

Thema 4

Verbesserung und Schutz der Wasserstraßen und ihrer Umwelt

Berichtersteller: Dipl.-Ing. H. Meyer, Ltd. Baudirektor, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Mitte in Hannover; Rechtsanwalt H. U. Pabst, Geschäftsführer des Bundesverbandes der deutschen Binnenschifffahrt in Duisburg; Dipl.-Ing. B. Rümelin, Ministerialdirektor, Vorstandsmitglied der Rhein-Main-Donau AG in München; Dipl.-Ing. H. P. Tzschucke, Bauoberrat, Wasser- und Schiffahrtsdirektion Südwest in Mainz

Zusammenfassung

Die Verbesserung der Wasserstraße und ihres Nahbereichs unter Wahrnehmung des Umweltschutzes stellt ein sehr umfangreiches Thema dar, das wegen der gebotenen Kürze nur beispielhaft in Teilbereichen behandelt werden kann.

Flußregulierungen durch Leitwerke, Buhnen, Grundschwellen und Durchstiche dienen der Stabilisierung des Flußlaufes und haben erhebliche Erfolge im Hochwasserschutz erzielt. Dabei sind ein planmäßiger Ausbau über größere Flußstrecken und die Kenntnis der wasserbaulichen Grundlagen sowie das Berechnen und Erfassen aller Auswirkungen von erheblicher Bedeutung. Die Stauregelung eines Flusses mittels einer oder mehrerer Stauanlagen, sei es im Interesse der Wasserkraftnutzung, der Schifffahrt, der Sohlensicherung, des Grundwasserstandes, des Hochwasserschutzes oder aus anderen Gründen, stellt einen gravierenderen Eingriff in die natürlichen Verhältnisse eines Gewässers dar, als dies bei der Flußregulierung der Fall ist. Ein Abwägen aller Vorteile und Nachteile ist unabdingbar für einen landschaftsverbundenen Wasserbau. Schifffahrtskanäle dienen der Verknüpfung leistungsfähiger Wasserstraßen und dem Wasserstraßenanschluß von Industrieregionen. In letzter Zeit hat ihre Bedeutung für die Wasserversorgung einen besonderen Stellenwert erhalten. Parallel zu Flüssen verlaufende Seitenkanäle kommen wegen der damit verbundenen Nachteile für die Umwelt heute nicht mehr in Betracht. Bei der Planung und Ausführung der Kunstbauwerke einer Wasserstraße sind sowohl Funktionsgesichtspunkte als auch ein gefälliges Einfügen in die Landschaft zu berücksichtigen. Zu den Verbesserungen der Wasserstraße unter Wahrnehmung des Umweltschutzes gehört auch die Erhöhung der Verkehrssicherheit. Sicher zu gestalten ist die Fahrt der Schiffe bei Tag und Nacht sowie bei unsichtigem Wetter mit besonderer Berücksichtigung des Transportes gefährlicher Güter. Die Vielfalt der Maßnahmen erstreckt sich besonders auf Kennzeichnungen des Fahrwassers, einschließlich der Unterrichtung der Schifffahrt über besondere Fahrwasserhältnisse, ferner auf Ausbau und Anwendung der Funkdienste, Fortentwicklung der Fahrregeln, einheitliche Standards im Bau und in der Ausrüstung der Schiffe, Kennzeichnung der Fahrzeuge nach Typ und Ladung, sicheren Umschlag auf der Basis europäisch einheitlicher Hafenvorschriften und nicht zuletzt auf die Gestaltung der Schleusen und Schleusenvorhöfen unter Beachtung des Umweltschutzes. Die im Herbst 1973 ausgelöste Krise auf dem Mineralölmarkt hat die Wertschätzung der von weltwirtschaftlichen Wechselfällen unabhängigen Nutzung der ausbauwürdigen Wasserkräfte erhöht. Ein anschauliches Beispiel für die im Laufe der Jahrzehnte veränderte Bewertung der Wasserkräfte ist die Donau, der längste Flußlauf unter den mitteleuropäischen Strömen. Der Schutz vor dem Hochwasser stellt eine der ältesten Formen des Umweltschutzes dar. Die Zusammenfassung des Wasserlaufs in einem geschlossenen Bett mit geringer Betrauhtigkeit und die beträchtliche Verringerung der Retentionsflächen haben einen schnelleren Abfluß der Hochwasserwellen und eine Erhöhung der Hochwasserspitzen zur Folge. Ein Abflachen dieser Hochwasserscheitel ist durch Retentions-

räume, Entlastungsgerinne und einen aufeinander abgestimmten Wehr- und Kraftwerksbetrieb möglich. Dabei muß das Verständnis auf Verzicht der Besiedlung eines Teiles der bisher nicht genutzten Retentionsflächen im Interesse des Umweltschutzes aktiviert werden. Die Sohlenerosion als Folge von Stauregelungen stellt eines der größten Probleme bei dem Ausbau der Flüsse dar. Ein umfangreiches Untersuchungsprogramm ist für den Oberrhein eingeleitet. Jeder Flußausbau hat Auswirkungen auf die Wechselbeziehungen zwischen Gewässeroberfläche und Grundwasserspiegel im Nahbereich. Deshalb sind umfangreiche wasserbauliche Ergänzungsmaßnahmen notwendig, die zusammen mit den schadenverhütenden Maßnahmen erhebliche Kosten verursachen. Die Grundwasseranreicherung aus dem Fluß kommt der Landwirtschaft und denjenigen Wassergewinnungsanlagen, die Grundwasser im Ufervorland fördern, zugute. Im Interesse der Wassergüte in den Wasserstraßen hat die Binnenschifffahrt — der umweltfreundlichste Verkehrsträger — einen Bilgenentölerdienst im Rheinstromgebiet eingerichtet. Damit wird der Hauptanteil der aus Binnenschiffen stammenden Wasserverschmutzung, nämlich 95 % aller Bilgeöle, vom Gewässer ferngehalten.

Die verbleibende geringe Summe (Haushaltsabfälle, Abwässer) der von Binnenschiffen verursachten Wasserverschmutzung ist gegenüber den großen Mengen wasserschädlicher Stoffe aus den Bereichen der Industrie, Städte und Gemeinden eine zu vernachlässigende Größe. Das Schiffpersonal, das ja auf dem Wasser lebt, hat ein vitales Interesse an diesen von ihm auszuführenden Maßnahmen zur Verbesserung der Wassergüte in den Wasserstraßen und handelt danach. Was die Nutzung des Nahbereichs einer Wasserstraße betrifft, so ist beispielsweise am Rhein im Durchschnitt ein Viertel der hochwasserfreiegelegten Talflächen je zur Hälfte von der Industrie und von der Urbanisierung in Anspruch genommen. In dem durch Verkehrswege erschlossenen Nahbereich der Wasserstraßen sind Freizeitregionen für die Bevölkerung entstanden. Der Wildwuchs der Holzhütten, Zelte, Wohnwagen usw. an Flußufern ist in Verbindung mit den daraus resultierenden Abwasserproblemen erschreckend. Das Gemeinwohl bedarf des Eingreifens der öffentlichen Hand, um eine sinnvolle Ordnung in der Uferregion zu erreichen und durch eine ausreichende Überwachung zu gewährleisten.

Inhalt

	Seite
1. Wasserstraßenbau	78
1.1 Flußregulierung	78
1.2 Stauregelung	79
1.3 Schifffahrtskanäle	79
1.4 Querschnitt der Wasserstraße	80
1.5 Ufersicherung	82
1.6 Kunstbauwerke der Wasserstraße	83
2. Verkehrssicherheit auf Wasserstraßen	86
3. Energieerzeugung (Wasserkräfte)	88
4. Hochwasserschutz	89
5. Landeskultur	92
6. Wasserversorgung	96
7. Bemühungen der Schifffahrt um die Reinhaltung der Wasserstraßen	97
8. Nutzung des Nahbereichs der Wasserstraße	99

1. Wasserstraßenbau

1.1 Flußregulierung

Die Ziele der Flußregulierung durch Leitwerke, Buhnen und Grundschnellen sind Verbesserungen der Linienführung, des Wasserspiegelgefälles und der Querschnittsgestaltung bei verschiedenen Wasserständen.

Im einzelnen:

- Herstellen und Erhalten eines einheitlichen Flußbettes, wobei Inselbildungen, schlechte Übergänge und Ausweitungen beseitigt, Nebenarme und Stromspaltungen, soweit nötig, abgeriegelt werden.
- Abflachen von Krümmungen, u. U. auch Herstellen von Durchstichen bei zu starken Krümmungen.
- Regelung der Geschiebe- und Schwebstoffführung.
- Herstellen der erforderlichen Fahrwassertiefe für die Schifffahrt, zumeist durch Einschränkung der Breite mittels Regulierungsbauwerken — Buhnen, Sohlschwelen und Parallelwerke —, wobei die Niedrig- und Mittelwasserregulierungen mit dem Ziel eines festgelegten, einheitlichen Flußbettes auszuführen sind, die Hochwasserregelung unter unumgänglichen Einschränkungen der Überschwemmungsgebiete, möglicherweise unter Hinzuziehung von Rückstaubecken, Überlaufpoldern sowie Hochwasserflutmulden.

Um schädliche Vertiefungen, Uferabriss, aber auch Sohlenerhöhungen oder gar Verwilderungen zu vermeiden, ist der planmäßige Ausbau der Flüsse erforderlich. Die Kenntnis der wasserbaulichen Grundlagen und das Berechnen und Erfassen aller Auswirkungen sind bei jeder Maßnahme die Voraussetzung für eine einwandfreie Planung. Jede Einzelmaßnahme sollte nur als Bestandteil eines Ausbaukonzeptes für den gesamten Flußlauf gesehen werden.

Eine Flußregulierung wird in der Regel auf den mittleren Abfluß bezogen. Dieser entspricht ungefähr der bettbildenden und betterhaltenden Wasserführung. Aber schon eine weniger aufwendige Niedrigwasserregulierung bringt bereits wesentliche Verbesserungen.

Ein gutes Beispiel für eine Flußregulierung ist der Mittelrhein (Abb. 1). Er wird in der Weise ausgebaut, daß unter Zugrundelegung einer Niedrigwasserführung, die nur an 20 eisfreien Tagen erreicht oder unterschritten wird, eine konstante durchgehende Wassertiefe über größere Strecken erzielt wird. Der zu der vorgenannten Wasserführung und zu den entsprechenden Wassertiefen gehörige Wasserstand wird am Rhein als „Gleichwertiger Wasserstand“ bezeichnet. Auf der 205 km langen Strecke zwischen Neuburgweier/Lauterburg und St. Goar beträgt

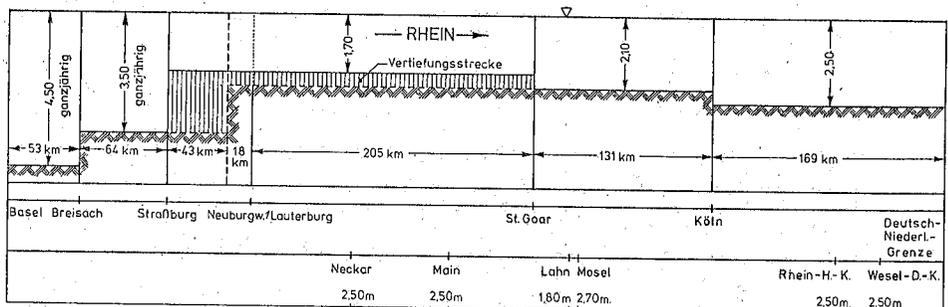


Abb. 1: Fahrrinntiefen des Rheins beim Gleichwertigen Wasserstand (GIW) von Basel bis zur deutsch-niederländischen Grenze

diese Wassertiefe jetzt durchgehend 1,70 m unter GIW; der derzeitige Rheinausbau hat in dieser Strecke eine durchgehende Vertiefung auf 2,10 m zum Ziel. Auf der 131 km langen Strecke zwischen St. Goar und Köln ist diese Tiefe bereits vorhanden. Zwischen Köln und der deutsch-niederländischen Grenze weist die 169 km lange Rheinstrecke durchwegs eine Tiefe von 2,50 m auf. Dieses Beispiel zeigt aber auch, wie schwierig es ist, bei einer bestimmten Wasserführung eine konstante Wassertiefe zu erreichen. Die genaue Dimensionierung der Querbauwerke und der Leitwerke kann nur grob bestimmt werden und ist in den Rahmen längerer Ausbaustrecken einzupassen. Nachregulierungen werden zur Erreichung eines solchen Bauzieles unerlässlich. Die Vorteile einer Flußregulierung liegen offensichtlich darin, daß es möglich ist, die Eingriffe in die ufernahen Bereiche gering zu halten.

1.2 Stauregelung

Die Stauregelung eines Flusses mittels Stauanlagen stellt einen weit gravierenderen Eingriff in die natürlichen Verhältnisse des Gewässers dar, als dies bei einer Flußregulierung der Fall ist. Durch den Einbau von Staustufen, die sowohl feste wie auch bewegliche Wehre zum Bestandteil haben können, findet eine Anhebung des Wasserspiegels statt, so daß die bisherige Abhängigkeit der Schifffahrt von der Wasserführung ihre Bedeutung verliert.

