

EINE VEGETATIONSKUNDLICH-ÖKOLOGISCHE STUDIE
ZU DEN AUSWIRKUNGEN DES WASSERBAUS
AM BEISPIEL DER STAUHALTUNG ERING AM UNTEREN INN

Mit 11 Abbildungen, 2 Tabellen und 1 Beilage (X)

MICHAELA CONRAD-BRAUNER

Summary: A vegetation and ecological study concerning the effects of hydraulic construction works, taking the Ering Dam in the lower Inn Valley as an example

The results of hydraulic construction works are shown taking the Ering Dam as an example. Like many rivers in Central Europe, river correction, the construction of high water dams and, last but not least, the diversion of the flood into dam sections, results in deep-seated changes in the morphodynamics, the hydrological conditions, sediment size and, as a consequence, in the flood plain locations with their vegetation. On the basis of the present-day situation of the vegetation and ecology, the vegetation changes have been reconstructed since 1900. As a methodological basis, an interdisciplinary approach to the vegetation serves as an indicator for the soil condition, water budget and land use. Based on this, the present-day coincidences between locational factors and plant associations of the southern Bavarian flood plains permits earlier vegetation conditions to be determined, using the available but sketchy information concerning the history of the Inn (hydrological data, aerial photographs, pictures of the earlier vegetation, and regional descriptions).

As a result of alterations in the formation components, changes in the inventory of plant associations and species, as well as in succession, could be established. This exemplary method presented here enables the essential characteristics of the location factors of soil conditions, water budget and land use to be registered. This makes a valuable contribution to the study of the present situation and the development of the landscape. The application proves to be relatively simple and is transferable to other regions, especially wetlands, which are close to nature.

1 Einführung, Problemstellung, Zielsetzung

Anlässlich der Diskussion um die bestehenden Staustufen und den zukünftigen Ausbau der ungestauten Flußabschnitte an Donau und Salzach sind die bisherigen Erfahrungen mit älteren Stauhaltungen interessant. In der vorliegenden Studie werden die Auswirkungen des Wasserbaus auf die Vegetation in einer 1942 angelegten Staustufe untersucht. Zum einen sollen die lokalen Folgen des Wasserbaus für die Vegetation und ihre Standortbedingungen als Grundlage für eine naturschutzfachliche Bewertung wasserbaulicher Maßnahmen dienen. Zum anderen wird eine kombinierte vegetationskundlich-ökologi-

sche Untersuchungsmethode vorgestellt. Am Beispiel einer Flußaue sollen exemplarisch die Möglichkeiten der angewandten Vegetationskunde für die Erforschung der Naturlandschaft und ihres zeitlichen Wandels aufgezeigt werden. Bei vergleichbarer Datenlage ist die Methode auf andere Gebiete übertragbar. Dafür eignen sich allgemein naturnahe, land- und forstwirtschaftlich allenfalls extensiv genutzte Gebiete, in denen indirekte Veränderungen von Rahmenbedingungen (Wasserhaushalt: Drainage bzw. Überstauung, Sedimentation, Landnutzung) einen „schleichenden“ Landschaftswandel auslösen. Aufgrund ihrer historischen Dimension ist die vorgestellte Methode für die Landschaftsplanung besonders interessant.

Ausschlaggebend für diese Studie waren die vorliegenden ökologisch-vegetationskundlichen Studien zur gegenwärtigen Situation in den fast vollständig verlandeten Stauhaltungen in Form einer Dissertation (CONRAD-BRAUNER 1995). Darin wurden die Veränderungen durch den Staustufenbau dokumentiert. Auch zur früheren Situation steht umfangreiches Datenmaterial über den Wasserbau und seine Folgen für den Zeitabschnitt seit der Flußkorrektur zur Verfügung. Die Vegetation im korrigierten Zustand ist durch eine Dissertation aus den Jahren 1949–51 dokumentiert (KRAMMER 1953).

