

Auelebensräume und Retentionsfunktion

Emil Dister

1. Einleitung

Auen sind die Niederungen entlang der Flüsse und Bäche, die mehr oder weniger regelmäßig von Hochwässern überschwemmt werden. Geomorphologisch sind sie meist als schmale, langgestreckte Depressionen erkennbar, die sich in unterschiedlicher Deutlichkeit gegen die umgebende Landschaft absetzen. Die Geländestufe an ihren Rändern mißt dabei nicht selten nur wenige Dezimeter, sie kann aber auch – wie etwa am mittleren Oberrhein – 10 m und mehr erreichen. Ökologisch gesehen ist der Wechsel von Trockenfallen und Überflutung der entscheidendste Faktor in diesem Ökosystem, der die Lebensgemeinschaften in ganz entscheidender Weise prägt. Alle übrigen, für die Aue wichtigen und charakteristischen Ökofaktoren hängen von diesem Hauptfaktor ab. Daher ist es unerlässlich, sich zunächst und ausführlich mit den **Wasserstandsschwankungen** zu befassen.

2. Ökologische Charakteristik der Flußauen

2.1 Wasserstandsdynamik

Diese läßt sich aus den Tageswerten der Wasserstände an den jeweils interessierenden Pegeln ablesen. Graphisch dargestellt und miteinander verbunden ergeben diese Pegelwerte eine Wasserstandsganglinie für einen bestimmten Zeitraum. Betrachtet man die Wasserstandsganglinien mehrerer Jahre an einem beliebigen mitteleuropäischen Flußpegel, etwa am Rheinpegel von Worms (vgl. **Abb. 1**), so wird deutlich, daß hinsichtlich der Wasserstandsdynamik kein Jahr dem anderen gleicht; die Anzahl der Hoch- und Niedrigwasserereignisse, ihre absoluten Pegelwerte, ihre Dauer, ihr jahreszeitliches Auftreten und andere Merkmale der Ganglinie variieren von Jahr zu Jahr beträchtlich.

Dies gilt nicht nur für die hier dokumentierten Jahre 1976, 1977 und 1978, sondern läßt sich für den gesamten Zeitraum nachweisen, in dem dieser Pegel existiert (seit 1819), ja es scheint sogar für alle mitteleuropäischen Flüsse Gültigkeit zu besitzen, wie aus den einschlägigen gewässerkundlichen Jahrbüchern (vgl. u. a. BAYERISCHES LANDESAMT f. WASSERWIRTSCHAFT 1983, MINISTERE de l'ENVIRONNEMENT 1983, INSTITUT f. WASSERWIRTSCHAFT 1984) und unveröffentlichten Pegeldata abgeleitet werden kann. Durch diesen unregelmäßigen Wechsel der Wasserstände wird auch verständlich, warum in der Wasserwechselzone, besonders im Bereich der Mittelwasserlinie, praktisch jedes Jahr andere Tiergesellschaften und – soweit es die kurzlebige Auenvegetation betrifft – auch andere Pflanzengesellschaften zur Entwicklung kommen (vgl. u. a. DISTER 1980, FRITZ 1982, HEIMER 1983, WINKEL & FLÖSSER 1986).

Trotzdem gibt es natürlich einige allgemeine Züge der Wasserstandsdynamik, die sich mit Hilfe der gewässerkundlichen Statistik fassen lassen. Betrachtet man die langjährigen Monatsmittel der

Wasserstände, so ist am nördlichen Oberrhein (Pegel Worms) ein allmählicher, kontinuierlicher Anstieg der Werte bis zur Mitte des Kalenderjahres (Juni/ Juli) hin festzustellen; dann erfolgt ein rel. rascher Abfall bis zum November, dem Beginn des hydrologischen Jahres (vgl. **Abb. 2**).

Zweifellos spiegelt sich darin der allgemeine Witterungsverlauf im Einzugsgebiet des Oberrheins wider. Es handelt sich ja um ein Sommerregengebiet, wobei die Niederschläge im Sommer auch im alpinen Raum meist direkt in den Abfluß eingehen und noch Verstärkung durch die Schneeschmelze in den Hochlagen erfahren, während sie im Winter zunächst als Schnee gespeichert werden.

Vergleicht man dazu die entsprechenden Pegelwerte der March (bei Marchegg, Niederösterreich), die überwiegend aus den Mittelgebirgen der Tschechoslowakei gespeist wird und in der Nähe von Bratislava in die Donau mündet, so ergibt sich ein anderes Bild; die durchschnittlich höchsten Wasserstände werden bereits im April erreicht, die niedrigsten treten im September auf. Darin kommt die Schneeschmelze, verbunden mit den Frühjahrsregen, in den östlichen Mittelgebirgen zum Ausdruck.

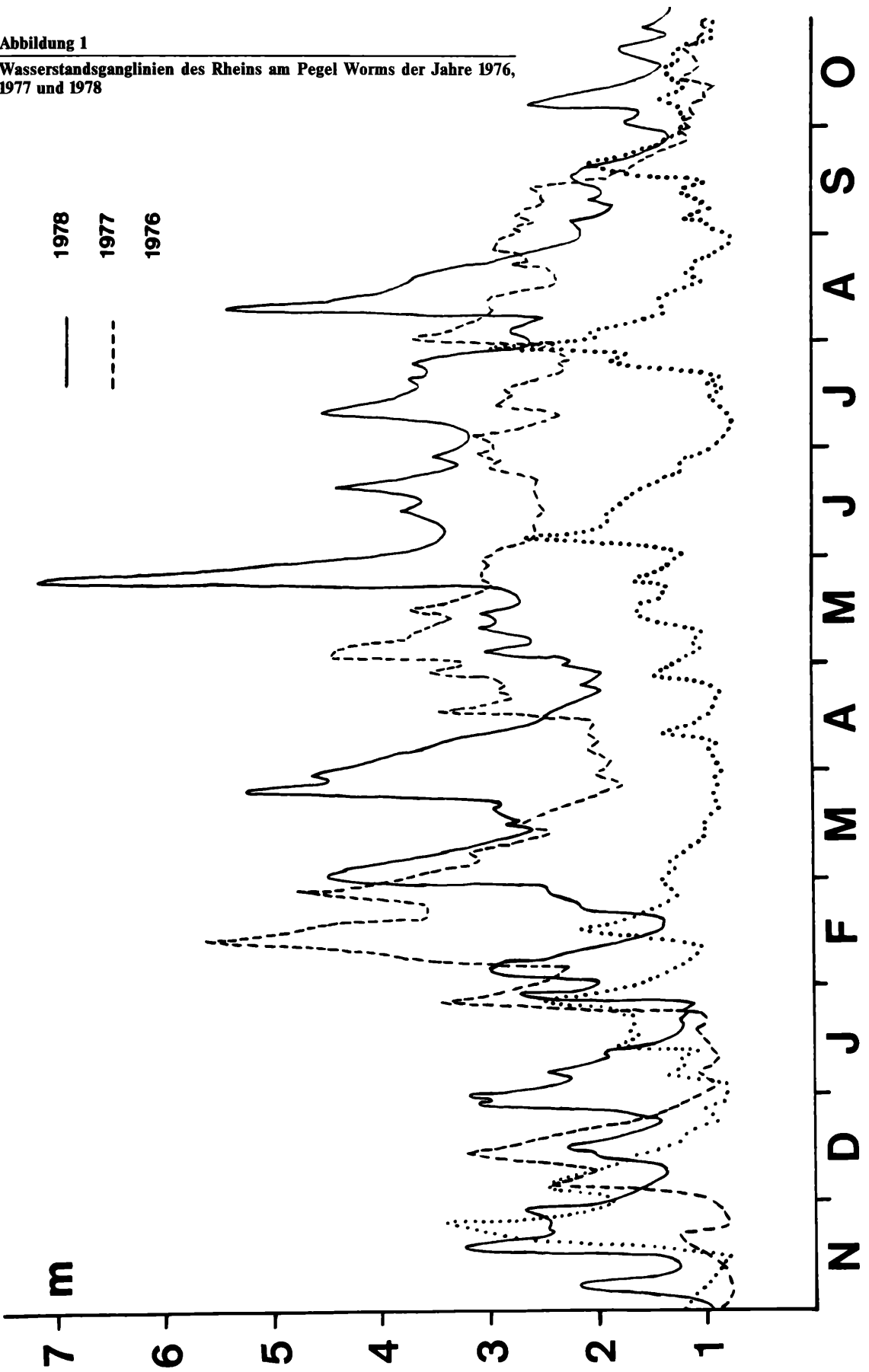
Noch weiter zum Jahresbeginn hin verschoben sind die höchsten Monatsmittel der Wasserstände an der mittleren Loire (Pegel La Charité); sie werden schon im Februar registriert, wobei auch die niedrigsten durchschnittlichen Monatswerte deutlich früher, nämlich im Juli/August auftreten. Dies hängt mit den milderen, regenreichen Wintern und der merklichen Trockenheit im Hochsommer unter dem schon mediterran beeinflussten Klima der Cevennen und des Massif Central zusammen, aus denen Loire und Allier – ihr wichtigster Nebenfluß – gespeist werden.

Die hier betrachteten Pegel charakterisieren hydrologisch immer nur einen begrenzten Flußabschnitt; innerhalb der Längserstreckung eines Flusses kann sich nämlich das Regime durch die Zuflüsse beträchtlich ändern. Dies ist besonders bei längeren Flüssen wie dem Rhein und der Donau zu beobachten. Am Donauegel Hofkirchen unterhalb der Isar-Mündung treten durchschnittlich sehr hohe Wasserstände über den rel. langen Zeitraum von April bis Juni auf – ein Ergebnis des Zusammenspiels von Zuflüssen aus den Mittelgebirgen (Donau, Altmühl etc.) und aus dem alpinen Raum (Lech, Isar etc.). Erst unterhalb der Inn-Mündung kommen die alpinen Einflüsse zur Dominanz und bleiben bis weit in den pannonischen Raum bestimmend (vgl. **Abb. 3** sowie LIEPOLT 1967).

Es leuchtet ein, daß sich das unterschiedliche Abflußverhalten der hier vorgestellten mitteleuropäischen Flüsse bzw. bestimmter Flußabschnitte in der Ausbildung der Auenvegetation – und damit auch der Tierwelt – niederschlagen muß. Ist es doch von wesentlicher Bedeutung, ob die Überflutungen (und die hohen Grundwasserstände) wie am Oberrhein im Juni/Juli, also in der Hauptvegetationszeit stattfinden, oder ob dies wie an der Loire im Winter während der Vegetationsruhe der Fall ist.

Abbildung 1

Wasserstandsganglinien des Rheins am Pegel Worms der Jahre 1976, 1977 und 1978



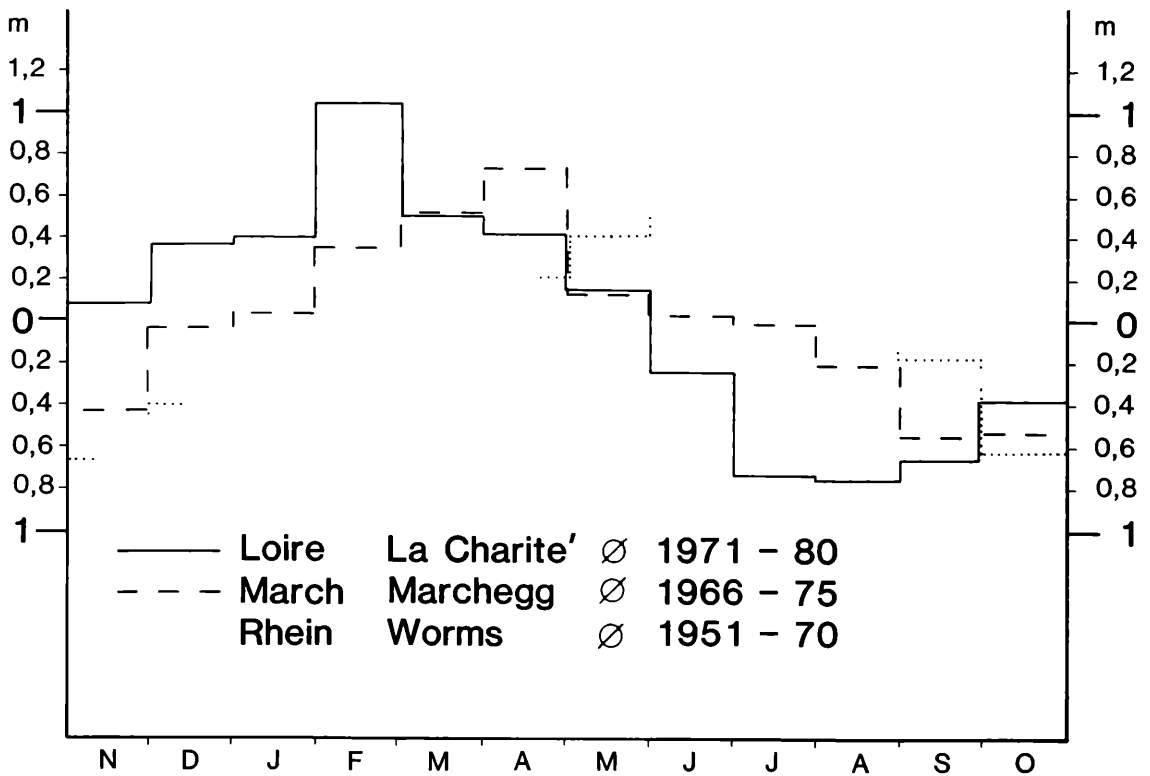


Abbildung 2

Langjährige Monatsmittel der Wasserstände am Oberrhein (Pegel Worms, BRD), an der mittleren Loire (Pegel La Charité, Frankreich) und an der unteren March (Pegel Marchegg, Österreich). Erläuterung im Text.

