

Abteilung I

Binnenwasserstraßen und Binnenhäfen

(für gewerbliche Schifffahrt und Freizeitschifffahrt)

zu Thema 5:

Thema des deutschen Berichts

Ausbau und Unterhaltung von Binnenwasserstraßen unter Berücksichtigung ökologischer Anforderungen - Grundlagen und praktische Umsetzung -

Kapitel 1: Ökologische Anforderungen

Kapitel 1.1: Berücksichtigung ökologischer Belange beim Ausbau von Bundeswasserstraßen

Kapitel 1.2: Anforderungen an die Durchgängigkeit von Wasserstraßen aus fischökologischer Sicht

Kapitel 1.3: Anforderungen an die Gestaltung des Gewässerbettes aus biologischer Sicht

Kapitel 2 Berücksichtigung ökologischer Anforderungen beim Ausbau und der Unterhaltung von Binnenwasserstraßen

Kapitel 2.1: Ökologische Besonderheiten beim Ausbau der Wasserstraße Main

Kapitel 2.2: Effizienter Naturschutz durch Wasserbau am Beispiel des Ausbaus der Bundeswasserstraßen im Land Brandenburg (Projekt 17)

Kapitel 2.3: Ökologisch verträgliche Einbindung des Ausbaus des Mittellandkanals am Beispiel des Drömlings

Kapitel 2.4: Unterhaltungspläne für Bundeswasserstraßen

Autorinnen und Autoren:

Kapitel 1: Ökologische Anforderungen

Kapitel 1.1: Baudirektor Dr.-Ing. Eberhard Wildenhahn
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Kapitel 1.2: Regierungsdirektor Dipl.-Biol. Dr.rer.nat. Ingo Nöthlich
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Kapitel 1.3: Dipl.-Biol. Dr.rer.nat. Thomas Tittizer
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Kapitel 2 Berücksichtigung ökologischer Anforderungen beim Ausbau und der Unterhaltung von Binnenwasserstraßen

Kapitel 2.1: Bauoberrat Dr.-Ing. Christoph Heinzelmann
Bundesministerium für Verkehr, Bonn

Kapitel 2.2: Dipl. Biol. Andreas Ness
Institut für Umweltstudien Weisser & Ness GmbH, Heidelberg
Dipl.-Ing. Ingrid Hanke
Baudirektor Dipl.-Ing. Detlef Aster
Wasserstraßen-Neubauamt Berlin

Kapitel 2.3: Dr.-Ing. Manuela Osterthun
Baudirektor Dipl.-Ing. Winfried Reiner
Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Hannover

Kapitel 2.4: Regierungsdirektor Dipl.-Ing. Siegfried Kolb
Oberregierungsrat Dipl.-Ing. Detlef Wahl
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

INHALT

1	ÖKOLOGISCHE ANFORDERUNGEN	57	2	BERÜCKSICHTIGUNG ÖKOLOGISCHER ANFORDERUNGEN BEIM AUSBAU UND DER UNTERHALTUNG VON BINNENWASSERSTRABEN	80
1.1	Berücksichtigung ökologischer Belange beim Ausbau von Bundeswasserstraßen	57	2.1	Ökologische Besonderheiten beim Ausbau der Wasserstraße Main	80
	Zusammenfassung	57		Zusammenfassung	80
1.1.1	Allgemeines	58	2.1.1	Einleitung	81
1.1.2	Die Wasserstraße als Verkehrsträger	58	2.1.2	Bewertung der Eingriffe in den aquatischen Lebensraum	82
1.1.3	Die Rolle der Umweltverträglichkeitsprüfung im Planfeststellungsverfahren	60	2.1.2.1	Vorübergehende Eingriffe	83
1.1.4	Ausgewählte Aspekte bei der Durchführung von Umweltverträglichkeitsuntersuchungen	62	2.1.2.2	Dauerhafte Eingriffe	84
1.1.4.1	Festlegung des Untersuchungsrahmens	62	2.1.2.3	Ausgleichsbedarf	84
1.1.4.2	Bewertung der Umweltauswirkungen	64	2.1.3	Gewässerbiologische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	84
1.2	Anforderungen an die Durchgängigkeit von Wasserstraßen aus fischökologischer Sicht	65	2.1.4	Ausbau des unteren Schleusenvorhafens in Faulbach	86
	Zusammenfassung	65	2.2	Effizienter Naturschutz durch Wasserbau am Beispiel des Ausbaus der Bundeswasserstraßen im Land Brandenburg (Projekt 17)	88
1.2.1	Einleitung	65		Zusammenfassung	89
1.2.2	Rahmenbedingungen	66	2.2.1	Einführung	90
1.2.2.1	Schiffahrtsbedingte Auswirkungen	66	2.2.1.1	Ausgangssituation	90
1.2.2.2	Rechtliche Anforderungen	67	2.2.1.2	Grundlegende Probleme bei der Berücksichtigung der Naturschutzbelange beim Wasserstraßenausbau	90
1.2.2.3	Ist-Situation	68	2.2.1.3	Instrumentarien der Länder und die Schwierigkeit, sie bei Wasserstraßenausbauprojekten für den Naturschutz effizient zu nutzen	91
1.2.3	Lösungsmöglichkeiten	68	2.2.2	Ausbau der Verkehrswege im vereinten Deutschland	92
1.2.3.1	Kompensation im Einzelverfahren	68	2.2.2.1	Verkehrsprojekte Deutsche Einheit	92
1.2.3.2	Fischdurchgängigkeit	68	2.2.2.2	Projekt 17 - Ausbau der Wasserstraßen Ost-West-Verbindung	92
1.2.4	Ausgewählte Fallbeispiele	71	2.2.2.3	Projekt 17 im Land Brandenburg	93
1.2.4.1	Fischaufstiegsanlage am Wehr Iffezheim (Oberrhein)	71	2.2.3	Raumordnungsverfahren in Brandenburg	93
1.2.4.2	Fischaufstiegsanlage am Wehr Geesthacht (Elbe)	71	2.2.3.1	Wesentliche Beeinträchtigungen der Umwelt durch den geplanten Ausbau - Ergebnisse der Umweltverträglichkeitsstudie	94
1.2.5	Internationale Programme und Zusammenarbeit	72	2.2.3.2	Behandlung der Eingriffsregelung	94
1.3	Anforderungen an die Gestaltung des Gewässerbettes aus biologischer Sicht	72	2.2.3.3	Umsetzungsstrategie der Kompensationsmaßnahmen	95
	Zusammenfassung	72	2.2.4	Kulturlandschaft Mittlere Havel	95
1.3.1	Einführung und Problemstellung	73	2.2.4.1	Naturschutzfachliches Potential	95
1.3.2	Auswirkungen natürlicher Faktoren auf die Biozönose	73	2.2.4.2	Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben Kulturlandschaft Mittlere Havel	95
1.3.3	Auswirkungen anthropogener Faktoren auf die Biozönose	75	2.2.4.3	Instrumente der Umsetzung	97
1.3.4	Ökologische Anforderungen an den Wasserbau	78	2.2.4.3.1	Originäre Schutzmaßnahmen	97
1.3.5	Restimee	80	2.2.4.3.2	Projektsteuernde flankierende Maßnahmen	98

2.2.4.3.3	Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	98
2.2.5	Beispiel Havelkanal	98
2.2.5.1	Göttingsee - Güterverkehrszentrum Wustermark, Projekt 17	98
2.2.6	Ausblick	100
2.3	Ökologisch verträgliche Einbindung des Ausbaus des Mittellandkanals am Beispiel des Drömlings	100
	Zusammenfassung	100
2.3.1	Ausbau der Osthaltung des Mittellandkanals	101
2.3.2	Technische Vorgaben	102
2.3.3	Bilanzierung erheblicher oder nachhaltiger ausbaubedingter Eingriffe in das Ökosystem	105
2.3.4	Der Drömling	107
2.3.4.1	Der Naturraum - vom Niedermoor zum Agrarraum	106
2.3.4.2	Der Naturpark Drömling - ein Gebiet mit gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung	106
2.3.5	Berücksichtigung ökologischer Anforderungen beim Ausbau des Mittellandkanals im Drömling	108
2.3.5.1	Vorgaben für landschaftspflegerische Maßnahmen	108
2.3.5.2	Konzeption ausgewählter Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Kompensationsmaßnahmen)	108
2.3.5.2.1	Benjeshecken	108
2.3.5.2.2	Kanalwall	109
2.3.5.2.3	Flachwasserzone	110
2.3.5.2.4	Geländesenken und Gewässerrand bzw. -schonstreifen	112
2.3.6	Erfolgskontrollen	112
2.3.7	Restüme	113
2.4	Unterhaltungspläne für Bundeswasserstraßen	114
	Zusammenfassung	114
2.4.1	Einführung	114
2.4.2	Rechtliche Grundlagen	115
2.4.3	Abwicklung	115
2.4.3.1	Abgrenzung des Bearbeitungsgebiets	115
2.4.3.2	Schiffahrtstechnische Rahmenbedingungen	115
2.4.3.3	Ökologische Situation	116
2.4.3.4	Zielkonzeption	116
2.4.3.5	Unterhaltungsanweisungen	117
2.4.3.6	Fortschreibung	118
3	SCHRIFTTUM	119
4	VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	123

1 Ökologische Anforderungen

1.1 Berücksichtigung ökologischer Belange beim Ausbau von Bundeswasserstraßen

Autor: Baudirektor Dr.-Ing. Eberhard Wildenhahn
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Zusammenfassung

Die Bundesrepublik Deutschland verfügt über ein Netz von Binnenschiffahrtsstraßen mit einer Gesamtlänge von rd. 6.900 km, auf dem jährlich rd. 55 Milliarden Tonnenkilometer bewältigt werden (Abb. 1.1.1). Die für Schifffahrtzwecke ausgebauten natürlichen Gewässer werden ergänzt durch ein in ost-westlicher Richtung verlaufendes, 1.800 km langes System von Kanälen. Im Vergleich der einzelnen Verkehrsträger verursacht das Binnenschiff die geringsten Umweltbelastungen und stellt somit die ökologisch sinnvollste Form des Transportes dar. Die Anpassungen der Wasserstraßen an die größer werdenden Schiffseinheiten und zukünftige Containerverkehre stellen Eingriffe in die Umwelt dar, deren Umfang im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung ermittelt werden muß, und die, soweit sie erheblich oder nachhaltig sind, durch geeignete Maßnahmen kompensiert werden müssen. Gesetzliche Grundlage für die Berücksichtigung ökologischer Belange bei der Umsetzung baulicher Großvorhaben ist das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (UVPG), die in die bereits bestehenden gesetzlichen Genehmigungsverfahren integriert wurde. Die Anwendung des UVPG in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) werden geregelt durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung, die allgemein das Vorgehen für verschiedene Vorhabentypen festlegt, die UVP-Leitlinien sowie durch die Richtlinie zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen an Bundeswasserstraßen, durch die die Einzelschritte der Umweltverträglichkeitsprüfung geregelt werden (Abb. 1.1.2). Der Untersuchungsrahmen einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) als Grundlage der UVP hängt von der geplanten Maßnahme, deren anlagenspezifischen Auswirkungen, von der Empfindlichkeit des Planungsraums und dem vorhandenen Konfliktpotential ab. Der endgültige Umfang des vom Träger des Vorhabens vorgeschlagenen Untersuchungsrahmens wird nach Abstimmung mit den Naturschutzbehörden und -verbänden durch die Planfeststellungsbehörde festgelegt. Das UVPG verlangt eine Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile getrennt nach Schutzgütern sowie deren Wechselwirkungen soweit dies zur Ermittlung der erheblichen Umweltauswirkungen des Vorhabens erforderlich ist. Die Bewertung kann formalisiert als ökologische Risikoanalyse erfolgen, deren methodisches

Grundgerüst den kausalen Zusammenhängen der Natur durch die Erfassung, Beschreibung und Beurteilung von Ursache- / Wirkungsbeziehungen folgt. Eine nichtformalisierte Bewertung kann verbal-argumentativ als Zusammenfassung von Einzelbewertungen erfolgen. Hierbei ermöglichen Bewertungsrahmen eine fünfstufige Bewertung der Schutzgüter des Ist-Zustandes (Abb. 1.1.3, Abb. 1.1.4). Durch Verschnitt mit geeigneten Planungsvarianten lassen sich Flächeninanspruchnahme, Konfliktpotential und Planungsoptimierung ermitteln (Abb. 1.1.5). Aus dem Vergleich mit dem Prognose-Zustand nach Realisierung der Baumaßnahme ergibt sich der Grad der Veränderungen, woraus sich der erforderliche Kompensationsbedarf ableitet, der in Form von Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen umzusetzen ist.

1.1.1 Allgemeines

Gesetzliche Grundlage für die Berücksichtigung ökologischer Belange bei der Umsetzung baulicher Großvorhaben, zu denen u.a. auch der Aus- und Neubau von Bundeswasserstraßen gehört, ist das im August 1990 in Kraft getretene *Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 27.6.1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten*. Dieses Gesetz - kurz UVP-Gesetz (UVPG) genannt [29] - geht letztlich zurück auf den amerikanischen *National Environmental Policy Act (NEPA)*, erlassen in den USA im Jahre 1970, in dem erstmals Umweltbelange als gleichberechtigt neben anderen Belangen eingestuft wurden. 15 Jahre später, im Jahr 1985 hat die Europäische Gemeinschaft die *Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten* [61] verabschiedet, auf deren Grundlage die einzelnen Mitgliedstaaten der Europäischen Union innerhalb eines Dreijahres-Zeitraumes entsprechende nationale Gesetze zu erlassen hatten.

Grundgedanke des UVPG wie der EG-Richtlinie ist nicht der sogenannte reparierende Umweltschutz, sondern das Vorsorgeprinzip, wonach "die beste Umweltpolitik darin besteht, Umweltbelastungen von vornherein zu vermeiden, statt sie erst nachträglich in ihren Auswirkungen zu bekämpfen".

Bei der Umsetzung der EG-Richtlinien hat die Bundesrepublik, ähnlich wie die meisten anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU), kein eigenständiges Verfahren zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) entwickelt, sondern diese in die bereits bestehenden gesetzlichen Genehmigungsverfahren integriert. Vorteil einer solchen "unselbständigen Regelung" war eine schnellere Umsetzung und ein geringerer Verwaltungsauf-

wand, als das durch Einrichtung neu zu schaffender eigenständiger UVP-Behörden möglich gewesen wäre.

Das UVPG hat die Genehmigungspraxis für Großprojekte ganz wesentlich beeinflusst, für den Bereich des Aus- und Neubaus von Bundeswasserstraßen sollen die wesentlichen Aspekte im folgenden kurz dargestellt werden.

1.1.2 Die Wasserstraße als Verkehrsträger

Die Bundesrepublik Deutschland verfügt über ein Netz von Binnenschiffahrtsstraßen mit einer Gesamtlänge von rd. 6.900 km [22], auf dem jährlich rd. 55 Milliarden Tonnenkilometer bewältigt werden, was etwa einem Viertel des gesamten Güterverkehrsaufkommens entspricht (Abb. 1.1.1).

Wenn man von Main und Donau absieht, dann verlaufen in der Bundesrepublik die natürlichen Gewässer, sofern sie für Schifffahrtsw Zwecke ausgebaut sind, überwiegend von Süden nach Norden. Aus diesem Grunde wurde bereits im vergangenen Jahrhundert damit begonnen, die natürlichen Transportwege durch ein System von Kanälen zu ergänzen, das im wesentlichen in ost-westlicher Richtung verläuft und die Flußgebiete von Rhein, Ems, Weser, Elbe und Oder miteinander verbindet. Dieses Kanalsystem weist eine Länge von rd. 1.800 km auf. Ergänzt und vollendet wurde das System durch den im Jahre 1992 in Betrieb gegangenen Main-Donau-Kanal.

Der Verkehr auf der Wasserstraße folgt dem allgemeinen Trend im Transportwesen, wonach die Größe der Transportgefäße zunimmt. Bei gleichbleibendem Verkehrsaufkommen ist damit gleichzeitig eine Reduzierung der Schiffsbewegungen verbunden. Wenn der Transport auf der Wasserstraße seine gegenwärtige Bedeutung beibehalten soll, dann müssen die Wasserstraßen bzw. deren Querschnitte den größer werdenden Schiffseinheiten angepaßt werden. Dazu kommt, daß die klassischen Massengüter, wie Kohle, Erz, Baustoffe, Düngemittel etc. zunehmend mehr ersetzt werden durch den Container, als das Massengut der Zukunft. Containertransporte erfordern jedoch in der Regel größere Durchfahrts Höhen unter den Brücken, was bedeutet, daß diese zum großen Teil angehoben werden müssen. Allein im Bereich zwischen Elbe und Berlin trifft das auf rd. 70 Brücken zu. Alle diese Maßnahmen stellen mehr oder minder große Eingriffe in die Umwelt dar, deren Umfang im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung identifiziert, beschrieben und bewertet werden muß und die, soweit sie *erheblich* oder *nachhaltig* sind, durch geeignete Maßnahmen kompensiert werden müssen.



