



# MINISTERIALBLATT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

52. Jahrgang

Ausgegeben zu Düsseldorf am 18. Juni 1999

Nummer 39

## Inhalt

### I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBl. NRW.) aufgenommen werden.

Glied.- Nr.	Datum	Titel	Seite
772	6. 4. 1999	RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein- Westfalen. ....	716

## I.

772

**Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau  
der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen**

RdErl. d. Ministeriums für Umwelt,  
Raumordnung und Landwirtschaft v. 6. 4. 1999 –  
IV B 8 – 2512 – 22898

Eine Gruppe wasserwirtschaftlicher und ökologischer Fachleute hat in meinem Auftrag die Schrift „Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen, Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau“ neu bearbeitet. Die neue Fassung zeigt deutlicher als zuvor auf, wie der Schutz der Natur und die Pflege der Landschaft bei Maßnahmen des Gewässerausbaues und der Gewässerunterhaltung gesichert und gefördert werden können.

Anlage Die Richtlinie ist als Anlage abgedruckt.

Die Richtlinie ist zu beachten. Sie enthält Bestimmungen über den Ausbau von Gewässern im Sinne des § 100 Abs. 1 Satz 2 LWG (allgemein anerkannte Regeln der Technik). Die Richtlinie kann auch als Broschüre beim Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Wallneyer Str. 6, 45133 Essen bezogen werden.

Die Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen – RdErl. v. 1. 9. 1989 – (SMBl. NRW. 722) – hebe ich hiermit auf.

# Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen

## Inhaltsverzeichnis

1.	Zielsetzung .....	719
2.	Rechtliche Hinweise .....	720
3.	Grundlagen .....	726
3.1	Gliederung der Fließgewässer .....	726
3.2	Grundzüge der Ökologie von Fließgewässern .....	727
	3.2.1 Morphologie .....	727
	3.2.2 Abflußgeschehen .....	728
	3.2.3 Aquatischer Lebensraum .....	729
	3.2.4 Amphibischer Lebensraum .....	733
	3.2.5 Terrestrischer Lebensraum .....	733
	3.2.6 Stillgewässer in der Aue .....	733
3.3	Uferstreifen .....	734
3.4	Fließgewässer in der freien Landschaft .....	735
3.5	Fließgewässer im Siedlungsbereich .....	736
3.6	Forderungen an die Unterhaltung und den Ausbau aus ökologischer Sicht .....	736
	3.6.1 Unterhaltung .....	737
	3.6.2 Ausbau .....	737
3.7	Planungsgrundlagen .....	738
	3.7.1 Trassierung .....	738
	3.7.2 Längsentwicklung .....	739
	3.7.3 Querschnittsausbildung .....	740
	3.7.4 Sicherung mit lebenden Baustoffen (Pflanzen) .....	759
	3.7.5 Sicherung mit toten Baustoffen .....	763
	3.7.6 Hinweise für hydraulische Berechnungen .....	764
	3.7.7 Bauliche Anlagen .....	767
	3.7.8 Erschließung .....	769
4.	Konzept zur naturnahen Entwicklung .....	770
5.	Unterhaltung .....	772
5.1	Naturnahe Weiterentwicklung bei der Unterhaltung .....	772
5.2	Aufgaben und Wirkungen der naturnahen Gewässerunterhaltung .....	772
5.3	Unterhaltungsplan .....	772
5.4	Unterhaltungsarbeiten .....	773
	5.4.1 Aquatischer Bereich .....	773
	5.4.2 Amphibischer Bereich .....	775
	5.4.3 Terrestrischer Bereich .....	776

5.5	Unterhaltung von Uferstreifen .....	777
5.6	Altgewässer .....	777
5.7	Abwehr von Schädlingen .....	777
5.8	Sonderregelungen .....	777
<b>6.</b>	<b>Ausbau .....</b>	<b>778</b>
6.1	Ausbauplanung.....	778
	6.1.1 Beschreibung des Planungsanlasses .....	778
	6.1.2 Katalog der Ansprüche für die Planung.....	778
	6.1.3 Formulierung der Planungsziele .....	778
	6.1.4 Ermittlung des Istzustandes.....	778
	6.1.5 Darstellung möglicher Lösungen .....	780
	6.1.6 Wertung.....	780
	6.1.7 Auswahl der Lösung für den Plan .....	781
6.2	Ausbauplan.....	781
<b>7.</b>	<b>Hinweise für die Bauausführung.....</b>	<b>791</b>
7.1	Herstellung des Profils .....	791
7.2	Sicherung des Gewässerbetts .....	791
7.3	Gehölzpflanzungen.....	791
7.4	Begrünung durch Röhricht, Uferstauden und Rasen.....	795
7.5	Fertigstellungspflege .....	795
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>796</b>

## 1. Zielsetzung

Ziel dieser für das Land Nordrhein-Westfalen erarbeiteten Richtlinie ist es, natürliche und naturnahe Fließgewässer zu schützen und gestörte Gewässer in einen naturnahen Zustand zurückzuführen. Die Richtlinie macht deutlich, daß für die zielgerichtete naturnahe Entwicklung von Fließgewässern die Erarbeitung entsprechender Konzepte zweckmäßig ist. Diese Konzepte enthalten Aussagen über den Istzustand des Gewässers, sein Leitbild, die aktuellen Nutzungen, die künftigen Nutzungsansprüche, das Entwicklungsziel und die notwendigen Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels. Solche Konzepte bilden somit eine geeignete Basis für die Aufstellung von Unterhaltungsplänen, für Ausbaupläne und für alle Maßnahmen an Fließgewässern.

Bei allen Planungen und Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern sollen die Charakterzüge natürlicher Gewässer als Vorbild dienen. Die Richtlinie bringt zum Ausdruck, daß sich fließende Gewässer aufgrund ihrer Eigendynamik selbst gestalten. Dazu benötigen sie genügend Raum. In der vom Menschen genutzten Kulturlandschaft müssen daher ausreichend breite Uferstreifen die Gewässer beidseitig begleiten. Diese Uferstreifen gehören zum Gewässer und sollen nicht bewirtschaftet werden.

Der enge Zusammenhang zwischen Fließgewässer und dem angrenzenden Landschaftsraum ist immer zu beachten. Wo immer möglich sollte die gesamte Aue in die naturnahe Entwicklung der Fließgewässer einbezogen werden. Auch ist auf die Durchgängigkeit der Fließgewässer zu achten.

Gute Möglichkeiten, den ökologischen Zustand von heute noch gestörten Fließgewässern schrittweise zu

verbessern und einen naturnahen Zustand herbeizuführen, bietet ihre naturnahe Unterhaltung. Dieses gilt vor allem für Fließgewässer in der freien Landschaft. Die Umgestaltung erfolgt dabei schrittweise und schonend. Fehlentwicklungen können korrigiert werden. Es gilt, die in der Richtlinie insgesamt aufgezeigten Möglichkeiten zu nutzen. Die Ausweisung von Uferstreifen für die Entfesselung von heute noch technisch geprägten Fließgewässern kann schon die erste Stufe der Sanierung sein.

Ein Ausbau von Fließgewässern ist immer dann zu vertreten, wenn sich das Ziel durch Maßnahmen der Gewässerunterhaltung nicht erreichen läßt. Sofern ein Ausbau aus Nutzungsgründen erfolgen soll, muß auch diese Planung auf der Grundlage der im Konzept zur naturnahen Entwicklung formulierten Entwicklungsziele erfolgen. Für die Umweltverträglichkeitsprüfung gibt die Richtlinie die notwendigen Hinweise.

Der Geltungsbereich dieser Richtlinie umfaßt alle fließenden Gewässer in der freien Landschaft, auch die schiffbaren.

In Siedlungsbereichen sind die Grundsätze der Richtlinie nur nach Abwägung gemäß Ziffer 3.5 anzuwenden. Sie können häufig nur sehr eingeschränkt umgesetzt werden, weil die Fließgewässer dort einem hohen Nutzungsdruck unterliegen.

Die Richtlinie wendet sich an alle, die für den Schutz der Gewässer Verantwortung tragen. Sie soll sicherstellen, daß intakte Bäche und Flüsse in ihrem Zustand bleiben und die naturnahe Umgestaltung von heute noch gestörten Fließgewässern gelingt.

## 2. Rechtliche Hinweise

Die Unterhaltung und der Ausbau von Fließgewässern dienen der Ordnung des Wasserhaushalts und stehen wie jede Einflußnahme auf Gewässer unter dem allgemeinen Grundsatz der Wahrung des Wohls der Allgemeinheit. Der Gesamtbegriff des Wohls der Allgemeinheit umschließt insbesondere den Gesichtspunkt, daß Gewässer als Bestandteile von Natur und Landschaft zu schützen sind. Nach diesem Grundsatz sind alle Maßnahmen an Gewässern hinsichtlich ihrer Voraussetzungen, der Möglichkeit ihrer Durchführung sowie der sich daraus ergebenden Folgen auszurichten. Das bringen die einschlägigen, rechtlichen Bestimmungen an vielen Stellen deutlich zum Ausdruck.

Das Raumordnungsgesetz (ROG)<sup>1)</sup> bestimmt in Verbindung mit § 1 Nr. 7 der Raumordnungsverordnung (RoV)<sup>2)</sup>, daß die *Herstellung, Beseitigung und wesentliche Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer, wegen ihrer Raumbedeutsamkeit und möglicherweise erheblichen Auswirkung auf die Umwelt in der Regel eines Raumordnungsverfahrens bedürfen, wenn sie von überörtlicher Bedeutung sind.* Gemäß § 15 Abs. 2 ROG kann von einem Raumordnungsverfahren abgesehen werden, wenn die Beurteilung der Raumverträglichkeit der Planung oder Maßnahme bereits auf anderer raumordnerischer Grundlage hinreichend gewährleistet ist; dies gilt insbesondere, wenn die Planung oder Maßnahme Zielen der Raumordnung entspricht. In NRW enthalten das Landesentwicklungsprogramm und der Landesentwicklungsplan die in Verbindung mit dem Gewässer- und Hochwasserschutz stehenden Ziele der Raumordnung und Landesplanung, die in den Gebietsentwicklungsplänen weiter ausgefüllt werden, so daß ein Raumordnungsverfahren entbehrlich ist.

Das Gesetz zur Landesentwicklung (Landesentwicklungsprogramm - LEPro)<sup>3)</sup> führt zu den wasserwirtschaftlichen Erfordernissen im § 33 LEPro unter anderem aus, daß *die günstigen Wirkungen der Gewässer für den Naturhaushalt zu berücksichtigen sind. Es ist sicherzustellen, daß die notwendigen Freiflächen für den Wasserabfluß und den Schutz vor Hochwasser erhalten bleiben bzw. wiederhergestellt werden. Die Uferbereiche der oberirdischen Gewässer sind, soweit nicht Interessen des Gemeinwohls entgegenstehen, natürlich zu erhalten, zu entwickeln oder*

*wiederherzustellen.* Auf dieser Grundlage legt der Landesentwicklungsplan (LEP NRW)<sup>4)</sup> als Ziel der Raumordnung und Landesplanung unter anderem fest, daß *Überschwemmungsgebiete und Talauen der Fließgewässer als natürliche Retentionsräume zu erhalten und zu entwickeln sind.* In den Gebietsentwicklungsplänen wird dieses Ziel weiter konkretisiert.

Für Einzelheiten und Verfahren zur Realisierung der Ziele sind Spezialgesetze maßgebend, insbesondere das

- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG)<sup>5)</sup>
- Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz - LWG)<sup>6)</sup>
- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG)<sup>7)</sup>
- Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz - LG)<sup>8)</sup>
- Fischereigesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesfischereigesetz - LFischG)<sup>9)</sup>

Ein Grundsatz des Wasserhaushaltsgesetzes in § 1 a Abs. 1 WHG lautet: *Die Gewässer sind als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern. Sie sind so zu bewirtschaften, daß sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen einzelner dienen und vermeidbare Beeinträchtigungen ihrer ökologischen Funktionen unterbleiben.* Dies bedeutet, daß Gewässer so naturnah wie möglich zu erhalten oder zu entwickeln sind und nur bei Einhaltung dieser Grundsätze benutzt werden dürfen. Das Landeswassergesetz bringt im § 2 unter anderem zum Ausdruck, daß die Gewässer als Bestandteil von Natur und Landschaft zu schützen sind und das Wasser mit größter Schonung zu nutzen ist.

1) Raumordnungsgesetz (ROG) in der Fassung der am 1. Januar 1998 in Kraft getretenen Novelle vom 18. August 1997 (BGBl. I, S. 2081, 2102)

2) Verordnung zu § 6a Abs. 2 des Raumordnungsgesetzes (Raumordnungsverordnung - RoV) vom 13. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2766), zuletzt geändert durch Gesetz vom 23. November 1994 (BGBl. I S. 3486)

3) Gesetz zur Landesentwicklung (Landesentwicklungsprogramm - LEPro) vom 5. Oktober 1989 (GV.NW. S. 485, ber. S. 648/SGV.NW. 230)

4) Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen (LEP NRW) vom 11. Mai 1995 (GV.NW. S. 532/565 SGV.NW.230)

5) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Bekanntmachung der Neufassung vom 12. November 1996 (BGBl. I S. 1695), geändert durch Gesetz vom 30. April 1998 (BGBl. I S. 823)

6) Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landeswassergesetz - LWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 1995 (GV.NW.S.926/SGV.NW.77)

7) Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. März 1987 (BGBl. I S.889), zuletzt geändert durch Gesetz vom 30. April 1998 (BGBl. I S. 823)

8) Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz - LG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. August 1994 (GV. NW. 1994 S. 710), zuletzt geändert durch Gesetz vom 2. Mai 1995 (GV.NW.S.382/SGV.NW.791)

9) Fischereigesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesfischereigesetz-LFischG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Juni 1994 (GV.NW.1994 S.516, ber. S. 864 / SGV.NW.793)

Nach einem weiteren Grundsatz im § 1a Abs. 2 WHG ist jedermann verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, unter anderem um eine nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten, um die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes zu erhalten und um eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden.

Bei allen Handlungen in besonders geschützten Teilen von Natur und Landschaft (Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Naturdenkmale und geschützte Landschaftsbestandteile) sind die dafür geltenden besonderen Vorschriften zu beachten. Darüber hinaus verbietet § 20 c BNatSchG Maßnahmen, die zu einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung von Mooren, Sümpfen, Röhrichten, seggen- und binsenreichen Naßwiesen, Quellbereichen, naturnahen und unverbauten Bach- und Flußabschnitten, Verlandungsbereichen stehender Gewässer, Bruch-, Sumpf- und Auwäldern unter anderem führen können. Ein entsprechendes Verbot gilt nach § 62 LG unter anderem für natürliche oder naturnahe unverbauten Bereiche fließender und stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer und der dazugehörigen uferbegleitenden natürlichen oder naturnahen Vegetation sowie ihrer natürlichen oder naturnahen Verlandungsbereiche und regelmäßig überschwemmten Bereiche.

Weiterhin sind die Anforderungen der EG-Vogelschutzrichtlinie<sup>10)</sup> und der FFH-Richtlinie<sup>11)</sup> hinsichtlich der Verträglichkeitsprüfung nach Artikel 6 FFH-Richtlinie entsprechend den Vorschriften des BNatSchG zu beachten.

### Unterhaltung

Die Unterhaltung eines Gewässers ist eine öffentlich-rechtliche Verpflichtung, die nach § 28 WHG die Erhaltung eines ordnungsmäßigen Zustandes für den Wasserabfluß umfaßt. Bei der Unterhaltung ist den Belangen des Naturhaushalts Rechnung zu tragen; Bild und Erholungswert der Gewässerlandschaft sind zu berücksichtigen.

Nach § 90 LWG erstreckt sich die Gewässerunterhaltung auf das Gewässerbett einschließlich der Ufer. Dabei sind die günstigen Wirkungen des Gewässers für den Naturhaushalt und für die Gewässerlandschaft zu erhalten und zu entwickeln.

Hierzu gehören auch

1. die Erhaltung und Wiederherstellung eines angemessenen heimischen Pflanzen- und Tierbestandes;
2. die Erhaltung und Verbesserung des Selbstreinigungsvermögens, soweit nicht andere dazu verpflichtet sind;
3. die Freihaltung, Reinigung und Räumung des Gewässerbettes und der Ufer von Unrat, soweit es dem Umfang nach geboten ist.

Die Gewässerunterhaltung muß sowohl dem Anspruch auf Erhaltung eines ordnungsmäßigen Zustandes für den Wasserabfluß als auch dem Anspruch auf Erhaltung und Entwicklung der ökologischen Funktionen des Gewässers genügen. So ist die Möglichkeit eröffnet und zugleich die Aufgabe gestellt, im Rahmen der Unterhaltung durch Handeln und Unterlassen Gewässer in einen naturnahen Zustand zurückzuführen.

Diesen Gesichtspunkt unterstützen auch die eigentumsrechtlichen Regelungen des Landeswassergesetzes im § 9 (Verlandung, Überflutung), im § 10 (Uferabriss) und im § 11 (Neues Gewässerbett). Sie bringen zum Ausdruck, daß die durch den Abfluß verursachten Veränderungen des Gewässerbettes zur naturnahen Gewässerentwicklung gehören.

### Ausbau

Gewässer, die sich im natürlichen oder naturnahen Zustand befinden, sollen in diesem Zustand erhalten bleiben, und nicht naturnah ausgebaute natürliche Gewässer sollen so weit wie möglich wieder in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden, wenn überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit nicht entgegenstehen. Mit diesem Grundsatz des § 31 Abs. 1 WHG wird dem Ziel, alle wasserbäulichen Maßnahmen sowohl auf den Schutz natürlicher Bäche und Flüsse als auch auf die naturnahe Entwicklung heute noch gestörter Fließgewässer zu richten, voll Rechnung getragen.

Das Landeswassergesetz sieht im § 89 Abs. 2 eine Regelung vor, die es der zuständigen Behörde<sup>12)</sup> ermöglicht zu bestimmen, daß der zur Gewässerunterhaltung Verpflichtete ein nicht naturnah ausgebautes Gewässer in einem angemessenen Zeitraum wieder in einen naturnahen Zustand zurückführt.

Nach § 31 Abs. 2 Satz 1 WHG bedarf die Herstellung, Beseitigung oder wesentliche Umgestaltung eines

10) Richtlinie 79/409/EWG des Rates vom 02. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (ABL. EG Nr. L 103 S. 1)

11) Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABL. EG Nr. L 206 S. 7)

12) Zuständige Behörde in Bezug auf die Fließgewässer ist die Bezirksregierung für Gewässer 1. Ordnung, die Kreisordnungsbehörde für alle anderen Gewässer (Itd. Nr. 20.1.19 der ersten Verordnung zur Änderung der Verordnung zur Regelung von Zuständigkeiten auf dem Gebiet des technischen Umweltschutzes (ZustVOTÜ) vom 2. Mai 1995)

*Gewässers oder seiner Ufer (Ausbau) der vorherigen Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens, das den Anforderungen des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)<sup>13)</sup> entspricht.*

In § 31 Abs. 3 WHG werden die Voraussetzungen für eine Ausbaugenehmigung ohne ein vorheriges Planfeststellungsverfahren geregelt:

*Ein Ausbau kann ohne vorherige Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens genehmigt werden, wenn*

1. *es sich um einen Ausbau von geringer Bedeutung handelt, insbesondere um einen naturnahen Ausbau bei Teichen und um kleinräumige naturnahe Umgestaltungen wie die Beseitigung von Bach- und Grabenverrohrungen,*
2. *das Vorhaben keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf eines der im § 2 Abs. 1 Satz 2 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung genannten Schutzgüter haben kann*  
*oder*
3. *den Zweck verfolgt, eine wesentliche Verbesserung für diese Schutzgüter herbeizuführen.*

Eine Umweltverträglichkeitsprüfung ist für diese Fälle nicht erforderlich.

§ 31 Absatz 5 WHG greift bedeutsame Teilaspekte des Naturhaushalts der Fließgewässer auf. Hiernach sind beim Ausbau *natürliche Rückhalteflächen zu erhalten, das natürliche Abflußverhalten nicht wesentlich zu verändern, naturreaumtypische Lebensgemeinschaften zu bewahren und sonstige erhebliche nachteilige Veränderungen des natürlichen oder naturnahen Zustandes des Gewässers zu vermeiden oder, soweit dies nicht möglich ist, auszugleichen.* Der Ausbauplan muß gegebenenfalls erforderliche Maßnahmen zum Ausgleich oder Ersatz der Eingriffsfolgen enthalten. Dabei hat er nicht nur das Gewässer selbst, sondern auch dessen Wirkungen für den Naturhaushalt und die Gewässerlandschaft zu berücksichtigen.

*Die Zulassung des Gewässerausbaus kann unter Festsetzung von Nebenbestimmungen erfolgen, die zum Wohl der Allgemeinheit infolge des Ausbaus, insbesondere zum Ausgleich von Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und der Gewässerlandschaft, erforderlich sind (§ 100 Abs. 4 LWG).*

*Der Planfeststellungsbeschuß oder die Genehmigung ist nach § 31 Abs. 5 letzter Satz WHG zu versagen, soweit von dem Ausbau eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere eine erhebliche und dauerhafte, nicht ausgleichbare Erhöhung der Hochwassergefahr oder eine Zerstörung natür-*

*licher Rückhalteflächen, vor allem in Auwäldern, zu erwarten ist.*

*Nach § 100 Abs. 2 LWG ist die Zulassung des Gewässerausbaus zu versagen, wenn von dem Ausbau eine Beeinträchtigung überwiegender Belange des Wohls der Allgemeinheit zu erwarten ist, die nicht durch Nebenbestimmungen verhütet oder ausgeglichen werden kann.*

Der Ausbau von Gewässern hat gemäß § 100 Abs. 1 LWG nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen. Allgemein anerkannte Regeln der Technik sind insbesondere die Bestimmungen über den Ausbau von Gewässern, die vom Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft durch Bekanntgabe im Ministerialblatt eingeführt sind. Diese gesetzliche Regelung wird durch die vorliegende Richtlinie ausgefüllt.

### **Abgrenzung zwischen Unterhaltung und Ausbau**

Die Abgrenzung des Ausbaus zur Unterhaltung ist eindeutig, wenn es sich um die Herstellung oder Beseitigung eines Gewässers handelt. Im Einzelfall können Zweifel auftreten, ob es sich bei den Wasserbaumaßnahmen um eine wesentliche Umgestaltung des Gewässers handelt und somit also rechtlich eine Ausbaumaßnahme vorliegt. Eine wesentliche Umgestaltung als Kriterium des Ausbaus liegt jedenfalls dann vor, wenn der Zustand des Gewässers in einer für den Wasserabfluß bedeutsamen Weise verändert wird. Eine Abgrenzung nach Handlungsmerkmalen, wie z. B. Einsatz von Maschinen, Bewegung großer Massen (Boden, Baustoffe) oder nach dem Kostenaufwand geht fehl, wenn sie allein am Mittel und nicht am Ergebnis orientiert ist. Das Pflanzen von Ufergehölzen ist in der Regel als Unterhaltungsmaßnahme anzusehen.

### **Eingriffe in Natur und Landschaft**

Der Ausbau von Gewässern gilt nach § 4 Abs. 2 Nr. 6 LG als Eingriff in Natur und Landschaft. Eingriffe sind nach § 4 Abs. 1 LG *Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich oder nachhaltig beeinträchtigen können.* Maßnahmen der Gewässerunterhaltung können im Einzelfall ebenfalls solche Eingriffe sein. Bei der Beurteilung von Eingriffen ist die gesamte Gewässerlandschaft zu berücksichtigen.

*Der Verursacher eines Eingriffs durch Gewässerausbau ist zu verpflichten, vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu unterlassen sowie unvermeidbare Beeinträchtigungen innerhalb einer von der zuständigen Behörde zu bestimmenden Frist durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Land-*

<sup>13)</sup> Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG) vom 12. Februar 1990 (BGBl. I S. 205), zuletzt geändert durch Gesetz vom 9. Oktober 1996 (BGBl. I S. 1498)

*schaftspflege auszugleichen, soweit es zur Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege erforderlich ist (§ 4 Abs. 4 LG, § 8 Abs. 2 BNatSchG).*

*Der Eingriff ist zu untersagen, wenn die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege bei der Abwägung aller Anforderungen an Natur und Landschaft im Range vorgehen und die Beeinträchtigung nicht zu vermeiden oder nicht im erforderlichen Umfang auszugleichen ist (§ 4 Abs. 5 LG, vgl. auch § 8 Abs. 3 BNatSchG).*

Gehen nach Abwägung gemäß § 4 Abs. 5 andere Belange den Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege im Range vor und kann ein Eingriff nicht ausgeglichen werden, so hat der Verursacher Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege an anderer Stelle in dem durch den Eingriff betroffenen Raum durchzuführen, die nach Art und Umfang geeignet sind, die durch den Eingriff gestörten Funktionen gleichwertig wiederherzustellen (Ersatzmaßnahmen) (§ 5 Abs. 1 LG). Die zuständige Behörde trifft ihre Entscheidungen im Benehmen mit der Landschaftsbehörde ihrer Verwaltungsebene (§ 6 Abs. 1 LG).

*Ausgeglichen ist ein Eingriff, wenn nach seiner Beendigung keine erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigung des Naturhaushalts zurückbleibt und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wiederhergestellt oder neu gestaltet ist (§ 4 Abs. 4 LG).*

Im Rahmen des Gewässerausbaus ist der erforderliche Ausgleich in der Regel gegeben, wenn sich nach Beendigung der Maßnahme ein naturnaher Zustand entwickeln kann. Ausgleichsmaßnahmen müssen im zeitlichen, räumlichen und vor allem funktionellen Zusammenhang mit den beeinträchtigten Bereichen stehen.

Die Erfüllung der Verursacherplichten bei Eingriffen im Rahmen der Gewässerunterhaltung richtet sich nach § 6 Abs. 3 LG.

### **Auswirkungen auf die Fischerei**

Veränderungen am Gewässer können auch fischereirechtliche Folgen haben. So erfischt nach § 7 LFischG ein selbstständiges Fischereirecht, wenn ein Gewässer infolge natürlicher Ereignisse oder künstlicher Eingriffe sein Bett verändert. *Beruhet die Veränderung des Bettes auf einem künstlichen Eingriff, so ist der dem Berechtigten entstehende Schaden auszugleichen. Die Verpflichtung zum Ausgleich obliegt dem Träger der Maßnahme.*

Weitere Auswirkungen auf die Fischerei sind bei Anlagen in und an Gewässern zu beachten (§§ 40, 45, 46 LFischG).

### **Überschwemmungsgebiete**

Im Raumordnungsgesetz ist der Grundsatz verankert, daß *Freiräume in ihrer Bedeutung für den Wasserhaushalt zu sichern sind und daß für den vorbeugenden Hochwasserschutz zu sorgen ist – vor allem durch Sicherung oder Rückgewinnung von Auen, Rückhalteflächen und überschwemmungsgefährdeten Bereichen.*

§ 1a Abs. 2 WHG verpflichtet jedermann, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, unter anderem um eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden. § 31 Abs. 5 WHG konkretisiert und ergänzt diese Verpflichtung beim Gewässerausbau durch die Forderung, *natürliche Rückhalteflächen zu erhalten, das natürliche Abflußverhalten nicht wesentlich zu verändern, naturraumtypische Lebensgemeinschaften zu bewahren und sonstige erhebliche nachteilige Veränderungen des natürlichen und naturnahen Zustandes des Gewässers zu vermeiden.*

Gesichtspunkte des Naturhaushalts spielen auch im § 32 WHG (Überschwemmungsgebiete) eine wesentliche Rolle. Die Länder setzen nach § 32 Abs. 1 Satz 2 WHG die Überschwemmungsgebiete fest und erlassen die dem Schutz vor Hochwassergefahren dienenden Vorschriften, soweit es

1. zum Erhalt und zur Verbesserung der ökologischen Strukturen der Gewässer und ihrer Überflutungsflächen,
2. zur Verhinderung erosionsfördernder Eingriffe,
3. zum Erhalt oder zur Rückgewinnung natürlicher Rückhalteflächen oder
4. zur Regelung des Hochwasserabflusses erforderlich ist.

Diesen Forderungen ist bei der Festsetzung von Überschwemmungsgebieten nach § 112 LWG und der Genehmigung von Maßnahmen in diesen Gebieten nach § 113 LWG Rechnung zu tragen.

Dabei ist auch § 32 Abs. 2 WHG zu beachten. *Überschwemmungsgebiete sind in Ihrer Funktion als natürliche Rückhalteflächen zu erhalten; soweit dem überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit entgegenstehen, sind rechtzeitig die notwendigen Ausgleichsmaßnahmen zu treffen. Frühere Überschwemmungsgebiete, die als Rückhalteflächen geeignet sind, sollen so weit wie möglich wiederhergestellt werden, wenn überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit nicht entgegenstehen.*

### **Regelung der Unterhaltungspflicht**

Wer zur Unterhaltung der Gewässer verpflichtet ist, regelt § 91 LWG.

**Die Unterhaltung der fließenden Gewässer obliegt**

1. bei Gewässern erster Ordnung (s. Anlage zu § 3 Abs. 1 Nr. 1 LWG) dem Staat,
2. bei Gewässern zweiter Ordnung den Gemeinden, die mit ihrem Gebiet Anlieger sind (Anliegergemeinden) oder den Kreisen oder den Wasserverbänden, die im Einzelfall an die Stelle der Gemeinden treten.

Die Unterhaltung der stehenden Gewässer obliegt den Eigentümern oder, wenn sich diese nicht ermitteln lassen, den Anliegern (§ 91 Abs. 2 LWG). An die Stelle der für stehende Gewässer Unterhaltungspflichtigen können im Einzelfall ebenfalls Wasserverbände treten.

**Pflichten der Anlieger**

Das Wasserrecht schränkt die in § 903 des Bürgerlichen Gesetzbuches - BGB - <sup>14)</sup> begründeten Befugnisse des Grundeigentümers wesentlich ein. Die Eigentümer und Nutzungsberechtigten des Gewässers und seine Anlieger haben die zur Gewässerunterhaltung erforderlichen Arbeiten und Maßnahmen am Gewässer und auf den Ufergrundstücken zu dulden (§ 97 Abs. 1 LWG).

Soweit es zur ordnungsmäßigen Unterhaltung eines Gewässers erforderlich ist, haben die Anlieger und die Hinterlieger nach vorheriger Ankündigung zu dulden, daß die Unterhaltungspflichtigen oder deren Beauftragte die Grundstücke betreten, vorübergehend benutzen und aus ihnen Bestandteile für die Unterhaltung entnehmen, wenn diese anderweitig nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten beschafft werden können (§ 30 Abs. 1 WHG). Sie haben gemäß § 97 Abs. 2 LWG das Einebnen des Aushubs auf ihren Grundstücken zu dulden, soweit dadurch die bisherige Nutzung nicht dauernd beeinträchtigt wird.

Nach § 30 Abs. 2 WHG haben die Anlieger zu dulden, daß der zur Unterhaltung Verpflichtete die Ufer bepflanzt, soweit es für die Unterhaltung erforderlich ist. Die Anlieger können verpflichtet werden, die Ufergrundstücke in erforderlicher Breite so zu bewirtschaften, daß die Unterhaltung nicht beeinträchtigt wird; sie haben bei der Nutzung die Erfordernisse des Uferschutzes zu beachten.

Entstehen durch Handlungen des Unterhaltungspflichtigen Schäden, so hat der Geschädigte Anspruch auf Schadenersatz (§ 30 Abs. 3 WHG und § 97 Abs. 5 LWG).

<sup>14)</sup> Bürgerliches Gesetzbuch - BGB - vom 18. August 1896 (Reichsgesetzblatt S. 195), § 903 ergänzt durch das Gesetz vom 20. August 1990 (BGBl. I S. 1762)

Die Eigentümer und Nutzungsberechtigten des Gewässers und seine Anlieger haben alles zu unterlassen, was die Sicherheit und den Schutz der Ufer gefährden oder die Unterhaltung unmöglich machen oder wesentlich erschweren würde (§ 97 Abs. 6 LWG). Hierzu gehört, bei der Nutzung der Anliegergrundstücke einen ausreichenden Abstand vom Ufer zu halten. Ebenso darf der dem Unterhaltungszweck dienende Bewuchs in seinem Bestand nicht gefährdet werden (siehe auch § 2 Abs. 1 Nr. 9 BNatSchG und § 2 Nr. 9 LG).

**Pflichten des Ausbauträgers**

Der Träger des Vorhabens für einen Gewässerausbau hat, sofern dafür ein Planfeststellungsverfahren erforderlich ist, nach § 6 Abs. 1 Satz 1 UVPG die entscheidungserheblichen Unterlagen über die Umweltauswirkungen des Vorhabens der zuständigen Behörde zu Beginn des Verfahrens vorzulegen, in dem die Umweltverträglichkeit geprüft wird. Nach § 6 Abs. 2 UVPG bestimmen sich Inhalt und Umfang der Unterlagen nach den Rechtsvorschriften, die für die Entscheidung über die Zulässigkeit des Vorhabens maßgebend sind. Diese Rechtsvorschrift wird in Nordrhein-Westfalen über § 100 Abs. 1 LWG ausgefüllt.

Bei Ausbauvorhaben, für die eine Genehmigung gemäß § 31 Abs. 3 WHG erteilt werden kann, empfiehlt sich eine frühzeitige Beteiligung der zuständigen Behörde.

Für den Ausbau von Gewässern hat der Träger nach § 6 Abs. 2 LG im Fachplan oder in einem landschaftspflegerischen Begleitplan, der Bestandteil des Fachplans ist, alle Angaben zu machen, die zur Beurteilung des Eingriffs in Natur und Landschaft erforderlich sind. Erforderlich sind insbesondere

1. die Darstellung und Bewertung der ökologischen und landschaftlichen Gegebenheiten unter besonderer Hervorhebung wertvoller Biotope und der betroffenen Waldfläche,
2. die Darstellung von Art, Umfang und zeitlichem Ablauf des Eingriffs und
3. die Darstellung von Art, Umfang und zeitlichem Ablauf der Maßnahmen zur Verminderung, zum Ausgleich und zum Ersatz der Eingriffsfolgen.

Beim Ausbau von Gewässern muß der Ausbauplan diese Angaben enthalten. Nur so wird sichergestellt, daß die vielfältigen Funktionen des Gewässers und seines Umlandes optimal aufeinander abgestimmt werden. Gleiches gilt bei Ausbaumaßnahmen im Rahmen von Flurbereinigungen, bei denen der wasserbauliche Plan Bestandteil des Wege- und Gewässerplans ist.

## Eigentum an Gewässern

*Gewässer erster Ordnung sind Eigentum des Landes, soweit sie nicht Bundeswasserstraßen sind (§ 4 LWG).*

*Bildet ein Gewässer zweiter Ordnung kein selbständiges Grundstück, ist es Bestandteil der Ufergrundstücke und gehört deren Eigentümern (§ 5 Abs. 1 LWG). Bei selbständigen Gewässergrundstücken sind die Eigentümer aus dem Liegenschaftskataster ersichtlich. Soweit dort die Anlieger als Eigentümer bezeichnet sind, gehören diesen die Teilflächen des selbständigen Gewässergrundstücks.*

Eigentum an Gewässern, das abweichend von diesen Bestimmungen am 1.6.1962 (Inkrafttreten des LWG) bestand, bleibt aufrechterhalten (§ 7 LWG).

*Die Grenze zwischen dem Gewässer und den Ufergrundstücken (Uferlinie) wird durch den Mittelwasserstand bestimmt (§ 8 LWG). Die jeweilige, den natürlichen Veränderungen unterworfenen Uferlinie (§§ 9 bis 11 LWG) bildet also die Grenze zwischen dem Gewässer und dem Ufergrundstück.*

Das Nachbarrechtsgesetz – NachbG –<sup>15)</sup>, insbesondere dessen Vorschriften über Art, Höhe und Grenzabstand von Gehölzen und Einfriedigungen, regelt die privaten Rechtsverhältnisse von Grundigentümern untereinander, nicht aber die öffentlich-rechtlichen Beziehungen zwischen Unterhaltungspflichtigen und Grundeigentümern. Diese sind in zahlreichen wasserrechtlichen Bestimmungen (§ 30 WHG, §§ 97 und 98 LWG unter anderem) speziell geregelt. Das Nachbarrechtsgesetz ist daher insoweit nicht anwendbar (vgl. § 49 Abs. 2 NachbG).

## Anlagen in und an Gewässern

Der Bau, der Betrieb und die Unterhaltung von Anlagen in und an Gewässern unterliegen dem Grundsatz des § 1 a WHG, wonach die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum von Tieren und Pflanzen zu sichern sind. Der Bau solcher Anlagen kann auch ein Eingriff in Natur und Landschaft nach § 4 Abs. 1 LG sein.

*Die Errichtung oder wesentliche Veränderung von Anlagen in und an Gewässern bedarf der Genehmigung. Ausgenommen sind unter anderem Anlagen, die der Unterhaltung oder dem Ausbau des Gewässers dienen (§ 99 Abs. 1 LWG). Die Genehmigung darf nur versagt oder mit Nebenbestimmungen verbunden werden, wenn das Wohl der Allgemeinheit es erfordert (§ 99 Abs. 2 Satz 1 LWG).*

<sup>15)</sup> Nachbarrechtsgesetz - NachbG - vom 15. April 1969 (GV.NW. S.109) in der Fassung des Änderungsgesetzes vom 18. Februar 1975 (GV.NW. S. 190/200SGV.NW.40), zuletzt geändert durch Gesetz vom 7. März 1995 (GV.NW.S.193)

Anlagen zur Wasserentnahme oder Triebwerke müssen nach § 40 LFischG mit geeigneten Vorrichtungen gegen das Eindringen von Fischen ausgestattet sein.

Anlagen in Gewässern, die die Durchgängigkeit des Fließgewässers unterbrechen, beeinträchtigen dessen ökologische Funktion gravierend. Sollte dennoch in begründeten Fällen eine derartige Anlage trotz der wesentlichen Umgestaltung des Gewässers (§ 31 WHG) zugelassen werden, ist § 45 des Landesfischereigesetzes (LFischG) zu beachten:

*Wer Absperrwerke und andere Anlagen in einem Gewässer herstellt, die den Wechsel der Fische erheblich beeinträchtigen, muß auf seine Kosten Fischwege anlegen und unterhalten.*

*Bei bestehenden Anlagen dieser Art kann die obere Fischereibehörde im Benehmen mit der zuständigen Wasserbehörde vom Betreiber der Anlage nachträglich die Errichtung von Fischwegen fordern (§ 46 LFischG).*

Konsequenterweise sind Anlagen zur Benutzung eines Gewässers nach Wegfall der Benutzungsbefugnis zu beseitigen, sobald die zuständige Behörde dies anordnet (§ 31 Abs. 2 LWG). Eine vom Anlageeigentümer selbst beantragte Beseitigung der Anlage muß genehmigt werden, wenn andere durch das Außerbetriebsetzen oder Beseitigen der Anlage nicht geschädigt werden.

*Anlagen in und an fließenden Gewässern sind von ihren Eigentümern so zu erhalten, daß der ordnungsmäßige Zustand des Gewässers nicht beeinträchtigt wird (§ 94 LWG).*

## Bachpatenschaften

Naturschutzverbände, Fischereivereine, Bürgerinitiativen, Schulen und andere können im Rahmen von Bachpatenschaften, in Einzelaktionen oder auf Dauer an Gewässern ökologische Verbesserungen herbeiführen. Es ist dazu erforderlich, daß die Maßnahmen im einzelnen mit dem Unterhaltungspflichtigen vorbereitet und ausgeführt werden. Der Unterhaltungspflichtige behält dabei seine gesetzliche Verantwortung.

### 3. Grundlagen

#### 3.1 Gliederung der Fließgewässer

Die Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen umfassen eine weite Spanne unterschiedlicher Bäche und Flüsse und erfordern entsprechend ihrer Vielgestaltigkeit eine individuelle, differenzierte Behandlung. Zur Orientierung werden sie aufgrund der Einzugsgebietsgröße sowie der Spiegelbreite bei den heute anzutreffenden Verhältnissen in Gruppen gegliedert. Dabei ist zu beachten, daß naturnahe Fließgewässer häufig größere Spiegelbreiten aufweisen als ausgebaute.

Eine Untergliederung der Fließgewässer, die über die Typisierung anhand der grundlegenden Kriterien Einzugsgebietsgröße und Spiegelbreite hinaus auch Geländegehalt, Gestein und Boden mit einbezieht, führt zu folgender Übersicht:

##### Gewässer im Berg- und Hügelland

Der am weitesten verbreitete, unabhängig von Gestein und Boden auftretende und für wasserbauliche Maßnahmen bedeutsame Typ ist das Gewässer im

Sohlentäl. Gewässer dieser Art gestalten ihr Bett selbständig in der Talsohle oder Auenfläche, die durch Auffüllung des Talgrundes mit Sedimenten entstanden ist.

In Sohlentälern entwickeln Gewässer einen vielgestaltigen Lauf, der je nach Talgefälle kurvenreich, geschwungen oder mäandrierend sein kann. Eine Besonderheit gefällereicher Sohlentäler stellen Laufverzweigungen dar, die infolge flächenhafter Aufschotterungen auf der Talsohle entstehen können.

Nicht so häufig, aber bezeichnend für das Bergland und vorwiegend im Wald zu finden, ist das Gewässer im Kerbtal (Siefen, Siepen). Hier steigen die Hänge unmittelbar vom Gewässer aus in die Höhe. Durch vorherrschende Erosion kommt es nicht zur Ausbildung einer ausgeprägten Sohlen- oder Auenfläche, in der sich der Wasserlauf frei bewegen könnte. Der Längsverlauf des Gewässers im Kerbtal nimmt vielmehr die gestreckte Form des ihn umgebenden Geländeeinschnitts an.

Als Übergangsform kann das Gewässer im Muldental gelten. Hier fehlt zwar noch eine deutlich erkennbare Auenfläche, aber die angrenzenden Hänge steigen nicht so steil an wie im Kerbtal.

##### Bergland

Bezeichnung	Oberirdisches Einzugsgebiet AEO [km <sup>2</sup> ]	Spiegelbreite bei Mittelwasser [m]	Beispiele
Quellbäche			
Kleine Bäche	< 10	< 1	
Große Bäche	10 - 50	1 - 5	
Kleine Flüsse	50 - 300	5 - 10	Erft bei Arloff, Bröl bei Bröl, Lenne bei Schmallenberg, Nethe bei Brakel
Große Flüsse	> 300	> 10	Sieg bei Rosbach, Wupper unterhalb Wuppertal, Ruhr bei Meschede, Lenne unterhalb Altena

##### Flachland

Bezeichnung	Oberirdisches Einzugsgebiet AEO [km <sup>2</sup> ]	Spiegelbreite bei Mittelwasser [m]	Beispiele
Quellbäche			
Kleine Bäche	< 2	< 1	
Große Bäche	2 - 30	1 - 5	
Kleine Flüsse	30 - 500	5 - 10	Issel bei Anholt, Vechte an der Landesgrenze, Ahse bei Hamm, Moersbach bei Rheinberg, Schwalm bei Brügggen, Große Aue bei Rahden
Große Flüsse	> 500	> 10	Niers unterhalb Geldern, Ems unterhalb Warendorf, Lippe unterhalb Schloß Neuhaus

## Gewässer im Flachland

Im Flachland herrschen Gewässer mit einer deutlich erkennbaren Auenfläche vor. Hinzu kommen bei schwach ausgeprägten Geländeformen Gewässer im Flachmuldental. Die Gestalt des Gewässerprofils wird im Flachland ganz wesentlich vom Substrat an der Erdoberfläche (Lehm, Sand, Torf) mit seinen Eigenschaften wie Standfestigkeit und Transportfähigkeit bestimmt. Daher wird dieses Kriterium als wichtigstes zur weiteren Untergliederung der Flachlandbäche herangezogen. Dies gilt gleichermaßen für Bäche, die größere Flußniederungen durchziehen. Viele Gewässer im nordrhein-westfälischen Flachland weisen weiter vom Gewässer abgelegene Talkanten auf, die durch eiszeitliche Schmelzwasserabflüsse entstanden sind. Sie stellen heute Ausuferungsgrenzen für höhere Jährlichkeiten dar und sind als Auengrenze anzusehen.