2 Methodik

Fundierte Landschaftsplanung und naturschutzfachliche Beurteilung von Landnutzungsänderungen setzen Informationen zur Vegetation und ihren Standortfaktoren (Wasserhaushalt, Bodeneigenschaften, Landnutzung) und zu den wasserbaulichen Maßnahmen in verschiedenen historischen Abschnitten voraus. Diese Informationen sind im allgemeinen für frühere Zeitabschnitte recht lückenhaft (Tab. 1). Der methodische Ansatz ist interdisziplinär. Er basiert auf dem Zeigerwert der Vegetation als relativ einfachem, unter vertretbarem Zeitaufwand und ohne instrumentellen Einsatz erfaßbaren Indikator für die Landnutzung, den Boden und Wasserhaushalt in naturnahen Landschaften.

Tabelle 1: Vorhandene Primärdaten

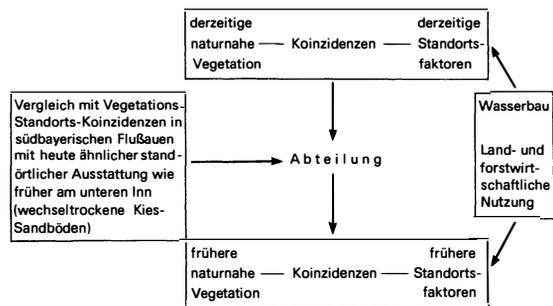
Available primary data

	Wildfluß vor 1900	Korrigierter Fluß 1900-1942	Eingestauter Fluß 1942-1984
Wasserbau	nicht bekannt	bekannt	bekannt
Standortfaktoren	nicht bekannt	teilweise bekannt	bekannt
Vegetation	nicht bekannt	teilweise bekannt	bekannt

Sind die gegenwärtigen Zusammenhänge zwischen den Vegetationseinheiten und den übrigen Naturlandschaftsfaktoren bekannt, so können die früheren Vegetationsverhältnisse aus den vorhandenen historischen Informationen zur Naturlandschaft rekonstruiert werden. Dazu sind die verfügbaren historischen Einzeldaten zu den Landschaftsfaktoren sowie gegenwärtig beobachtbare Koinzidenzen in vergleichbaren Gebieten (Bsp. südbayerische Flußauen) zu integrieren (Abb. 1). Konkret werden die vorhandenen Informationen zur gegenwärtigen und früheren Situation von Vegetation, Boden, Wasserhaushalt einschließlich der früheren extensiven Landnutzung in Bezug zueinander gesetzt. Informationsquellen sind:

1. Eigene Vegetationsstudien und Standortuntersuchungen (Bodenart, Bodentyp, Überflutungshöhe, Grundwasserstände, Strömungsexposition) sowie die Berechnung von Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzeigerwerten ELLENBERG's aus den Vegetationsaufnahmen. Damit ist der Ist-Zustand erfaßt. Zugleich liefern die mit einem einfachen Bohrstock gewonnenen Bodenprofile Hinweise auf früher andersartige Vegetationsstandorte (z. B. liegen innerhalb der heutigen Stauhaltungen unter Schilf-Silberweiden-Wald mächtige immerfeuchte Schluff-Sand-Decken über kiesig-sandigen Sedimenten; letztere bildeten vor dem Einstau bei den damals niedrigeren Wasserständen sicherlich wechselfeuchte bis -trockene Oberböden mit entsprechend andersartiger Vegetation).
2. Wasserwirtschaftliche Literatur, die morphologische, hydrologische und sedimentologische Veränderungen dokumentiert.
3. Ältere Vegetations- und Standortstudien sowie Karten und Luftbilder unterschiedlichen Alters;
4. Vergleich mit den synsystematisch für Süddeutschland beschriebenen Pflanzengesellschaften (OBERDORFER) hinsichtlich der Artenkombination und der Standorteigenschaften;
5. Eigener Vergleich mit benachbarten Gebieten ähnlicher Ausprägung an vegetationsbestimmenden Faktoren (ähnliche Bodenart, Wasserhaushalt, Meereshöhe, Strömungsexposition).