Abb. 1.1.1: Das System der Bundeswasserstraßen.

Praktisch in allen Industriegesellschaften wird Verkehr dadurch massiv subventioniert, daß die einzelnen Verkehrsträger für die von ihnen verursachten Kosten nicht in vollem Umfang selbst aufzukommen haben. Vor allem die durch den Verkehr verursachten Umweltbelastungen schlagen sich nicht oder nur zu einem sehr geringen Teil in den vom Betreiber zu tragenden Betriebskosten nieder, d.h. sie werden *externalisiert*, wodurch Verkehrsleistungen billiger gemacht werden, als sie in Wirklichkeit sind. Beim Vergleich der einzelnen Verkehrsträger zeigt sich, daß das Binnenschiff mit 0,23 DM pro Tonnenkilometer mit weitem Abstand die geringsten externen Kosten hat: Bezogen auf die Güterverkehrsleistung verhalten sich die externen Kosten von Schiff, Eisenbahn und LKW etwa wie 1 : 4 : 19.

Das bedeutet, daß die Umwelt pro Leistungseinheit beim Transport auf der Schiene viermal höher, beim Transport auf der Straße sogar neunzehnmal höher belastet wird, als beim Transport auf der Wasserstraße. Diese außerordentlich günstige Relation macht den Transport auf der Wasserstraße zur ökologisch sinnvollsten Form des Transportes, sie wäre auch in ökonomischer Hinsicht die weitaus günstigste, wenn künftig die einzelnen Verkehrsträger - was durchaus vorstellbar ist - im Sinne einer "Kostenwahrheit im Verkehr" entsprechend ihrer Umweltbelastungen steuerlich belastet werden würden [46].

Die oben genannten Zahlenrelationen für die Höhe der externen Kosten beziehen sich allerdings lediglich auf den Transport von Gütern *auf bereits vorhandenen* Verkehrswegen. Sie sagen nichts über die externen Kosten bzw. die Umweltauswirkungen des jeweiligen Gesamtsystems aus. Es kann zwar angenommen werden, daß das Gesamtsystem Binnenschiff / Wasserstraße vom Grundsatz her auch den übrigen Verkehrssystemen überlegen ist, entsprechende Zahlen fehlen aber. In Ansätzen sind zwar Versuche einer monetären Bewertung erkennbar, man steht hier jedoch sehr schnell vor dem Problem, wie eine intakte Umwelt auf der Basis der heute üblichen, stark betriebswirtschaftlich geprägten Wertvorstellungen zu bewerten ist.

In Verbindung mit dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) welches u.a. die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft regelt, bietet das UVPG aber immerhin die Möglichkeit, den Träger eines Vorhabens zu einer Beschreibung, Identifizierung und Bewertung der Auswirkungen der von ihm geplanten Baumaßnahme auf die Umwelt zu veranlassen und diese - sofern sie erheblich oder nachhaltig sind - zu kompensieren.

1.1.3 Die Rolle der Umweltverträglichkeitsprüfung im Planfeststellungsverfahren

Ähnlich, wie die meisten anderen europäischen Staaten, hat auch die Bundesrepublik zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen keine eigenständige Behörde gegründet, sondern die UVP vielmehr in die bereits vorhandene Genehmi-

gungspraxis integriert. Man hat sich sicher zu Recht eine Beschleunigung der Verfahren versprochen. Es hat allerdings relativ lange gedauert, bis sich allgemein anerkannte Grundsätze für die Anwendung des UVPG herausgebildet haben, die sich in Verwaltungsvorschriften zur praktischen Umsetzung niedergeschlagen haben. Die Schwierigkeit bestand einmal darin, die nur auf den ersten Blick einfachen Vorgaben des Gesetzes in die bereits bestehende Genehmigungspraxis einzubinden. Zum anderen sind von Anfang an auch die Probleme unterschätzt worden, die sehr komplexen Zusammenhänge im Bereich der Ökologie hinreichend genau zu identifizieren, zu beschreiben und - vor allem - vergleichend zu bewerten.

So hat im Jahre 1995 der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit eine *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVWV)* herausgebracht [2]. Diese Vorschrift regelt das Vorgehen für verschiedene Vorhabentypen in einer allerdings sehr allgemeinen Weise. Wesentlich spezieller sind die parallel dazu von einem Arbeitskreis der Bundesländer entwickelten *UVP-Leitlinien - Arbeitsmaterialien für die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Wasserwirtschaft* [47], die sich mit den Bereichen Kläranlagen und Gewässerrenaturierung beschäftigen.

Für den Bereich der Bundeswasserstraßen konnte im Jahr 1993 unter Federführung des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) unter starker Beteiligung der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) eine *Richtlinie zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen an Bundeswasserstraßen* [20] erarbeitet werden. Diese Richtlinie ist Bestandteil der *Richtlinie für das Planfeststellungsverfahren zum Ausbau oder Neubau von Bundeswasserstraßen* geworden. Sie gliedert sich in einen allgemeinen Teil, der die Umsetzung des UVPG und seine Einbindung in das Planfeststellungsverfahren zum Inhalt hat und eine Reihe von Anlagen, in denen praktische Arbeitshilfen für die Durchführung von Umweltverträglichkeitsuntersuchungen enthalten sind.

In diese Richtlinie sind Erfahrungen aus zahlreichen Umweltverträglichkeitsuntersuchungen eingeflossen, die vom Streckenausbau bis zum Schiffshebewerk reichen und sowohl den marinen Bereich als auch die Binnenwasserstraßen umfassen.

Durch diese Verwaltungsvorschrift werden die Einzelschritte der Umweltverträglichkeitsprüfung nicht nur auf die Anforderung des Bundeswasserstraßengesetzes und des Verwaltungsverfahrensgesetzes abgestimmt, sondern auch auf die einschlägigen Verwaltungsvorschriften der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV). Dabei wird der grundsätzliche Ablauf der Umweltverträglichkeitsprüfung beginnend mit den ersten Planungsschritten und endend mit dem rechtskräftigen Planfeststellungsbeschuß geregelt.

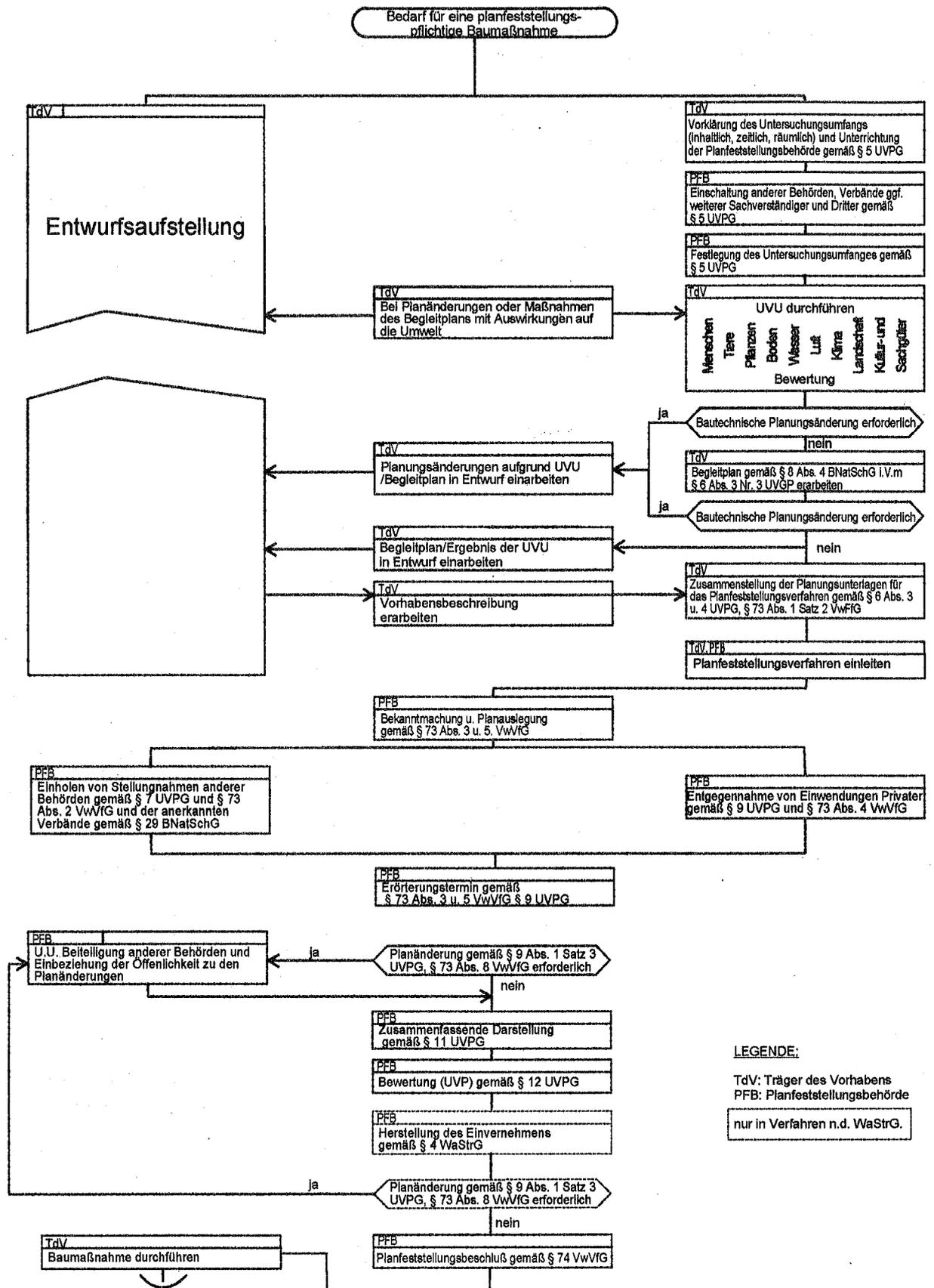


Abb. 1.1.2: Ablauf eines Planfeststellungsverfahrens mit UVP.

Der grundsätzliche Ablauf eines Planfeststellungsverfahrens mit Umweltverträglichkeitsprüfung umfaßt die nachfolgenden, auch in Abb. 1.1.2 grafisch dargestellten Schritte:

- (1) Nachdem der Bedarf für eine planfeststellungspflichtige Baumaßnahme feststeht, erfolgt die Planung (Entwurfsaufstellung) durch den Vorhabensträger.
- (2) Hat diese Planung den notwendigen Konkretisierungsgrad erreicht, findet nach Unterrichtung der Planfeststellungsbehörde, unter deren Federführung, ggf. unter Hinzuziehung anderer betroffener Behörden, Sachverständiger und Dritter, ein Gespräch über Gegenstand, Umfang und Methoden der UVP statt (§ 5 UVPG-Gespräch), auf dessen Grundlage die Planfeststellungsbehörde den voraussichtlichen Untersuchungsrahmen der UVP sowie Art und Umfang der nach § 6 UVPG vom Vorhabensträger voraussichtlich vorzulegenden Unterlagen festlegt.
- (3) Auf der Grundlage dieser Festlegung erarbeitet der Vorhabensträger die für ein Planfeststellungsverfahren erforderlichen Planunterlagen (Technische Planung, Umweltverträglichkeitsuntersuchung, Kompensationsplanung entsprechend § 6 UVPG).
- (4) Liegen die Unterlagen vollständig und in der notwendigen Qualität vor, beantragt der Vorhabensträger die Durchführung des Planfeststellungsverfahrens bei der Planfeststellungsbehörde.
- (5) Die Planfeststellungsbehörde leitet nach Prüfung der Unterlagen das Anhörungsverfahren ein, d.h. sie bittet die betroffenen Behörden und anerkannten Naturschutzverbände um ihre Stellungnahme und veranlaßt die Auslegung der Planunterlagen in den vom Vorhaben betroffenen Gemeinden, um der Öffentlichkeit Gelegenheit zu geben, Einwendungen zu erheben.
- (6) Die Stellungnahmen und Einwendungen werden von der Planfeststellungsbehörde mit dem Vorhabensträger, den beteiligten Behörden, Verbänden, Betroffenen und Einwendungsführern erörtert.
- (7) Nach Abschluß der Erörterung erarbeitet die Planfeststellungsbehörde die zusammenfassende Darstellung sowie die Bewertung der Umweltauswirkungen des Vorhabens (§§ 11, 12 UVPG).
- (8) Bei Planfeststellungsverfahren nach dem Bundeswasserstraßengesetz fertigt die Planfeststellungsbehörde einen Entscheidungsentwurf, der Grundlage für die Herstellung des Einvernehmens mit den zuständigen Landesbehörden ist. Das Verfahren findet seinen Abschluß mit der Erstellung des Planfeststellungsbeschlusses.

Die Unterlagen, die der Investor als Träger des Vorhabens der Planfeststellungsbehörde zur Entscheidungsfindung zur Verfügung stellen muß, umfassen daher nach Ziffer (3):

- Beschreibung des Vorhabens
 - Was will ich bauen?
 - Wo greife ich ein?
 - Wie greife ich ein?
- Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU oder UVS)
 - Wie ist die Umwelt im Einflußbereich meines Vorhabens beschaffen?
 - Welche Auswirkungen hat mein Vorhaben auf die Umwelt?
 - Welche Möglichkeiten gibt es zur Minimierung der Auswirkungen bzw. für Ausgleich und Ersatz?
- Landespflegerischer Begleitplan (Kompensationsplanung)
 - Wie sind die Auswirkungen meines Vorhabens auf die betroffenen Schutzgüter auszugleichen?
 - Wie ist - falls ein Ausgleich nicht möglich ist - Ersatz zu schaffen?
 - Planung von Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen.

1.1.4 Ausgewählte Aspekte bei der Durchführung von Umweltverträglichkeitsuntersuchungen

1.1.4.1 Festlegung des Untersuchungsrahmens

Unmittelbar nach Erlaß des UVPG im Jahr 1990 stand man zunächst vor dem Hauptproblem: wie ist der inhaltliche und räumliche Umfang einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung zu ermitteln? Zwar gibt die EG-Richtlinie wie das UVPG vor, aus welchen Komponenten die Umwelt besteht. Es sind dies:

- Mensch, Tier, Pflanze,
- Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- die Wechselwirkung zwischen diesen Komponenten sowie
- Sachgüter und das kulturelle Erbe.

Es bereite jedoch zunächst erhebliche Schwierigkeiten, im jeweils konkreten Einzelfall die zu untersuchenden Bereiche zu identifizieren. Der Untersuchungsrahmen hängt einmal von der geplanten Maßnahme und deren anlagenspezifischen Auswirkungen ab, zum anderen jedoch auch von der Empfindlichkeit des Raumes, in dem die betreffende Maßnahme realisiert werden soll und dem dort vorhandenen Konfliktpotential. Damit sind im Vorfeld einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung bereits bei der Festlegung des Untersuchungsrahmens vom Prinzip her die gleichen Überlegungen anzustellen, wie bei der eigentlichen UVU, selbstverständlich jedoch mit geringerer Breite und Tiefe.