In den südlichen Regionen des nordrhein-westfälischen Flachlandes, in denen Lößböden vorherrschen, gibt es Lehmabäche, die sich durch kastenförmige Profile mit stabilen Wänden und fester Sohle auszeichnen. Charakteristisch für die Sandgebiete im nördlichen Landesteil sind Sandbäche mit kastenförmigem Profil, die eine wellenförmige Sandsohle aufweisen. Bäche, die von organischem Material geprägt werden, insbesondere wenn sie vermoorte Geländerrinnen (Niedermoor) durchfließen, weisen überwiegend Kastenprofile mit wechselnden Tiefen auf.

## Zwischenformen

Als Bindeglied zwischen Wasserläufen des Berg- und Hügellandes und des Flachlandes sind solche in den Übergangsbereichen anzusehen, deren Sohle aus einem Gemisch von Steinen, Kies und Sand besteht. Das Substrat dieser Kiesbäche – ob kalkarm oder kalkreich – wird vom anstehenden Gestein der benachbarten Hügel und Berge bestimmt.

## 3.2 Grundzüge der Ökologie von Fließgewässern

Fließgewässer sind komplexe Ökosysteme aus unterschiedlichen Lebensräumen (Biotopen) und Lebensgemeinschaften (Biozöosen). Wasserkörper und Gewässerbett (aquatischer Bereich), Wasserwechselzone (amphibischer Bereich) und vom Gewässer beeinflusstes Umland (terrestrischer Bereich) werden jeweils durch spezifische Faktoren geprägt und weisen dementsprechend charakteristische Biozöosen auf. Lebensräume und Lebensgemeinschaften wandeln sich auch im Längsverlauf von der Quelle bis zur Mündung.

Wasserkörper, Gewässerbett, Uferbereich und Umland bilden ein komplexes Wirkungsgefüge. Hiervon abhängig sind eine vielfältige Flora und Fauna, die in der Regel sehr spezielle Ansprüche an das Vorhandensein bestimmter Kleinbiotope stellen.

Die Ausprägung dieser Kleinbiotope hängt wesentlich von den morphologischen Gegebenheiten und dem Abflußverhalten des Gewässers ab. Jeder natürliche Bach und jeder natürliche Fluß hat eine spezielle, für ihn charakteristische Ausbildung seiner Strukturelemente. Seine Laufentwicklung, sein Längsprofil, die Ausbildung seiner Querprofile und seine Sohlstruktur spiegeln die prägenden Faktoren des jeweiligen Naturraums wider. Das Abflußverhalten und die dem Wasseranriff ausgesetzten Böden und Gesteine spielen hier eine entscheidende Rolle.

Die ständige Veränderung der Fließgewässer und die damit verbundene Gestaltung der angrenzenden Tal- und Aue, aber auch die Dynamik des Überflutens und Trockenfallens, bringen äußerst vielfältige Landschaftsräume hervor. Diese Dynamik ist eine wesentliche Voraussetzung, daß sich die Lebensgemeinschaften der Fließgewässer und ihre Auen entfalten können.

Stillgewässer in der Aue gehören zum Fließgewässer, haben aber einen eigenständigen Charakter.

Quellen und Quellbäche sind wesentlich durch das Grundwasser geprägt. Sie unterscheiden sich in ihrem Stoff- und Energiehaushalt von den anschließenden Bachstrecken und besitzen eigene, vom jeweiligen Quelltyp geprägte Biozöosen. Naturnahe Quellen sind besonders schutzbedürftige Biotope.

### 3.2.1 Morphologie

Fließgewässer lassen sich durch die Art des Gewässerbettes, die Linienführung und die Längsentwicklung beschreiben. Diese Faktoren sind bei natürlichen und naturnahen Fließgewässern nicht durchgehend in der gleichen Ausprägung vorhanden, sondern variieren sowohl zwischen den verschiedenen Gewässern als auch innerhalb verschiedener Abschnitte eines Gewässers. Abhängig von den unterschiedlichen Grundformen, wie beispielsweise Bergbach mit gestreckter oder verzweigter Laufentwicklung oder Flachlandbach mit gewundenem Verlauf, weisen die Fließgewässer von Natur aus unterschiedliche Lebensräume auf.

Bei einem Untergrund aus erodierfähigem Material entsteht die jeweilige Gewässerform durch den Angriff des fließenden Wassers auf die vorhandenen Substrate. Solange das Transportvermögen des fließenden Wassers größer ist als die Lagerungsstabilität der Substrate, wird Material abgetragen und dorthin verlagert, wo die Schleppkraft nachläßt. Diese Vorgänge hängen vom Abflußgeschehen, den anstehenden

Boden- und Gesteinsarten, den Gefälleverhältnissen und der Talform ab. Auch Pflanzen und Tiere haben Einfluß auf dieses Geschehen.

So entstehen je nach den örtlichen Bedingungen für die Gewässerbettbildung breite bis sehr breite und damit flache Querprofile. Aus solchen Gewässerbetten finden immer wieder Ausuferungen statt. Größere Abflüsse überfluten die Aue und schaffen die dort typischen Standortbedingungen, die durch den Wechsel von Überflutung und Trockenfallen geprägt sind. Diese Bäche und Flüsse beanspruchen für ihr breites Gewässerbett und dessen Verlagerung einen großen Raum.

Wo die Kraft des angreifenden Wassers so gering ist, daß das anstehende Gestein gar nicht oder nur unwesentlich erodiert und verlagert werden kann, wird die Gewässerform von der Talform bestimmt. Diese Gewässerform findet sich häufig in den Oberläufen der kleineren Bergbäche, wo gestreckte Linienführungen dem Talverlauf entsprechend typisch sind. Ähnliches ist bei den Talmäandern zu beobachten, bei denen die Laufentwicklung der Gewässer an den Talrändern eingeschränkt ist.

Häufiger sind die Fließgewässer, die sich ihre Form in freier Entwicklung schaffen können und in mehr oder weniger starken Bögen verlaufen. Die Form der Bögen kann von schwachen Schwingungen bis zu ausgeprägten Mäandern reichen. Wenn der Lauf sich in mehrere Arme aufteilt, entstehen verzweigte Fließgewässer, die einen eigenen Gewässertyp darstellen.

In jedem Gewässer finden ständig kleinräumige Veränderungen statt, ohne daß der jeweilige Grundcharakter verlorengeht. Diese Veränderungen vollziehen sich bei manchen Bächen in geringfügigen Umlagerungen des Sohlsubstrats. Bei anderen, insbesondere bei verzweigten Fließgewässern, finden starke Umlagerungen der Substrate bei Hochwasserereignissen statt. Dies kann zur Ausbildung neuer Gewässerstrecken führen.

Ferner gibt es bei Flachlandbächen und -flüssen Veränderungen dadurch, daß an Prallufem Material abgetragen und an Gleitufem angelagert wird. Der Abtrag kann solche Ausmaße erreichen, daß sich zwischen zwei Gewässerbögen ein Durchbruch bildet, der zum Hauptlauf wird. Der dadurch abgetrennte Bogen wird zum Altarm. Weitere Strukturelemente wie Inseln, Sand- und Kiesbänke, Kolke und Stromschnellen, auch Felsblöcke und ins Wasser gefallene Bäume oder Baumteile, prägen den Charakter des Fließgewässers. An den Ufern bilden Gehölzwurzeln ein dichtes Geflecht und stellen sich der Erosion entgegen.

Bei allen beschriebenen Prozessen der Gewässerbettbildung kommt es in der Regel, abgesehen von natürlichen Erosionsbereichen (Kerbtälern), nicht zu stärkeren Eintiefungen der Fließgewässer gegenüber

der sie umgebenden Landschaft. Durch Breiten- und Krümmungserosion sowie durch den Eintrag von Geschiebe und anderem Feststoffmaterial wird einer Tiefenerosion entgegengewirkt. Menschliche Aktivitäten, wie z. B. naturferner Gewässerausbau oder ein hohes Maß an Versiegelung im Einzugsgebiet, können die Gleichgewichtsprozesse empfindlich stören.

Jedes Fließgewässer schafft eine eigene charakteristische Ausbildung seiner Strukturelemente. Dennoch lassen sich Gewässer, bei denen sich die Gefälleverhältnisse, die Talformen, das Abflußgeschehen und die Boden- und Gesteinsarten ähneln, zu Gruppen ähnlicher Erscheinungsformen zusammenfassen (vgl. 3.1).

### 3.2.2 Abflußgeschehen

Die Gestalt und Besiedlung eines Fließgewässers werden wesentlich durch das Abflußgeschehen geprägt. In Bergbächen stehen häufig geringe Niedrigwasserabflüsse großen Abflüssen bei Hochwasser gegenüber, während in Flachlandbächen und -flüssen das Verhältnis zwischen Niedrig- und Hochwasserabfluß ausgeglichener ist. Dennoch treten auch hier meist jährlich größere Abflüsse auf, die als Hochwasser die Aue überfluten. Sie sind standortbestimmend für die an den Wechsel von Überflutung und Trockenfallen angepaßte Lebensgemeinschaft der Aue. Trockenfallende Bäche und Flüsse weisen extreme Lebensbedingungen auf, an die sich nur wenige Tier- und Pflanzenarten angepaßt haben.

Für die Ausbildung der Abflüsse sind die Menge und die Verteilung der Niederschläge von entscheidender Bedeutung. Neben dem Niederschlag beeinflussen vor allem die Form des Einzugsgebietes, die Bodenarten, die Gefälleverhältnisse im Einzugsgebiet, die Dichte des Gewässernetzes sowie die Art der Flächennutzung die Abflußbildung.

Übersteigen die Niederschläge die Aufnahmefähigkeit der Böden im Einzugsgebiet, kommt es zu einem Abfluß auf der Landoberfläche. Nachdem Geländemulden gefüllt sind, fließt das Wasser den Fließgewässern zu. Bei entsprechend großen Mengen kann das Wasser nicht mehr in den Gewässerbetten abgeführt werden und ufer aus. Je nach Einzugsgebietsgröße lösen Niederschlagsereignisse mit unterschiedlicher Intensität und Dauer solche Hochwasserereignisse aus. In kleinen Einzugsgebieten führen kurze Starkregen zu Hochwasser, während bei größeren Einzugsgebieten langanhaltende Niederschläge mit vergleichsweise geringerer Intensität zumelst für das Eintreten von bedeutenden Hochwasserabflüssen maßgeblich sind.

Durch Versiegelung wird der Direktabfluß von Flächen erhöht. Eine ungünstige Wirkung kann auch durch

eine großflächige landwirtschaftliche Bewirtschaftung eintreten. Die Erhöhung des Abflusses kann in Einzelfällen extreme Ausmaße erreichen. Durch eine solche Veränderung kann das Gleichgewicht zwischen den angreifenden Kräften des fließenden Wassers und den beharrenden Kräften in Profilen von Fließgewässern gestört werden. Die Entwicklung naturnaher Gewässer erfordert eine angepaßte Wasserführung.

Weitere Veränderungen im Abflußgeschehen können durch Ausbaumaßnahmen verursacht sein, wenn durch sie die hydraulische Leistungsfähigkeit stark erhöht wurde. Große Durchflüsse können dann dort nicht mehr ausufern und damit in den Auen zwischengespeichert werden, sondern werden nach unterhalb transportiert.

Ähnliche Wirkungen haben Eindeichungen. Auch hier wird das Rückhaltevermögen der Aue nicht oder nicht in vollem Umfang genutzt.

Die Kenntnis des gewässertypischen Abflußverhaltens sowie der aktuellen, möglicherweise anthropogen beeinflussten Situation stellt eine wesentliche Voraussetzung zur Entwicklung naturnaher Gewässer dar.

### 3.2.3 Aquatischer Lebensraum

#### Wasserkörper und Gewässerbett

In den meisten Bächen und Flüssen dominiert das Gewässerbett als Lebensraum. Nur in großen Fließgewässern mit einer Wassertiefe über 2 m ist die „*Fließende Welle*“ der wesentliche Lebensraum. Auf der rauhen Gewässersohle und im benetzten Uferbereich befindet sich ein Mosaik von Kleinbiotopen, die sich insbesondere durch ihre unterschiedliche Lage zur Strömung und zum Licht unterscheiden. Sie sind der Siedlungsplatz für die auf eine feste Unterlage (Substrat) angewiesenen Organismen. Ihr Arteninventar und ihre Individuendichte werden insbesondere bestimmt durch:

- Strukturelemente
- Substrate
- Wasserführung, Fließgeschwindigkeit und Strömungsmuster
- Licht- und Temperaturverhältnisse
- Sauerstoffhaushalt
- Wasserchemismus (z.B. Kalk- und Nährstoffgehalt)
- Eintrag von organischer Substanz aus der Umgebung
- Belastung des Gewässers mit biologisch abbaubaren, trübenden, sedimentierenden oder toxischen Substanzen.

Die Einzelfaktoren wirken im Gewässer in Kombination miteinander. Daher werden nachstehend wichtige Wirkungskomplexe dargestellt.

#### Strukturelemente und Substrate

Art, Beschaffenheit, Verteilung und Häufigkeit der Strukturelemente, zu denen unter anderem Prall- und Gleitufer, Stromschnellen, Kolke, Felsblöcke, Kies- und Sandbänke gehören, bestimmen den Charakter der Fließgewässer als Lebensraum für Pflanzen und Tiere.

Die Art der Substrate (besiedelbare Flächen), z. B. anstehender Fels, grobe Blöcke und Gerölle, Kies, Sand und Schlamm, wird unter natürlichen Bedingungen wesentlich von der Beschaffenheit des Einzugsgebietes bestimmt, das ein Fluß oder Bach durchfließt. Auch Wurzeln, totes Holz und Falllaub sowie Unterwasserblütenpflanzen, Moose, Fadenalgen, Röhricht- und Schwimmblattpflanzen sind wichtige Substrate.

Künstliche Einbauten wie Betonwände, Steinpflaster und Steinstickungen sowie Holz- und Metallspundwände sind nur sehr beschränkt als Lebensstätte geeignet.

Feinkörnige Substrate (Schlamm und Sand) werden bevorzugt von Kiesel- und Blaualgen, Höheren Pflanzen sowie von bestimmten Würmern, Insektenlarven und anderen Tieren besiedelt. An grobkörnigen Substraten und auf größeren, festen Unterlagen, wie Blöcken, anstehendem Fels, haften Algen, Moose und andere Wasserpflanzen. Auf und zwischen ihnen leben Schnecken, Würmer, Insektenlarven, Kleinkrebse und weitere Organismen.

Die frei beweglichen Tiere halten sich bevorzugt an den licht- bzw. strömungsabgewandten Seiten der Substrate auf. Deshalb sind die Hohlräume zwischen den Steinen und die Steinunterseiten biologisch von besonderer Bedeutung. Entsprechendes gilt auch für Moosrasen und Wasserpflanzenbestände; denn durch sie wird die innere Oberfläche des Gewässers ganz erheblich vergrößert und damit die Grundlage für eine hohe Bioaktivität geschaffen. Strömungsarme Räume bieten vor allem vielen Niederen Tieren günstige Lebensbedingungen und sind gleichzeitig Laichgebiet für bestimmte Fischarten. Niedere Wassertiere bilden die Nahrungsgrundlage für Fische und Wasservögel.

Freigespülte Wurzeln sind ebenfalls ein wichtiges Strukturelement, denn zwischen ihnen halten sich bevorzugt die reviertreuen Edelkrebse und Bachforellen auf.

Auch der Porenraum unterhalb der Gewässersohle (hyporheisches Interstitial) ist ein biologisch bedeutender Lebensraum. Insbesondere in Bergbächen ist er Refugium für die jüngsten Stadien von Niederen Tieren und Fischen.

Die gelegentliche Bewegung und Verlagerung der Sedimente und Gerölle durch Erosion und Sedimentation gehört zum normalen Geschehen im Gewässer, an das die Lebensgemeinschaft angepaßt ist. Ständige

Umlagerung, wie sie insbesondere im treibenden Sand auftritt, wirkt aber besiedlungsfeindlich.

Durch menschliche Aktivität verstärkte Erosion führt zum Verlust von Lebensmöglichkeiten und zur Minderung der Bioaktivität in den betreffenden Fließgewässerstrecken. Gleichzeitig führt sie zu einer verstärkten Sedimentation und damit Beeinträchtigung des Lebensraumes stromabwärts. Darüber hinaus stellen gewässerfremde Feinsedimente sowie die gewässereigene Verschlammung durch Wasserpflanzen- und Algenwuchs eine Belastung dar. Durch den ständigen Transport erheblicher Mengen feinkörnigen Materials werden die Fangnetze, die manche ortsfeste Niedere Tiere zum Nahrungserwerb bauen, verstopft und damit unwirksam. Der verstärkte Schwebstofftransport führt daher zum Verschwinden dieser Organismen. Durch verstärkte Sedimentation können sich die Hohlräume in und unter der Gewässersohle zusetzen. Dies führt zu einem Verlust von Laichplätzen für kieslaichende Fische und insgesamt zu einer Verarmung der Lebensgemeinschaft. Empfindliche Fischarten wie Bachforelle und Äsche wandern aus dem Gewässerabschnitt ab.

#### **Wasserführung, Fließgeschwindigkeit und Strömungsmuster**

Die Strömung ist in der Regel der bedeutsamste Faktor für die Ausprägung der Lebensgemeinschaften im Fließgewässer. Da kein Organismus auf Dauer gegen die Strömung anschwimmen kann, sind die Fließwasserorganismen in vielfältiger Weise an das Leben unter diesen Bedingungen durch Körperbau oder Lebensweise angepaßt. Solche Anpassungen sind Abplattung oder Spindelform des Körpers, Haft-einrichtungen oder Aufenthalt in strömungsarmen bzw. strömungsfreien Räumen. Auf diese Weise werden die Organismen nicht abgetrieben, genießen aber die Vorteile des fließenden Wassers mit dem ständigen Wasseraustausch, der z. B. Sauerstoff und Nährstoffe rasch heranführt.

Für die Ausbildung von Kleinbiotopen sind sowohl die Sohlenrauigkeit als auch das davon abhängige Strömungsmuster des Wassers wichtig. Zum natürlichen Gewässer gehört das Vorhandensein eines kleinräumigen Netzes unterschiedlicher Strömungsrichtungen und -geschwindigkeiten.

Beim Aufstau eines frei fließenden Gewässers tritt die Strömung als ökologischer Faktor weitgehend zurück. Infolge verringerter Schleppkraft des Wassers kommt es zur Sedimentation auch relativ leichter Partikel, die meist einen hohen Anteil organischer, biologisch leicht abbaubarer Stoffe enthalten. Damit wird ein unter Umständen erheblicher Teil der sauerstoffzehrenden Fracht im Staubereich zurückgehalten. Die Abbauvorgänge werden aus der fließenden Welle ins Sediment verlagert. Bei großen Abflüssen, insbesondere nach

Starkniederschlägen, ist es möglich, daß der Schlamm zumindest teilweise wieder ausgeräumt und stromabwärts verfrachtet wird. Das kann starke Sauerstoffzehrung und als Folge davon Fischsterben auslösen.

Meist sind die Fließgewässer so nährstoffreich, daß Stauhaltungen erhebliche Eutrophierungserscheinungen mit nachteiligen Folgen auch für unterhalb liegende Fließabschnitte aufweisen. Dies gilt auch für Dauerstau in Hochwasserrückhaltebecken. Dort kann es zu starken Verkrautungen und Massenentwicklung von Algen kommen, die den Stoffhaushalt belasten und die Wasserbeschaffenheit erheblich beeinträchtigen.

In Stauhaltungen entwickelt sich eine vom frei fließenden Wasser erheblich abweichende Biozönose. Die an strömendes Wasser gebundenen Arten treten zurück, während sich andererseits die komplette Stillwasserbiozönose in der Regel nicht einstellt.

Wasserentnahme, wie für Energiegewinnung, hat grundlegende Auswirkungen auf die Strömungsverhältnisse und das Substratgefüge in den betroffenen Fließgewässerstrecken. Bei Unterschreiten eines bestimmten Abflusses verändern sich die sohnahen Strömungsbedingungen so, daß sich die gewässertypische Lebensgemeinschaft nicht mehr einstellen kann. Zu deren Erhalt ist die Einhaltung eines Mindestwasserabflusses erforderlich.

Eine erhebliche Belastung für Fließgewässer können Niederschlags- und Mischwassereinleitungen darstellen. Die erhöhte hydraulische Belastung kann einerseits die Gewässermorphologie beeinträchtigen, andererseits zu einer unnatürlich hohen Abdrift der Organismen führen. Die gewässertypische Besiedlung kann durch ständig wiederkehrenden hydraulischen Streß veröden. Diese Gefahr ist in naturnahen Gewässern mit ausreichenden Retentions- und Refugialräumen wesentlich geringer. Neben den hydraulischen Belastungen können solche Einleitungen auch eine erhebliche stoffliche Belastung des Gewässerökosystems darstellen.

Spezifische hydrologische und geologische Verhältnisse haben zur Entstehung natürlicherweise periodisch sommertrockener Bäche geführt. In diesen findet sich eine speziell angepaßte, schützenswerte Lebensgemeinschaft, die die trockenen Sommermonate z. B. durch die Ausbildung von Dauerstadien überlebt. Dieser seltene Bachtypus kann durch die Einleitung von Wasser gefährdet werden.

#### **Wasserchemismus und Bioproduktion**

Neben der Strömung ist der Wasserchemismus ein bedeutender Faktor im Fließgewässer. Flüsse und Bäche mit kalkarmem Wasser unterscheiden sich erheblich von solchen mit kalkreichem Wasser, z. B.

durch ihren Artenbestand, ihre Produktivität, ihre Störungsanfälligkeit und ihre Neigung zur Versauerung.

Nach wie vor spielt der Nährstoffeintrag durch Dränwasser, durch Abschwemmung aus landwirtschaftlichen Nutzflächen oder auch durch unzureichend gereinigtes Abwasser eine große Rolle. Dies führt dazu, daß die Fließgewässer in nahezu allen Gebieten Pflanzennährstoffe im Überfluß haben. Bei starker Belichtung kommt es dann zu verstärkter pflanzlicher Produktion (Eutrophierung). Unerwünschter Massenwuchs von Pflanzen (Verkrautung) entsteht bei hoher Fließgeschwindigkeit durch fädige Grünalgen (vor allem *Cladophora*), ansonsten durch Wasserhahnenfuß- und Laichkrautarten. Bei geringer Fließgeschwindigkeit gelangen insbesondere folgende Blütenpflanzen zu Massenwuchs: Igelkolben, Pfeilkraut, Gelbe Teichrose, Wasserschwaden, Wasserschwertlilie und Rohrkolben. Abgestorbene Pflanzen, Mähgut und abgerissene Fadenalgen können durch Fäulnis zu Sekundärverunreinigungen führen, die sich infolge Verdriftung erst weiter stromabwärts auswirken.

Eine wirkungsvolle Eindämmung der pflanzlichen Überproduktion im Gewässer ist durch Maßnahmen zur Minderung des Nährstoffeintrages aus dem Einzugsgebiet und durch die naturnahe Entwicklung der Fließgewässer und ihrer Auen zu erreichen.

Pflanzenwuchs am Ufer und in der Sohle gehört zur funktionsfähigen Gewässerbiozönose und ist auch im Interesse der Landschaftspflege und des Artenschutzes erforderlich. Viele Wasserpflanzen sind in ihrem Bestand bereits stark gefährdet bzw. vom Aussterben bedroht. Die Ursache hierfür liegt nicht allein in den bisher üblichen Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen, sondern auch in dem erhöhten Nährstoffangebot, das nur wenige Arten begünstigt, zahlreiche andere aber verdrängt, die an einen geringen Nährstoffgehalt angepaßt sind.

In den Oberläufen der Fließgewässer spielt der Eintrag partikulärer organischer Substanz aus der Umgebung (Laub, Holz, Insekten) eine große Rolle für die tierische Produktion, die wesentlich auf diesen Eintrag von Nahrung angewiesen ist.

### Lichtverhältnisse und Temperatur

Natürliche Fließgewässer werden weithin von geschlossenen Ufergehölzen begleitet. Die damit verbundene Beschattung läßt in kleinen Gewässern nur einen geringen Bewuchs an Makrophyten (Blütenpflanzen, Moose, fädige Rot- und Grünalgen) sowie Mikrophyten (vor allem Kiesel- und Blaualgen) aufkommen. Diese breiten sich erst dann stärker aus, wenn Ufergehölze fehlen.

Neben den Ufergehölzen schwächt starker Schwebstoffgehalt den Lichteintritt ins Gewässer ab, z. T. bis zum völligen Schwund von Pflanzen. Ausbuchtungen in schmalen Fließgewässern und größere Gewässer, die nicht vollständig von Ufergehölzen überschirmt werden, können von Natur aus bis in etwa 2 m Wassertiefe einen reichen Besatz an Wasser-, Sumpf- und Röhrichtpflanzen aufweisen.

In engem Zusammenhang mit dem Licht steht der Temperaturhaushalt der Gewässer. Beschattung behindert die Erwärmung. Durch Entfernen der beschattenden Ufergehölze, durch Verbreitern des Gewässerbetts und Verlängern der Fließzeit durch Stauhaltungen wird die Erwärmung des Wassers gefördert. Dadurch kann z. B. ein sommerkühles Forellengewässer in einen ökologisch weniger wertvollen Zustand versetzt werden. Höhere Wassertemperaturen verstärken die Stoffwechselgeschwindigkeit der Organismen und beeinflussen den Sauerstoffhaushalt erheblich.

### Sauerstoffhaushalt

Der Sauerstoffhaushalt gehört entsprechend seiner hervorragenden Bedeutung für das Leben in den Gewässern und damit auch für die biologische Selbstreinigung zu den wichtigsten abiotischen Faktoren. Er wird von mehreren zum Teil gegenläufigen Vorgängen beeinflusst.

Physikalischer Sauerstoffeintrag erfolgt aus der Luft und ist von zahlreichen Faktoren abhängig (z. B. Größe der Luft-Wasser-Grenzfläche, Turbulenz, Einwirkzeit).

Biogener Sauerstoffeintrag erfolgt am Tage durch Photosynthese der festsitzenden Blütenpflanzen, Moose und Algen sowie in großen Flüssen und Stauhaltungen auch durch die im Wasser schwebenden Planktonalgen.

Sauerstoffverbrauch erfolgt durch Atmung von Tieren und Pflanzen und vor allem beim Abbau organischer Substanzen durch Bakterien und andere Mikroorganismen. Gelegentlich können rein chemische Vorgänge zu nennenswertem Sauerstoffverbrauch führen. Die Abnahme der Löslichkeit des Sauerstoffs im Wasser mit zunehmender Temperatur kann ebenfalls eine Rolle spielen. Da der Sauerstoffverbrauch der Organismen bei zunehmender Temperatur ansteigt, summieren sich die negativen Auswirkungen bei Temperaturerhöhung und gleichzeitiger organischer Belastung; denn die temperaturbedingte Intensivierung der Selbstreinigung hat einen erhöhten Sauerstoffverbrauch der Bakterien in abwasserbelasteten Strecken zur Folge. Dies kann in kritisch belasteten bis stark verschmutzten Gewässern (Güteklasse II - III und schlechter) zu Fischsterben durch Sauerstoffmangel führen. Ähnlich nachteilig wirkt sich plötzliches

Absterben von Algen nach Wetterstürzen aus. In stark überdüngten, verkrauteten Gewässern kann die Sauerstoffproduktion der Pflanzen am Tage zu erheblicher Übersättigung führen. In den Nachtstunden wird jedoch so viel Sauerstoff verbraucht, daß sogar völliger Sauerstoffschwund eintreten kann, wenn der Verbrauch an Sauerstoff durch alle Organismen im Wasser stärker steigt als der Sauerstoffeintrag durch die Photosynthese der Pflanzen. Daneben führt starke Assimilation der Pflanzen zur Erhöhung des pH-Wertes und somit zur Umwandlung von Ammonium zu fischgiftigem Ammoniak.

Bei guter Sauerstoffversorgung bilden sich in den Bächen und Flüssen artenreiche, vielgestaltige Biozönosen aus, die in ihrem Charakter von den übrigen Standortfaktoren geprägt werden. Mit zunehmendem Sauerstoffdefizit, auch wenn es nur gelegentlich und kurzzeitig auftritt, sinkt die Artenzahl der Wassertiere schnell ab. Insbesondere verschwinden die an hohen Sauerstoffgehalt gebundenen Reinwasserformen, wie z.B. unter den Fischen die Forellen und Äschen. Im Extremfall kann es zur völligen Verödung des Gewässers kommen.

#### Stillwasserbereiche

Im Fließgewässer sind neben kleinsten Bereichen mit geringer oder fehlender Strömung auch größere Stillwasserbereiche als Lebensraum für wirbellose Tiere und Pflanzen von Bedeutung. Sie finden sich besonders in Kolken, unter Baumwurzeln und hinter größeren Steinen. Für Fische sind größere Stillwasserzonen als Stand-, Ruhe-, Zufluchts-, Nahrungs-, Laich- und Aufwuchsplätze erforderlich. Das gilt besonders für Fischarten wie Forelle, Äsche und Koppe sowie für Neunauge und Edelkrebs. Wenn solche Ruhezone fehlen, kann der gesamte Bach- bzw. Flußabschnitt für Fische unbesiedelbar sein.

#### Durchgängigkeit

Eine wesentliche Voraussetzung für die Ausbildung vollständiger Lebensgemeinschaften in Fließgewässern ist die ökologische Durchgängigkeit, und zwar sowohl in Längs- und Querrichtung als auch in vertikaler Richtung. Die Durchgängigkeit in Längsrichtung aufwärts wie abwärts ist von besonderer Bedeutung für den Austausch von Organismen, insbesondere für Wanderfische wie Lachs und Meerforelle sowie Neunaugen, die zum Laichen in kleine Fließgewässer aufsteigen müssen.

Auch andere Fischarten führen Wanderungen oder Ortswechsel durch. Bachforellen und Barben steigen zur Vermehrung in flußaufwärts gelegene Gewässerabschnitte oder Seitenbäche auf. Nasen wechseln

täglich zwischen Ruhe- und Freßplätzen. Brassen ziehen sich zum Überwintern in tiefe Kolke zurück. Junge Koppen benötigen ein feinkörnigeres Substrat als die ausgewachsenen, die grobschotterige Abschnitte bevorzugen. Verdriftete Fische und andere Tiere führen flußaufwärts gerichtete Kompensationswanderungen durch. Dafür sind sie auf Bereiche mit geringer oder fehlender Strömung angewiesen.

Die ökologische Durchgängigkeit wird durch Stauanlagen in Fließgewässern erheblich beeinträchtigt. Diese Anlagen sind Barrieren für Fische und andere Wasserorganismen. Weitere Wanderungshindernisse sind Sohlabstürze, steile Rampen, verrohrte oder im Sohlbereich künstlich befestigte Abschnitte.

Der durch Stauhaltungen unterbundene Feststofftransport und die veränderte Abfließdynamik führen zu einer Umwandlung der Gewässermorphologie und damit des Lebensraumes. Die Durchgängigkeit in Querrichtung ist Voraussetzung für die Ausbreitung der Organismen in die Nebengewässer und in den amphibischen sowie terrestrischen Bereich. Die Durchgängigkeit in vertikaler Richtung bietet den Organismen die Möglichkeit, das Lückensystem (Interstital) der Gewässersohle zu besiedeln.

#### Gewässerabhängige Tierwelt

Neben den im Wasser lebenden Tieren sind auch die am Gewässer lebenden Tiere – vor allem Vögel, Amphibien und Insekten – zu beachten, da sie unmittelbar vom fließenden Wasser (z. B. als Nahrungsquelle) abhängig sind.

Nach ihren speziellen Ansprüchen an die Lebensstätte sind z.B. Wasservögel für bestimmte Gewässerabschnitte typisch. So ist die Wasseramsel ein Charaktervogel sauberer Bäche und Flüsse im Bergland mit rauher Gewässersohle und dem entsprechenden Muster der Fließgeschwindigkeiten. Charakteristisch für Mittelgebirgsbäche ist die Gebirgsstelze. Der Eisvogel besiedelt Bach- und Flußabschnitte mit Steilufern und einem dem Gewässer entsprechenden Jung- und Kleinfischbestand. Uferschwalben benötigen ebenfalls Steilufer als Nistplätze. Viele Watvögel, wie der Flußuferläufer, sind dagegen auf im Sommer trockenfallende Schlamm- oder Kiesflächen angewiesen. Für Durchzügler und Wintergäste – wie Enten und Gänse – sind große, naturnahe Gewässer samt ihrer Uferbereiche lebensnotwendig. Amphibien sind auf Bereiche mit geringer oder fehlender Strömung beschränkt. Die meisten Libellen benötigen als Lebensraum pflanzenreiche, besonnte Gewässerabschnitte. Daneben gibt es auch selten gewordene Libellenarten, deren Larven in kleinen Stillwasserbereichen sommerkühler Bäche leben.

### 3.2.4 Amphibischer Lebensraum

Der amphibische Bereich eines Fließgewässers entspricht in etwa dem unteren Mittelwasserbereich. Er ist häufig wiederkehrenden Wasserstandsschwankungen ausgesetzt.

An großen Flüssen kann sich bei flachem Ufer, im amphibischen Bereich, eine Röhrichtzone ausbilden. Diese ist an kleinen Flüssen und Bächen eher fragmentarisch ausgeprägt, weil hier die Ufer meist steil abfallen.

An breiten Fließgewässern kann im amphibischen Bereich eine Abfolge von Landpflanzen wachsen, die sich entweder jeweils von neuem auf trockenliegendem Boden ansiedeln und in einer Vegetationsperiode ihren Lebenszyklus beenden oder als Stauden ausdauern, weil sie oft wiederkehrende Überflutungen vertragen. So entstehen einjährige Knöterich-Gänsefuß-Krautfluren, Plathalmbinsen- und Wildkressen-Gesellschaften, Rohrglanzgras-Flußferröhrichte, die bei geringer Wasserbewegung auch Stillwasserröhrichtpflanzen enthalten, Flutrasen und – als Grenzfall im oberen Mittelwasserbereich – auch Schmalblattweidengebüsche. Wasserseitig treten z. T. Durchdringungen mit Wasserpflanzengesellschaften auf. An schmalen, gehölzgesäumten Wasserläufen beschränkt sich bei vom Menschen ungestörten Verhältnissen der Bewuchs im amphibischen Bereich auf kleinflächige Bestände von Bachkräutern und Flußferröhrichts sowie auf vereinzelte Vorkommen kurzlebiger Krautfluren. Diese kommen hauptsächlich auf Gleitufem und inselartigen Anlandungen zur Entwicklung.

Fehlt im angrenzenden terrestrischen Bereich der Baumbewuchs, kann sich, durch den ungehinderten Lichteinfall gefördert, verstärkt ein Röhrichtstreifen ausbilden, der auch auf höhergelegene Bereiche übergreifen kann. Landseitig wird das Uferferröhricht vielfach von Hochstaudenfluren abgelöst.

Die amphibische Zone ist Lebensraum von speziell an die hier herrschenden Verhältnisse angepaßten Pflanzen und Tieren. Die amphibisch lebenden Tiere halten sich nur zeitweise hier auf, sind aber in ihrem Lebenszyklus auf das Vorhandensein der amphibischen Zone dringend angewiesen. Deshalb soll die amphibische Zone, wo immer sie ausgebildet ist, bei der Gewässerunterhaltung besondere Berücksichtigung finden. Dies gilt vor allem für die wandernden Kiesbänke als selten gewordene, extreme Lebensstätten.

### 3.2.5 Terrestrischer Lebensraum

Der terrestrische Bereich schließt sich an den amphibischen im oberen Mittelwasserbereich an. Als im Gelände sichtbare untere Grenze gilt im allgemeinen der Beginn des Gehölzbewuchses.

Der terrestrische Bereich wird so weit zur Aue gerechnet, wie er noch überflutet wird (rezente Aue). Sind ursprüngliche Überflutungsräume etwa durch Geländeaufhöhungen oder Gewässerausbaumaßnahmen verlorengegangen oder durch Deiche abgetrennt worden, so kann eine Abgrenzung von früheren Überflutungsräumen nach älteren Karten oder Darstellungen sowie nach Bodentypen erfolgen, um je nach Aufgabensstellung sinnvolle Bereiche zu ermitteln.

Fließgewässer und ihre Auen stehen miteinander in enger Wechselbeziehung. Eine besonders enge Beziehung besteht zwischen dem Fließgewässer und seinen Altarmen, Altwässern, Dellen und Flutmulden. Bei Hochwasser werden sie überflutet. Dabei werden Substrate und Organismen aufgenommen und abgelagert. Darüber hinaus werden auf ganzer Fläche Bodenwasserhaushalt und Bodennährstoffhaushalt vom Gewässer geprägt. Hinzu kommen Veränderungen der Oberflächengestalt durch Abtrag und Auflandung. Andererseits beeinflußt die Aue maßgeblich den Stoffhaushalt des Gewässers.

Der terrestrische Bereich läßt sich anhand seines Bewuchses meist in eine Weichholz- und in eine Hartholzaue untergliedern. Am deutlichsten kommt dies an größeren Flüssen zur Geltung, wo von Natur aus auf tieferem Niveau Silberweidenwälder, auf höherem Stieleichen-Eschen-Auenwälder wachsen. An kleinen Flüssen und Bächen, bei denen das Hochwasser nur kürzere Zeit andauert, übernehmen schmale, oftmals unterbrochene Erlenmischwälder die Rolle des Silberweidenwaldes und Stieleichen-Hainbuchenwälder die des Stieleichen-Eschen-Auenwaldes.

Die natürlichen Wälder in der Aue gehören zu den seltenen und schützenswerten Lebensräumen, mosaikartig durchdrungen von Röhrichtern, Seggenrieden, Hochstaudenfluren und Flutrasen. Durch die Nutzung des Menschen entstanden die vielfältigen Grünlandpflanzengesellschaften der Wiesen und Weiden. Das daraus entstandene Mosaik von Vegetationseinheiten kann Lebensraum vieler, teils selten gewordener Pflanzen und Tiere sein.

Die Erhaltung oder die Rückgewinnung autotypischer Lebensräume, vor allem von Auenwäldern, kann nur gelingen, wenn die charakteristischen Standortbedingungen, namentlich die Überflutungen, gegeben sind.

### 3.2.6 Stillgewässer in der Aue

Stillgewässer in der Aue, die von einem Fließgewässer durch natürliche Vorgänge oder durch bauliche Maßnahmen abgeteilt sind, werden als Altwässer bezeichnet. Sie werden untergliedert in:

- Altarme, die an das Fließgewässer angebunden sind und durchströmt werden (beidseitige Anbindung)

- Altarme, die an das Fließgewässer angebunden sind, aber nicht durchströmt werden (einseitige Anbindung)
- Altwasser, die vollständig vom Fließgewässer getrennt sind und nur bei Hochwasser gelegentlich mit ihm in Verbindung stehen.

Altarme und Altwasser gehören von Natur aus zum Fließgewässer. Sie entstehen durch Bettverlagerungen und das Abschnüren von Mäandern. Wie stehende Gewässer verlanden sie unter natürlichen Bedingungen allmählich, wobei sie vom offenen Gewässer bis zum Bruchwald die verschiedensten Entwicklungsstadien durchlaufen. Die natürliche Dynamik des Fließgewässers kann diese Entwicklung auch unterbrechen und von neuem Altwasser entstehen lassen. Das Nebeneinander von Stillgewässern unterschiedlichen Alters führt zu einem Mosaik verschiedener Lebensräume in der Aue.

Der Alterungsprozeß von Altwässern vollzieht sich unter natürlichen Bedingungen innerhalb von Jahrhunderten bis zu Jahrtausenden. Als Folge der seit einigen Jahrzehnten ablaufenden rasanten Eutrophierung verlanden viele Gewässer durch Verkrautung und Verschlammung derart rasch, daß sie innerhalb weniger Jahre ihren ursprünglichen Charakter verlieren.

Altwässer enthalten eine an ruhendes oder schwach strömendes Wasser angepasste Lebensgemeinschaft aus Pflanzen und Tieren, die sich ständig hier aufhalten. Insbesondere kann sich Plankton (im Wasser schwebende Pflanzen und Tiere) entwickeln. Zusätzlich sind diese Stillgewässer Zufluchtsort für Fische bei Hochwasser. Als zeitweiliger Aufenthaltsort sind sie z. B. für Libellen und Amphibien erforderlich, die solche Gewässer zur Fortpflanzung oder Überwinterung aufsuchen.

Eine weitere ökologische Funktion der Altwässer besteht darin, daß hier häufig Röhrichte und Wasserpflanzen der Stillgewässer wachsen. So ausgestattete Altwässer dienen bestimmten Fischarten als Laichplatz und sind zugleich Lebensgrundlage der Fischbrut und der wirbellosen Tiere. Die anschließenden wechselfeuchten, zeitweise überfluteten Flächen mit Hochstaudenfluren, Seggenrasen, Feuchtwiesen und feuchten Wäldern sind die Lebensstätte bzw. das Rückzugsgebiet zahlreicher Pflanzen- und Tierarten.

### 3.3 Uferstreifen

Zur naturnahen Entwicklung muß den Gewässern genügend Raum zur Verfügung stehen, in dem sie sich aufgrund ihrer Eigendynamik verlagern können. Dafür müssen ausreichend breite, mit einem dem Gewässerschutz Rechnung tragenden Bewuchs versehene Landstreifen (Uferstreifen) die Gewässer beidseitig begleiten. Die Uferstreifen sind integraler

Bestandteil der Gewässer. Profilveränderungen der Gewässer, die sich in diesen Streifen einstellen, sind ausdrücklich erwünscht. Das fördert die Strukturvielfalt des Gewässers, die neben einer guten Wasserbeschaffenheit Voraussetzung dafür ist, daß sich eine gewässertypische Lebensgemeinschaft ausbilden kann.

Von Natur aus wären alle Gewässer weithin von Wald gesäumt. Deshalb sollen sie auch in der Kulturlandschaft möglichst von einem Waldsaum begleitet werden (vgl. 3.7.4).

Uferstreifen bieten vielen Tieren und Pflanzen Lebens- und Regenerationsräume. Sie verbinden das Gewässer mit der genutzten Aue und verbessern die Austauschbeziehungen zwischen diesen Räumen. Im Längsverlauf stellen sie wichtige Wanderwege für Organismen dar und ermöglichen einen durchgängigen Biotopverbund. Sie bereichern außerdem das Landschaftsbild.

Naturnahe Gewässer mit ihren Gehölzbestandenen Uferstreifen halten das Wasser länger in der Landschaft zurück, verlangsamen damit das gesamte Abfließgeschehen und dämpfen auf diese Weise auch die Abfließspitzen bei Hochwasser.

Werden ufernahe Flächen intensiv landwirtschaftlich genutzt, besteht die Gefahr eines Stoffeintrages in die Gewässer. Die Uferstreifen wirken als Puffer und mindern die Stoffeinträge aus angrenzenden Flächen. Vor allem halten sie bei Abflüssen auf der Bodenoberfläche in gewissem Maße die Bodenpartikel und die an diese gebundenen Nähr- und Schadstoffe zurück. Darüber hinaus sollte jedoch darauf hingewirkt werden, daß die Nutzung der an die Uferstreifen angrenzenden Flächen geändert wird, um so die Stoffeinträge langfristig zu verringern.

Neben dem ökologischen Wert bieten Uferstreifen mit weithin geschlossenen Gehölzsäumen den zusätzlichen Gewinn, daß die Gewässerunterhaltung reduziert oder gar eingestellt werden kann.

Die Breite des Uferstreifens ist entscheidend abhängig vom Gewässertyp, der Verlagerungsintensität des Gewässers, der Stabilität der Ufer, der Oberflächengestaltung und ihrer Nutzung.