Jede Stauhaltung führt dazu, daß der Fluß selbst, seine Breite, seine Tiefe, sein Gefälle, seine Ufer, seine Geschiebe- und Schwebstoffverhältnisse eine mehr oder weniger starke Umwandlung erfahren. Die biologischen und physikalischen Verhältnisse im Gewässer werden erheblich verändert.

Veränderungen im pflanzlichen und tierischen Leben ergeben sich daraus, daß die langsamere mittlere Fließgeschwindigkeit und der weitgehend gleichbleibende Wasserstand unmittelbar oberhalb von Stauanlagen zwangsläufig zu Änderungen der Lebensbedingungen für Fauna und Flora führt. Zwar ist es möglich, durch Fischtreppen und Aalleitern Verbindungen zu den einzelnen Stauhaltungen zu schaffen, dennoch empfiehlt es sich, auf diese Anlagen zu verzichten und jedes Jahr Fischarten auszusetzen, die in den einzelnen Stauhaltungen verbleiben. Da die Flüsse in den Industriestaaten heute stark verschmutzt sind und aus anliegenden Besiedlungen und Industrien Abwässer eingeleitet werden, die häufig nicht genügend geklärt sind, wirken sich die einzelnen Stauhaltungen als Nachklärbecken mit der Folge aus, daß sich Schlamm oberhalb der Staustufen absetzt und es zu einem Verfaulungsprozeß dieser Ablagerungen kommen kann. Daß sich diese Erscheinung katastrophal auszuwirken vermag, zeigt eine im Jahr 1973 am Wehr Landsbergern in der Mittelweser eingetretene Faulgasexplosion. In der Kammer eines Sektorwehrs hatten sich bei Durchführung einer Reinigung diese Gase entzündet.

Außerhalb des Flußbettes kommt es in gewissem Umfang zu Veränderungen in der Landschaft. Bei der Stauregelung von Flußläufen ist es unbedingt erforderlich, die damit verbundenen Vorteile und Nachteile gegeneinander abzuwägen.

1.3 Schifffahrtskanäle

Parallel zu Flüssen verlaufende Seitenkanäle, wie z.B. am Oberrhein, kommen wegen der damit verbundenen Nachteile für die Umwelt heute nicht mehr in Betracht. Kanäle werden vorwiegend nur noch zur Verknüpfung vorhandener, aber voneinander getrennter Wasserwege zur Schaffung eines integrierten, leistungsfähigen Wasserstraßennetzes gebaut.

Hohe Auftragsstrecken sollten ebenso wie tiefe Einschnittstrecken vermieden werden, um die Landschaft nicht zu sehr zu zerschneiden. Andererseits ist ein Kanal für die Schifffahrt um so günstiger, je weniger Stufen (Haltungen) nötig sind.

1.4 Querschnitt der Wasserstraße

Die Schifffahrt ist für den Transport von Massengütern prädestiniert. Um diesen Verkehrszweig wirtschaftlich zu gestalten, ist anzustreben, möglichst große Schiffe unter voller Ausnutzung der Möglichkeiten, die der Verkehrsweg hergibt, verkehren zu lassen. Diesem Ziel dient der im Jahre 1961 gefaßte Beschluß des Ministerrates der Europäischen Verkehrsministerkonferenz, bestimmte Wasserstraßenklassen festzulegen und damit ein weitgehend einheitliches Wasserstraßennetz zu schaffen. Binnenschiffahrtsstraßen von überregionaler Bedeutung sollen mindestens der Wasserstraßenklasse IV zugeordnet werden, für die als Standardschiff das sogenannte Europaschiff mit 1350 t Tragfähigkeit und mit einer zulässigen Abladetiefe von 2,50 m bei 80 m Länge und 9,50 m Breite maßgebend ist. Zwar sind in den einzelnen Wasserstraßenklassen die Abmessungen für den benetzten Querschnitt nicht festgelegt worden; man war jedoch davon ausgegangen, daß eine optimale Dimensionierung nur nach einer angemessenen Berücksichtigung nautischer, hydraulischer, technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte möglich ist.

Zahlreiche Modell- und Naturversuche bei Stillwasserkanälen im In- und Ausland haben hinsichtlich der Wasserstraßenklasse IVa und IVb zu einer Dimensionierung des benetzten Querschnitts von $n = 7$ ($n =$ Verhältnis von Wasserquerschnitt zu eingetauchtem Schiffsquerschnitt) bei einer Wassertiefe von rd. 4 m geführt.

Für das Europaschiff ist hierbei eine Höchstgeschwindigkeit von $v = 12$ km/h zugrunde gelegt. Damit ist gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, daß zweigliedrige Schubverbände mit größerem Querschnitt (Schubverbände mit zwei Europa-Leichtern II von 11,4 m Breite) verkehren können. Die Leistungsfähigkeit eines Verkehrsweges ist zwangsläufig auch abhängig von den schwächsten Gliedern im Zuge des Weges. Neben Einengungen des benetzten Querschnittes können ebensowenig störende Kreuzungsbauwerke in Kauf genommen werden. Für sie ist bei der Planung ein einheitliches Mindestlichtraumprofil zugrunde zu legen, das den zukünftigen Verkehrsbedürfnissen gerecht wird. Wie bei den künstlichen Wasserstraßen sind auch für natürliche Gewässer Mindestanforderungen zugrunde zu legen. Natürliche Wasserwege sollen ihren Charakter auch nach dem Ausbau weitgehend behalten.

Ein typisches Beispiel für die Schaffung von Flachwasserzonen und kleinen Inseln bietet die 1974 begonnene Umgestaltung der staugeregelten unteren Fulda zwischen Kassel und Münden (Abb. 2). Das Flußbett wird im Staubereich oberhalb der Staustufe Wahnhausen kaum geändert. Die angrenzenden Wiesen werden nach dem Überstauen in Flachwasserzonen umgewandelt, wo zahlreiche Wasserpflanzen angesiedelt werden sollen, um hier gleichzeitig gute Lebensbedingungen für Fische und Vögel zu schaffen. Auch kleine Inseln werden entstehen, die sicherlich eine große Anziehungskraft für Vögel ausüben werden. An den Rändern der Flachwasserzonen werden Wanderwege entlang führen.

Die Querschnitte von Schifffahrtskanälen sind in der Regel trapezförmig gestaltet. Je nach den örtlichen Untergrundverhältnissen ergibt sich eine Böschungsneigung von etwa 1 : 2,5 und flacher. Viel diskutiert, vorwiegend wegen Verminderung des Energiebedarfs der Schifffahrt, werden in jüngster Zeit die Vorzüge der Rechteckform des Kanalquerschnittes. Ein solches Profil hat bei relativ kleinem hydraulischen Radius und glatten Wandungen dem bewegten Wasser bei Schiffsdurchfahrt oder auch bei Wasserabführung für Energiegewinnung relativ geringe Reibungsverluste entgegenzusetzen. Ein derart glattes Kanalprofil mit vertikalen oder annähernd vertikalen Begrenzungen im Wasserspiegelbereich steht den Gesichtspunkten des Umweltschutzes jedoch entgegen. Es stellt u. a. für Mensch und Tier eine große Gefahrenquelle dar, da es als eine „Falle“ angesehen werden muß, aus der man in der Regel nicht entweichen kann, wenn man sich einmal darin befindet. Das Rechteckprofil sollte trotz seiner Vorzüge für Schifffahrt und Energiegewinnung nur auf kurze Strecken dort Verwendung finden, wo andere Möglichkeiten der Profilgestaltung ausscheiden müssen.

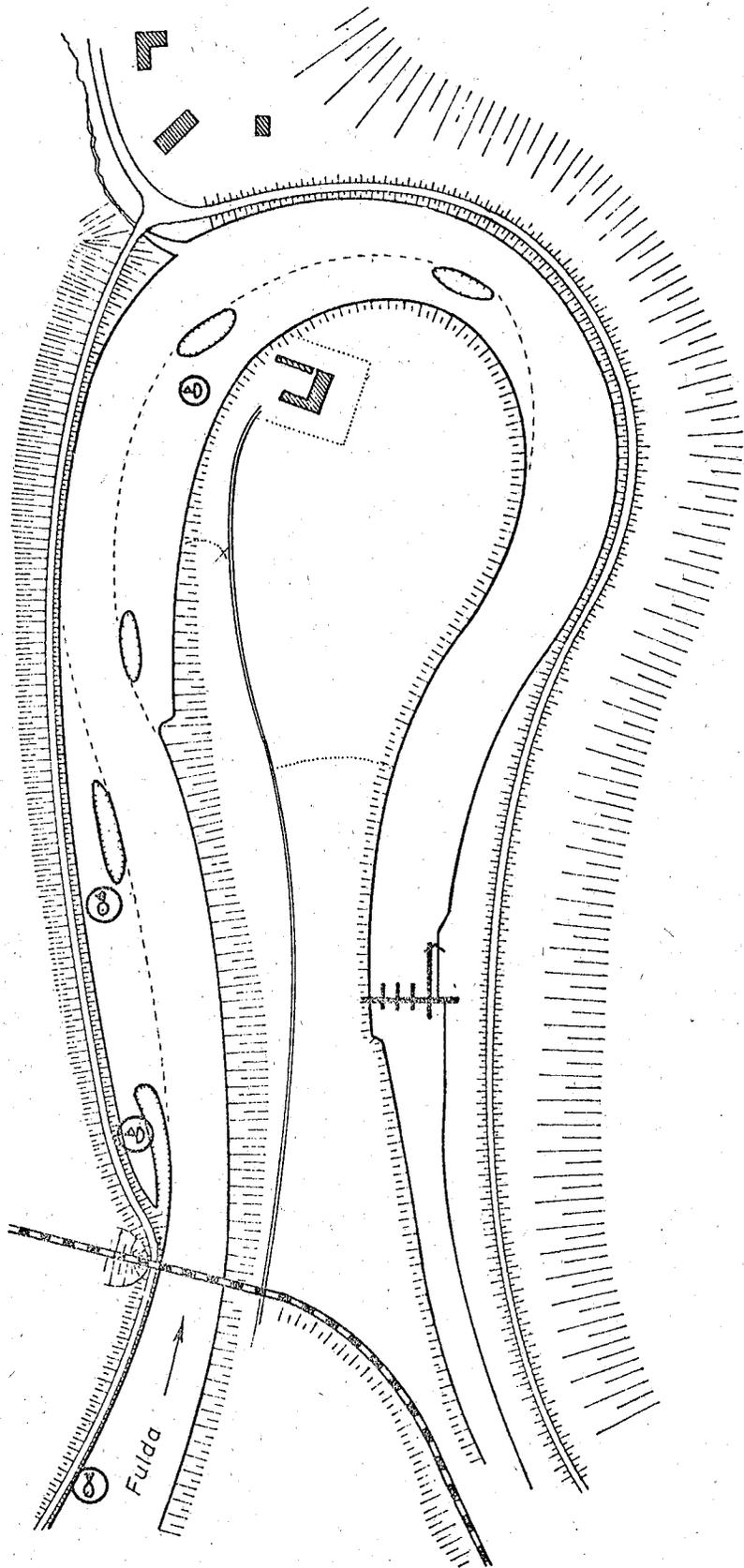


Abb. 2: Staufstufe Wahnhausen

1.5 Ufersicherung

Je nach der erforderlichen Funktion sind Uferdeckwerke zu gestalten. Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen durchlässigen und undurchlässigen Deckwerken.

Die früheren Deckwerke an Flüssen waren in der Regel durchlässige Uferbefestigungen. Sie hatten zumeist einen Unterbau aus Buschmatten, Geröll und Kies. Darüber wurden Pflasterungen bzw. Steinschüttungen aus Naturstein angelegt. Derartige Deckwerke hielten oft Jahrzehnte den Beanspruchungen, die im wesentlichen aus dem fließenden Wasser resultierten, stand. Andersartig sind demgegenüber die Beanspruchungen in relativ engen Schiffahrtskanälen, deren Querschnittsgrößen über das hydraulisch erforderliche Maß kaum hinausgehen. Bei der Schifffahrt durch Stillwasserkanäle entstehen Rückstromgeschwindigkeiten von etwa 1 m/s bei einer Wasserspiegelabsenkung von 50 — 70 cm. Das Zusammenspiel von Bug- und Heckwellen mit Rückströmung und möglichem Wasserüberdruck im Böschungsbereich erfordert ganz besondere Maßnahmen. In Einschnittstrecken mit grundwasserführendem Untergrund, also in solchen Bereichen, wo der Kanalwasserspiegel allgemein tiefer liegt als der umgebende Grundwasserhorizont, wird man in der Regel durchlässige Deckwerke einbauen (Abb. 3). Diese sollen in der Lage sein, den Kanal mit Grundwasser zu speisen und damit das Kanalwasser laufend mit Frischwasser zu ergänzen. Da das Lösen von Bodenteilchen aus dem Untergrund unbedingt vermieden werden muß (Verhinderung von Erosionen), ist als erstes der Aufbau eines wirksamen Filters im Böschungsbereich erforderlich. Die Filterschicht wiederum ist durch eine Decklage zu schützen, die gleichzeitig Strömungsenergien teils reflektieren, teils umwandeln soll. Je besser die Funktion der Energieumwandlung erfüllt wird, um so schneller beruhigt sich das Gewässer nach einer Schiffsdurchfahrt. Als Filter können die nach den Filterregeln aufgebauten Naturstofffilter dienen, im Unterwassereinbau wird in wachsendem Maße auf Kunststofffilter zurückgegriffen. Nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit ist die Kunststoffindustrie heute in der Lage, auf den anstehenden Untergrund abgestimmte Filtermatten herzustellen.