Bewertungsrahmen: Vegetation							
Wertstufe	Bewertungskriterien						
	Natürlichkeit	Vollkommenheit	zeitliche Wiederherstellbarkeit	räumliche Wiederherstellbarkeit	Seltenheit/Gefährdung der Pflanzengesellschaft	Seltenheit/Gefährdung der Arten	Repräsentanz
5 sehr hoch	natürlich bis naturnah	in sehr hohem Maße vollkommen	> 80 J.	Standortfaktoren-potential im Naturraum sehr selten	sehr selten und/oder vom Aussterben bedroht	sehr selten und/oder vom Aussterben bedroht	hoch repräsentativ
4 hoch	relativ naturnah	in hohem Maße vollkommen	31 - 80 J.	Standortfaktoren-potential im Naturraum selten	selten und/oder stark gefährdet	selten und/oder stark gefährdet	
3 mittel	bedingt naturnah	in mittlerem Maße vollkommen	6 - 30 J.	Standortfaktoren-potential im Naturraum mäßig häufig	mäßig häufig und/oder gefährdet	mäßig häufig und/oder gefährdet	bedingt repräsentativ
2 gering	naturfern	in geringem Maße vollkommen	1 - 5 J.	Standortfaktoren-potential im Naturraum häufig	häufig aber potentiell gefährdet	häufig aber potentiell gefährdet	
1 sehr gering	naturfremd/künstlich	in sehr geringem Maße vollkommen	- 1 J.	Standortfaktoren-potential im Naturraum sehr häufig	sehr häufig und nicht gefährdet	sehr häufig und nicht gefährdet	nicht repräsentativ

Abb. 1.1.3: Bewertungsrahmen - Beispiel: Schutzgut Vegetation

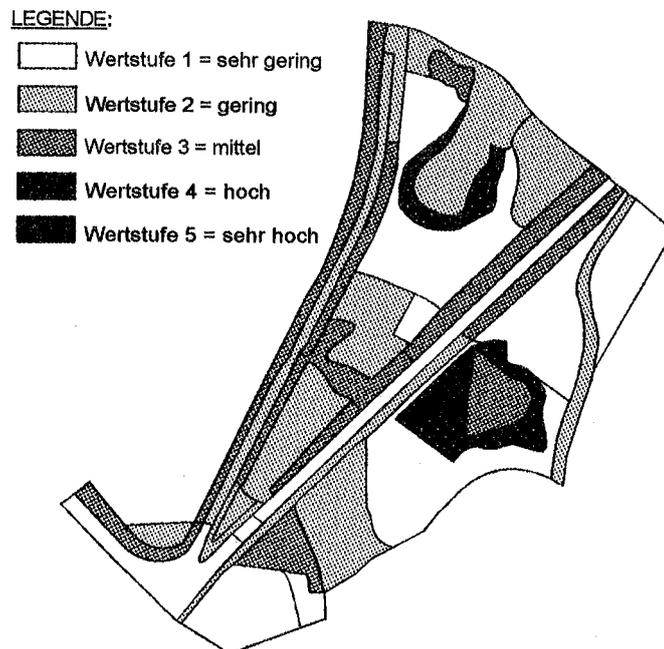


Abb. 1.1.4: Bewertung von Biotypen.

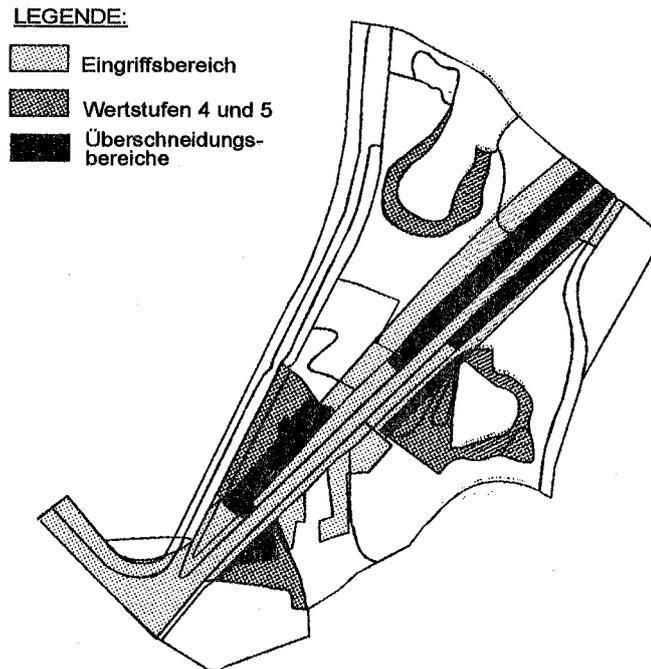


Abb. 1.1.5: Überlagerung von hochwertigen Bereichen mit Planungsvariante.

Für die Identifizierung des Untersuchungsrahmens wurden inzwischen geeignete Verfahren entwickelt, die z.B. in [20] dargestellt sind. Für den Bereich der Bundeswasserstraßen wird dabei vom Träger des Vorhabens zunächst ein Vorschlag erarbeitet, wofür er sich zweckmäßigerweise geeigneter Fachgutachter bedient, und der Planfeststellungsbehörde vorlegt. Diese diskutiert den Vorschlag mit den für den Naturschutz zuständigen Landesdienststellen sowie Naturschutzverbänden und legt anschließend den Umfang der vom Träger des Vorhabens durchzuführenden Untersuchungen fest.

1.1.4.2 Bewertung der Umweltauswirkungen

Das UVPG verlangt vom Träger des Vorhabens eine Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile soweit dies zur Feststellung und Beurteilung der erheblichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt erforderlich ist [29]. Das bedeutet, daß die Umwelt, wie sie durch die in Abschnitt 1.1.4.1 genannten Schutzgüter definiert ist, beschrieben und bewertet wird. Dazu müssen so unterschiedliche Komponenten wie u.a. Flora und Fauna, Boden, Wasser, Luft und Klima einschließlich der zwischen ihnen bestehenden Wechselwirkungen erfaßt und bewertend in einem einheitlichen System so dargestellt werden, daß anschließend die durch die geplante Maßnahme bewirkten Veränderungen hinsichtlich ihrer Erheblichkeit und Nachhaltigkeit nachvollziehbar prognostiziert werden können. Diese Bewertung gehört zu den schwierigsten und am meisten komplexen Teilen einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung.

Die BfG hat als Bestandteil der o.g. Verwaltungsvorschrift Bewertungsverfahren entwickelt, die den speziellen Bedürfnissen des Ausbaus von Bundeswasserstraßen genügen [13].

Für die Bewertung von Umweltauswirkungen stehen vom Grundsatz her verschiedene Verfahren zur Verfügung, die jedoch unterschiedlich gut geeignet sind. Dabei unterscheidet man im wesentlichen zwischen formalisierten und nichtformalisierten Verfahren.

Die verbale, nichtformalisierte Interpretation von Untersuchungsergebnissen ist die bisher weitest verbreitetste Form der Bewertung. Sie folgt keinen methodischen Regeln, die Zusammenfassung von Einzelbewertungen erfolgt in rein verbaler Form. Ein Hauptproblem dieser verbal-argumentativen Bewertung ist allerdings häufig der Umfang der als notwendig angesehenen Erläuterungen, wobei Übersichtlichkeit und damit Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit leiden können. Andererseits sind gerade die nicht bzw. schwer zu quantifizierenden Eigenschaften der Natur einschließlich der Wechselwirkungen vergleichsweise gut auf diese Weise zu erfassen und zu bewerten.

Zu den bekanntesten im Rahmen von Umweltverträglichkeitsuntersuchungen diskutierten formalisierten Bewertungsverfahren gehört die ökologische Risikoanalyse. Ihr liegt ein Belastungsbegriff zugrunde, der sich an der ökologischen Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes und der Nutzungsfähigkeit der Naturgüter als Lebensgrundlage des Menschen orientiert. Das methodische Grundgerüst des

Verfahrens folgt den kausalen Zusammenhängen der Natur durch die Erfassung, Beschreibung und Beurteilung von Ursache- / Wirkungsbeziehungen.

Derzeit gelten die verbal-argumentative Methode und die ökologische Risikoanalyse als die für Zwecke der UVU geeignetsten Verfahren, wobei aus den oben genannten Gründen in ersteres formalisierte Elemente in Form sogenannter Bewertungsrahmen eingeführt wurden [13]. Diese bilden die Grundlage für die Bewertung der einzelnen Schutzgüter. Dabei werden zunächst Bewertungskriterien definiert, die dann mit einer fünfstufigen ordinalen Skala unterlegt wurden. Beispielhaft ist das in Abb. 1.1.3 für das Schutzgut Vegetation dargestellt.

Nach Aufstellung eines gebietsspezifischen Zielsystems, dem Leitbild, erfolgt anhand der Bewertungsrahmen zunächst eine Bewertung des Ist-Zustandes. Diese Ermittlung erfolgt tabellarisch und grafisch. Ein Beispiel für eine grafische Darstellung ist in Abb. 1.1.4 angegeben für eine Biotoptypenbewertung im Bereich des westdeutschen Kanalsystems.

In einem zweiten Schritt werden die mit hohen Wertstufen (Stufen 4 und 5) belegten Flächen des Untersuchungsgebietes für *alle* relevanten Schutzgüter überlagert und kartenmäßig dargestellt. Durch Verschnitt mit geeigneten Planungsvarianten lassen sich die Flächeninanspruchnahme bei hochwertigen und damit meist auch empfindlichen Bereichen sowie das zugehörige Konfliktpotential ermitteln. Daraus ergeben sich Hinweise zur Planungsoptimierung in der Weise, daß Eingriffsbereiche mit hohem, mittlerem und geringem Kompensationsbedarf dargestellt und damit ggf. auch vermieden werden können (s. Abb. 1.1.5).

Analog zur Bewertung des Ist-Zustandes wird für jedes relevante Schutzgut der Prognose-Zustand ermittelt, beschrieben und ebenfalls bewertet, wie er sich *nach* Realisierung der Baumaßnahme einstellt. Aus dem Vergleich der Bewertungen von Ist-Zustand und Prognose-Zustand ergibt sich zunächst der Grad der Veränderungen, wobei wieder mit fünf vorgegebenen Wertstufen gearbeitet wird. Aus der Erheblichkeit der zu erwartenden Änderungen leitet sich dann der erforderliche Kompensationsbedarf ab, der im Landschaftspflegerischen Begleitplan in Form von Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen im einzelnen abzuhandeln ist.

DV-gestützt, im Rahmen eines Geo-Informationssystem (GIS) eingesetzt, erlaubt das Verfahren dank seiner hohen Flexibilität auch eine Optimierung der Planung hinsichtlich Vermeidung und Minimierung von Eingriffen in Natur und Landschaft. Da derartige Eingriffe Kompensationsmaßnahmen in Form von Ausgleich und Ersatz nach sich ziehen, kann damit gleichzeitig ein Beitrag nicht nur zur ökologisch, sondern auch zur ökonomisch optimierten Gestaltung von Baumaßnahmen geleistet werden.

1.2 Anforderungen an die Durchgängigkeit von Wasserstraßen aus fischökologischer Sicht

Autor: Regierungsdirektor
Dipl.-Biol. Dr.rer.nat. Ingo Nöthlich
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Zusammenfassung

Die Art und Ausprägung der Gewässerstruktur von Schifffahrtsstraßen stellt eine wichtige Einflußgröße für das Vorkommen an Fischarten und den Populationsaufbau der Fischgemeinschaften dar (Abb. 1.2.1). Fischökologisch bedeutsame Habitate im aquatischen Bereich der großen Wasserstraßen sind in einer eher mäßigen, teilweise nur geringen Strukturvielfalt vorhanden. Ohne die uneingeschränkte Vielfachnutzung der großen Wasserstraßen wie z.B. Wasserversorgung, Hochwasserschutz, Energiegewinnung, Schifffahrt, Fischerei, Tourismus in Frage zu stellen, lassen sich für erkennbare fischökologische Defizite im Gewässer auch geeignete Lösungen finden, welche als Ziel eine Stärkung und Aufwertung von Gewässerstrukturen bzw. eine Entschärfung oder Beseitigung von strukturellen Schwachstellen haben. Eine Möglichkeit besteht darin, zur Kompensation von Eingriffen bei Ausbaumaßnahmen gezielt strukturarme Ufer- und Gewässerabschnitte in fischökologisch wertvollere Strukturen umzuwandeln, um mit solchen lokalen Maßnahmen auch die Lebensraumvielfalt zu erhöhen. Dies führt in erster Linie zu einer Stabilisierung der vorhandenen Fischpopulationen, wie beispielsweise ein ausgewogener Aufbau der Altersklassen und gesunder individueller Ernährungszustand. Die Aussichten auf eine Vergrößerung des Fischartenspektrums mit Hilfe lokaler Maßnahmen hängt dabei weitgehend davon ab, ob der freie Fischwechsel bzw. die Fischwanderungen generell möglich sind oder durch Hindernisse begrenzt werden. In diesem Zusammenhang stellen Stauwehre strukturelle Schwachstellen für die Fischwanderung dar. Um eine Durchgängigkeit der Fließgewässer zu ermöglichen, werden verschiedene Typen von Fischaufstiegsanlagen auf ihre Eignung für Schifffahrtsstraßen diskutiert (Abb. 1.2.2, Abb. 1.2.3) und Fallbeispiele besprochen. Die Arbeiten der internationalen Kommissionen zum Schutz des Rheins und der Elbe und ihren positiven Einfluß auf den politischen Handlungswillen einerseits, wie auch auf das wachsende Verständnis vieler Menschen für gesamtökologische Zusammenhänge andererseits werden hervorgehoben.

1.2.1 Einleitung

Hochwasserschutz und eine stark expandierende technische Entwicklung der Schifffahrt sind Hauptgrund für eine im 19. Jahrhundert einsetzende Korrektur und Veränderung der großen Ströme wie

Rhein, Elbe, Weser, wobei die Umgestaltung der ursprünglichen Stromlandschaften über einen längeren Zeitraum in verschiedenen kleineren und größeren Teilschritten erfolgt ist [6, 28, 34, 38].

In der heutigen Zeit unterliegen große Gewässer generell einer Vielfachnutzung wie z.B. Wasserversorgung, Energiegewinnung, Schifffahrt, Fischerei, Freizeit, Erholung und Tourismus. Zwischen diesen Nutzungen und den Anforderungen zur Sicherung der Leistungsfähigkeit der Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts besteht ein Interessenskonflikt, der nur mit Einsichten und Verständnis über die ökologischen Zusammenhänge und daraus resultierenden Verhaltensweisen gelöst werden kann. Dies setzt aber auch eine realistische Einschätzung des Handlungsbedarfs voraus, wobei die menschliche Gesellschaft einen eigenen Wertmaßstab für ihr Handeln anlegen muß, welcher in letzter Konsequenz eben nicht kompromißlos eine Zurückführung in den ursprünglichen Naturzustand beinhaltet. Gefragt sind also Lösungskonzepte, in denen der angestrebte Nutzen sowohl im konkreten Planungsfall wie auch im täglichen Umgang mit den Naturressourcen auf eine nachhaltige, auf Dauer schonende Nutzung der Umwelt ausgerichtet ist.

Eine in diesem Zusammenhang immer wieder erhobene Forderung ist die Frage nach der Durchgängigkeit der Wasserstraßen für Organismen, insbesondere für Fische. Die Bedeutung dieser Fragestellung wird ersichtlich, wenn man das vielfältig verknüpfte Netzwerk der Wasserstraßen betrachtet, welches der Schifffahrt als einem volkswirtschaftlich unentbehrlichen Verkehrsträger als Transportweg dient. Die Bundeswasserstraßen in Deutschland bilden dabei ein Verkehrsnetz von ca. 7700 km Länge einschließlich rund 800 km Seeschiffahrtsstraßen. Etwa 23 % des Netzes bestehen aus künstlichen Wasserstraßen (Schiffahrtskanälen), während 77 % der Streckenlänge Fließgewässer und stehende Gewässer (Seen) darstellen [22].

1.2.2 Rahmenbedingungen

1.2.2.1 Schifffahrtsbedingte Auswirkungen

Anforderungen aus fischökologischer Sicht resultieren aus Veränderungen im und am Gewässer, welche neben anderen Faktoren auch durch die Schifffahrt direkt und indirekt verursacht werden. Das von den Ingenieuren angestrebte Ziel der Schiffbarmachung eines Fließgewässers und seiner nachhaltigen Nutzung als Wasserstraße ist die Herstellung der erforderlichen Wassertiefe und Breite der Fahrrinne, sowie ein möglichst geregeltes Abflußverhalten für eine nachhaltige Sicherung günstiger Betriebswasserstände bzw. Wasserspiegellagen. Dies wird im allgemeinen erreicht durch eine Kombination verschiede-

ner Maßnahmen wie beispielsweise der Bau von Bühnen, Längs- und Parallelwerken (Leitwerken), Baggerungen, Errichtung von Stauwehren und Schifffahrtsschleusen, Aufweitung von zu engen Flußkrümmungen sowie bei stark mäandrierenden Flüssen auch der Bau von Durchstichen oder Seitenkanälen.