Die Planung des Uferstreifens wird vom Entwicklungsziel für das Gewässer bestimmt (vgl. 4., Entwicklungsziel). Demgemäß ist ein naturnaher Gewässerverlauf zugrunde zu legen, wie er von einem entfesselten Gewässer durch Eigendynamik im Laufe der Zeit zu erwarten ist. Außerdem muß sich ein Gehölzbestand aus Bäumen und Sträuchern ungestört entwickeln können. Als Anhalt für die erforderliche Breite des Uferstreifens an dem so zu erwartenden Wasserlauf kann die Gewässerbreite zwischen den Böschungsoberkanten dienen, aber nicht weniger als 5 m auf jeder Seite ab Böschungsoberkante.

### 3.4 Fließgewässer in der freien Landschaft

Fließgewässer müssen in bezug auf Naturhaushalt und Landschaftsbild im Zusammenhang mit dem angrenzenden Landschaftsraum betrachtet werden. Sie sind wesentlicher Bestandteil von Natur und Landschaft.

#### Bedeutung für das Umland

Bäche und Flüsse stellen mit ihren unterschiedlich bewachsenen Uferstreifen bandförmige Landschaftselemente dar, die zumeist einer weit weniger intensiven Einflußnahme durch den Menschen unterliegen als die angrenzenden Nutzflächen. Das läßt sie insbesondere in einer ausgeräumten Agrarlandschaft für viele Wildpflanzen und Tiere zum bevorzugten Lebensraum werden.

Sofern die Ufer von Gehölzen gesäumt sind, erlangt der Bewuchs an Wasserläufen eine ähnliche Bedeutung, wie sie Hecken und Gebüsch im allgemeinen zukommt. Wie andere Gehölzbänder auch besitzen Ufergehölze ein eigenes Kleinklima. Sie gleichen Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen von Boden und Luft aus und fördern damit die benachbarten Kulturpflanzen. Darüber hinaus reduzieren sie die Windgeschwindigkeit und können bei entsprechender Lage im Gelände zu Ertragssteigerungen führen. Durch die Einschränkung von Bodenverwehungen helfen sie, die nachhaltige Nutzungsfähigkeit der landwirtschaftlichen Flächen und die natürliche Bodenfruchtbarkeit zu sichern.

Je breiter und länger Ufergehölzbestände sind, umso mehr kann von ihnen ein Beitrag zur biologischen Schädlingsbekämpfung ausgehen. Hier halten sich nicht nur Vögel und kleine Säugetiere (z. B. Wiesel, Iltis, Igel, Spitzmäuse) auf, sondern es lebt hier auch eine artenreiche wirbellose Fauna, die sich selbst reguliert. Gemeinsam breiten sie sich von hier auf die Feldflur aus und treten einer Massenvermehrung bestimmter Schädlinge entgegen.

Naturnahe Wasserläufe mit ihrem Uferbewuchs sind eine wesentliche Komponente, gebietsweise sogar das Grundgerüst eines Netzes mehr oder weniger ungestörter Biotope, das über der Agrarlandschaft liegt. Ihre verbindende Funktion läßt sich noch verstärken, wenn es zu einer Verknüpfung der Ufergehölze mit in der Nähe vorhandenen Gehölzbeständen (Hecken, Gebüsch, Baumgruppen, Feldgehölzen und Waldstücken) kommt. Außerdem bieten sich Flächen an Altarmen, auf Terrassenhängen, an Innenbögen sowie angrenzende Öd- und Dreiecksflächen bei aneinanderstoßenden Grenzen als Gehölzstandorte an.

#### Bedeutung für das Landschaftsbild

Wasserläufe bereichern mit ihrem Bewuchs das Landschaftsbild. Bei breiten Gewässern kommt schon allein die Wasserfläche zur Geltung. Doch je schmaler die Wasserläufe, umso größer wird die Bedeutung der Ufergehölze. Sind Bäume und Sträucher vorhanden, so markieren sie weithin sichtbar den Verlauf und zeichnen Schleifen und Windungen nach. Fehlen sie aber, fallen die Gewässer leicht ganz aus dem Blickfeld und büßen ihre Rolle als landschaftsgliederndes Element ein. Insbesondere in ausgeräumten Landschaften läßt sich der Bewuchs als Gestaltungselement einsetzen.

Die meisten Möglichkeiten dazu bieten Bäume und Sträucher durch:

- Die Artenwahl, wobei die Form (der Habitus) der ausgewachsenen Pflanzen den Ausschlag gibt. Darüber hinaus wird durch die Verwendung bodenständiger Arten der jeweilige Landschaftscharakter unterstrichen.
- Die Anordnung der Gehölzbestände. Diese können sich auf den Mittelwasserbereich beschränken oder über die ganze Böschungfläche und auch über die Uferstreifen reichen. Sie können wechselseitig versetzt jeweils nur ein Ufer (und dann bevorzugt das Außenufer) überziehen oder auch beide gegenüberliegende Ufer säumen. Sie können zwischen langen Gehölzstreifen und kurzen Gehölzgruppen wechseln. Diese angedeuteten Möglichkeiten gelten insbesondere für große Wasserläufe. An kleinen Gewässern, die weit weniger gestalterischen Spielraum bieten, sollte dagegen soweit wie möglich eine durchgehende Gehölzentwicklung angestrebt werden.
- Gezielte, zeitlich und räumlich gestaffelte Holznutzung. Hierzu gehört auch das Stehenlassen von einzelnen, besonders alt werdenden Bäumen (Überhätern) und die planmäßige Erziehung und Pflege von Kopfweiden.

Herausgehobene Ansatzpunkte für Gehölze bieten sich an Bauwerken wie Brücken, Wehre und Sohlgleiten, ohne daß der Bewuchs architektonisch gelungene Bauwerke verdecken sollte.

Eine alleearartige Aufreihung hochstämmiger Bäume (z. B. Pappel-Alleen) entlang der Gewässer widerspricht dem natürlichen Bewuchs und sollte daher in der freien Landschaft vermieden werden.

Auch Röhrichte und Uferstauden sind Gestaltungselemente. Sie entwickeln sich vor allem an breiten Gewässern.

Rasenflächen bieten sich dort an, wo der freie Blick auf ein breites Gewässer oder wo eine weite Aussicht erwünscht sind. Bei einer in ihrer Intensität abgestuften Pflege können diese gehölzfreien Flächen

eine erhebliche Artenvielfalt erlangen und vor allem während der Blütezeit der Stauden positiv hervortreten. Schließlich trägt selbst die Wasservegetation zur Belebung des Gewässerbildes bei. Wasserpflanzen werden kaum eigens eingebracht.

Bei einer geeigneten Kombination der aufgeführten Gestaltungselemente entsteht eine ästhetisch befriedigende Gewässerlandschaft.

### 3.5 Fließgewässer im Siedlungsbereich

Die naturnahe Entwicklung der Fließgewässer in Siedlungsbereichen ist häufig nur sehr eingeschränkt möglich. Dort unterliegen die Gewässer einem besonders hohen Nutzungsdruck. Dicht an die Ufer heranreichende Bebauungen sowie Maßnahmen des Hochwasserschutzes engen den Raum für naturnahe Entwicklungen stark ein.

Hier können die naturräumlichen Verhältnisse durch anthropogene Überformungen und irreversible Prozesse wie Bergsenkungen, so stark verändert worden sein, daß eine Orientierung insbesondere an historischen Gewässerzuständen fehlt geht. In solchen Fällen kann es sinnvoll sein, als Leitbild (vgl. 4., Leitbild) nur allgemeine fließgewässerökologische Merkmale zu formulieren.

In Siedlungsbereichen sind neben der ökologischen Funktionsfähigkeit auch unverzichtbare Nutzungen wie der Bestand an kulturellem Erbe, die Einbindung in das Stadtbild, die Naherholung und die Freizeitnutzung zu berücksichtigen. Dem hat das Entwicklungsziel (vgl. 4., Entwicklungsziel) Rechnung zu tragen. In jedem Fall ist die Durchgängigkeit des Fließgewässers und eine Sohle mit natürlichem Sohlsubstrat anzustreben.

Da Fließgewässer das Ortsbild stark prägen und den Erlebniswert der Stadt erhöhen können, sollte dort den Gewässern soviel Freiraum wie möglich zurückgegeben und nicht umgekehrt das Gewässer verdrängt oder gar verrohrt werden. Selbst Gewerbegebiete können durch entsprechende Gewässergestaltung aufgewertet und negative Auswirkungen auf die Umgebung gemildert werden.

Bei der Grünflächengestaltung ist auf eine möglichst naturnahe Einbindung von Wasserläufen zu achten, wenn auch hierbei – anders als in der freien Landschaft – neben heimischen fremdländische Pflanzenarten eingesetzt werden. Dabei können selbst mitten in der Stadt Zonen an Gewässern geschaffen werden, die durch geschickte Wegeführung so ruhiggestellt sind, daß sich sogar störungsempfindliche Tiere ansiedeln und vom erholungssuchenden Menschen aus der Distanz beobachtet werden können.

Möglichkeiten, die sowohl den Erlebniswert von Bächen und Flüssen verstärken als auch ihre Besied-

lung mit Pflanzen und Tieren fördern, sind selbst bei beschränkten Platzverhältnissen gegeben:

- Mauern aus Naturstein oder Ziegeln mit tiefen Fugen anstelle von glatten Betonwänden lassen Gräser und Kräuter aufkommen. Größere Nischen dienen Vögeln als Brutplatz. Über die Mauern rankende Pflanzen vermehren die standörtliche Vielfalt und tragen zur Verschönerung des Ortsbildes bei.
- An der Wasserlinie von Uferböschungen können sich Röhrichtbestände und Staudenfluren ansiedeln, die zu schonen und zu fördern sind. Hochwachsende Rasen, die nur ein- oder zweimal im Jahr gemäht werden, sowie Gehölze, vor allem wenn sie solitär oder als Gruppen stehen, steigern den Erlebniswert des Wasserlaufs und tragen zu dessen ökologischer Verbesserung bei.
- Von entscheidender Bedeutung ist die naturnahe Ausprägung der Gewässersohle. Dies gilt insbesondere für die ökologische Durchgängigkeit. Hierfür sind alle Elemente der naturnahen Gewässergestaltung heranzuziehen. Mäßige Anlandungen und wandemde Kiesflächen bereichern das Gewässer in ökologischer und ästhetischer Hinsicht. Der pendelnde Stromstrich schafft räumlich und zeitlich wechselnde Aspekte und fördert die Lebensmöglichkeiten für Wasserorganismen. Ferner ist über verbauten Sohlen ein Lückensystem als Lebensraum und Refugium für Tiere geringer Größe erforderlich. Dieses wird durch eine entsprechend mächtige Geschiebeauflage erreicht. Dies ist auch bei der Gestaltung von Durchlässen und Rohren zu beachten. Der Fortbestand dieses Kleinbiotops wird gewährleistet, wenn der natürliche Geschiebetrieb nicht unterbrochen wird. Abstürze sind zu vermeiden.

### 3.6 Forderungen an die Unterhaltung und den Ausbau aus ökologischer Sicht

Bei allen Maßnahmen der Gewässerunterhaltung und des Gewässerausbaus ist die Bedeutung der Fließgewässer im Naturhaushalt zu berücksichtigen. Hieraus ergibt sich die Aufgabe, den ökologischen Zustand der Wasserläufe zu verbessern und schließlich – als weitgestecktes Ziel – einen naturnahen Zustand herbeizuführen. Dies ist am besten durch das Zulassen einer naturnahen Entwicklung zu erreichen. Hierfür muß dem Gewässer ausreichend Raum für die eigen-dynamische Entwicklung (Entfesselung) zur Verfügung stehen. Dazu können oft Nutzungsänderungen in der Talauflage notwendig sein. Darüber hinaus können Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit und zur Wiederherstellung naturnaher Abflüsse erforderlich sein.

Im Rahmen der Gewässerunterhaltung ist die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse in der Regel in kleinen Schritten ohne kostenträchtige Maßnahmen möglich. Sie ist auch dort zu erreichen, wo das Gewässer intensivem Nutzungsdruck unterliegt. Es kann jedoch in Einzelfällen nötig sein, über Ausbaumaßnahmen eine naturnahe Entwicklung einzuleiten.

### 3.6.1 Unterhaltung

Die Unterhaltung muß entsprechend den wasserrechtlichen Bestimmungen den in Kapitel 2. dargestellten Mehrfachfunktionen der Gewässer Rechnung tragen. In diesem Rahmen gibt es viele Möglichkeiten, die Gewässer ökologisch zu entwickeln. Im einzelnen sind folgende Punkte zu beachten:

- Böschungsrasen sollen, wenn überhaupt, wie Mähwiesen ein- bis zweimal jährlich gemäht werden. Auf Vögel und ihre Gelege ist zu achten. Das Mähgut ist zu beseitigen.
- Bei notwendig werdenden Krautungen sind zur Erhaltung des Arteninventars im Gewässer einzelne Bereiche von der Maßnahme auszunehmen. Auf den Einsatz von Geräten, die der Tierwelt großen Schaden zufügen, wie z. B. die Grabenfräse, ist zu verzichten.
- Entschlammungen oder Grundräumungen sollen möglichst unterbleiben. Sofern sie überhaupt erforderlich sind, dürfen sie nur abschnittsweise in aufeinanderfolgenden Jahren durchgeführt werden, um großräumige Schädigungen der Gewässerbiozönosen zu verhindern. Das Räumgut ist aus dem Gewässerbereich zu entfernen.
- Uferstreifen sind, soweit noch nicht vorhanden, anzulegen.
- Belassen von Kolken, Sand- und Kiesbänken, Anlandungen und Uferabbrüchen, um das natürliche Pendeln und Auffächern wieder zu ermöglichen, eine naturnahe Struktur zu erreichen und z. B. für Eisvogel und Uferschwalbe dauerhaft Brutstätten zu sichern.
- Überströmte Kies- und Sandbänke sind als Laich- und Jungfischhabitate zu schützen.
- Für das Gewässer typische Stromschnellen sind zu erhalten.
- Totholz sollte nicht entfernt werden. Es ist ein wesentliches Strukturelement naturnaher Gewässer und dient insbesondere in strukturarmen Sandbächen als Unterstand für Fische und Krebse.
- Gehölzbewuchs ist zu erhalten. Das Aufdenstock-Setzen von Gehölzen ist aus ökologischen Gründen nicht erforderlich. Die spontane Ansiedlung von Gehölzen soll gefördert werden.

- Röhrichte und Hochstaudenfluren sind zu belassen.
- Von Natur aus trockenfallende Gewässer (z. B. in Karstgebieten) sind in ihrem Abflußverhalten und in ihrer Struktur zu erhalten, da sie eigenständige Lebensräume darstellen.
- Steinschüttungen, Betonschalen und andere tote Baustoffe sind möglichst zu entfernen, um dem Gewässer wieder eine eigendynamische Entwicklung zu ermöglichen (Entfesselung).
- Vorhandene Abstürze sind zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit des Gewässers in Sohlgleiten umzuwandeln. Ist dies nicht möglich, sind Fischaufstiegsanlagen vorzusehen. Diese sind regelmäßig zu warten.
- Schaffen von unterschiedlich stark durchströmten Teilräumen durch gewässertypische Elemente (z. B. Störsteine, Totholz, Stubben).
- Bepflanzen von Böschungen mit Gehölzen. Im Mittelwasserbereich, wo sie nicht spontan aufwachsen, können vor allem Roterlen, Baumweiden und Eschen eingesetzt werden. Auf den höher liegenden Flächen und Uferstreifen sollen ausgehende Ufergehölze begründet werden.

### 3.6.2 Ausbau

Der Gewässerausbau soll vorrangig den Ausgangszustand für die anschließende naturnahe Entwicklung schaffen. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Jeder Ausbau erfordert einen genügend breiten Raum, durch den das Gewässer in naturnaher Weise fließen soll.
- Das Gewässer soll sich im Längsverlauf und im Querprofil am natürlichen Zustand des jeweiligen Gewässertyps orientieren. Das gilt sowohl für den aquatischen und amphibischen als auch für den vom Ausbau beeinflussten terrestrischen Bereich.
- Die Fließstrecke soll nicht verkürzt werden. Bei früherem Ausbau vorgenommene Verkürzungen sind möglichst rückgängig zu machen.
- Überflutungsräume sollen erhalten bzw. zurückgewonnen werden. Dort sollen Gewässerprofile so bemessen werden, daß auentypische Überflutungen wieder stattfinden.
- Dem Gewässer sollen keine starren Fesseln angelegt werden. Bei der Auswahl der Baustoffe ist also darauf zu achten, daß die natürliche Weiterentwicklung des Gewässers gewährleistet wird.
- Das Gewässer muß in allen Richtungen biologisch durchgängig und mit seiner Umgebung verbunden sein. Hochwasserrückhaltebecken sind als „grüne Becken“ ohne Dauerstau, möglichst im Nebenschluß, anzulegen.

- Abstürze sind zu vermeiden, statt dessen sind raue Sohlgleiten anzulegen.
- Enge Rohrdurchlässe sind zu vermeiden, denn sie wirken als Sperre für die meisten Tiere, statt dessen sind Furten oder Überbrückungen mit großer lichter Weite anzulegen.
- Vorhandene Verrohrungen sollen beseitigt werden.
- Die natürliche Rauhgigkeit der Sohle darf nicht verändert werden.
- Das Fließverhalten kann durch große Störsteine oder Stubben ökologisch günstig beeinflusst werden.
- Die Vielfalt an Kleinbiotopen im Wasser und am Ufer muß erhalten bleiben oder wiederhergestellt werden.
- Ufergehölze, Röhrichte und Staudenfluren sollen dort, wo sie sich nicht von selbst ansiedeln, begründet werden.
- Falls eine Profilsicherung erforderlich ist, soll diese mit lebenden Baustoffen erfolgen, vor allem mit Roterlen. Weiden und Eschen können die Ufersicherung ergänzen. Wichtig für die Entwicklung der Bäume ist ein ausreichend breiter Uferstreifen.
- Müssen ausnahmsweise Steine, etwa zur Sicherung von Bauwerken, verwendet werden, darf der Charakter des Gewässers dadurch nicht verfälscht werden. In Gebieten mit anstehendem Festgestein ist darauf zu achten, daß keine fremden Gesteinsarten verwendet werden.
- Müssen unter Steinschüttungen Flächenfilter eingebaut werden, ist darauf zu achten, daß Filter mit größtmöglichen Poren verwendet werden und die Überdeckung des Filters mit der Steinschüttung mindestens 15 cm beträgt. Auf diese Weise soll die Funktion des Lückensystems unter der Gewässer-sohle aufrechterhalten werden. Die ungestörte Wurzelentwicklung von Ufergehölzen muß gewährleistet sein.
- Altarme und Altwasser sind zu erhalten oder wiederherzustellen.
- Quellen sind zu erhalten und wo nötig naturnah zu gestalten.

### 3.7 Planungsgrundlagen

Jede Planung zur Gestaltung und Entwicklung von Fließgewässern sollte sich an den Charakterzügen natürlicher Fließgewässer orientieren.

Zu diesen Charakterzügen gehören je nach Gewässertyp:

- seitliche Laufverlagerungen

- ein überwiegend flaches und zugleich breites Gewässerbett mit reich strukturierter Sohle
- ein ungestörter Geschiebehauhalt
- ein begrenztes Abflußvermögen, was zu häufigen Ausuferungen führt
- ein dem Naturraum entsprechender Verlauf
- eine stete ökologische Durchgängigkeit
- die Einbettung in einen Auenwald mit den darin eingeschlossenen Röhricht und Staudenfluren.

Durch Bäumaßnahmen läßt sich zunächst nur die Ausgangssituation für die weitere Entwicklung zu einem naturnahen Gewässer schaffen. Erst nach einer längeren Entwicklungszeit, während der sich die charakteristische Gewässerbettgestalt im Detail herausbildet und sich das gewässertypische Arteninventar an Pflanzen und Tieren einfindet, kann ein naturnaher Zustand des Gewässers erreicht werden.

#### 3.7.1 Trassierung

Von der Quelle bis zur Mündung sind Gewässer landschaftsbestimmende Elemente. Ihr naturgegebener Charakter darf nicht unnötig verändert werden. Der Verlauf der Gewässer steht mit der Längsentwicklung und der Form der Querschnitte in enger Wechselbeziehung.

Bei der Trassierung muß von den natürlichen Gegebenheiten ausgegangen werden. Ziel ist, eine Linienführung zu finden, die dem gewässertypischen Verlauf möglichst nahe kommt. Die Ausformung detaillierter Strukturelemente bleibt der gestaltenden Kraft des Wassers überlassen. Deshalb kann auf eine Feingestaltung verzichtet werden.

Bei der Ermittlung der neuen Trasse sind die Oberflächengestalt der Landschaft, die Bodenverhältnisse und die Zwangspunkte (wie schutzwürdige Biotope, wertvolle Gewässerabschnitte, schützenswerte Bauwerke und Anlagen) zu berücksichtigen.

Historische Karten können wertvolle Aufschlüsse über einen weitgehend vom Menschen unbeeinflussten Verlauf geben. Häufig ist der ursprüngliche Zustand jedoch aus alten Karten nicht mehr zu ermitteln. Auch können die heutigen Bedingungen gegenüber historischen ganz andere sein. Hier kann die Betrachtung vergleichbarer Gewässer, bei denen sich der ursprüngliche Zustand noch rekonstruieren läßt, hilfreich sein. In der Literatur beschriebene Leitbilder (vgl. 4., Leitbild) können ebenfalls einen Anhalt für die regionaltypische Ausbildung des Gewässers geben.

Bei jeder Planung muß versucht werden, ökologisch wertvolle Gewässerabschnitte unverändert einzubeziehen, wobei auch erhaltenswerte Landschaftsbestandteile die Lage des Gewässers mitbestimmen.

Eine gute Trassenführung verlangt, daß in den nachfolgenden Entwicklungsphasen nicht umfangreiche Umlagerungen die Folge sind, sondern eine für das Gewässer typische Ausbildung der Strukturelemente einsetzt. Für seine dynamische Entwicklung benötigt das Gewässer Raum, der nur bei ausreichend breiten Uferstreifen gegeben ist (vgl. 3.3).

Zwangspunkte können ausnahmsweise eine stabile Sicherung der Trasse bedingen. Die Trassenwahl erfolgt in sorgfältiger Abwägung zwischen freier Entfaltung und Einhaltung der Zwangspunkte, die durch entsprechend ausgewählte lebende und tote Baustoffe gesichert werden. Dabei ist darauf zu achten, daß als Folge einer abschnittswisen Befestigung keine Tiefenerosion entsteht oder auftretende Tiefenerosion durch eine entsprechende Sicherung der Sohle begrenzt wird. Es muß sichergestellt werden, daß eine künstliche Befestigung nicht das gesamte Wirkungsfüge nachteilig verändert.

Entwurfsgrundlage ist eine Karte mit Höhenangaben, die den Talverlauf erkennen läßt. Die Trassen der möglichen Lösungen und auch die Einzelheiten der gewählten Lösung sind im Feldvergleich zu überprüfen. Sie müssen daher im erforderlichen Umfang in die Örtlichkeit übertragen werden.

### 3.7.2 Längsentwicklung

Die Längsentwicklung der Fließgewässer ist abhängig vom Talgefälle. Das Sohlgefälle nimmt im allgemeinen vom Oberlauf zum Unterlauf hin ab. Normalerweise fließt ein Gewässer nicht im stärksten Talgefälle. Durch die beim natürlichen Lauf vorhandenen Unregelmäßigkeiten und Windungen ist der Fließweg länger als die Tallinie. Die Gefälleverhältnisse der Gewässer sind in der Natur so komplex, daß sie nicht durch eine einfache mathematische Funktion nachvollzogen werden können. Für die Festlegung des Sohlgefälles ist die Orientierung an vergleichbaren naturnahen Strecken sinnvoll.

An naturnahen Fließgewässern findet eine Breiten- und Krümmungserosion in unterschiedlich starker Ausprägung statt. Dadurch entstehen Kolke und Uferabbrüche. An anderen Stellen bilden sich durch die angelandeten Sedimente Gleitufer und Bänke. Wechselnde Abflüsse sorgen für Umgestaltungen auch an der Sohle, wobei sich jedoch die Sohlage im Mittel nicht verändert. Der ständige Gefällewechsel und das unstete Fließen von natürlichen Gewässern müssen auch nach einer Umgestaltung gegeben sein. Nur bei ständigem Wechsel der Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten kann sich die für das Gewässer typische Pflanzen- und Tierwelt entwickeln.

Durch nicht naturnahe Baumaßnahmen, durch Abflußverschärfungen (z. B. infolge von Flächenversiegelungen im Einzugsgebiet) oder durch die Unter-

brechung des Geschiebetriebes kann es zur verstärkten Erosion im Gewässerbett kommen. Die Veränderung des Gewässerbettes kann untypisch große Ausmaße erreichen. Die Vielfalt des Lebensraumes geht verloren, wenn die Ufer nur noch überwiegend durch Abbrüche geprägt sind. Hier müssen die Ursachen behoben werden, um eine gewässertypgerechte Entwicklung wieder zulassen zu können. Sind die Beeinträchtigungen eher gering, kann sich ein neuer Gleichgewichtszustand zwischen dem erhöhten Wasseranriff und den beharrenden Kräften des Bodens einstellen. Häufig ist bei Fließgewässern die Möglichkeit zur Selbstregulierung stark eingeschränkt. Wenn aufgrund massiver Befestigungen im Böschungsbereich die Erhöhung des Wasseranriffs nicht durch Breiten- und Krümmungserosion kompensiert werden kann, kommt es zu einer Vertiefung der Gewässersohle mit all den negativen Folgewirkungen wie beispielsweise Absenkung des Grundwasserspiegels und Erhöhung des Durchflußvermögens.

Das gewässertypische Fließverhalten wird hauptsächlich durch die Form des Gewässerbettes bestimmt. Zusätzlich wird das Fließverhalten bei naturnahen Fließgewässern durch besondere andere Strukturelemente beeinflusst. Zu nennen sind:

- Totholz
- Störsteine
- Grundswellen
- Sohlgleiten.

Solche Strukturelemente können eingebracht werden, um ein vielfältiges Fließverhalten zu fördern. Ihr Einbau empfiehlt sich jedoch vorwiegend in Gewässern, bei denen die natürliche Entstehung der gewässertypischen Strukturelemente nicht möglich ist.

#### Totholz

Natürliche Fließgewässer werden überwiegend von Wäldern begleitet. Ins Gewässer gestürzte Äste und umgefallene Bäume sind demnach bedeutende Strukturelemente natürlicher Fließgewässer. Sie erzeugen Querschnittsveränderungen und Zonen unterschiedlichen Fließens. Bei der Umgestaltung kann daher Totholz eingebracht werden. Auch Baumstubben können hier ähnliche Funktionen übernehmen.

#### Störsteine

Störsteine können ins Gewässer eingebracht werden, um den gleichmäßigen Fließzustand an der Sohle und den Böschungen so abzuändern, daß strömungsschwache Bereiche als Ruhezonen für Fische und andere Wasserorganismen entstehen. Dabei sollten sie über eine geringe Erhöhung der Profilrauigkeit hinaus keine besondere hydraulische Auswirkung haben. Ihre Kantenlänge sollte jedoch 25 - 30 cm

nicht unterschreiten, damit die Fische ausreichenden Strömungsschatten vorfinden. Störsteine sollten aber nur dort eingebaut werden, wo sie dem Charakter des Gewässers nach typisch sind. In Flachlandbächen läßt sich eine entsprechende Wirkung auch mit Baumstübben erzielen.

### Grundschwellen

Grundschwellen beeinflussen das Fließverhalten im Gewässer derart, daß durch eine lokale Anhebung des Wasserspiegels Bereiche geringerer Fließbewegungen mit solchen schnellerer Strömung abwechseln. So können sich unterschiedliche Kleinbiotope entwickeln. Unterhalb der Schwellen angeordnete oder sich bildende Kolke bieten Unterschlupf und Ruhe zonen für Fische.

Grundschwellen werden zweckmäßig zwischen zwei Krümmungen angeordnet, weil sich dort natürlicherweise eine Furt bilden würde. Sie können hilfreich sein, die Folgen von Tiefenerosion einzugrenzen, wenn sie eine sohlstützende Wirkung haben. Bei ihrem Einbau ist darauf zu achten, daß vorhandener erhaltenswerter Uferbewuchs nicht geschädigt wird.

### Sohlgleiten

Mit Sohlgleiten werden Höhenunterschiede in der Sohle überwunden, die durch Laufverkürzungen entstanden sind. Sie sichern die Gewässersohle durch ihre sohlstützende Wirkung.

Sohlgleiten überwinden Höhendifferenzen in der Sohle mit einer Neigung von 1 : 20 und flacher. Ein Fließwechsel soll möglichst nicht auftreten. Durch eine raue Oberfläche entsteht ein kleinflächig wechselndes Strömungsmuster, das den Aufstieg von Fischen und anderen Tieren ermöglicht. Dies läßt sich durch eine Schüttung von Steinen unterschiedlicher Größe erreichen. Die Abmessung der größten Steine wird von der Neigung und dem Abfluß mit den stärksten Schlepsspannungen bestimmt. Die Gleite soll in loser Schüttung ähnlich dem Schlaufbau von Bergbächen erstellt werden. Unter Umständen ist der Untergrund durch einen Bodenfilter entsprechend den Filterregeln abgestuft zu sichern. Das zum Bau der Sohlgleite verwendete Material soll möglichst gewässertypisch sein. Durch geeignete Maßnahmen ist dafür zu sorgen, daß auch bei Niedrigwasser ein gebündelter Abfluß auf der Oberfläche der Sohlgleite für die Wanderung der Wasserorganismen bleibt.

Gleiten mit steilerer Neigung als 1 : 20 behindern den Fischeaufstieg. Sohlgleiten dürfen nur so hoch und so lang sein, daß der Charakter des Gewässers gewahrt bleibt. Bei größeren Höhenunterschieden sind mehrere Bauwerke anzulegen.

Wo immer möglich, sollen Gleiten beispielsweise durch Laufverlängerungen überflüssig gemacht werden.

### 3.7.3 Querschnittsausbildung

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. Naturnahe Querprofile sind meist breiter und flacher als die nach eher technischen Gesichtspunkten veränderten. Auch die Varianz von Breite und Tiefe ist unter naturnahen Bedingungen erheblich größer.

Im Gegensatz zur starren Festlegung des Querschnitts, 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 Veränderungen 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 zu erwartenden Gehölzentwicklung und der Profilentwicklung 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 auch die Möglichkeit der Verlagerung des Gewässers in der Aue. Daraus ergibt sich dann, daß eine entsprechend große Fläche zur Verfügung stehen muß. Gehölze, die sich an den Ufern entwickeln, stabilisieren diese mit ihren Wurzeln.

Die Profillform wird von den anstehenden Böden beeinflusst. Deshalb muß zur Planung von Querschnitten die Standfestigkeit des Bodens bekannt sein. Sie wird aufgrund von Bodenaufschlüssen und der hieraus ermittelten Bodenkennwerte (Korngröße entsprechend der Kornverteilungskurve, Porenziffer bei bindigen Böden) unter Berücksichtigung der auftretenden Schubspannungen (Schlepsspannungen) beurteilt. In Abstimmung mit der Linienführung, dem Fließverhalten und den Uferpflanzen sind die Böschungen mit wechselnden Neigungen und weichen Übergängen – auch an der Böschungsschulter – zu gestalten.

Naturnahe Querschnittsbereiche sind mit ihrem Gehölzbestand auch bei notwendigen Querschnittsänderungen zu erhalten, sofern nicht zwingende Gründe entgegenstehen. Zur Regelung von Hochwasserabflüssen können dann auch Flutmulden in Betracht gezogen werden.

Die Entscheidung, ob und in welchem Umfang eine Befestigung erforderlich ist, erfolgt wie bei der Trassierung in sorgfältiger Abwägung zwischen freier Ent-

faltung der Gewässer und Sicherung der Zwangspunkte. Hierbei sind die verfügbare Fläche, die Bodenverhältnisse, die Böschungsneigung, die Strömungskraft des Grundwassers, die Schubspannung und die Pflanzenentwicklung zu berücksichtigen. Auch bei Zwangspunkten sind lebende Baustoffe grundsätzlich toten vorzuziehen. Bei der Verwendung von Pflanzen sind deren Standortansprüche und Entwicklung zu berücksichtigen. Können lebende Baustoffe ihren Zweck nur unzureichend erfüllen, sind Verbundbauweisen mit toten Baustoffen notwendig.

Zum naturnahen Gewässer gehören auch angemessene Uferstreifen auf beiden Seiten, die mit einem dem Gewässerschutz dienenden Bewuchs versehen sind.

Die naturnahe Querschnittsbildung ist nicht auf Gewässer in der freien Landschaft beschränkt. Auch im Siedlungsbereich sind Elemente der naturnahen Querschnittsbildung soweit wie möglich zu verwenden (vgl. 3.5).

Für Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen sind auf den folgenden Seiten fallbezogene Beispiele zur Querschnittsbildung dargestellt. Bereits diese wenigen Beispiele zeigen, daß die unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten und Ansprüche ein allgemein anwendbares Schema für die Ausbauplanung ausschließen. Für die Unterhaltung gelten die Regelungen im Kapitel 5.

#### Beispiel:

#### „KLEINER BACH IM BERGLAND“

#### Vorgaben:

$$A_{E0} = 1,43 \text{ km}^2$$

$$I = 8 \text{ ‰}$$

$$Hq_1 = 700 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2) [=BHq]$$

$$HQ_1 = 1,00 \text{ m}^3/\text{s} [=BHQ]$$

$$MQ = 36 \text{ l/s}$$

#### Boden:

0 – 0,40 m Lehm (L)

0,40 – 1,20 m verwitterter Grauwackeschiefer, tonig (Zv,t)

#### Zustand

HQ1 wird bordvoll abgeführt. Bei größeren Abflüssen ufer der Bach aus. Gehölzreihe Ufer sind durch Erosion stellenweise unterhöhlt, teilweise durch Viehtritt beschädigt. Die Sohle aus verwittertem Fels und Geschiebe ist ausreichend standfest.

Gewässer dieser Art kommen häufig in gehölzfreien Wiesentälern vor.

#### Gestaltung und Entwicklung

Auf beiden Seiten werden breite Uferstreifen aus der landwirtschaftlichen Nutzung genommen. Im Bereich von Viehweiden werden Zäune gesetzt. Wo keine natürliche Gehölzentwicklung zu erwarten ist, erfolgt eine Initialbepflanzung mit bodenständigen Gehölzen wie Roterle, Esche, Bruchweide, Gemeinem Schneeball und Faulbaum auf 70% der Uferlängen. Unterhöhlte Ufer werden beibehalten. Innerhalb der Uferstreifen finden natürliche Veränderungen statt.

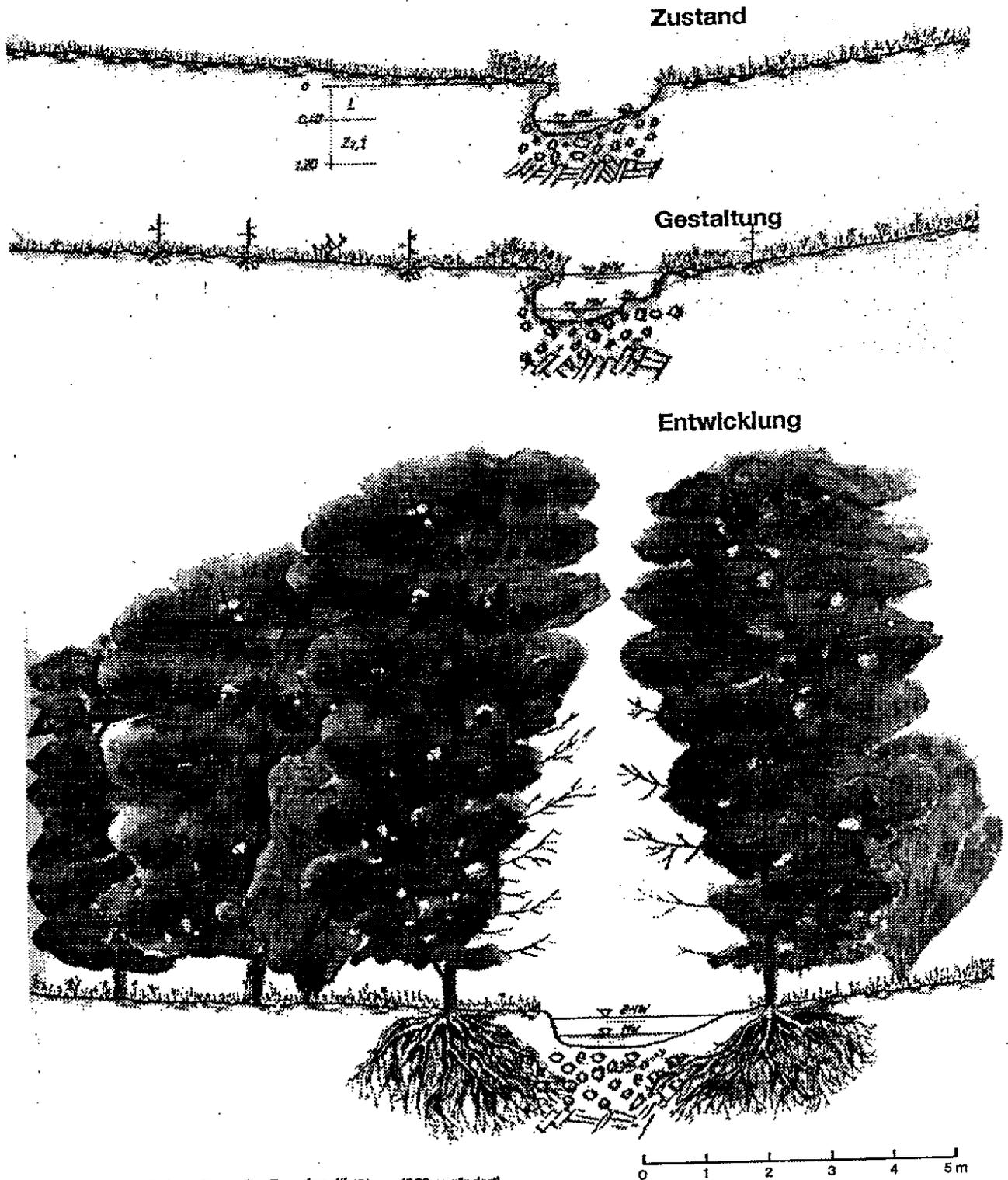


Abb. 1: „Kleiner Bach im Bergland“ (Glees, 1989, verändert)

**Beispiel:****„GROSSER BACH IM BERGLAND“****Vorgaben:**

$$A_{E0} = 25,6 \text{ km}^2$$

$$I = 10 \text{ bzw. } 7 \text{ ‰}$$

$$MQ = 673 \text{ l/s [Mq = 26,3 l/(s \cdot km}^2\text{)]}$$

$$HQ_2 = 12,1 \text{ m}^3/\text{s [=BHQ]; [Hq}_2\text{ = 473 l/(s \cdot km}^2\text{)]}$$

**Boden:**

- 0 – 1,00 m feinsandiger Lehm (L,fs)  
– Staunässe
- 1,00 – 2,70 m toniger Lehm, steinig (L,tx)
- 2,70 – 3,20 m Grauwacke, verwittert (Z,v)
- ab 3,20 m Grauwacke (Z)

**Zustand**

Am Rande eines flachen Wiesentals fließt ein Bach, der bergseitig an den Steilhang angelehnt ist und talseitig an eine parallel führende Straße anschließt. Das Gewässer war vor langer Zeit zum Zweck des Betriebs einer Mühle aus der Mitte der Talau an deren Rand verlegt worden. Es ist in der Sohle und der unteren Hälfte der Böschung mittels einer Steinstickung befestigt (Sohlbreite 1,00 m; Tiefe 1,10 m; Böschung 1:1,5). Bei einem Gefälle von 10‰ beträgt sein Abfluß 9 m<sup>3</sup>/s. Der Betrieb der Mühle ist eingestellt; das Wasserrecht ist aufgehoben.

**Ziel der Umgestaltung**

Das naturferne Gewässer soll in einen naturnahen Zustand versetzt werden. Außerdem wird eine Verbreiterung der Straße angestrebt. Die Talau wird weiterhin als Viehweide genutzt; dementsprechend ist der Gewässerquerschnitt zu bemessen.

**Gestaltung**

Eine naturnahe Gestaltung in alter Lage ist nicht möglich. Deshalb wird das Gewässer in die schwach ausgeprägte Tallinie verlegt. Der derzeitige Gewässerquerschnitt wird verfüllt und dient größtenteils der Straßenverbreiterung einschließlich der Straßenentwässerung. Das Gefälle des Gewässers ermäßigt sich infolge geschwungener Trassierung auf 7‰.

Der Querschnitt wird für einen Abfluß von 12,1 m<sup>3</sup>/s [=HQ<sub>2</sub>] unter Berücksichtigung der Entwicklung des Gewässers bemessen.

Dem natürlichen Vorbild entsprechend wird das neue Profil flach und breit gestaltet, um einen möglichst guten Startzustand für die Entwicklung des Gewässers zu bekommen. Dieses Profil ist bei einer Sohlbreite von etwa 8 m nur rund einen Meter tief eingeschnitten. In den Bögen werden sich allerdings tiefere Kolke vor den Außenufern ergeben. In solchen Profilen erhöhen sich die Schleppspannungen bei zunehmenden Abflüssen nur mäßig, da die Wassertiefe nur geringfügig steigt. Mitgebrachtes Geschiebe lagert sich je nach Korngröße an unterschiedlichen Stellen der Sohle ab und sorgt damit für unterschiedliche Lebensraumbedingungen.

Die bei Hochwasserabflüssen entstehenden Profilveränderungen führen zu Verlagerungen des Gewässers. Dazu wird auf jeder Seite ein Uferstreifen mit einer Breite zwischen 15 und 25 m in Absprache mit den Besitzern aus der Nutzung genommen. Diese Streifen werden mit einzelnen Gehölzen bepflanzt und im übrigen der natürlichen Entwicklung überlassen.

Die Böschungen erhalten wechselnde Neigungen, und zwar flach im Innenufer und steil im Außenufer. Aufgrund der geschwungenen Linienführung ergibt sich ein ständiger Wechsel der Böschungsneigungen. An den Böschungen und Uferstreifen siedeln sich spontan Gehölze an. Nahe der Mittelwasserlinie steht eine durchgehende Erlenreihe. In den höher stehenden Gehölzreihen werden Lücken gelassen.

**Entwicklung**

Mit der Zeit kann es streckenweise zum Kronenschluß der Bäume über dem Gewässer kommen. Die Gehölze hindern den Lichteinfall und die Erwärmung des Wassers mit dem Erfolg, daß der Krautwuchs unterdrückt wird.

In der Sohle bilden sich Geschiebebänke, die von den kieselreicheren Fischen als Laichplatz genutzt werden. Bei Hochwasser verlagern sich diese Bänke. Flachen Gleitufeln mit Neigungen von 1:10 stehen fast senkrechte Prallufer gegenüber. Die Profilbreite und die Wassertiefe variieren stark. Die unterschiedlichen sohlennahen Strömungsbedingungen haben ein Mosaik unterschiedlicher Sohlsubstrate entstehen lassen.