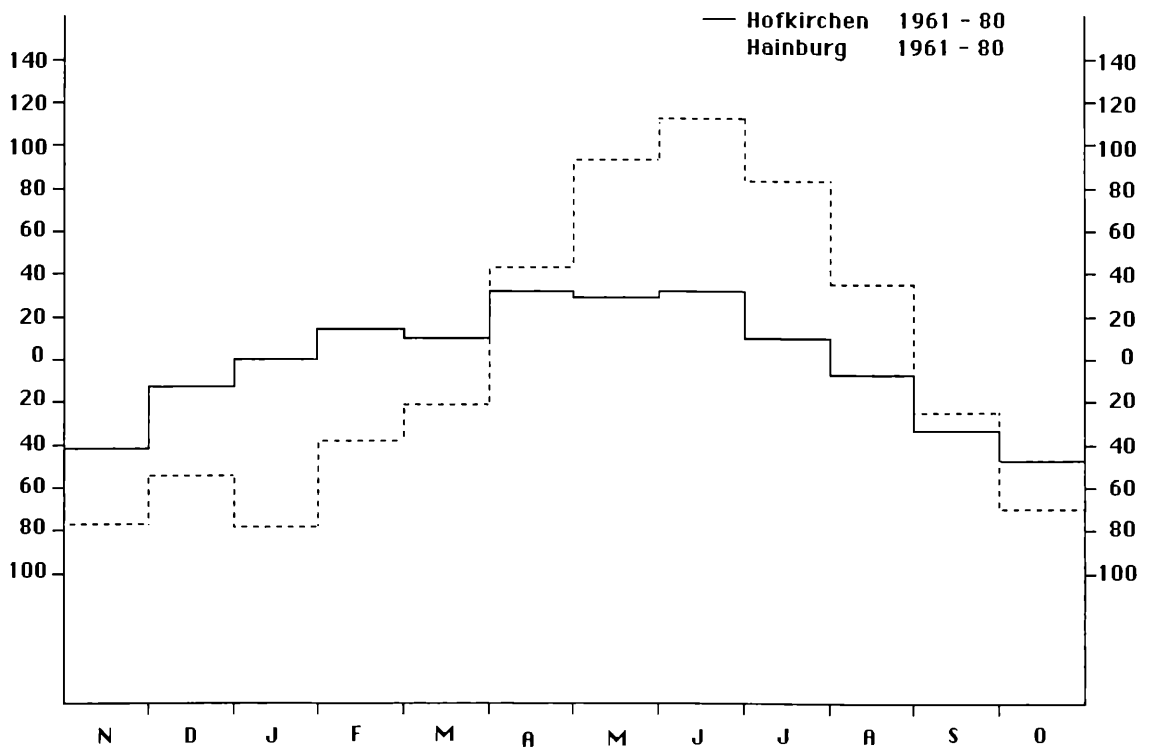


Abbildung 3

Langjährige Monatsmittel der Wasserstände an der deutschen (Pegel Hofkirchen) und an der österreichischen Donau (Pegel Hainburg). Erläuterung im Text.

Für das Überleben der Vegetation bei Hochwasser spielt neben der Jahreszeit des Hochwasserereignisses in erster Linie die **Überflutungsdauer** eine entscheidende Rolle; sie verändert die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Arten und/oder sie führt eine Auslese durch und läßt nur die hochwassertolerantesten überleben. Die **Überflutungshöhe** ist insofern von Bedeutung, als viele überflutungstolerante Pflanzenarten dann überleben, wenn wenigstens ein Blatt aus dem Wasser herausragt; völlig untergetaucht gehen die meisten Auenpflanzen zugrunde (vgl. u. a. GILL 1970, DISTER 1983). Beide Parameter, Überflutungsdauer und Überflutungshöhe, werden bei einer gegebenen Hochwasserwelle durch die relative Höhe des Standorts in Bezug zum Pegel bestimmt. Die geringen, vom ungeschulten Beobachter kaum registrierten Reliefunterschiede in der Aue modifizieren also diese Kenngröße in sehr bedeutender Weise. Wenige Dezimeter Niveauunterschied in der Aue entscheiden oft über einige Wochen mehr oder weniger lang anhaltende Überflutung des Standorts und damit über die Zusammensetzung der Vegetation und der Tierwelt. So ist auch erklärlich, warum man auf jedem Niveau in der Aue unterschiedliche Lebensgemeinschaften vorfindet. Überflutungsdauer und -höhe lassen sich ebenfalls aus den Tageswerten der Pegel ermitteln. Dazu wird

zunächst die langjährige mittlere Überschreitungsdauer für jeden Pegelwert errechnet; die gefundenen Einzeldaten werden häufig in sog. Dauerlinien zusammengefaßt, aus denen dann die durchschnittliche Überschreitungsdauer für jede beliebige Pegelhöhe ablesbar ist (vgl. Abb. 4). Dann müssen die interessierenden Standorte/Geländehöhen in der Aue durch Nivellements und rechnerischen Gefälleausgleich mit dem Pegel in Beziehung gebracht werden (Näheres bei DISTER 1983). Die Überschreitungsdauer bestimmter Pegelwerte entspricht dann der Überflutungsdauer der Auenstandorte.

2.2 Grundwasserstandsdynamik

Mit den Wasserstandsschwankungen im Flußbett gehen aber auch Schwankungen des Grundwasserspiegels einher. Das Grundwasser in der Aue stellt sich nämlich i. d. R. auf den Flußwasserspiegel ein, da der Fluß meist als Grundwasservorfluter dient und das seitlich zuströmende Grundwasser aufnimmt. Daher ist der Grundwasserspiegel der Aue längerfristig betrachtet – in Form einer Schräge auf einen mittleren Flußwasserspiegel hin orientiert (vgl. Abb. 5).

Steigt oder fällt der Flußpegel nur kurzzeitig, so machen sich diese Wasserstandsschwankungen im Grundwasserkörper nur in unmittelbarer Nähe des

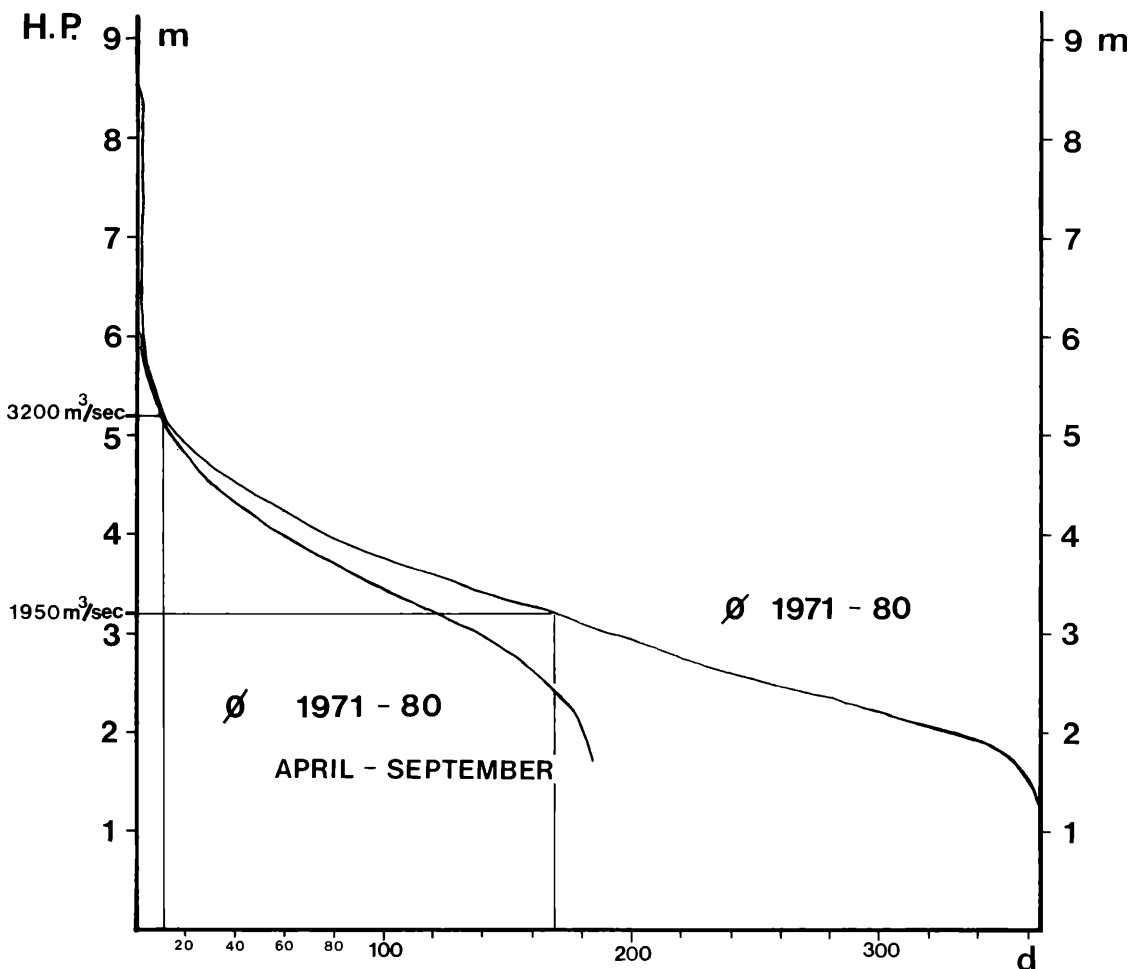


Abbildung 4

Dauerlinien der Wasserstände der österreichischen Donau (Pegel Hainburg), berechnet für das gesamte Jahr sowie für die vegetationskundlich wichtigen Monate April bis September (einschließlich). Das Mittelwasser (MW) dieses Pegels liegt bei 3,32 m, der mittlere Abfluß (MQ) bei 1950 m³/sec.