Die Fischpopulationen reagieren auf Störungen und Veränderungen ihres Lebensraumes ziemlich rasch, weil sie und ihre Entwicklungsstadien (Fischlarven, Jungfische) auf zum Teil recht spezifische Habitatstrukturen im Gewässer angewiesen sind. Bleiben die Veränderungen dauerhaft bestehen, ändern sich nicht nur die Dominanzverhältnisse der Fischpopulationen sondern häufig auch das Fischartenspektrum. Untersuchungen an Fließgewässern mit Schifffahrt haben gezeigt [32, 33, 89, 90, 91, 92], daß die Fischartengemeinschaft in Wasserstraßen außer von einer Vielzahl biotischer Faktoren auch von der Intensität des Schiffsverkehrs (Anzahl, Typ, Größe, Fahrgeschwindigkeit der Schiffe) und insbesondere von der Gestaltung und Bemessung der Schifffahrtsstraße (z.B. freifließend oder gestaut, Wasserspiegellage, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, Art des Uferschutzes gegen Hochwasser und Schiffswellen, Stauwehre, Schleusen, Wasserkraftnutzung, Hafenanlagen) geprägt wird [89, 91]. Welche Auswirkungen beispielsweise bei einer Stauregelung eines Fließgewässers auftreten können, ist in Abb. 1.2.1 dargestellt.

Generelle Erkenntnisse über schifffahrtsbedingte Auswirkungen sind:

a) direkte Auswirkungen der Schifffahrt

- Verletzungen durch Schiffsschrauben kommen gelegentlich vor, haben aber keine quantitative Bedeutung.
- Sehr hoher Schiffsverkehr in Verbindung mit engem Gewässerquerschnitt führt in der Regel zu einem Anstieg der Trübung (Schwebstoffkonzentration) im Wasser. Suspensierte Partikel können dabei Reizungen oder Verklebungen der feinen Kiemenfilamente insbesondere bei der empfindlichen Fischbrut hervorrufen. Außerdem schränkt eine hohe Wassertrübung die Sichtverhältnisse für Fische ein, die darauf angewiesen sind, visuell Beute zu beschaffen.
- Vorbeifahrende Schiffe erzeugen Sog und Schwall, wobei insbesondere im Uferbereich abgelegte Fischeier, Fischlarven, Fischbrut und Jungfische geschädigt werden.

STAUREGELUNG EINES FLIEßGEWÄSSERS

Was ändert sich?	Primärwirkung	Folgewirkung auf Fische
Querschnittserweiterung	verminderte Fließgeschwindigkeit bei Abflüssen < HQ	Vordringen nicht rheophiler Fischarten
Verminderte Fließgeschwindigkeit	Ablagerungen von feinkörnigen Sedimenten	Abnahme der Kieslaichplätze, verändertes Fischnährtier-Angebot
Erhöhung der Wasserspiegellage	größere Wassertiefen gleichmäßigere Wasserstände	Entstehung von temporären Stillwasserzonen, stabilere Flachwasser- und Uferstrukturen
Vergrößerung des Wasservolumens, Zunahme von Fließzeiten	Verstärkung der Primär- und Sekundär-Produktion	Erhöhung der Fischproduktivität durch vermehrtes Fischnährtierangebot
Belastung der Ufer durch Schiffsverkehr	Ufersicherung mit Regelbauweisen	Dominanz für Aal (Versteckmöglichkeiten) und Hartsubstratlaicher
ERGEBNIS 1) Veränderung des Gewässertyps: Fließgewässer mit Eigenschaften eines Stillgewässers 2) Veränderung des Fischarten-Bestandes: Mischung aus Fischarten der Barben-/Brachsenregion 3) Schiffsverkehrsbedingte Dominanzverhältnisse der Fischfauna		

Abb. 1.2.1: Auswirkung der Stauregelung eines Fließgewässers auf die Fischfauna.

- Sedimentation von aufgewirbeltem, feinkörnigem Material auf Kiesbänken oder kiesig-sandigen Flachwasserbereichen schädigt die Eier und Fischlarven der kieslaichenden Fische sehr stark.
 - Öl- und Treibstoffrückstände aus dem Schiffsbetrieb bilden aufgrund der strengen Vorschriften praktisch kein Problem. Das Risiko von Schiffshavarien oder Unfällen wie beispielsweise der Sandoz-Störfall [19] mit schädlichen Folgen für die Fischfauna bleibt allerdings bestehen.
- b) infrastrukturelle Auswirkungen der Schifffahrt**
- Das Design der Wasserstraße, die Reichhaltigkeit oder Degradation von Nebengewässern, Flachwasser- und Überschwemmungszonen, die Art der Ufersicherung usw. bestimmen die Zusammensetzung der Fischpopulationen sehr stark im Vergleich zum potentiell natürlich vorkommenden Fischartenspektrum.
 - Bei einer Stauerrichtung oder Kette von Stauhaltungen mit weitgehender Regulierung der Wasserspiegellagen wird das ursprüngliche Fließverhalten deutlich verändert. Die Folge ist eine Verschiebung im Fischartenspektrum von überwiegend rheophilen Arten mit sehr hohen Ansprüchen an die Qualität der Laichplätze und Jungfischhabitats zu weniger strömungsliebenden Fischarten mit geringeren Ansprüchen.
 - Hindernisse wie Stauwehre, Schleusen, Wasserkraftwerke unterbrechen die Fischwanderungen.
 - Verklappung von feinkörnigem Baggermaterial in vorwiegend grobkörnigen bis steinigen Sohlbereichen führt in der Regel zu einer Degradation bis hin zur Zerstörung von Laichplätzen rheophiler Fischarten.

1.2.2.2 Rechtliche Anforderungen

Die Fischereigesetze der Bundesländer schreiben zum Schutz der Fischbestände vor, daß wenn der Fischwechsel im Gewässer durch Bauwerke verhindert oder erheblich beeinträchtigt wird, bestimmte Fischwege anzulegen sind. Damit soll insbesondere für die Langdistanzwanderfische (z.B. Lachs, Meerforelle, Stör, Maifisch, Flußneunauge, Aal) der Zu-

gang zu ihren Laichplätzen gewährleistet werden. Aber auch allen anderen Fischarten, welche innerhalb des Fließgewässersystems zwischen Weide-, winterlichen Ruhe-, Laich- und Hochwasserschutzplätzen weit hin- und herziehen, soll ein Fischwechsel ermöglicht werden.

Fischökologische Belange beim Ausbau von Wasserstraßen werden grundsätzlich auch im sogenannten UVP-Gesetz (Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 27.06.1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten) [29] geregelt. Hierbei sind im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsstudie die Auswirkungen einer geplanten Baumaßnahme auch auf die Fischfauna darzustellen und zu bewerten (vgl. a. Kap. 1.1). In Verbindung mit dem Bundesnaturschutzgesetz, welches die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft regelt, können geeignete Kompensationsmaßnahmen, z.B. Verbesserung der Durchgängigkeit für Fische, verlangt werden.

1.2.2.3 Ist-Situation

Es ist weitgehend unstrittig, daß die großen Bundeswasserstraßen in ihrer heutigen Ausgestaltung eine eher mäßige, teilweise geringe Strukturvielfalt der fischökologisch wichtigen Habitate im aquatischen Bereich aufweisen. Die Elbe oberhalb der Staustufe Geesthacht ist mit ihren Auegewässern und Nebengewässern noch vergleichsweise gut strukturiert, während die Mittel- und Oberweser insgesamt mehr fischökologische Defizite in der Gewässerstruktur aufweist. Ähnliches gilt für den Rhein und seine schiffbaren Nebenflüsse. Trotz der erkennbaren strukturellen Defizite ist der Fischbestand nicht nur in Fließgewässern erstaunlich vielfältig [28], sondern auch in Schifffahrtskanälen [95]. Aufgrund der in den letzten fünf bis zehn Jahren zu beobachtenden Verbesserung der Wasserqualität, vor allem im Rhein und in der Elbe, sind nicht nur gesündere Fischbestände in größerer Menge anzutreffen, sondern auch vermehrt Wanderfische, insbesondere Flußneunaugen, Meerforellen und aufstiegswillige Lachse, letztere mit großer Wahrscheinlichkeit aus Besatzmaßnahmen mit Lachsbrut stammend, die als Smolts ins Meer abgewandert sind und nach zwei bis vier Jahren Meeresaufenthalt vereinzelt wieder in ihre Heimatgewässer aufsteigen [85, 86]. Insbesondere für die klassischen Wanderfische, aber auch bei den kleinräumigen Laich- und Nahrungswanderungen vieler anderer Fischarten stellen Stauwehre und Querverbauungen in den großen und kleineren Fließgewässern jeweils eine fischökologisch bedeutende strukturelle Schwachstelle dar. Weitere Defizite sind ein Mangel an:

- qualitativ hochwertigen Kies- und Sandlaichplätzen,

- Laichplätzen auf Überschwemmungswiesen,
- mit ausreichender Wassertiefe an den Hauptstrom angebundene Nebengewässer
- sowie Kolke und Übertiefen im Fluß als Winterruheplätze und Schutz bei Hochwasser für die Fische.

1.2.3 Lösungsmöglichkeiten

Die nachfolgenden Vorschläge werden in erster Linie aus fischökologischer Sicht vorgetragen. Im Vordergrund steht dabei als Ziel eine Stärkung und Aufwertung von Gewässerstrukturen der Wasserstraßen bzw. eine Entschärfung oder Beseitigung von strukturellen Schwachstellen. Es ist hierbei nicht beabsichtigt, ein Renaturierungsprogramm aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes aufzustellen. Die verwaltungsmäßigen Zuständigkeiten des Bundes und der Länder sind einschlägig geregelt (vgl. a. Kap. 1.1) und sollen in diesem Zusammenhang nicht betrachtet werden.

1.2.3.1 Kompensation im Einzelverfahren

Bei Ausbaumaßnahmen finden in der Regel Eingriffe in Natur und Landschaft überwiegend im aquatischen Lebensraum statt. Zur Kompensation der Eingriffe kommen in erster Linie Ufer- und Gewässerstrukturierungen in Betracht mit dem Ziel, die Lebensraumvielfalt strukturarmer Ufer- und Gewässerabschnitte zu erhöhen. Damit bietet sich die Möglichkeit, ganz gezielt auch fischökologisch relevante Gewässerstrukturen aufzuwerten oder neu herzustellen. Ein gutes Beispiel für diese Konzeption bietet der Ausbau der Wasserstraße Main (vgl. Kap. 2.1).

Außerdem sollten für Eingriffe in den terrestrischen Bereich, die an Ort und Stelle nicht ausgeglichen werden können, in bestimmten Fällen, wie z.B. bei geringwertigen terrestrischen Flächen, verstärkt Ersatzmaßnahmen im aquatischen Bereich, beispielsweise naturnahe Umgestaltung von einmündenden Bächen usw., vorgesehen werden. Auf diese Art können die strukturelle Vielfalt im Gewässer lokal verstärkt und vorhandene fischökologische Defizite abschnittsweise behoben oder minimiert werden. Dies führt in erster Linie zu einer Stabilisierung der vorhandenen Fischpopulationen wie z.B. ausgewogener Aufbau der Altersklassen und gesunder individueller Ernährungszustand (Konditionsfaktor). Die Aussichten auf eine Vergrößerung des Fischartenspektrums mit Hilfe lokaler Maßnahmen hängt dabei weitgehend davon ab, ob der freie Fischwechsel bzw. die Fischwanderungen generell möglich sind oder durch Hindernisse begrenzt werden.

1.2.3.2 Fischdurchgängigkeit

Es ist bezeichnend, daß der größte Anteil an sehr stark gefährdeten oder verschollenen Fischarten der großen Fließgewässer auf die Wanderfische entfällt [28, 88]. Der Lachs bildet hierbei die symbolträchtige Leitfischart für anadrome Wanderfische. Da die Fließgewässer ein Kontinuum von der Quelle bis zur Mündung darstellen (vgl. Fließgewässer-Kontinuum-Konzept, [94]) und in eine Abfolge von typischen Fischregionen mit Leitfischarten gegliedert sind [35], haben der freie Fischwechsel und die Durchwanderbarkeit im Fließgewässer-Kontinuum einen hohen Stellenwert. Vorhandene Wanderhindernisse in den großen und kleinen Fließgewässern entwickeln heute infolge der fortschreitenden Verbesserung der Wasserqualität eine relativ höhere Wirkung als früher, denn seit einigen Jahren häufen sich die Meldungen über die Rückkehr jahrzehntelang verschollener Wanderfischarten. Insbesondere für die Langdistanz-Wanderfische wie beispielsweise Lachs, Meerforelle, Stör, Maifisch, Flußneunaugen, Meerneunaugen und Aal ist eine durchgehende Vernetzung der Fließgewässer mit dem marinen Bereich zur Erhaltung der Art von grundlegender Bedeutung. Maßnahmen zur Verbesserungen der Durchgängigkeit der Fließgewässer können daher für eine Wiederherstellung des gesamten, typischen Fischartenspektrums sehr wirkungsvoll sein. Dabei ist unbestritten, daß überall dort, wo Fischwanderungen in Fließgewässern durch anthropogene Eingriffe behindert oder unterbunden werden, geeignete technische Lösungen für einen wirksamen Fischaufstieg vorhanden sein müssen.

Als Wanderwege dienen den Fischen die großen Flüsse Rhein, Weser und Elbe, die gleichzeitig bedeutende Schifffahrtsstraßen darstellen. Für die vom Meer oder dem Brackwasser der Tideflüsse aufsteigenden Fische bedeutet bereits die erste Staustufe, bei der Elbe, Weser und Ems an der oberen Tidegrenze gelegen, ein Hindernis für die Wanderung. Kann diese Stelle von Fischen durchwandert werden, erschließen ihnen sich, bis zum nächsten Hindernis, weitere Laich- und Aufwuchsplätze im Hauptstrom und in den einmündenden Nebenflüssen. Es liegen umfangreiche Erkenntnisse und Erfahrungen mit den verschiedenen Fischaufstiegshilfen vor, wie aus den Merkblättern zur Wasserwirtschaft des DVWK „Fischaufstiegsanlagen“ [25] entnommen werden kann. Die einzelnen Konstruktionen haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile [25, 27]. Welche sich für Schifffahrtsstraßen anbieten, soll im folgenden erläutert werden:

- Stauwehr an der oberen Tidegrenze mit Schifffahrtsschleusen.

Falls genügend Platz am strömungsbeaufschlagten Ufer vorhanden ist, bietet sich hier ein breites

Rauhgerinne (Fischrampe) an, welches als Umgehungsgerinne wie ein gefällereicher Bach naturnah gestaltet werden kann. Ist ein Wasserkraftwerk im Wehr integriert, muß der Fischeinstieg im Unterwasser auf der Kraftwerksseite (Abb. 1.2.2) liegen. Wegen der tidebedingten Wasserstandsschwankungen im Unterwasser des Wehres empfiehlt es sich, anstelle einer Fischrampe einen Schlitzpaß (vertical slot) zu verwenden, der unempfindlich ist gegen Verstopfungen durch Treibsel und stark schwankende Wasserstände. Der Schlitzpaß stellt eine vielfach bewährte Konstruktion dar [27]. Vor allem bei Platzmangel in Kombination mit zu überwindenden Fallhöhen von mehr als 6 m bietet er sich wegen seiner kompakten Bauweise an.

- Stauwehre in einer Kette von Stauhaltungen

Schifffahrtsstraßen in gefällereichen Flußtälern sind meist als eine Kette von Stauhaltungen ausgebaut (z.B. Mosel, Lahn, Main, Neckar, Oberrhein). Fast generell besteht Platzmangel auf der Kraftwerksseite, so daß in der Regel der Beckenpaß einschließlich seiner Varianten als Fischaufstieg gebaut worden ist. Bei Ersatz von abgängigen Beckenpässen oder bei Neubau sollte der Schlitzpaß Verwendung finden. Bei geringeren Fallhöhen (< 4 m) und ausreichend großer Fläche auf der Kraftwerksseite oder an dem strömungsbeaufschlagten Ufer bietet sich auch die Anlage eines Rauhgerinne-Beckenpasses an.

Bisher in Deutschland noch nicht verwirklicht ist der in den USA vielfach gebaute sogenannte Sammelkanal (collection gallery) (Abb. 1.2.3), welcher insbesondere bei großen Wasserkraftwerken zum Einsatz kommt [25]. Da die meisten aufstiegswilligen Fische die Turbulenzzone im Unterwasser von Wasserkraftwerken durchschwimmen können und so unmittelbar vor den Saugschlauch bzw. Turbinenauslauf gelangen, bietet der Sammelkanal mit einer Reihe nebeneinanderliegender Ausläufe über die gesamte Breite des Aufstiegshindernisses gezielt eine Leitströmung an. Die Fische nehmen diese Strömung an und werden über den Sammelkanal zum eigentlichen Fischpaß geleitet. Dieses Konzept eines Fischaufstiegs sollte zukünftig Beachtung finden, wenn es darum geht, eine Kette von Stauhaltungen mit Wasserkraftnutzung unter dem Gesichtspunkt der Fischdurchgängigkeit neu zu bewerten.