Als Ergebnis erhält man einen Schlüssel, in dem jede rezente und historische Vegetationseinheit bodenkundlich und hydrologisch charakterisiert ist. In einem weiteren Schritt lassen sich aus der Gesamtbetrachtung der vorhandenen Daten wiederum verbleibende Informationslücken zur historischen Situation und ihrem zeitlichen Wandel schließen. So gibt es nur wenige Daten zur Ausprägung der Auenstandorte vor und während der Flußkorrektion. Bekannt sind lediglich 14tägige Wasserstandsmessungen sowie alte Flurkarten und allgemeine Beschreibungen der damals lokalen extensiven Niederwald-, Weide- und Streunutzung, nicht aber die damals verbreiteten Pflanzengesellschaften. Aus der wasserwirtschaftlichen Literatur geht hervor, daß im Zuge der Korrektion erste Hochwasserdämme errichtet wurden, welche seither randliche Teilbereiche aus der Auedynamik ausklammern. Die Böden in diesen fossilen Auenteilern tragen derzeit bereits humose Oberböden (Ah > 5 cm). Darunter überwiegen häufig die Korngrößen Sand und Kies. Sie geben Zeugnis, daß vor der Korrektion außer Schluff und Feinsand noch reichlich gröbere Sedimente abgelagert wurden. Dies



Ergebnisse: Charakterisierung der gegenwärtigen Situation von Vegetation und ihren Standortfaktoren und deren anthropogener Beeinflussung durch Landnutzung und Wasserbau.
 Ergänzung von Informationslücken zur früheren Vegetation mit ihren Standortfaktoren und ihrer Veränderung bis heute (Flächenanteile der Formationen, Pflanzengesellschaften und ihre Sukzession).
 Ermittlung von anthropogenen Ursachen für die Vegetations- und Standortveränderungen (Landnutzung, wasserbauliche Maßnahmen).

Abb. 1: Konzept
 Concept

belegen auch ältere Landschaftsbeschreibungen und Vegetationsaufnahmen aus der fossilen Aue. Die Vegetationsaufnahmen in der Stauhaltung Simbach Braunau aus der Zeit 1949–52 belegen damals noch lokale Vorkommen einer an zeitweilig trockene Kies-Sandböden angepassten Auen-Pioniergesellschaft: Das Lavendelweiden-Sanddorngebüsch mit Tamarisken, das derzeit am unteren Inn fehlt. Diese Gesellschaft ist rezent nur am oberen Inn und anderen schotterführenden Alpenflüssen (Isar, Lech) lokal verbreitet, dort nur in Flußabschnitten, die nicht eingestaut wurden (v. a. an den Oberläufen; flußabwärts der ersten Staustufe gibt es jeweils nur noch Relikte des Lavendelweiden-Sanddorngebüsches, da mangels groben Geschiebes keine neuen Schotter-Sandfelder abgelagert werden). Sicherlich ist für das Verschwinden der Gesellschaft auch am unteren Inn die Korrektur und schließlich der Staustufenbau verantwortlich. Die Korrektur hat die Flüsse durch Leitwerke auf Mittelwasserhöhe eingengt und damit nennenswerte Insel-Neubildungen im Flußbett verhindert. Der Staustufenbau hat den Geschiebetransport weitgehend beendet, so daß nur noch Feinsedimente (Schluff, Feinsand, organisches Material) abgelagert werden.

Die Vegetationsverhältnisse nach der Korrektur sind für den unteren Inn zwischen Salzachmündung

und Braunau sowie für die Reichersberger Auen auf der österreichischen Seite in Form von Vegetationstabellen mit Texterläuterungen belegt (KRAMMER 1954). Damals gab es als einzige Staustufe am unteren Inn die Stauhaltung Ering (seit 1942). Der Rückstau beeinflusste zwar bereits die flußaufwärts anschließende Innaue zwischen Salzachmündung und Simbach/Braunau im Jahre 1950, als KRAMMER die dortigen Vegetationsverhältnisse in Form von Vegetationstabellen dokumentierte. Die Rückstauwirkung von Ering war in diesem erst später mit Staustufen versehenen Flußabschnitt um 1950 noch gering, so daß ihre Vegetationsaufnahmen als repräsentativ für den korrigierten Zustand des unteren Inntals gelten können. Als weitere Quellen für Primärinformationen sind ältere topographische Karten aus der Zeit vor und nach der Korrektur für den Inn verfügbar. Zusammen mit Gebietsbeschreibungen, Daten zu den hydrologischen und sedimentologischen Veränderungen ergeben die Vegetationsstudien der Jahre 1950–53 und 1984–90 eine breite Datenbasis.