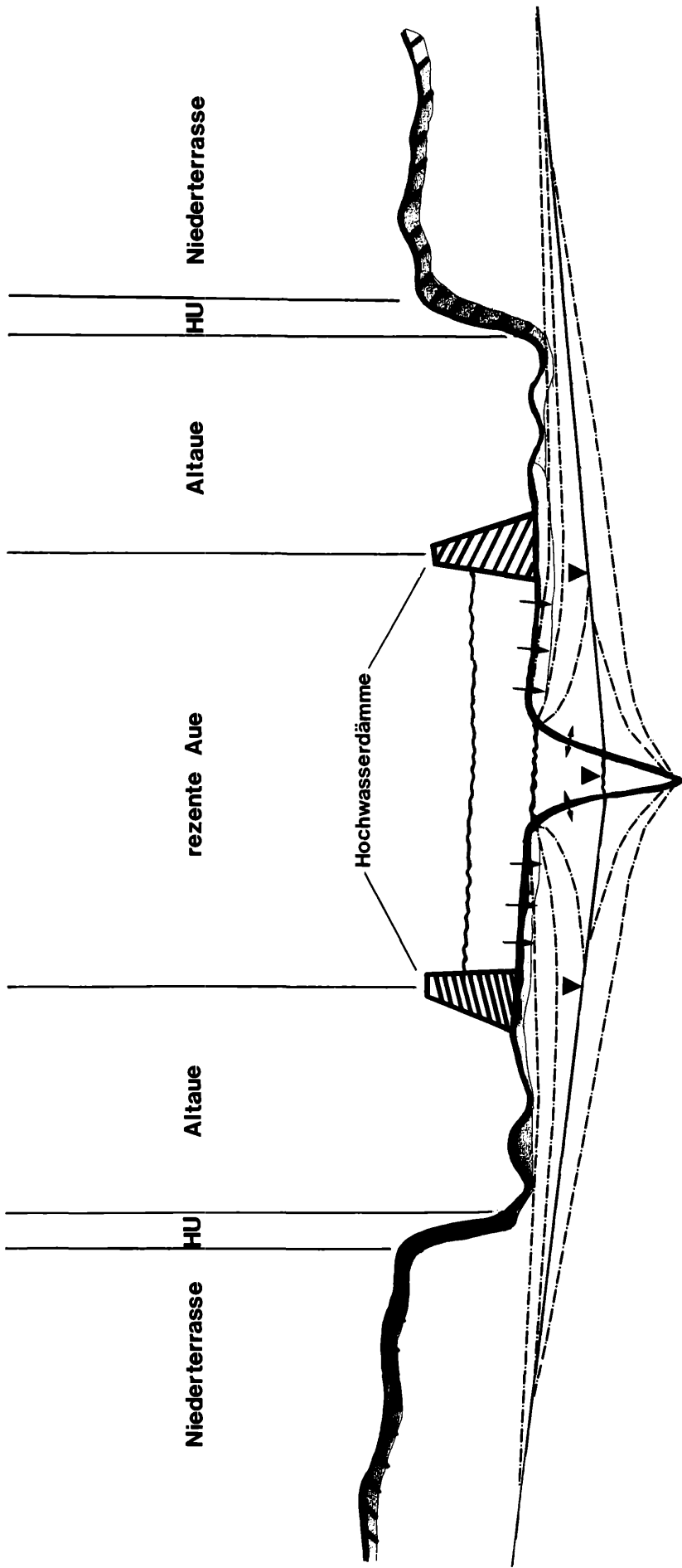


Abbildung 5

Abhängigkeit des Grundwasserspiegels in der Aue von der Wasserspiegellage des Flusses (HU = Hochufer, Hochgestade, sonstige Erläuterungen im Text)

Ufers bemerkbar; der Grundwasserspiegel wölbt sich dort zunächst bogenförmig nach oben bzw. unten. Halten die höheren oder niedrigen Wasserstände aber längere Zeit an, so paust sich diese Wasserstandsänderung bis weit in die Aue, ja sogar über den Aurand hinaus durch: das seitlich zu strömende Grundwasser wird aufgestaut bzw. abgezogen, der Grundwasserspiegel ändert seine Höhenlage und richtet sich auf die **Druckhöhe** aus, die von der neuen Wasserspiegellage im Flußbett vorgegeben wird; diese Angleichung an den Flußwasserstand braucht natürlich eine gewisse Zeit und dauert um so länger, je weniger durchlässig die grundwasserführenden Sedimente sind (hydraulische Leitfähigkeit) und je weiter vom Fluß entfernt die Grundwasserstandsschwankungen beobachtet werden (vgl. DYCK & PESCHKE 1983). Bei länger anhaltenden, größeren Überflutungen der Aue kommt es zudem zu einer nennenswerten Infiltration von Oberflächenwasser in den Grundwasserleiter (Aquifer).

Die Druckverhältnisse im Grundwasserkörper ändern sich also mit dem Flußwasserstand, der Wasserstrom ist dementsprechend entweder vom Flußbett in den Grundwasserleiter oder umgekehrt gerichtet. Durch diesen ständigen Wechsel in der Fließrichtung des Wassers werden die Poren im Sediment des Übergangsbereiches vom Grundwasserleiter zum Flußbett offengehalten, Flußwasser kann also in das Grundwasser übertreten und umgedreht. Würde der Wasserstrom nur einseitig in Richtung des Grundwasserleiters verlaufen, wie dies bei Stauhaltungen der Fall ist, so würden sich die Poren allmählich mit feinen Flußsedimenten zusetzen. Ein Austausch zwischen Grundwasser und Flußwasser, wie er für eine lebendige Aue charakteristisch ist, wäre somit ausgeschlossen (vgl. HÜGIN 1981).

2.3 Standorts- und Vegetationsdynamik

In unverbauten Wildflüssen bewirken wechselnde Wasserstände weiterhin geomorphologische Prozesse, die wir aus unseren technisch überformten Fließgewässern nur noch erraten können. Ansteigende Flußpegel erhöhen die Fließgeschwindigkeit des Wassers und mit ihr die **Schleppspannung**. Immer gröberes Material, etwa Kies, wird aus der Flußsohle aufgenommen und transportiert, Ufer werden erodiert, Sand- und Schotterbänke werden umgelagert oder gar abgetragen, schließlich können neue Flußarme und Inseln entstehen, ja sogar eine völlige Verlagerung des Flußlaufes kann im Zuge gewaltiger Hochwässer zustande kommen (vgl. u. a. MUSALL 1969, BABONAUX 1970, HOPPE 1970, GREGORY 1977, MANGELSDORF & SCHEURMANN 1980, BRAVARD 1981). Derartige Prozesse kann man heute noch in Mitteleuropa im Flußsystem der Loire in Zentralfrankreich beobachten, wo sich das Flußbett – wie etwa am Unterlauf des Allier – bis zu 200 m pro Jahr durch Abtrag des Ufers verlagern kann (vgl. Abb. 6).

Das an der Sohle rollend oder hüpfend bewegte **Geschiebe** kommt bei sinkenden Wasserständen, also abnehmender Fließgeschwindigkeit, früher zur Ablagerung als der **Schwebstoff**, der noch weit in die Aue verfrachtet werden kann und erst bei sehr geringer Wasserbewegung abgelagert wird. Da die Fließgeschwindigkeit des Wassers in der Aue räum-

lich und zeitlich sehr stark wechseln kann, sedimentiert Material unterschiedlicher Korngröße oftmals neben- und übereinander. Die Standortseigenschaften der Auenböden ändern sich daher kleinräumig in bedeutender Weise, so daß dementsprechend nebeneinander verschiedene Lebensgemeinschaften existieren können. Erosion, Materialtransport, Umlagerung und Sedimentation, sogar die gesamte Formung des Flußbettes und des **Auenreliefs** hängen also mittelbar ebenso vom Wechsel der Wasserstände ab wie die **Korngrößenverteilung** des Substrates.

Auf solchen, vom Fluß neu geschaffenen, vegetationsfreien Flächen siedeln sich sehr rasch Pionierpflanzen an, unter denen verschiedene Weiden (*Salix purpurea*, *S. alba*, auf grobem Schotter auch *S. elaeagnos* u. a.), die Schwarzpappel (*Populus nigra*) und das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) eine große Rolle spielen. Es stellen sich aber auch Pflanzen ein, die mit den Lebensbedingungen in den Auen überhaupt nicht zurecht kommen, deren Samen aber durch das Hochwasser wegtransportiert wurden und die auf den vom Fluß geschaffenen, konkurrenzfreien Standorten ausreichende Keimungsbedingungen gefunden haben.

Sie alle tragen mit ihrem Wurzelwerk dazu bei, daß die neue Bodenoberfläche gefestigt wird und dem Angriff künftiger Hochwässer besser widersteht. Ihre Sprosse und Blätter setzen (sehr lokal) die Strömungsgeschwindigkeit bei neuerlichen Überflutungen herab und kämmen quasi im Wasser mitgeführtes, feineres Sediment aus. Die Ablagerung wächst in die Höhe, wobei die Korngrößenzusammensetzung des Substrats mit gelegentlichen, hochwasserbedingten Unterbrechungen immer feiner wird. Die geomorphologischen Vorgänge stehen also mit der Vegetationsentwicklung in einer engen Wechselbeziehung (vgl. Abb. 7).

Im Verlauf der **Sukzession** gewinnen fast immer die Silberweiden, auf höheren, trockeneren Geländeabschnitten auch die Schwarzpappeln, die Oberhand und schließen sich zu Weichholzaunenwäldern zusammen. Greift der Fluß (oder der Mensch!) in diese Entwicklung nicht ein, so können schon in der zweiten Baumgeneration Gehölzarten der Hartholzaue, besonders Feld- und Flatterulme (*Ulmus minor* und *U. laevis*), in die Bestände eindringen, die bereits nach ca. 80 Jahren der ungestörten Vegetationsentwicklung den Charakter der ehemaligen Weichholzaunenwälder fast völlig beseitigt haben; dies kann etwa auf den unterschiedlich alten Donauinseln bei Vukovar (Jugoslawien) studiert werden. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß mit der Pflanzensukzession auch eine Abfolge unterschiedlicher, an die jeweiligen Lebensbedingungen angepaßter Tiergemeinschaften parallel läuft (vgl. WINKEL & FLÖSSER 1986).

Im Flußbett selbst und an seinen Rändern sind die Aussichten jedoch nicht allzu groß, daß die Sukzession ungestört verläuft; bei einem großen Hochwasser kann die junge Auflandung oder Insel wieder völlig abgetragen werden. In den flußferneren Teilen der Aue vollziehen sich die morphologischen Veränderungen in abgeschwächter Form, es überwiegt die Sedimentation, die Sukzession kann meist ohne größere Störungen ablaufen.

2.4 Nährstoffeintrag

Mit dem Schwebstoff, der bei Überflutungen in die Aue verfrachtet wird und dort zur Ablagerung kommt, gelangen aber auch erhebliche Mengen von Nährstoffen, die an die sedimentierten Bodenpartikel angelagert sind, in die Auen-Ökosysteme. Auch die organische Substanz, die bei Hochwasser in großer Menge in die Auen eingetragen wird, reichert die Auenböden mit Nährstoffen an (vgl. u. a. PENKA et al. 1985). Daher zählen die Auen weltweit zu den produktivsten Ökosystemen.

Die ältesten Hochkulturen in der Menschheitsgeschichte am Nil, an Euphrat und Tigris und am Wei-ho haben sich diese natürlichen Düngungen durch die Hochwässer bereits zunutze gemacht bzw. hingen sogar existenziell davon ab. Bei uns profitiert vor allem die Forstwirtschaft von der hohen **Produktivität** der Auenstandorte, aber auch die Wiesennutzung in den Auen erbringt beachtliche Massenerträge. Neben der Zuwachsleistung der Gehölze und der enormen Wuchshöhe der krautigen Pflanzen kommt dieser Nährstoffreichtum besonders im Auftreten zahlreicher Stickstoffzeiger wie Brennessel (*Urtica dioica*), Gundermann (*Glechoma hederacea*), Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*), Klettenlabkraut (*Galium aparine*) und Kratzbeere (*Rubus caesius*) zum Ausdruck.

2.5 Austausch von Organismen zwischen Fluß und Aue

Bei niedrigem Wasserstand bestehen zwischen Fluß und Auengewässern in der Regel nur wenige (oder gar keine) offenen Verbindungen; die meisten Gewässer in der Aue sind dann vom Fluß völlig abgekoppelt, etliche fallen trocken, aber auch die anderen funktionieren für diese Zeitspanne als isolierte Ökosysteme unterschiedlicher Ausprägung und hängen allenfalls noch von der Grundwasserstandsdynamik ab, sofern ihre Sohle nicht vollständig durch feine Sedimente abgedichtet ist. Mit steigendem Flußwasserstand ändert sich dieser Zustand aber grundlegend. Immer mehr Altarme, Schluten und Mulden werden vom ein- und durchströmenden Flußwasser erfaßt und miteinander verbunden, bis schließlich beim Erreichen großer Hochwasserspitzen (fast) der gesamte Auenbereich überflutet wird.

Damit öffnen sich ständig mehr (Wasser-)Wege für die Organismen des Flusses – etwa für die Fische –, in die Auen zu gelangen oder auch umgekehrt, aus den Auengewässern in den Fluß zu kommen. In der Tat wissen wir von vielen »nicht wandernden« Fischarten, daß sie aktiv die Auen aufsuchen (vgl. LELEK 1978, SCHIEMER 1985), etwa um dort abzulaichen; seicht überschwemmte Wiesen und Röhrichte werden dafür besonders gern genutzt. Der plötzlich erschließbare Nahrungsreichtum der Auen in Form vieler, vom Hochwasser überraschter und abgestorbener Kleintiere veranlaßt ebenfalls viele Fische, diese Weidegründe aufzusuchen. Die hohe Produktivität der Auengewässer und ihr Deckungsreichtum nutzen besonders die Jungfische gern aus und bleiben bis zum Herbst in diesen Lebensräumen.