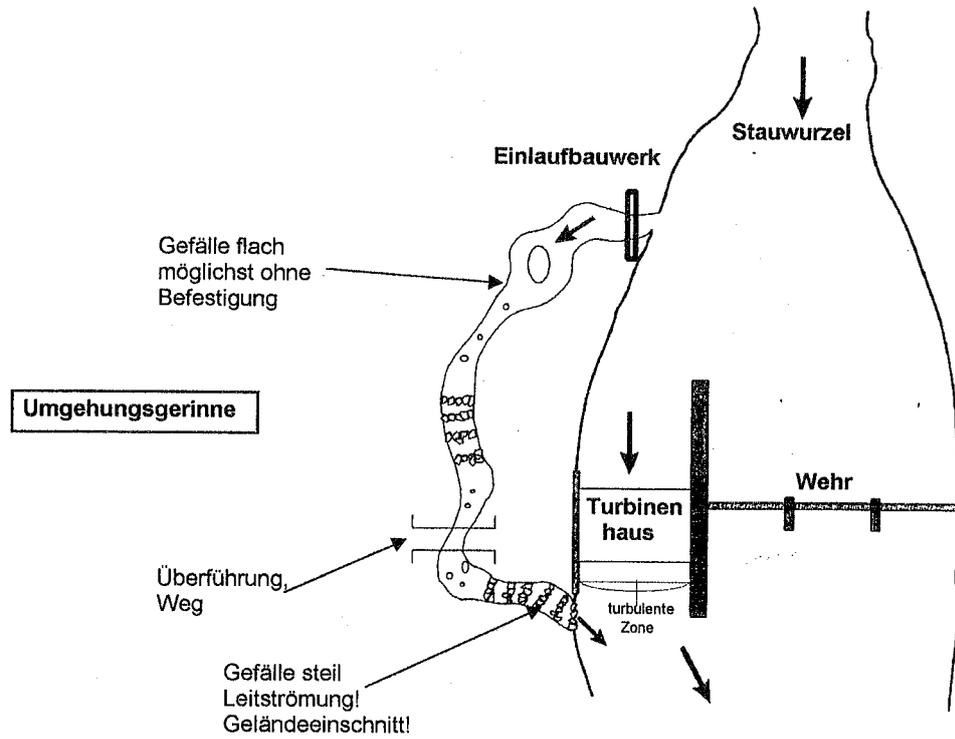


Abb. 1.2.2:
Umgehungsgerinne
- Prinzipielle
Anordnung an einer
Stauanlage

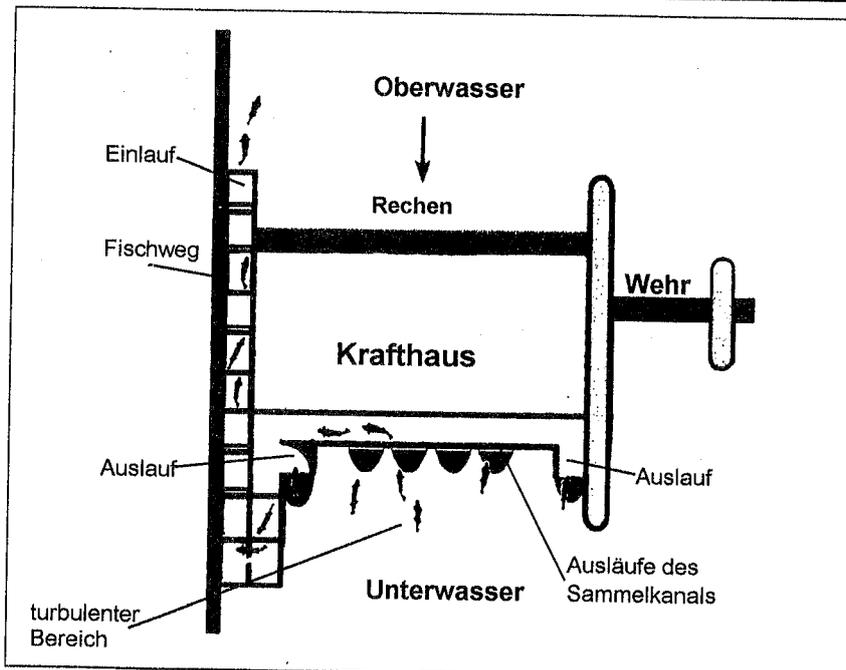
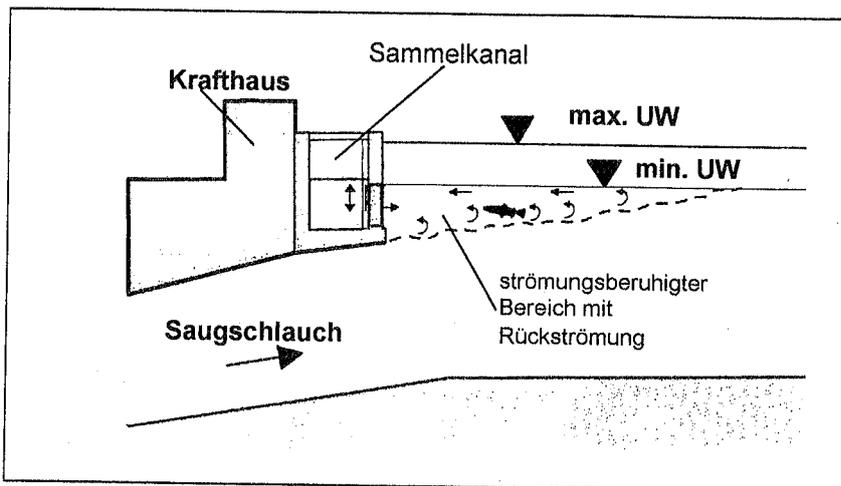


Abb. 1.2.3:
Querschnitt und Schema einer
amerikanischen Wasserkraft-
anlage mit Collection Gallery
(Sammelkanal)

• Einmündende Bäche, Nebengewässer

Die Schnittstellen, hier Wasserstraße und einmündende nicht schiffbare Nebenflüsse und Bäche, müssen frei von Sohlabstürzen und sonstigen Querverbauungen sein, um insbesondere Wanderfischen den ungehinderten Zugang zu ihren Laichplätzen zu ermöglichen. An die Schiffsstraßen angebundene Nebengewässer wie Altwässer, Kiesseen sollten eine ausreichend tiefe Verbindung mit dem Hauptstrom haben, um den saisonalen Fischwechsel zu gewährleisten.

1.2.4 Ausgewählte Fallbeispiele

1.2.4.1 Fischaufstiegsanlage am Wehr Iffezheim (Oberrhein)

Am 4. März 1997 wurde eine deutsch-französische Vereinbarung über Bau, Betrieb und Unterhaltung von Fischpässen an den Staustufen Iffezheim und Gamsheim geschlossen. Damit wurde der Grundstein gelegt, daß die Langdistanzwanderfische Lachs, Meerforelle, Neunaugen, Maifisch, aber auch andere aufstiegswillige Fische, in absehbarer Zeit die Staustufen überwinden und in einen Teil ihrer Laichgewässer auf deutscher bzw. französischer Rheinseite heimkehren können. Beide Fischaufstiegsanlagen sind eine Investition in die Zukunft und werden zusammen ca. 31 Mio. DM kosten. Die Bundesrepublik Deutschland und der französische Staat übernehmen je 32,5 % der Kosten, die Kraftwerksbetreiber, hier Rheinkraftwerke Iffezheim für die Staustufe Iffezheim und Centrale Electrique Rhénane de Gamsheim für die Staustufe Gamsheim jeweils 35 % der Kosten. Die Europäische Union steuerte 0,5 Mio. ECU als Forschungsmittel bei. An den Staustufen Iffezheim und Gamsheim entstehen die vom technischen Ausmaß her größten Fischaufstiegsanlagen in Europa. Mit Freude wird kommentiert: "Freie Fahrt für den Rheinlachs" [93].

Die Baupläne sind fertig. Baubeginn soll Frühjahr 1998 sein. Zur Ausführung kommt eine Fischaufstiegsanlage als Schlitzpaß-Konstruktion, welche ca. 12 m Höhendifferenz überwinden wird. Die Eingänge für den Fischpaß im Unterwasser sind im Bereich des Turbinenauslaufs des Kraftwerkes angeordnet und aufgrund umfangreicher Modellversuche optimiert. Jeder Eingang ist mit einem Regulierschütz ausgestattet, welches bei allen Wasserständen im Unterwasser des Kraftwerkes eine Fallhöhe von 0,3 m gewährleisten. Die aufsteigenden Fische gelangen über einen je nach Wasserstand eingestauten Kanal in das Verteilerbecken, wo 11 bis 13 m³/s Wasser über eine separate Kleinturbine zur Verstärkung der Leitströmung im Eingangsbereich zugegeben werden. Diese Wassermenge wird über enggestellte Gitterstäbe so gleichgerichtet seitlich zudo-

siert, daß die aufsteigenden Fische gegen die Strömung direkt zum ersten Betonbecken mit Schlitzöffnung geleitet werden. Etwa 25 weitere Becken schließen sich mit einer Höhendifferenz von jeweils 0,3 m bezogen auf die Sohlage an. Die Becken sind durchschnittlich 1,5 m tief, haben eine Länge von ca. 4,5 m und Breite von 3,3 m und sind über 0,45 m breite Schlitzlöcher miteinander verbunden. Die Sohle ist mit groben Steinen bedeckt und daher besonders rauh gestaltet. Im oberwasserseitigen Ausstiegsbereich wird eine Beobachtungsstation zur Kontrolle des Fischaufstiegs eingebaut. Die Gesamtlänge der Fischaufstiegsanlage beträgt ca. 300 m.

1.2.4.2 Fischaufstiegsanlage am Wehr Geesthacht (Elbe)

Das Stauwehr Geesthacht liegt an der oberen Tidegrenze der Elbe und bildet hier ein Hindernis für die wandernden Fische. Es ist vorgesehen, zwei vorhandene, kleine Fischpässe zu ersetzen. Entsprechend der Größe und fischökologischen Bedeutung der Elbe oberhalb des Stauwehres Geesthacht ist der Bau eines großzügig dimensionierten Rauhgerinnes (Fischrampe) geplant. Die technischen Bemessungen liegen im Bereich der vom DVWK empfohlenen Richtwerte [25]. Der erforderliche Platz steht auf der Südseite des Stauwehres zur Verfügung, wo auch die strömungsgünstigste Anbindung der Fischaufstiegsanlage erfolgen kann. Ein Wasserkraftwerk ist nicht vorhanden, wenngleich eine Option für ein Energieunternehmen besteht.

Die Kosten des Rauhgerinnes von ca. 2,5 Mio. DM werden zwischen der Wasser- und Schiffsverkehrsverwaltung des Bundes und den Ländern Brandenburg, Hansestadt Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein vertraglich aufgeteilt. Bei einer Realisierung des Projektes wäre die Fischdurchgängigkeit der Oberelbe bis zur tschechischen Grenze gewährleistet.

Die technischen Daten sind:

- Gesamtlänge 226 m, 2 Ruhebecken, 1,2 m Wassertiefe
- Sohlbreite 8 m, Wasserspiegelbreite (berechnet) 11,2 m, Wassertiefe 0,8 m, Uferböschung 1:2
- Höhenunterschied 4,7 m, Gefälle 1:35,
- Abflußmenge im Gerinne ca. 6,5 m³/s,
- Sohlen- und Ufersicherung durchgehend mit Schüttsteinen, eingebettet in Kiessand über Filterlage, eingebaute Störsteine von 1 bis 2 t Gewicht zur Erhöhung der Rauhigkeit, rauhe Sohle durch kleinere Steine und Kies,

- eingebaute Wollhandkrabbersperre mit Fangbehälter,
- Schütztafel zur Regulierung der Wassermenge und als Notverschluß bei Hochwasser oder Eisgang,
- die Sohlage des Einstiegs in den Fischpaß im Unterwasser der Staustufe liegt auf NN - 1,5 m.

Es ist vorgesehen, nach Fertigstellung der Anlage fischbiologische Untersuchungen über eine Periode von knapp zwei Jahren durchzuführen, um festzustellen, welche Fischarten in welcher Häufigkeit und zu welchen Zeiten die neue Aufstiegsmöglichkeit genutzt haben.

1.2.5 Internationale Programme und Zusammenarbeit

Einen ganz wesentlichen positiven Einfluß auf das Verständnis gesamtökologischer Zusammenhänge in Verbindung mit dem politischen Handlungswillen hat die Arbeit der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) mit ihrem Aktionsprogramm „Rhein“ bewirkt [34, 84, 85, 86, 87]. Dieses Programm hat zum Ziel die Wiederherstellung des Hauptstroms als Rückgrat des Ökosystemkomplexes „Rhein“ mit seinen wichtigsten Nebenflüssen als Lebensraum für die Langdistanz-Wanderfische sowie den Schutz, Erhalt und die Verbesserung ökologisch wichtiger Bereiche des Rheins und des Rheintals für die Erhöhung der dort heimischen Tier- und Pflanzenwelt. Die für den Gewässerschutz verantwortlichen Minister der Anrainerstaaten des Rheins haben sich auf Initiative der IKSR eine griffige und überprüfbare Zielvorgabe gegeben: „Das Ökosystem des Rheins soll in einen Zustand versetzt werden, bei dem heute verschwundene, aber früher vorhandene höhere Arten (z.B. der Lachs) im Rhein als großem europäischen Strom wieder heimisch werden können“. Dieses symbolträchtige Konzept ist allgemein verständlich und daher sehr rasch populär geworden als „Lachs 2000“ [8].

Auch die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe hat in ihren Programmen das Ziel, die Elbe zu einem möglichst naturnahen Ökosystem mit einer gesunden Artenvielfalt zu entwickeln [39]. Deshalb werden Maßnahmen vorgeschlagen und Programme vorbereitet, welche u.a. auch die Rückkehr der ursprünglich vorhandenen Fischarten insbesondere der Wanderfische ermöglichen. Die früher in der Elbe heimischen Wanderfische Lachs und Elbe-Stör spielen hierbei als Symbolträger eine wichtige Rolle, um die öffentliche Zustimmung wie auch die Bereitschaft zur Umsetzung der Programme voranzutreiben.

1.3 Anforderungen an die Gestaltung des Gewässerbettes aus biologischer Sicht

Autor: Dipl.-Biol. Dr.rer.nat. Thomas Tittizer
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Zusammenfassung

In Fließgewässern stehen Wasserkörper und Sediment, Tier- und Pflanzenwelt im freien Wasser und Sediment durch die im Gewässer ablaufenden Prozesse hydrodynamischer, physikalisch/chemisch/biochemischer und biologischer Natur ständig und mit häufig wechselnder Intensität in Kontakt. Die hydrologischen und morphologischen Faktoren haben Auswirkung auf die qualitative und quantitative Zusammensetzung der benthalen Lebensgemeinschaft und somit auch auf den Energie- und Stofftransport der Gewässer. Dabei spielen Mobilität, Korngröße und stoffliche Zusammensetzung der Sedimente eine besondere Rolle (Abb. 1.3.1). Die Anpassung der Bundeswasserstraßen an die moderne Schifffahrt ist mit Auswirkungen auf die ökologischen, wasserwirtschaftlichen und fischereilichen Verhältnisse im Gewässer verbunden. Die Besiedlung der Gewässer-sole ist weitgehend tiefenunabhängig. Sie ist jedoch von der Korngröße des Substrates abhängig. Tiefenzonen und Kolke in der Gewässersohle bilden Rückzugsgebiete zu Hochwasserzeiten. Durch eine geringfügige Vertiefung der Fahrrinne (30 bis 50 cm) werden die ökologischen Verhältnisse im Gewässer nicht negativ beeinflusst. Durch die Vertiefung und Verbreiterung der Fahrrinne wird ein Teil der Lebensgemeinschaft der Gewässersohle vorübergehend vernichtet (Abb. 1.3.2). Die Umwandlung eines freifließenden Gewässers in eine Kette von Stauhaltungen bewirkt fundamentale Änderungen der morphologischen und hydrologischen Verhältnisse im Gewässer, die zwangsläufig zu einer Umgestaltung der Flußlebensgemeinschaft führen. Durch die Unterhaltungsbaggerei wird die Tierwelt des Gewässerbodens zeitweise in Mitleidenschaft gezogen. Ebenso kann die Verklappung von Baggergut in den Bundeswasserstraßen negative Folgen für die Benthal-fauna haben. Der durch die vorbeifahrenden Schiffe erzeugte Sog und Schwall im Uferbereich und den Bühnfeldern der Bundeswasserstraßen übt eine selektierende Wirkung sowohl auf die Vegetation als auch auf die Fauna des Gewässers aus (Abb. 1.3.3). Auch durch die Schiffsschrauben werden Tiere und Pflanzen auf der Stromsohle beeinträchtigt. Durch den Schifffahrtsbetrieb gelangen Treib- und Schmierstoffe der Motoren sowie antikorrosive Mittel und bei Havarien andere Substanzen ins Gewässer. Der Ausbau eines Flusses zu einer Bundeswasserstraße, seine Hoch- und Niedrigwasserregulierung, sein Aufstau, seine Nutzung als Trink- und Betriebswasserlieferant sowie zur Aufnahme von häuslichem und industriellem Abwasser und nicht zuletzt als Freizeit- und Erholungsraum für den Menschen führen zwangsläufig zu Beeinträchtigun-

gen der biologischen und ökologischen Verhältnisse im Gewässer. Dem entgegenzuwirken ist eine der wichtigsten Aufgaben des heutigen modernen Wasserbaus und der Wasserwirtschaft, die durch Berücksichtigung wesentlicher Kriterien bei der Ufer- (Abb. 1.3.4) und Gewässerbettgestaltung sowie bei den Unterhaltungsarbeiten erfüllt werden kann.

