 50 Juli 1986	Landschaften nationaler Bedeutung	
Heft Nr. 51 Dezember 1986	Bodenschutz	
Heft Nr. 52 Juli 1987	Natur- und Umweltschutz in Österreich	
Heft Nr. 53 Dezember 1987	25 Jahre Deutscher Rat für Landespflege	
Heft Nr. 54 April 1988	Zur Entwicklung des ländlichen Raumes	
Heft Nr. 55 September 1988	Eingriffe in Natur und Landschaft	
Heft Nr. 56 Dezember 1988	Zur Umweltverträglichkeitsprüfung	— vergriffen —
Heft Nr. 57 November 1989	Erholung/Freizeit und Landespflege	
Heft Nr. 58 Dezember 1989	Wege zu naturnahen Fließgewässern	

# DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE

Schirmherr: Bundespräsident Dr. Richard von WEIZSÄCKER

Mitglieder: Ehrenvorsitzender:  
Dr. h. c. Graf Lennart BERNADOTTE, Insel Mainau

Ehrenmitglieder:  
Professor Dr. Erwin STEIN, Annerod bei Gießen  
Bundesverfassungsrichter a. D., Kultusminister a. D.

Dr. h.c. Alfred TOEPFER, Hamburg  
Kaufmann und Reeder

Ordentliche Mitglieder:

Vorstand:

Professor Dr. h. c. Kurt LOTZ, Heidelberg — Sprecher  
Ehrenvorsitzender der Umweltstiftung WWF Deutschland

Professor Dr.-Ing. E. h. Klaus IMHOFF, Essen — Stellvertr. Sprecher  
Geschäftsführer des Ruhrverbandes und Ruhrtalsperrenvereins

Professor Dr. Gerhard OLSCHOWY, Bonn — Geschäftsführer  
Ehem. Ltd. Direktor der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und  
Landschaftsökologie, Bonn-Bad Godesberg  
Honorarprofessor an der Universität Bonn

---

Professor Dr. Ulrich AMMER, München  
Lehrstuhl für Landschaftstechnik der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dr. Gerta BAUER, Lüdinghausen  
Büro für Landschaftsökologie und Umweltplanung

Bankdirektor Dr. Franz BIELING, Michelfeld  
Ehem. Dir. der Bausparkasse Schwäbisch Hall AG

Professor Dr.-Ing. Klaus BORCHARD, Bonn  
Institut für Städtebau, Bodenordnung und Kulturtechnik der Universität Bonn

Professor Dr. Konrad BUCHWALD, Hannover  
Em. Direktor des Instituts für Landschaftspflege und Naturschutz  
der Technischen Universität Hannover

Professor Reinhard GREBE, Nürnberg  
Freier Landschaftsarchitekt BDLA

Professor Dr. Wolfgang HABER, München  
Institut für Landschaftsökologie der Technischen Universität München

Professor Dr. Wilhelm HENRICHSMEYER, Bonn  
Institut für Agrarpolitik, Marktforschung und Wirtschaftssoziologie der Universität Bonn

Dr. Helmut KLAUSCH, Essen  
Ehem. Beigeordneter des Kommunalverbandes Ruhrgebiet

Forstdirektor Volkmar LEUTENEGGER, Konstanz  
Geschäftsführer der Mainau-Verwaltung Graf Lennart Bernadotte GmbH

Professor Dr. Paul LEYHAUSEN, Windeck  
Ehem. Leiter des Max-Planck-Institutes für Verhaltensphysiologie, Wuppertal

Professor Wolfram PFLUG, Aachen  
Ehem. Inhaber des Lehrstuhls für Landschaftsökologie und Landschaftsgestaltung  
der Technischen Hochschule Aachen

Professor Dr. Hermann SOELL, Regensburg  
Juristische Fakultät der Universität Regensburg

Professor Dr. Heinhard STEIGER, Gießen  
Fachbereich Rechtswissenschaft der Justus-Liebig-Universität

Professor Dr. Herbert SUKOPP, Berlin  
Institut für Ökologie der Technischen Universität Berlin

Korrespondierende Mitglieder:

Dr. Siegbert PANTELEIT, Essen  
Pro Ruhrgebiet e.V.

Geschäftsstelle: Konstantinstraße 110, 5300 Bonn 2  
Tel.: 02 28 / 33 10 97