3 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet bildet die Innaue zwischen Simbach-Braunau und Ering-Frauenstein, das Gebiet der 1942 errichteten Stauhaltung Ering (TK 7744 Simbach). Sie erstreckt sich über 13,1 km Länge und ist bis zu 1,5 km breit. Aufgrund der internationalen ornithologischen Bedeutung wurde die Stauhaltung Ering zusammen mit den flußabwärts folgenden Staustufen Eggfling-Obernberg und Neuhaus-Schärding seit 1972 als Naturschutzgebiet „Unterer Inn“ deklariert. Die Stauhaltung Ering ist aufgrund ihrer Ausdehnung, der vorhandenen Datenbasis und der durch Land- und Forstwirtschaft nur wenig gestörten Entwicklung als methodisches Beispiel besonders geeignet. Naturräumlich liegt das Untersuchungsgebiet auf der Isar-Inn-Schotterplatte, einer Ablagerung aus fluvioglazialen Sedimenten nördlich der pleistozänen Inn-Salzachvergletscherung. Die Meereshöhen bewegen sich zwischen 336 und 346 m. Geologisch bildet das untere Inntal eine antezedente Durchbruchsstrecke durch die Landshuter Schwelle, analog zum Donautal zwischen Kelheim und Regensburg und zum Isartal zwischen Moosburg und Landau. Die dennoch große Talweitung erklärt sich durch den Rückstau des Inn vor dem kristallinen Schärddinger Trichter, einen sich hebenden Gebirgstock, den der Inn epigenetisch zerschneidet. Geomorphologisch gliedert sich die Innaue in mehrere flache Terrassenstufen, deren geomorphologische

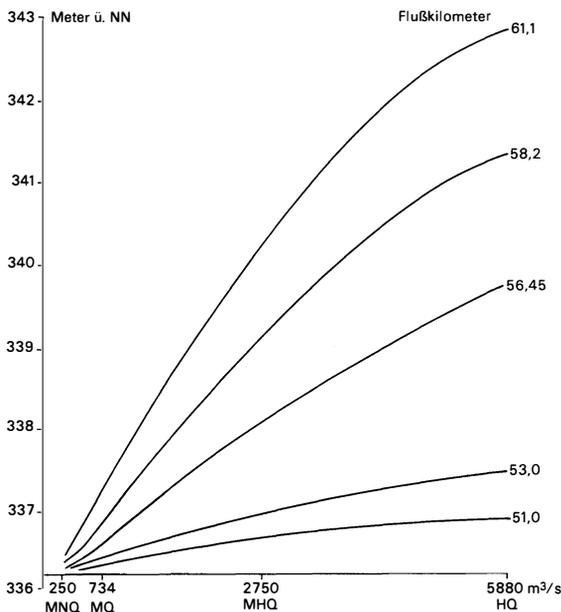


Abb. 2: Abflußkurven in der Innstufe Ering
 Quelle: Kollaudierungshöhenplan BJ-8513 (Innwerke Töging)
 Drainage curves at the Inn section Ering