1.3.1 Einführung und Problemstellung

In Fließgewässern stehen Wasserkörper und Sediment, Tier- und Pflanzenwelt im freien Wasser und Sediment durch die im Gewässer ablaufenden Prozesse hydrodynamischer, physikalisch/chemisch/biochemischer und biologischer Natur ständig und mit häufig wechselnder Intensität in Kontakt. Schwimmende (Nekton) und schwebende (Plankton) Organismen besiedeln das freie Wasser, Phyto- und Zoobenthos den Gewässergrund in Mikro- und Makroformen. Makrophyten treten als wurzelnde, haftende und schwimmende Wasserpflanzen auf und sind somit im Kontakt mit dem freien Wasser, der Atmosphäre wie auch dem Sediment. Am Gewässergrund, an Pflanzen und Steinen, an Schwebstoffen und im freien Wasser sind Mikroorganismen verbreitet.

Allen Organismengruppen ist gemein, daß sie als Empfänger (Akzeptor) und Spender (Donator) im komplexen System der Energie- und Stoffströme des Fließgewässers stehen [66].

Die Wechselwirkungen zwischen den biotischen und abiotischen Faktoren des Fließgewässerökosystems sind außerordentlich vielfältig und bisher nur unzureichend erforscht. Daher werden hier nur einige bereits eingehend untersuchte Aspekte herausgegriffen.

1.3.2 Auswirkungen natürlicher Faktoren auf die Biozönose

Von großer ökologischer Bedeutung ist die Auswirkung hydrologischer und morphologischer Faktoren auf die qualitative und quantitative Zusammensetzung der benthalen Lebensgemeinschaft und somit auch auf den Energie- und Stofftransport der Gewässer. Dabei spielen Mobilität, Korngröße und stoffliche Zusammensetzung der Sedimente eine besondere Rolle. Der aus der Korngröße der Sedimente und der Schleppkraft des Wassers resultierende Geschiebtrieb wirkt selektierend auf die Besiedlung der Gewässersohle. Im allgemeinen beherbergen Gewässerabschnitte mit höherem Geschiebtrieb eine artenärmere Besiedlung als solche mit geringer Sohlenumlagerung. Untersuchungen von PETRAN & KOTHE [57] ergaben, daß die Empfindlichkeit der Makrozoobenthosarten gegenüber dem Geschiebtrieb sehr unterschiedlich ist, wobei zwischen geschiebeerestistenten und geschiebeeempfindlichen Organismen unterschieden wird. Zu den geschiebeeresti-

stenten Arten gehören vor allem grabende Organismen aus der Gruppe der Wenigborster (*Oligochaeta*) wie *Nais*, *Stylaria*, *Limnodrilus* und *Tubifex* sowie einige Zuckmückenlarven (*Chironomidae*). Vagile, umherkriechende Benthostiere wie Asseln, Kleinkrebse und einige Gruppen von Insektenlarven (Eintagsfliegen, Steinfliegen) können kurzfristigen Geschiebebewegungen ausweichen. Die ortsgewundenen röhren- und gespinstbauenden Insektenlarven (*Hydropsyche*, *Rheotanytarsus*) und die wenig beweglichen Mollusken (*Pisidium*, *Sphaerium*, *Ancylus*, *Physa*) werden durch Umlagerung ihres Substrates am empfindlichsten betroffen. Die unterschiedlichen Sohlenumlagerungen in einem Fließgewässer bewirken eine mosaikartige Verteilung der Makrozoobenthosarten am Gewässergrund. Dieses Verteilungsmuster ist sowohl im Längs- als auch im Querprofil der Fließgewässer zu erkennen.

Auch die Korngröße der Sedimente hat eine selektierende Wirkung auf die Makrozoenbesiedlung der Fließgewässer. So konnte WACHS [83] experimentell nachweisen, daß der Borstenwurm (*Stygodrilus heringianus*) Schluff und Sand-Schluff meidet. Die eindeutige Bevorzugung der Feinsandfraktion (0,063 - 0,2 mm) im Wahlversuch beweist, daß das häufige Vorkommen von *Stygodrilus heringianus* in Kiesen und Sanden hauptsächlich auf den Anteil der Feinsande zurückzuführen ist.

Untersuchungen von SCHLEUTER & TITTLER [64] zeigen, daß mit zunehmendem Feinkornanteil im Substrat die Besiedlungsdichte der Makrozoen linear abnimmt, während die Artenvielfalt infolge der höheren Substratdiversität zunächst ansteigt (Abb. 1.3.1).

Erst Anteile von mehr als 30 % feinkörnigen Materials wirken, besonders in Form von Sandablagerungen, auf die meisten Arten besiedlungshemmend. Die geringste Besiedlungsdichte konnte in Sedimenten mit mehr als 50 % Sandanteil festgestellt werden. Noch feinere Kornfraktionen bieten durch vielfach höhere Anteile an organischer Substanz, vor allem *Tubificiden* und *Chironomiden*-Arten, bessere Lebensbedingungen.

Neben den mechanischen Eigenschaften der Sedimente spielt ihre stoffliche Zusammensetzung (Nähr- und Schadstoffe) in der Struktur und Funktion der benthalen Lebensgemeinschaft eine wichtige Rolle. WACHS [83] konnte im Experiment nachweisen, daß *Tubifex* und *Limnodrilus*-Arten Sedimente mit hohem Nährstoffgehalt bevorzugen, Organismen wie die Wasserassel (*Asellus aquaticus*), der gekielte Flußflohkrebs (*Gammarus roeselii*), Borstenwürmer (*Oligochaeta*) und Zuckmückenlarven (*Chironomidae*) sogar auf Detritus im Sediment angewiesen sind. Untersuchungen zum Zoobenthos fließender Gewässer zeigen, daß schlammige und nähr-

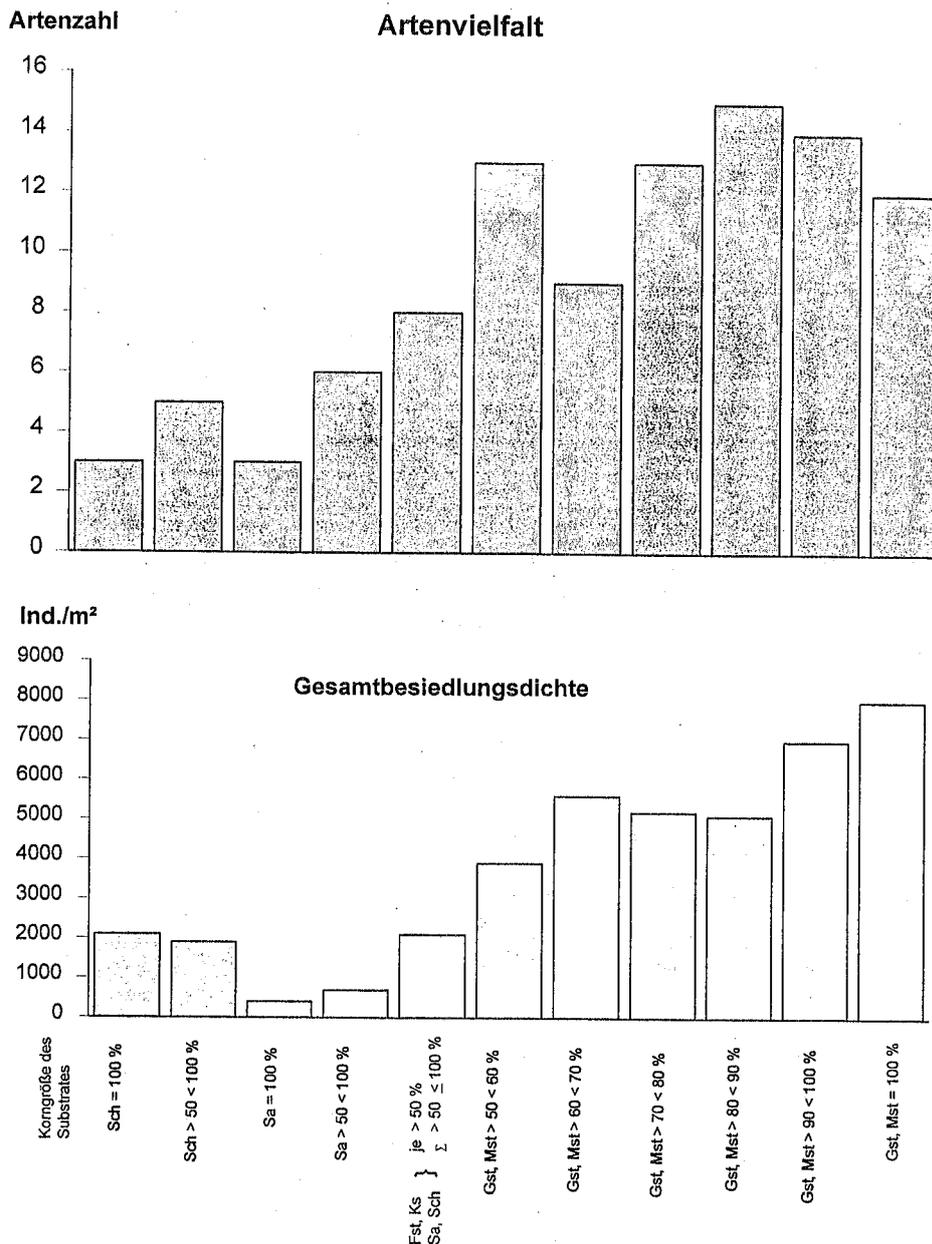


Abb. 1.3.1: Artenvielfalt und Besiedlungsdichte des Makrozoobenthos des Mains in Relation zur Korngröße des Substrates [64].

stoffreiche Sedimente wesentlich dichter von *Oligochaeten* (*Nais* sp.) besiedelt werden als kiesig-sandige und nährstoffarme Sedimente. BLOESCH [7] hat in der Aare im Mittel 28400 Individuen/m² und im Rhein nur 4400 Individuen/m² gefunden. Da die physikalisch-chemischen Verhältnisse in beiden Flüssen ähnlich sind, wird die unterschiedliche Besiedlung auf Unterschiede in der Substratbeschaffenheit zurückgeführt.

Neben dem Sediment können auch Schwebstoffe die Besiedlungsdichte und die Artenzahl der Benthosorganismen beträchtlich beeinflussen. KOTHÉ [44] stellte fest, daß beim Auftreten großer Mengen von anorganischen Schwebstoffen die Makrobenthostiere entweder nur vereinzelt vorkommen oder gänzlich fehlen. Ähnliche Vorgänge werden von LIE-

POLT [51] beschrieben. In ein alpines Fließgewässer wurden große Mengen an Feinsediment aus einem Wasserkraftspeicher gepumpt. Hierbei ging die Sichttiefe auf 0 bis 7 cm zurück. Neben einem leichten Rückgang der Fischnährtiere konnte auch eine Schädigung der Fischbrut nachgewiesen werden. Eine Schädigung des Fischnährtierbestandes in Fließgewässern kann auch dadurch hervorgerufen werden, daß durch Erhöhung der Schwebstoffführung eine gesteigerte Abdrift an Insektenlarven bewirkt wird.

Auch Körperform und Lebensweise einzelner Arten der benthalen Lebensgemeinschaft werden durch die Milieugegebenheiten beeinflusst. So findet man in einem Gewässer mit großer Fließgeschwindigkeit und festem Untergrund (gewachsener Fels, Steinblöcke) lediglich Makrozoen mit flachen, stromlinienförmigen

gen Körpern. Diese sind mit Haftorganen (Saugnäpfe, Krallen) ausgestattet, um sich gegen die Strömung behaupten zu können. Die Beschaffung der Nahrung erfolgt in der Regel passiv (Bau von Fangnetzen), da sie herangeschwemmt wird [3, 36, 37]. In Gewässern mit geringer Fließgeschwindigkeit und feinkörnigem Substrat (Sand, Schluff) findet man dagegen Tiere mit kugelig-zylindrischen Formen, die keine Haftorgane aufweisen. Die Nahrungsbeschaffung erfolgt aktiv durch die Bewegung der Tiere, da wegen der geringen Fließgeschwindigkeit die Nahrung nur recht spärlich „angeliefert“ wird. Viele der Tiere verfügen über ein eigenes Ventilationssystem, um den notwendigen Sauerstoff aus dem sauerstoffarmen Milieu zu beschaffen [82].

1.3.3 Auswirkungen anthropogener Faktoren auf die Biozönose

Die im Zuge der Anpassung der Bundeswasserstraßen an die Erfordernisse der modernen Schifffahrt durchgeführten Vertiefungen und Verbreiterungen der Fahrrinnen sind mit Auswirkungen auf die ökologischen, wasserwirtschaftlichen und fischereilichen Verhältnisse im Gewässer verbunden.

Die Ergebnisse der in diesem Zusammenhang durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß die Besiedlung der Gewässersohle weitgehend tiefenunabhängig ist. Bei günstiger Substratbeschaffenheit ist die Besiedlungsdichte und Artenvielfalt der Tiefenzone von der der Uferbereiche nicht zu unterscheiden. In einer Tiefe von 4,30 m konnten z. B. auf nur 1500 cm² 20 Arten nachgewiesen werden. Um so deutlicher ist die Abhängigkeit der Besiedlung von der Korngröße des Substrates. Große Steine und Bruchsteine (Wasserbausteine der Größenklassen II/III) weisen eine reichhaltigere Besiedlung auf als kiesig-sandige Bereiche [64].

Die ökologische Bedeutung der Tiefenzonen wird auch durch das Vorkommen von schützenswerten Arten, wie z. B. *Viviparus viviparus*, *Unio pictorum* und *Theodoxus fluviatilis*, unterstrichen. Sogar Arten, die bereits als ausgestorben oder verschollen gelten, wie z. B. die Eintagsfliegenart *Ephoron virgo*, wurden hier in größeren Populationsdichten vorgefunden. Eine besondere Bedeutung kommt den Tiefenzonen und insbesondere den Kolken in der Gewässersohle zu Zeiten der Hochwasser zu. Diese Bereiche stellen wichtige Rückzugsgebiete sowohl für Makroinvertebraten als auch für Fische dar, die hier einen Unterschlupf finden und dadurch der Abdrift entkommen können.

Aus den oben dargelegten Befunden kann gefolgert werden, daß durch eine Vertiefung der Fahrrinne um 30 bis 50 cm die ökologischen Verhältnisse im Gewässer nicht negativ beeinflusst werden. Wenn im Zuge des Ausbaus feinkörnige Substrate (Schluff,

Sand, Kies) durch Steine ersetzt werden, so ist sogar mit einer ökologischen Aufwertung des Lebensraumes durch Erhöhung der Strukturvielfalt zu rechnen. Diese lagerungsstabilen Substrate ermöglichen erst die Ansiedlung einer Vielzahl von Mikro- und Makroorganismen in diesen Bereichen.

Durch die Vertiefung und Verbreiterung der Fahrrinne wird ein Teil der Lebensgemeinschaft der Gewässersohle vernichtet. Diese Beeinträchtigung ist jedoch von begrenzter Dauer. Dauerschäden sind nicht zu erwarten, da nach Abschluß der Ausbauarbeiten das Substrat in den neu geschaffenen Lebensräumen wieder besiedelt wird. Untersuchungen an mehreren Bundeswasserstraßen ergaben, daß sich in diesen Bereichen in etwa zwei bis drei Jahren die typische Besiedlungsstruktur wieder einstellt [78]. Voraussetzung für eine rasche Neubesiedlung ist die Erhaltung von „Impfstellen“ im Gewässer (das sind Stellen, die durch den Ausbau nicht berührt werden), aus welchen die Besiedlung neu geschaffener Lebensräume erfolgen kann.