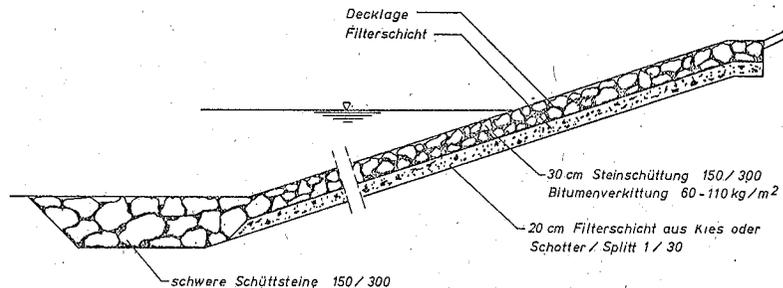


Abb. 3: Durchlässiges Deckwerk

Als Decklage kommen gebrochene Schüttsteine in Frage. Sie sollten aber miteinander flexibel verkittet sein (Bitumen), um das Auslösen einzelner Steine und damit den Beginn der Zerstörung der Decklage zu verhindern. Weiter können künstliche Formsteine (Betonsteine), die im Verbund verlegt werden, als Decklage dienen. Die Verlegung verläuft insbesondere im Unterwassereinbau weitgehend mechanisiert. Neuerdings werden durchlässige Asphaltdeckwerke erprobt. Staubereiche in Flüssen und solche Kanalstrecken, in denen der Wasserspiegel höher liegt als das Grundwasser im Ufervorland, sind besonders abzudichten. Hier kommt es darauf an, Sickerverluste zu vermeiden und die Uferregion vor Vernässungsschäden zu schützen. Das gesamte Fluß- bzw. Kanalbett in den entsprechenden Strecken ist mit einer besonderen Dichtungsschicht und darüber mit einer Schutzschicht auszustatten (Abb. 4). Die Dichtungs-

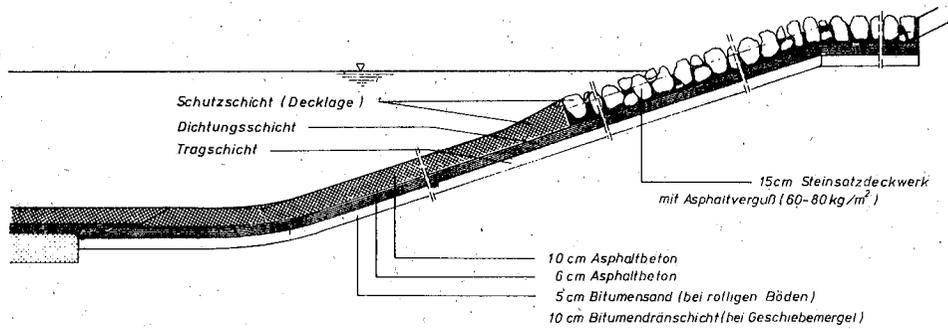


Abb. 4: Dichtes Deckwerk

schicht hat ausschließlich die Funktion der Abdichtung zu versehen, die Schutzschicht übernimmt im großen und ganzen die gleichen Aufgaben wie die Decklage des durchlässigen Deckwerkes. Während in früheren Zeiten die Dichtungsschicht fast nur aus Ton oder Stoffen mit Tonzusätzen, wie Hydraton usw., hergestellt wurden, die eine 50 bis 60 cm starke Schutzschicht aus Geröll und Schüttsteinen erforderlich machten, werden heute im stärkeren Maße Verfahren angewandt, in denen Dichtungs- und Schutzschicht vereinigt sind. Hier sind besonders die sehr verbreiteten Dichtungen aus Asphaltbeton zu nennen. Gerade bei der Anlage von dichten Deckwerken sollten die Gesichtspunkte der Schifffahrt und der Umwelt ernsthaft gegeneinander abgewogen werden (Tabelle 1).

1.6 Kunstbauwerke der Wasserstraße

Bei der Planung dieser Bauwerke (u. a. Stauanlagen, Schleusen, Kraftwerke, Pumpwerke, Brücken) sind sowohl Funktionsgesichtspunkte als auch ein gefälliges Einfügen in die Landschaft zu berücksichtigen.

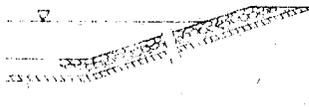
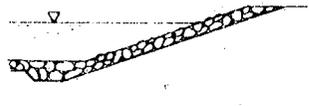
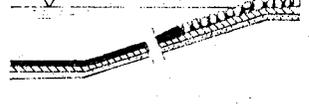
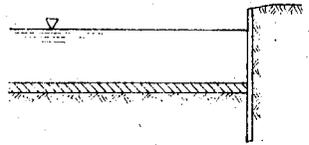
In einem engen, tief eingeschnittenen Flußtal können Wehre und Schleusen durchaus mit hohen Aufbauten ausgebildet werden, ohne daß sie das Landschaftsbild wesentlich stören. Das bedeutet für Wehre, daß als bewegliche Wehrkörper u. a. Zugsegmente, Dreigurt-Schütze und Walzenwehre eingebaut werden können. Für Schleusen bieten sich insbesondere bei großen Hubhöhen Hubtore am Unterhaupt an.

Im Flachland hingegen sollten hohe Aufbauten in der flachen Landschaft vermieden werden. Hier wird man mehr dazu neigen, Segmentwehre o. ä. einzubauen. An Schleusenunterhäuptern werden Stemmtore und Schiebetore bevorzugt, zumal hier normalerweise die Gefällshöhen nicht so groß sind. Stauanlagen sind in ihrer Gesamtkonzeption so anzulegen und anzuordnen, daß sie sich bei einem auftretenden Hochwasser nicht schädlich auswirken. Die Formgestaltung und die Größe der Abflußquerschnitte muß der zu stellenden Forderung auf ungehinderten Hochwasserabfluß gerecht werden. In der Regel wird der vollkommene Hochwasserabfluß durch die Wehröffnungen ermöglicht werden können. Es gibt aber Fälle, wo auch ein neben der Wehranlage liegendes Schleusenbauwerk und, soweit vorhanden, Wasserkraftanlagen mit zur Hochwasserabfuhr herangezogen werden können.

Stauanlagen bieten sich schließlich an zur Verbindung des Landverkehrs zwischen beiden Flußufern. Es gibt viele Beispiele dafür, daß Stauanlagen durch Straßenbrücken ergänzt sind und somit neben ihrer eigentlichen Funktion gleichzeitig der Verkehrsverbesserung zwischen den Regionen an beiden Flußufern dienen.

Tabelle 1

Beisp

	Systemskizze	Deckwerksart	Untergrund	
1		Durchlässiges Deckwerk	Feinsand	Filterschicht: Decklage:
2		Durchlässiges Deckwerk	Mergel, Schluff mit Feinsand	Filterschicht: Decklage:
3		Dichtes Deckwerk	Dammschüttung aus Sand und Kies	Dichtungsschicht: Schutzschicht: Decklage:
4		Dichtes Deckwerk	Dammschüttung aus Feinsand	Dichtungsschicht: Schutzschicht: Decklage:
5		Dichtes Deckwerk	Dammschüttung aus Sand	Dichtungsschicht: Schutzschicht: Decklage:
6		Spundwand-einfassung mit durchlässiger oder dichter Sohle	Eignung in fast allen Bodenarten	

r Deckwerksanlagen

Deckwerksaufbau	Schiffahrtsbelange	Umweltbelange
20cm dicker Mischkiesfilter 30cm dicke Steinschüttung Steinkantenlänge: 15 - 25cm Verklammerungsart: Bituminöser Verguß 80 - 110 Kg/m ² oder Metall - hüttenschlacke, Kantenlänge der gebrochenen Schlacke: 15 - 25cm	Die raue Decklage auf den Böschungen sorgt zwar für schnelle Beruhigung des Wassers, erfordert für die Schifffahrt jedoch erhöhte Antriebsenergien.	Für tierisches und pflanz- liches Leben im und am Gewässer gut geeignet.
Kunststoff - Filtervlies mit besonderer Rauigkeitsschicht. Hydr. - Filterstabilität 0,01 - 0,1cm/s Beton - Verbundsteine; Steinabmessung 14cm x 14cm x 69cm Aufgehängtes Deckwerk System terrafix.	Betonverbundsteine können je nach Formgebung als Decklage auf den Böschungen für die Schiff- fahrt günstiger sein als Schüttsteine.	Tierisches Leben im und am Gewässer möglich. Ansaat von Reet und Gras in den Fugen führt zu einer guten Begrünung und damit ent- sprechenden Einpassung in die Landschaft.
30cm dicke Tonschicht Böschung: 20cm Kies und Geröll Sohle: 50cm Geröll 40cm dicke Steinschüttung Steinkantenlänge 25 - 35cm	wie 1	wie 1
30cm dicke Steinschüttung, Kantenlänge 10cm - 25cm voll vermörtelt mit 120 l/m ² - kolloidaler Mörtel -	Die verhältnismäßig glatte Decklage auf Sohle und Böschungen bedingt geringere Energieverluste beim Schiffsantrieb.	Unter Wasser Algenbewuchs, förderlich als Nahrung für tierisches Leben. Unter Wasser sichtbare Beton- und Steinflächen ohne Bewuchs.
6cm Asphaltbeton auf 5cm Trag- schicht aus Bitumensand Sohl- und Böschungsbereich unter Wasser 10cm Asphaltbeton Wasserspiegelbereich 15cm Steinsatzdeckwerk mit Asphaltverguß 60 - 80 kg/m ² .	Geringe Verluste beim Schiffsantrieb, daher sehr vorteilhaft für die Schifffahrt.	wie 4
ein besonderes Deckwerk, da Spundwand- einfassung senkrecht oder annähernd senkrecht angeordnet ist.	Wegen der günstigen Profil- gestaltung und der glatten Wandungen des Gewässer- bettes für die Schifffahrt äußerst vorteilhaft.	Sowohl pflanzliches als auch tierisches Leben kaum möglich; zum Durchschwim- men für Mensch und Tier wenig geeignet; Leitern und Wildausstiege erforderlich.

2. Verkehrssicherheit auf Wasserstraßen

Verbesserungen der Wasserstraße unter Wahrnehmung des Umweltschutzes müssen auch im Sinne der Erhöhung der Verkehrssicherheit gesehen werden; sie können auf freien Flüssen durch vielfältige Maßnahmen erreicht werden. Sicher zu gestalten ist die Fahrt der Schiffe bei Tag und Nacht sowie bei unsichtigem Wetter mit besonderer Berücksichtigung des Transportes gefährlicher Güter.

Ist das Fahrwasser der Wasserstraße nicht durchgehend gleich tief und breit oder sind die Brückendurchfahrtshöhen unterschiedlich, bedarf es der Unterrichtung der Schifffahrt über die besonderen Fahrwasserverhältnisse, unterteilt nach Strecken, durch von Zeit zu Zeit herauszugebende Merkblätter und Schifffahrtskarten. Vorhandene oder neu auftretende Abweichungen innerhalb dieser Strecken (Fehltiefen und Fehlbreiten) sind zu kennzeichnen. Schriftliche Information allein genügt insofern nicht. Fehlbreiten z. B. werden am besten durch Tonnen markiert. Auf Fehltiefen ist bevorzugt durch schifffahrtspolizeiliche Hinweisschilder und Funk-Wahrschau hinzuweisen. Die letztere Maßnahme ist im Hinblick auf die Radarfahrt bei allen unerwarteten Verkehrseinschränkungen und -hindernissen unentbehrlich.

Zur Kennzeichnung des Fahrwassers haben sich im übrigen am Rhein einheitliche Betonungseinrichtungen nach Maßgabe des von der Rheinzentralkommission beschlossenen „Merkblatts über die Schifffahrtszeichen auf dem Rhein“ bewährt. Für die Fahrt bei Nacht und die Radarfahrt bei unsichtigem Wetter ist die Ausstattung der Tonnen mit Radarreflektoren oder anstelle der bei Hochwasser und Eis gefährdeten Tonnen die Aufstellung von Radar-Baken an Land (so am Niederrhein) wichtig. Hilfreich für die Nachtfahrt ohne Radar sind Orientierungslichter an Land, wie sie am Niederrhein und an der Donau nach einem zwischen Verwaltung und Schifffahrt abgestimmten Plan im Aufbau befindlich sind. Sofern eine besondere Wahrschau der Schifffahrt erforderlich ist, wird anstelle veralteter Flaggensignale die Lichtwahrschau bei Tag und Nacht als moderne Maßnahme angesehen, so wie sie sich auf der Mittelrheinstraße seit Jahren bewährt hat.