Da nach Ablauf des Hochwassers jedes Auengewässer wieder seine eigene, ökologische Charakteristik voll entfaltet – unterschieden nach Gewäs-

sertiefe, Strömungsgeschwindigkeit, Form, physikalischen und chemischen Merkmalen, Verbindung mit anderen Gewässern etc. – werden sehr vielen Arten von Fischen und anderen Wasserorganismen Lebensmöglichkeiten geboten. Daher weisen an den Fluß angeschlossene, natürliche Auen eine ungleich höhere Speziesdiversität und Abundanz – z. B. an Fischen – auf, wie es LÖFFLER, SCHIEMER und Mitarbeiter (unveröff.) im Vergleich von abgedämmten und natürlichen Auen an der Donau nachweisen konnten.

Andererseits bestehen natürlich auch von der Aue in den Fluß gerichtete **Wanderbewegungen**. Fische suchen zu bestimmten Zeiten, besonders im Herbst, aktiv den Fluß auf. Planktonorganismen werden bei höheren Wasserständen passiv aus den Auengewässern in den Fluß verdriftet. Diasporen vieler Pflanzen werden bei Hochwasser flußabwärts transportiert (und u. U. in unterstromig gelegene Auen eingeschwemmt), Kleintiere bis hin zur Größe mittelgroßer Wirbeltiere werden auf Treibholz sitzend innerhalb der Auen und auf dem Fluß verfrachtet. Temporär erfolgt also durch das Transportmittel Wasser ein bemerkenswerter Austausch von Organismen zwischen Fluß und Aue sowie innerhalb der Auen (vom Oberwasser ins Unterwasser), der in seiner Dimension noch gar nicht näher untersucht ist.

Damit wurden alle wesentlichen, ökologischen Merkmale der Auen vorgestellt:

- Dynamik der Wasserstände
- Dynamik des Grundwasserstandes
- Standorts- und Vegetationsdynamik
- Nährstoffeintrag
- Austausch von Organismen zwischen Fluß und Aue

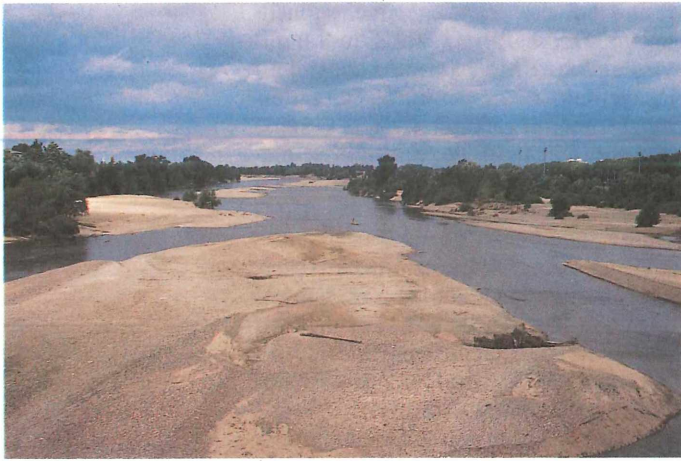
Im folgenden soll an einigen wenigen Beispielen gezeigt werden, in welcher Weise die Organismen an diese besonderen Lebensbedingungen der Auen angepaßt sind.

3. Lebensbedingungen und Anpassungen der Organismen

3.1 Pflanzen und Pflanzengesellschaften

Besonders extreme Lebensbedingungen herrschen auf Schotterfeldern innerhalb von Flußbetten, wie sie von Flüssen geschüttet werden, deren Einzugsgebiet im alpinen Raum liegt. Die Donau unterhalb von Wien weist einige gute Beispiele dafür auf (u. a. Schwalbeninsel nahe Hainburg). Pflanzen, die dort auf Dauer siedeln, müssen anhaltende Überflutungen gut überstehen. Sie müssen aber auch mit der Trockenheit gut zurecht kommen; denn wenn längere Zeit niedrige Wasserstände auftreten, geraten sie unter Trockenstreß, da der »Grundwasserspiegel« im Schotterkörper rasch absinkt und die Feldkapazität dieses groben Substrates äußerst gering ist. Bei höheren Wasserständen setzt ferner der Geschiebetrieb ein, der im bodennahen Teil der Pflanzensprosse zu erheblichen Verletzungen bis hin zur völligen Entrindung führen kann.

Unter solchen extremen Bedingungen findet man die Filzweide (*Salix elaeagnos*), der Überflutung und Trockenheit, ja selbst starke mechanische Beschädigung nicht sehr viel anhaben können (vgl. Abb. 8). Purpurweide (*S. purpurea*) und Schwarz-



6



7a



7b



8



9

6: Der Allier unterhalb von Moulins (Bourbonnais/Frankreich) mit starker flußmorphologischer Dynamik

7 (a + b): Schotterbank in der Donau unterhalb von Wien.

a) Die Horste des Rohrglanzgrases (*Phalaris arundinacea*) setzen die Strömungsgeschwindigkeit lokal herab, so daß sich im Strömungsschatten feineres Material (Sand) ablagern kann; im Hintergrund stocken Flußweidengebüsche aus *Salix elaeagnos*, *S. purpurea* und *S. alba*

b) nach dem überflutungsbedingten Absterben der *Phalaris*-Horste – das tote Wurzelwerk ist noch sichtbar – bietet das aus dem Wasser ausgekämmt feine Material günstige Keimungsmöglichkeiten für die Silberweide (*S. alba*, 2 Exemplare sichtbar)

8: Schotterflur mit Pioniervegetation an der Donau unterhalb von Wien. Im Vordergrund rechts (und in der Mitte, links) ist die Filzweide (*Salix elaeagnos*) zu erkennen, dahinter Rohrglanzgras-Horste (*Phalaris arundinacea*) und einzelne junge Schwarzpappeln (*Populus nigra*). Der basale Abschnitt des Filzweiden-Stämmchens ist durch den Geschiebetrieb teilweise entrindet und flußabwärts gebogen.

9: Adventivwurzeln (= sproßbürtige Wurzeln) bei Silberweiden (*Salix alba*) an lang überfluteten Standorten des Lampertheimer Altrheins (nördlicher Oberrhein nahe Mannheim)

pappel (*Populus nigra*) ertragen nahezu ähnlich starke Beanspruchungen (vgl. auch MOOR 1958, HELLER 1969, 1978, MARGL 1971).

Ganz anders sind die Anforderungen, die unterhalb der Mittelwasserlinie auf den trockenfallenden Schlammuffern der Altwässer an die (annuellen) Pflanzen gestellt werden. Hier ist die kurze Zeitspanne bis zum nächsten Wasserstandsanstieg der begrenzende Faktor. Am besten ist der Schlammling (*Limosella aquatica*) an diese Bedingungen angepaßt. Er kann innerhalb weniger Wochen seinen gesamten Vegetationszyklus von der Keimung bis zur Samenreife abschließen. Die ungeheure Anzahl winziger Samen, die er produziert und austreut, ruhen anschließend im Schlamm und kommen zur Keimung, wenn der Fluß die Schlammflächen bei ausreichenden Temperaturen wieder einmal freigibt. Dem Schlammling folgen weitere kurzlebige Pflanzen wie Sumpfruhrkraut (*Gnaphalium uliginosum*), Giftahnenfuß (*Ranunculus sceleratus*), Bleicher Gauchheil-Ehrenpreis (*Veronica catenata*) und Fremder Ehrenpreis (*Veronica peregrina*), die ähnliche Anpassungen aufweisen (vgl. DISTER 1980).

In den Altwässern selbst sind die Wasserstandsschwankungen der hauptsächliche, ökologische Faktor, mit dem etwa die Schwimmblattpflanzen zurecht kommen müssen. Am besten gelingt dies der Wassernuß (*Trapa natans*), die in der Bundesrepublik am mittleren und nördlichen Oberrhein zwischen Rastatt und Groß-Gerau noch letzte Refugien besitzt. Diese Art verfügt über einen langen, im Wasserkörper flottierenden Stengel, der am Grunde des Gewässers verankert ist und dessen Windungen sich strecken, wenn der Wasserspiegel ansteigt. So bleibt die Blattrosette immer auf der Wasseroberfläche. Außerdem ist diese einjährige Pflanze zu raschem Stengelwachstum befähigt. Wasserstandsschwankungen bis ca. 2,50 m kann sie ohne weiteres kompensieren und selbst das Trockenfallen ihres Wohngewässers übersteht sie meist schadlos.

Die Silberweiden (*Salix alba*), die die Ufer der größeren Altwässer säumen, müssen sehr lange im Wasser stehen können, ohne Schaden zu nehmen. In den Auen des Oberrheins werden die am tiefsten stehenden Exemplare durchschnittlich bis ca. 190 Tage pro Jahr überflutet, in extrem wasserreichen Jahren kann dieser Wert auf nahezu 300 Tage ansteigen; dabei können sie bis über 4 m tief im Wasser stehen (Näheres s. DISTER 1983). Sie ertragen dies, weil sie wahrscheinlich in der Lage sind, ihren Stoffwechsel im Wurzelbereich zeitweilig auf anaerobe Dissimilation umzustellen (BRAUN 1982) und weil sie aus den überfluteten Ästen und Stämmen heraus rasch sproßbürtige Wurzeln in den Wasserkörper zu senden vermögen und mit ihnen den notwendigen Sauerstoff aus dem Wasser ziehen (vgl. Abb. 9).

Auch manche Arten der Hartholzaue wie Stieleiche (*Quercus robur*), Feld- und Flatterulme (*Ulmus minor* und *U. laevis*) und Graupappel (*Populus x canescens*) halten immerhin unter mitteleuropäischen Bedingungen durchschnittlich ca. 3 Monate Überflutung pro Jahr schadlos aus und werden dabei in größeren Zeitabständen durchaus 2,50 m hoch überschwemmt, wenn sie unter solchen Bedingungen aufgewachsen sind (vgl. auch DISTER & DRESCHER in Druck). Aus den Save-Auen in

Jugoslawien sind bei der Stieleiche noch höhere Überflutungstoleranzen bekannt (PRPIC mdl.); mit welchen physiologischen Mechanismen diese Leistungen erzielt werden, wird gegenwärtig erst untersucht. Auf Standorten mit geringerer Überflutungsdauer kommen von selbst weniger hochwassertolerante Gehölze hinzu und bilden die unterschiedlich zusammengesetzten Waldgesellschaften der Hartholzaue aus.

Auch in den Auenwiesen differenziert die (reliefbedingte) Überflutungsdauer die Zusammensetzung der einzelnen Gesellschaften. Die tiefsten Wiesengesellschaften des Oberrheingebietes mit Sumpfrispe (*Poa palustris*), Krausem Ampfer (*Rumex crispus*) und vielen Sumpfpflanzen (vgl. DISTER 1980) sind als Ausdruck lang anhaltender Überschwemmungen (im Mittel 40–125 Tage pro Jahr) zu sehen. An Standorten mittlerer Überflutungsdauer stellen sich Vergesellschaftungen mit Kantenlauch (*Allium angulosum*) und Kriechquecke (*Agropyron repens*) ein. In nur kurzzeitig unter Wasser stehenden Wiesen spielt bereits der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) eine bedeutende Rolle. Ähnliche Verhältnisse konnte BALATOVA-TULACKOVA in sehr gründlichen Studien an den südmährischen Auenwiesen bereits 1966 und 1969 nachweisen. Viele der Pflanzenarten, die die lang überfluteten Auenwiesen aufbauen, sind ihrem anatomischen Bau nach echte Helophyten mit gut entwickeltem Aerenchym (Luftgewebe), das auch unter ungünstigen Bedingungen die Sauerstoffversorgung des Wurzelsystems sicherstellt.

3.2 Tiere und Tiergesellschaften

Noch mannigfaltiger sind die Anpassungen, die die Tierarten an die Lebensbedingungen der Auen entwickelt haben. Man kann davon ausgehen, daß ein erheblicher Teil davon noch gar nicht bekannt ist. Aber selbst die bekannten Anpassungen darzustellen, muß hier unterbleiben. Trotz ebenfalls nur lückenhafter Kenntnisse in der Vergesellschaftung der Tierarten zeichnet sich ab, daß sich ähnlich oder gar parallel zu Pflanzengesellschaften charakteristische Tiergemeinschaften für die einzelnen Standorte bzw. Niveaus der Aue herausbilden (vgl. GERKEN 1982, FRITZ 1982, HEIMER 1983, WINKEL & FLÖSSER 1986).