Zur Sicherung der Gewässerufer gegen Erosion werden im Wasserbau verschiedene Baustoffe verwendet. Untersuchungen zum Besiedlungsverhalten dieser Baustoffe zeigen [42, 70], daß glatte und wellenexponierte Besiedlungssubstrate (hierzu gehören Asphaltmatten, Betonplatten, Stahlbetonbohlen, Stahlspundwände und Natursteinpflaster) von den Makrozoen weit weniger besiedelt werden als lose Bruchsteinschüttungen, die wegen ihres Hohlraumsystems und ihrer großen inneren Substratfläche besonders günstige Lebensbedingungen (Schutz und Nahrung) für Mikro- und Makroorganismen bieten (Abb. 1.3.2). Hieraus resultiert, daß Gewässerufer, die durch lose Bruchsteine gesichert sind, vom ökologischen Standpunkt her weit wertvoller einzustufen sind als zum Beispiel verspundete oder gepflasterte Ufer. In den Flachlandflüssen, die in der Regel feinkörnige (Schluff, Sand, Kies) und zugleich mobile Substrate aufweisen, sind die zum Schutz der Ufer gegen Erosion eingebrachten Bruchsteine sogar die einzigen „harten“ und lagerungsstabilen Substrate, die die Ansiedlung vieler Makrozoen (lithophile Arten) in diesen Bereich erst ermöglichen. Sie tragen in diesen Gewässern zur Bereicherung der Biotopstruktur bei.

Auch stellen Stahlspundwände im Vergleich zu den Bruchsteindeckwerken wesentlich weniger wertvolle Besiedlungssubstrate dar. Eine am Dortmund-Ems-Kanal (DEK-km 6,10-8,45) durchgeführte Bestandsaufnahme [76] ergab, daß in verspundeten Uferbereichen nur die Hälfte der Artenzahl und nur 1/10 der Besiedlungsdichte der Lebensgemeinschaft einer Bruchsteinschüttung vorkommt.

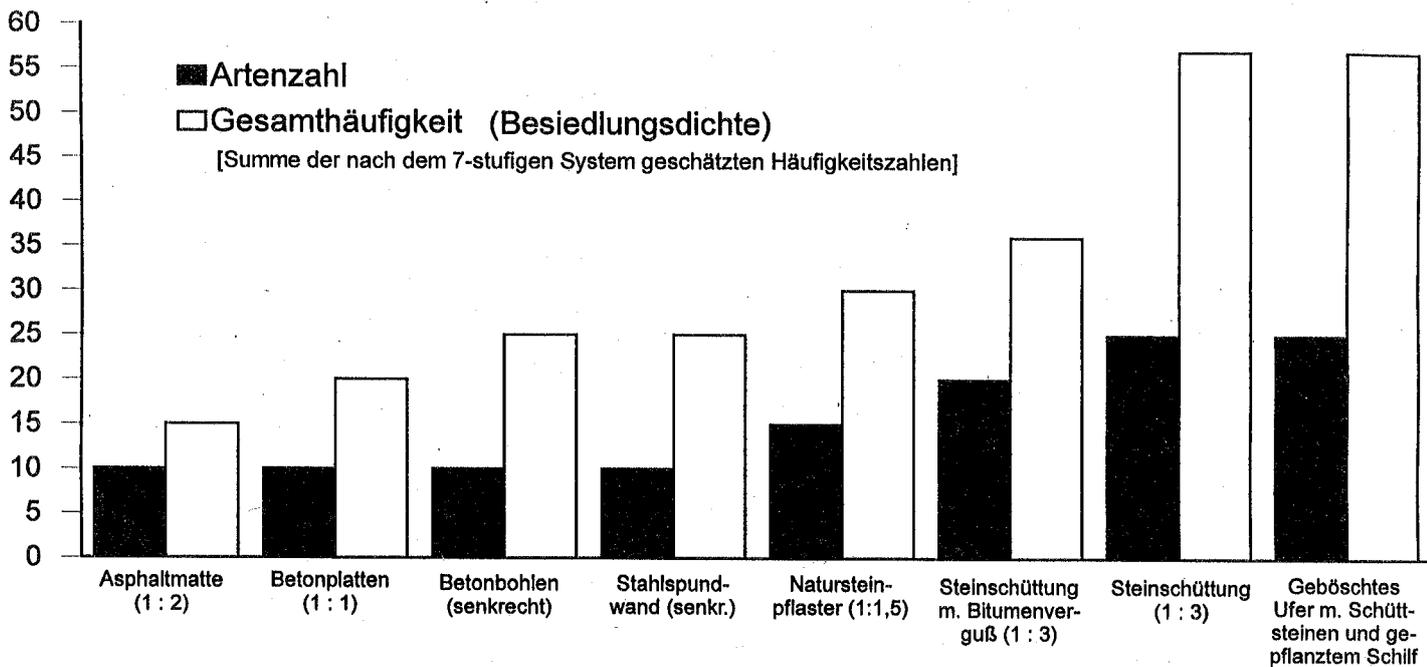


Abb. 1.3.2: Makrozoobenthosbesiedlung verschiedenartig ausgebauter Uferstrecken des Dortmund-Ems-Kanals [42].

Die Unterschiede zwischen der Besiedlung der Bruchsteine und der Stahlpundwände sind jedoch nicht überall und nicht zu allen Jahreszeiten so stark ausgeprägt. Wie Erhebungen im Mittellandkanal im Bereich Recke (MLK-km 13,75-16,30) zeigen, unterscheiden sich diese Substrate hinsichtlich der Artenvielfalt ihrer Besiedlung in den Sommermonaten nur unwesentlich voneinander [73]. Die auf den Spundwänden vorgefundene, relativ hohe Artenzahl wird auf das Vorkommen der Astalge *Cladophora crispata* zurückgeführt. In dem dichten Geflecht dieser Grünalge finden eine Reihe Makrozoen gute Entwicklungsmöglichkeiten.

Die Umwandlung eines freifließenden Gewässers in eine Kette von Stauhaltungen (**Stauregulierung**) bewirkt fundamentale Änderungen der morphologischen und hydrologischen Verhältnisse im Gewässer. Vergrößerung der Wassertiefe und der Wasseroberfläche, Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit, der Turbulenz und des Geschiebetriebs, flächenmäßige Zunahme lenitischer, d.h. strömungsarmer Bereiche, Erhöhung der Sedimentation, Anhäufung feinkörniger Sedimente im Flußbett und Verminderung der Trübung sind nur einige Beispiele dafür.

Diese Änderungen bleiben nicht ohne Folgen für die im Gewässer sich abspielenden physikalischen, chemischen und biochemischen Prozesse. Auch die saprobiologischen Verhältnisse im Gewässer und letztendlich die Lebensgemeinschaft selbst werden dadurch beeinflusst. Das Zusammenspiel zwischen Fließgeschwindigkeit, Mobilität, Korngröße und stofflicher Zusammensetzung der Sedimente auf der einen und arten- und mengenmäßigen Zusammensetzung der benthalen Fauna auf der anderen Seite soll hier lediglich als markantes Beispiel für die

Komplexität dieser Wechselwirkungen genannt werden.

Die mit einer Stauerrichtung verbundenen Änderungen der morphologischen und hydrologischen Verhältnisse in Fließgewässern führen zwangsläufig zu einer Umgestaltung der Flußlebensgemeinschaft. So wird z. B. durch die Verlängerung der Verweilzeit die Entwicklung von flußeigenem Plankton begünstigt. Diese Entwicklung wird durch das oft verbesserte Lichtklima infolge erhöhter Sedimentation unterstützt. Als Folgen einer exzessiven Planktonentwicklung sind zu nennen: Erhöhung der Biomassenproduktion des Gewässers, Beeinträchtigung der Trinkwassergewinnung durch algenbürtige, geruchs- und geschmacksintensive Stoffe, Sekundärverunreinigung und Intensivierung der biogenen Sauerstoffversorgung des Gewässers [65, 67].

Bedingt durch die Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit und die dadurch hervorgerufene intensive Sedimentation (Ablagerung feinkörnigen Sediments am Gewässergrund) sowie weitgehende Beruhigung der Gewässersohle (kein oder nur wenig Geschiebetrieb) findet eine Umstrukturierung der benthalen Fauna statt. Dabei werden strömungsliebende (rheophile) Arten als typische Bewohner der Fließgewässer durch Organismen, die strömungsarme Gewässer bevorzugen (limnophile Arten), verdrängt. Diese Umstrukturierung findet jedoch nur dann statt, wenn infolge der Stauregulierung die Mindestfließgeschwindigkeit unter 0,4 m/s gesenkt wird [71]. In Bereichen mit erheblicher Sedimentation werden die für das Fließgewässer charakteristischen Hohlräume im Substrat der Gewässersohle mit feinkörnigem Sediment zugesetzt. Die für die Fließgewässer typische lithophile Fauna (Tiere, die Steine als Besied-

lungssubstrat bevorzugen) verschwindet somit, und an ihre Stelle treten psammo- und pelophile Arten (sog. Schlammbewohner). In der Regel werden durch den Aufstau eines Gewässers besonders solche Tierarten begünstigt, welche sowohl stehende als auch fließende Gewässer besiedeln können [50].

Durch die Stauerrichtung wird die Entwicklung der Makrophytenbestände im Gewässer gefördert. Als günstige Lebensräume für Makrophyten sind die Flachwasserzonen im Uferbereich der Stauhaltungen anzusehen, vorausgesetzt, daß diese Bereiche nur geringen Wasserstandsschwankungen unterworfen sind und durch den Wellenschlag nicht allzu stark beeinträchtigt werden.

Auch die Ichthyofauna erfährt infolge verminderter Fließgeschwindigkeit, anders strukturierter Nahrungsgrundlage, erhöhter Wassertemperatur und oft insgesamt schlechterer Sauerstoffversorgung des Gewässers einen beträchtlichen Strukturwandel. Schnell fließende, kalte und sauerstoffreiche Gewässer bevorzugende Kieslaicher wie Forelle, Äsche, Nase und Barbe werden von krautlaichenden Fischen wie Karpfen, Brachsen, Rotaugen, Rotfeder, Schleie, Hecht und Zander verdrängt. Letztere bevorzugen stehende bis langsam fließende, sommerwarme Gewässer mit gut entwickeltem submersen Wasserpflanzenbestand.

Günstige Lebensbedingungen werden durch eine Stauerrichtung insbesondere für überwinterrnde Wasservögel geschaffen. Die Errichtung von Leitwerken und Buhnen läßt großflächige Brut- und Nahrungsbiotope für Wasservögel entstehen.

Auch durch die **Unterhaltungsbaggerei** wird die Tierwelt des Gewässerbodens in Mitleidenschaft gezogen. Untersuchungen am Main und Neckar haben ergeben, daß sich im Bereich der Dauerbaggerstellen nur eine artenarme Lebensgemeinschaft einstellen kann. Arten mit längerer Entwicklungsdauer werden in ihrer Entwicklung durch die Baggerarbeiten dauerhaft gestört [77].

Die Verklappung von Baggergut in den Bundeswasserstraßen kann ebenfalls negative Folgen für die Benthalfauna haben, wenn gewisse Vorgehensweisen bei der Verklappung nicht beachtet werden. Durch Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß eine Verklappung von Schluff und Sand in vorwiegend grobkörnigen Sohlenbereichen in der Regel zu erheblichen und dauerhaften Veränderungen der Lebensgemeinschaft führt. Werden dagegen feinkörnige Sedimente in vorwiegend schluffig-sandige Flußsohlenbereiche verklappt, so sind lediglich unerhebliche und zeitlich begrenzte Beeinträchtigungen der Benthalfauna zu erwarten [72].

Der durch die vorbeifahrenden **Schiffe** erzeugte Sog

und Schwall im Uferbereich der Bundeswasserstraßen übt eine selektierende Wirkung auf die Lebensgemeinschaft der Gewässerufer aus. Dieser Selektion ist sowohl die Vegetation als auch die Fauna des Gewässers unterworfen. Nur einige wenige, speziell adaptierte Arten können dieser ständigen mechanischen Beanspruchung standhalten. Dazu gehören aus der Reihe der Pflanzen Seggen und Schilf und unter den Tieren einige Strudelwürmer, Schnecken, Muscheln, Egel, Köcherfliegen und Zweiflügler.

In den staugeregelten Bundeswasserstraßen kommen in der Regel hauptsächlich Stillwasserarten vor. Die durch die Motorgüterschiffe, Personenschiffe und Motorboote erzeugten Wellen schaffen im Uferbereich der Bundeswasserstraßen brandungsähnliche Verhältnisse, die eine Ansiedlung strömungsempfindlicher Arten erschweren, ja sogar unmöglich machen. Untersuchungen an mehreren Bundeswasserstraßen haben gezeigt, daß in Abschnitten mit intensivem Schiffsverkehr die Artenzahl der Besiedlungsdichte der Lebensgemeinschaft bis auf 46 % bzw. 65 % sinkt (s. Abb. 1.3.3) [62, 63, 68, 69, 74].

Die beim Fahren eines Schiffes erzeugten Wellen treffen in Form eines wiederkehrenden Wechsels von Sog und Schwall auf das Ufer auf. Diese mechanische Einwirkung führt zur Erosion der Ufer und zur Schädigung sowohl emerser als auch submerser Makrophyten (Ausreißen, Abknicken der Halme). Mit dem Rückgang der Ufervegetation nimmt auch die Zahl und Dichte der phytophilien Makroinvertebraten und Fische ab. Die in direkter Nähe des Ufers lebenden Makroinvertebraten, Fischbrut, Jungfische und Kaulquappen können durch heftigen Wellenschlag vernichtet werden. An den Erosionsstellen wird der Lebensraum der pelo- und psammophilen Arten zerstört.

Der durch die Schifffahrt erzeugte Sog und Schwall wirkt selektierend auch auf die Lebensgemeinschaft der Buhnenfelder. Die Selektion erfolgt direkt durch die Strömung, aber auch indirekt über die Veränderung der Substratverhältnisse. Die in verschiedenen Bereichen der Buhnenfelder anzutreffende artenarme Makrozoenbesiedlung ist als Resultat dieser Selektion zu deuten. Sog und Schwall können jedoch auch positiv auf die Lebensgemeinschaft der Buhnenfelder wirken, indem sie ständig für heterogene Substratverhältnisse sorgen [75].

Auch durch die Schiffsschrauben werden Tiere und Pflanzen auf der Stromsohle beeinträchtigt. Die durch den Sog der Schiffsschrauben bewirkte Aufwirbelung der Sedimente führt zu einer häufigen Substratumlagerung und zur verstärkten Erosion der Gewässersohle, wodurch die Ansiedlung von Tieren und Pflanzen erschwert wird.

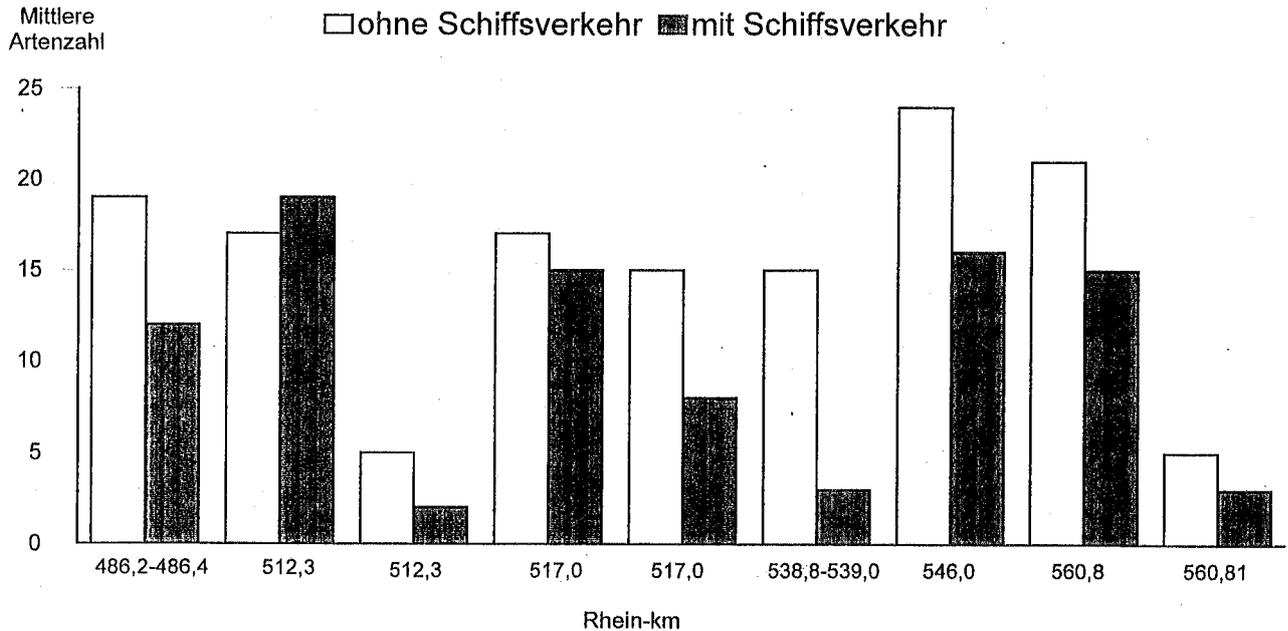


Abb. 1.3.3: Mittlere Artenzahl der Makrozoen im Rhein an verschiedenen Untersuchungsbereichen, jeweils mit und ohne Schiffsverkehr [68].