Radar- und Funkabsprachen zwischen Berg- und Talfahrern über den Kurs gehören als Navigationsmittel zusammen. Soweit erforderlich, bedarf die Wasserstraße zusätzlicher Ausstattung. Deshalb wurde die gebirgige Mittelrheinstraße im Jahre 1976 mit Funk-Relaisstationen ausgestattet als Voraussetzung für die Fahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter auch zu Tal. Die fortschreitende Ausrüstung der Schiffe mit UKW-Funk ermöglicht die bereits angesprochene Funk-Wahrschau auf schwimmenden Anlagen. Diese Einrichtungen sind in ausreichender Zahl vorzuhalten und bei Bedarf (Fehltiefen, Hindernisse, havarierte Schiffe im Fahrwasser etc.) einzusetzen. Da die Funkausrüstung für die Fahrt mit Radar und beim Transport gefährlicher Güter auf dem Rhein bereits vorgeschrieben wurde, war die Nutzbarmachung für den Schadens- oder gar Katastrophenfall naheliegend. Eingerichtet wurde bei Radio Koblenz eine von der Wasserschutzpolizei besetzte Funk-Notrufstelle mit einer einprägsamen Rufnummer, über die im Falle der Gefahr des Freiwerdens gefährlichen Ladeguts alle notwendigen Informationen sowie Schutz-, Hilfs- und Rettungsmaßnahmen organisiert werden, wozu das Personal des betroffenen Schiffes allgemein und in seiner speziellen Situation nicht in der Lage ist. In den anderen Rheinuferstaaten sind ebenfalls Funk-Notrufstellen eingerichtet worden, über die auch der Warndienst der Wasserwerke wirksam vervollständigt werden kann.

Als von besonderer Bedeutung erwiesen hat sich die Fortentwicklung der Fahrregeln. Nachdem schon seit längerem die Rechtsfahrt bei Nacht und unsichtigem Wetter auf der holländischen Rheinstraße sowie auf dem staugeregelten Oberrhein vorgeschrieben ist, erforderten die Ausbauarbeiten auf dem Mittelrhein ebenfalls die zunächst vorläufige Anordnung des abschnittweisen Rechtsverkehrs. Auf dem Niederrhein wurde ab 1. 4. 1975 versuchsweise die „geregelt Begegnung“ der Schiffe eingeführt. Ein ganz beachtlicher Rückgang der schweren Havarien, insbesondere bei der Begegnung der Schiffe, ist die positive Auswirkung der geregelten Begegnung.

Wesentliches Gebot des Umweltschutzes in bezug auf die Wasserstraße ist schließlich die Gewährleistung eines einheitlichen Standards im Bau und in der Ausrüstung der Schiffe. Die Grundlagen hierfür geben der Rheinschiffahrt die Rheinschiffahrtsuntersuchungsordnung in der neuen am 1. 4. 1976 in Kraft getretenen Fassung und das ADNR 1972 *). Gleiche Vorschriften gelten für die übrigen Wasserstraßen der Bundesrepublik. Mindestens auch auf die Wasserstraßen der anderen Vertragsstaaten der Mannheimer Akte sind die genannten Vorschriften auszudehnen. Die Anpassung auf allen mitteleuropäischen Wasserstraßen erscheint geboten, gerade im Hinblick auf den grenzüberschreitenden Verkehr und besonders hinsichtlich des Transports gefährlicher Güter. Dabei sind die Bau- und Ausrüstungsvorschriften im Verbund mit den verkehrspolizeilichen Vorschriften zu sehen, die Bestimmungen auch über die differenzierte Kennzeichnung der Fahrzeuge nach Fahrzeugtyp und Ladung und über besondere Zeichen enthalten, wie z. B. das Bleib-weg-Signal (nach Auslösung selbsttätig ablaufendes Schall- und Lichtzeichen, welches anderen Fahrzeugen gebietet, alle Maßnahmen zur Abwendung der drohenden Gefahr zu ergreifen, insbesondere Zündquellen auszuschließen und aus der Gefahrenzone zu flüchten).

Besonderes Augenmerk ist nicht nur der Fahrt, sondern auch dem sicheren Umschlag zu widmen. Der Erkenntnis, daß internationale Einheitlichkeit der schiffahrtspolizeilichen Vorschriften in bezug auf die Wasserstraße, das Schiff und dessen Verkehrsverhalten geboten ist, muß die Einsicht folgen, auch die Hafenvorschriften zu vereinheitlichen. Ebenso wichtig wie die Regelung des Umschlags im einzelnen mit sicheren Anlegestellen, genormten Anschlüssen, automatischer Umschlagsicherung durch Füllstandsmessung und Überlaufsicherung mit organisierter Überwachung mittels Checklisten und sonstiger Überwachung ist die Gewährleistung entsprechender Normen und Standards; denn in der Vielfalt, die menschliches Fehlverhalten begünstigt und nicht, wie anzustreben, hiervon befreit, liegt die Quelle der Gefahr für die unmittelbare und mittelbare Umwelt. Um so mehr zu begrüßen ist die erneute vom Schiffahrtsgerwerbe initiierte Ausarbeitung einer Musterhafenspolizeiverordnung durch die Länder der Bundesrepublik. Der sachgerechte Übergang der diesbezüglichen Kompetenzen auf den Bund würde die Grundlage für internationale Vereinheitlichung bei allen europäischen Binnenhäfen und Seehäfen bieten.

Die als Umweltschutzmaßnahmen zu begrüßenden Verkehrssicherheitsmaßnahmen aller Art, von denen vorstehend einige beispielhaft aufgeführt wurden, gelten nicht nur für freie Flüsse, sondern weitgehend auch für staugeregelte Flüsse und Kanäle. Zu den spezifischen Ergänzungen zählt insoweit die weitere Nutzbarmachung des UKW-Funks für die nautische Beratung in den Haltungen und bei der Einfahrt in die Schleusen, wie sich dies auf der Mosel seit Jahren bewährt hat und inzwischen auf den übrigen Kanälen und staugeregelten Flüssen ermöglicht wurde. Dabei gewinnen nicht nur die Vorteile des weitgehenden Verzehrs auf lärmbelästigende akustische Signale, sondern auch spezielle Unfallschutzmaßnahmen Bedeutung. Der Funk ist daher auch so einzusetzen, daß dem Schiffpersonal der zeitaufwendige und manchmal gefährliche Gang zur Schleusenzentrale aus verwaltungstechnischen Gründen (Abgabenerhebung, Statistik etc.) erspart wird. Soweit und sofern dies (noch) unvermeidbar ist, bedarf es recht verkehrssicherer Festmachemöglichkeiten in den Vorhäfen mit beleuchteten Landstegen sowie in den Schleusen (bevorzugt Schwimmpoller und geeignete Kantenpoller) und geeigneter Steigleitern. Überhaupt sind alle Schleusen und -vorhäfen unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes im Sinne des Unfallschutzes zu gestalten. Dazu gehören Einfahrleitwerke, die die gestreckte Schleuseneinfahrt ermöglichen, Markierungen der Schleusenammerbegrenzung, der Schleusenmittelachse und des Kammerendes, Abstandsangaben, von den Schleusentoren unabhängiger Torschutz, Kantenschutz, Scheuerleisten, sichere Schachtgitter etc. Bei Schleusen mit großer Hubhöhe sind Geländer auf der Schleusenplattform hinter der Kantenpollerlinie wünschenswert.

*) ADNR 1972 = Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter der Binnenschiffahrt = Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par voie de Navigation intérieure. Das „R“ steht für Rhin. BGBl. I 1971, Seiten 1851 ff.

3. Energieerzeugung (Wasserkräfte)

Der nach 1921 an Donau, Main und Neckar begonnene Bau von Schleusen und Wehranlagen in Verbindung mit Wasserkraftanlagen ist nach Ufersicherung und Hochwasserschutz durch Korrekturen aller Art im 19. Jahrhundert die dritte Stufe im Flußbau. Voraussetzung dafür war die geradezu stürmische Entwicklung im Bau von Turbinen, Generatoren und Wehrverschlüssen. Dabei konnten immer größere Fallhöhen und Abflußmengen bewältigt werden. Die untere Grenze der Wirtschaftlichkeit oder Rentabilitätsschwelle war in erster Linie durch Baukosten, Bauzinsen und Strompreise im Versorgungsgebiet bedingt; eine erhebliche Rolle spielte auch, ob die Kosten für die Stauerrichtung ganz oder teilweise der von der öffentlichen Hand finanzierten Wasserstraße angelastet werden konnten. Die im Herbst 1973 ausgelöste Krise auf dem Mineralölmarkt hat die Wertschätzung der von weltwirtschaftlichen Wechselfällen unabhängigen Nutzung der ausbauwürdigen Wasserkräfte erhöht.

Ein anschauliches Beispiel für die im Laufe der Jahrzehnte veränderte Bewertung der Wasserkräfte ist die Donau, der längste Flußlauf unter den mitteleuropäischen Strömen. Sieht man von kleineren Wasserkraftwerken an der Donau im Raum von Ulm ab, so ist das erste Flußkraftwerk mit Wehr und Doppelschleuse 1922 — 1927 oberhalb von Passau in der Kachletstrecke von der Rhein-Main-Donau AG erbaut worden; 1961 — 1964 auf eine Leistung von 53,7 MW modernisiert. 1952 — 1956 wurde die Jochensteinstufe, ein deutsch-österreichisches Grenzkraftwerk mit 132 MW errichtet. In der Donau zwischen Ulm und Kelheim, für die man schon früher einen Rahmenplan mit 19 Stufen aufgestellt hatte, ist 1959 — 1965 unterhalb der Illermündung eine aus 6 Stufen bestehende Kraftwerkskette mit insgesamt 52,5 MW gebaut worden; 1965 — 1971 folgte unterhalb der Lechmündung der Bau einer aus 4 Stufen bestehenden Kraftwerkskette mit 82 MW. Im Sommer 1975 hat man mit dem Bau der Wasserkraftwerke Bad Abbach und Regensburg mit zusammen 14,1 MW begonnen, wobei neben günstigen Baupreisen und dem Interesse des örtlich zuständigen Energieversorgungsunternehmens die für den Schleusenbau notwendige Stauerrichtung und der Zuschuß aus dem Investitionsförderungsgesetz der Bundesregierung in Höhe von 7,5 % der Baukosten ausschlaggebend waren. Noch vor Ende 1977 soll der Bau der beiden nächsten Wasserkraftwerke mit zusammen 44 MW im Zuge des Donauausbaues mittels Staustufen bei Geisling und Straubing begonnen werden.

Die Österreichischen Donaukraftwerke AG haben im Zuge des Donauausbaues mit Staustufen 1957 das Wasserkraftwerk Ybbs-Persenbeug mit 200 MW und 1963 das Wasserkraftwerk Aschach mit 275 MW in Betrieb genommen. In einer Art von Taktverfahren folgten 1968 die Inbetriebnahme des Wasserkraftwerks Wallsee-Mitterkirchen mit 210 MW und 1973 die Fertigstellung des Wasserkraftwerks Ottensheim-Wilhering mit 183 MW. Im Mai 1976 wurde das größte österreichische Donaukraftwerk Altenwörth mit 330 MW in Betrieb genommen, die Bauarbeiten für das Wasserkraftwerk Abwinden-Asten unterhalb von Linz sind bereits im Gange. Projektiert sind noch 6 weitere Wasserkraftwerke, dabei ein mit der Tschechoslowakei zu errichtendes Grenzkraftwerk.

Ungewöhnlich groß und meist noch nicht genutzt ist das Wasserkraftpotential der Donau in den COMECON-Staaten. In der tschechoslowakisch-ungarischen Donaustrecke sind ein Wasserkraftwerk bei Gabčíkovo mit 700 MW — nach einem bei Dunakiliti abzweigenden 25 km langen Seitenkanal — und ein Wasserkraftwerk bei Nagymaros mit 150 MW geplant. Eine jugoslawische Stufe bei Novisad ist in der Diskussion. Im Mai 1972 ist das jugoslawisch-rumänische Wasserkraftwerk Djerdap am Eisernen Tor mit einer Gesamtleistung von 2050 MW in Betrieb genommen worden. Eine weitere jugoslawisch-rumänische Wasserkraftstufe ist als Djerdap II mit 400 MW bei Gruja möglich. Die Vorarbeiten für ein rumänisch-bulgarisches Wasserkraftwerk mit 750 MW sind bei Turnu Margurele und Nikopol begonnen. Ein weiteres rumänisch-bulgarisches Wasserkraftwerk ist mit 400 MW bei Cernavoda-Silistra im Zusammenhang mit dem im Bau befindlichen Schiffahrtskanal Cernavoda-Constanza im Gespräch. (Tabelle 2)

Tabelle 2: Staatenanteile an der Donauenergie

	Kraftwerke	1976		End- ausbau		
		MW	GWh	MW	GWh	
D Bundesrepublik Deutschland	12 + 0,5 23 + 0,5	in Betrieb im Endausbau	269	1 630	398	2 488
A Österreich	0,5 + 5 0,5 + 11 + 0,5	in Betrieb im Endausbau	1 262	7 650	2 326	14 660
CS Tschechoslowakei	0,5 + 0,5 + 0,5	im Endausbau			525	2 660
H Ungarn	0,5 + 0,5	im Endausbau			425	1 990
YU Jugoslawien	0,5 0,5 + 0,5	in Betrieb im Endausbau	1 025	5 000	1 475	7 700
BG Bulgarien	0,5 + 0,5	im Endausbau			580	3 400
R Rumänien	0,5 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5	in Betrieb im Endausbau	1 025	5 000	1 805	9 600
Donau insgesamt	20 Kraftwerke in Betrieb 42 Kraftwerke im Endausbau		3 581	19 280	7 534	42 498

Stand 1976

Dieser kurze Streifzug entlang der Donau zeigt auf, daß große Wasserkraftreserven an der mittleren und unteren Donau noch ungenutzt sind und die kleineren Wasserkraftprojekte am Oberlauf nur dann verwirklicht werden können, wenn deren Rentabilität aus anderen Gründen zu rechtfertigen ist (Abb. 5). Dazu gehört, daß die Kernenergie und ihre Auswirkungen auf die Umwelt heute anders beurteilt werden als vor wenigen Jahren. Demgegenüber ist die Wasserkraft ein einfuhrunabhängiges, weniger sabotageanfälliges und vor allem umweltfreundliches Energiedargebot. Es treten keine Wassererwärmungen im Fluß und keine Dampfschwaden in der Luft auf. Die Wassergüte wird bei einem Aufstau von nicht oder nur mäßig verschmutztem Wasser nicht verschlechtert, weil die Wasserflächen und somit der Lebensraum für die abwasserreinigende Kleinlebewelt sich erheblich vergrößern. Bei einem stark verschmutzten Wasser wie im Unterlauf von Main und Neckar stellen die Stauseen sog. Zwischenklärbecken dar, die von Zeit zu Zeit durch Hochwasser durchgespült werden, wobei auch hier das unabdingbar anzustrebende Fernziel eine ausreichende Reinigung aller Abwassereinleitungen sein muß. Außerdem läßt sich durch einen Wasserschleier über den Wehrverschlüssen und durch die Einrichtung einer Turbinenbelüftung beim Kraftwerksbau der Sauerstoff im Wasser anreichern. Alles in allem ist mit dem Bau von Wasserkraftwerken eine Bereinerung und Verbesserung der Umweltfaktoren verbunden.