Auf den fast kahlen Kies- und Schotterbänken der Flüsse ist der natürliche Brutbiotop des Flußregenpfeifers (*Charadrius dubius*) zu suchen. Feste Bindungen an einen bestimmten Nistplatz hat der unstete Vogel nie entwickelt, die Dynamik der Standorte zwingt ihn zu häufigem Nistplatzwechsel. Auch die große zeitliche Spanne – Anfang April bis Anfang August –, in der es zur Eiablage kommen kann, ist als Antwort auf die ständigen Veränderungen seines Lebensraums zu sehen. Das Gelege dieser Limikole ist bekanntlich in Form und Farbe so perfekt ans grobe Substrat der Kiesflächen angepaßt, daß es selbst aus unmittelbarer Nähe häufig übersehen wird. In der Bundesrepublik Deutschland brüten nur noch etwa 6% der Flußregenpfeifer an solchen natürlichen Brutplätzen (Stand ≈ 1975), Staustufenbau und Kanalisierung zwingen die Art, auf Sekundärbiotope wie Abraumhalden und Kiesgruben auszuweichen. Nur in Südbayern mit (damals!) größeren Anteilen an unverbauten Flüssen nisteten bis Mitte der 70er Jahre

noch fast 60% der Brutpaare in natürlichen Lebensräumen (GLUTZ v. BLOTZHEIM, BAUER & BEZZEL 1975).

Selbst von Ornithologen wird hin und wieder vergessen, daß die Sand- und Kiesbänke der unverbauten Flüsse die natürlichen Brutplätze der Zwergseeschwalbe (*Sterna albifrons*) bilden. Immerhin gab es noch am Oberrhein bis zum ausgehenden 19. Jahrhundert, also bis zum Ende der Tulla'schen Oberrheinkorrektion, Kolonien der Art bei Speyer (Angelhofer Altrhein und im Raum Ketsch-Altlußheim). Am südlichen Oberrhein erlosch das letzte Brutvorkommen bei La Wantzenau (nördlich Strasbourg) sogar erst um 1940. Heute ist die Zwergseeschwalbe aus dem Oberrheingebiet ebenso wie weiten Teilen des mitteleuropäischen Binnenlandes als Brutvogel verschwunden (GLUTZ v. BLOTZHEIM, BAUER & BEZZEL 1975). Betrachtet man ihre derzeitige Verbreitung im weiteren Mitteleuropa, so wird deutlich, daß man sie durchaus als Indikatorart für unverbaute, geschiebereiche Flüsse ansprechen kann. In Frankreich beträgt der Gesamtbestand ungefähr 950 Paare (1982), wovon allein 420!! auf die Loire – einer der ganz wenigen, naturnah erhaltenen Ströme in Europa – entfallen. Auch in Polen, wo glücklicherweise noch etliche größere Flüsse bzw. Flußabschnitte von dem technischen Ausbau verschont geblieben sind, markiert die Brutverbreitung von *Sterna albifrons* die naturnahen Flußlandschaften; die größten Konzentrationen findet man an der Weichsel zwischen der Mündung des San und dem Ballungsraum Warschau, am Bug sowie am Narew. Während an der mittleren Warthe noch einige Kolonien existieren, sind sie aus dem ausgebauten Lauf der Oder verschwunden.

Auf solchen Kiesbänken in geschiebereichen Flußabschnitten findet man auch die Uferwanze *Saldula scotica*, eine sehr flinke, räuberisch lebende Saldide, die offenbar dem Flußregenpfeifer (neben anderen Insekten) als Nahrung dient, über deren Anpassungen an den Lebensraum wir aber sehr viel weniger wissen als über die der Zwergseeschwalbe oder des Flußregenpipfers.

Die kurzzeitig trockenfallenden Schlammufer der Altwässer werden u. a. von etlichen Arten der Sägekäfer (Heteroceridae) besiedelt, die im Schlamm grabend detritivor von abgestorbenen Organismen leben. Ähnlich wie unter den Pflanzen der Schlammfling haben sie eine äußerst kurze Entwicklungszeit von 3–4 Wochen; sie können dann Dichten von mehr als 2000! verpuppte Individuen pro m² erreichen (WINKEL & FLÖSSER 1986). Morphologisch ist ihre Anpassung an den Lebensraum ebenfalls perfekt; der zugespitzte Kopf und Thorax etwa bei *Heterocerus fenestratus* und die Grabbeine ermöglichen ein rasches Eindringen in den Schlamm, die dichte Behaarung des Tieres garantiert seine Unbenetzbarkeit und hält einen Luftvorrat fest, der bei Überflutung zur Atmung dient (Plastron-Atmung).

Noch erstaunlicher ist die Fülle der Arten und der verwirklichten Anpassungen an den Lebensraum Schlammufer bei den Mücken und Fliegen (Dipteren), die von FRITZ (1982) und HEIMER (1983) am nördlichen Oberrhein gründlich untersucht wurden. So ist z.B. die Nematocere *Limnophyes pusillus* zu parthenogenetischer Vermehrung befähigt, um die kurze Phase geeigneter Lebensbedingungen optimal nutzen zu können. Überhaupt

werden Schlammfluren, Sand- und Schotterfelder wegen ihrer Standortsdynamik überwiegend von **r-Strategen** besiedelt; dies gilt sowohl für die Tiere wie für die Pflanzen.

Auch unter den Fischarten der Auengewässer befinden sich etliche Spezialisten, die mit zeitweiliger Sauerstoffarmut ihrer Wohngewässer zurecht kommen und sogar ein kurzfristiges Trockenfallen überstehen. Der Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*) schluckt atmosphärische Luft, die in dem reich mit Blutgefäßen umspinnenen, mittleren und hinteren Darmabschnitt ins Blut übertritt. Auch der Hundsfisch (*Umbra krameri*), der im Donau-System unterhalb von Wien vorkommt, erweist sich gegen Sauerstoffarmut und Trockenfallen der Gewässer als außerordentlich widerstandsfähig.

In den Auenwäldern sind die unterschiedlichsten Reaktionen der Tiere auf den Wechsel von Trockenfallen und Überflutung zu beobachten. Viele Sippen (z.B. Schnecken, Insekten, kleinere Säugetiere) weichen in die höheren Teile der Vegetation aus, Ameisen verlagern sogar ihre gesamte Brut aus den Erdbauten in die nicht überflutete Vegetation, um die Zeit der Überschwemmung zu überleben. Regenwürmer graben in dichtes Substrat u-förmig gewundene, an einem Ende geschlossene Röhren, in die das Überflutungswasser nicht eindringen kann und überstehen so die Hochwasserphase. Andere Arten sind regelrecht auf die Überflutungen angewiesen. So entwickelt sich der mehrere Zentimeter große Krebs *Lepidurus apus* im Frühjahr im seichten Wasser der überfluteten Auenwälder, wie es etwa an der unteren March alljährlich beobachtet werden kann.

Insgesamt gesehen kann man feststellen, daß die verschiedenen Lebensgemeinschaften der Auen hauptsächlich an den ökologischen Gradienten **Überflutungsdauer** (\approx Geländehöhe über Mittelwasser) und **Korngrößenverteilung des Substrates** (\approx Standortsdynamik) angeordnet sind und als Ausdruck des Zusammenspiels dieser beiden Parameter verstanden werden müssen. Da in der scheinbar gleichförmigen Aue sowohl die Überflutungsdauer wie auch die Bodentextur kleinräumig sehr stark wechseln, kommt ein unerwarteter Reichtum an Lebensräumen und Lebensgemeinschaften in mosaikartiger Anordnung zustande.

4. Menschliche Eingriffe in die Auenlandschaften

4.1 Verschärfung der Hochwassergefahr

In diese hochgradig komplexen Ökosysteme hat der Mensch in den letzten 150 Jahren in Mitteleuropa drastisch eingegriffen. Flächeninanspruchnahme für Siedlungen, Industrie, Verkehrswege, Kiesgewinnung, Freizeit- und Erholungseinrichtungen, aber auch für eine intensivere Landwirtschaft haben die ursprünglich ausgedehnten Überschwemmungsgebiete entlang der Flüsse bis auf geringe Reste beseitigt (vgl. SOLMSDORF et al. 1975, SOLMSDORF 1977, HÜGIN 1962). Die schwerwiegendsten Eingriffe verursachten jedoch die wasserbaulichen Maßnahmen wie Entwässerung, Begradigung, Kanalisierung und vor allem der Bau von Staustufen (vgl. HÜGIN 1981, DISTER 1984, BRAVARD et al. 1986).

Eine äußerst nachteilige Folgewirkung des Staustufenbaus, die noch kaum in das Bewußtsein der

Öffentlichkeit gelangt ist, ist die Erhöhung der Hochwassergefahr unterhalb der letzten Staustufe (vgl. HOCHWASSERSTUDIENKOMMISSION 1978). Am Oberrhein stellt sich dieses Problem derzeit in voller Schärfe. Dort hat nämlich der sog. moderne Ausbau, der im wesentlichen nach dem zweiten Weltkrieg erfolgte, zu einem enormen Verlust an Überschwemmungsgebieten (= Auen) geführt - vor allem durch das Heranziehen der Dämme bis an den kanalisiert und aufgestauten Fluß (Näheres s. DISTER 1985, 1986). Zwischen dem Raum oberhalb Breisach und Iffezheim/Rastatt (ca. 120 Flußkilometer) gingen so in der Zeit von 1955 bis 1977 rund 130 km² Retentionsraum für Hochwässer verloren, das sind 60% des vormals vorhandenen Überschwemmungsgebietes. Würde eine weitere Staustufe (bei Au-Neuburg) gebaut werden, so käme es zum Verlust von zusätzlichen 32 km² Überflutungsflächen (vgl. Abb. 10). Es versteht sich von selbst, daß eine derartige Verringerung des Überflutungsraumes bei gleichen Abflüssen zu einer Aufhöhung der Hochwasserscheitel führen muß. Hinzu kommt, daß die Hochwasserwelle, da sie nicht mehr in die vegetationsbedeckte Aue einströmen und dort gebremst werden kann, eine enorme Beschleunigung erfahren hat. Brauchte der Wellenscheitel im Ausbauzustand von 1955 noch 65 Stunden von Basel bis Maxau (bei Karlsruhe), so braucht er heute nur noch 30 Stunden (MELUF 1979, 1980). Diese Beschleunigung wäre an sich kein Problem, käme es nicht dadurch zu einer Überlagerung der

Hochwasserscheitel des Rheins mit denen der Nebenflüsse. Vor 1955 trafen nämlich die Hochwasserspitzen von Rench, Acher, Kinzig, Murg, Moder, Sauer, Ill, Neckar usw. bei entsprechenden Niederschlagsereignissen im Rheineinzugsgebiet vor der Hochwasserspitze des Rheins im Mündungsgebiet ein, heute kommen durch die Verkürzung der Laufzeit des Rheinhochwassers die Hochwasserscheitel zeitgleich dort an. Als Ergebnis des geänderten Abflußgeschehens läßt sich feststellen, daß die Hochwassersicherheit der Rheinanliegerstädte, die früher für Hochwasserereignisse mit einem statistischen Intervall von 200 Jahren bestand, heute bereits bei einem sog. 50-jährigen Hochwasser in Frage gestellt ist. Besonders gefährlich ist die Situation für die Doppelstadt Mannheim/Ludwigshafen am Zusammenfluß von Rhein und Neckar, aber auch andere Städte am Rhein, von Karlsruhe bis Köln, stehen heute einer wesentlich verschärften Hochwassergefahr gegenüber. Diese Erkenntnisse wurden in vollem Umfang erstmals durch die Arbeit der internationalen Hochwasser-Studienkommission für den Rhein (HSK) bekannt, die die hydrologischen Veränderungen im Rheineinzugsgebiet erfassen und daraus Konsequenzen für den Hochwasserschutz ableiten sollte (vgl. HOCHWASSER-STUDIENKOMMISSION 1978). Um die Hochwassersicherheit von 1955 wieder zu erreichen, d.h. etwa am Pegel Worms die Abflüsse bei einem 200-jährigen Ereignis wieder auf 6000 m³ herunterzudrücken, schlug diese Kommission eine Reihe von Maßnahmen vor, die in