Die aufgewirbelten Sedimentpartikel trüben das Wasser und bewirken damit eine schlechtere Durchlichtung des Wasserkörpers. Die Pflanzen in den tieferen Schichten des Wasserkörpers bekommen nicht mehr genügend Licht, so daß nur in den oberen Schichten Photosynthese stattfinden kann. Die gesamte Biomassenproduktion nimmt ab und damit auch die Zahl der Primärkonsumenten.

Aufgewirbelte Sedimentpartikel beeinträchtigen auch zahlreiche aquatische Tiere, indem sie ihre Atmungsorgane (Kiemen) zusetzen oder bei Filternern die Nahrungsaufnahme behindern.

Durch den Schiffsfahrtsbetrieb gelangen Treib- und Schmierstoffe der Motoren sowie antikorrosive Mittel ins Wasser. Bei Havarien können zudem größere Mengen Treibstoff oder andere Substanzen in das Gewässer gelangen. Viele dieser Substanzen sind toxisch und haben eine negative Wirkung auf Wasserorganismen. Aufgrund ihrer schlechten biologischen Abbaubarkeit nimmt ihre Konzentration im Gewässer ständig zu. Durch Bildung eines Ölfilms wird der Gasaustausch (Sauerstoff/Kohlendioxid) an der Wasseroberfläche behindert. Die Ölprodukte verkleben außerdem die Atmungsorgane aquatischer Lebewesen, und können somit den Erstickungstod dieser Organismen verursachen. Auch das Selbstreinigungsvermögen des Gewässers wird durch toxische Substanzen stark herabgesetzt.

1.3.4 Ökologische Anforderungen an den Wasserbau

Der Ausbau eines Flusses zu einer Bundeswasserstraße, seine Hoch- und Niedrigwasserregulierung, sein Aufstau, seine Nutzung als Trink- und Betriebswasserlieferant sowie zur Aufnahme von häus-

lichem und industriellem Abwasser und nicht zuletzt als Freizeit- und Erholungsraum für den Menschen führen zwangsläufig zu Beeinträchtigungen der biologischen und ökologischen Verhältnisse im Gewässer. Dem entgegenzuwirken ist eine der wichtigsten Aufgaben des heutigen modernen Wasserbaus und der Wasserwirtschaft. Bei den oft konkurrierenden Nutzungsansprüchen ist dies für den planenden Ingenieur jedoch keine leichte Aufgabe. Durch ökologisch orientierte Maßnahmen muß er versuchen, die Auswirkungen zu minimieren und somit eine umweltverträgliche, ja sogar die umweltverträglichste Lösung zu finden; eine Aufgabe, die einer Gratwanderung gleichkommt.

Anhand einiger Beispiele wurde in den vorangehenden Abschnitten gezeigt, in welcher Art und in welchem Umfang des Leben im Wasser von natürlichen und anthropogenen Einflüssen abhängt. Unter biologisch-wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten ergeben sich für den ökologisch orientierten Ausbau und Unterhaltung der Bundeswasserstraßen folgende Kriterien, die unter dem Schlagwort „Naturnaher Ausbau und Unterhaltung“ oder präziser formuliert „ökologisch richtiger Ausbau und Unterhaltung“ stehen.

Ufergestaltung

Die Führung der Uferlinie und die Art des Uferausbaus sollten morphologisch möglichst vielgestaltig sein. Übermäßige Begradigungen der Ufer und die Verwendung von Spundwänden, Betonplatten sowie Pflasterungen und Vergußbauweisen sollten soweit irgend möglich vermieden werden [43, 45].

Sandige und kiesige Ufer müssen weitestgehend erhalten und an Stellen, wo dies möglich ist, neu ange-

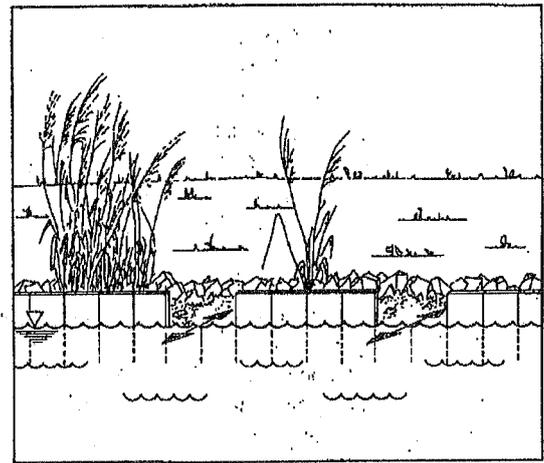
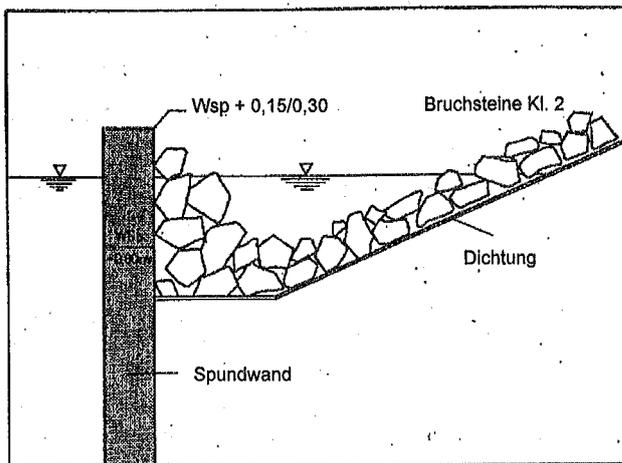


Abb. 1.3.4: Spundwand-Ufersicherung unter ökologischen Gesichtspunkt-

legt werden. Solche Ufer- und Flachwasserzonen stellen für eine Vielzahl von Insekten, Fischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren wichtige Nahrungs-, Laich-, Brut- und Rastbiotope dar.

Schluffige Ufer- und Bühnenfeldzonen bieten Sumpf- und Wasserpflanzen günstige Entwicklungsbedingungen. Ihre dichten Bestände dienen vielen aquatischen, amphibischen und terrestrischen Tierarten als Lebensraum.

Abbruchkanten und künstlich angelegte steile Lehmufer werden von Uferschwalben und Eisvögeln als Nistplatz genutzt.

Zur technischen Ufersicherung sollten bevorzugt lockere Steinschüttungen verwendet werden [70]. Diese sollten in der submersen Litoralzone (unter Wasser liegender Teil des Gewässerufers) weder mit Kies oder Mutterboden, noch mit technischen Baustoffen verfüllt werden, sondern durchlässig und möglichst hohlraumreich sein sowie eine gute Durchströmbarkeit aufweisen. Die baulich gefährdete Wasserlinie und der oberhalb dieser befindliche Teil der Uferböschungen ist Ort für Bepflanzungen (harte Flora, Gehölze).

Ist eine Verspundung der Gewässerufer unvermeidlich, so sollte, wenn immer auch möglich, hinter der Stahlspundwand ein möglichst breiter und, um ein völliges Durchfrieren zu verhindern, mindestens 1 m tiefer

Bruchsteinbereich geschaffen werden (Abb. 1.3.4). Dieser Bereich stellt einen vom Wellenschlag weitgehend geschützten Lebensraum dar, der die Ansiedlung strömungsempfindlicher Arten (darunter auch Makrophyten) ermöglicht. Durchlässe in der Spundwand sorgen für einen Austausch zwischen Kanalwasser und Flachwasserbereich. Eine solch breit angelegte Bruchsteinschüttung hinter der Spundwand stellt in Gewässerabschnitten, in denen auf eine Verspundung der Ufer nicht verzichtet werden kann, eine ökologische Bereicherung dieser sonst eher besiedlungsarmen Abschnitte dar.

In Schifffahrtskanälen müssen außerdem regelmäßig Wildausstiege für Klein- und Großwild angebracht werden.

Die Offenhaltung und Anbindung vorhandener Nebengewässer sowie die Anlage neuer Randgewässer gehören ebenfalls in die Liste der ökologischen Anforderungen an den modernen Wasserbau. Diese die Strukturvielfalt des Gewässerökosystems erhöhenden Lebensräume sind Wohnstätten und zugleich Refugialräume für viele Tierarten und spielen somit eine wichtige Rolle in der Neu- und Wiederbesiedlung des Hauptgewässers.

Bei der Gestaltung der Uferzonen sollte stets versucht werden, den Eintrag von Pflanzennährstoffen und Pestiziden aus land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen in das Gewässer zu unterbinden.

Gewässerbettgestaltung

Bei der Gestaltung des Gewässerbettes gilt als oberste ökologische Maxime die Schaffung einer möglichst hohen morphologischen Vielfalt. Eine einer Hügellandschaft ähnliche Gewässersohle, in der sich feinkörnige Sohlenareale mit grobkörnigen Zonen abwechseln, soll Planungsziel jeder Fahrrinnenvertiefung sein. Keineswegs darf bei Vertiefungsarbeiten ein Planum angestrebt werden. „Löcher“ in der Sohle sollten in Zukunft kein Anlaß zur Kritik, sondern eher Anforderungen an den Baggerführer sein.

Da im Zuge der Stauregelung der Flüsse die freifließenden Gewässerabschnitte drastisch reduziert wurden, müssen die Ausbauarten in diesen Abschnitten mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden. Dabei ist insbesondere an die Erhaltung und soweit möglich, an die Ausdehnung der vorhandenen Grobsteinareale zu denken. Diese Sohlenareale bieten nicht nur vielen lithophilen Makrozoen, sondern auch den kieslaichenden Fischen günstige Lebensbedingungen. Auch sollten künftige Stauerrichtungen mit der Maßgabe erfolgen, die Mindestströmungsgeschwindigkeit nicht unter 0,4 m/s zu senken.

Unterhaltungsarbeiten

Den ökologischen Belangen muß auch bei der Unterhaltung der Bundeswasserstraßen Rechnung getragen werden (vgl. a. Kap. 2.4). Die Unterhaltungsmaßnahmen finden ihren Niederschlag in den Gewässerpflegeplänen. In den für die einzelnen Bundeswasserstraßen (oder nur Abschnitte davon) erstellten Pläne wird Art, Umfang und die zeitliche Abwicklung der einzelnen Maßnahmen festgelegt. Unterhaltungsmaßnahmen wie z. B. Sicherung der Ufer gegen Erosion, Räumung der Flußsohle und der Bühnenfelder u.v.a.m. sollten in der Regel nur außerhalb der Fischschon-, Amphibienlaich- und Vogelbrutzeit vorgenommen werden. Gehölzarbeiten sollten grundsätzlich nur in den Wintermonaten durchgeführt werden.

Großflächige Unterhaltungsbaggerungen sollten mit zeitlichem Versatz und inselartig durchgeführt werden, um „Impfstellen“ für die Wiederbesiedlung zu erhalten. Um auch Arten mit längerer Entwicklungsdauer Etablierungschancen zu geben, sollte zwischen zwei Baggerungen eine möglichst lange Ruhepause eingelegt werden.

Wenn Baggergut im Gewässer verklappt werden muß, so sollte nach Möglichkeit eine Analyse der Korngröße des Baggergutes und des Sediments der Verklappstelle vorgenommen werden. Um eine dauerhafte Beeinträchtigung der Benthalfauna zu vermeiden, sollte das Substrat im Bereich der Verklappstelle stets die gleiche Korngröße aufweisen wie das Baggergut.

1.3.5 Resümee

Die oben kurz umrissenen Empfehlungen sollen dem im Wasserbau und in der Wasserwirtschaft tätigen Ingenieur ein Instrument an die Hand geben, mit dessen Hilfe ökologisch orientierte Gewässerausbau- und -unterhaltungsmaßnahmen möglichst umweltverträglich geplant und durchgeführt werden können. Wäre dem Wasserbau und der Wasserwirtschaft die Umsetzung solcher Vorschläge in die Praxis nicht bis jetzt schon recht gut gelungen, so wären die oben geschilderten positiven Befunde kaum denkbar, und es könnten heute viele an die Bundeswasserstraßen gestellten wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Anforderungen nicht mehr erfüllt werden.

Die zahlreichen Möglichkeiten der Einflußnahme auf die Planung und Ausführung von Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß das oberste Ziel aller Ausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen der Erhalt der Schiffbarkeit und des Wasserabflusses (somit des Hochwasserschutzes) und nicht die Gestaltung eines möglichst ursprünglichen Naturzustandes ist. Die ökologisch orientierten Gewässerausbau- und Unterhaltungsmaßnahmen bedeuten somit immer einen Kompromiß zwischen dem ökologisch Wünschenswerten, dem technisch Machbaren und dem finanziell Tragbaren.

2 Berücksichtigung ökologischer Anforderungen beim Ausbau und der Unterhaltung von Binnenwasserstraßen

2.1 Ökologische Besonderheiten beim Ausbau der Wasserstraße Main

Autor: Bauoberrat Dr.-Ing. Christoph Heinzelmann
Bundesministerium für Verkehr, Bonn

Zusammenfassung

Als Teil der transeuropäischen Rhein-Main-Donau-Wasserstraße (Abb. 2.1.1) wird der Main zwischen Aschaffenburg und Bamberg seit 1984 (Abb. 2.1.2) zur Wasserstraße der Klasse Vb ausgebaut. Der Ausbau umfaßt die Vertiefung und Verbreiterung der Fahrrinne sowie die Anpassung der in diesem Abschnitt zwischen 1921 und 1962 entstandenen Schleusenvorhöfen an die Bedürfnisse der modernen Binnenschifffahrt. In beiden Fällen spielen neben den technischen Aspekten die ökologischen Gesichtspunkte eine entscheidende Rolle.

Der überwiegende Teil der mit den Ausbaumaßnahmen verbundenen Eingriffe in Natur und Landschaft findet im aquatischen Lebensraum statt. Für die Bewertung dieser Eingriffe und die Ermittlung des Kompensationsbedarfs wurde ein 5-stufiges Bilanzierungsverfahren entwickelt. Bei den Eingriffen werden je nach Wirkungsdauer der Baumaßnahmen vorübergehende und dauerhafte ökologische Beeinträchtigungen unterschieden. Die Bewertung der Eingriffe erfolgt getrennt für die Teillebensräume: Flußstrecke, Wehrabflubbereich, Flachwasserzone und Bühnenfeld anhand von speziell auf die einzelnen Teillebensräume abgestimmten Beurteilungskriterien. Die Eingriffe gelten als ausgeglichen, wenn die Summe der bewerteten Kompensationsflächen bezogen auf die Summe der bewerteten Eingriffsflächen für die dauerhaften Beeinträchtigungen 100 % und für die vorübergehenden Beeinträchtigungen 5 % beträgt.

Zur Kompensation der Eingriffe in den aquatischen Lebensraum kommen in erster Linie Ufer- (Abb. 2.1.3) und Gewässerstrukturierungen (Abb. 2.1.4) in Betracht. Ziel dieser Begleitmaßnahmen ist es, die Lebensraumvielfalt strukturarmer Ufer- und Gewässerbereiche zu erhöhen. Auf diese Weise werden die Vielfalt der Lebensgemeinschaft und deren Stabilität gegen Umweltstörungen gefördert. Weitere typische Begleitmaßnahmen sind die naturnahe Umgestaltung der Seitenbäche des Mains im Mündungsbereich sowie die Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung innerhalb eines mindestens 20 m breiten Uferstreifens.

Als Beispiel für die Berücksichtigung ökologischer Belange bei der Modernisierung der Schleusenvorhöfen dient der z.Zt. im Ausbau befindliche untere Vorhafen der Schleuse Faulbach. Die Besonderheit dieses Vorhafenausbaus besteht darin, daß zur Schaffung ausreichender Warteplätze in Schleusen-