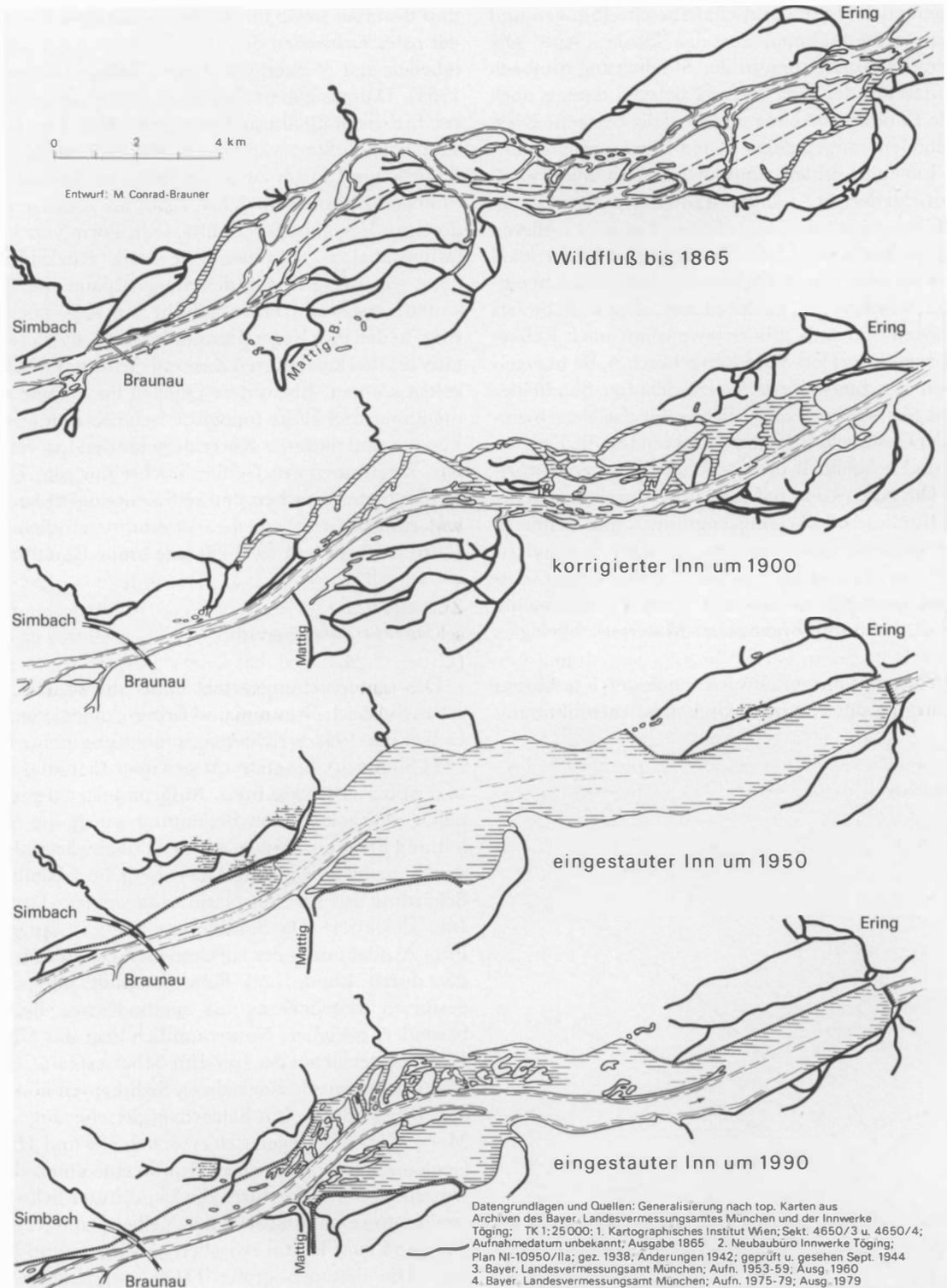


Abb. 3: Morphologische Veränderungen durch Korrektion und Staustufenbau am unteren Inn, Stauhaltung Ering
Morphological changes caused by river correction and the construction of dam sections on the lower Inn at the Ering Dam

Feinkartierung aber noch aussteht. Es bietet sich daher die vegetationskundlich sinnvolle und einfach nachvollziehbare Gliederung in rezente Aue innerhalb der Hochwasserdämme und Altaue (ehemalige Aue außerhalb der Dämme, fossile Aue) an.