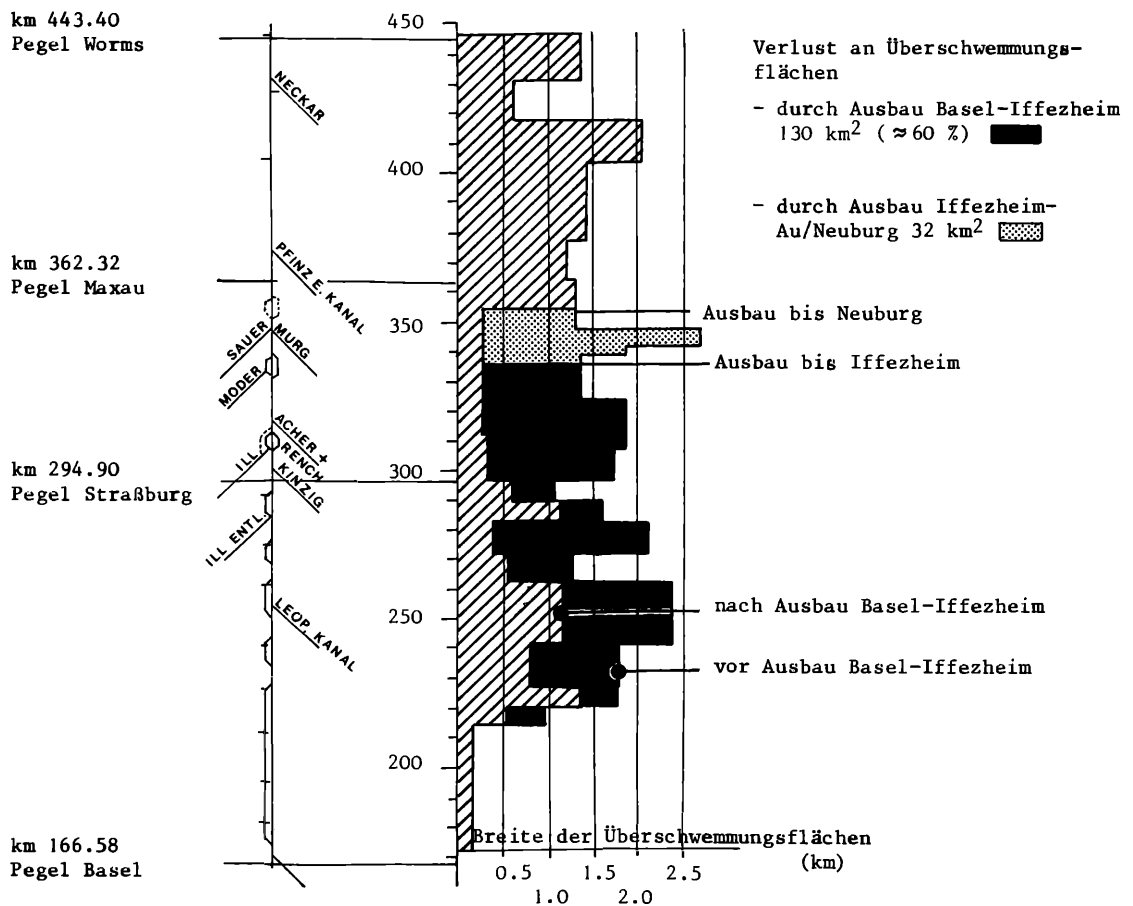


Abbildung 10

Verlust an Überflutungsflächen (= Aue) durch den sog. modernen Oberrheinausbau zwischen 1955 und 1977 (nach MELUF 1979, 1980 verändert)

ihrer Wirkung einem Rückhaltevolumen von rund 220 Mio m³ (später reduziert auf 211 Mio m³) entsprechen sollen. Grundsätzlich wurden 3 Typen von Hochwasserschutzmaßnahmen für geeignet angesehen:

- Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke
- Retentionswehre
- (Taschen-)Polder

Beim **Sonderbetrieb** (»Manöver«) der Rheinkraftwerke wird die Durchflußmenge im Rheinseitenkanal und den Kanalschlingen gedrosselt; das Rheinwasser wird größtenteils in das Tulla'sche Rheinbett umgeleitet und dort abgeführt. Die dadurch erreichbare Verzögerung des Abflusses zielt auf die Entkoppelung von Rhein- und Nebenflußwellen ab und soll einem Retentionsvolumen von 45 Mio m³ entsprechen.

Innerhalb des Tulla'schen Strombettes soll der Abfluß noch einmal durch neu zu errichtende oder umzubauende Wehranlagen, die im Katastrophenfall aufgerichtet werden, weiter gebremst werden. Durch solche **Retentionswehre** erhofft man sich, ein Äquivalent von 100 Mio m³ Rückhaltevolumen zu erbringen (vgl. **Abb. 11**).

Weiterhin sollen entlang des Rheins Räume eingedeicht und mit Ein- und Auslaufbauwerken versehen werden, um sie im Retentionsfall gezielt fluten zu können. Die **(Taschen-)Polder** sind also im Grunde nichts anderes als Hochwasserrückhaltebecken im Seitenschluß. Sie werden entweder im *starr*en oder *flexiblen* Betrieb gefahren. Im ersten Fall bedeutet dies, daß der Polder dauernd hochwasserfrei gehalten und nur in Katastrophenfällen, also wenige Male im Jahrhundert, gefüllt wird. Bei den flexiblen Poldern ist dagegen vorgesehen, die Ein- und Auslaufbauwerke im Sommer (ab Juni) grundsätzlich offen zu halten und damit die Wasserstände im Polder mit dem natürlichen Gang des Rheinwasserspiegels schwanken zu lassen. Im Winter bis einschließlich Mai sollen dagegen die Einlässe geschlossen bleiben, da in dieser Zeit mit Katastrophenhochwassern gerechnet wird und die Polder für diesen Fall weitestgehend leer sein müssen (vgl. **DISTER 1985, PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT 1986**).

Aus dem Vorschlagskatalog der Hochwasserstudienkommission wurde eine Anzahl von Einzelvorhaben ausgewählt, die das erforderliche Retentionsvolumen von 211 Mio m³ erbringen sollen, wobei alle 3 Typen von Hochwasserschutzmaßnahmen Berücksichtigung fanden. Räumlich betroffen sind die Bundesländer Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz sowie das Elsaß (vgl. **Abb. 12**). Die Verteilung der Rückhaltevolumina und der Finanzlast ist zwischen Frankreich und der Bundesrepublik Deutschland in zusätzlichen Vereinbarungen zum deutsch-französischen Vertrag vom 14. Juli 1969 geregelt. Der Bund hat seinerseits vertragliche Festlegungen über den Hochwasserschutz am Oberrhein mit den Bundesländern getroffen, da ja der Hochwasserschutz in die alleinige Kompetenz der Länder fällt. Zur Zeit sind lediglich das Kulturwehr Kehl und die Polder Altenheim I und II gebaut und praktisch einsatzfähig; zusätzlich kann der Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke gefahren werden.

Der Studie der HSK, so wichtig sie für die Beurteilung der hydrologischen Situation auch waren, haften mehrere gravierende Mängel an, die aus heutiger Sicht etliche der vorgeschlagenen Einzel-

maßnahmen in Frage stellen. Es wurde ungenügend geprüft, ob sich die vorgesehenen Räume aus grundwasserhydraulischen Gründen überhaupt für die projektierte Auslegung der Retentionsmaßnahmen eignen; Probleme mit der Binnenentwässerung landseits der (geplanten) Dämme und dem dort aufsteigenden Grundwasser (Druckwasser) erscheinen mancherorts mit vernünftigem Aufwand nicht lösbar. Weiterhin fand nur das Rheingebiet bis Worms Berücksichtigung. Daß auf der Strecke Worms-Mainz wahrscheinlich noch weitere 150 Mio m³ zurückgehalten werden müssen, wurde erst aus einer jüngeren Untersuchung deutlich (vgl. **ROTHER 1985**); konkretere Pläne dafür bestehen noch nicht. Die meisten Projekte müssen überdies auf starke ökologische Bedenken stoßen und dürften daher kaum realisierbar sein. Ökologische Belange konnten nämlich in der Hochwasserstudienkommission nicht berücksichtigt werden, da kein Ökologe in diesem Gremium vertreten war.

4.2 Ökologische Problematik rein technischer Maßnahmen

Die ökologischen Probleme beruhen im wesentlichen darauf, daß alle technischen Varianten zur Hochwasserdämpfung möglichst selten – nur im Katastrophenfall – in Betrieb gehen sollen und daß sie, soweit es Retentionswehre und besonders Taschenpolder angeht, möglichst wenig Fläche in Anspruch nehmen sollen. Diese Absicht erscheint zwar zunächst verständlich, läuft aber den ökologischen Anforderungen völlig zuwider. Im Ergebnis bewirken solche Maßnahmen nämlich eine *nur in großen Zeitabständen* erfolgende, dann aber *unnatürlich hohe Überschwemmung* des Geländes, im Falle der Polder sogar für längere Zeit mit *stehendem* – nicht fließendem – Wasser.

In Mitteleuropa ist keine ausdauernde Lebensgemeinschaft bekannt, die solche Bedingungen – Überschwemmung bzw. sogar Überstauung im Abstand von vielen Jahren bis Jahrzehnten, dann aber mehrere Meter hoch und etliche Tage bis einige Wochen lang – überstehen könnte. Es muß daher mit einem mehr oder weniger flächenhaften Absterben der gesamten betroffenen Biozönose oder wesentlicher Teile davon gerechnet werden. Auch die Folgebiozönosen, die ja wiederum viele Jahre unter hochwasserfreien Bedingungen existieren müßten, würden beim nächsten Retentionsfall ganz oder teilweise zerstört.

Allerdings kennt man in den Stromauen außerordentlich hochwassertolerante Lebensgemeinschaften (Silberweidenwälder, Eichen-Ulmenwälder, Auenwiesen etc.), die keinerlei Schwierigkeiten hätten, mit den Überschwemmungsbedingungen zurecht zu kommen, wie oben bereits ausgeführt wurde. Diese Lebensgemeinschaften stehen jedoch *am natürlichen Standort*, d. h.

- daß langanhaltende Überflutungen auf den entsprechenden, tiefen Geländeniveaus praktisch jedes Jahr auftreten,
- daß sie eine bestimmte, für die jeweilige Biozönose erträgliche Überflutungshöhe nicht überschreiten,
- daß das Wasser – wenn auch nur langsam – fließt und dadurch rel. kühl und sauerstoffreich bleibt und
- daß die Organismen unter solchen Bedingungen aufgewachsen sind.