4. Hochwasserschutz

Der Schutz vor dem Hochwasser stellte eine der ältesten Formen des Umweltschutzes an einem Gewässer dar. Immer wieder zeigte es sich hierbei auch, daß die aus dem Hochwasser sich ergebenden Probleme nicht durch lokale Schutzmaßnahmen, sondern nur durch einen großräumigen, nicht durch politische Grenzen beschränkten Flußausbau gelöst werden können. So ermöglichte beispielsweise erst die durch den Wiener Kongreß geschaffene politische Landschaft den Beginn der Tulla'schen Rheinkorrektion zum Schutz der Bevölkerung am

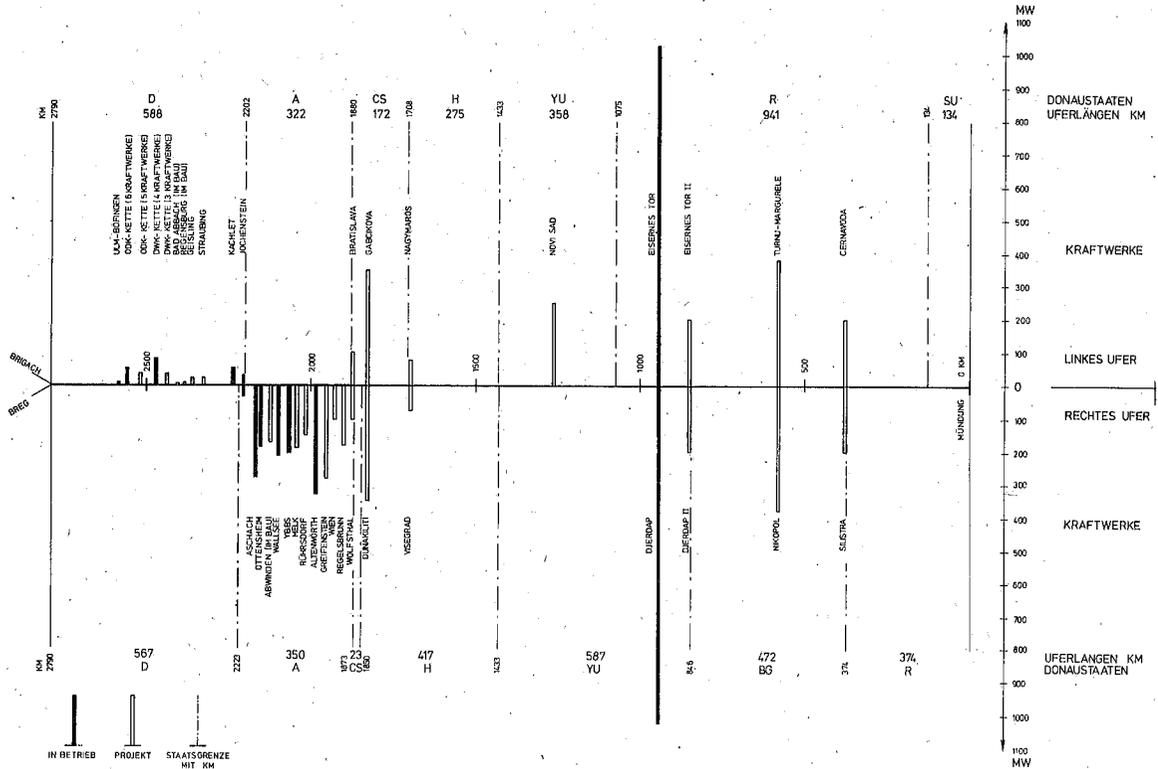
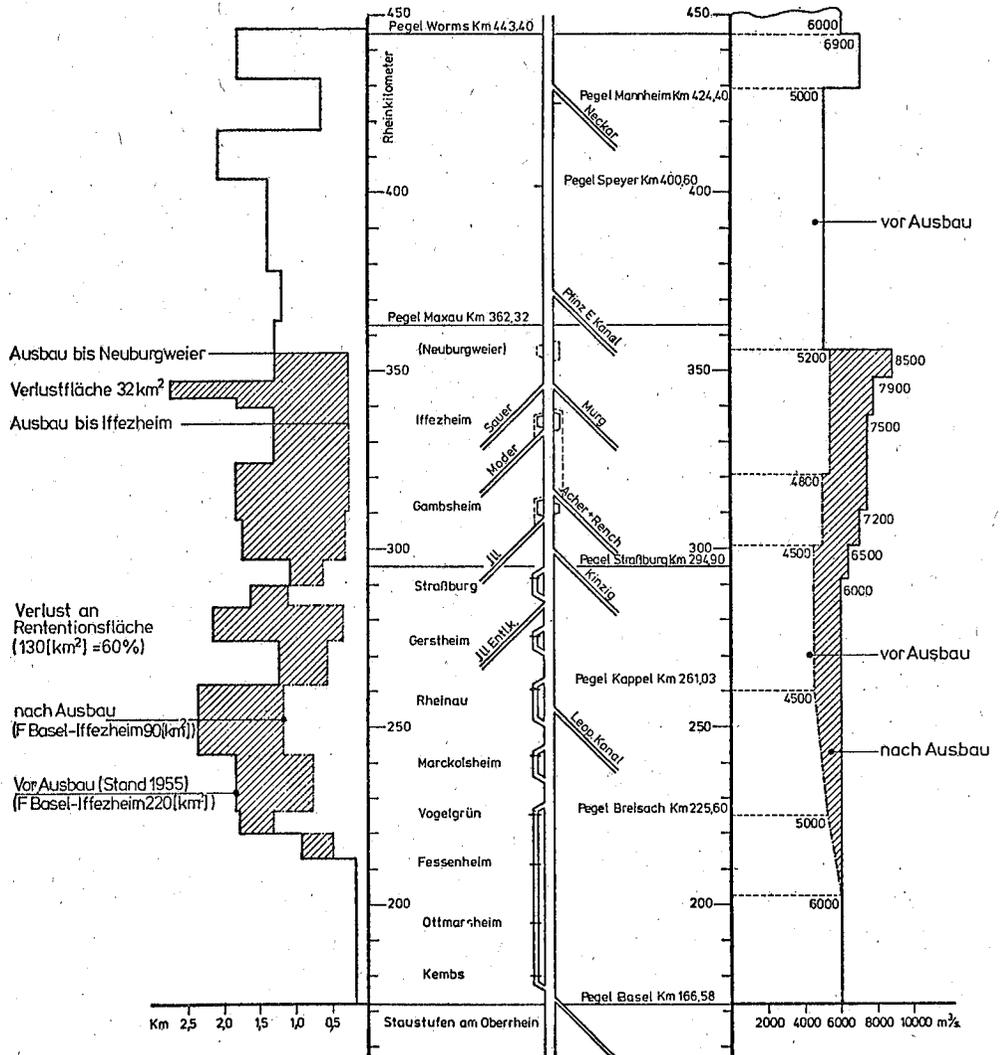


Abb. 5: Wasserkraftwerke und Uferlängen der Donaustaaten

Oberrhein vor den Verheerungen des Hochwassers. Durch die Zusammenfassung der zahlreichen, sich ständig verlagernden Flußarme in einem geschlossenen Gewässerbett wurde hier überhaupt erst eine Wasserstraße im Sinne dieses Wortes geschaffen.

Der weitere Ausbau dieser Wasserstraße durch Flußregulierung und später durch Stauregelung hatte wiederum Rückwirkungen auf die Hochwasserverhältnisse und damit die Umwelt zur Folge. In den einzelnen Stauhaltungen übernehmen die unmittelbar am Ufer liegenden Seitendämme, die beispielsweise am Oberrhein für die schadhlose Abführung eines 1000jährigen Hochwassers dimensioniert sind, zugleich die Funktion der bisherigen Hochwasserdämme und schützen künftig die rückwärtigen Überschwemmungsgebiete vor Hochwasser. Durch diese Abtrennung der bisherigen Vorländer verliert die Flußregion jedoch nicht nur Retentionsräume, sondern auch sogenannte „Regenerationsräume“ (Abb. 6). Die jahreszeitlich bedingten Überflutungen der Vorländer lieferten einen erheblichen Beitrag für die Grundwasserneubildung und hatten dadurch sowie durch die Ablagerung von Schwebstoffen Einfluß auf die Art der Vegetation des Gebietes. Nur durch künstliche Überstauung von Vorlandbereichen lassen sich nicht erwünschte Veränderungen der Vegetation vermeiden und die Erhaltung der Regenerationsfunktion erreichen.

Die Zusammenfassung des Wasserlaufs in einem geschlossenen Bett mit geringerer Betrau- higkeit und die beträchtliche Verringerung der Retentionsflächen haben einen schnelleren Abfluß der Hochwasserwellen und eine Erhöhung der Hochwasserspitzen zur Folge. Dadurch wird die Gefahr einer Überlagerung mit gleichzeitig ablaufenden Hochwassern der Nebenge- wässer vergrößert (Abb. 7).



Breite der Überschwemmungsflächen F
 Abb. 6: Schematische Darstellung der Überschwemmungsflächen und der schadlos abführbaren Hochwasserabflüsse am Oberrhein

Um die Hochwassergefahr für die nicht durch Seitendämme entsprechend geschützten Unterlieger nicht zu erhöhen, müssen die Hochwasserspitzen abgeflacht werden. Hierzu eignen sich besonders:

- a) Schaffen von Retentionsräumen in den früheren Überschwemmungsgebieten, am besten in Verbindung mit den bereits erwähnten Regenerationsräumen. Die Räume können entweder durch spezielle Flußwasserentnahmebauwerke oder über die als Streichwehre ausgebildeten Abschnitte der Seitendämme der Stauhaltungen gefüllt werden.

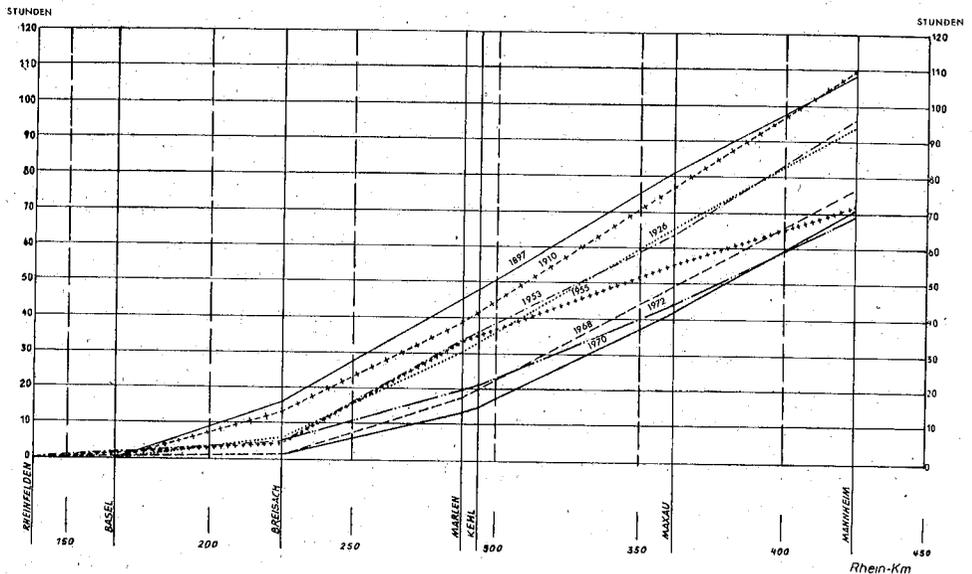


Abb. 7: Veränderung des Hochwasserablaufes als Folge der Baumaßnahmen am Oberrhein

- b) Nutzung von nicht ständig durchflossenen Flußabschnitten durch Einbau von sogenannten Kulturwehren als Retentionsraum, wie es am Oberrhein im Bereich der Stauhaltung Straßburg, oder Schaffung von neuen Entlastungsrinnen mit entsprechenden Regulierungseinrichtungen, wie es an der Donau im Bereich der Stadt Wien geplant ist; oder Nutzung von miteinander noch zu verbindenden Altarmen oder Bächen, die, wie z. B. an einigen österreichischen Donaustufen, durch die als Streichwehre ausgebildeten Dammstrecken im unteren Teil der Stauhaltung gefüllt werden.
- c) Abgestimmter Wehr- und Kraftwerksbetrieb bei den staugeregelten Wasserstraßen; wie z. B. im Seitenkanal und in den Kanalschlingen am Oberrhein. Diese sogenannten „Manöver“ werden zur Zeit besonders am Oberrhein durch Naturversuche bei hierfür geeigneten Hochwasserabflüssen sowie durch Modellrechnungen eingehend untersucht.