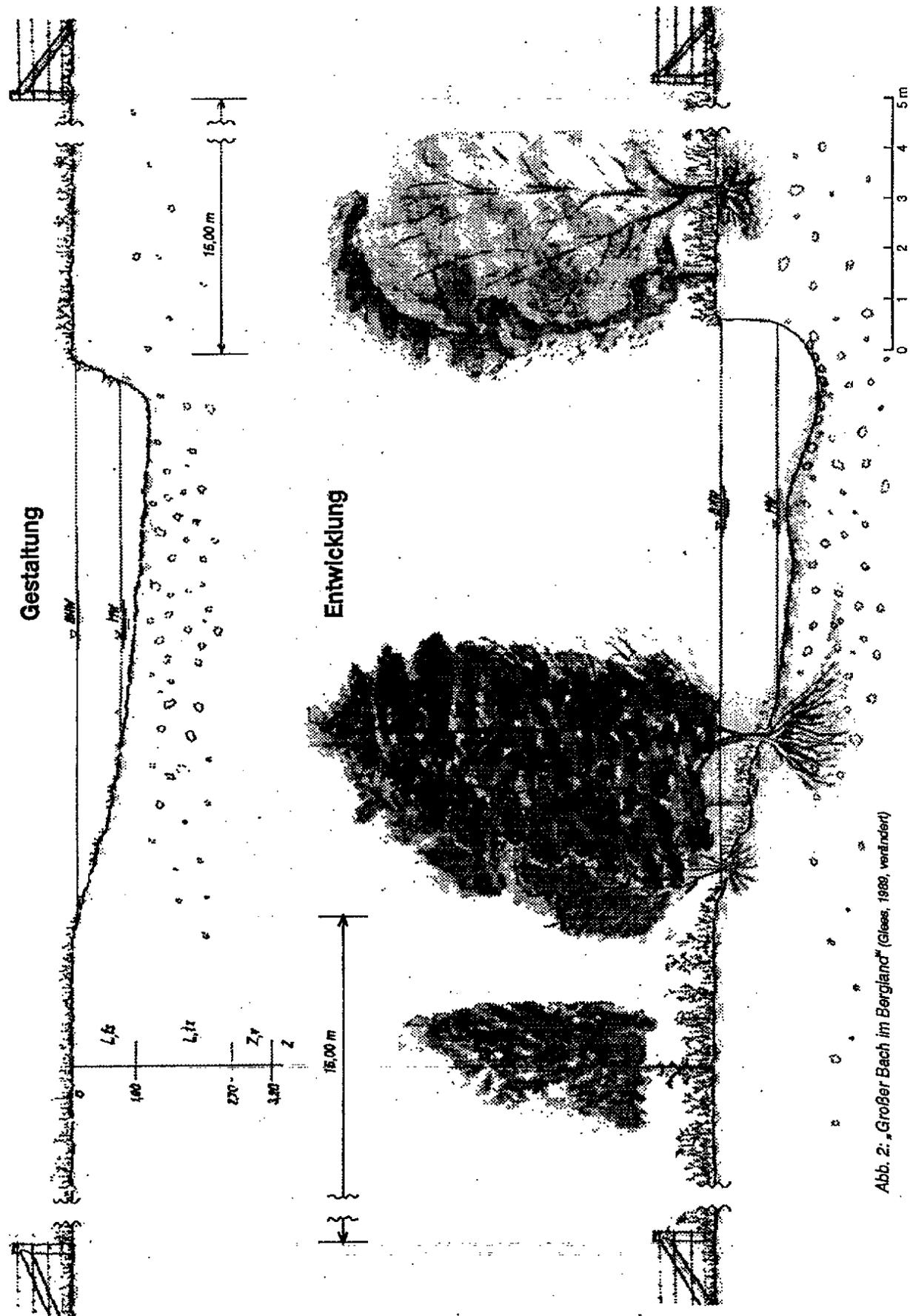


Abb. 2: „Großer Bach im Bergland“ (Glees, 1989, verändert)

**Beispiel:****„KLEINER FLUSS IM BERGLAND“****Vorgaben:**

$$A_{E0} = 110 \text{ km}^2$$

$$I = 6,7\text{‰}$$

$$MQ = 3,02 \text{ m}^3/\text{s} \quad [Mq = 27,5 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)]$$

$$HQ_2 = 48,8 \text{ m}^3/\text{s} \quad [=BHQ]; [Hq_2 = 444 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)]$$

$$HHQ = 103 \text{ m}^3/\text{s} \quad [HHq = 936 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)]$$

**Boden:**

0 – 0,25 m feinsandiger Lehm, humos (Lfs,h)

0,25 – 0,50 m kiesiger Lehm, humos (Lki,h)

0,50 – 1,50 m kiesiger mittelsandiger Lehm (Lkis)

ab 1,50 m Grobkies (gG)

**Zustand**

Ein Gewässer in einem Sohlental war ursprünglich mit einem Trapezprofil ausgebaut worden. Das linke Gewässervorland wird bis an die Böschungsoberkante ackerbaulich genutzt.

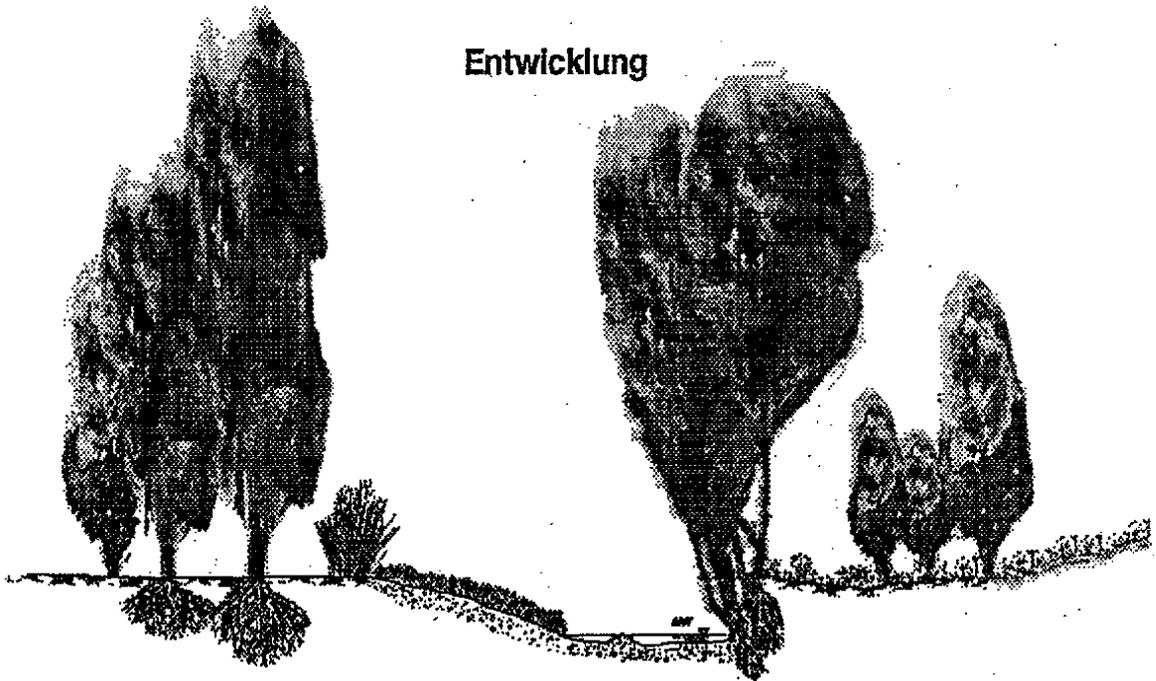
**Entwicklung**

Diese Nutzung wird um etwa 10 m zurückgenommen, so daß ein Uferstreifen entsteht und eine natürliche Entwicklung des Gewässers zugelassen werden kann. Als Folge ständiger Erosion sind an den Ufern auf längeren Strecken Uferabbrüche entstanden. An anderen Stellen hat sich Geschiebe abgelagert. Es besteht Gleichgewicht zwischen Erosion und Sedimentation. Auch auf geraden Fließstrecken bilden sich ein Steilufer und ein Flachufer aus. Das Steilufer wird durch spontan aufgewachsene Erlen gesichert. Auf den Flachufeln hat sich insbesondere Pestwurz angesiedelt.

## Zustand



## Entwicklung



0 1 2 3 4 5m

Abb. 3: „Kleiner Fluß im Bergland“ (Glees, 1969, verändert)

**Beispiel:****„GROSSER FLUSS IM BERGLAND“****Vorgaben:**

$A_{E0}$	= 1 324 km <sup>2</sup>
$I$	= 0,37%
NNQ	= 1,13 m <sup>3</sup> /s [NNq = 0,85 l/(s • km <sup>2</sup> )]
MQ	= 37,1 m <sup>3</sup> /s [Mq = 28 l/(s • km <sup>2</sup> )]
HQ <sub>100</sub>	= 658 m <sup>3</sup> /s [Hq <sub>100</sub> = 496 l/(s • km <sup>2</sup> )]

**Boden:**

- 0 – 0,30 m sandiger Lehm, humos (Ls,h)
- 0,30 – 2,80 m Lehm, steinig (L,x)
- 2,80 – 4,80 m Grauwackeschiefer, verwittert, stark lehmig (Zv, l)
- ab 4,80 m Grauwacke (Z)

**Zustand**

Die Sohle des Flußbetts besteht aus dem dort anstehenden Grauwackeschiefer. Uferabbrüche, die immer wieder auftreten, wurden durch Steinschüttungen befestigt. Die Vorländer sind beiderseits von Altgewässern durchzogen und als Mähwiesen bzw. Viehweiden genutzt. Längs der Talaue führt eine Bundesstraße. Der Fluß ist nur über die Wiesen zugänglich.

**Anlaß der Umgestaltung**

Im Zuge einer Neutrassierung wird die Bundesstraße aus der Talaue verlegt.

**Ziel der Umgestaltung**

Die Beseitigung des Straßenkörpers bietet die Möglichkeit, den Lebensraum Talaue naturnäher zu gestalten und dadurch auch die natürliche Retention bei Hochwasserabflüssen zu erhöhen. Es soll eine weitgehend vom Menschen ungestörte Entwicklung ablaufen.

**Gestaltung und Entwicklung**

Der Straßendamm wird bis auf eine Höhe abgetragen, die zwischen 0,30 m über und unter dem Mittelwasserstand schwankt. Dabei wird die Verbindung mit oberhalb und unterhalb gelegenen Altgewässern hergestellt. Die standortgemäße Vegetation dieses Bereichs soll sich durch die natürliche Sukzession entwickeln. Deshalb werden hier keine Pflanzungen vorgenommen. Eine Erschließung entfällt. Auf der linken Seite des Flusses wird ein Uferstreifen bis an die Geländekante ausgewiesen, der der natürlichen Sukzession überlassen bleibt.

An den Ufern vorhandene Steinschüttungen werden entfernt und Strauch- und Baumweiden gepflanzt. Uferabbrüche werden zugelassen.

Im Bereich des Bodenabtrags wird sich ein Weichholzauenwald, durchsetzt mit Röhrichtflächen, entwickeln.

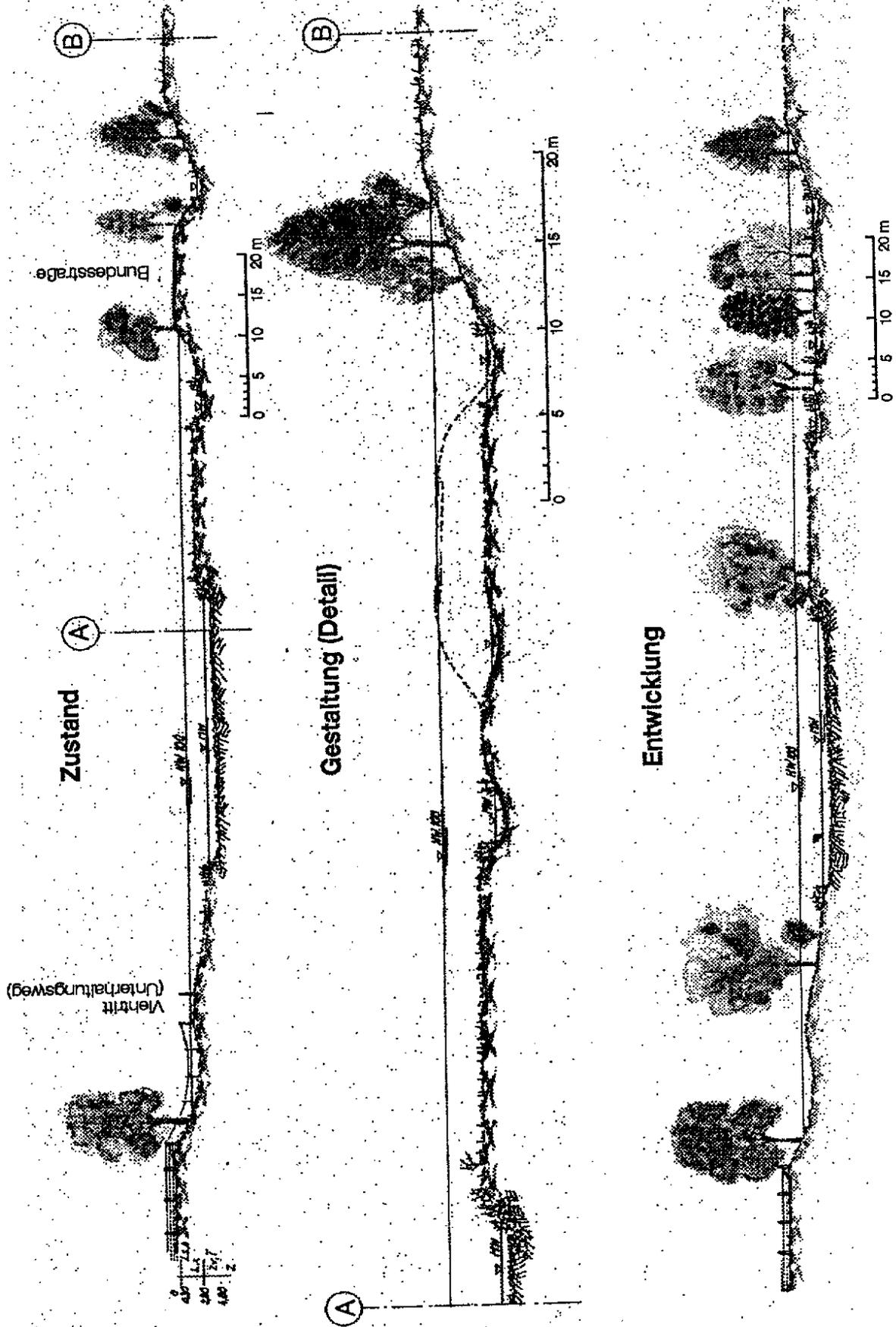


Abb. 4: „Großer Fluß im Bergland“ (Glees, 1989, verändert)

**Beispiel:****„KLEINER BACH IM FLACHLAND - SANDGEBIET“****Vorgaben:**

$$A_{E0} = 2 \text{ km}^2$$

$$I = 0,5 \text{ ‰}$$

$$MQ = 20 \text{ l/s [Mq = 10 l/s} \cdot \text{km}^2\text{]}$$

Der Bach fällt zeitweise trocken.

**Boden:**

0 – 0,50 m feiner Sand, lehmig (fS,l)

0,50 – 1,20 m feiner Sand (fS)

1,20 – 1,70 m Schluff (U)

ab 1,70 m feiner Sand (fS)

**Zustand**

Die Anliegergrundstücke werden bis an die Ufer ackerbaulich genutzt. Der in einer Tiefe von 1,20 bis 1,70 m anstehende Schluff ist ins Fließen geraten und hat das Gewässerbett teilweise aufgefüllt; Randstreifen des Ackers sind eingesunken. Der dadurch erhöhte Grundwasserstand stört bei der ackerbauartigen Nutzung. Das Gewässer neigt stark zur Verkrautung.

Der Standort ist wegen seines hohen Grundwasserstands für die derzeitige Nutzung problematisch. Nur eine Grundwasserabsenkung auf mindestens 1,20 m unter Gelände würde die gewünschten Erträge sichern. Diese könnte aber nur durch eine aufwendige Wiederherstellung der Einschnittstiefe gemäß dem früheren Ausbau auf 1,60 m unter Gelände erreicht werden (muldenförmiges Schotterbett auf Flächenfilter bis in Höhe des Oberbodens). Ein solcher Ausbau widerspricht jedoch den Regeln der naturnahen Gewässergestaltung.

**Ziel der Umgestaltung**

Das Entwicklungsziel für diesen Bach beinhaltet, daß die ackerbauliche Nutzung der angrenzenden Flächen weitgehend gesichert wird.

Das weitere Ausfließen des Schluffs soll verhindert, der von Lichtstellung und Nährstoffeintrag begünstigte Krautwuchs unterdrückt werden. Ein Mittelwasserstand von 1 m unter Gelände wird angestrebt. Es wird also in Kauf genommen, daß das Gewässer sich nur in eingeschränktem Rahmen natürlich entwickeln kann.

**Gestaltung**

Das Gewässerbett wird bis auf etwa 1,20 m Tiefe geräumt. Die Verwallung an den Ufern und die anschließenden Mulden bleiben erhalten. Auf beiden Ufern werden Uferstreifen von rund 10 m Breite angelegt.

Die Böschungen werden mit Grassamen eingesät. Über dem Mittelwasserstand wird beiderseits je eine Reihe Schwarzerlen in einem Abstand von 1 – 2 m gepflanzt. Andere Gehölze, vorwiegend Sträucher, schließen sich landseitig an. Teilbereiche werden nicht bepflanzt.

**Entwicklung**

Der Gehölzbewuchs beschattet das Gewässer und unterdrückt den Krautwuchs. Das Wurzelwerk befestigt den zum Fließen neigenden Boden. Der direkte Eintrag von Nährstoffen wird gemindert.

Gehölzfreie Bereiche der Uferstreifen werden der natürlichen Entwicklung überlassen.

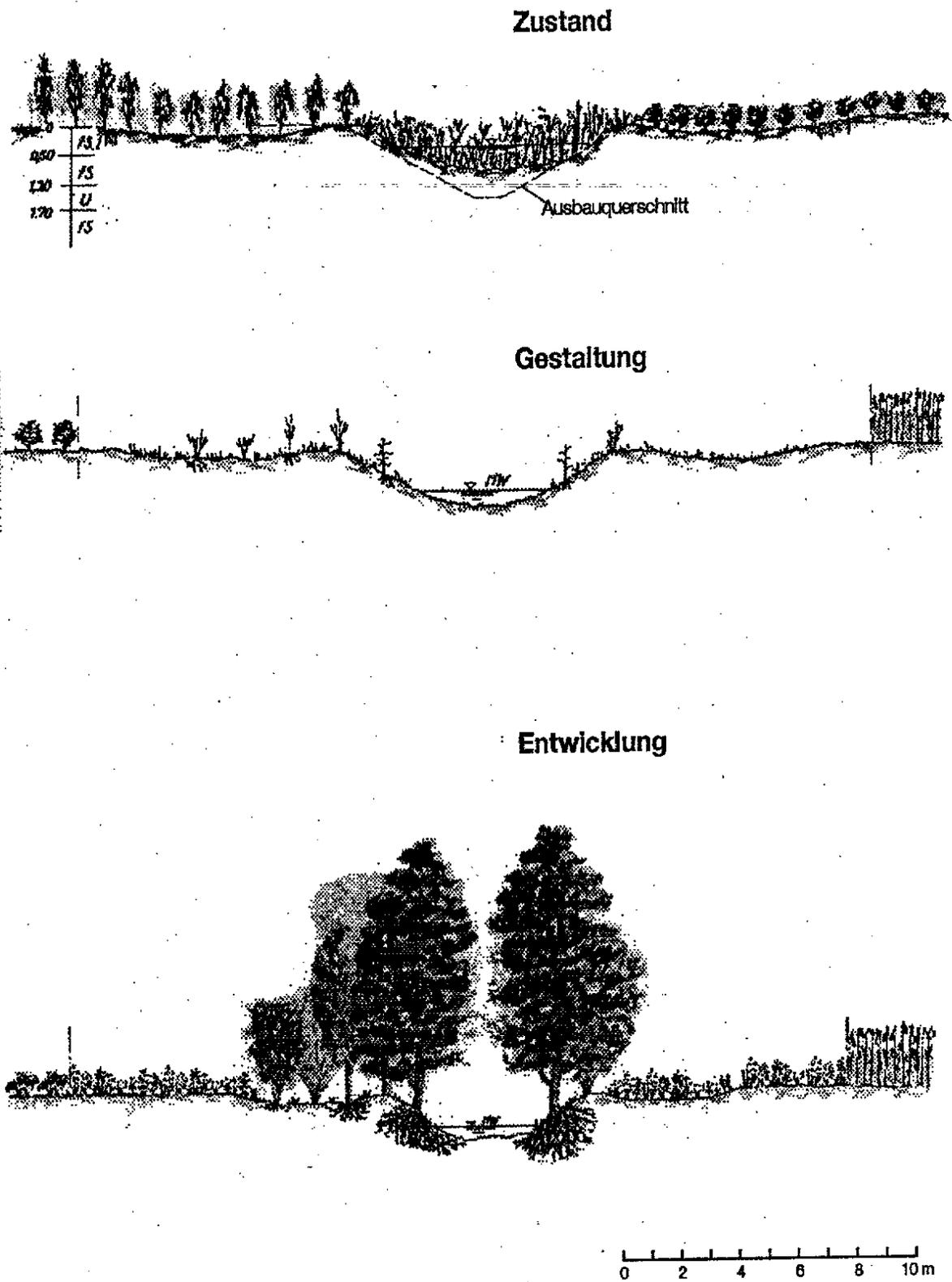


Abb. 5: „Kleiner Bach im Flachland – Sandgebiet“ (Glees, 1989, verändert)

**Beispiel:****„KLEINER BACH IM FLACHLAND - LÖSSGEBIET“****Vorgaben:**

$$A_{Eo} = 2 \text{ km}^2$$

$$I = 0,5\%$$

$$MQ = 30 \text{ l/s [Mq = 15 l/(s.km}^2\text{)]}$$

**Boden:**

0 - 2,50 m Lößlehm (LoI)

ab 2,50 m lehmiger Feinsand (fS,I)

**Zustand**

Das Gewässer wurde vor längerer Zeit für eine Entwässerungstiefe von 1,50 m ausgebaut. Es dient der Dränvorflut für die Ackerflächen. Die Böschungen sind mit Rasen befestigt. Gehölze fehlen völlig. Starker Krautwuchs infolge Lichtstellung und Nährstoffbelastung sowie die notwendige Erhaltung der Binnenentwässerung erfordern regelmäßiges Krauten und Räumen. Diese Arbeiten werden durch nahe gerückte Einzäunung der Viehweiden und Ackernutzung erschwert. Das abgelagerte Räumgut hat Uferwälle gebildet.

**Ziel der Umgestaltung**

Die Maßnahme hat eine Verbesserung des ökologischen Zustandes zum Ziel. Wegen der Beibehaltung der landwirtschaftlichen Nutzung auf den angrenzenden Flächen ist diese Entwicklung jedoch nur eingeschränkt möglich. Der Unterhaltungsaufwand für das Krauten soll durch Beschattung des Gewässers eingeschränkt werden.

**Gestaltung**

Der Krautwuchs wird geschnitten, das Gewässerbett geräumt. Rund 10 m breite Uferstreifen trennen den Bach von den landwirtschaftlichen Nutzflächen. Die Böschungen und ein Teil der Uferstreifen werden mit Gehölzen bepflanzt. Die zum Gewässer führenden Dränsammler werden im unteren Teil durch dichte Rohre ersetzt.

**Entwicklung**

Der Gehölzaufwuchs ersetzt mehr und mehr den Böschungsrasen. Krautwuchs im Gewässerbett wird zunehmend unterdrückt. In den gehölzfreien Bereichen der Uferstreifen stellt sich ohne Zutun Gras- und Krautwuchs ein.

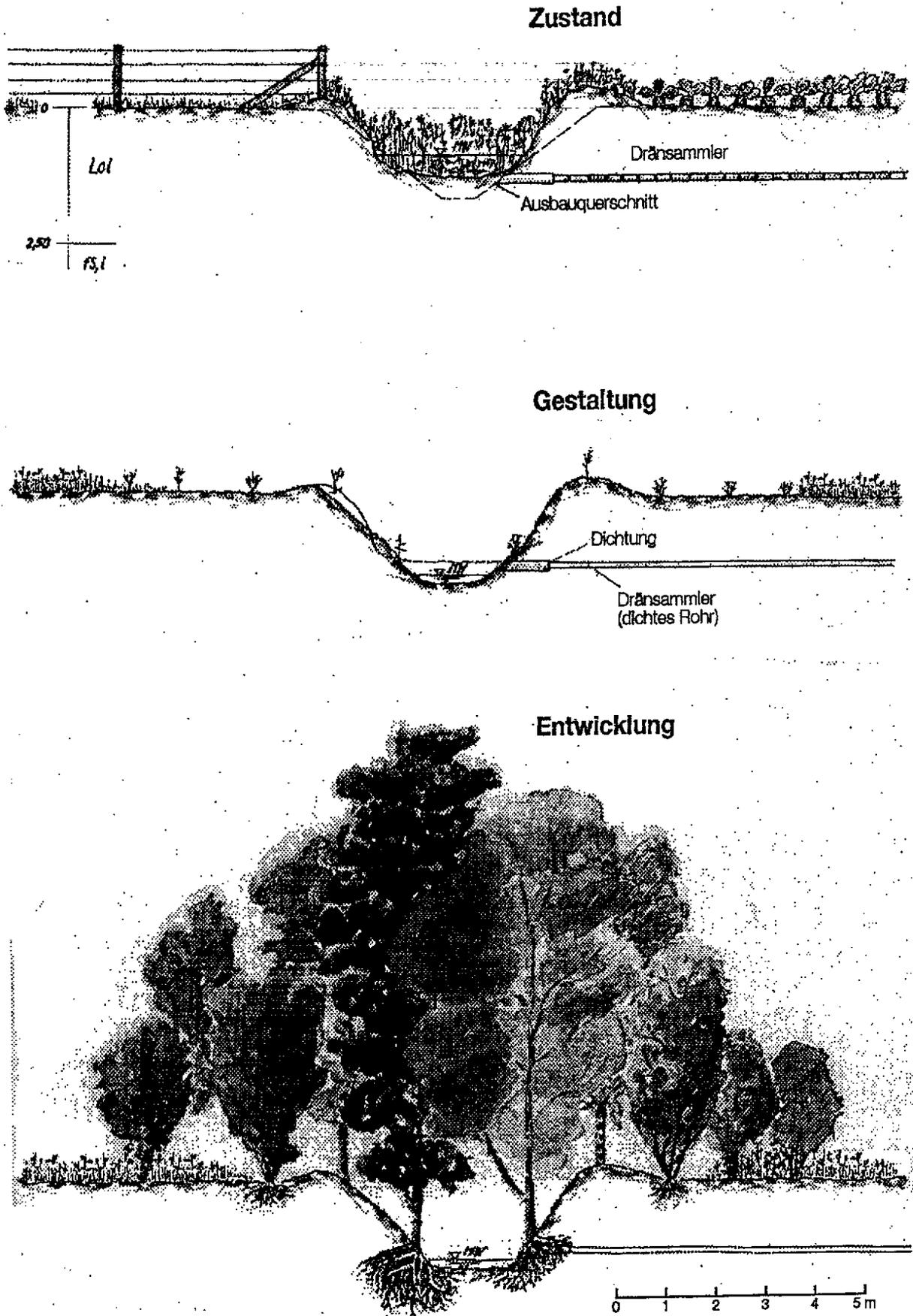


Abb. 6: „Kleiner Bach im Flachland – Lößgebiet“ (Glees, 1989, verändert)

**Beispiel:****„GROSSER BACH IM FLACHLAND“****Vorgaben:**AEo = 25 km<sup>2</sup>

I = 0,3‰

MQ = 250 l/s [Mq = 10 l/(s • km<sup>2</sup>)]SoHQ<sub>3</sub> = 2,00 m<sup>3</sup>/s [SoHQ<sub>3</sub> = 80 l/(s • km<sup>2</sup>)]SoHQ<sub>3</sub> = BHQ**Boden:**

0 – 0,20 m humoser Sand (hS)

0,20 – 0,90 m mittlerer Sand (mS)

0,90 – 1,20 m feiner Sand (fS)

1,20 – 3,00 m Grobsand (gS)

ab 3,00 m mittlerer Sand, grobkiesig, tonig (mS,gg,t)

**Zustand**

Das mit einer Sohlbreite von 1,20 m und Böschungsneigungen 1:2 ausgebaute Gewässer lehnt sich links an ein Hochufer an, das von einer Feinsandschicht (Fließsand) durchzogen ist. Ein Wirtschaftsweg mit Schwarzdecke trennt dieses Ufer von einem Acker. Hochwasser kann am rechten Ufer übertreten (Grünlandnutzung). Am linken Ufer sind Abbrüche entstanden. Abgeschwemmter Boden lagert sich weiter unterhalb in Bänken ab.

Vom rechten Ufer abgesetzt geben Einzelbäume Schatten für das Weidevieh.

**Ziele**

Eine Verbesserung der ökologischen Verhältnisse soll durch Anlegen von Uferstreifen und durch standortgerechte Gehölzbepflanzung erreicht werden. Der Weg ist zu erhalten; eine Verlegung ist nicht möglich. Unter weitgehender Erhaltung der heutigen Gestalt soll das linke Ufer so befestigt werden, daß die Ausdehnung der Abbrüche begrenzt wird.

**Gestaltung**

Das rechte Ufer erhält einen Uferstreifen von 10 bis 15 m Breite, der von der landwirtschaftlichen Nutzung freigehalten und größtenteils mit Gehölzen bepflanzt wird.

Auch am linken Ufer werden Bäume und Sträucher gepflanzt. An Strecken mit großen Abbrüchen werden zur Sicherung der untersten Baumreihe Faschinenwalzen eingebaut.

**Entwicklung**

Die Wurzeln der Gehölze stabilisieren im Laufe der Zeit die Böschungen. Gehölzfreie Teile des rechtsseitigen Uferstreifens bleiben der natürlichen Entwicklung überlassen.

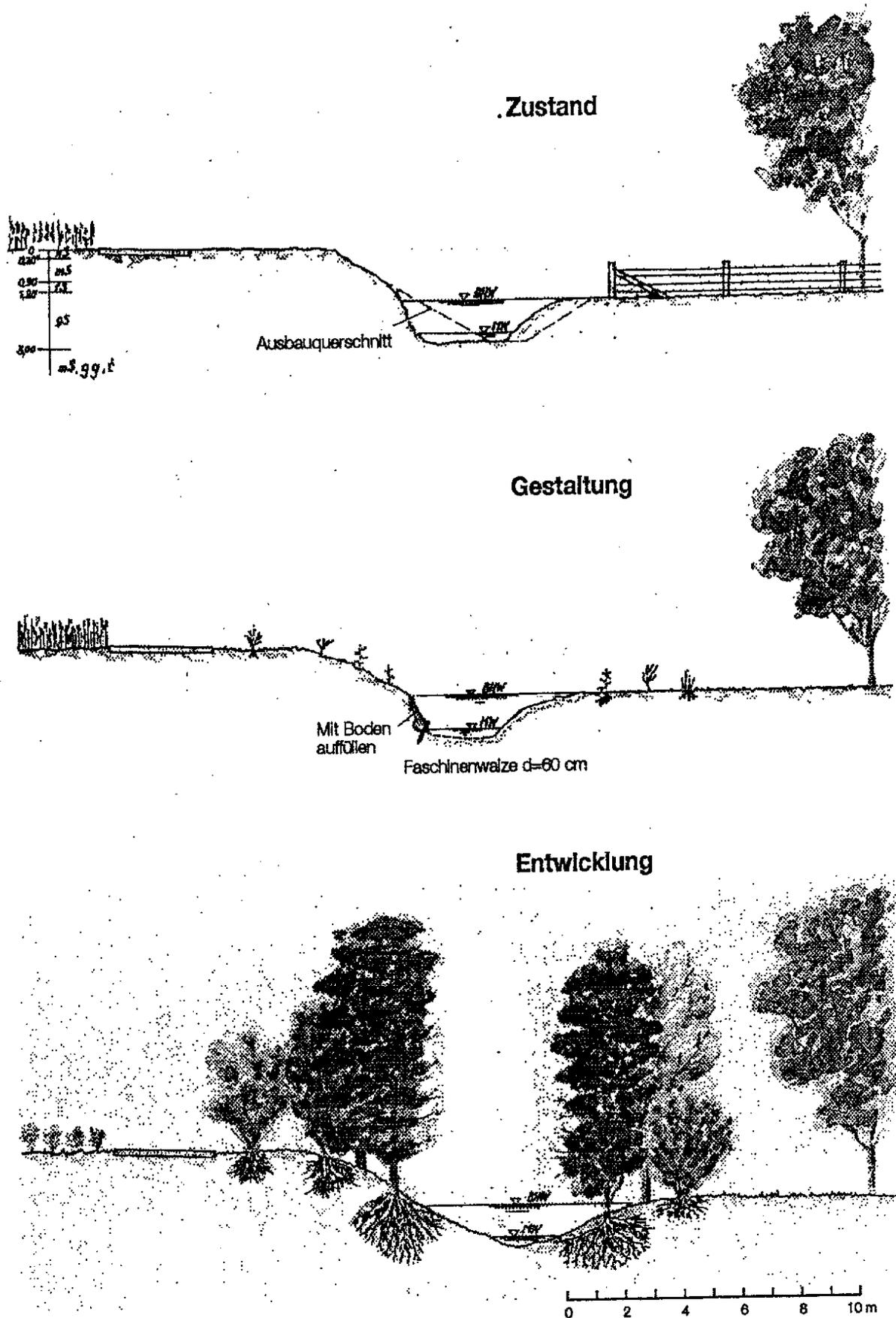


Abb. 7: „Großer Bach im Flachland“ (Glees, 1989, verändert)

**Beispiel:**

**„KLEINER FLUSS IM FLACHLAND“**

**Vorgaben:**

- $A_{E0}$  = 120 km<sup>2</sup>
- $I$  = 0,5‰
- $MQ$  = 1,20 m<sup>3</sup>/s [ $Mq$  = 10 l/(s • km<sup>2</sup>)]
- $HQ_5$  = 18,00 m<sup>3</sup>/s [ $Hq_5$  = 150 l/(s • km<sup>2</sup>)]
- $HQ_5$  = BHQ

**Boden:**

- 0 – 0,50 m schwach lehmiger Sand (S,l')
- 0,50 – 4,00 m Mittelsand (mS)
- ab 4,00 m Schluff, schwach tonig (U,l')

**Zustand**

Das Gewässer führt Sand, besonders bei größeren Abflüssen. Im Überschwemmungsgebiet wird Acker- nutzung betrieben. Bei einem früheren Ausbau mit einer Sohlbreite von 5 m und Böschungsneigungen 1:2,5 wurden am rechten Ufer unbefestigte Unter- haltungsstreifen geschaffen. Gehölze fehlen völlig. Sandtrieb und Sandablagerungen haben je nach den Strömungsverhältnissen den Regelquerschnitt verän-

dert. An Außenufern sind Kolke und Uferabbrüche entstanden. Krautwuchs behindert den Wasserabfluß. (Dargestellt sind jeweils 2 verschiedene Querschnitte).

**Ziele der Umgestaltung**

Bei unveränderten Bemessungsabfluß des früheren Ausbauquerschnitts soll das Gewässer naturnah ge- staltet werden.

**Gestaltung**

Kolke werden belassen. Streckenweise wird das Gewässerbett durch Abgrabungen in eine dem Ent- wicklungsziel entsprechende Form gebracht. Beider- seits werden Uferstreifen von etwa 15 m Breite einge- richtet.

**Entwicklung**

Am Gewässer und auf den Uferstreifen siedeln sich spontan Gehölze an. Die Wurzeln der Gehölze befe- stigen das Gewässerbett in zunehmendem Maße. Im Anfangsstadium können weitere Querschnittsverän- derungen eintreten. Der Krautwuchs im Gewässerbett wird durch Beschattung mehr und mehr unterdrückt.

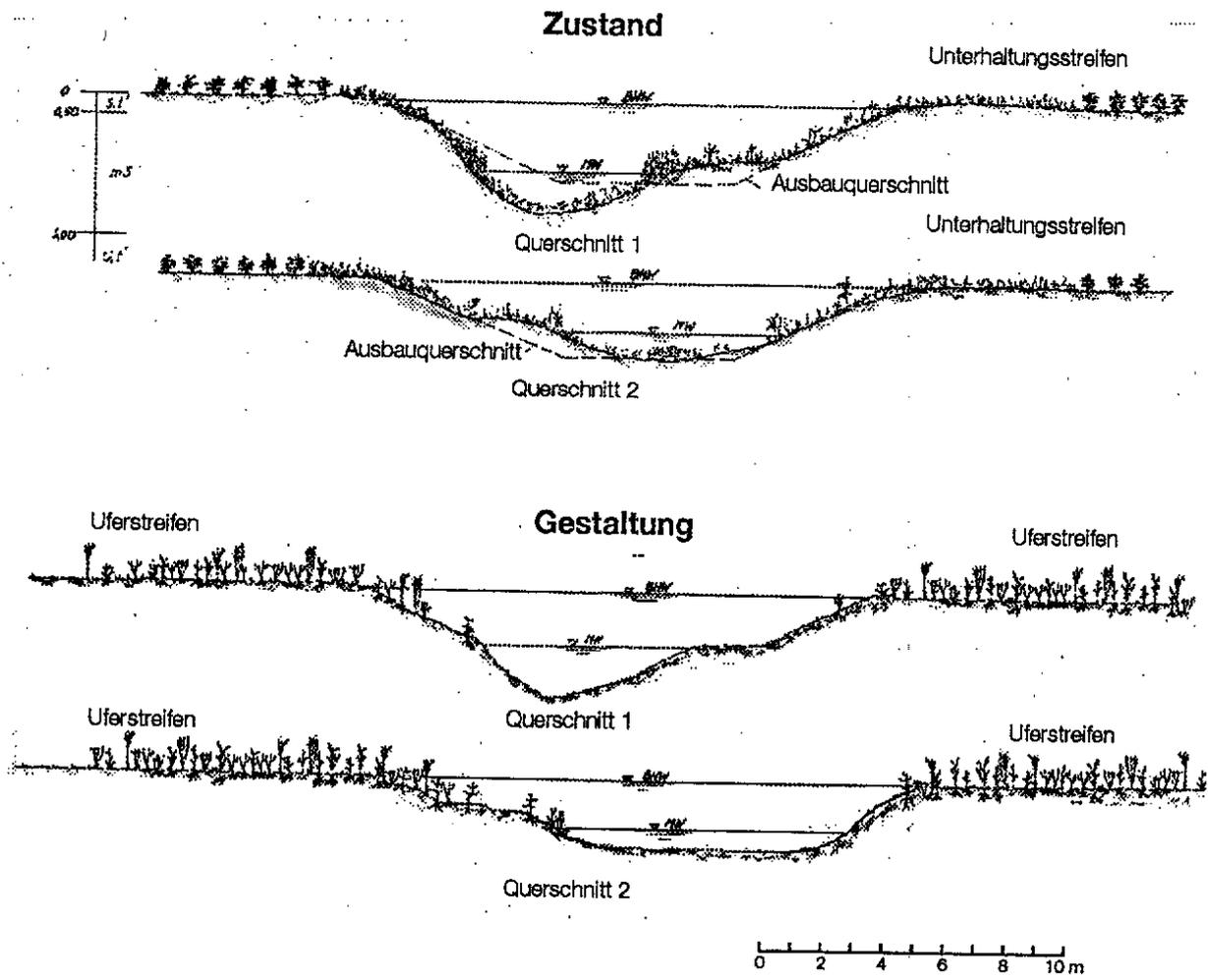
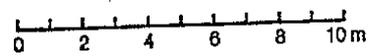


Abb. 8: „Kleiner Fluß im Flachland“ (Glees, 1989, verändert)

## Entwicklung



Querschnitt 1



Querschnitt 2

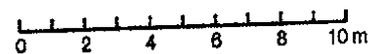


Abb. 9: „Kleiner Fluß im Flachland“ (Glees, 1989, verändert)

**Beispiel:****„GROSSER FLUSS IM FLACHLAND“****Vorgaben:**

$$A_{E0} = 2\,400 \text{ km}^2$$

$$I = 0,2\%$$

$$MNQ = 2,88 \text{ m}^3/\text{s} \text{ [MNq} = 1,2 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2\text{)]}$$

$$HQ_1 = 72 \text{ m}^3/\text{s} \text{ [Hq}_1 = 30 \text{ l/(s} \cdot \text{km}^2\text{)]}$$

**Boden:**

0 – 0,30 m mittlerer Sand,  
schwach humos (mS,h')

0,30 – 5,80 m mittlerer Sand (mS)

5,80 – 8,50 m Geschiebemergel (Mg)

**Zustand**

Die betrachtete Flußstrecke wurde zwar in ihrer Linienführung nicht verändert, daß ursprünglich breite und flache Profil durch Maßnahmen der Landgewinnung aber immer weiter eingeengt. Da die unteren Böschungsbereiche mit Steinschüttungen befestigt sind, konnte keine Breitenerosion mehr stattfinden. Unterhalb der betrachteten Flußstrecke wurde der Fluß früher auf  $HQ_2$  ausgebaut. Durch diesen Ausbau hat sich das Gefälle und damit die Schleppkraft des Wassers in dem betrachteten Abschnitt vergrößert. Hierdurch und infolge der geringen Standfestigkeit des anstehenden Sandes sowie des Grundwasserdrucks bei fallendem Hochwasser sind die Ufer streckenweise abgebrochen. Fast senkrecht abfallende Böschungen sind entstanden. Niedrige Abflüsse pendeln innerhalb des Gewässerbetts mit unterschiedlichen Wassertiefen. Durch die vergrößerten Schleppkräfte bedingt hat sich die Gewässersohle stark eingetieft. In einigen Abschnitten verläuft sie bereits im Mergel. In diesen vergrößerten Profilen kann heute ein  $HQ_2$  bordvoll abgeführt werden.

**Ziele**

Dem Gewässer soll die Möglichkeit gegeben werden, sich zu größerer Naturnähe zu entwickeln. Dazu wurde für dieses Gewässer ein großräumiges Entwicklungskonzept erstellt und mit den Betroffenen abgestimmt. Vorgesehen ist, daß der bei größeren Abflüssen stark erhöhte Sandtrieb verringert werden soll. Die Tiefenerosion soll gestoppt werden. Die Gewässersohle soll möglichst aufgehöhht werden. An den Ufergrundstücken sollen sich größere Abschnitte ohne erneute Abbrüche weiterentwickeln können, einzelne Abbrüche an Prallufem sollen ausdrücklich hingenommen werden. Die Ausuferung des in den ausgebauten Strecken bordvoll abgeführten  $HQ_2$  kann hier wegen der bereitstehenden angrenzenden Flächen hingenommen werden. Deshalb soll die Profilbemessung für ein  $HQ_1$  vorgenommen werden.

**Gestaltung**

Eine Entfesselung, d. h. die Herausnahme der Böschungsbefestigungen würde im Zusammenhang mit den durch die Ausbaumaßnahmen unterhalb gegebenen Rahmenbedingungen eine weitere Vergrößerung des Profils fördern. Die heutige Aue würde wegen der damit einhergehenden Erhöhung des Abflußvermögens immer seltener überflutet und auch die letzten auentypischen Standorteigenschaften verlieren. Bedingungen für eine Ablagerung der transportierten Sande auf der Gewässersohle wären erst gegeben, wenn sich auf tieferen Niveau eine neue Aue gebildet hätte. Die Untersuchungen zum Entwicklungskonzept haben gezeigt, daß die heutige Aue noch wichtige Reste einer naturnahen Aue enthält. Bei einer Wiederherstellung der auentypischen Standortbedingungen können von dort die auentypischen Pflanzen und Tiere die Aue besiedeln. Durch den Einbau einer Grundschwelle mit nachfolgender Sohlgleite am unteren Ende der Umgestaltungsstrecke sollen sich die typischen Gefälleverhältnisse wieder einstellen. Das Gewässerbett soll in Annäherung an historische Zustände wieder breit und flach werden. Um die Abflußleistung des Profils auf ein  $HQ_1$  zu verringern und die starke Eintiefung rückgängig zu machen, wird die Gewässersohle mit den an den Böschungen anstehenden Sanden aufgehöhht. Das bestehende Entwicklungskonzept für den Fluß sieht vor, später auch in dem unterhalb liegenden, ausgebauten Abschnitt die Sohle aufzuheben, damit die Funktion der Grundschwelle entfallen kann.