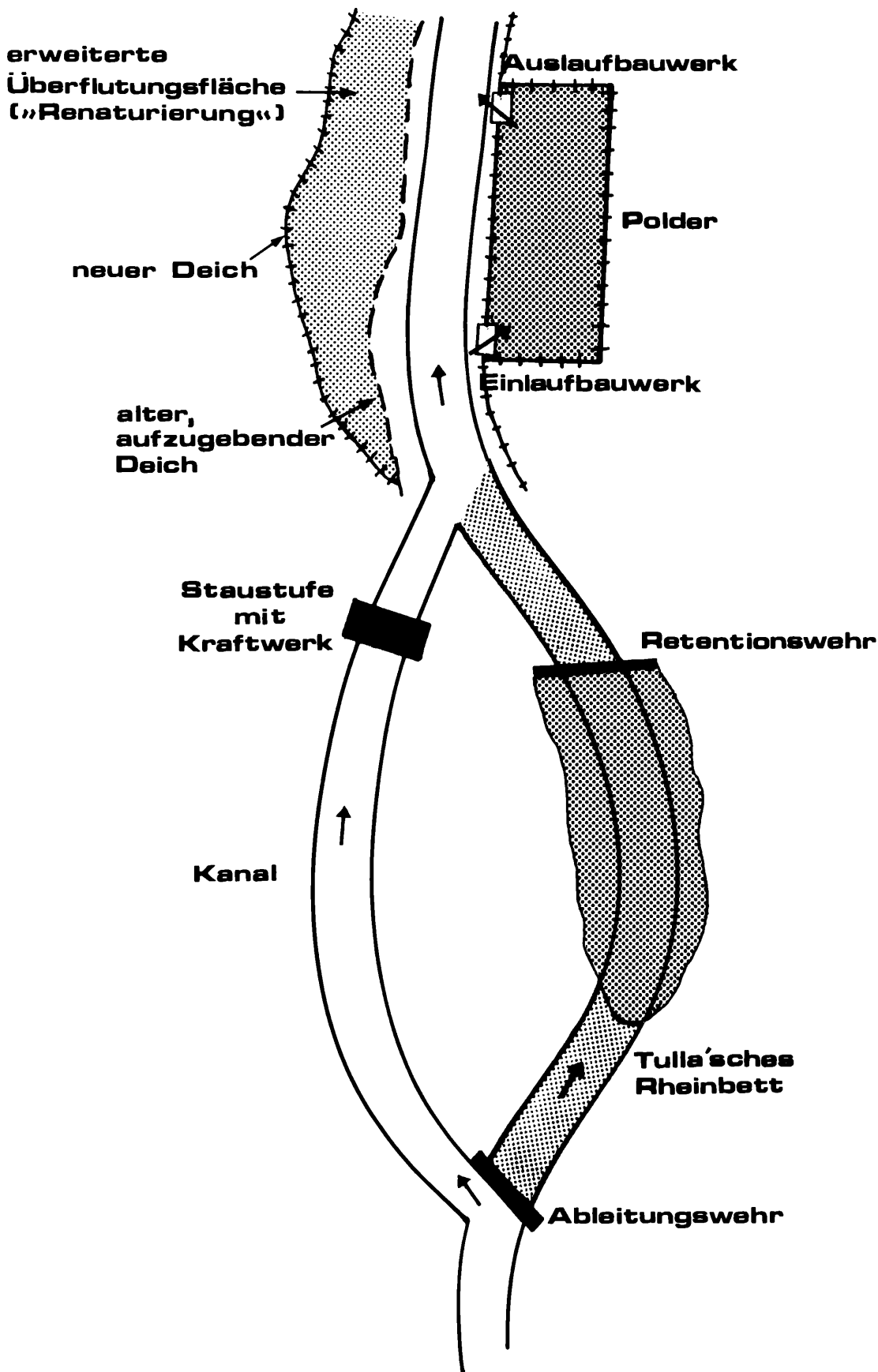


Abbildung 11

Die verschiedenen Lösungen der Hochwasserretention am Oberrhein (Erläuterung im Text).

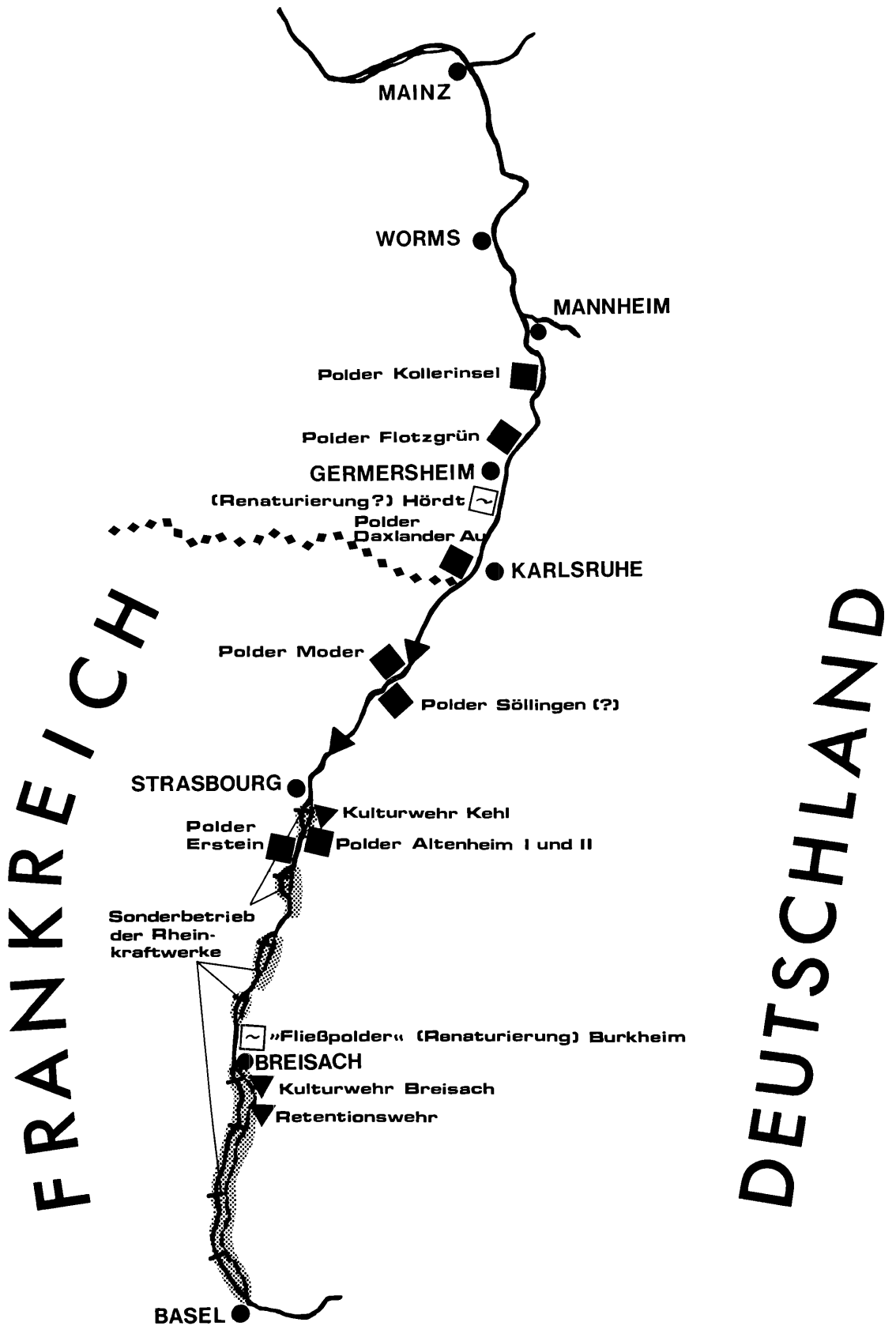


Abbildung 12

Derzeit in Planung befindliche Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein. Nicht berücksichtigt sind die räumlich noch nicht konkretisierten Vorhaben zwischen Worms und Mainz sowie weitere, für eine Renaturierung geeignete Flächen.

4.3 Lösungen aus ökologischer Sicht

Angesichts der erstaunlichen Hochwassertoleranz vieler Lebensgemeinschaften der Stromaue liegt es nahe, nach solchen Lösungen des Hochwasserproblems zu suchen, die diese Fähigkeit nutzen – also in bestimmten Räumen Bedingungen zu schaffen, in denen das Katastrophenhochwasser nichts anderes darstellt als ein herausgehobenes Ereignis regelmäßig auftretender, hydrologischer Zustände. Es könnten sich dort Biozönosen der Aue (Auenwälder, Auenwiesen usw.) einstellen, die auf Dauer existenzfähig sein würden und eine forstliche, grünländlichwirtschaftliche oder sonstige, den ökologischen Gegebenheiten angepaßte Nutzung zulassen.

Dazu bietet sich an, die vorhandenen Hochwasserdämme an geeigneten Stellen zurückzuverlegen und das derzeitige Überschwemmungsgebiet des Rheins zu erweitern (vgl. Abb. 11). Ehemalige, durch Dammbauten abgetrennte Auen des Rheins würden dadurch wiederum an das Wasserregime des Flusses angeschlossen. Am südlichen Oberrhein könnte man dabei großenteils auf Räume zurückgreifen, die noch vor zwei bis drei Jahrzehnten (vor dem modernen Oberrheinausbau) regelmäßig von Rheinhochwässern betroffen wurden, am nördlichen Oberrhein sind die geeigneten Gebiete schon längere Zeit hochwasserfrei gelegt; trotzdem erleichtert dieser frühere, keineswegs vollständig verschwundene Auencharakter des Geländes auch dort die Verwirklichung dieses häufig als **Renaturierung** bezeichneten Konzepts.

Die Scheitelhöhen aller Hochwässer – nicht nur die der Katastrophenhochwässer – könnten bei dieser Lösung aufgrund der vergrößerten Überflutungsfläche gedämpft werden. Durch die gegenüber dem Flußbett deutlich verlängerte Durchströmzeit des Wassers in den Auen würde eine Entkoppelung des Rheinhochwassers von den Hochwässern der Nebenflüsse erreicht. Die ehemaligen Auenwälder, die ihren ursprünglichen Charakter allmählich verlieren, würden durch die regelmäßigen Überflutungen regeneriert werden – eine Wirkung, die im Hinblick auf die gewaltigen Verluste an Auelebensräumen gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann (vgl. YON & TENDRON 1981, HÜGIN 1981, DILGER & SPÄTH 1985).

Außerdem hat diese Lösung aus technischer Sicht den unbestreitbaren Vorteil, daß sie ohne die aufwendige Steuerung und Unterhaltung auskommt, die für den Betrieb der Taschenpolder und der Retentionswehre erforderlich sind. Weiterhin ist das hohe Restrisiko, das etwa mit dem Einsatz der Taschenpolder verbunden ist, bei der Renaturierung ausgeschaltet; der notwendigerweise sehr begrenzte Querschnitt der Einlaßbauwerke und die bei sehr steilem (Hochwasser-)Wellenverlauf nur kurzzeitig verfügbare Druckhöhe können nämlich dazu führen, daß der Polder nur zum Teil gefüllt werden kann und damit seine Funktion zur Hochwasserdämpfung gar nicht erfüllt (vgl. trotz in der Gesamttendenz differierender Auffassung ENGEL & MÜRLEBACH 1986). Aus den gleichen Gründen werden die Polder weitgehend wirkungslos, wenn sie bei sehr breit gespannten Wellen entweder zu früh oder zu spät eingesetzt werden; das notwendige Retentionsvolumen ist dann entweder bereits vergeben, wenn es gebraucht wird, oder der Polder »fährt in den *ablaufenden Ast* der Hochwasserwelle

ein Loch«, was für den Hochwasserschutz völlig irrelevant ist. Eine erhebliche Minderung in der Wirksamkeit kann bei den Poldern auch dadurch auftreten, daß bei länger anhaltenden Spitzenhochwässern durch Grundwasser (Druckwasser) das im Polderraum aufsteigt (s. o.), eine gewisse Vorfüllung des Retentionsraumes erfolgt und das geforderte Rückhaltevolumen für die Kappung der Hochwasserspitze nicht mehr zur Verfügung steht.

In der Regel dürften sich auch geringere Probleme mit der Binnenentwässerung und dem landseits der Dämme aufsteigenden Druckwasser ergeben. Aus politischer Sicht hat die Renaturierungslösung meistens den Vorzug, leichter durchsetzbar zu sein; Lösungen, die die teilweise oder vollständige Zerstörung von Ökosystemen auf großer Fläche implizieren, sind nämlich angesichts des gestiegenen Umweltbewußtseins der Bevölkerung und der verschärften Gesetze im Bereich des Natur- und Umweltschutzes kaum noch zu realisieren.

Diesen enormen Vorteilen stehen natürlich auch gewisse Nachteile gegenüber. Sie sind in erster Linie in dem mehrfach höheren Flächenbedarf der Renaturierung zu sehen. In einer so dicht besiedelten und intensiv genutzten Landschaft wie dem Oberrheingraben liegen naturgemäß vielfältige Ansprüche der unterschiedlichen Nutzungsinteressen auch auf solchen Gebieten, die erst vor relativ kurzer Zeit hochwasserfrei gelegt wurden (vgl. SOLMSDORF 1977). In vielen, für die Auenerweiterung geeigneten Flächen wurden in den letzten Jahren bauliche Anlagen (genehmigt und) errichtet – vom Tennisplatz bis zur Kläranlage und von der Gärtnerei bis zum Industriebetrieb. Die Fehler und Unzulänglichkeiten der Bauleitplanung werden hier besonders deutlich und erschweren oder verhindern gar gute Lösungen beim Hochwasserschutz. Doch ist hier eine vernünftige Abwägung geboten. Die Verlegung selbst etlicher baulicher Anlagen muß gegenüber der Hochwassergefahr für die Rheinanliegerstädte als absolut nachrangiges Problem bewertet werden.

Auch von bestimmten Kreisen des traditionellen Naturschutzes erheben sich merkwürdigerweise Widerstände gegen die Renaturierung als wesentlichen Bestandteil eines ökologisch akzeptablen Hochwasserschutzkonzeptes (vgl. DISTER 1986). Läßt man die Argumente beiseite, die auf einer mangelhaften Kenntnis des Ökosystems »Flußaue« sowie seiner räumlichen und zeitlichen Variationen beruhen, so bleibt als ernstzunehmender Einwand, daß die nicht autotypischen – also überflutungsempfindlichen – Lebensgemeinschaften, die sich auf den seit längerer Zeit hochwasserfrei gelegten Flächen entwickelt haben, durch eine Anbindung an das Wasserregime des Rheins verschwinden würden.