Diese Schutzmaßnahmen bedingen jedoch für ihre volle Wirksamkeit eine möglichst schnelle und exakte Hochwasservorhersage. Zum anderen muß das Verständnis für einen Verzicht auf Besiedlung eines Teiles der auch bisher dafür nicht genutzten Retentionsflächen im Interesse der Umweltschutzbelange — wozu ja auch der Schutz vor dem Hochwasser gehört — aktiviert werden.

5. Landeskultur

Jeder Eingriff in ein Gewässersystem hat Folgewirkungen sowohl auf den Wasserlauf selbst als auch auf seinen Nahbereich.

5.1. Veränderungen an der Wasserstraße

Die Sohlenerosion als Folge von Flußregulierungen oder Stauregelungen stellt eines der größten Probleme bei dem Ausbau der natürlichen Wasserstraßen dar. Dies zeigt sich sehr deutlich sowohl an der Elbe im Bereich der Staustufe Geesthacht als auch am

Niederrhein und besonders am Oberrhein. Die nachteiligen Auswirkungen durch die mit der Erosion verbundene Absenkung des Wasserspiegels auf den Grundwasserhaushalt und die Benutzbarkeit der am Strom gelegenen Häfen liegen auf der Hand. In einem umfangreichen, langfristigen Untersuchungsprogramm werden für den Oberrhein die folgenden verschiedenen Möglichkeiten zur Verhinderung bzw. zum Ausgleich der Sohlenerosion von den Dienststellen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes geprüft.

- a) Sohlenpanzerung: Einbringung einer ca. 1,20 m starken Schicht aus Kiesmaterial, das in seinen Abmessungen der angreifenden Schleppkraft widerstehen kann.

Vorteile: Kein baulicher Eingriff im Uferbereich. Die Kosten verteilen sich über einen längeren Zeitraum.

Nachteile: Sehr großer, langfristig kaum zu deckender Materialbedarf, da die durch Abrieb sich verringernde Schichtstärke ständig ersetzt werden muß.

Durch Schifffahrtsbetrieb unkontrollierbare, punktuelle Aufschüttung sowie in Fahrrichtung Rillen und seitliche Wülste.

Folgerung: Verhinderung der Erosion ist theoretisch möglich. Verfahren wegen unzulässiger Beeinträchtigung der Schifffahrt bei Wasserstraßen jedoch nicht geeignet.

- b) Geschiebezugabe: Einbringen von Kiesmaterial, das in seiner Kornzusammensetzung etwa dem anstehenden Sohlenmaterial gleichwertig ist, an der Erosionsstelle.

Vorteile: wie bei a)

Nachteile: u. a. ständiger, sehr großer Materialbedarf. Große Personal- und Geräteaufwendungen.

Folgerung: Erste Naturversuche haben gezeigt, daß es technisch möglich ist, bei Aufrechterhaltung des durchgehenden Schiffsverkehrs das Zugabematerial im Strom zu verklappen. Aussagen über das Verhalten des eingebrachten Materials — besonders auch im Hinblick auf die Sicherheit des Schifffahrtsbetriebes — können jedoch wegen der Kürze des bisherigen Versuchszeitraumes noch nicht gemacht werden. Ob mit dieser Methode der Wasserstand auf seiner bisherigen Höhe gehalten werden kann, muß jedoch erst noch durch weitere Natur- und Modellversuche geklärt werden, bevor etwas über die Wirksamkeit dieser Methode ausgesagt werden kann.

- c) Bau von Grundschwellen: Ob diese Methode, ggf. in Verbindung mit der Geschiebezugabe, zur Lösung des hier vorliegenden Problems geeignet ist, muß erst noch durch Natur- und Modellversuche geklärt werden.

- d) Bau von Staustufen:

Vorteile: Neben der Verhinderung der Erosion Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse und des Hochwasserschutzes sowie Nutzung der Wasserkräfte.

Nachteile: Bauliche Eingriffe in die Uferbereiche. — Erheblicher Kostenaufwand innerhalb eines kurzen Zeitraumes.

Folgerung: Derzeit die einzige, geeignete Methode zur Lösung des Erosionsproblems an Wasserstraßen.

- e) Absenkung des Uferbereiches: Um die Duisburger Häfen im Interesse der Schifffahrt wieder an die durch die Erosion tieferliegende Rheinsohle anzupassen, wurde das Abbauprogramm des Kohlebergbaus so gesteuert, daß eine gleichmäßige Absenkung des gesamten Nahbereichs erreicht wurde. — Dieses Verfahren dürfte jedoch auf diesen Einzelfall beschränkt bleiben.

5.2. Veränderungen im Nahbereich

Jeder Flußausbau hat Auswirkungen auf die Wechselbeziehung zwischen Gewässer-oberfläche und Grundwasserspiegel im Nahbereich. Ziel jeder Baumaßnahme sollte es sein, diese Wechselbeziehung zumindest auf Teilstrecken zu erhalten oder durch sogenannte „wasserbauliche Ergänzungsmaßnahmen“ auszugleichen. Auch um eine weitgehende Erhaltung der Landschaft zu ermöglichen, die in den flußnahen Regionen vielfach ja schon unter Naturschutz gestellt ist (z. B. die Auwälder am Oberrhein). Die verschiedenen Ausbauformen am Oberrhein (Abb. 8) zeigen in ihrer zeitlichen Reihenfolge, daß die Bedeutung des Oberrhein-grabens als Grundwasserreservoir zunehmend berücksichtigt wurde. Die negativen Auswirkungen des Seitenkanals und des nur noch eine geringe Restwassermenge abführenden Rheinlaufs auf das Grundwasser in Verbindung mit der vorangegangenen Sohlenerosion konnten in dem nördlichen Abschnitt durch das Kulturwehr Breisach teilweise ausgeglichen werden. Bei der anschließenden „Schlingenlösung“ wird nur noch im unteren Teil jeder Stauhaltung die zu nutzende Wassermenge in einen Seitenkanal abgeleitet. Um ein Absinken des Grundwassers unterhalb des Wehres zu verhindern, wurden in diesen nicht mehr von der Schifffahrt benutzten Abschnitten feste Wehrschwelle gebaut, die den Wasserstand auf einer dem bisherigen Mittelwasserabfluß annähernd entsprechenden Höhe halten. Um diesen Flußabschnitt gleichzeitig auch noch zur Hochwasserretention heranziehen zu können, ist in der Stauhaltung Straßburg anstelle der beiden festen Wehrschwelle der Bau eines Kulturwehres in Form eines Staubalkenwehres geplant. Um die Eingriffe in die umgebende Landschaft weiter zu verringern, wird bei den nördlich von Kehl/Straßburg liegenden Staustufen das Flußbett auf ganzer Länge für die Stauhaltung genutzt. Bedingt durch die starke Schwebstoffführung (neben den Feinsedimenten u. a. die große Abwasserfracht) dichtet sich die Stauhaltung in den Bereichen mit geringen Wasserstandsschwankungen (im unteren Teil einer Stauhaltung) meist schon nach kurzer Zeit. Dadurch wird die Kommunikation zwischen Gewässer und Grundwasser weitgehend unterbunden. Um den Sickerwasseranfall zu verringern, hat sich die Anordnung von Dichtungswänden — zumindest entlang eines Teiles der Stauhaltung — als zweckmäßig erwiesen. Wenn eine Einbindung in undurchlässigen Untergrund nicht möglich ist, können doch zumindest die oberen, meist stark durchlässigen Bodenschichten unterbrochen werden.

Neben den Gräben unmittelbar hinter den Seitendämmen zur Aufnahme des Sickerwassers wurden am Oberrhein im Zuge der wasserbaulichen Ergänzungsmaßnahmen vorhandene Gräben, Vertiefungen und früher durchflossene Flußarme durch Verbindung zu einem durchgehenden Wasserlauf ausgebaut. Dieses neugeschaffene, von Abwässern freizuhalten Gewässer übernimmt die Funktion des bisherigen Flußlaufes als Vorfluter für das sich neu bildende Grundwasser und kann außerdem auch das von dem Sickergraben nicht erfaßte Sickerwasser abfangen.

Neben seiner Entwässerungsfunktion kann dieses Gewässersystem (Abb. 9) auch in Verbindung mit Flußwasserentnahmebauwerken und Staueinrichtungen genutzt werden, um die durch den Ausbau nicht mehr möglichen jahreszeitlichen Überflutungen der Uferregionen wie bereits erwähnt künftig künstlich zu erzeugen. Um bei der Überstauung die gewünschte Einwirkung auf das Grundwasser zu erreichen, muß eine Kolmatation (Selbstdichtung) dieser Wasserläufe durch häufigen Wechsel der Wasserstände verhindert werden. Die erhöhte Selbstreinigungskraft des aus der Stauhaltung entnommenen Wassers durch den vermehrten Sauerstoffeintrag und die günstige Belichtung in den flachen Gräben sei nur am Rande erwähnt; desgleichen die vermehrte Nutzung dieser so ausgebauten Uferregionen für Fischerei und Freizeitinteressen.

In besiedelten Gebieten können zum Schutz vor erhöhten Grundwasserständen oder als Ersatz für die bisherige Grundwasservorflut umfangreiche Sickerleitungen in Verbindung mit Dichtungswänden notwendig werden, mit denen das Grundwasser abgefangen und in die Stauhaltung gepumpt oder in das Unterwasser abgeleitet wird. Bei durchlässigen Bodenschicht-