Um Raum für die anschließende Entwicklung des Flusses zu haben, wurden breite Randstreifen gekauft. Dadurch soll gewährleistet werden, daß die für einen Flachlandfluß typischen Verlagerungen an den Prallufem nicht ständig zu Konflikten mit Nutzern der Nachbarflächen führen. An solchen Außenufern, an denen wegen angrenzender Nutzungen ausnahmsweise keine Verlagerung zugelassen werden kann, erfolgt eine Böschungssicherung durch eine Weidenspreitlage im Bereich der Mittelwasserlinie. Oberhalb dieses Bereiches werden Baumweiden, Eschen, Stieleichen, Traubenkirschen und Hainbuchen gepflanzt.

Die anderen Uferbereiche werden weitgehend der Entwicklung überlassen. Abschnittsweise werden Gehölze angepflanzt, um das Landschaftsbild zu bereichern.

**Entwicklung**

Durch die Verringerung des Gefälles werden die auftretenden Schleppkräfte an der Gewässersohle kleiner. Die Menge an transportiertem Sand geht zurück. Dadurch stellt sich an der Sohle ein im Mittel ausgeglichener Zustand zwischen Ablagerung und Abtransport von Sanden ein. Durch kleinräumige Verlagerungen an der Sohle entstehen Kolke und flach überströmte Sandbänke, die von den heimischen Fischarten zum Abbläuen genutzt werden.

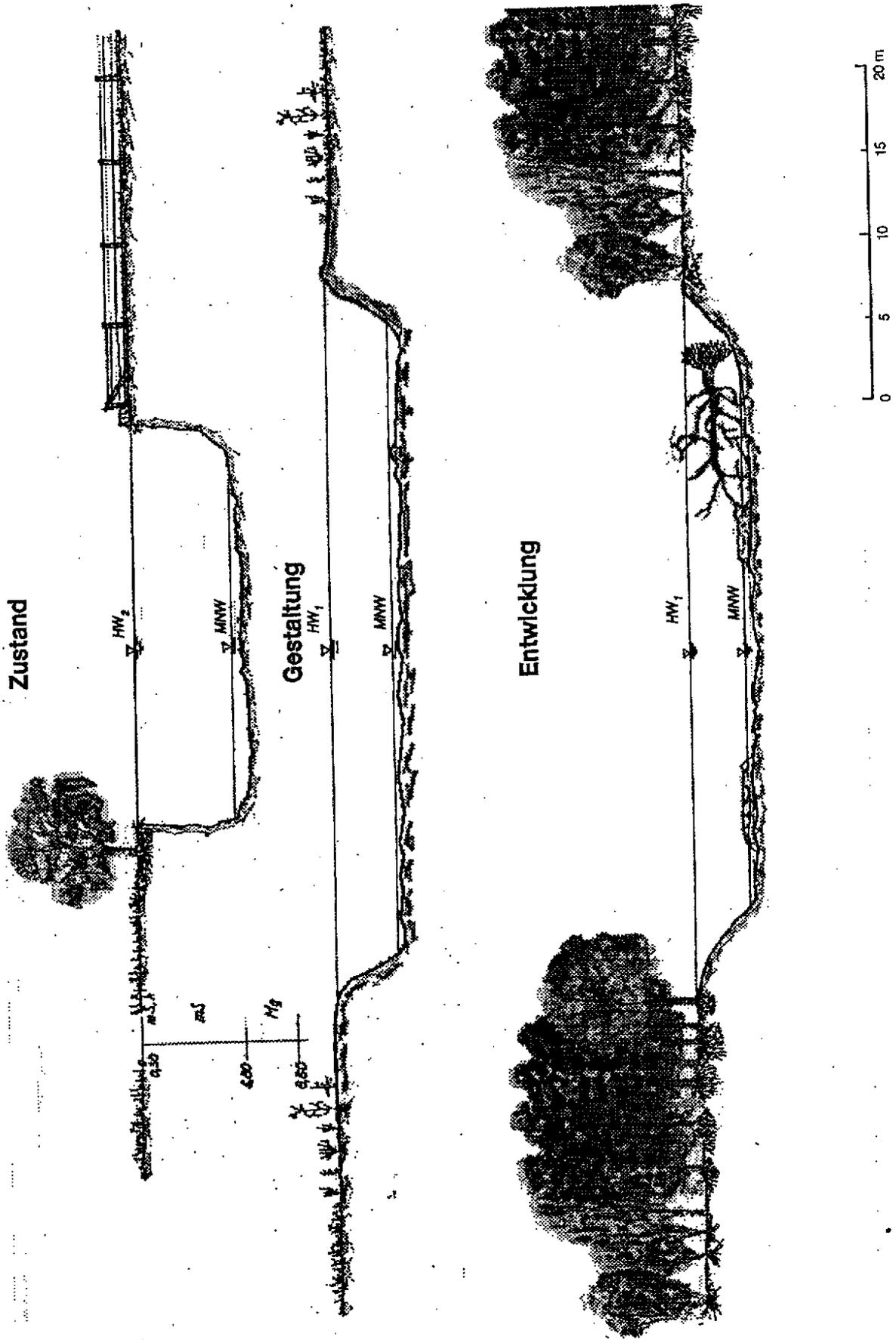


Abb. 10: „Großer Fluß im Flachland“ (Glees, 1980, verändert)

Neben immer wieder entstehenden, kleinräumigen Uferabbrüchen an Prallufeln entwickeln sich auf längeren Strecken Gehölze an den Ufern. Nach und nach wird das Gewässer durch große Bäume zum bestimmenden Element in der Landschaft. Durch die unterschiedlichen Entwicklungsstadien nimmt auch die Artenvielfalt der im und am Gewässer lebenden Pflanzen und Tiere zu.

### 3.7.4 Sicherung mit lebenden Baustoffen (Pflanzen)

Lebende Baustoffe sind Bäume, Sträucher, Röhrichtpflanzen, Uferstauden, Wiesengräser und -kräuter. Sie übernehmen wichtige Aufgaben bei der Einbindung von Wasserläufen in die Landschaft, bei der Entwicklung naturnaher Lebensräume und bei der Profilsicherung. Die von den einzelnen Pflanzen aufgebauten Bestände unterscheiden sich jedoch wesentlich in ihrem Wert als Baustoff, in ihrem Pflegeaufwand, in ihrer Bedeutung als Lebensraum für freilebende Tiere und wildwachsende Pflanzen sowie in ihrer Auswirkung auf den Stoff- und Energiehaushalt des Gewässers. Es empfiehlt sich das Pflanzgut für Röhricht- und Uferstaudenpflanzungen in der Nähe zu werben.

Werden Pflanzungen an Gewässern mit öffentlichen Mitteln gefördert, sind sie gemäß § 47 Landschaftsgesetz NW gesetzlich geschützte Landschaftsbestandteile. Sie dürfen nicht beschädigt oder beseitigt werden. Es ist insbesondere verboten, sie zu roden, abzubrennen oder mit chemischen Mitteln zu zerstören.

#### Ufergehölze

Ufergehölze sind Baum- und Strauchbestände, die den Wasserlauf begleiten und dicht oberhalb der Mittelwasserlinie wachsen. Sie bestehen aus Holzarten, die zumindest mehrtägige Überflutungen vertragen. Erstreckt sich der Gehölzbewuchs auch über die höher gelegenen Böschungflächen, so setzt er sich hier in der Regel aus anderen Baum- und Straucharten zusammen (vgl. Tab. 1). Die Ufergehölze erfüllen eine Reihe technischer und ökologischer Aufgaben. Sie

- stabilisieren mit ihrem Wurzelwerk die Ufer gegen Erosion und Bimschäden. Vor allem Rot- oder Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) und die Baumweiden (*Salix alba*, *Salix x rubens*, *Salix fragilis*) haben sich bewährt, weil ihre Wurzeln tief unter den Mittelwasserspiegel vordringen.
- beschatten den Wasserlauf, wodurch sie Wasser- und Sumpfpflanzen an der Entwicklung massenreicher, den Abfluß einschränkender Bestände hindern.

- verhindern übermäßige Erwärmung des Wassers durch Sonneneinstrahlung.
- bewirken eine Verbesserung der Wasserqualität.
- bieten den hier natürlich vorkommenden Pflanzen und Tieren Lebensraum.

Im Hinblick auf ihren naturgegebenen Gehölzbestand lassen sich die Fließgewässer Nordrhein-Westfalens zwei großen Gruppen zuordnen, den „Erlengewässern“ und den „Weidengewässern“ (vgl. Tab. 1).

Zu den Erlengewässern gehören alle Wasserläufe, die während der Vegetationsperiode höchstens einige Tage lang andauernde Hochwasserstände aufweisen. An ihnen herrscht von Natur aus die Roterle vor. Sie sollte deshalb im Mittelwasserbereich bevorzugt gepflanzt werden. Untergeordnet eignen sich auch Baumweiden und bei standfesten, gut nährstoffversorgten Böden ebenfalls die Esche. Strauchweiden sind wegen ihres breit ausladenden Wuchses dagegen unangebracht.

Zu den Weidengewässern gehören Flußstrecken, die während der Vegetationsperiode länger anhaltende Hochwasser führen können. Solche Ereignisse werden von baum- und strauchförmigen Schmalblattweiden vertragen, nicht aber von der Roterle. Deshalb eignen sich hier vor allem Weidenarten zur Pflanzung im Mittelwasserbereich, wobei Baumweiden mit Stamm und Krone zu bevorzugen sind. Strauchweiden sollten nur dort verwendet werden, wo durch sie zu erwartende Profileinengungen vertretbar sind (z. B. am Unterlauf von Sieg, Ruhr und Lippe).

Auf gebietsfremde Arten, z. B. die Weiß- oder Grauerle (*Alnus incana*) und sämtliche Nadelbäume, ist an Wasserläufen zu verzichten. Das gleiche gilt für alle fremdländischen Arten, namentlich für Pappeln und deren Bastarde (z. B. *Populus x canadensis*, *Populus balsamifera*). Auch die Schwarzpappel (*Populus nigra*), die von Natur aus im Überschwemmungsbereich mancher Flüsse siedelt, ist zur Ufersicherung nicht geeignet; sie sollte aber durch Anpflanzung an Altwassern oder in Weichholzaunenwäldern in ihrem Bestand gefördert werden.

Für die Flächen oberhalb des Mittelwasserbereichs gibt es zahlreiche Arten, deren Auswahl sich an den jeweiligen Standortbedingungen, vor allem Nährstoffgehalt des Bodens und Höhenlagen über NN, orientieren soll. Tabelle 1 enthält für alle Teile des Landes Nordrhein-Westfalen eine genügend große Anzahl bodenständiger Gehölze. Mit ihnen kann der Eigenart eines jeden Landschaftsraumes Rechnung getragen werden.

Auf die Verwendung von Ulmen sollte verzichtet werden, weil mit großen Ausfällen durch die Ulmenkrankheit gerechnet werden muß. Auch bei Weißdorn (*Crataegus monogyna*, *Crataegus oxyacantha*) ist in Obstbaugebieten wegen einer möglichen Gefährdung

Tabelle 1

Geeignete Baum- und Straucharten	Abkürzungen für Pflanzpläne	Bergland-Erlenengewässer Boden schwach bis mäßig basenreich		Boden basenreich	Flachland-Erlenengewässer Moorboden		Sandboden, basenarm	Bindiger Boden, mäßig basenhaltig	Mergelboden, basenreich	Weidengewässer
		X	•		X	•				
<b>Gehölze für den Mittelwasserbereich (Weichholzzone)</b>										
Bäume:										
Rot- o. Schwarzerle <sup>1)</sup> ( <i>Ainus glutinosa</i> )	RE	X	•	X	•	X	•	X	•	•
Esche ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	ES	•	•	X	•	•	•	(X)	X	•
Bruch- o. Knackweide ( <i>Salix fragilis</i> )	BW	X	•	X	•	X	•	X	X	X
Fahlweide ( <i>Salix rubens</i> )		X	•	X	•	•	•	X	X	X
Silberweide <sup>2)</sup> ( <i>Salix alba</i> )		•	•	X	•	•	•	X	X	X
Sträucher:										
Purpurweide ( <i>Salix purpurea</i> )	PW	•	•	•	•	•	•	•	•	X
Mandelweide ( <i>Salix triandra</i> )	MW	•	•	•	•	•	•	•	•	X
Korb- oder Hanfweide ( <i>Salix viminalis</i> )	KW	•	•	•	•	•	•	•	•	X
<b>Gehölze für die Flächen oberhalb des Mittelwasserbereichs (Hartholzzone)</b>										
Bäume 1. Ordnung (> 25 m hoch werdend):										
Stieleiche <sup>2)</sup> ( <i>Quercus robur</i> )	SE	X	•	X	•	X	•	X	X	X
Vogelkirsche ( <i>Prunus avium</i> )	VK	(X)	•	X	•	•	•	X	X	X
Esche ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	ES	•	•	X	•	•	•	X	X	X
Bergahorn ( <i>Acer pseudoplatanus</i> )	BA	(X)	•	X	•	•	•	•	•	•
Spitzahorn ( <i>Acer platanoides</i> )	SA	•	•	X	•	•	•	•	•	•
Bäume 2. Ordnung (< 25 m bleibend):										
Moorbirke ( <i>Betula pubescens</i> )	MB	•	•	•	X	•	•	•	•	•
Sandbirke ( <i>Betula pendula</i> )	SB	•	•	•	X	•	X	•	•	•
Eberesche o. Vogelbeere ( <i>Sorbus aucuparia</i> )	EB	X	•	•	X	•	X	X	•	•
Traubenkirsche ( <i>Prunus padus</i> )	TK	X	•	X	•	X	X	X	X	X
Hainbuche <sup>2)</sup> ( <i>Carpinus betulus</i> )	HB	X	•	X	•	•	X	X	X	X
Feldahorn ( <i>Acer campestre</i> )	FA	•	•	X	•	•	X	X	X	X
Sträucher:										
Grauweide <sup>2)</sup> ( <i>Salix cinerea</i> )	GW	X	•	•	X	•	X	X	•	•
Ohrweide ( <i>Salix aurita</i> )	OW	X	•	•	X	•	X	•	•	•
Faulbaum ( <i>Frangula alnus</i> )	FB	X	•	•	X	•	X	•	•	•
Gemeiner Schneeball ( <i>Viburnum opulus</i> )	GS	X	•	X	•	X	X	X	X	X
Hasel ( <i>Corylus avellana</i> )	HA	X	•	X	•	•	•	X	X	X
Schlehe o. Schwarzdom ( <i>Prunus spinosa</i> )	SL	X	•	X	•	•	•	X	X	X
Hundsrose ( <i>Rosa canina</i> )	HR	X	•	X	•	•	•	X	X	X
Kreuzdom ( <i>Rhamnus cathartica</i> )	KD	•	•	X	•	•	•	X	X	X
Heckenkirsche ( <i>Lonicera xylosteum</i> )	HK	•	•	X	•	•	•	X	X	X
Pfaffenhütchen ( <i>Euonymus europaeus</i> )	PF	•	•	X	•	•	•	(X)	X	X
Bluthartriegel ( <i>Cornus sanguinea</i> )	BH	•	•	X	•	•	•	(X)	X	X

1) auf keinen Fall Grauerle (*Ainus incana*) 2) nicht in Lagen über 400 m NN verwenden

durch die Feuerbrandkrankheit Zurückhaltung geboten.

Die Pflanzen sollten so angeordnet werden, daß eine nach außen hin abgestufte Pflanzung aufgebaut wird, also zum Gewässer hin bevorzugt Bäume oder baumartige Gehölze und nach außen hin nach dem Muster eines Waldmantels vornehmlich Sträucher. Auch müssen die Standortunterschiede im Profil (z. B. naß - feucht - trocken) bei der Auswahl und Anordnung der Gehölze berücksichtigt werden.

Für Gehölzpflanzungen frisch hergerichtete Böschungen können mit einer einfachen Rasenmischung eingesät werden, die auf schweren und mittleren Böden hauptsächlich Weidelgras (*Lolium perenne*) und auf leichten Böden Schafschwingel (*Festuca ovina*) oder Straußgras (*Agrostis tenuis*) enthalten kann. Dies dient einer vorläufigen Sicherung der Böschung und unterdrückt störenden Krautwuchs. Vor der Pflanzung der Gehölze sollte möglichst schon eine Mahd erfolgt sein.

Eine besondere Form der Ufersicherung mit Gehölzen ist der Einbau von Weidenspreitlagen. Diese werden aus zweijährigen, noch nicht ausgetriebenen Weidenruten hergestellt, die quer zur Uferlinie dicht an dicht verlegt und mit Spanndraht befestigt werden. Die unteren Enden der Ruten sind in den Boden einzubauen. Die gesamte Spreitlage wird geringfügig übererdet. Für diese Bauweise eignen sich Korbweide (*Salix viminalis*), Mandelweide (*Salix triandra*) und Purpurweide (*Salix purpurea*). Die austreibende und sich fest verwurzelnde Spreitlage ergibt ein stabiles Deckbauwerk. Solche Spreitlagen eignen sich jedoch nur für ausreichend breite Gewässer, an denen die Entwicklung von dichten Weidenbüschen nicht stört.

### Röhrichte

Auch Flußferröhrichte können als Baustoff dienen. Sie

- durchwurzeln die Wasserwechselzone und verhindern bis zu einem gewissen Grad Erosion im Mittelwasserbereich.
- beschatten einen Teil des Gewässers.
- bieten einer vielgestaltigen Pflanzen- und Tierwelt Lebensraum.
- tragen zum Schutz seltener und gefährdeter Arten bei.
- erhöhen den Erlebniswert der Landschaft.

Die wichtigste Röhrichtart ist in allen Landestellen das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*). Es wächst unmittelbar am Wasser, dringt mit seinen Wurzeln unter den Mittelwasserspiegel vor, verträgt als amphibische Pflanze zeitweilige Überflutungen und legt sich bei Hochwasser um. Bei ständiger Wasserführung wuchert es nicht in das Gewässerbett hinein.

Rohrglanzgras stellt sich in der Regel von selbst ein. Geschlossene Bestände können sich nur bilden, wo dicht schattende Ufergehölze fehlen und die Böschungen während der Vegetationsentwicklung nicht bis zur Wasserlinie gemäht werden. Zwecks beschleunigter Ansiedlung können sich Pflanzung (Stichsoden) oder Ansaat empfehlen.

An ruhigen, zur Verlandung neigenden Gewässerabschnitten bildet der Wasserschwaden (*Glyceria maxima*) Uferferröhrichte aus. Es bleibt jedoch für wasserbauliche Zwecke untergeordnet.

Eine weitere Röhrichtart, das Schilf (*Phragmites australis*), ist nur für breite Flüsse und Stillgewässer geeignet. Es läßt sich mittels Stichsoden, Rhizomschnittlingen oder Halmstecklingen ansiedeln.

### Uferstauden

Stellenweise können auch Uferstauden verwendet werden. Sie

- befestigen mit ihrem Wurzelgeflecht flach ansteigende Ufer, insbesondere Gleithänge.
- ermöglichen eine abwechslungsreiche Gestaltung des Uferbewuchses.
- gewähren (im Gegensatz zu Ufergehölzen) freien Zugang und Blick zum Wasser.

Hierfür eignet sich im Berg- und Hügelland in erster Linie die Pestwurz (*Petasites hybridus*), die mit dichtem Wurzel- und Rhizomgeflecht den Mittelwasserbereich durchzieht. Wo Pestwurz-Bestände spontan aufgewachsen sind, sollten sie möglichst belassen und nicht nachträglich mit Ufergehölzen überpflanzt werden. Durch Einbringen von Rhizomstücken können Pestwurz-Bestände auch neu angelegt werden. Angrenzende, regelmäßig landwirtschaftlich genutzte Flächen werden durch die Pestwurz nicht beeinträchtigt.

Andere Uferstauden, die mühelos und mit gutem Anwachsenerfolg eingebracht werden können, sind die Gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) und das Mädesüß (*Flipendula ulmaria*). Von allein hochgekommene Uferstaudensäume mit auffällig blühenden Arten wie Blutweiderich (*Lythrum salicaria*), Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) und Waldengelwurz (*Angelica sylvestris*), sind ähnlich wie Flußferröhrichte zu werten.

### Rasen

Eine weitere Möglichkeit der Pflanzenverwendung besteht in der Anlage von Rasenflächen. Sie

- lassen sich rasch und leicht herstellen.
- schützen bei regelmäßiger Unterhaltung ganzjährig die Böschungen oberhalb des Mittelwasserspiegels.

Die Anlage von Rasen auf Gewässerböschungen ist allerdings eine naturferne Art der Begrünung, die nur durch dauernde Pflege Bestand hat.

Zweckmäßigerweise werden niedrigwüchsige Gräser verwendet, um durch geringe Massenproduktion den Pflegeaufwand zu reduzieren (vgl. Tab. 2). Gleichwohl reagieren Rasenflächen rasch auf Nährstoffzufuhr, z. B. bei Überflutung mit nährstoffreichem Wasser, durch unbeabsichtigte Düngergaben oder durch liegengebliebenes und verrottendes Mähgut. Es kommt

zu einem Umbau der Narbe, wobei sich anstelle niedrigwüchsiger Gräser hochwüchsige ausbreiten. Mit fortschreitender Aufdüngung wird die Entwicklung geschlossener, unerwünschter Staudenbestände mit Großer Brennessel, Stumpfblättrigem Ampfer und Disteln begünstigt, die den Rasen verdrängen. Das vermehrt die Pflegearbeiten und verringert die Böschungsstabilität.

Rasenböschungen sind besonders anfällig gegenüber Bisam und Nutria.

Tabelle 2

## Geeignete Rasenmischungen

(Angabe in Gewichtsprozenten)

### 1. Sandböden

Tiefgründige, kolloidarme Sande

50 %	Schafschwingel	( <i>Festuca ovina</i> )
40 %	Feinschwingel	( <i>Festuca tenuifolia</i> )
10 %	Gemeines Straußgras	( <i>Agrostis tenuis</i> )

Bei Mutterbodenandeckung ist der Schafschwingel- und Feinschwingel-Anteil zu reduzieren zugunsten von

bis 20 %	Horstrotschwingel	( <i>Festuca nigrescens</i> = <i>F. rubra</i> ssp. <i>commutata</i> )
bis 20 %	Ausläufertreibendem Rotschwingel	( <i>Festuca rubra</i> = <i>F. rubra</i> ssp. <i>rubra</i> )

### 2. Lehmige Sand- bis sandige Lehmböden

Mittel- bis tiefgründige Böden mit nur geringem Steingehalt

40 %	Ausläufertreibender Rotschwingel	( <i>Festuca rubra</i> = <i>F. rubra</i> ssp. <i>rubra</i> )
20 %	Horstrotschwingel	( <i>Festuca nigrescens</i> = <i>F. rubra</i> ssp. <i>commutata</i> )
30 %	Schafschwingel	( <i>Festuca ovina</i> ).
	der bei stärker lehmigen Böden zugunsten von <i>Festuca rubra</i> zu reduzieren ist.	
5 %	Gemeines Straußgras	( <i>Agrostis tenuis</i> )
5 %	Deutsches Weidelgras	( <i>Lolium perenne</i> )

### 3. Lehm- und Tonböden

Mittel- bis tiefgründige Böden mit nur geringem Steingehalt

60 %	Ausläufertreibender Rotschwingel	( <i>Festuca rubra</i> = <i>F. rubra</i> ssp. <i>rubra</i> )
20 %	Horstrotschwingel	( <i>Festuca nigrescens</i> = <i>F. rubra</i> ssp. <i>commutata</i> )
10 %	Wiesenrispe	( <i>Poa pratensis</i> )
10 %	Deutsches Weidelgras	( <i>Lolium perenne</i> )

### 4. Gesteinsböden

Mehr oder weniger flachgründige, bis zur Oberfläche stein- und grushaltige Böden

50 %	Schafschwingel	( <i>Festuca ovina</i> )
30 %	Ausläufertreibender Rotschwingel	( <i>Festuca rubra</i> = <i>F. rubra</i> ssp. <i>rubra</i> )
10 %	Horstrotschwingel	( <i>Festuca nigrescens</i> = <i>F. rubra</i> ssp. <i>commutata</i> )
5 %	Gemeines Straußgras	( <i>Agrostis tenuis</i> )
5 %	Deutsches Weidelgras	( <i>Lolium perenne</i> )

Die Gewichtsprozentage sollen nur ungefähre Anhaltswerte darstellen. Sie sind bei Bedarf den speziellen Verhältnissen anzupassen.

### 3.7.5 Sicherung mit toten Baustoffen

Tote Baustoffe sind mineralische oder künstlich hergestellte Stoffe und Holz. Sie können eingesetzt werden, wenn eine eigendynamische Entwicklung der Fließgewässer nicht zugelassen werden kann. Tote Baustoffe sollen jedoch nur dort verwendet werden, wo lebende die Aufgabe der Sicherung nur unzureichend erfüllen können. Dabei sollten Verbundbauweisen mit lebenden Baustoffen bevorzugt werden. Es dürfen nur solche Baustoffe verwendet werden, die den natürlichen Wasserchemismus nicht ändern und sich nicht nachteilig auf Fauna und Flora auswirken. Bei Pflanzungen, die erst im späteren Entwicklungsstadium eine ausreichende Befestigung bieten, sind tote Baustoffe für eine vorübergehende Sicherung nicht immer zu vermeiden.

Im folgenden sind für einige Bauweisen mit toten Baustoffen die Eigenschaften und Anwendungsbereiche beschrieben.

#### Steinschüttung

Grobkies, Schotter oder Bruchsteine werden flächig geschüttet und von Hand oder maschinell abgeglichen. Reicht die Steinschüttung über die Mittelwasser- bzw. Staulinie hinaus, kann sie zur Förderung von Bewuchs übererdet werden. Bei einem Untergrund aus feinkörnigen Sanden ist eine Filterunterlage erforderlich.

Die Steinschüttung ist leicht herzustellen und sehr flexibel, aber materialaufwendig. Die Hohlräume zwischen den Steinen bieten Kleinbiotope für Niedere Tiere und Fischbrut. Günstig ist die Verwendung von unsortiertem Material. Durchwurzelung ist möglich. Daher eignet sich die Steinschüttung für die Sicherung von Sohle und Böschung etwa bis zur Mittelwasserlinie.

#### Steinstückung

Gebrochene Steine von etwa gleicher Höhe werden von Hand auf einem Planum in der Sohle und im unteren Böschungsbereich versetzt. Die Hohlräume werden mit kleinen Steinen verzwickelt. Zur Erhöhung der Rauigkeit sind einzelne herausragende Steine einzufügen (etwa 1 Stück/m<sup>2</sup>).

Diese Befestigung ist zwar sehr widerstandsfähig, aber lohnintensiv und wenig flexibel. Sie ist für den Verbund mit Gehölzen ungeeignet. Sie bietet keine Unterschlupfmöglichkeit für Fische. Ihre Verwendung darf nur in begründeten Ausnahmefällen erfolgen.

#### Steinsatz

Lagerhafte Bruchsteine werden mauerwerksartig trocken versetzt. Die dabei entstehenden Fugen

können nur wenig durchwurzelt werden. Diese Befestigung ist widerstandsfähig und verhältnismäßig starr. Ihre Herstellung ist lohnintensiv.

Der Steinsatz wird im Böschungsbereich verwendet. Zum Schutz gegen Unterspülung werden in der Sohle nötigenfalls Steine vorgeschüttet.

Der Einsatz ist auf Sonderfälle zu beschränken.

#### Pflaster aus Natursteinen

Bruchsteine, auch behauen, werden auf einer Bettung im Verband verlegt. Bei Bettung des Pflasters auf Kies, Sand oder Splitt werden die Fugen mit dem gleichen Material oder mit Boden verfüllt. Erfolgt die Bettung ausnahmsweise auf Beton, bleiben die Fugen bis auf etwa 5 cm Tiefe von Mörtel frei. Das Pflaster wird an den Rändern in dem notwendigen Umfang mit Pfahlreihen gesichert. Pflaster ist besonders standfest gegen Wasserangriff; in Beton versetzt ist es jedoch starr und deshalb gegen Setzungen, Auftrieb und Unterspülungen empfindlich. Die Verwendung von Pflaster ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

#### Befestigungen aus künstlichen Steinen

Verbundpflastersteine, Sohlplatten aus Beton, Kaskadenabstürze, Verbundplatten und Rasenkammersteine verhindern eine naturnahe Gewässerentwicklung. Auf ihren Einsatz ist daher zu verzichten.

#### Flächenfilter

Folien, Gitterplanen und Vliese unterschiedlicher Konstruktion dienen als Hilfsbaustoffe für Abdichtungen, Auftriebs- und Erosionssicherungen. Sie sind nur in Verbindung mit Überschüttungen zu verwenden.

Alle flächenhaften Filter aus natürlichen Materialien oder Kunststoffen müssen den Wasseraustausch und die Durchgängigkeit für Kleinlebewesen ermöglichen. Sie müssen deshalb möglichst zahlreiche Öffnungen von mindestens 1,2 mm Durchmesser bzw. Poren entsprechender Größe aufweisen. Je tiefer diese Baustoffe unter der Gewässersohle liegen, umso weniger wird der Lebensraum der Sandlückenbewohner gestört. Wirkung und Lebensdauer dieser Elemente sind von Materialart, Struktur, Bemessung und Überschüttung abhängig.

#### Faschinenwalzen

Nicht ausschlagfähiges Reisig wird mit geglühtem Stahldraht zu Walzen von 25 bis 40 cm Durchmesser und beliebiger Länge gebunden. Diese Reisigbündel lassen sich ohne großen Aufwand am Böschungsfuß auch in mehreren Lagen hinter Pfählen einbauen.

Da ihre Lebensdauer begrenzt ist, sind sie als Übergangsbefestigung bis zum Wirkungsbeginn von Ufergehölz gut geeignet.

### **Flechtzaun/Flechtwerk**

Im Abstand von 0,30 bis 0,50 m werden Pfähle senkrecht oder schräg eingeschlagen und mit kräftigem, nicht ausschlagfähigem Reisig umflochten, das in die Sohle eingebunden wird. Diese einfach herzustellende Befestigung von begrenzter Lebensdauer eignet sich gut als Übergangssicherung bis zum Wirkungsbeginn von Ufergehölz. Dies gilt nicht für Flechtwerk aus Hartholzleisten, das dem Gewässer für lange Zeit einen unnatürlichen Charakter gibt. Auf die Verwendung von Tropenhölzern ist zu verzichten.

### **Spreitlage, Buschen oder Schanzen**

Spreitlagen bestehen aus nicht ausschlagfähigen Reisigruten. Diese werden dicht an dicht verlegt und mit Draht an Holzpflocken befestigt. Buschen oder Schanzen sind Bündel aus nicht ausschlagfähigem Reisig. Diese Materialien dienen dem vorübergehenden Schutz von Böschungflächen, die dem Wasseranriff ausgesetzt sind, bis lebende Baustoffe diese Aufgabe übernehmen.

Diese Bauweisen kommen den Belangen des naturnahen Wasserbaus entgegen, wenn auch ihre Herstellung lohnintensiv ist.

### **Buschmatten**

Reisiglagen werden mit gegläutem Stahldraht flechtwerkartig zu Matten von 10 bis 30 cm Dicke verbunden. Ihre Herstellung ist einfach, aber lohnintensiv.

Buschmatten werden bei feinkörnigem Untergrund als Unterlage für Steinschüttungen im Sohl- und Böschungsbereich verwendet. Sie kommen den Anforderungen des naturnahen Wasserbaus entgegen.

### **Senkfaschinen**

Reisighüllen von 15 bis 20 cm Wandstärke (gepreßt) mit Füllung aus Grobkies oder Bruchsteinen werden an der Einbaustelle mit einem Durchmesser von 0,80 bis 1,20 m hergestellt und eingebaut.

Die Füllung bleibt auch nach Verrottung der Hülle wirksam. Herstellung und Einbau sind lohnintensiv. Senkfaschinen eignen sich zur streckenweisen Ufersicherung an größeren Gewässern, auch im Verbund mit lebenden Baustoffen.

## **3.7.6 Hinweise für hydraulische Berechnungen**

### **Allgemeines**

Hydraulische Berechnungen sind erforderlich, wenn Regelungen zur Nutzung von Gewässern und zum Hochwasserschutz getroffen werden müssen oder Prognosen für die Gewässerentwicklung zu machen sind. Hierzu ist die Angabe der maßgebenden Abflüsse erforderlich. Während früher die Festlegung von Bemessungsabflüssen in vielen Fällen anhand von Schätzwerten erfolgen mußte, können heute die Abflüsse wesentlich zuverlässiger angegeben werden. Dieses ist in dem systematischen Ausbau des Wasserstands- und Abflußmeßnetzes begründet, darüber hinaus in der zielgerichteten Erfassung der Niederschlagsverhältnisse und dem Einsatz der damit gewonnenen Daten in Niederschlag-Abfluß-Modellen.

Im Vordergrund stehen heute hydraulische Berechnungen im Zusammenhang mit der naturnahen Entwicklung von in früherer Zeit technisch ausgebauten Gewässern. Das Konzept zur naturnahen Entwicklung (vgl. 4.) sieht vor, daß zunächst der Istzustand unter Einschuß der Abflußverhältnisse zu erfassen ist. Sofern keine Unterlagen über die Abflüsse des Gewässers vorliegen, sind entsprechende Ermittlungen erforderlich.

Hydraulische und auch sedimentologische Nachweise sind unverzichtbar, wenn die Auswirkungen von Änderungen am Gewässerbett, im Umfeld und im Einzugsgebiet beurteilt werden müssen. Veränderungen der Form des Gewässers und des Bewuchses können die hydraulische Leistungsfähigkeit des Gewässers, den zeitlichen Verlauf des Abflusses und die Strömungsverhältnisse deutlich beeinflussen. Die geänderten Strömungsverhältnisse wiederum wirken sich auf die Struktur des Fließgewässers aus. Bei Fließgewässern mit beweglicher Sohle ist die Wechselbeziehung zwischen Abflußgeschehen, Sedimenttransport und Morphologie besonders ausgeprägt. Die Abschätzung der morphologischen Veränderungen erfolgt im Rahmen hydraulisch-sedimentologischer Untersuchungen. Bei diesen Untersuchungen ist auch der Einfluß des Bewuchses auf die Strömungsverhältnisse und damit auf den Sedimenttransport zu berücksichtigen. Da die Entwicklung von technisch geprägten Gewässern zu naturnahen Verhältnissen hin sehr komplex verläuft, müssen die zu treffenden Prognosen und Abschätzungen auf breiter fachlicher Grundlage erfolgen. Es ist, gegebenenfalls unter Bewertung alternativer Lösungen, zu entscheiden, auf welche Weise die Entwicklung des Gewässers am besten gefördert werden kann.

Bei Veränderungen zu naturnahen Verhältnissen hin kann es zu Wasserstandserhöhungen kommen. Wurden in früherer Zeit Gewässer mit einem verbindlichen Bemessungsabfluß für den Hochwasserschutz

angrenzender Flächen ausgebaut und sollen die getroffenen Festlegungen auch künftig gelten, ist im Rahmen der hydraulischen Berechnungen nachzuweisen, daß der diesem Bemessungsabfluß zugehörige Wasserstand eingehalten wird. Für den Bemessungsabfluß bedeutet dies, daß er bordvoll anzusetzen ist. Ein beim ehemaligen Ausbau berücksichtigter Freibord als Abstand zwischen dem Bemessungswasserstand und der Oberkante der Ufer steht daher zur Kompensation für eventuell eintretende Wasserstandserhöhungen zur Verfügung. In diesem Zusammenhang ist auch zu berücksichtigen, daß die Bemessungsabflüsse heute wesentlich zuverlässiger festgelegt werden können als in früheren Zeiten. Es ist daher immer zu prüfen, ob der Bemessungsabfluß für den Hochwasserschutz trotz Beibehaltung der Hochwasserjährlichkeit herabgesetzt werden kann.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß beim Ausbau eines Gewässers seit jeher der Bemessungsabfluß für den Hochwasserschutz angrenzender Flächen in Abhängigkeit von ihrer Nutzung festgelegt wurde. Für den Fall der Extensivierung der Flächennutzung muß der Bemessungsabfluß in konsequenter Weise herabgesetzt werden. Die sich dann einstellenden Wasserstände sind mit hydraulischen Berechnungen zu ermitteln. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung für die naturnahe Entwicklung des Gewässers gegeben.

Wenn die Gewässerauen in die naturnahe Entwicklung einbezogen sind oder die Entwicklungsziele dieses vorsehen, sind über die Ermittlung der Häufigkeit von Hochwasserscheitelwasserständen hinaus auch Angaben über die Dauer und Ausdehnung von Überflutungen erforderlich. Da Gewässer und ihre Auen als Lebensraum für Tiere und Pflanzen vom Wechsel zwischen Hochwasser und Niedrigwasser geprägt werden, müssen ferner Angaben über die zu erwartende Häufigkeit und Dauer von Niedrigwasserständen für unterschiedliche Entwicklungsstufen des Gewässerbettes gemacht werden. Diese statistischen Prognosewerte für Niedrigwasser werden über hydraulische Berechnungen aus Daten der Abflußganglinie eines längeren Zeitraumes gewonnen.

Unverzichtbar sind hydraulische Nachweise ferner zur Beurteilung von Maßnahmen zum Ausgleich von nachteiligen Veränderungen des Abflusses. Bei diesen Maßnahmen kann es sich handeln um:

- die Rückgewinnung von Retentionsraum in der Aue
- die Begrenzung von Regenwasser- oder Mischwassereinleitungen aus versiegelten Gebieten in Fließgewässern
- den Bau von Rückhaltebecken im Hauptschluß oder besser im Nebenschluß von Fließgewässern zur Dämpfung von Hochwasserabflüssen
- die Rückverlegung von Deichen oder die Einrichtung von gesteuerten Poldern hinter Deichen.

Für die Beurteilung wesentlich sind die Ergebnisse aus hydraulischen Ermittlungen einerseits der Wasserstände bei naturnahen Abflüssen und andererseits der Wasserstände bei den durch Veränderungen geprägten Abflüssen.

Hydraulische Berechnungen werden auch bei folgenden Aufgaben durchgeführt:

- Ermittlung des natürlichen Retentionsraumes für Hochwasser bestimmter Eintrittswahrscheinlichkeit
- Ermittlung von Überschwemmungsgebietsgrenzen
- Nachweis der Auswirkung von Baumaßnahmen im Gewässer und im Überflutungsbereich auf Wasserspiegellage, Fließgeschwindigkeit, Sohlschubspannung, Abflußvermögen sowie Volumenrückhaltung im Gewässer und in der Aue.

Auskünfte über gemessene Abflüsse, über die Ergebnisse von Niederschlag-Abfluß-Untersuchungen sowie über bekannte Wasserstände geben die Staatlichen Umweltämter. Sofern wasserwirtschaftliche Grundlagen von anderen, z. B. von Wasserverbänden, ermittelt werden, erfolgt die Festlegung planungsrelevanter Werte im Einvernehmen mit den Staatlichen Umweltämtern.

### Berechnungsverfahren

Die Strömungsvorgänge sind in naturnahen Fließgewässern wegen ihrer Vielgestaltigkeit sehr komplex. Entsprechend schwierig ist die mathematische Beschreibung der auftretenden physikalischen Vorgänge.

In früherer Zeit fand bei der hydraulischen Berechnung von technisch geprägten Fließgewässern die rein empirische Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler  $v = k_{st} \cdot r_{hy}^{2/3} \cdot I^{1/2}$  breite Anwendung ( $v$  [m/s] = Fließgeschwindigkeit,  $k_{st}$  [m<sup>1/3</sup>/s] = Manning-Strickler-Widerstandsbeiwert,  $r_{hy}$  [m] = hydraulischer Radius =  $A/l_u$ ,  $A$  [m<sup>2</sup>] = Fließquerschnitt,  $l_u$  [m] = benetzter Umfang,  $I$  [1] = Gefälle). Für Abschätzungen und bei der hydraulischen Berechnung von Fließgewässern mit kompakten Querschnitten (Rechteck, Trapez, Parabel usw.), die nur mittlere Rauheiten und lediglich Kleinbewuchs aufweisen, liefert dieses Verfahren ausreichend gute Ergebnisse. Ein wesentlicher Nachteil dieser Fließformel ist in der Tatsache begründet, daß der Widerstandsbeiwert  $k_{st}$  vom hydraulischen Radius  $r_{hy}$ , somit von der Wassertiefe abhängt, und die physikalischen Verhältnisse durch den Beiwert  $k_{st}$  nicht korrekt wiedergegeben werden. Bei komplexen Strömungsverhältnissen können hydraulische Berechnungen mit dieser Fließformel nur dann zuverlässige Ergebnisse liefern, wenn die Eingangsparameter durch Kalibrierung anhand gemessener Beziehungen zwischen Wasserspiegellagen und Abfluß ermittelt wurden. Wegen der Abhängigkeit des Beiwertes von der Wassertiefe ist je nach Betrachtungsfall eine be-

reichsweise Kalibrierung für unterschiedliche Wasserstände erforderlich.

Als Ergebnis umfangreicher Forschungsarbeiten liegen heute Lösungsansätze vor, mit denen die Fließwiderstände von Gewässern mit geschwungenem Verlauf, Querschnittsgliederung, verschiedenen Rauheiten und durchströmtem Ufer- bzw. Vorlandbewuchs (Bäume, Sträucher) zuverlässiger als bisher abgeschätzt werden können. Offen ist die hydraulische Quantifizierung von überströmtem und durchströmtem flexiblen Bewuchs (Hochstauden, Röhricht).

Die neuen Berechnungsverfahren basieren auf dem allgemeinen Fließgesetz nach Darcy-Weisbach

$$v = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \cdot \sqrt{8g \cdot r_{hy} \cdot I},$$

welches physikalisch gut begründet ist  $v$  [m/s] = Fließgeschwindigkeit,  $\lambda$  [1] = Widerstandsbeiwert,  $g$  [m/s<sup>2</sup>] = Fallbeschleunigung,  $r_{hy}$  [m] = hydraulischer Radius =  $A/l_w$ ,  $A$  [m<sup>2</sup>] = Fließquerschnitt,  $l_w$  [m] = benetzter Umfang,  $I$  [1] = Gefälle). Für den Widerstandsbeiwert  $\lambda$  wird das von Colebrook und White empirisch ermittelte Widerstandsgesetz herangezogen. Da bei naturnahen Fließgewässern in der Regel vollkommen turbulente Strömungsverhältnisse vorliegen, kann der Einfluß der Reynolds-Zahl vernachlässigt werden; dann gilt

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \cdot \log \left( \frac{14,84 \cdot r_{hy}}{k_s} \right)$$

mit  $k_s$  [m] = äquivalente Sandrauheit. Hiemit kann der dimensionslose Fließwiderstand  $\lambda$  nach Einzelwiderständen  $\lambda_i$  differenziert ermittelt werden. Diese Widerstände sind z. B. verursacht durch:

- Sohlf- oder Wandreibung, wobei die Rauheiten über die von der Strömung und von der Wassertiefe unabhängige Sandrauheit  $k_s$  eingehen
- Formwiderstand der Gehölze
- Turbulenz.

Die  $\lambda_i$ -Werte sind bei naturnahen Fließgewässern in der Regel separat zu ermitteln und dann zu überlagern.

Wesentlich verbessert sind heute auch die Kenntnisse über Interaktionsvorgänge im Wasserkörper naturnaher Fließgewässer. Modelluntersuchungen und Beobachtungen in der Natur haben gezeigt, daß in den Übergangsbereichen von gegliederten Querschnitten und insbesondere auch in den Randbereichen von Großbewuchs aus Bäumen und Sträuchern ein intensiver Wasser- und Impulsaustausch stattfindet. Bei diesem Vorgang gelangt langsam fließendes Wasser aus Bereichen mit geringer Strömung in den freien Querschnittsteil und bremst dort die Hauptströmung deutlich ab. Dagegen erhöht das aus Kontinuitätsgründen in die strömungsschwächeren Bereiche zurückströmende Wasser die Fließgeschwindigkeiten dort wegen der vergleichsweise großen Fließwiderstände nur wenig. Da die eintretenden Wirbel- und

Walzenströmungen den inneren Fließwiderstand im Hauptgerinne vergrößern, wird das Abflußvermögen reduziert. Vereinfachend wird dieser Fließwiderstand einer fiktiven, senkrechten Trennfläche zwischen Hauptgerinne und Vorland bzw. Gehölzbereich als scheinbare Schubspannung zugewiesen.