Dem muß aber entgegengehalten werden, daß bei allen Hochwässern des Rheins, selbst bei Spitzenhochwässern wie 1983, wesentliche Teile des sehr bewegten Auenreliefs völlig wasserfrei oder nur äußerst kurz überflutet sein würden. Die hochwasserempfindlichen Arten und Gemeinschaften werden daher in ihrem Vorkommen lediglich auf bestimmte, höhere Teile der Aue begrenzt, nicht aber völlig zum Verschwinden gebracht. Freilich wird es in der Phase der Rückführung bzw. Umwandlung zu einem autotypischen Ökosystem gewisse Verluste an Organismen geben; ob es wirklich

zum Verschwinden auch nur einer einzigen Art kommt (oder ob nicht doch – wie wir annehmen – in den sehr verschiedenartigen Biotoptypen der Aue für jede der heute nachgewiesenen, auenuntypischen Arten ökologische Nischen existent bleiben), kann definitiv niemand voraussagen.

Sicher ist jedenfalls, daß der Umwandlungsprozeß sehr rasch verlaufen wird, wie aus den oben dargestellten Erkenntnissen über die Vegetations- und Standortsdynamik der Aue hervorgeht. Dies gilt um so mehr, als man ja sinnvollerweise auf ehemalige Auenwälder (und Auenwiesen) zurückgreift, in denen noch zahlreiche Elemente der früheren Lebensgemeinschaften erhalten sind. Solche Flächen sind am Oberrhein durchaus noch in nennenswertem Umfang vorhanden, so in der Hördter Rheinaue (vgl. DISTER 1986) und am Rußheimer Altrhein im Raum Germersheim, im Gebiet von Weisweil, von Meißenheim oder nördlich von Breisach, wo zur Zeit gemeinsam mit der Neubaulitung Hochwasserschutz Oberrhein bereits ökologisch akzeptable Planungen für die Hochwasserrückhaltung erstellt werden.

Nahezu unüberwindliche Schwierigkeiten ergaben sich bis vor kurzem auch bei der Einbeziehung landwirtschaftlich genutzter Flächen in ein Renaturierungskonzept. Da man aber gegenwärtig aufgrund der agrarischen Überproduktion in der EG auch seitens der Landwirtschaft die Stilllegung und Extensivierung eines bestimmten Anteils der landwirtschaftlichen Nutzfläche diskutiert, drängt es sich geradezu auf, die Erfordernisse eines umweltverträglichen Hochwasserschutzes mit denen der Entlastung des EG-Agrarmarktes zusammenzuführen und die Flächenstilllegung oder Extensivierung besonders in solchen Räumen zu betreiben, über die man aus Gründen der Hochwasserrückhaltung und der Auen-Regenerierung verfügen möchte; der Einwand des oben erwähnten, mehrfach höheren Flächenbedarfs für die Renaturierung ist damit deutlich entschärft.

Nur in der Zusammenführung der Ziele der Wasserwirtschaft, des Natur- und Umweltschutzes und der Landwirtschaft kann heute eine verantwortliche Lösung des Hochwasserproblems am Rhein erreicht werden. So bleibt die Renaturierung eine im Detail sicher schwierige, aber die einzig realisierbare und ökologisch sinnvolle Möglichkeit. Daher ist zu fordern, möglichst *alle geeigneten Flächen* zur Renaturierung heranzuziehen; nur der dann noch verbleibende Restbedarf an Rückhaltevolumen sollte über rein technische Varianten des Hochwasserschutzes gedeckt werden. Diese Überlegungen machen eine Überarbeitung der Vorschläge der Hochwasser-Studienkommission ebenso dringlich wie eine sorgfältige Abstimmung zwischen den betroffenen Bundesländern, aber auch mit der französischen Republik, die im beiderseitigen Interesse für ein grenzüberschreitendes, umweltverträgliches Konzept des Hochwasserschutzes gewonnen werden sollte.

5. Literatur

- BABONAUX, Y. (1970):
Le lit de la Loire. Étude d'hydrodynamique fluviale. – 252 S., Paris.
- BALATOVA-TULACKOVA, E. (1966):
Synökologische Charakteristik der südmährischen Überschwemmungswiesen. – Rozpr. Cs Akad. Ved, Ser. math.-nat., **76**, 1: 1–41.
- (1969):
Beitrag zur Kenntnis der tschechoslowakischen Cnidion venosi-Wiesen. – Vegetatio, **17**: 200–207.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.) (1983):
Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Donaugebiet. Abflußjahr 1980. – München.
- BRAUN, H. J. (1982):
Lehrbuch der Forstbotanik. – 257 S., Fischer, Stuttgart.
- BRAVARD, J.-P. (1981):
La Chautagne. Dynamique de l'environnement d'un pays savoyard. – Inst. des Études Rhodaniennes des Universités de Lyon, Memoires et Documents, 18: 1–182.
- BRAVARD, J.-P., AMOROS, C. & PAUTOU, G. (1986):
Impact of civil engineering works on the successions of communities in a fluvial system. – Oikos, **47**: 92–111.
- DILGER, R. & SPÄTH, V. (1985):
Kartierung und Bilanzierung schutzwürdiger Bereiche der Rheinniederung im Regierungsbezirk Karlsruhe. Natur und Landschaft, **60**, 11: 435–440.
- DISTER, E. (1980):
Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. – Diss., Math.-Nat. Fak., Göttingen.
- (1983):
Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten. – Verh. Ges. Ökol., **10**: 325–336.
- (1984):
Zur ökologischen Problematik der geplanten Donau-Staustufe bei Hainburg/Niederösterreich. – Natur und Landschaft, **59**, 5: 190–194.
- (1985):
Taschenpolder als Hochwasserschutzmaßnahme am Oberrhein. – GR, **37**, 5: 241–247.
- (1986):
Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein. Ökologische Probleme und Lösungsmöglichkeiten. – Geowissenschaften in unserer Zeit, **4**, 6: 194–203.
- DISTER, E. & DRESCHER, A. (in Druck):
Zur Struktur, Dynamik und Ökologie lang überschwemmter Hartholzauenwälder der unteren March (Niederösterreich). – Verh. Ges. Ökol., **15** (Graz 1985).
- DYCK, S. & PESCHKE, G. (1983):
Grundlagen der Hydrologie. – 388 S. Ernst & Sohn, Berlin.
- ENGEL, H. & MÜRLEBACH, M. (1986):
Hochwasserretention am Rhein, mögliche Maßnahmen und deren Auswirkungen. – DGM, **30**, 2/3: 33–43.
- FRITZ, H.-G. (1982):
Ökologische und systemische Untersuchungen an *Diptera/Nematocera* (Insecta) in Überschwemmungsgebieten des nördlichen Oberrheins. Ein Beitrag zur Ökologie großer Flußauen. – Diss., FB 10, TH Darmstadt.
- GERKEN, B. (1982):
Zonationszönosens bodenlebender Käfer der Oberrheinniederung: Spiegel der Wandlung einer Stromauenlandschaft. – Vortragsmanuskript f. d. 2. Intern. Entomologentagung in Kiel.
- GILL, C. J. (1970):
The flooding tolerance of woody species – a review. Forestry Abstracts, **31**, 4: 671–688.

- GLUTZ v. BLOTZHEIM, U. N., BAUER, K. M. & BEZZEL, E. (Bearb.) (1975):
Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 6, Charadriiformes (I. Teil). – Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- GREGORY, K. J. (Ed.) (1977):
River Channel Changes. – Wiley & Sons, Chichester.
- HEIMER, W. (1983):
Auswirkungen von Wasserstandsschwankungen auf *Diptera/Brachycera* (Insecta) in Naturschutzgebieten der hessischen Rheinaue. – Diss., FB 10, TH Darmstadt.
- HELLER, H. (1969):
Lebensbedingungen und Abfolge der Flußauenvegetation in der Schweiz. – Mitt. Schweiz. Anst. Forstliche Versuchswesen, **45**, 1: 1–124.
- (1978):
Lebensbedingungen auf den Untersuchungsflächen im Inntal bei Ramosch und Strada. – *Ergebn. d. wissensch. Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark*, **12**, 3 (B III): 1–162.
- HOCHWASSER-STUDIENKOMMISSION f. d. RHEIN (1978):
Schlußbericht (Teile I–IV). – 82 S., o. O.
- HOPPE, CH. (1970):
Die großen Flußverlagerungen des Niederrheins in den letzten zweitausend Jahren und ihre Auswirkungen auf Lage und Entwicklung der Siedlungen. – *Forschungen z. dt. Landeskde*, **189**: 1–88.
- HÜGIN, G. (1962):
Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. – *Beiträge zur Landespflege*, **1** (Festschr. Prof. Wiepking): 186–250.
- (1981):
Die Auenwälder des südlichen Oberrheintals – ihre Veränderung und Gefährdung durch den Rheinausbau. – *Landschaft + Stadt*, **13**, 2: 78–91.
- INSTITUT f. WASSERWIRTSCHAFT (1984):
Gewässerkundliches Jahrbuch der Deutschen Demokratischen Republik. Abflußjahre 1976–80. – Berlin.
- LELEK, A. (1978):
Die Fischbesiedlung des nördlichen Oberrheins und des südlichen Mittelrheins. – *Natur und Museum*, **108**, 1: 1–9.
- LIEPOLT, R. (Hrsg.) (1967):
Limnologie der Donau. – Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- MANGELSDORF, J. & SCHEURMANN, K. (1980):
Flußmorphologie. – Oldenbourg, München.
- MARGL, H. (1971):
Die Ökologie der Donauauen und ihre naturnahen Waldgesellschaften. – in: *Naturgeschichte Wiens*, **2**: 1–32, Jugend und Volk, Wien.
- MELUF (MINISTERIUM f. ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT u. FORSTEN) (1979, 1980):
Hochwasserschutz am Oberrhein. – Stuttgart.
- MINISTÈRE de l'ENVIRONNEMENT (1983):
Annuaire national des débits de cours d'eaux. Année 1979. Vol. II (Bassin Loire-Bretagne). – Paris (Orléans).
- MOOR, M. (1958):
Pflanzengesellschaften der schweizerischen Flußauen. – *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen*, **34**, 4: 221–360.
- MUSALL, H. (1969):
Die Entwicklung der Kulturlandschaft der Rheinniederung zwischen Karlsruhe und Speyer vom Ende des 16. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts. – *Heidelberger Geographische Arbeiten*, **22**: 1–279.
- PENKA, M., VYSKOT, M., KLIMO, E. & VASICEK, F. (1985):
Floodplain Forest Ecosystem. – 466 S., Akademia, Praha.
- PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT (1986):
Ökologische Risikoanalyse und landschaftspflegerische Begleitplanung zum geplanten Taschenpolder Hördt. – unveröff. Gutachten, Hannover.
- ROTHER, K.-H. (1985):
Möglichkeiten des Ausgleichs der Hochwasserverschärfung aus dem Oberrheinausbau. – *Wasserbau-Mitteilungen* (der TH Darmstadt), **24**: 47–55.
- SCHIEMER, F. (1985):
Die Bedeutung von Augewässern als Schutzzone für die Fischfauna. – unveröff. Manuskript.
- SOLMSDORF, H. (1977):
Die Nutzung in der Talaue des mittleren Oberrheins und ihre landschaftsökologische Bewertung. – *Landeskundl. Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum*, **13**: 49–70.
- SOLMSDORF, H., LOHMEYER, W. & MRASS, W. (1975):
Ermittlung und Untersuchung der schutzwürdigen und naturnahen Bereiche entlang des Rheins (Schutzwürdige Bereiche im Rheintal). – *Schr. Reihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, **11**: 1–186 + Kartenband.
- WINKEL, S. & FLÖSSER, E. (1986):
Zusammenfassender Bericht über die tierökologischen Untersuchungen im NSG Kühkopf-Knoblochsaue 1984/85. – 74 S., Manuskript.
- YON, D. & TENDRON, G. (1981):
Les forêts alluviales en Europe. – 65 S. Conseil de l'Europe, Strasbourg.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Emil Dister
WWF-Auen-Institut
Josefstr. 1
D-7550 Rastatt

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [3_1985](#)

Autor(en)/Author(s): Dister Emil

Artikel/Article: [Auelebensräume und Retentionsfunktion 74-90](#)