Übersichtsschema zum Ausbau des Oberrheins

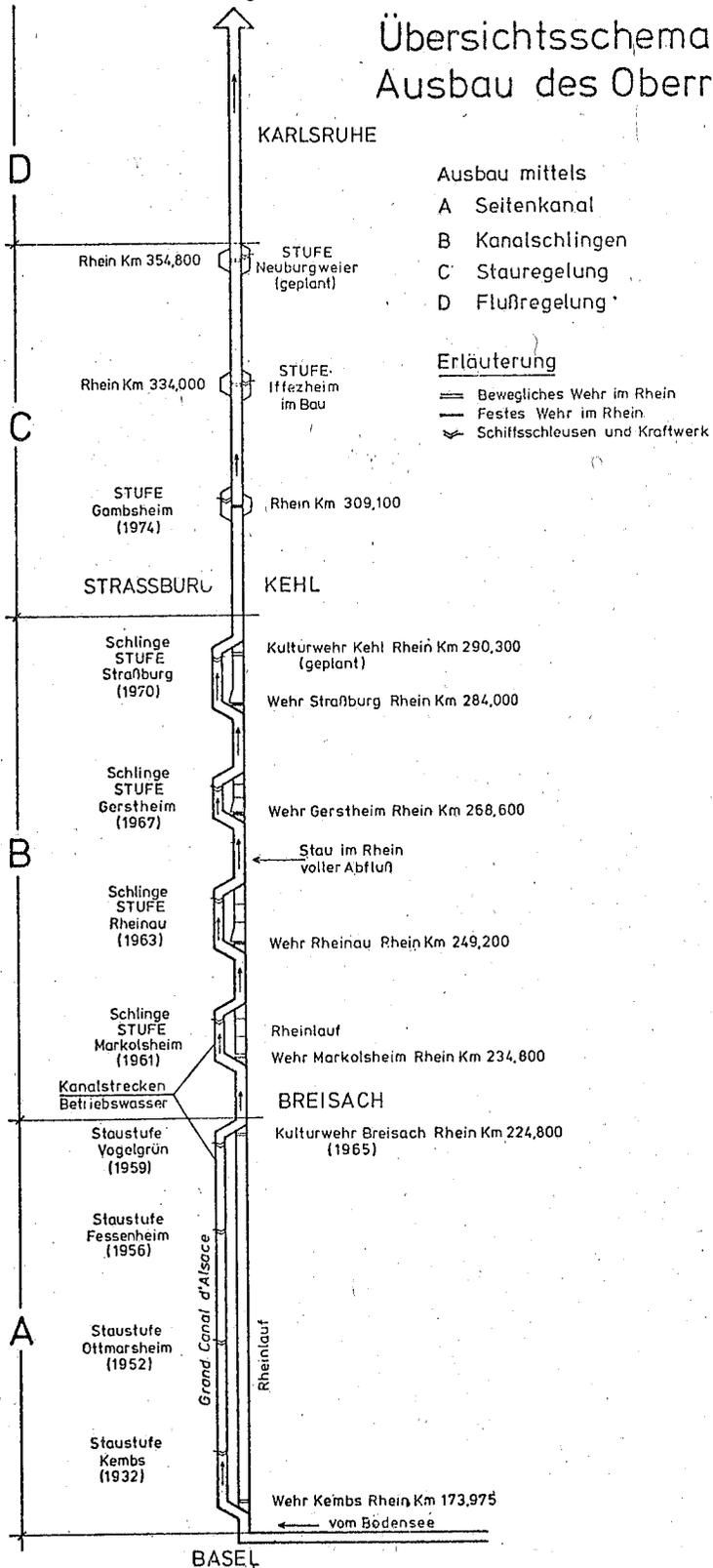


Abb. 8: Übersichtsschema zum Ausbau des Oberrheins

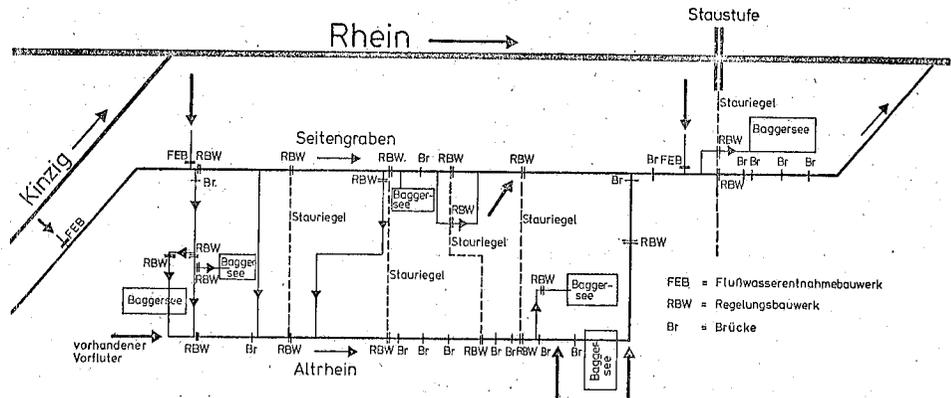


Abb. 9: Schema für den Ausbau der Altrhein im Bereich der Staufstufe Gamsheim

ten von großer Mächtigkeit sowie in dicht bebauten Ortschaften kann es bisweilen wirtschaftlicher sein, anstelle von Sickerleitungen, bei denen der Grundwasserstand nur in geringen Bereichen variiert werden kann, Tiefbrunnengalerien anzuordnen, wie es mit Erfolg in der Stadt Kehl am Rhein ausgeführt wurde.

Welche Bedeutung den über den eigentlichen Wasserstraßenbau hinausgehenden Baumaßnahmen und den schadenverhütenden Maßnahmen im Nahbereich beim Ausbau einer Wasserstraße zukommt, ist auch daraus zu ersehen, daß die Aufwendungen hierfür beim Moselausbau etwa 13 % und bisher beim Oberrheinausbau unterhalb von Kehl/Straßburg rd. 21 % der Gesamtinvestitionen betragen haben.

6. Wasserversorgung

Die Grundwasseranreicherung aus dem Fluß kommt — nicht nur in Trockenzeiten — der Landwirtschaft und denjenigen Wassergewinnungsanlagen, die Grundwasser im Ufervorland fördern, zugute. Besonders staugeregelte Flüsse ermöglichen eine Grundwasserspeisung, die je nach Bedarf mit Hilfe besonderer Einrichtungen gelenkt werden kann. Es ist darauf zu achten, daß die Grenzschicht zwischen offenem Gewässer und Grundwasser durchlässig bleibt. Bauliche Maßnahmen sollen so gestaltet werden, daß hindernde Schlammablagerungen vermieden werden. Die Erfüllung dieser Forderung ist gerade in der heutigen Zeit bei der starken Verunreinigung der Gewässer von enormer Bedeutung. Natürlich sollte bei dem permanent steigenden Wasserbedarf überall Wert darauf gelegt werden, daß nur ausreichend geklärtes Wasser wieder in die Gewässer eingeleitet wird; ein Anliegen, das nur mit strengen Auflagen gegenüber allen Wasserbenutzern schrittweise durchgesetzt werden kann. Bei der Errichtung von Schiffahrtskanälen ist in geeigneten Strecken die laufende Grundwasserzufuhr zu ermöglichen, um das Kanalwasser durch Frischwasser zu ergänzen.

Nicht nur Flüsse, sondern auch Kanäle dienen heute in ganz großem Umfang den Industrien als Wasserleitung. Die großen Stahlwerke an Rhein und Ruhr beispielsweise beziehen Frischwasser aus Rhein, Ruhr und Lippe, aber auch in beträchtlichem Umfang aus dem westdeutschen Kanalnetz. Fast 300 Millionen m³ Wasser werden diesem Netz jährlich vornehmlich für die Versorgung von Industriebetrieben entnommen. Etwa 80 % dieser Menge werden nach Gebrauch wieder dem Kanalnetz zugeführt, wobei mit Schmutzstoffen beladene Abwässer nicht eingeleitet werden dürfen.

Wasserentnahmen zu Kühlzwecken bei thermischen Kraftwerken werden heute wohl an allen deutschen Flüssen vorgenommen. An Rhein, Ems, Weser, Elbe, an Donau, Neckar und Main und vielen anderen nicht schiffbaren Flüssen sind Kraftwerke errichtet worden. Aber auch Schiffsfahrtskanäle bieten wachsenden Anreiz für die Errichtung von Kraftwerken in unmittelbarer Nähe. Aufgabe der planenden Ingenieure ist es, sich rechtzeitig mit der Frage der Möglichkeit des Kühlwasserangebotes und der Wiedereinleitung aufgeheizten Wassers auseinanderzusetzen, wobei auch in künstlichen Gewässern die Lebensbedingungen von Lebewesen und Pflanzen gewahrt werden sollten. Daneben besteht die Gefahr der Förderung von schädlicher Nebelbildung im Einleitungsbereich. Klima sowie Art und Umfang der Vegetation üben einen starken Einfluß aus. Eingehende Untersuchungen hierüber sollten bereits bei der Planung von Kraftwerken vorgenommen werden.

7. Bemühungen der Schifffahrt um die Reinhaltung der Wasserstraße

In den Vordergrund gerückt ist bei Schiffen die Beseitigung der Haushaltabfälle, der Abwässer und Ladungsreste. Die Haushaltabfälle, die zu einem großen Teil aus Speiseresten bestehen, sind grundsätzlich dem guten Fischfutter zuzurechnen. Gleichwohl ist von der Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung des Rheins mit dem Schifffahrtsgewerbe ein Organisationsplan für die Abfallbeseitigung entwickelt worden. Es hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß nur die kostenlose Abgabemöglichkeit in allen Häfen und an allen Umschlagplätzen erfolgreich sein kann, weil nur hierbei Aufwand und Belastung allseits gering gehalten werden. Der Organisationsplan, der auch den entgeltlichen Vertrieb von Müllsäcken einschließt, ist bereits teilweise und auf freiwilliger Basis durchgeführt worden; zu seiner vollen Wirksamkeit bedarf es jedoch der umfassenden Durchsetzung. Entbehrlich werden dann Zwischenlösungen, wie sie durch Einrichtung von Mülldeponien in Schleusenbereichen gefunden wurden, die aber wegen der Verlängerung der Aufenthaltszeiten an den Schleusen abzulehnen sind. Eine Konzentration auf die Plätze, an denen der Gang an Land üblich ist, erscheint unumgänglich. Überall dort, wo bereits Müllannahmestellen eingerichtet worden sind, werden sie vom Schiffspersonal auch in Anspruch genommen.

Die Abgabe von Mineralöl-Ladungsresten sollte zweckmäßigerweise an den Umschlagstellen stattfinden, wie es im Rheinstromgebiet üblich ist.

Die Einleitung von Abwasser aus Schiffen ist im Vergleich zu den Abwässern der Industrie sowie der Städte und Gemeinden geringfügig. Deshalb ist vorgesehen, Wasserfahrzeuge, die zur Beförderung von Gütern oder Personen bestimmt sind, von einer Gebührenpflicht zu befreien: *) „weil diese Erhebung einen erheblichen Verwaltungsaufwand bei verhältnismäßig geringem Effekt erfordern würde. Ein gewisser Ausgleich für die geringfügige Einleitung von Abwasser aus Schiffen ist dadurch gegeben, daß durch den Schiffsbetrieb Sauerstoff in die Gewässer eingetragen wird.“ Abgesehen hiervon muß festgestellt werden, daß noch keine mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln verwendbare und technisch praktikable Abwasserbeseitigungssysteme für Binnenschiffe bekannt sind.

Sonstige konsequente Wasserreinhaltung ist, was die Binnenschifffahrt betrifft, möglich, wenn die Ballastwasserabgabe von Tankschiffen einschließlich der schadlosen Beseitigung von Leergebinden durchgeführt wird. Ölhaltiges Ballastwasser kann am Rhein schon seit langem an bestimmten Plätzen gegen Entgelt, so z. B. in Duisburg, abgegeben werden.

Die Bilgenentölung wird auf dem Rhein schon seit Ende der 50er Jahre praktiziert. Im Rheinstromgebiet einschließlich Neckar, Main und Westdeutsche Kanäle stehen nunmehr 8 Bilgenentölerboote für Schiffe aller Flaggen zur Verfügung, und zwar

*) Bundestagsdrucksache 7/2272, S. 35 (§ 15 Nr.4)

- 3 im Raum Duisburg,
- 1 im Raum Emmerich—Mannheim,
- 2 im Raum Mannheim,
- 1 im Raum Main/Neckar,
- 1 im Raum Datteln (Westdeutsche Kanäle).

Diese Spezialboote, die ein Fassungsvermögen zwischen 20 000 und 200 000 l haben, übernehmen aus der Bilge der motorgetriebenen Fahrzeuge kostenlos das „Bilgenöl“ (Altöle und ölhaltige Bilgenwässer). In einem kontinuierlichen Arbeitsgang wird das Öl-Wasser-Gemisch aus der Bilge des zu lenzenden Motorschiffs angesaugt, das vom Wasser separierte Öl in die Öltanks des Bilgenentölerboots gepumpt und das Wasser mit dem von der Wasserbehörde vorgeschriebenen Reinheitsgrad in die fließende Welle geleitet. Das Bilgenöl, das wegen der Turbulenz in dem Abscheidungsvorgang noch einen Wassergehalt von ca. 20 % aufweist, wird an einem der rund 400 t fassenden Auffangtanks abgeliefert, wo durch Zwischenlagerung und Aufheizung des Bilgenöls der Wassergehalt möglichst bis auf 4 % reduziert wird. Von diesen Tanks aus gelangt das Bilgenöl zu den Unternehmen, die hieraus Zweitraffinate herstellen und die nicht verwertbaren Rückstände schadlos vernichten.

Die auf den Schiffen entstehende Bilgenölmenge ist abhängig insbesondere von der Leistung, der Laufzeit und der Pflege der Motoren. Aufgrund langjähriger Erfahrungen ist damit zu rechnen, daß im Durchschnitt je Motorschiff jährlich ca. 1200 l oder bei rund 8000 Motorschiffen, die das schiffbare Rheingebiet oberhalb der deutsch-niederländischen Grenze befahren, Jahr für Jahr ca. 10 Mio l Altöl anfallen. Die alljährlich steigenden Sammelergebnisse von rd. 0,6 Mio l im Jahre 1961 bis rd. 9,5 Mio l im Jahre 1975 zeigen deutlich den Wert der Einrichtung des Bilgentüberdienstes und die Wirksamkeit dieser Umweltschutzmaßnahme. Ca. 95 % (!) des aus den Binnenschiffen herkommenden Hauptanteils an möglicher Wasserverschmutzung (Bilgeöle) wird dem Wasser ferngehalten. Die verbleibende Summe aller von Binnenschiffen verursachten Wasserverschmutzungen ist danach verschwindend gering und gegenüber den großen Mengen wasserschädlicher Stoffe aus den Bereichen der Industrie, der Städte und Gemeinden eine zu vernachlässigende Größe. Gleichwohl läßt die Binnenschifffahrt in ihren Bemühungen nicht nach, ihren anerkannten Ruf, umweltfreundlichster Verkehrsträger zu sein, weiter zu festigen.

Daß die Bilgenentölerboote bei Ölunfällen durch Havarien, Schlauchbruch oder Tanküberfüllung auch ausgelaufenes Öl übernehmen, hat sich ebenfalls bewährt. Eine weitere von den Bilgenentölerbooten übernommene Aufgabe ist seit dem Jahre 1973 die Annahme von Leergebinden (Fässern und Kannen) zur schadlosen Beseitigung. Das auf der Strecke Emmerich—Mannheim eingesetzte Boot ist zur Erhöhung der Aufnahmekapazität mit einer Spezialpresse ausgestattet. Insgesamt wurden bis Ende 1975 über 17 000 Leergebinde gesammelt. Die Ufer des Rheins sind insoweit wieder „sauber“.