Die heute vorliegenden Verfahren zur hydraulischen Berechnung von Fließgewässern erfassen die sehr komplexen Strömungsverhältnisse naturnaher Gewässer wesentlich besser als die früher üblichen Verfahren. Dennoch lassen sich die Strömungsverhältnisse nur näherungsweise abbilden, da nach wie vor Vereinfachungen, Annahmen und empirische Ansätze getroffen werden müssen. Insbesondere durch Naturmessungen müssen die bisher vorliegenden Kenntnisse und Erfahrungen erweitert werden.

Die neuen Berechnungsverfahren sind im Vergleich zu den früheren Verfahren mit einem größeren Aufwand verbunden, da die Aufnahme des Bewuchs bei bestehenden Gewässern im Gelände erfolgen muß.

Dieser erhöhte Aufwand läßt sich aber durch systematisches Vorgehen zu einem großen Teil ausgleichen. So kann die Aufnahme des Bewuchs eines bestehenden Gewässers in zweckmäßiger Weise im Zusammenhang mit der Vermessung des Gewässers erfolgen. Die Aufnahme des Bewuchs läßt sich aber auch während der Kartierung der Gewässerstrukturgüte oder bei anderen Bestandsaufnahmen durchführen (vgl. 4. und 6.1.4, Bestandsaufnahme und Datensammlung).

#### Merkblätter, Technische Berichte

Weitere fachliche Hinweise sind in einschlägigen, aktuellen Schriften enthalten<sup>1) 2) 3)</sup>. Diese Schriften behandeln die wesentlichen Grundlagen für die hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern sowie die zweckmäßige Vorgehensweise sowohl zur Berechnung des Abflusses bei bekanntem Wasserstand als auch zur eindimensionalen Berechnung der Wasserspiegellinie bei stationär - ungleichförmigem Abfluß.

Die Behandlung von stationären, eindimensionalen Spiegellinienmodellen entspricht dem derzeitigen praktischen Bedarf. Verfahren zur Berechnung instationärer Strömungen haben in der Praxis noch eine

- 1) DVWK, Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 220, Hydraulische Berechnung von Fließgewässern, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1991
- 2) BWK, Merkblatt 1, Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern, Teil 1, Stationäre Berechnung der Wasserspiegellinie unter besonderer Berücksichtigung von Bewuchs- und Bauwerkeinflüssen, 1999
- 3) BWK, Bericht, 1/1999, Grundlagen für stationäre, eindimensionale Wasserspiegellagenberechnungen

untergeordnete Bedeutung. Zweidimensionale Strömungsmodelle sind wegen des vergleichsweise sehr großen Aufwandes nur in besonderen Fällen zu vertreten.

Wachsende Bedeutung bei Planungen zur naturnahen Umgestaltung technisch geprägter Gewässer gewinnen Untersuchungen zu den im Laufe der Zeit aufgrund gezielter Maßnahmen und der Eigendynamik eintretenden morphologischen Veränderungen. Fachliche Hinweise auf die nach dem heutigen Kenntnisstand geeigneten hydraulisch-sedimentologischen Berechnungen gibt eine spezielle Schrift<sup>4)</sup>.

### EDV-gestützte hydraulische Berechnungen

Mit wachsenden Ansprüchen an Planungen und Maßnahmen zur Gestaltung der Fließgewässer sind auch die Anforderungen an hydraulische Berechnungen nach Art und Umfang ständig gestiegen. Hydraulische Nachweise müssen der Aufgabenstellung entsprechen und mit den heute verfügbaren Berechnungsverfahren nach dem Stand der Technik durchgeführt werden. Daher kann der Aufwand bei der hydraulischen Berechnung von Fließgewässern hoch sein. Dies gilt insbesondere für die Ermittlung der komplexen Strömungsverhältnisse natürlicher oder naturnaher Fließgewässer. Manuell können solche Analysen nicht geleistet werden. Aufgrund dieser Tatsache sind in der Vergangenheit zahlreiche Computerprogramme entwickelt worden. Gestützt wurde diese Entwicklung durch die rasch wachsenden Möglichkeiten zum Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung.

In Nordrhein-Westfalen wird seit rund 20 Jahren das Wasserspiegellagenprogramm WSPLWA eingesetzt<sup>5)</sup>. Das Programmsystem WSPLWA dient zur Berechnung der Wasserspiegellagen bei stationär-ungleichförmigem Abfluß in natürlichen Fließgewässern, auch mit Bauwerken.

Das Programm wird zentral vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen gewartet und konsequent weiterentwickelt. Die Weiterentwicklung betrifft die zeitnahe Umsetzung neuer, geeigneter Berechnungsverfahren, wie sie in aktuellen Merkblättern<sup>1) 2)</sup> aufgezeigt werden, und die Anpassung an verbesserte technologische Möglichkeiten in der elektronischen Datenverarbeitung. So steht heute für den Einsatz des Pro-

gramms auf dem PC eine leistungsfähige WINDOWS-gestützte Benutzeroberfläche (WSPWIN) zur Verfügung.

Mit dem Programmsystem zur Berechnung von Wasserspiegellagen WSPWIN / WSPLWA können folgende Aufgaben gelöst werden:

- Abflußvorgänge in gegliederten Querschnitten
- Berücksichtigung von durchströmtem Bewuchs und Interaktion der Bewuchselemente
- Strömender und schießender Abfluß
- Berechnung von Grenztiefen und Normalwassertiefen
- Kalibrierung von Widerstandsbeiwerten
- Einengungen und diskontinuierliche Erweiterungen der Fließquerschnitte, Pfeilerstau
- Berechnung der Abflußaufteilung bei Stromverzweigungen
- Berechnung von Durchlässen und Drosselstrecken mit oder ohne Überflutung
- Berechnung von vollkommenen und unvollkommenen Überfällen sowie Streichwehren
- Berechnung des Durchflusses durch Brücken mit mehreren Flutöffnungen
- Berechnung von Abflußkurven (Wasserstand-Abfluß-Beziehungen)
- Berechnung der Retentionsparameter für Wellenablaufberechnungen nach Kalinin-Miljukov.

Hinweise zur Anwendung des Programmsystems WSPWIN / WSPLWA enthält ein Handbuch, welches entsprechend dem jeweiligen Entwicklungsstand des Programms fortgeschrieben wird<sup>6)</sup> und beim Landesumweltamt NRW bezogen werden kann.

### 3.7.7 Bauliche Anlagen

Bauliche Anlagen in und an Fließgewässern sind insbesondere Brücken, Durchlässe, Wehre, Sohlabstürze, Pegel, Sandfänge, Einleitungs- und Entnahmebauwerke, Uferwände, Einfriedungen, Dränanlagen, Viehtränken, Ver- und Entsorgungsleitungen, Düker, Produktenleitungen, Freileitungen.

Von ihnen gehen in vielen Fällen störende Einwirkungen auf die Gewässer und das Landschaftsbild aus. Daher ist stets zu prüfen, ob die bauliche Anlage überhaupt an der vorgesehenen Stelle und in der geplanten Form erforderlich ist. Wenn auf sie nicht verzichtet werden kann, sind die nachteiligen Auswirkungen soweit wie möglich zu beschränken. Die

4) DVWK, Mitteilungen, Heft 25, Hydraulisch-sedimentologische Berechnung naturnah gestalteter Fließgewässer – Bearbeiter Wolfgang Mertens, Wirtschafts- und Verl.-ges. Gas und Wasser, 1994

5) Wasserspiegellagenberechnung für oberirdische Gewässer-Programmsystem WSPLWA – 88, LWA-Materialien, Nr. 4/89, Landesamt für Wasser und Abfall NRW, Düsseldorf, 1989

1) 2) s. Fußnoten auf Seite 55

6) Anwenderhandbuch zum Programmsystem WSPWIN / WSPLWA, Loseblattsammlung, Landesumweltamt NRW, Stand 1996, unveröffentlicht

Gestaltung und die Wahl der Baustoffe haben folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Faktoren des Naturhaushalts (z. B. Strömungsverhältnisse des Wassers, Geschiebeführung, Lichtverhältnisse, Luftaustausch, Pflanzenwuchs, Wandermöglichkeit für Fische, Amphibien und andere wildlebende Tiere)
- Charakter der Landschaft
- landschaftstypische Bauweisen
- Freiraum für die naturnahe Weiterentwicklung des Gewässers.

Anlagen sollten in die Landschaft eingebunden werden. In Ortslagen treten auch Gesichtspunkte der städtebaulichen Ästhetik hinzu.

Für die unterschiedlichen baulichen Anlagen werden nachfolgend einzelne Hinweise gegeben.

### Brücken, Durchlässe

Die überbaute Gewässerstrecke ist so kurz wie möglich zu halten. Durchlässe sind mit ihrer Sohle so tief zu legen, daß sich innerhalb des Bauwerks eine Gewässersohle aus natürlichem Geschiebe bilden kann. Das Substrat in der Mitte der Sohle muß mindestens 20 cm dick sein. Eine wesentliche Einengung der Breite des Mittelwasserbettes darf durch den Durchlaß nicht erfolgen. Unter Brücken ist auf eine Befestigung der Sohle zu verzichten. Das Gewässer muß dort mit so breiten Randstreifen hindurchgeführt werden, daß die Wanderung von Tieren möglich bleibt.

Die Wanderung ist auch von einer ausreichenden Belichtung im Innern der Überbrückung abhängig. Deshalb sollten vorrangig Brücken zum Einsatz kommen. Bei kurzen Durchlässen reicht zum Erhalt einer ausreichenden Belichtung eine lichte Höhe von mindestens 1 m über dem Sohlsubstrat aus. Daraus ergibt sich ein Mindestdurchmesser von 1,20 m. Bei mehr als 10 m überbauter Gewässerstrecke soll die lichte Höhe über dem Sohlsubstrat wenigstens 1/10 dieser Strecke betragen. Bei Durchlässen mit einer Länge von mehr als 30 m reicht ein Durchmesser von 3 m aus. Unter beengten Verhältnissen können lichtdurchlässige Abdeckungen hilfreich sein. Bei Gewässern, die über lange Zeit trockenfallen, kann von diesen Grundsätzen abgewichen werden.

Zur Querung des Gewässers können auch Furten eingerichtet werden. Diese sind vorzuziehen, wenn das Gewässer an dieser Stelle nur gelegentlich gequert wird.

### Wehre

Wehre sind keine Elemente der naturnahen Gewässerausbildung. Durch Wehre werden Gewässer

wesentlich verändert. Aus einem fließenden wird im Staubereich ein fast stehendes Gewässer mit einer stärkeren Erwärmung ohne regelmäßige natürliche Wasserstandsschwankungen. Die Stauhaltung wirkt als Sedimentfalle und fördert die Primärproduktion im Gewässer, die ihrerseits wieder zu Sekundärverunreinigungen führen kann (vgl. 3.2.4). Überströmte Wehre können den Sauerstoffhaushalt des Gewässers nur punktuell günstig beeinflussen, da die Sauerstoffbilanz bezogen auf die beeinflusste Strecke in der Regel negativ ist.

Wehre unterbrechen die Wanderwege von Fischen und anderen Wassertieren. Wenn der Neubau eines Wehres nicht vermeidbar ist, muß diese nachteilige Wirkung gemildert werden, indem zwischen Oberwasser und Unterwasser ein durchgehender passierbarer Wasserstrom (Fischweg) hergestellt wird. Ist die Beseitigung eines vorhandenen Wehres nicht möglich, sollte die Durchgängigkeit der Anlage angestrebt werden.

### Sohlabstürze

Sohlabstürze unterbrechen die Wanderwege der Wassertiere. Deswegen ist auf sie zu verzichten. Vorhandene Sohlabstürze sollen in Gleiten umgewandelt werden, sofern sie nicht durch Laufverlängerungen überflüssig werden.

### Fischwege

Durchgehende Querbauwerke im Gewässer (wie Wehre und Sohlabstürze) sind für die meisten aquatischen Organismen unüberwindbare Wanderungshindernisse. Ein Wasserspiegelunterschied von 20 cm ist für die meisten Kleinfische (wie Koppe, Elritze, Schmerle) nicht mehr passierbar. Diese Unterbrechung der Durchgängigkeit führt zu Störungen im Gesamtlebenszyklus der Arten und kann eine Verarmung der Fischfauna im Oberlauf mit sich bringen.

Die Durchgängigkeit des Gewässers kann daher durch Entfernen des Hindernisses wiederhergestellt oder durch geeignete Fischwege gewährleistet werden. Zur naturnahen Bauweise eignen sich besonders Sohlgleiten und Umleitungsgerinne.

Generell ist zu beachten, daß stets das Schwimmvermögen der leistungsschwächsten Fischart zugrunde zu legen ist. Es ist die potentiell natürliche Fischfauna zu berücksichtigen. Hierzu gehören auch die Fischarten, die in dem Gewässer behelmatet waren, heute aber noch fehlen.

Das Gefälle bei den naturnahen Bauweisen sollte möglichst gering und 1 : 20 oder flacher sein. Der Boden dieser Fischwege sollte mit grobem Substrat bedeckt und im Ober- und Unterwasser an die Gewässersohle angebunden sein, um auch den

Benthosorganismen die Passage über das Hindernis zu ermöglichen.

Detaillierte Hinweise zur Bauausführung von Fischaufstiegsanlagen sowie Beispiele für hydraulische Berechnungen finden sich in der Literatur<sup>1)</sup>.

### Sandfänge

Sandfänge unterbrechen den Geschiebetransport und behindern die Entwicklung typischer Gewässerformen. Sie sind, wo sie unverzichtbar sind, so groß zu bemessen, daß eine Räumung nur in Zeitabständen von mehreren Jahren notwendig wird. Dazu ist eine größenordnungsmäßige Ermittlung oder Abschätzung des Sandtriebes notwendig. Sandfänge mit einer nur vorübergehenden Aufgabe, wie z.B. Schutz des Unterlaufs beim Ausbau einer oberhalb liegenden Gewässerstrecke, können, wenn es zum Gewässertyp paßt, nach Abschluß der Bauarbeiten der weiteren Entwicklung überlassen werden.

### Einleitungs- und Entnahmebauwerke

Einleitungs- und Entnahmebauwerke stehen als starre Elemente einer natürlichen Verlagerung des Fließgewässers entgegen. Sie sind möglichst dort anzuordnen, wo das Gewässer ohnehin auf Dauer ohne Verlagerungsmöglichkeit bleibt, etwa im Bereich von Brücken.

Einleitungsbauwerke sollten außerhalb der Böschungen und der Uferstreifen errichtet werden. Die Verbindung mit dem Gewässer ist dann offen zu gestalten.

### Uferwände

Uferwände müssen auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben (z. B. im Siedlungsbereich).

### Leitungen und Dächer

Zu den Ver- und Entsorgungsleitungen zählen solche für den Transport von Trinkwasser, Abwasser, Gas und flüssigen Produkten sowie Kabel- und Freileitungen für Elektrizität und Kommunikation.

Bei Parallelführung sind solche Leitungen in einem ausreichenden Abstand zu den Fließgewässern zu verlegen, damit für die Entwicklung des Gewässers der notwendige Freiraum bleibt. Bei Gewässerkreuzungen sind aus den gleichen Gründen unterirdische Leitungen in diesem Raum ausreichend tief unter der Gewässersohle zu verlegen. Als Anhalt für die Festlegung dieses Raumes dient der natürliche

<sup>1)</sup> DVWK-Merkblatt 232: Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle – DVWK-Fachausschuß „Fischaufstiegsanlagen“, Bonn, 1996 - 122 S., 130 B., 4 T., 1 Anlage, kartoniert

Schwingungsbereich des Fließgewässers, mindestens aber die Breite des vorhandenen oder zukünftigen Uferstreifens, entsprechend dem Entwicklungsziel.

### Einfriedungen

Einfriedungen müssen einen Abstand von mindestens 1 m von den Uferstreifen einhalten. Sofern noch keine nutzungsfreien Uferstreifen vorhanden sind, können Einfriedungen von Viehweiden den Anforderungen des Uferschutzes nur genügen, wenn ein Abstand von mindestens 1 m von dem äußeren Rand der Ufergehölze bzw. der Böschungsoberkante eingehalten wird. Bei Pferdekoppeln ist ein Abstand von mindestens 1,50 m erforderlich.

### Dränanlagen

Dränanlagen können durch Einwachsen von Gehölzwurzeln in ihrer Funktion gestört werden. Dies läßt sich durch Verwendung dichter Rohrleitungen im Bereich der Uferstreifen und Böschungen verhindern.

### Viehtränken

Zum Schutz des Gewässers und der Uferstreifen sollen Selbsttränken oder Behälter auf den Weiden eingerichtet werden. Dadurch wird das Vieh vom Gewässer ferngehalten. In Ausnahmefällen, bei extensiver Beweidung von Flächen am Gewässer, können Zutrittstellen einen besonderen Lebensraum am Ufer darstellen.

### 3.7.8 Erschließung

Die Erschließung gewährleistet den Zugang zum Gewässer. Im Hinblick auf ökologische Belange sollte möglichst auf eine Erschließung verzichtet werden, um Störeinflüsse gering zu halten.

Nach § 30 WHG haben die Anlieger und Hinterlieger zu dulden, daß ihre Grundstücke zum Zwecke der Gewässerunterhaltung betreten werden. Auf Erschließungsmaßnahmen zur Gewässerunterhaltung kann unter Inanspruchnahme dieser Duldungspflicht bei vielen Gewässern verzichtet werden, wenn Unterhaltungsarbeiten selten anfallen und dabei nur kleines Gerät eingesetzt werden muß. Zu berücksichtigen sind auch die Nutzungsart der Anliegergrundstücke, die sich daraus ergebenden Erschwernisse und die Höhe des entstehenden Schadens. Bei durchgehend gehölzbestandenen Gewässern mit Uferstreifen (vgl. 3.3) erfolgen Unterhaltungsmaßnahmen nur in größeren zeitlichen Abständen. Eine besondere Erschließung ist nicht erforderlich, weil die Anliegergrundstücke nur selten in Anspruch genommen werden müssen.

Solite bereichsweise aus Gründen der Gewässerunterhaltung oder der Erholung eine Erschließung sinnvoll sein, etwa auch zur gezielten Besucherlenkung, so sind aber in jedem Fall Fließgewässerabschnitte ohne Erschließung vorzusehen.

Werden Unterhaltungstreifen vorgesehen, können diese auch für die Erholung dienen. § 49 LG gestattet das Betreten der Böschungen, Öd- und Brachflächen und anderer landwirtschaftlich nicht genutzter Flächen in der freien Landschaft zu diesem Zweck auf eigene Gefahr. Das Reiten ist auf den Unterhaltungstreifen nicht erlaubt; es ist in der freien Landschaft nur auf Straßen und Wegen gestattet.

Dort, wo Uferstreifen vorhanden sind, kann der Zugang zum Gewässer in diesen Streifen realisiert werden, so daß hier gesonderte Unterhaltungstreifen meist nicht erforderlich sind.

Sind Unterhaltungstreifen notwendig, sollen sie so hergestellt werden, daß sie sich in das Landschaftsbild einpassen und nicht als Fremdkörper wirken. Dies gelingt besonders mit einem grasbestandenen Erdweg. Bei stärkerer Benutzung kommt der sogenannte Schotterrasen in Betracht, bei dem die Hohlräume der tragenden Schotterdecke mit kulturfähigem Boden ausgefüllt und mit strapazierfähigem Rasen angesät werden (s. auch „Richtlinien für den ländlichen Wegebau - RLW“).

Die mißbräuchliche Benutzung von befestigten Unterhaltungstreifen durch Kraftfahrzeuge muß wirksam verhindert werden. Hinweis- und Verbotschilder reichen allein nicht aus. Bewährt haben sich herausnehmbare oder umklappbare Absperrpfosten mit Sicherheitsverschluß.

## 4. Konzept zur naturnahen Entwicklung

Naturnahe Fließgewässer sind für den Naturhaushalt unserer Landschaft von großer Bedeutung. Sie beeinflussen das Abflußgeschehen, die Wasserbeschaffenheit und den Grundwasserstand in der Aue günstig. Auch bieten sie einer vielfältigen Pflanzen- und Tierwelt Lebensraum. Sie vernetzen unterschiedliche Räume miteinander und beleben das Landschaftsbild.

Viele Bäche und Flüsse sind in der Vergangenheit nach technischen Grundsätzen umgestaltet worden und können heute ihre Funktion im Naturhaushalt nur unvollkommen erfüllen. Die naturferne Gestaltung, vom Menschen herbeigeführte Abflußveränderungen und belastende Stoffeinträge wirken sich nachteilig auf das Gewässer und seine Lebensgemeinschaften aus. Eine regelmäßige Unterhaltung der ausgebauten Gewässer im Interesse von Nutzungen ist sehr aufwendig. Außerdem stören Unterhaltungsmaßnahmen die immer wieder neu einsetzende natürliche Entwicklung der Lebensräume und ihrer Lebensgemeinschaften. Sinnvoller ist es, die menschlichen Ansprüche zurückzunehmen und die naturnahe Entwicklung der Bäche und Flüsse einzuleiten. Noch vorhandene naturnahe Gewässer sind als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu sichern.

Im Hinblick auf die gebotenen ökologischen Verbesserungen ist vor Beginn von Planungen und Maßnahmen an Fließgewässern eine grundlegende Aussage über Zustand und Entwicklung wichtig. Daher ist es zweckmäßig, ein „Konzept zur naturnahen Entwicklung“ zu erarbeiten. Dieses Konzept enthält Aussagen über Istzustand, Leitbild, Nutzungen, Entwicklungsziel und Maßnahmen. Die Darstellung kann in Text, Karten und Tabellen erfolgen. Es ist sinnvoll, solche Konzepte für alle Fließgewässer von der Quelle bis zur Mündung zu erarbeiten.

### Istzustand

Der Istzustand ist der aktuelle ökologische Zustand des Gewässers einschließlich der Abflüsse und der Wasserbeschaffenheit sowie der Nutzungen des Gewässers und der Flächennutzung im Umland. Er wird zweckmäßigerweise nach einem definierten Bewertungsverfahren beschrieben. Daten über die Abflüsse und die Wasserbeschaffenheit sind bei den Staatlichen Umweltämtern einzuholen.

### Leitbild

Das Leitbild beschreibt den heutigen potentiell natürlichen Gewässerzustand anhand des Kenntnisstandes über die natürliche Funktion des Ökosystems Fließgewässer. Es ist das aus rein naturwissenschaftlicher Sicht maximal mögliche Sanierungsziel, das keine

sozio-ökonomischen Einschränkungen berücksichtigt. Ebenso bleiben Kosten-Nutzenbetrachtungen außer Ansatz. Eingeschlossen sind nur irreversible anthropogene Veränderungen des Gewässerökosystems.

Das Leitbild kann aus natürlichen oder naturnahen Abschnitten des zu untersuchenden Fließgewässers entwickelt werden. Soweit solche nicht mehr vorhanden sind, kann die gezielte Ermittlung heute noch erkennbarer Reststrukturen im Gelände in Verbindung mit der Interpretation alter topographischer Karten, heimatkundlicher Beschreibungen oder der Auswertung vorhandener Unterlagen wie Bodenkarten oder Vegetationskarten hilfreich sein. Ein Vergleich mit naturnahen Fließgewässern in gleichartigen Landschaften kann wertvolle Anhaltspunkte liefern. Auch können Veröffentlichungen herangezogen werden.

Zum Leitbild gehört auch eine Abschätzung der Abflußverhältnisse und der Wasserbeschaffenheit.

### Nutzungen

Die Kenntnis der aktuellen Nutzungen und der künftigen Nutzungsansprüche, die das Fließgewässer und seine Aue betreffen, ist Grundlage für die Festlegung der für eine naturnahe Entwicklung des Gewässers vertretbaren Nutzungen.

Zu den Nutzungen sind unter anderem zu rechnen:

- als Gewässerbenutzungen alle Wassereinleitungen (Abwasser, Regenwasser, Mischwasser, Kühlwasser)
- alle Wasserentnahmen für Trink-, Brauch-, Betriebs- und Kühlwasser
- das Aufstauen von Wasser (Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken, Wehre)
- als Flächennutzung im Umfeld wie z. B. für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wohnen, Gewerbe, Industrie, Verkehr.

Dazu gehören auch Maßnahmen zur Sicherung von Flächennutzungen wie Naturschutz, Hochwasserschutz, Be- und Entwässerung. Bedeutsam sind auch Einwirkungen aus der Flächennutzung als diffuse Quellen und gegebenenfalls der Schiffsverkehr.

Aktuelle Nutzungen ergeben sich aus den Untersuchungen für den Istzustand. Hinweise auf künftige Nutzungen können aus dem Landesentwicklungsplan, den Gebietsentwicklungsplänen, den Flächennutzungsplänen, den Landschaftsplänen und den nach § 36b WHG aufgestellten Bewirtschaftungsplänen gewonnen werden.

### Entwicklungsziel

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

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

### Anwendung

Das Entwicklungsziel läßt sich durch unterschiedliche Maßnahmen erreichen. Dazu gehören:

- Grunderwerb
- Änderungen von Gewässerbenutzungen und von Nutzungen im Umland
- Unterlassen von Arbeiten im und am Gewässer
- Unterhaltungsmaßnahmen zur Unterstützung der naturnahen Entwicklung
- Einleitung von Entwicklungsvorgängen, gegebenenfalls durch Ausbaumaßnahmen.

Das Entwicklungsziel ist Grundlage für Entscheidungen, die ein Fließgewässer betreffen. Es muß daher bei Maßnahmen zum Grunderwerb (zum Beispiel für Uferstreifen einschließlich Laufverlagerungen), bei der Aufstellung von Unterhaltungsplänen, bei Ausbauplanungen und bei Entscheidungen über Gewässerbenutzungen berücksichtigt werden.

Die im Konzept zur naturnahen Entwicklung gegebenen Hinweise sind bei der Aufstellung von Unterhaltungsplänen, bei Ausbauplanungen sowie bei anderen Maßnahmen am Fließgewässer zu beachten. Maßnahmen der Konzepte bieten sich auch für die Umsetzung von Ausgleich- und Ersatzmaßnahmen gemäß § 4 LG aufgrund anderer Eingriffe an. Das Konzept ist gegebenenfalls zu aktualisieren (z. B. bei der Fortschreibung des Entwicklungsziels oder bei wesentlicher Änderung der Ausgangsbedingungen).

## 5. Unterhaltung

### 5.1 Naturnahe Weiterentwicklung bei der Unterhaltung

Von Natur aus brauchen Fließgewässer nicht unterhalten zu werden. Das setzt voraus, daß der für die naturnahe Entwicklung erforderliche Raum zur Verfügung steht und Änderungen der Gewässerstruktur ohne Einschränkungen zugelassen werden können. Für Nutzungen im Überschwemmungsgebiet oder in und an den Fließgewässern kann eine Unterhaltung nötig sein.

Jedes Fließgewässer ist wegen der Dynamik des Abflußvorganges ständigen Veränderungen unterworfen. Entsprechend der Eigendynamik des Gewässers verändern sich auch Querschnitt und Linienführung. Selbst ausgebaute Gewässer unterliegen grundsätzlich dieser Dynamik. Diese dem Gewässer eigenen Kräfte sind bei der naturnahen Gewässerunterhaltung zu fördern. Damit kann eine allmähliche Entwicklung aus einem naturfernen Zustand in einen naturnahen erreicht werden. Das hat den Vorteil, daß sich das Gewässer seinem Charakter gemäß selbständig verändern kann. Bei Bedarf braucht nur durch schonende Maßnahmen lenkend eingegriffen zu werden.

In Entwürfen für den naturnahen Gewässerausbau ist die Weiterentwicklung des Gewässers mit den hierfür notwendigen Pflegemaßnahmen beschrieben (vgl. 6.2).

Eine wesentliche Voraussetzung für die naturnahe Weiterentwicklung von Fließgewässern im Rahmen der Unterhaltung ist das Vorhandensein eines ausreichend breiten Uferstreifens, der von einer Nutzung freigehalten bleibt. Dieser Streifen kann gleichzeitig der Verknüpfung des Gewässers mit seiner Umgebung und dem Schutz des Wassers vor Verunreinigungen dienen. Innerhalb des Uferstreifens sind insbesondere Auskolkungen, Anlandungen sowie Uferabbrüche und Gehölzaufwuchs in der Regel problemlos.

### 5.2 Aufgaben und Wirkungen der naturnahen Gewässerunterhaltung

Aufgabe der Gewässerunterhaltung gemäß der Wassergesetze ist es, einen ordnungsmäßigen Zustand des Gewässerbettes und der Ufer für den Wasserabfluß zu erhalten und dabei die günstigen Wirkungen des Gewässers für den Naturhaushalt und die Gewässerlandschaft zu bewahren und zu entwickeln. Hierzu gehören auch:

- die Erhaltung und Wiederherstellung eines angemessenen heimischen Pflanzen- und Tierbestandes

- die Erhaltung und Verbesserung des Selbstreinigungsvermögens, soweit nicht andere dazu verpflichtet sind
- die Freihaltung, Reinigung und Räumung des Gewässerbettes und der Ufer von Unrat, soweit es dem Umfang nach geboten ist.

Es ist häufig nicht erforderlich, die Gewässerunterhaltung in routinemäßiger Regelmäßigkeit durchzuführen. Vielmehr sollten die Verhältnisse im und am Gewässer regelmäßig beobachtet und Unterhaltungsarbeiten nur dann ausgeführt werden, wenn sie erforderlich sind. Auch muß bedacht werden, daß Entwicklungen, die Anlaß zu ständiger Unterhaltung geben, auf falsches Handeln schließen lassen. In diesen Fällen sollte nach naturgerechten Abhilfemaßnahmen gesucht werden.

Die Maßnahmen der Gewässerunterhaltung enthalten zum Teil Elemente, die auch im Gewässerausbau angewendet werden. Sie können genehmigungsfrei durchgeführt werden, wenn mit ihnen keine wesentliche Umgestaltung des Gewässers verbunden ist.

Unterhaltungsarbeiten an Wasserläufen sind in den meisten Fällen keine Eingriffe im Sinne des Landschaftsgesetzes, für die Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen erforderlich sind. Dennoch bleiben sie nicht ohne Folgen für den Naturhaushalt und das Landschaftsbild.

Verschiedene Arbeiten verbessern unmittelbar die Standortverhältnisse und das Erscheinungsbild von Bächen und Flüssen. Andere dienen dem Fortbestand schutzwürdiger Lebensgemeinschaften, die ihre Erhaltung allein dem Menschen verdanken. Unterhaltungsarbeiten können aber auch nachteilig auf das Leben und das Aussehen der Gewässer wirken. Ob sich die Arbeiten positiv, indifferent oder negativ auswirken, hängt nicht nur von der Maßnahme selbst, sondern auch von der Art und Weise und dem Zeitpunkt ihrer Durchführung ab.

### 5.3 Unterhaltungsplan

Der Unterhaltungsplan enthält eine übersichtliche Darstellung der vorgesehenen Unterhaltungsmaßnahmen. Es wird empfohlen diesen Plan aufzustellen, und zwar für den Zeitraum jeweils eines Jahres. Die in Planungen von Ausbaumaßnahmen enthaltenen Hinweise für die Pflege sind zu beachten. Der Unterhaltungsplan dient auch der Abstimmung mit Behörden.

Ist ein Konzept zur naturnahen Entwicklung vorhanden, dient dies als Grundlage für den Unterhaltungsplan. Die im Konzept beschriebenen Entwicklungsziele, die mit der Unterhaltung der Fließgewässer zu erreichen sind, werden im Unterhaltungsplan konkretisiert.

Der Unterhaltungsplan kann in schriftlicher Form (s. Abb. 11) oder als Karte (in geeignetem Maßstab mit erläuternder Legende) aufgestellt werden. In diesem Plan sollten zumindest folgende Angaben enthalten sein:

- Eindeutige Beschreibung der Örtlichkeit der vorgesehenen Unterhaltungsmaßnahmen
- Darstellung des Zustandes des Gewässers und der Notwendigkeit der Maßnahme
- Erläuterung der vorgesehenen Unterhaltungsarbeiten und der Maßnahmen, die der angestrebten Entwicklung des Gewässers dienen
- Vorschläge für vorgesehene Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen bei Eingriffen in Natur und Landschaft im Sinne von § 4 Landschaftsgesetz NW
- Zeitraum der Ausführung.

Der Unterhaltungsplan muß eine sichere Beurteilung der Gewässerunterhaltung nach Notwendigkeit, Art, Umfang und Zeitpunkt ermöglichen.

## 5.4 Unterhaltungsarbeiten

Aus praktischen Gründen wird nachstehend zwischen Arbeiten im aquatischen, amphibischen und terrestrischen Bereich unterschieden.

### 5.4.1 Aquatischer Bereich

#### Arbeiten an der Gewässersohle

Bevor Arbeiten an der Gewässersohle durchgeführt werden, ist sorgfältig zu prüfen, ob diese überhaupt notwendig sind. Fließgewässer unterliegen einer dauernden Veränderung aufgrund ihrer eigenen Dynamik.

Schotter-, Kies- und Sandbänke sowie Kolke sind möglichst zu erhalten. Viele Kolke sind ohnehin weitgehend stabil und wachsen nicht unbegrenzt weiter. Meistens ist es günstig, die Uferflächen zu erwerben und die Veränderungen des Gewässerbettes zuzulassen. Ist dies nicht möglich, ist eine Sicherung der Kolke ausnahmsweise zulässig, wenn schädliche Wirkungen von ihnen ausgehen.

Bei allen Arbeiten an der Gewässersohle ist zu bedenken, daß der landschaftstypische Charakter des Gewässers bei Einbringen ortsfremder Stoffe nicht beeinträchtigt werden darf.

#### Sedimententnahme

Das fließende Wasser verursacht Erosion und Sedimentation in der Sohle. Dieser Prozeß führt auch

nach größeren Eingriffen bald wieder zu einem dynamischen Gleichgewicht, das in der Regel keiner ordnenden Maßnahmen bedarf. Falls aus besonderen Gründen ausnahmsweise Sediment entnommen werden soll, ist dies von September bis Mitte November; in Gewässern mit einer Kiessohle von Juli bis September vertretbar.

Sedimente müssen zuweilen dort entnommen werden, wo die Fließgeschwindigkeit im Gewässer vermindert wird. Das trifft in Stauhaltungen oder innerhalb von Hochwasserrückhaltebecken zu. Es kann dann notwendig sein, das Sediment in unterhalb gelegene Gewässerabschnitte wieder einzubringen, um dort Vertiefungen des Gewässerbettes zu verhindern.

#### Entschlammung

Als Folge der vielfältigen Belastungen der Gewässer bildet sich Schlamm. Er lagert sich in Gewässerabschnitten mit deutlich verminderter Fließgeschwindigkeit ab. Beim Abbau der organischen Substanz wird dem Wasser Sauerstoff entzogen, und gleichzeitig werden Stoffe freigesetzt, die zu nachteiligen Folgen im Fließgewässer führen. Treten merkliche Beeinträchtigungen des Gewässers auf, muß der Schlamm entfernt werden. Um die Tierwelt zu schonen, soll die Entschlammung möglichst abschnittsweise über mehrere Jahre, verteilt in der Zeit von September bis Mitte November, durchgeführt werden. Das Räumgut ist aus dem Gewässerbereich zu entfernen.

#### Grundräumung

Bei der Grundräumung werden häufig außer den Sedimenten die wurzelnden Teile der Wasserpflanzen und die dort lebenden Tiere beseitigt. Wegen der Schwere dieses Eingriffes sind Grundräumungen auf unumgängliche Einzelfälle zu beschränken. Sie sind dann in Abschnitten über mehrere Jahre verteilt in der Zeit von September bis Mitte November vorzunehmen.

Auf den Einsatz von Grabenfräsen ist zu verzichten, weil sie die Tiere besonders stark schädigen.

#### Krauten

Der Krautwuchs ist vor allem vom Nährstoffgehalt des Wassers, von den Lichtverhältnissen und von der Fließgeschwindigkeit abhängig.

Bei durchgehendem Ufergehölzbestand, der das Wasser stark beschattet, kann sich nur eine geringe Menge an Wasser- und Sumpfpflanzen entwickeln. Unter solchen Bedingungen ist ein Krauten nicht erforderlich.

Die Häufigkeit des Krautens richtet sich nach den Erfordernissen des Wasserabflusses. Mit Rücksicht

Unterhaltungsträger: .....									
Unterhaltungsplan									
Zeitraum: vom 01.04. .... bis 31.03 .....									
Lfd. Nr.	Gewässer	Stationierung (km) oder andere Ortsangaben	Beschreibung des Zustandes des Gewässers		Art	Beschreibung der Maßnahme	Eingriffe in die Natur und Landschaft und Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen	Zeitraum der Ausführung	Bemerkung
			technisch	biologisch					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Bergbach	4 + 200 bis 7 + 800	Ausbau in 1979 trapezförmig	Rasenböschung Uferörtlich	gezielte Mahd der Brennessel	Brennesselunterdrückung zur Wiederherstellung einer stabilen Grasnarbe	---	ab Juni	nur bei Bedarf
2	Bergbach	4 + 350			Sohlabsturz	Umbau des Sohlabsturzes des ehemaligen Abschlagwehres zur Sohlgelte als Verbesserung der Durchgängigkeit für die wirbellosen Tiere	---		
3	Bergbach	6 + 900 bis 7 + 500	Es sind mehrere kleine Abstürze vorhanden	keine Durchgängigkeit für wirbellose Tiere	Umgestaltung	Entfernen der stauen Ufersicherung und mehrerer Abstürze, abschließende Bepflanzung	---	über das ganze Jahr verteilt	zuvor Ortsferrin mit der Wasserbehörde
4	Bergbach	2 + 680 bis 4 + 040	Trogprofil	biderselts Pappelreihen auf der Böschungsoberkante	Fortführen der abschnittswisen Umwandlung der Pappelbestände	Abschnittswise Entfernen der überalterten und nur noch bedingt stand-sicheren Pappel. Anschließend Anpflanzung standortgerechter Gehölze	Beeinträchtigung des Landschaftsbildes; Ausgleich durch Bepflanzung mit stand ortgerechten Gehölzen	Winter ..... / .....	Es werden 50% der Bäume (in Gruppen) gefällt; Maßnahme wird in einigen Jahren fortgesetzt
5	Mühlenbach	Gesamtlänge	Enges Trapezprofil; Vorlauf für einen Flugplatz	zeitweise trockenfallend	Böschungsmahd	Im jährlichen Wechsel jeweils nur eine Böschungseite mähen; abschnittswise von Brücke/Steg zu Brücke/Steg - je nach Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen	---	ab 15. Juli	
6	Mühlenbach	2 + 350 bis 3 + 200	Trapezprofil mit Sohlschalen	zweiweise trockenfallend	Umgestaltung	Herausnahme der Sohlschalen; Umgestaltung der Böschung sowie der Sohle durch Einbringen von Flußkies; Bepflanzung mit standortgerechten Gehölzen	---	ab Sept. .... / .....	
7	Aabach	auf der gesamten Länge	Vor ca. 40 Jahren ausgebaut; Uferschäden sollen beseitigt werden; abschnittswise Bepflanzung		Bepflanzung	Anpflanzung standortgerechter Gehölze im Böschungsbereich unter Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Nutzung	---	Pflanzperiode	Ein Konzept zur natur-nahen Entwicklung liegt vor. Maßnahme im Konzept enthalten
8	Aabach	auf der gesamten Länge	Vor ca. 40 Jahren ausgebaut; Uferschäden sollen beseitigt werden; abschnittswise Bepflanzung		Gehölzpflege	Rückschnitt der Gehölze am Gewässer zur Verkehrs-sicherung am Uferweg, der gleichzeitig Wirtschaftsweg ist	---	01. Okt. bis 28. Feb.	Ein Konzept zur natur-nahen Entwicklung liegt vor.

Abb. 11: Beispiel für einen Unterhaltungsplan

auf die gesamte Tierwelt im Gewässer – unter anderem Fische und Amphibien – sollte damit erst Mitte Juni begonnen werden. Zur Erhaltung des ökologischen und landschaftlichen Wertes des Gewässers sind die Bestände nur soweit wie unbedingt nötig zu entfernen. Teilbestände sind in jedem Fall zu belassen, damit die von den Pflanzen abhängigen Tiere geschont werden und die Samenbildung der Wasserpflanzen gesichert bleibt. Es kann in Einzelfällen auch notwendig sein, wegen der Gefahr einer zu starken Sauerstoffzehrung Kraut in langsam fließenden Fließgewässern zu schneiden.

Geschnittenes Kraut ist zu entfernen.

Der Einsatz chemischer Mittel zur Entkrautung ist verboten.

### **Beseitigung von Unrat Treib-, Räum- und Schnittgut**

Unrat, Räum- und Schnittgut sind immer aus dem Gewässerbereich zu entfernen. Für Treibgut gilt das nur, soweit es den Umständen nach geboten ist.

### **Arbeiten an besonderen Bauelementen**

Bauelemente zur Regelung des Fließverhaltens wie

- Störsteine
- Stubben
- Grundswellen
- Sohlgleiten
- Sohlabstürze
- Wehre
- Sandfänge

beeinflussen den ökologischen Zustand des Gewässers.

Die Einbauten sind im erforderlichen Umfang zu erhalten. Ökologisch nachteilig wirkende sind durch solche zu ersetzen, die der Natur eines Gewässers besser entsprechen. Zur Verbesserung der ökologischen Verhältnisse kann der Einbau einzelner Bauelemente nützlich sein.

### **Störsteine und Stubben**

Störsteine, Stubben und andere grobe Holzteile können entsprechend dem Gewässertyp im Rahmen der Gewässerunterhaltung eingebracht werden.

### **Grundswellen**

Im Zuge der Gewässerunterhaltung kann der Einbau von Grundswellen und Bühnen sinnvoll sein, um die Erosion und das Fließverhalten zu beeinflussen oder die Lebensbedingungen für Wasserorganismen zu verbessern.

### **Sohlgleiten**

Bei Sohlgleiten beschränkt sich die Pflege im wesentlichen auf die Entfernung von Unrat und Treibgut.

### **Sohl Abstürze und Wehre**

Sohl Abstürze und feste Wehre sind nach Möglichkeit zu beseitigen oder, wo das nicht geht, möglichst durch Sohlgleiten zu ersetzen. Sie sollten nicht steiler als in einem Gefälle von 1 : 20 angelegt werden. Vielfach braucht das Bauwerk nicht vollständig abgerissen zu werden, wenn das Material für die Sohlgleite vom Unterwasser her vorgebaut wird. Auf eine durchgängige Sohle ist zu achten. Wo diese ökologischen Verbesserungen nicht möglich sind, sind Fischaufstiege anzustreben und ständig funktionsfähig zu erhalten. Dies gilt auch für bewegliche Wehre.

### **Sandfänge**

Sandfänge müssen in Abhängigkeit von der Intensität des Sandtriebes mehr oder weniger häufig ganz oder teilweise geräumt werden. Gleiches gilt für Gewässerstrecken, die als Sandfänge wirken, z. B. im Rückstau gestauter Gewässer. Sandfänge können seltenen und schutzbedürftigen Lebensgemeinschaften Entwicklungsmöglichkeiten bieten. Besonders schutzbedürftig sind die jüngsten Stadien der Besiedlung (Pioniergesellschaften); deshalb sind sie zu schonen. Im Rahmen der Gewässerunterhaltung können Sandfänge angelegt werden, wenn Grundräumungen wegen ihrer Störungen für die Natur in unterhalb liegenden Strecken vermieden werden sollen. Auf der anderen Seite ist dabei zu bedenken, daß im unterhalb liegenden Gewässerabschnitt als Folge des unterbrochenen Sandtriebes Erosion eintreten kann.