Zur Organisation dieser von kommerziellen Interessen unabhängigen Bilgenentölung hat der Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen die Gründung des Bilgenentwässerungsverbandes (BEV) betrieben. Die Aufgabe dieser öffentlich-rechtlichen, ausschließlich gemeinnützigen Körperschaft ist nach ihrer Satzung vom 9. 2. 1965 „die Förderung von Maßnahmen zum Schutze des Rheins, seiner schiffbaren Nebenflüsse und der mit ihm in Verbindung stehenden Schiffahrtskanäle sowie Häfen vor Verunreinigung durch verschmutzte Bilgenwässer und Mineralöle der Schiffe“. Die Mitglieder des BEV sind der Verein zur Wahrung der Rheinschiffahrtsinteressen e. V. (Duisburg) und die Arbeitsgemeinschaft der Rheinwasserwerke e. V. (Düsseldorf). Diese tragen je 10 % des Verlustes, der zu 80 % von den Ländern Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz getragen wird, welcher durch in sonstiger Weise nicht gedeckte Kosten des Bilgenentölerdienstes entsteht. Die Kosten können zu einem hohen Prozentsatz aus den — nach Marktlage schwankenden — Vergütungen gedeckt werden, welche die Aufberei-

tungsbetriebe für das abgelieferte Altöl bezahlen, zumal diese in Durchführung des wasserwirtschaftlich bedeutsamen Altölggesetzes vom 23. 12. 1968 gefördert werden. Außerdem gleicht das Bundesamt für gewerbliche Wirtschaft ab 1. 7. 1969 aufgrund des genannten Gesetzes und der Richtlinien des Bundesministeriums für Wirtschaft vom 21. 1. 1969 „erwiesene zusätzliche Kosten, die durch überdurchschnittlich schwierige Sammlungsbedingungen entstehen“ aus. Das Schiffpersonal, das ja auf dem Wasser lebt, hat vitale eigene Interessen an der Reinhaltung der Wasserstraßen und handelt danach.

8. Nutzung des Nahbereichs der Wasserstraße

Die Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege (Bonn) hat das Rheintal auf eine Länge von 866 km untersucht und festgestellt, daß ursprünglich mehr als 2000 Quadratkilometer Auwaldgelände bei Hochwasser überflutet waren und infolge der Wasserbaumaßnahmen in den letzten 150 Jahren etwa vier Fünftel davon hochwasserfrei geworden sind. Heute ist im Durchschnitt ein Viertel der hochwasserfreiegelegten Talflächen je zur Hälfte von der Industrie und der Urbanisierung in Anspruch genommen. Der Anteil der naturnahen Uferregion ist am Oberrhein mit 14,7 Prozent der Talniederung am größten, liegt am Hochrhein bei 13,6 und sinkt am Mittel- und Niederrhein auf 2,3 und im engeren Rhein-Ruhrgebiet auf 0,4 Prozent ab. Die beiden letztgenannten Prozentzahlen werden auch im Mainabschnitt Frankfurt—Mainz (Abb. 10) und im Neckartal zwischen Plochingen und Stuttgart streckenweise erreicht. Man kann auch umgekehrt sagen, daß durch wasserbauliche Maßnahmen der letzten 150 Jahre volkswirtschaftlich bedeutsame Geländeflächen gewonnen wurden, deren Wertzuwachs ein Mehrfaches der für den Wasserbau aufgewendeten Kosten erreicht oder noch erreichen wird.

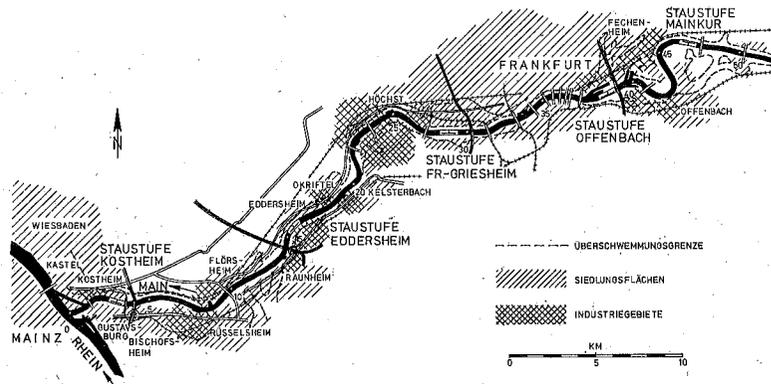


Abb. 10: Urbanisierung am Main zwischen Frankfurt und Mainz

Im Zusammenhang mit den verschiedenen Flußkorrekturen und Stauregelungen sind zunächst Anlegestellen, Umschlagplätze und Hafenbecken errichtet worden, wobei ein Teil der letzteren auch als Schutzhafen im Falle von Hochwasser oder Eis ausgebaut werden mußte. Die Freigabe einer ausgebauten oder neu errichteten Wasserstraße für den Schiffsverkehr, dessen Fahrzeuggrößen fortwährend zunahm, war in der Regel mit der Eröffnung von Häfen verbunden.

Die Industrie hat sich, soweit sie auf Massenguttransporte durch Schiffe angewiesen ist, an den Wasserstraßen angesiedelt und in Konjunkturperioden stürmisch entwickelt. Das aus

Flüssen oder Kanälen entnehmbare Kühlwasser ist zu einem entscheidenden Standortfaktor geworden, wobei man durch Wärmelastpläne die Grenzen der Aufwärmung des Gewässers festsetzen muß. Dies ist nicht nur für die Großchemie und Stahlindustrie von Bedeutung, sondern vor allem für die Standortwahl der thermischen Kraftwerke und insbesondere der Kernkraftwerke. Als Folge der letztgenannten Kraftwerke, die für die Deckung der Grundlast im Strombedarf geeignet sind, ist ein gesteigertes Interesse am Bau von Pumpspeicherwerken in der Nähe von Wasserstraßen zu verzeichnen, weil man auf diese Weise mit preiswertem Strom ein hoch gelegenes Speicherbecken durch Wasser füllen und in einem tiefgelegenen Kraftwerk wertvollen Strom zur Deckung des Spitzenbedarfs erzeugen kann. Die Wirtschaftlichkeit von thermischen Kraftwerken, die dann nicht für die Spitzenlast ausgelegt werden müssen, erhöht sich dadurch erheblich. Niederrhein, Untermain, Mittlerer Neckar und Oberrhein sind anschauliche Beispiele für die Entwicklung der Großindustrie an einer ausgebauten Wasserstraße, sofern die dabei hochwasserfreiegelegten Uferregionen wenigstens einen Kilometer breit sind; für kleinere Industriebetriebe genügen Uferstreifen geringerer Breite.

Der durch Stauanlagen angehobene und konstant gehaltene Wasserstand verursacht nicht nur eine Wiederbelebung verkümmerteter Auwälder, er gestattet auch eine beträchtliche Wasserentnahme für die Landwirtschaft und verbessert außerdem das Kleinklima bis zu den Steilhängen des Flußtales hinauf, wobei das Wasser der Stauseen mehr Feuchtigkeit an die Luft abgibt als die fließende Welle und überdies die mittlere Tag- und Nachttemperatur infolge Abgabe der am Tage im Stausee aufgenommenen Sonnenwärme um einige Grade — an der Mosel um 3 Grad Celsius — ansteigt. Durch pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen und durch Messungen der Temperaturen usw. in der Luft und im Wasser sind die vorteilhaften Veränderungen für Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Weinbaugebiete nachgewiesen. Im übrigen sollte man im Interesse der Ufervegetation vermeiden, das Weideland bis zum Wasser auszudehnen und die Uferzonen vom Vieh zertreten zu lassen wie am Niederrhein und seinen Zuflüssen.

Vergleicht man Stadtansichten um das Jahr 1650 mit heute aufgenommenen Luftaufnahmen von größeren Flußabschnitten, so ist die stürmische Ausweitung der Urbanisierung im Nahbereich der Gewässer besonders anschaulich. Der Flächenbedarf der Siedlungen und der Straßen hat sich besonders in den hochwasserfreiegelegten Uferregionen der Wasserstraßen, oft in Verbindung mit dem industriellen Wachstum, vervielfacht.

In dem durch Verkehrswege erschlossenen Nahbereich der Wasserstraßen sind Freizeitregionen für die Bevölkerung entstanden. Der Wassersport in all seinen Variationen bedarf zahlreicher Anlagen im Wasser sowie am Gewässerrufer und auf dem Gewässervorland, beispielsweise Anlegestellen, Sporteinrichtungen, Bootshäuser, Restaurationen, Campingplätze. Der Wildwuchs der Holzhütten, Zelte, Wohnwagen usw. ist in Verbindung mit den daraus resultierenden Abwasserproblemen an Flußufern erschreckend. Um der fortschreitenden Zerstörung der ursprünglichen Landschaft Einhalt zu gebieten, hat man Parkplätze, Wanderwege und Naturlehrpfade zur Erschließung der parkähnlichen Uferregionen mit Auwäldern, Bächen und Stillwasserflächen angelegt, die teilweise als Naturschutzgebiete ausgewiesen wurden.

Die Nutzung der Uferregion an den Wasserstraßen in dicht besiedelten und hoch industrialisierten Staaten darf nicht dem freien Spiel der Kräfte und der finanziellen Interessen überlassen werden. Das Gemeinwohl bedarf des Eingreifens der öffentlichen Hand. Es müssen Raumordnungspläne unter Wahrnehmung des Umweltschutzes aufgestellt werden, um die Nutzungsbereiche in der Kulturlandschaft gegeneinander abzugrenzen und die ordnungsgemäße Nutzung sicherzustellen. Vor einer Veränderung am Gewässer oder in der Uferregion sind Landschaftsgestaltungspläne im Benehmen mit Experten verschiedener Fachbereiche auszuarbeiten, wie z. B. im Bereich der unteren Altmühl vor ihrer Mündung in die Donau. Der ökologische

Fundamentalsatz der harmonischen Vielfalt und der kleinflächigen Strukturen muß dabei zur Geltung kommen. Entscheidend ist aber, daß eine sinnvolle Ordnung in der Uferregion unter gleichzeitiger Verbesserung der Wassergüte soweit wie möglich erreicht und durch eine ausreichende Überwachung gewährleistet wird.

Schriftumsverzeichnis

- [1] RHEIN-MAIN-DONAU AG: Kulturlandschaft und Wasserbau. Eigenverlag (Herbst 1974).
- [2] BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, ABTEILUNG WASSERSTRASSEN: Bundeswasserstraßen und Wasserwirtschaft im Jahre 1974. Zeitschrift Wasserwirtschaft (1975) Heft 10.
- [3] BERGER, W.: Der Rhein — gestern, heute, morgen. Jahrbuch der Hafenbautechn. Gesellschaft (1974/75) Band 34.
- [4] FENZ, R.: Heutige und geplante Wasserkraftnutzung an der Donau. Schweizer. Zeitschrift Wasser- und Energiewirtschaft (1973) Heft 3/4.
- [5] GRAEWE, H.: Der Ausbau des Oberrheins im Grenzabschnitt. Jahrbuch der Hafenbautechn. Gesellschaft (1969) Band 32.
- [6] KAGERER, K.: Landschaftsplan Donaulraum, Abschnitt Matting-Regensburg (1975). Eigenverlag der Rhein-Main-Donau AG.
- [7] KALWEIT, H.: Auswirkungen der Urbanisierung auf die Wasserwirtschaft eines großen Flußgebietes — Modell Rhein. Zeitschrift Wasserwirtschaft (1976) Heft 1/2.
- A8 KLOSTERKEMPER, H.: Die Bilgenentölung auf dem Rheinstromgebiet. Zeitschrift Wasserwirtschaft (1974) Heft 7/8.
- [9] KOOP, H.: Ein Jahr geregelte Begegnungen auf dem Niederrhein. Zeitschrift Binnenschiffahrts-Nachrichten (1976) Heft 16.
- [10] MEYER, H.: Der Einbau durchlässiger Böschungsbefestigungen an Schiffahrtskanälen unter Wasser bei laufendem Verkehr. Zeitschrift für Binnenschiffahrt und Wasserstraßen (1972) Heft 4.
- [11] MOSONYI, E.: Ausbau der Gewässer. Zeitschrift Wasserwirtschaft (1976) Heft 1/2.
- [12] RÜMELIN, B.: Mehrzweckaufgaben der Binnenwasserstraßen. Zeitschrift für Binnenschiffahrt und Wasserstraßen (1973) Heft 3.
- [13] RÜMELIN, B.: Das Binnenwasserstraßennetz in Mitteleuropa. Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (1974) Band 20.
- [14] RÜMELIN, B.: Schleusentreppe Rhein-Main-Donau. Zeitschrift Hansa (1975) Heft 17.
- [15] RÜMELIN, B.: Landschaftsverbundener Wasserbau im Bereich der Wasserstraße Rhein-Main-Donau. Leitmotiv Wasser, Festschrift zum 65. Geburtstag von Emil Mosonyi (1975).
- [16] SEILER, E.: Die Schubschiffahrt als Integrationsfaktor zwischen Rhein und Donau. Zeitschrift für Binnenschiffahrt und Wasserstraßen (1972) Heft 8.
- [17] TZSCHUCKE, H. P.: Ausbau des Oberrheins zwischen Basel und Neuburgweier/Lauterburg. Beiträge zur Hydrologie der Universität Freiburg (1974) Heft 2.
- [18] TZSCHUCKE, H. P.: Schadenverhütende Maßnahmen im Bereich der Staustufe Gamsheim. Zeitschrift für Binnenschiffahrt und Wasserstraßen (1975) Heft 6.