## **5.4.2 Amphibischer Bereich**

### **Arbeiten am Ufer**

Es liegt im Interesse der Gewässerökologie, die als Folge der Dynamik der Fließgewässer eingetretenen Entwicklungen möglichst ohne Veränderungen zuzulassen. Dies ist um so leichter möglich, wenn ausreichend breite Uferstreifen zur Verfügung stehen.

Bei Veränderungen, die nicht belassen werden können, sind zunächst die Ursachen festzustellen (z. B. ungünstige Lenkung der Strömung durch oberstrom gelegene Bauwerke, unnatürlich große Abflüsse als Folge von Einleitungen, Hindernisse, ungünstige Querschnittsgestaltung, tierische Schädlinge, wechselnde Bodenbeschaffenheit, Treibgut). Danach ist die notwendige Abhilfe zu wählen. Lebende Baustoffe sind bevorzugt zu verwenden. Auch vor der Beseitigung von Schäden an starren Befestigungen ist zu prüfen, ob mit flexiblen Bauweisen gearbeitet werden kann und in welchem Umfang sich lebende Baustoffe

einsetzen lassen. An wenig beanspruchten Gewässerabschnitten kann der amphibische Bereich allein mit Uferrohricht und Hochstauden stabilisiert werden. Falls sich diese nicht von selbst einstellen, kann durch Ansaat, gegebenenfalls auch durch Pflanzung nachgeholfen werden. Wo dieses nicht ausreicht, können Faschinen, Buschen oder auch Steinschüttungen eingebaut werden. Schüttungen, die nur aus grobem Material hergestellt werden, engen die natürliche Standortabfolge zwischen Wasser und Land und damit den Lebensraum der amphibischen Spezialisten ein. Betroffen sind vor allem einjährige Pflanzen, die auf feinkörniges Substrat angewiesen sind. Für die Anwendung von baulichen Elementen wie z.B. Grundschwellen und Bühnen gelten die für den aquatischen Bereich genannten Grundsätze.

#### **Entnahme von Anlandungen, Kies- und Sandbänken**

Anlandungen, Kies- und Sandbänke sind zu erhalten, da sie einen wertvollen, sich ständig erneuernden Lebensraum für Pioniere und Dauerbesiedler darstellen. Wird die hydraulische Leistungsfähigkeit des Gewässers in unvertretbarem Maße beeinträchtigt, sind Anlandungen, Kies- und Sandbänke im erforderlichen Umfang zu entfernen.

#### **Mahd von Uferrohricht und Uferstauden**

Rohricht- und Staudenwuchs in der Wasserwechselzone mit seiner Vielzahl an Kleinstlebensräumen bedarf keiner Pflege. Sofern aus besonderen Gründen ein Schnitt erforderlich wird, soll dieser in der Zeit von Oktober bis einschließlich Februar erfolgen. Dann werden die Pflanzen nicht weiter beeinträchtigt und die während des Sommers hier lebenden Tiere nicht gestört. Im Interesse der in den dünnen Stengeln überwinterten Tiere sind beim Schnitt Restbestände zu erhalten.

Mähgut ist aus dem Gewässerbereich zu entfernen.

#### **Einsatz chemischer Mittel**

Der Einsatz chemischer Mittel ist verboten.

### **5.4.3 Terrestrischer Bereich**

#### **Gehölzentwicklung und -pflege**

Am Ufer der Fließgewässer entwickeln sich von Natur aus Bäume und Sträucher. Wo sie nicht spontan aufkommen, können sie auch gepflanzt werden. Günstig für ihre Entwicklung ist ein ausreichend breiter Uferstreifen.

Die Gehölze schaffen längs der Gewässer stabile Lebensbedingungen, führen zu größerer Naturnähe, sichern den Uferbereich und bereichern das Landschaftsbild.

Bäume und Sträucher bedürfen von Natur aus keiner Pflege. Sollten ausnahmsweise Eingriffe in den Gehölzbewuchs notwendig werden, ist behutsam vorzugehen. Sollen Lücken in Altbeständen geschlossen werden, empfiehlt es sich, benachbarte Stämme auf den Stock zu setzen, d.h. etwa 20 cm über dem Boden abzusägen, damit die Jungpflanzen ausreichend Licht bekommen. Schlagabraum ist sinnvoll zu verwenden.

Kommt es in Gehölzbeständen zur Auflandung, so kann diese in der Regel liegenbleiben, denn sie stört den Bewuchs nur selten und trägt vergleichsweise wenig zur Einengung des Profils bei. Bei fortgesetzt störender Anlandung sollte der Geschiebetrieb in den oberhalb liegenden Gewässerabschnitten verringert werden.

Zwischen Ufergehölz und Wasserfläche erübrigt sich die Mahd. Die geringe Menge an Gras und Kraut, die hier heranwächst, stört den Abfluß nicht.

Altbestände aus nicht bodenständigen Gehölzen sind nach und nach durch bodenständige zu ersetzen (s. Tab. 1).

#### **Böschungsmahd**

Sofern eine geschlossene Rasenfläche überhaupt erforderlich ist, ist diese im Rhythmus der traditionellen Wiesenmahd (erster Schnitt ab Mitte Juni, zweiter Schnitt falls erforderlich ab Mitte September) zu mähen. Nur so bleibt das Inventar an Pflanzen und Tieren der Wiesen erhalten, sofern die Böschungen nicht stark mit Nährstoffen (Dünger, Mähgutrückstände) angereichert werden. Bei zu früher Mahd kommen die Pflanzen nicht voll zum Blühen und Fruchten, und die Böschungsrassen verlieren für viele Tiere ihren Nahrungswert (Pollen, Nektar, Samen). Auf Vogelgelege ist bei der Böschungsmahd Rücksicht zu nehmen.

Das Mähgut ist grundsätzlich zu entfernen.

Staudenfluren brauchen nicht gemäht zu werden, denn sie erhalten sich ohne alle Pflegearbeiten. Hierzu gehören vor allem die von der Großen Brennesel beherrschten Bestände. Eine gesetzliche Pflicht zur Bekämpfung von Wildkräutern gibt es nicht.

Der Einsatz chemischer Mittel ist verboten.

An einigen Flußufem haben sich in den letzten Jahrzehnten vermehrt auffällige Pflanzen von fremdländischer Herkunft (Neophyten) angesiedelt, z. B. Drüsiges Springkraut (*Impatiens glandulifera*), Knollensonnenblume oder Topinambur (*Helianthus tuberosus*), Spitzblättriger Knöterich (*Reynoutria japonica*) und

Herkulesstaude (*Heracleum mantegazzianum*). Aus Sicht der Gewässerpflege sind sie nicht anders zu behandeln als alteingesessene Arten. Wo eine dichte Rasennarbe gebraucht wird, müssen auch sie vor der Samenbildung gemäht werden.

### Korrekturen am Ufer

Veränderungen der Ufergestalt durch Erosion wirken sich bis in den terrestrischen Bereich aus. Damit entstehen auch neue Lebensräume am Wasserlauf. Deshalb sind Uferveränderungen grundsätzlich nicht rückgängig zu machen. Ausreichend breite Uferstreifen fördern nicht nur die naturnahe Entwicklung, sondern helfen auch hier, Nutzungskonflikte zu vermeiden.

## 5.5 Unterhaltung von Uferstreifen

Die der ökologischen Verbesserung und dem Schutz der Gewässer dienenden Uferstreifen sind integraler Bestandteil der Gewässer. Sie bedürfen aus gewässerökologischer Sicht grundsätzlich keiner Unterhaltung. Bei unzulässigen Beeinträchtigungen angrenzender Nutzungen können im Einzelfall Maßnahmen notwendig werden.

## 5.6 Altgewässer

Altarme und Altwasser unterliegen wie stehende Gewässer der Verlandung. Unter natürlichen Bedingungen vollzieht sich dieser Prozeß in sehr langen Zeiträumen, der je nach Nährstoffgehalt Jahrhunderte bis Jahrtausende dauern kann. Als Folge der seit einigen Jahrzehnten ablaufenden rasanten Eutrophierung verlanden viele Gewässer durch Verkrautung und Verschlammung derart rasch, daß sie innerhalb weniger Jahre ihren ursprünglichen Charakter verlieren und letztlich zum Sumpf oder Bruchwald werden.

Altgewässer reagieren auf erhöhte Nährstoffzufuhr außerordentlich empfindlich. Deshalb haben Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffbelastung für sie eine besondere Bedeutung.

Sollen Altgewässer erhalten werden, müssen von Zeit zu Zeit Pflegemaßnahmen durchgeführt werden, gegebenenfalls sogar eine Entschlammung um die Verlandung zu verzögern. Die Entschlammung ist ein schwerwiegender Eingriff. Daher muß sie sorgfältig geplant und durchgeführt werden. Um die Tierwelt so wenig wie möglich zu beeinträchtigen, ist der Zeitraum von Mitte Oktober bis Mitte November für solch eine Maßnahme am besten geeignet. Wie an den Fließgewässern übernehmen Uferstreifen auch an Altgewässern wichtige Schutzfunktionen.

## 5.7 Abwehr von Schädlingen

Ein Tier, das an Wasserläufen nennenswerten Schaden anrichten kann, ist der Bisam. Seine in den Uferböschungen angelegten Baue brechen insbesondere in Sandgebieten leicht zusammen und bieten dann der Erosion Angriffspunkte. Als Siedlungsgebiet bevorzugt der Bisam Strecken mit einem reichen Angebot an Wasser- und Sumpfpflanzen. Ein geschlossener, schattenwerfender Gehölzbewuchs, der den Aufwuchs von Wasserpflanzen hemmt, entzieht dem Bisam weitgehend die Nahrungsgrundlage. Dichtes Wurzelwerk am Ufer erschwert ihm die Herstellung seiner Baue.

Ein weiteres Nagetier, das wie der Bisam als verwildertes Pelztier sich an einigen Flüssen (z. B. Rur, Ert, Sieg und Ems) angesiedelt hat, ist der Sumpfbiber (*Nutria*). Er kann ebenfalls in Uferböschungen seine Baue graben, was an gehölzfreien Strecken größere Schäden als an baumbestandenen Ufern verursacht. Noch stellt der Sumpfbiber mit seinen meist in Großfamilien lebenden Populationen eher eine lokale Erscheinung dar (vgl. 7.3, Pflanzung).

Wildschäden (Verbiß- und Fegeschäden) sind nur während der Aufwuchsphase von Ufergehölzen zu erwarten. Sie lassen sich ziemlich einfach durch geeignete Maßnahmen in Grenzen halten.

Insekten richten an Ufergehölzen keine nachhaltigen Schäden an, die ein Eingreifen erforderlich machen. Das gilt selbst für den am häufigsten zu beobachtenden Erlenblattkäfer. Obgleich dieser Käfer mehrmals im Jahr in Massen erscheinen kann, überwindet die attackierte Erle jedesmal den Befall.

Gelegentliches Verkahlen, in Einzelfällen auch Absterben von Erlen, kann auf den parasitischen Pilz *Taphrina* zurückgeführt werden. Als Abhilfe hat sich das Fällen der kranken Exemplare bewährt. Die aus dem Wurzelstock ausschlagenden Triebe sind gesund.

## 5.8 Sonderregelungen

Im Interesse des Naturschutzes können Regelungen erforderlich werden, die von den vorstehenden Grundsätzen (5.1 bis 5.7) abweichen. Werden Gebiete von der Gewässerunterhaltung betroffen, die dem besonderen gesetzlichen Schutz für Natur und Landschaft unterliegen (z.B. Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Naturdenkmale und geschützte Landschaftsbestandteile), so sind die geplanten Maßnahmen sorgfältig auf ihre ökologischen Nah- und Fernwirkungen hin zu überprüfen und mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Für die Unterhaltung von Deichen gelten aus Sicherheitsaspekten abweichende Regelungen.

## 6. Ausbau

### 6.1 Ausbauplanung

Die Planung für den Ausbau eines Fließgewässers erfolgt auf der Grundlage des im Konzept zur naturnahen Entwicklung festgelegten Entwicklungszieles (vgl. 4.). Soweit diese Aussage fehlt, ist es erforderlich, sie vor Beginn der Ausbauplanung zu erarbeiten.

Aufgabe der Ausbauplanung ist es, die vorgesehenen Planungsziele in ihren Einzelheiten darzustellen. Die Planungsziele müssen auf das Entwicklungsziel ausgerichtet sein. Ihre Verträglichkeit mit der Umwelt und den konkurrierenden Ansprüchen ist darzulegen.

Für die Aufstellung des Plans sind zunächst folgende Arbeiten durchzuführen:

- Beschreibung des Planungsanlasses
- Aufstellung des Kataloges der Ansprüche für die Planung
- Formulierung der Planungsziele
- Ermittlung des Istzustandes
- Darstellung möglicher Lösungen
- Wertung
- Auswahl der Lösung für den Plan.

Nach Abschluß dieser Arbeiten erfolgt die Aufstellung des Ausbauplanes.

Der Ausbauplan ist so auszuarbeiten, daß er als Grundlage für Bürgerinformation, für die Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung und Planfeststellung sowie für die Ausführung dienen kann. Zielkonflikte und ihre Lösungen sind aufzuzeigen.

Ein eng begrenzter Umfang oder eine geringe Bedeutung des Vorhabens sind kein Grund, einzelne Planungsstufen unberücksichtigt zu lassen.

#### 6.1.1 Beschreibung des Planungsanlasses

Hier ist der für eine Planung maßgebende Grund darzustellen, wie zum Beispiel:

Naturnahe Umgestaltung, Naturschutz, Landschaftspflege, Hochwassergefahren, ungenügende Abflußleistung, Ansprüche aus Siedlungs- und Verkehrsbauten, unzureichende landwirtschaftliche Produktions- oder Arbeitsbedingungen, Sport, Erholung.

Bei jedem Planungsanlaß ist zu beachten, daß das mit dem Konzept zur naturnahen Entwicklung vorgegebene Entwicklungsziel verbindlich bleibt.

#### 6.1.2 Katalog der Ansprüche für die Planung

Die für die Planung insgesamt in Frage kommenden Ansprüche sind zu beschreiben. Dabei kann es sich

um bereits bestehende oder auch neue Ansprüche im Umland des Gewässers oder an das Gewässer selbst handeln.

Zu den Ansprüchen können z. B. gehören

- *im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege:*  
Erhaltung oder Entwicklung eines naturnahen Zustandes des Gewässers, Maßnahmen zum Schutz der Tier- und Pflanzenwelt, Entwicklung von Feuchtgebieten, Sicherung und Entwicklung naturnaher Wälder.
- *im Siedlungsbereich:*  
Vorflutbeschaffung für Einleitungen aus Siedlungs-, Gewerbe- und Industriegebieten, Verhütung von Überschwemmungen, städtebauliche Einbindung der Gewässer und Verbesserung ihrer ökologischen Verhältnisse.  
Erhaltung und Wiederherstellung von Retentionsräumen.
- *im Bereich der Landwirtschaft:*  
Sicherung der Produktionsbedingungen durch Minderung von Überschwemmungen, Bewässerung, Entwässerung.
- *im Bereich Sport, Erholung und Freizeitgestaltung:*  
Förderung der Möglichkeiten zur Erholung durch Wandern und Wassersport.
- *im Verkehrsbereich:*  
Sicherung von Verkehrsflächen durch Vorflutregelung, Verhütung von Überschwemmungen.
- Energiegewinnung.
- Wiederherstellung der Vorflut in Bergsenkungsgebieten.
- Förderung der Fischerei.

#### 6.1.3 Formulierung der Planungsziele

Unter Berücksichtigung des vorgegebenen Entwicklungszieles und der Ansprüche für die Planung sind die gültigen Planungsziele zu formulieren.

#### 6.1.4 Ermittlung des Istzustandes

##### Bestandsaufnahme und Datensammlung

Die Bestandsaufnahme erfaßt alle für die Planung in technischer, ökologischer, landschaftlicher und rechtlicher Hinsicht erforderlichen Gegebenheiten des Raumes (Naturhaushalt, Nutzungen, Schutzgebiete). Der Umfang der Bestandsaufnahme ergibt sich aus den Ansprüchen für die Planung, aus der Intensität der Gewässer-Umland-Beziehungen und aus etwaigen Forderungen an die jeweilige Planung für die Umweltverträglichkeitsprüfung (Untersuchungsrahmen gemäß § 5 UVPG). Für die Bestandsauf-

nahme kann das Ergebnis der Untersuchung des Istzustandes im Rahmen des Konzeptes zur naturnahen Entwicklung herangezogen werden.

Die Erarbeitung und Zusammenstellung folgender Unterlagen kann erforderlich werden (siehe auch 1) und 2):

#### Natürliche Gegebenheiten

##### Geomorphologie:

Relief (Geländeform, Geländehöhen).

##### Geologie:

Gesteinsarten, Schichtungen, Klüftigkeit.

##### Böden:

Bodenarten, Bodentypen, Grundwasserstände, Bodenwertzahlen.

##### Klima:

Niederschlag, Temperatur.

##### Oberirdische Gewässer:

Gewässernetz, Einzugsgebiete; Gewässerverlauf, Längsschnitte, Querschnitte, Kleinrelief, Substratverhältnisse; Meßwerte für Wasserstände und Abflüsse, Hochwassermarken; Wasserbeschaffenheit, Gewässergüteklasse, Gewässerstrukturgüte.

##### Pflanzendecke:

Arteninventar und Pflanzengesellschaften.

##### Freilebende Tiere:

Arteninventar und Häufigkeit ausgewählter Tiergruppen (z.B. Brutvögel, Amphibien, Fische, Neunaugen, Krebse, Libellen, Tagfalter, Muscheln).

##### Schutzwürdige Biotope:

(Biotopkataster des Landes Nordrhein-Westfalen).

#### Nutzungen

Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wohnen, Gewerbe, Industrie, Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung, Hochwasserschutz, Abfallwirtschaft, Fischerei, Jagd; Erholung, Sport; Abgrabungen, Bergbau, Verkehr, Leitungen.

#### Schutzgebiete und Planungsbereiche

Überschwemmungsgebiete, Wasserschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Schutzwald, Naturwaldzellen, Schonbezirke für Fische, Naturdenkmale, geschützte Landschaftsbestandteile, Bau- und Bodendenkmale.

1) Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen - Kartieranleitung. LUA-Merkblatt Nr. 14, 1. Auflage, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 1998.

2) Landschaftsplanung in Nordrhein-Westfalen. Gliedernde und belebende Landschaftselemente-Anleitung zur Bewertung, Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1986.

Bereiche mit Landschaftsplänen, Bebauungsplänen, bergrechtlichen Betriebsplänen, fischereilichen Hegeplänen, Flurbereinigungsplänen, Planfeststellungen, Veränderungssperren.

Landesentwicklungsplan Nordrhein-Westfalen, Gebietsentwicklungspläne, Flächennutzungspläne, Bewirtschaftungspläne, Waldfunktionskarten, sonstige Planungsbereiche (Gewässerauen, Straßen etc.).

#### Auswertung der Unterlagen

Die Bestandsunterlagen sind nach den für die Planung bedeutsamen Gesichtspunkten auszuwerten. Dabei sind besonders die wasserbaulich und ökologisch maßgebenden Kriterien hervorzuheben. Die Auswertung erstreckt sich je nach Fragestellung auf die Erarbeitung folgender Daten:

#### Eigenschaften der natürlichen Gegebenheiten

##### Geomorphologie:

Hangneigungen, Gefälleverhältnisse, Tallage, Besonderheiten des Reliefs.

##### Gesteine:

Verwitterungsfähigkeit, Auswirkungen auf den Wasserchemismus.

##### Böden:

Korngrößenverteilung, Porenvolumen, Bodenwasserhältnisse (Grundwasserflurabstand, Stauhöhe, Dauer der Feucht- und Naßphasen), Dicke der humosen Schicht, Erosionsgefährdung, Baugrundeigenschaften, Auswirkungen auf den Wasserchemismus.

##### Klima:

Niederschlagsverhältnisse, Temperaturverhältnisse.

##### Oberirdische Gewässer:

Maßgebende Wasserstände und Abflüsse (Abflußspenden, Häufigkeiten, Verteilung, Extremwerte), Durchflußvermögen, Häufigkeit und Dauer der Ausuferungen, Grundwassereinfluß, Art und Intensität der Geschiebeführung, Rückhaltevermögen der Aue, Hochwasserauswirkungen.

##### Vegetation:

Abhängigkeit der Vegetation von den Standortverhältnissen, potentielle natürliche Vegetation.

Freilebende Tiere: Abhängigkeit der Tiere vom Gewässer und gewässerbeeinflußten Umland.

Arten der Roten Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere.

Ermittlung der Bereiche einheitlicher Naturlandschaften (landschaftsökologische Raumeinheiten, Fischregionen).

Bewertung der ökologischen, landschaftlichen und kulturhistorischen Gegebenheiten, Bewertung der Gewässerstrukturgüteverhältnisse:

Wertvolle Biotope, z.B. Wälder, Weiher, Feuchtwiesen und Naßwiesen, Trockenstandorte.

Verzeichnis der biototypischen und seltenen Pflanzen und Tiere.

Gliedernde und belebende Landschaftselemente.

Naturhistorische und kulturhistorische Objekte, z.B. Findlinge, Dünen, Sinterterrassen, wertvolle Aufschlüsse, Hünengräber, Landwehren, Mühlen, Bildstöcke.

#### Nutzungen

Abhängigkeit der Nutzungen von den Wasserverhältnissen, Beeinflussungen des Gewässers durch die Nutzungen.

Besondere Belastungen des Naturhaushalts  
Abwasser, Abfälle und andere Schadstoffeinträge, naturfremdes Abflußverhalten.

### 6.1.5 Darstellung möglicher Lösungen

Es werden verschiedene Lösungen erarbeitet und dargestellt. Sie müssen die Grundzüge der technischen und biologischen Ausgestaltung enthalten.

Auch sind bei den Lösungen zur Abschätzung des Eingriffs in Natur und Landschaft jeweils darzustellen:

- die ökologischen und landschaftlichen Gegebenheiten mit der zugehörigen Bewertung
- Art und Umfang des Eingriffs
- Art und Umfang der Maßnahmen zur Verminderung, zum Ausgleich und zum Ersatz der Eingriffsfolgen.

Die Beibehaltung des derzeitigen Zustandes ist bei jeder Vorplanung wie eine mögliche Lösung zu behandeln (Null-Lösung). Als mögliche Lösungen sind auch Fälle zu untersuchen, bei denen auf einen Ausbau des Gewässers teilweise oder ganz verzichtet werden kann, weil das Ziel durch andersartige Maßnahmen erreicht wird.

Die Wahl der Bemessungsabflüsse ist zu begründen.

Die Herstellungs- und Folgekosten (z. B. Unterhaltungskosten) sind zusammenzustellen, wobei für beide sowohl die Jahreskosten (z.B. Kapitaldienst) als auch die kapitalisierten Kosten anzugeben sind.

### 6.1.6 Wertung

Die Wertung ist die wesentliche Entscheidungshilfe für die Auswahl der Lösung, die zur Ausführung kommen soll. Diese Wertung stellt ein Verfahren dar, in dem die einzelnen Ziele klar darzulegen und auf der Grundlage alternativer Lösungen gegeneinander abzuwägen sind.

Das Verfahren der Wertung wird umso differenzierter vorgenommen werden müssen, je mehr Gesichtspunkte zu beachten sind. Es richtet sich nicht nur nach dem räumlichen oder finanziellen Umfang der Maßnahme, sondern insbesondere auch nach dem Grad der Auswirkung auf Natur und Landschaft. Zudem ist es abhängig von den unterschiedlichen Nutzungsansprüchen und den sich daraus ergebenden Zielkonflikten.

Die Wertung erfolgt zweckmäßigerweise in Form einer Matrix, in der die Ziele und die verschiedenen Lösungen zusammengestellt werden (vgl. Tab. 3).

Die Wertung wird in folgenden Schritten durchgeführt:

- Zusammenstellung der Ziele
- Bestimmung der Zielgewichte
- Feststellung des Zielrealisierungsgrads
- Ermittlung der Rangordnung.

#### Zusammenstellung der Ziele (Tabelle 3, Spalte 1)

Die nach Nr. 6.1.3 festgelegten Ziele sind so zu benennen, daß sie bei der nachfolgenden Gewichts-bildung und Feststellung des Zielrealisierungsgrads eindeutig verständlich sind. Sachverhalte, die sich erst bei der Planung ergeben und daher bei der ursprünglichen Zielbestimmung nicht erfaßt worden sind, können durch eine entsprechende Ergänzung des Zielkatalogs in die Wertung einbezogen werden.

#### Bestimmung der Zielgewichte (Tabelle 3, Spalte 2)

Um sicherzustellen, daß die Ziele bei der weiteren Wertung entsprechend ihrer Bedeutung berücksichtigt werden, müssen sie gewichtet werden. Die Gewichtung erfolgt durch Bewertung der Ziele in ihrem Verhältnis zueinander, wobei die Summe aller Zielgewichte (ZG) 100 beträgt.

Die Bestimmung der Zielgewichte ist Sache des Planungsträgers in Zusammenarbeit mit den an der Planung zu beteiligenden Stellen und Behörden. Ihre Festlegung ist schriftlich zu begründen.

#### Feststellung des Zielrealisierungsgrads (Tabelle 3, Spalten 3,5,7..)

Das Maß der Erfüllung eines Ziels in der jeweiligen Lösung wird durch den Zielrealisierungsgrad (ZR)

**Wertzahl-Matrix**

Tabelle 3

Ziele	Zielgewicht ZG	Lösung 0 (Derzeitiger Zustand)		Lösung 1		Lösung 2		Lösung m	
		ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ
1	2	3	4	5	6	7	8		
Ziel 1:									
Ziel 2:									
Ziel 3:									
Ziel 4:									
Ziel 5:									
Ziel 6:									
Ziel n:									
Summe der Wertzahlen									
Rangpositionen									

Erläuterungen: ZG = Zielgewicht (Summe der ZG = 100)  
 ZR = Zielrealisierungsgrad (von 0 bis 6)  
 WZ = Wertzahl (ZG X ZR = WZ)

ausgedrückt. Dieser wird zweckmäßigerweise anhand der folgenden Skala festgelegt:

- 0 = keine
  - 1 = sehr geringe
  - 2 = geringe
  - 3 = mäßige
  - 4 = gute
  - 5 = sehr gute
  - 6 = bestmögliche
- } Erfüllung des Ziels

Zur Ermittlung des ZR sind diejenigen Kriterien aufzustellen, die zur Beurteilung der Erfüllung eines Ziels anzuwenden sind. Sie können meß- oder abschätzbar sein. Ferner ist der Inhalt für „bestmögliche“ und „keine“ Erfüllung des Einzelziels zu definieren.

Der ZR ist von Fachleuten zu bestimmen, die mit den Gegebenheiten des Planungsraums und dem Inhalt der möglichen Lösungen vertraut und für die jeweiligen Ziele fachlich kompetent sind. Die Festlegung des ZR ist schriftlich zu begründen.

**Ermittlung der Rangordnung (Tabelle 3, Spalten 4, 6, 8...)**

Das Produkt aus ZG und ZR ergibt für jedes Ziel und die jeweilige Lösung die Wertzahl (WZ). Sie bestimmt

die Wertigkeit der Lösung bei der Erfüllung der einzelnen Ziele.

Die Summe der Wertzahlen in den jeweiligen Spalten ist die Wertzahl der Lösung. Sie gibt die Rangposition innerhalb der alternativen Lösungen wieder.

**6.1.7 Auswahl der Lösung für den Plan**

Auf der Grundlage der Wertung ist die Entscheidung für eine Lösung zu treffen. Dabei sind die bei der „Darstellung möglicher Lösungen“ (vgl. 6.1.5) ermittelten Kosten zu berücksichtigen. Die Entscheidung ist unter besonderer Berücksichtigung der Umweltauswirkungen des Vorhabens zu begründen.

**6.2 Ausbauplan**

Für die Maßnahme, die ausgeführt werden soll, ist ein Plan aufzustellen. Dieser muß die Einordnung der Maßnahme in die Gegebenheiten des benachbarten Raumes zeigen. Die technischen und biologischen Elemente sind zusammenhängend und unter Beachtung ihres gegenseitigen Einwirkens zu behandeln. Sie sind entsprechend den Möglichkeiten des jeweiligen Maßstabs umfassend darzustellen. Auf ein gegebenenfalls durchgeführtes Raumordnungsverfahren ist einzugehen.

Zur Beurteilung des Eingriffs in Natur und Landschaft gemäß § 6 Abs. 2 LG ist die Darstellung und Bewertung der ökologischen und landschaftlichen Gegebenheiten anzugeben unter besonderer Hervorhebung wertvoller Biotope und der betroffenen Waldfläche. Ebenso sind Art, Umfang und zeitlicher Ablauf des Eingriffs sowie die Maßnahmen zur Verminderung, zum Ausgleich und zum Ersatz der Eingriffsfolgen darzulegen. Außerdem sind die Umweltauswirkungen, verbleibende Zielkonflikte und die zu erwartenden Folgelasten zu nennen. Die Weiterentwicklung des Gewässers zu größerer Naturnähe ist unter Berücksichtigung der vorgesehenen Baustoffe zu beschreiben unter gleichzeitiger Angabe der hierfür notwendigen Pflegemaßnahmen. Es sind Hinweise für die weitere Beobachtung der Gewässerentwicklung nach Abschluß der Baumaßnahmen zu geben.

Der Plan muß mindestens folgende Unterlagen enthalten:

### Erläuterungsbericht

Darstellung der Veranlassung,

Darstellung des im Konzept zur naturnahen Entwicklung festgelegten Entwicklungszieles,

Kurzbeschreibung der Lösungsmöglichkeiten und der Wertung, Angabe der wesentlichen Auswahlgründe unter besonderer Berücksichtigung der Umweltauswirkungen,

Beschreibung der Maßnahme in technischer, biologischer, landschaftspflegerischer und finanzieller Hinsicht sowie der verbleibenden Zielkonflikte,

Erläuterungen über Art, Umfang und zeitlichen Ablauf des Eingriffs sowie der Maßnahmen zur Verminderung, zur Verminderung, zum Ausgleich und Ersatz der Eingriffsfolgen,

Darstellung der erwarteten naturnahen Entwicklung mit Angabe der hierfür notwendigen Pflegemaßnahmen,

Verzeichnis der bei der Bestandsaufnahme erhobenen Daten und der weiteren benutzten Unterlagen mit deren Auswertungen.

### Übersichtskarte

Gewässerstationierungskarte des Landes Nordrhein-Westfalen Maßstab: 1:25000, herausgegeben vom Landesumweltamt NW

Darstellung der Lage der Maßnahme im oberirdischen Einzugsgebiet und Eintragung der zugehörigen Teileinzugsgebiete,

Darstellung des vom Konzept zur naturnahen Entwicklung erfaßten Gebietes.

### Übersichtslageplan

Deutsche Grundkarte, Maßstab: 1:25000, DGK 5

Darstellung der bestehenden Verhältnisse zum Planungszeitpunkt (vorhandene bauliche Anlagen, Nutzungsarten, geschützte Landschaftsbestandteile sowie gliedernde und belebende Landschaftselemente mit ihrer Bewertung),

Eintragung der Maßnahme mit Kilometrierung des Gewässers nach Aufmaß,

Kennzeichnung der durch die Planung vorgesehenen Änderungen an den bestehenden Verhältnissen,

Angabe der Gewässerstationierung gemäß Übersichtskarte für Anfangs- und Endpunkt,

Darstellung der im Zusammenhang mit dem Plan zu berücksichtigenden Vorhaben anderer Planungsträger und Kennzeichnung der rechtlichen Vorbehalten unterliegenden Flächen (Überschwemmungsgebiete, Wasserschutzgebiete, Natur- und Landschaftsschutzgebiete sowie andere Festsetzungen von Landschaftsplänen, Bebauungspläne, dingliche Belastungen u.a.).

### Gestaltungslageplan

Maßstab: 1 : 1.000 bis 1 : 2.500 (s. Abb. 12)

Allgemeinverständliche lagemäßige Darstellung des Istzustandes einschließlich der geschützten Landschaftsbestandteile sowie der gliedernden und belebenden Landschaftselemente,

farbige Eintragung der Maßnahme mit den geplanten Landschaftselementen, den ökologisch bedeutsamen Teilen und Uferstreifen,

Angabe der Kilometrierung des Gewässers,

Kennzeichnung der rechtlichen Vorbehalten unterliegenden Flächen, der wegfallenden Anlagen, Gewässer und anderen Landschaftselemente, der Abgrabungs- und Auffüllungsflächen,

Lage der Gestaltungsquerschnitte.

### Technischer Lageplan

Maßstab: 1 : 1.000 bis 1 : 2.500

Eintragung der Grenzen und Nummern der Flurstücke,

Darstellung der genauen Lage der Maßnahme mit wesentlichen Einzelheiten (Befestigungsarten, Bauwerke, zu erhaltende Landschaftselemente u.a.),

Lage der technischen Querschnitte,

Lage der Bohrpunkte,

Angaben über Geländehöhen,

Eintragung der wesentlichen Abmessungen und Höhen der Maßnahme (Kilometrierung, Bauwerksmaße, Angaben für die Absteckung, Eintragung der Gewässerstationierung gemäß Übersichtskarte für Anfangs- und Endpunkt).

Darstellung der Flächen für Maßnahmen zur Baustelleneinrichtung und -abwicklung.

### Längsschnitt

Längenmaßstab wie Technischer Lageplan, Höhen, Maßstab: 1 : 100

Schnitt durch die Längsachse des Gewässers,

Angabe der Kilometrierung,

Lage der technischen Querschnitte,

Angabe der Höhen für Sohle, Gelände, Anlagen und Wasserspiegellagen,

Darstellung von Auf- und Abtrag,

Angabe der zugehörigen hydrologischen und hydraulischen Daten (Einzugsgebiet, Abflußspenden und zugehörige Abflüsse, Rauheitswerte).

### Gestaltungsquerschnitte

Maßstab: 1:20 bis 1 : 250 (s. Abb. 13)

Darstellung der Querschnittsgestaltung für die unterschiedlich ausgebildeten Strecken mit Angabe der Sohlbreiten, Böschungsneigungen, Wasserstände,

Darstellung der Sohl- und Böschungssicherungen, des Bewuchses und Grenze der Uferstreifen mit wesentlichen Maßangaben.

### Technische Querschnitte

Maßstab: 1: 100 bis 1 : 250

Schnitte mit Darstellung von Ab- und Auftrag,

Angabe der Böschungsneigungen, Sohlbreiten, Höhen für Sohle und Gelände,

Eintragung des Bodenprofils mit Angabe der Bodenarten.

### Bepflanzungsplan

Maßstab: 1 : 1.000 (s. Abb. 14)

Darstellung der vorgesehenen Bepflanzungen auf der Grundlage der technischen Lagepläne mit den zu erhaltenden Landschaftselementen und der Flächen, die sich selbst überlassen bleiben (Sukzessionsflächen), lagemäßige Festlegung der Bepflanzung (z. B. Maßketten, Raster, o.ä.),

Angabe der Pflanzenarten und ihrer Anteile.

### Bauwerkszeichnungen

Maßstab: 1 : 10 bis 1 : 100

Grundrisse und Ansichten für Bauwerke mit Angabe der Höhen und Abmessungen.

### Hydrologische sowie hydraulische Unterlagen und Berechnungen

### Statische Vorberechnungen

### Kostenzusammenstellungen

### Festpunktverzeichnis

### Grunderwerbsplan

Maßstab: 1 : 100 bis 1 : 1.000

Farbige Darstellung der zu erwerbenden bzw. rechtlich zu belastenden Flächen.

### Eigentümergeverzeichnis

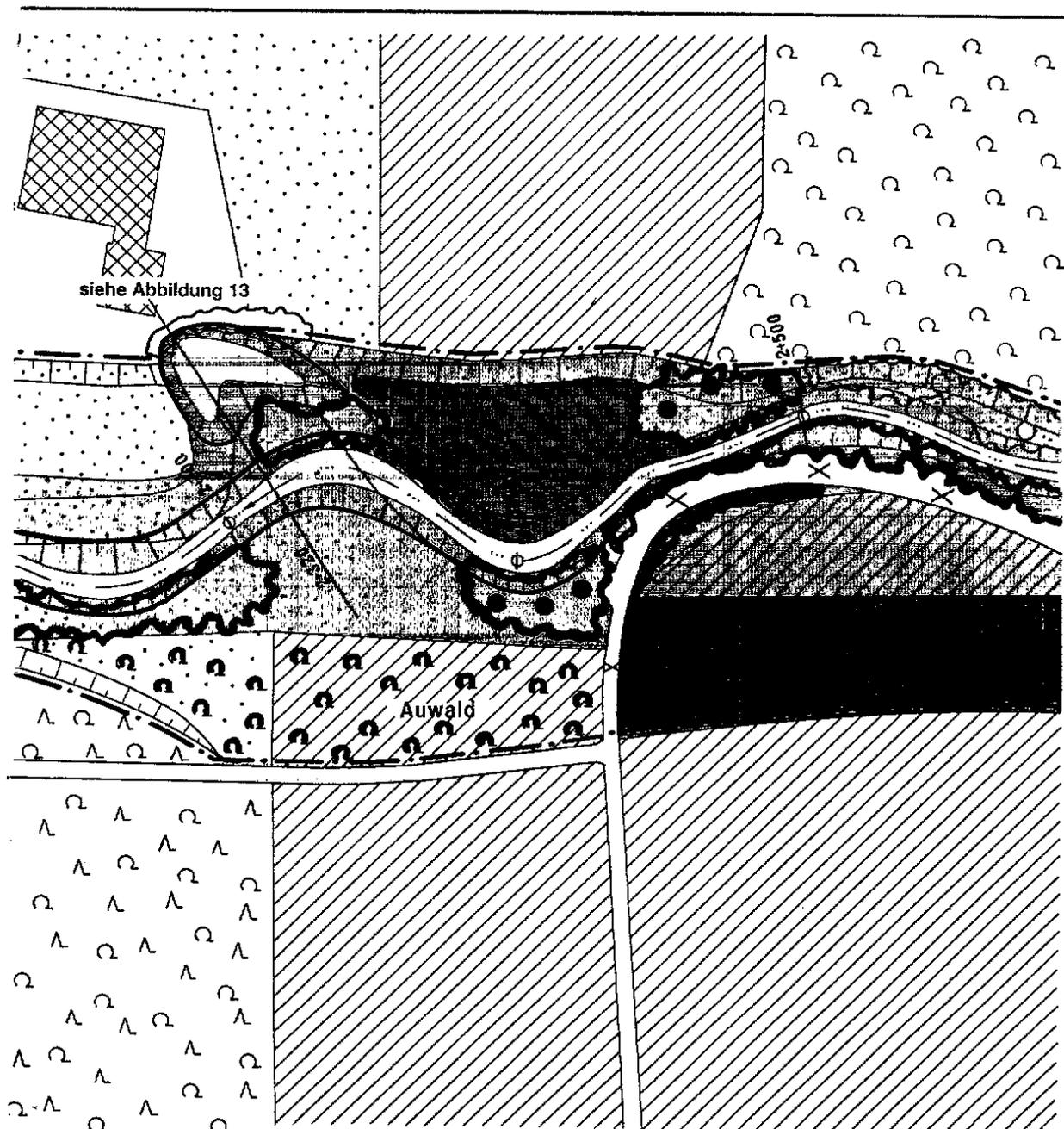
Verzeichnis der betroffenen Flurstücke und ihrer Eigentümer sowie der Größe der zu erwerbenden bzw. zu belastenden Flächen.

### Verzeichnis der der Planfeststellung unterliegenden baulichen Anlagen

Beschreibung der Anlagen in Kurzform und vorgesehene Regelungen,

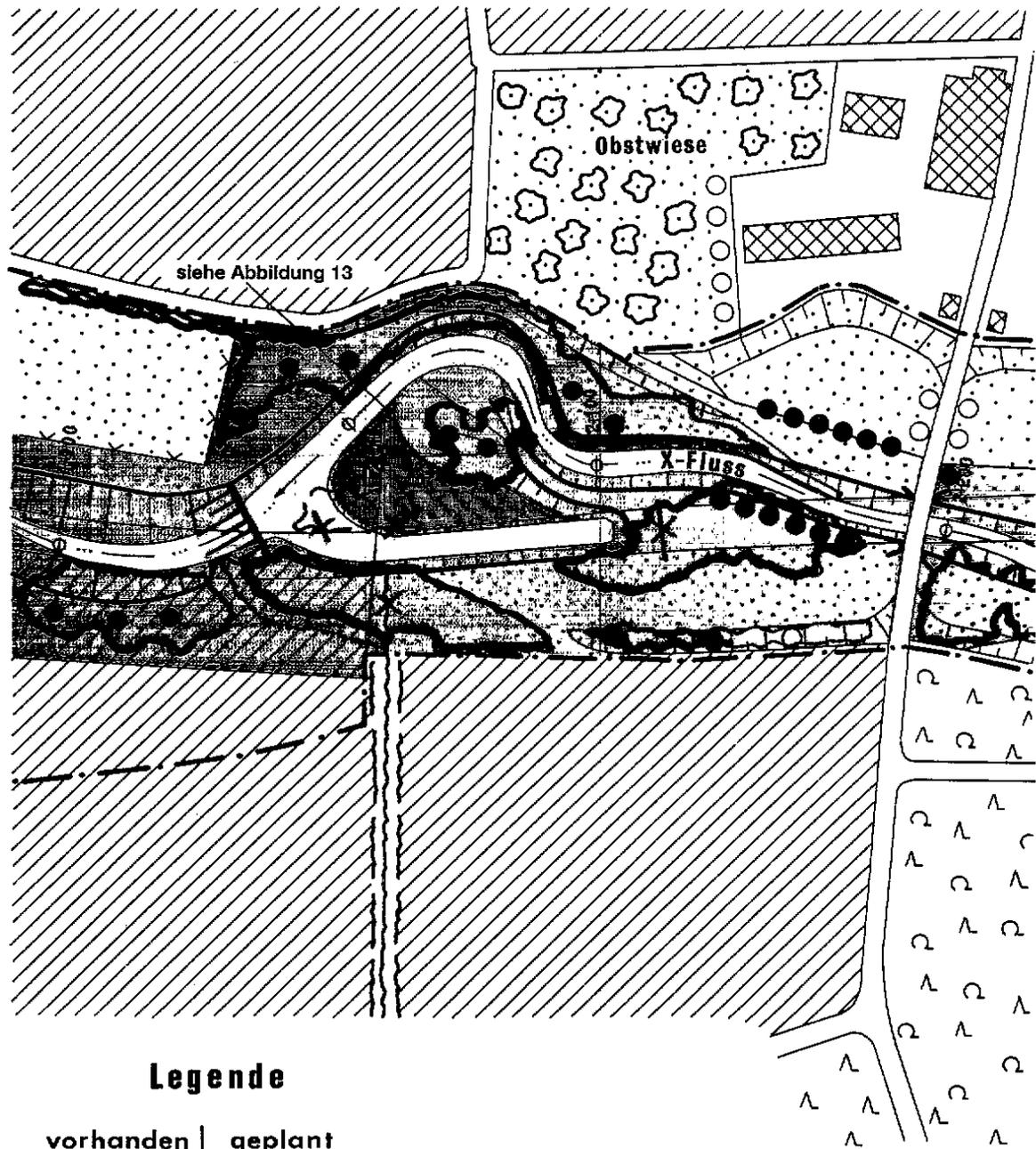
Angaben für Eigentümer und Unterhaltungsverpflichtete.





etes

<b>AUSBAU DES X-FLUSSES</b>	
<b>GESTALTUNGSLAGEPLAN</b> von km 1+900 bis km 2+580	
	<b>M. 1:2000</b>



### Legende

vorhanden	geplant	
		Gewässer mit Kilometrierung
		Grenze des festgesetzten Ueberschwemmungsgeb.
		Weg
		Grünland
		Acker
		Laubbäume
		Nadelbäume
		Geschlossener Gehölbewuchs
		Einzelbäume
		Kreuzungsbauwerk
		Röhricht/Sukzessionsflächen
		Uferstreifen
		Zaun
		Sohlgleite
		Sohlabsturz
		Wegfallende Anlagen u. Landschaftselemente
		Graben

Abb. 12: Beispiel für einen Gestaltungslageplan

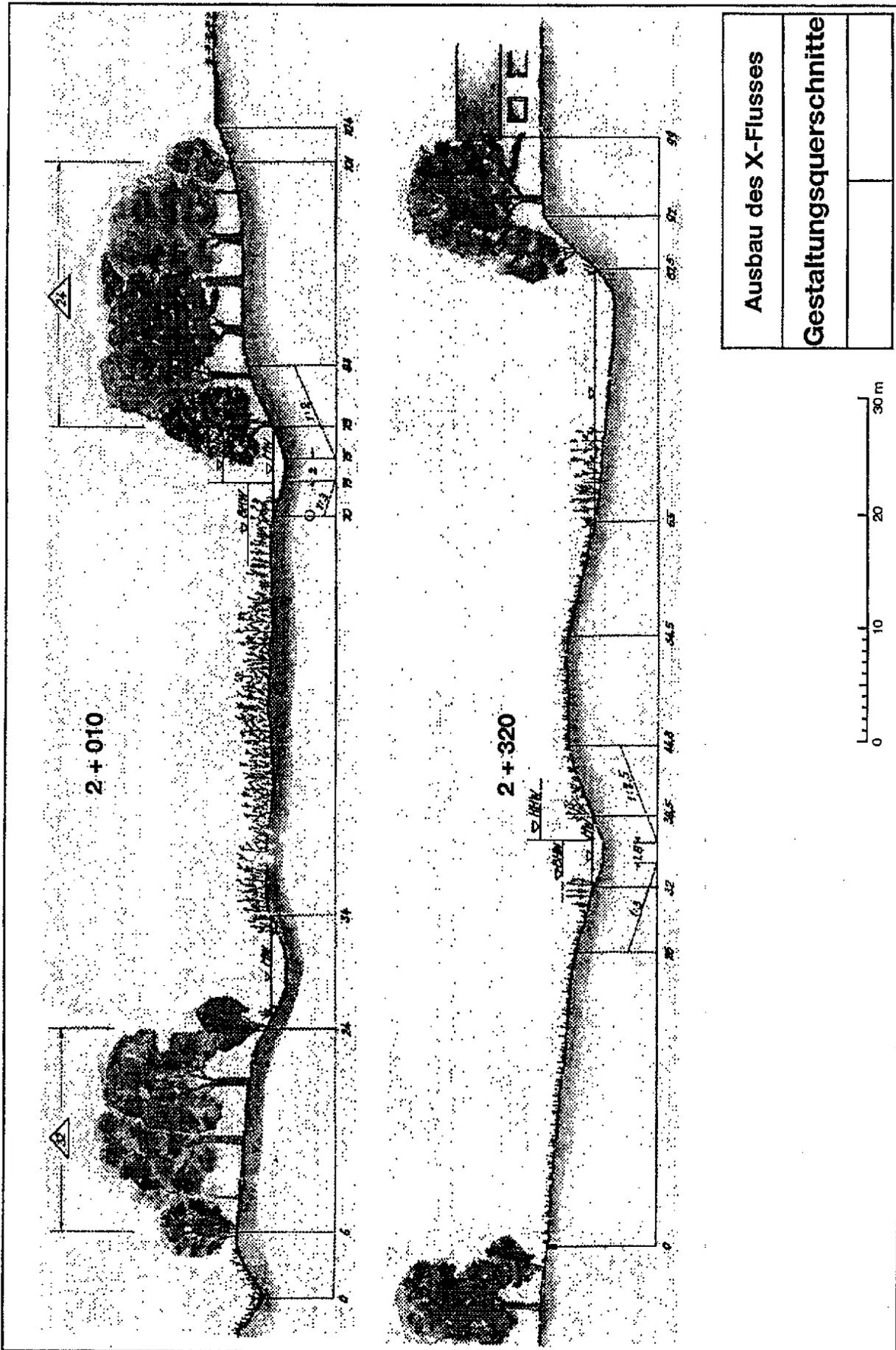
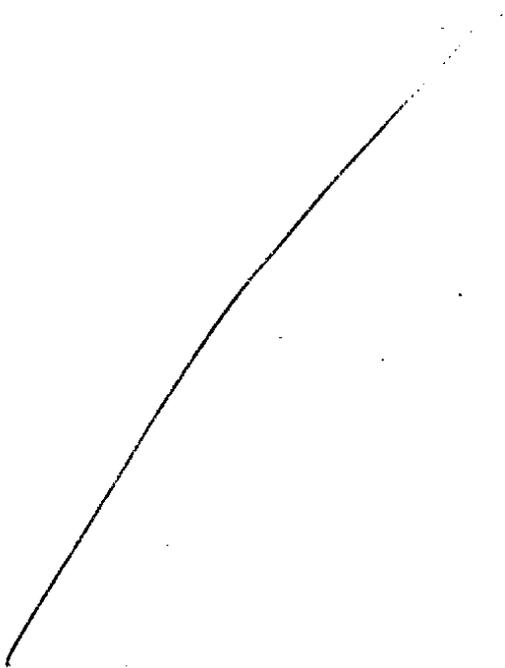
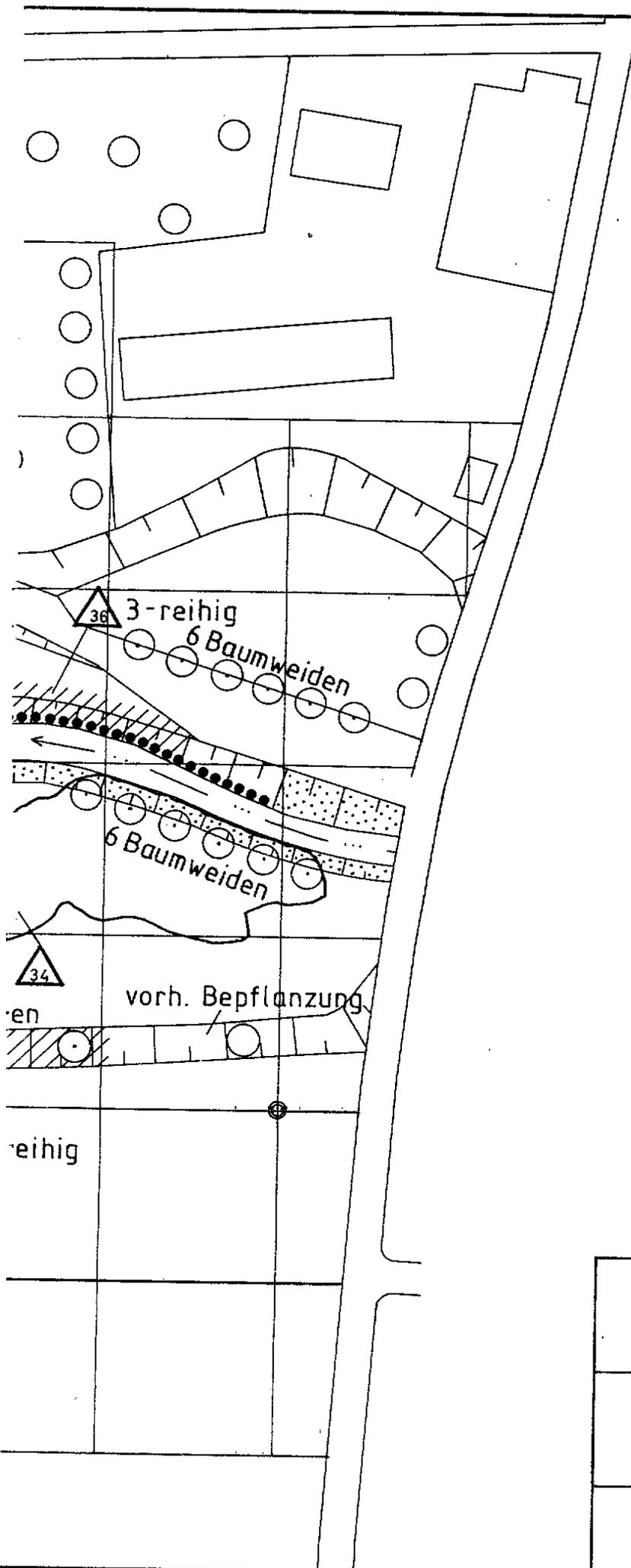
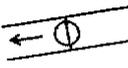
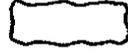
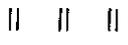
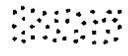


Abb. 13 „Beispiel für Gestaltungsquerschnitte“ - verkleinert -





**Legende**

-  Gewässer mit Kilometrierung
-  Einzelbaum
-  einreihige Roterlenpflanzung
-  Reihenpflanzung
-  Flächenbepflanzung
-  Nummer der Pflanzung
-  Sukzessionsfläche
-  Rasen
-  Polygonpunkt

Lagemäßige Festlegung der Bepflanzung durch Raster als Orientierung.

<b>AUSBAU DES X FLUSSES</b>	
<b>BEPFLANZUNGSPLAN</b> von km 1+900 bis km 2+190	
	<b>M. 1:1000</b>

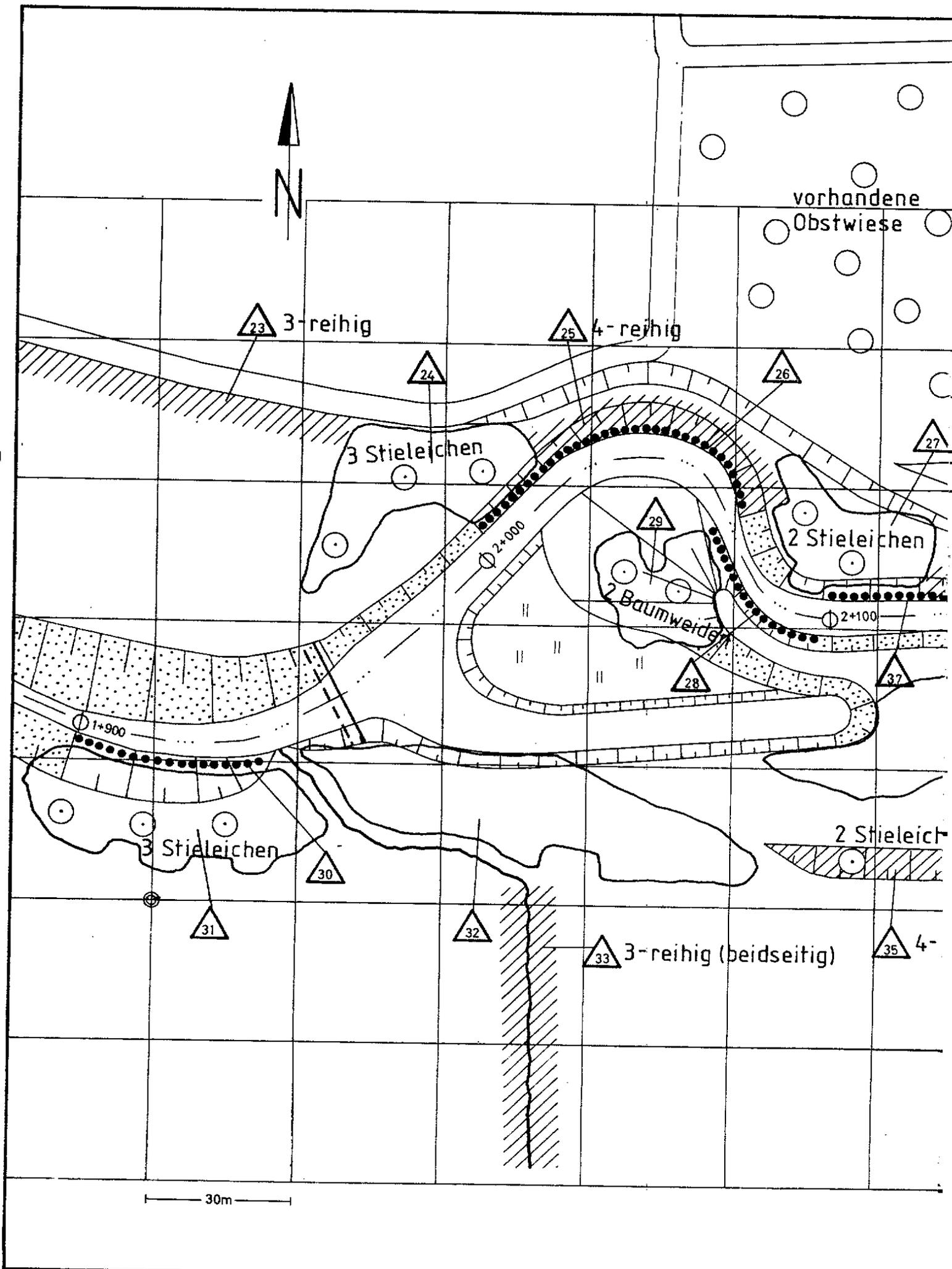


Abb. 14: Beispiel für einen Bepflanzungsplan

-790-

## 7. Hinweise für die Bauausführung

Vor der Durchführung von Maßnahmen sind auf der Grundlage der Planfeststellung oder Genehmigung die notwendigen Ausführungspläne zu erstellen. Von diesen Unterlagen können geringe Abweichungen bei der Bauausführung sinnvoll sein, wenn durch neue Erkenntnisse (Bodenarten, Lage von Versorgungsleitungen usw.) Verbesserungen nötig werden.

### 7.1 Herstellung des Profils

Die Erdarbeiten sind nur von einer Seite auszuführen, soweit es die Gewässerabmessungen und die örtlichen Verhältnisse zulassen. Das ist ohnehin erforderlich, wenn sich die Trasse an Waldränder oder an zu erhaltende Landschaftselemente anlehnt. Weiterhin ist bei der Ausführung darauf zu achten, daß auch die Kronenränder der Bäume und der Waldmantel geschont werden. Bei besonders wertvollen Einzelgehölzen ist der Stamm zum Schutz vor Beschädigungen zu ummanteln und der Wurzelbereich durch lastverteilende Abdeckungen zu sichern. Zur Arbeitserleichterung können andere Gehölze auf den Stock gesetzt werden, soweit sie ausschlagfähig sind. Bäume, Sträucher und Wildstauden sind nur dann zu entfernen, wenn dies nach dem Plan zulässig und ihre Beseitigung für die Bauausführung unbedingt notwendig ist.

Vorhandener Rasen ist, soweit er wieder verwendet werden soll, abzutragen und zu lagern, falls kein sofortiger Einbau an anderer Stelle möglich ist.

Mutterboden (Oberboden) ist fachgerecht und getrennt abzuräumen, dann gesondert zu lagern, ohne dabei Flächen mit wertvoller Vegetation zu überdecken. Der Mutterboden darf nicht verdichtet werden und muß deswegen auch im Baustreifen vorher abgetragen werden. Bei großer Nässe sind Mutterbodenarbeiten zu vermeiden.

Mutterboden, der nicht sofort wieder verwendet wird, ist in Mieten von höchstens 1,30 m Höhe aufzusetzen. Die Oberfläche der Mieten ist leicht zu mulden. Falls eine längere Lagerdauer vorgesehen ist, sind die Mieten z. B. mit Weißem Senf (*Sinapis alba*) zu begrünen.

Überschüssiger Boden ist möglichst ohne Zwischenlagerung aus dem Baustellenbereich zu beseitigen.

### 7.2 Sicherung des Gewässerbetts

Die zur Sicherung des Profils vorgesehenen Baustoffe sind so einzubauen, daß die planerisch angestrebte, ungleichförmige Oberflächenausbildung erzielt wird und die Gewässerentwicklung zu einem naturnahen Zustand hin stattfinden kann.

Der Einbau von Mutterboden im Böschungsbereich beschränkt sich auf Sonderfälle und ist abhängig von dem vorgesehenen Bewuchs. Böschungen sind vor dem Bepflanzen mit Gehölzen mit Rasen als Übergangssicherung zu befestigen.

### 7.3 Gehölzpflanzungen

Die Gehölzpflanzung erfolgt auf der Grundlage des Bepflanzungsplanes (vgl. 6.2). Dafür sind im einzelnen Pflanzpläne (s. Abb. 15 und 16) aufzustellen, in denen die Pflanzenarten und ihre Anordnung angegeben sind. Zur Auswahl der Pflanzen wird auf 3.7.4 verwiesen.

Für die Bäume im Mittelwasserbereich empfiehlt sich ein gegenseitiger Abstand von 1,00 m – 2,00 m. Weiter vom Wasser entfernt sind überwiegend Sträucher vorzusehen. Für sie ist ein engerer Verband zu wählen (0,50 m – 1,50 m). Dies hat den Vorteil, daß sich die Pflanzungen relativ schnell schließen und daß bei geringen Ausfällen auf Nachbesserungen verzichtet werden kann. Bei großflächigen Pflanzungen kommen auch größere Abstände in Betracht (z. B. 1,50 m x 2,00 m oder 2,00 m x 2,00 m), die den Pflanzenbedarf einschränken und die Fertigstellungspflege vereinfachen. Der Ausfall schon von einzelnen Pflanzen macht sich dann aber deutlich bemerkbar und erfordert im allgemeinen eine Ausbesserung.

Bei größeren Gruppenpflanzungen kann auf einen bestimmten Pflanzverband und dementsprechend auch auf einen Pflanzplan verzichtet werden. Es sind aber die genaue Angabe des Areals, Angaben über die Gehölzarten und -mengen sowie Mindesthinweise für die Anordnung z. B. der Baum- und Straucharten oder größerer und kleinerer Pflanzen notwendig.

Für alle Pflanzungen sind Pflanzenlisten aufzustellen. Hierin werden die Mengen, die Arten mit deutschem und botanischem (wissenschaftlichem) Namen, das Alter, die Verschulweise und die Größen angegeben.

Im Hinblick auf ein gutes Gedeihen der Pflanzung müssen die Baumschulen schon durch die Ausschreibung verpflichtet werden, nur Pflanzen aus den jeweils geeigneten Herkünften zu liefern. Ersatzlieferungen anstelle nicht lieferbarer Arten und Größen müssen bei der Ausschreibung ausgeschlossen werden. Pflanzen derselben Art werden nach Größe gebündelt angeliefert. Die Bunde müssen dauerhaft etikettiert sein. Auf dem Etikett sind die Pflanzenart, der deutsche Name, Alter und Größe der Pflanzen anzugeben.

Der verantwortliche Unternehmer hat darauf zu achten, daß die Baumschulen nur einwandfreie Qualität liefern, wofür diese zu garantieren haben. Erkennbare Mängel müssen sofort bei der Lieferung der Pflanzen beanstandet werden.

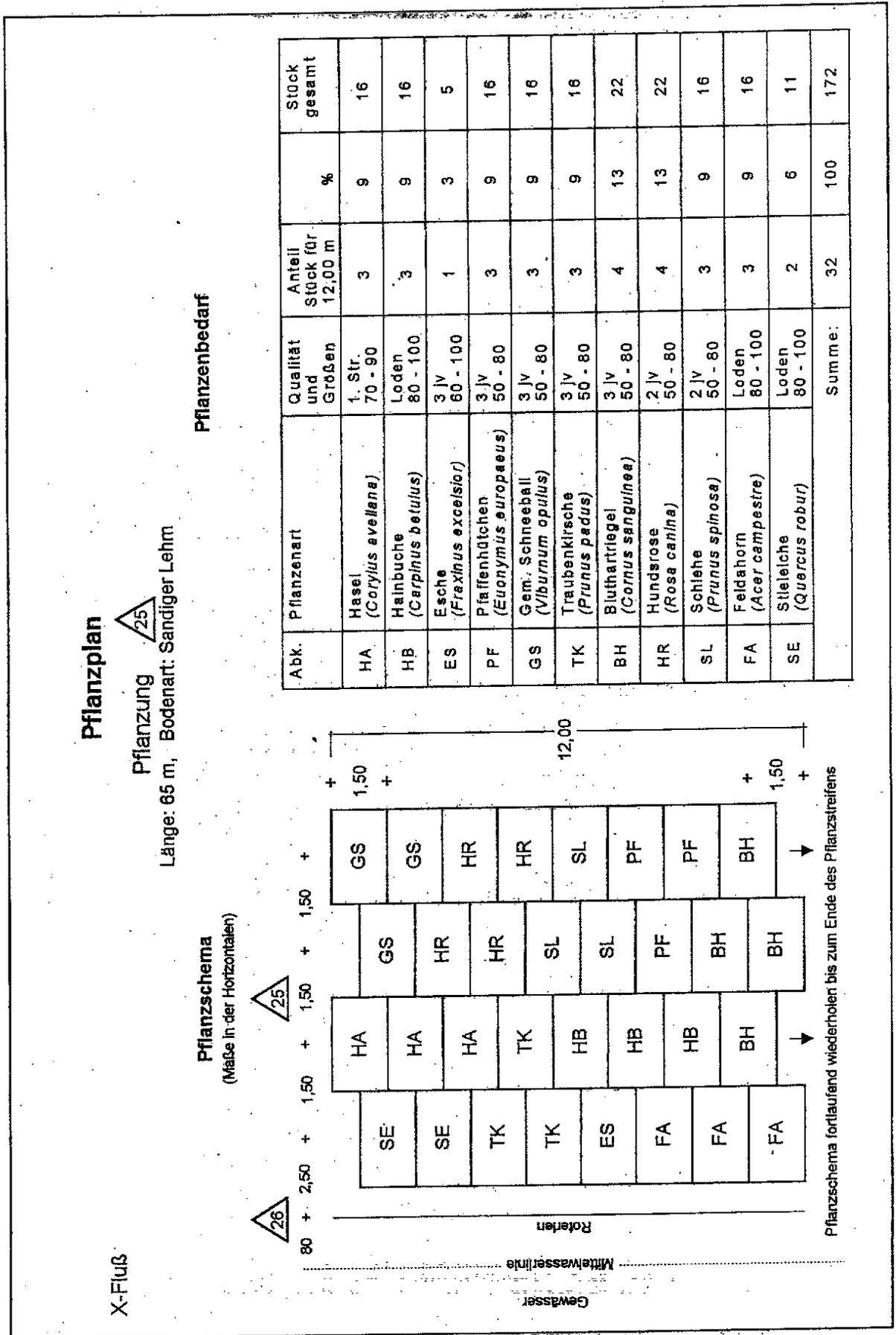


Abb. 15: Beispiel für einen Pflanzplan - Reihenpflanzung

# Pflanzplan

X - Fluß



Pflanzung

Fläche: 1 100 m<sup>2</sup>, Pflanzfläche: 1000 m<sup>2</sup> Bodenart: Sandiger Lehm

## Pflanzenbedarf

Bäume 1. Ordnung für 600 m <sup>2</sup>				Bäume 2. Ordnung und Sträucher für 400 m <sup>2</sup>			
Pflanzenart	Qualität und Größen	Anteil %	Stück	Pflanzenart	Qualität und Größen	Anteil %	Stück
Stieleiche ( <i>Quercus robur</i> )	3 jv 50 - 80	30	60	Heseln ( <i>Corylus avellana</i> )	Loden 80 - 100	20	160
Esche ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	2 jv 60 - 100	30	60	Hainbuche ( <i>Carpinus betulus</i> )	Loden 80 - 100	20	160
Vogelkirsche ( <i>Prunus avium</i> )	2 jv 80 - 120	20	40	Pfaffenhütchen ( <i>Evonymus europaeus</i> )	3 jv 50 - 80	20	160
Bergahorn ( <i>Acer pseudoplatanus</i> )	3 jv 60 - 100	20	40	Schlehe ( <i>Prunus spinosa</i> )	2 jv 50 - 80	20	160
				Hundrose ( <i>Rosa canina</i> )	2 jv 50 - 80	20	160
		Summe:	200		Summe:	100	800

## Pflanzenverband

Reihenabstand:	2,00 m	Reihenabstand:	1,00 m
Pflanzenabstand in der Reihe:	1,50 m	Pflanzenabstand in der Reihe:	0,75 m
Anordnung der Arten:	horstweise (in Trupps)	Anordnung der Arten:	Mischpflanzung auf 200 m Länge in 3 Reihen als Waldmantel

Abb. 16: Beispiel für einen Pflanzplan - Flächenpflanzung

### Pflanzgut und seine Eignung

Die Baumschulware wird nach ihrem Alter, der Häufigkeit ihrer Verpflanzung, dem Wuchsraum bei ihrer Anzucht, ihrer Form und ihrer Größe unterschieden. Diese Kriterien bestimmen unter anderem den Preis, den Arbeitsaufwand bei der Verwendung und das Anwachsergebnis. Folgende Sortierungen sind von Interesse:

**Jungpflanzen (Forstpflanzen):** Zwei- oder dreijährig, einmal verpflanzt, aus engem Stand; 60 - 100, 100 - 140 cm hoch. Sie sind für Flächenpflanzungen zu empfehlen.

**Loden:** Zwei oder dreijährig, einmal verpflanzt, aus erweitertem engen Stand, stufig (verzweigt), mit guter Bewurzelung; 60 - 80, 80 - 100, 100 - 125 cm hoch. Loden sind wegen ihrer Wüchsigkeit für Reihenpflanzungen an Fließgewässern besonders gut geeignet. Sie werden allerdings nicht von jeder Baumschule angeboten.

**Leichte Sträucher:** Zwei- oder dreijährig, einmal verpflanzt, aus mittelweitem Stand, mehrtriebzig und mit entsprechender Bewurzelung; 70 - 90, 90 - 120 cm hoch.

**Sträucher:** Drei- bis vierjährig, zweimal verpflanzt, aus weitem Stand, mehrtriebzig; 70 - 90, 90 - 120 cm hoch. Die Verwendung von leichten Sträuchern und Sträuchern wird bei schwachwüchsigen Arten empfohlen.

**Heister und Stammbüsche:** Vierjährig oder älter, zweimal bis mehrmals verpflanzt, aus weitem Stand, baumartig, Seitenverzweigung und Bewurzelung kräftig, durchgehender Leittrieb, noch ohne Krone; 125 - 150, 150 - 200, 200 - 250, 250 - 300 cm hoch. Sie ersetzen in der freien Landschaft den aufwendigen Gebrauch von Hochstämmen. In 10 - 20 m Abstand angeordnet, bilden sie das Gerüst einer gestuften Pflanzung. Bei der Pflanzung erfordern sie ein besonderes Vorgehen (Lockerung des Unterbodens, Wässern, Mulchen, Baumpfahl).

**Steckhölzer:** Mindestens 30 cm lange, 2,5 cm starke, verholzte einjährige Triebe, die bis auf 3 - 4 Augen in den Boden gesteckt werden, Wurzeln bilden und austreiben. Die Verwendung von Steckhölzern ist zur Ansiedlung von Strauchweiden (Korb-, Purpur-, Mandelweide) geeignet. Dabei ist wie bei den im folgenden genannten Setzstangen in jedem Fall auf die Verwendung heimischen Materials zu achten.

**Setzstangen:** Etwa 1 - 3 m lange, mindestens 5 cm gerade Äste, die in vorgefertigte Löcher in den Boden gesteckt werden, Wurzeln bilden und austreiben. Mit Setzstangen lassen sich Baumweiden (Silber-, Bruch- und Fahl- oder Rötelweide) ausbringen.

Eine weitere Möglichkeit zur Ansiedlung von Gehölzen bietet die Weiterverwendung ausschlagfähiger

Wurzelstöcke, die gelegentlich bei größeren Vorhaben anfallen.

### Pflanzzeit

Bäume und Sträucher werden in der Zeit der Vegetationsruhe, d.h. im unbelaubten Zustand gepflanzt, und zwar nur bei frost- und schneefreiem Wetter und Boden. Die Frage, ob im Herbst oder im Frühjahr gepflanzt werden soll, ist im Einzelfall zu entscheiden. Hierfür sind die örtlichen Boden- und Witterungsverhältnisse ausschlaggebend:

Für eine Herbstpflanzung spricht ausreichende Feuchtigkeit im Boden. Dies gilt besonders für Sandböden. Demgegenüber kann die Herbstpflanzung auf schweren Böden von Nachteil sein, wenn sich Wasser im Wurzelbereich staut und die Pflanzen dann leicht hochfrieren. Eine Frühjahrspflanzung ist daher auf schweren Böden in der Regel vorteilhafter. Die Pflanzarbeiten sollten bis Ende April (beginnender Laubaustrieb) abgeschlossen sein. Pflanzen aus Kühlhäusern können noch bis Mitte Juni gepflanzt werden.

Im Frühjahr ergeben sich leicht Engpässe für ein ausreichendes Angebot an geeigneten Pflanzen. Eine Pflanzenreservierung im Herbst ist daher zu empfehlen.

### Pflanzung

Die Pflanzlöcher sind ausreichend groß auszuheben. Sogenannte Klemmpflanzungen, bei denen die Wurzeln in einen mit dem Spaten hergestellten Spalt eingeklemmt werden, sind unzulässig. Auch dürfen die Wurzeln nicht mit groben Erdschollen oder Rasensoden zugedeckt werden. Das Pflanzloch ist vielmehr mit lockerem Boden so auszufüllen, daß die Wurzeln vollständig bis zum Wurzelhals von Erde umhüllt sind. Flächenfilter sind im Bereich des Pflanzloches zu besetzen. Von Ballenpflanzen ist das Gewebe sorgfältig zu entfernen.

Bei Pflanzungen in Rohboden dient die Füllung des Pflanzlochs mit Mutterboden (Oberboden) als natürliche Starthilfe. Sie kann ein Stocken des Wachstums nach Durchwurzelung des eingefüllten Mutterbodens aber nicht ausschließen. Wichtig ist hier die Verwendung nicht zu großer Pflanzen.

Das nach Art und Größe getrennt gebündelte Pflanzgut muß nach Anlieferung unverzüglich in einen vorbereiteten Einschlag gebracht werden. Die Bunde werden aufrecht in ausgehobene Gräben gestellt und die Wurzeln allseits mit losem Boden bis über den Wurzelhals bedeckt. Kann im Herbst gelieferte Ware erst im Frühjahr gepflanzt werden, müssen die Pflanzenbunde geöffnet und die Pflanzen einzeln nebeneinander eingeschlagen werden.

Beim Pflanzen sind die Wurzeln vor dem Austrocknen durch Sonne oder Wind zu schützen, da sonst schon nach wenigen Minuten Totalschäden eintreten können. Deshalb sind stets nur wenige Pflanzen ausulegen und ohne Verzug zu pflanzen. Pflanzen mit angetrockneten Wurzeln müssen unmittelbar vor dem Setzen gewässert werden. Wässern und Einschlämmen der Pflanzen sind in jedem Fall vorzunehmen und in Gewässernähe leicht möglich.

Das Abdecken der Pflanzscheiben mit Holz- und Strohhacksel oder Mähgut (Mulchen) fördert das Anwachsen der Pflanzen. Es schützt vor Austrocknen, dämmt den Krautwuchs ein und fördert das Bodenleben. Auf Mulchen muß dort verzichtet werden, wo die Gefahr des Abschwemmens besteht.

Pflanzungen müssen gegen Viehverbiß durch Zäune geschützt werden. Gegen Wildverbiß helfen handelsübliche, stark riechende Spritz- und Streichmittel. Die in den ersten Jahren nach der Pflanzung auftretenden Nage- und Fegeschäden an Heistern und Stammbüschen, die zum Totalausfall führen können, werden durch Drahtosen oder Kunststoff-Fegemanschetten verhindert. Diese sind zu entfernen, wenn sie nicht mehr benötigt werden.

#### 7.4 Begrünung durch Röhricht, Uferstauden und Rasen

Röhrichtbestände können, wo mit spontaner Ansiedlung nicht zu rechnen ist, durch Pflanzung begründet werden. Als Pflanzmethode empfiehlt sich die Ballenpflanzung. Dazu werden aus geeigneten Beständen Stücke von etwa 30 cm x 30 cm gestochen und im Abstand von höchstens 1 m gepflanzt. Es kann das ganze Jahr über, außer bei Frost, gepflanzt werden. Bei Frühjahrspflanzungen schließen sich die Pflanzlücken bereits nach einigen Monaten.

Auch Uferstauden können wenn erforderlich durch Pflanzung von Ballen oder Rhizomstücken eingebracht werden. Das Pflanzgut wird wie bei Röhricht gewonnen. Die Pflanzung ist nur im Frühjahr oder Herbst zu empfehlen.

Rasenflächen werden entweder durch Ansaat oder mittels Fertigrasen hergestellt. Für die Ansaat ist eine standortgerechte Saatgutmischung zu verwenden. Dabei ist auf die Lieferung von geeigneten Arten für Landschaftsrasen (vgl. Tab. 2) zu achten.

Zum Schutz des Bodens und der auflaufenden Grassaaten sind gegen Abschwemmen und Austrocknen im Uferbereich Decksaaen mit Hafer (*Avena sativa*) und Roggen (*Secale cereale*) geeignet, die gleichzeitig mit den Gräsern ausgesät werden.

#### 7.5 Fertigstellungspflege

Die Fertigstellungspflege erstreckt sich von der Aussaat oder Pflanzung bis zu dem Zeitpunkt, bei dem die Gewähr für eine selbständige Weiterentwicklung gegeben ist. Die hierfür notwendigen Zeiten sind für Rasen und Stauden auf mindestens eine Vegetationsperiode anzusetzen, bei Gehölzen auf zwei. Die Fertigstellungspflege ist Bestandteil der Bauausführung und daher in das Leistungsverzeichnis aufzunehmen. Die endgültige Bauabnahme ist erst nach Abschluß der Fertigstellungspflege möglich.

Folgende Pflegemaßnahmen sind notwendig:

Die Pflanzungen sind kurz vor dem ersten Austrieb zu kontrollieren. Niederliegende Pflanzen sind aufzurichten und ebenso wie hochgefrorene wieder festzutreten. Fehlender Boden am Wurzelhals ist nachzufüllen.

Neupflanzungen sind bei anhaltender Trockenheit vor dem ersten Austrieb zu wässern.

Neupflanzungen müssen nur freigeschnitten werden, wenn Krautwuchs die Gehölze überwuchert. Ausfälle sind entsprechend den vertraglichen Vereinbarungen zu ersetzen.

Die Schutzmaßnahmen gegen Viehverbiß und Wildschäden sind wirksam zu halten.

## Stichwortverzeichnis

<b>- A -</b>	
Abschwemmung .....	731
Absperrpfosten .....	770
Absteckung .....	783
Alarm .....	728, 733, 734, 738, 777
Altgewässer .....	733, 734, 747, 777
Altwasser .....	734, 738, 777
Amphibischer Bereich .....	775
Amphibischer Lebensraum .....	773
Anlandung .....	733, 736, 737, 771, 778
Aquatischer Bereich .....	727, 775
Aquatischer Lebensraum .....	729
Auf-den-Stock-Setzen .....	737
Auflandung .....	733, 778
Ausbauplan .....	719, 722, 724, 780, 783
Ausgleich .....	722, 723, 724, 770, 779, 782
<b>- B -</b>	
Bachpatenschaft .....	725
Ballenpflanze .....	794
Bauliche Anlage .....	767, 782
Baumschule .....	791, 794
Baumstubben .....	739
Bauwerkszeichnung .....	783
Bemessungsabfluß .....	755, 764
Bepflanzungsplan .....	783
Bestandsaufnahme .....	766, 778, 781
Betonschalen .....	737
Bioproduktion .....	730
Bisam .....	762, 777
Böschungsrasen .....	737, 751, 775
Brücke .....	735, 767, 768, 769
Bühne .....	775, 776
Bundesnaturschutzgesetz .....	720
Bürgerliches Gesetzbuch .....	724
Busche .....	764, 776
Buschmatte .....	764
<b>- D -</b>	
Darcy-Weisbach .....	764
Dränanlage .....	767, 769
Düker .....	767, 769
Durchgängigkeit .....	719, 725, 732, 736, 737, 738, 763, 768
Durchlaß .....	768
<b>- E -</b>	
Eigendynamik .....	719, 734, 767, 772
Eigendynamische Entwicklung .....	736, 737, 763
Einfriedung .....	767
Eingriff .....	722, 723, 725, 771, 772
Einleitungsbauwerk .....	769
Einschlag .....	794
Einzugsgebietsgröße .....	726, 728
Entnahmebauwerk .....	769
Entschlammung .....	737, 772, 777
Entwicklungsphase .....	740
Entwicklungsziel .....	719, 734, 749, 755, 765, 769, 770, 771, 772, 778
Erholung .....	770, 778, 779
Erläuterungsbericht .....	782
Erlengewässer .....	759
Erosion .....	726, 728, 729, 730, 739, 740, 741, 745, 755, 756, 758, 760, 773, 775, 776, 777
Ersatzmaßnahme .....	723, 771, 772, 773
Erschließung .....	747, 767
Eutrophierung .....	722, 731, 734, 777
<b>- F -</b>	
Fachplan .....	724
Faschine .....	776
Faschinenwalze .....	753, 763
Fertigrasen .....	795
Fertigstellungspflege .....	791, 795
Fischweg .....	725, 768
Flächenfilter .....	738, 763, 794
Flechtwerk .....	764
Flechtzaun .....	764
Fließgeschwindigkeit .....	729, 730, 731, 732, 739, 740, 765, 766, 773
Folgekosten .....	780
Folgekosten .....	782

Forstpflanze .....794  
 Frühjahrspflanzung .....794, 795  
 Furt ..... 738, 740, 767

- G -

Gauckler-Manning-Strickler .....765  
 Gehölzentwicklung ..... 735, 740, 776  
 Gehölzpflanzung .....761, 791  
 Geschiebe ..... 728, 741, 743, 745, 768  
 Gestaltungslageplan .....782  
 Gestaltungsquerschnitt .....782, 783  
 Grabenfräse .....737, 773  
 Grunderwerbsplan .....783  
 Grundräumung ..... 737, 773, 775  
 Grundschwelle ..... 739, 741, 757, 775, 776

- H -

Hartholzaue .....733  
 Heister .....794  
 Herbstpflanzung .....794  
 Hochstaudenfluren ..... 733, 734, 737  
 Hochwasserrückhaltebecken ..... 737, 771, 773  
 Holznutzung .....735  
 Hyporheisches Interstitial .....729

- I -

Istzustand ..... 719, 764, 770, 771

- J -

Jungpflanzen .....776, 794

- K -

Kiesbank ..... 728, 733, 737  
 Kolk ..728, 729, 732, 737, 738, 739, 742, 755, 756, 773  
 Konzept .....719, 764, 770, 771, 772, 778, 779, 782  
 Krauten .....751, 773  
 Krautung .....737

- L -

Landesentwicklungsplan ..... 720, 771, 779  
 Landesentwicklungsprogramm ..... 720  
 Landesfischereigesetz ..... 720  
 Landeswassergesetz .....720, 721

Landschaftsbild 722, 723, 734, 735, 757, 760, 762, 766  
 Landschaftsgesetz ..... 720, 759, 773  
 Landschaftspflegerischer Begleitplan .....724  
 Landschaftsrasen .....795  
 Längsentwicklung ..... 727, 738, 739  
 Längsschnitt .....781  
 Leitbild ..... 719, 738, 770, 771  
 Leitung .....769, 779  
 Lichtverhältnisse .....731, 768  
 Linienführung .....727, 738, 740, 743, 757, 772  
 Loden .....794

- M -

Mahd .....761, 776  
 Mähgut ..... 731, 737, 762, 776, 795  
 Makrophyten .....731  
 Merkblatt .....766  
 Mikrophyten .....731  
 Ministerialblatt .....722  
 Morphologie .....728, 764  
 Mulchen .....794, 795  
 Mutterboden .....791, 794

- N -

Nachbarrechtsgesetz .....725  
 Nährstoff .....730  
 Nährstoffeintrag .....731, 749  
 Naturschutzverband .....725  
 Naturstein .....736, 763  
 Neophyten .....776  
 Null-Lösung .....780  
 Nutria .....762, 777  
 Nutzung .....716, 719, 721, 731, 732, 733, 739, 741  
 ... 743, 747, 749, 751, 755, 762, 763, 769, 770, 771,  
 ..... 776, 777, 778, 779  
 Nutzungsanspruch .....716, 771

- O -

Oberboden .....791, 794

- P -

Pflanzgut ..... 759, 794, 795  
 Pflanzplan ..... 791, 792, 793  
 Pflanzung ....741, 747, 753, 759, 761, 763, 776, 777,  
 .....791, 794



Ufersicherung .....	739, 761, 764
Uferstaude .....	735, 759, 761, 776, 795
Uferstreifen .....	719, 734, 735, 737, 739, 740, 742, 744, 746, 748, 750, 752, 754, 756, 769, 770, 775, 776, 777, 782, 783
Uferwand .....	767, 769
Umleitungsgerinne .....	768
Umweltverträglichkeitsprüfung .....	719, 722, 778
Unrat .....	721, 772, 775
Unterhaltungspflicht .....	723
Unterhaltungsplan .....	772, 773, 774
Unterhaltungsstreifen .....	755, 770

## – V –

Verbundpflasterstein .....	763
Verbundplatte .....	763
Verkrautung .....	730, 731, 734, 749, 777
Verrohrung .....	738
Versauerung .....	731
Verschlämmung .....	730, 734, 777
Viehtränke .....	767, 769
Viehverbiß .....	795

## – W –

Wasserchemismus .....	729, 730, 763
Wasserführung .....	729, 730, 761
Wasserhaushaltsgesetz .....	720
Wasserspiegellagenprogramm .....	767
Wehr .....	735, 767, 769, 771, 775
Weichholzaue .....	737
Weidengewässer .....	759
Weidenspreitlage .....	757
Wertung .....	777, 779, 780, 781
Wertzahl .....	779, 780
Widerstandsgesetz .....	766
Wildkräuter .....	776
Wildschäden .....	777, 795
Widverbiß .....	795

## – Z –

Zielgewicht .....	779, 780
Zielkatalog .....	779
Zielkonflikt .....	777, 779, 781
Zielrealisierungsgrad .....	779, 780

**Einzelpreis dieser Nummer 29,15 DM**  
zuzügl. Porto- und Versandkosten

Bestellungen, Anfragen usw. sind an den A. Bagel Verlag zu richten. Anschrift und Telefonnummer wie folgt für  
Abonnementsbestellungen: Grafenberger Allee 100, Fax (0211) 9682/229, Tel. (0211) 9682/238 (8.00-12.30 Uhr), 40237 Düsseldorf  
Bezugspreis halbjährlich 98,- DM (Kalenderhalbjahr), Jahresbezug 196,- DM (Kalenderjahr), zahlbar im voraus. Abbestellungen für Kalenderhalbjahres-  
bezug müssen bis zum 30. 4. bzw. 31. 10., für Kalenderjahresbezug bis zum 31. 10. eines jeden Jahres beim A. Bagel Verlag vorliegen.  
Reklamationen über nicht erfolgte Lieferungen aus dem Abonnement werden nur innerhalb einer Frist von vier Wochen nach Erscheinen anerkannt.

**In den Bezugs- und Einzelpreisen ist keine Umsatzsteuer i. S. d. § 14 UStG enthalten.**  
Einzelbestellungen: Grafenberger Allee 100, Tel. (0211) 9682/241, 40237 Düsseldorf

Von Vorabesendungen des Rechnungsbetrages - in welcher Form auch immer - bitten wir abzusehen. Die Lieferungen erfolgen nur aufgrund schriftlicher  
Bestellung gegen Rechnung. Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb  
eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer beim A. Bagel Verlag vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht  
innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgeber: Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Haroldstraße 5, 40213 Düsseldorf  
Herstellung und Vertrieb im Namen und für Rechnung des Herausgebers: A. Bagel Verlag, Grafenberger Allee 100, 40237 Düsseldorf  
Druck: TSB Tiefdruck Schwann-Bagel, Düsseldorf und Mönchengladbach  
ISSN 0177-3569