Die Auenvegetation ist azonal, d. h. überwiegend durch Boden und Wasserhaushalt geprägt. Dennoch sollen wesentliche Klimaparameter der nahe am Fluß gelegenen Klimastation Ering genannt werden:

Jahresmittel der Lufttemperatur	8°
Mittlere Juli-Temperatur	17,4°
Mittlere Januar-Temperatur	-1,8°
Mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur	19-20°
Mittlere Anzahl der Frosttage	99

Die Vegetationszeit mit Mitteltemperaturen von über 10° währt von Ende April bis Anfang Oktober (bei Mühlendorf: 27. 4-5. 10 = 162 Tage). Die Niederschlagssumme erreicht 870 mm. Davon fallen 475 mm während der Vegetationsperiode.

Eine Besonderheit des Inn unterhalb der Salzmündung ist sein für einen wasserreichen Mittellauf sehr ausgeprägter alpiner Abflußcharakter (Abb. 2). Ein großer Teil der Winterniederschläge fließt erst während der sommerlichen Tauperiode ab und verstärkt die sommerliche Wasserführung im Untersuchungsgebiet. Hinzu kommen die hohen Sommer-niederschläge am Alpenrand. Entsprechend kommt es zu Hochwasserereignissen, die sogar diejenigen der Donau weit übertreffen. So sind die größten sommerlichen Abflüsse seit Beginn der systematischen Abflußmessungen 1862 doppelt so groß wie die der Donau bei Passau. Zur Verschärfung der Hochwassersituation trägt vor allem die Salzach als hochalpiner Gebirgsfluß bei. Eine einzigartige Besonderheit unter den Alpenvorlandsflüssen ist die immense Schwebstofffracht des Inn. Sie erreicht mit 4,9 Mio m³ jährlich bei Simbach etwa das 20fache der Geschiebefracht von 240 000 m³/Jahr.

4 Wasserbau und seine Folgen

4.1 Korrektio

Die wesentlichen flußmorphologischen Veränderungen durch Korrektio und Staustufenbau zeigt Abb. 3.

Bis etwa 1900 war der Inn ein Wildfluß mit einem breiten, von vielen mäandrierenden Flußarmen netzartig durchzogenen Flußbett. Die zahllosen kleinen Flußinseln waren zu etwa 30% waldfrei. Der damals noch hohe Anteil kann als Indiz für hohe morpho-

dynamische Aktivität gewertet werden, d. h. der Inn riß mit jedem Hochwasser Flußinseln ab, schüttete andernorts neue Inseln auf und gestaltete so die gesamte reich gegliederte Flußaue in großer Breite immer wieder um. Als der Inn noch Wildfluß war, wurde nicht nur Sand, Lehm und Schlick abgelagert, sondern auch Geschiebe (Grobsand und Kies) (KRAMMER 1953, 3).

4.1.1 Wasserbauliche Maßnahmen

Gleichzeitig mit vielen anderen Flüssen Mitteleuropas wurde der Inn begradigt und mit Hochwasserdämmen versehen. Anlässlich der Streitigkeiten zwischen Bayern und Österreich wegen des sich ständig verlagernden Grenzflusses wurde 1858 durch Vertrag eine gemeinsame Korrektio vereinbart. Die Korrektio war schon vor dem Ersten Weltkrieg im wesentlichen beendet. Gegen Ende der Korrektio waren 83,5% der Strecke Kufstein-Passau korrigiert. Dabei wurde die vordem 225,6 km lange Fließstrecke um rund 9 km verkürzt und wesentlich verschmälert. Zur Befestigung des auf 190 m verengten Flußschlauchs dienten geradlinig geführte Uferdeckwerke (Ufer-Längsbauten). Die Korrektioarbeiten wurden nicht zusammenhängend flußabwärts ausgeführt, sondern in vielen unzusammenhängenden, teilweise mehrere Jahrzehnte andauernden Maßnahmen. Als Folge der Korrektio ergab sich eine Kausalkette von primären und sekundären Veränderungen am gesamten Flußlauf.

4.1.2 Folgen für die Standortfaktoren

Im Vergleich zum Wildfluß stellte sich der korrigierte Fluß als schmaler Schlauch dar. Das Hauptgerinne wurde auf Mittelwasserhöhe befestigt und somit die Seitenarme vom Hauptfluß abgeschnitten und der Flußlauf verkürzt (Abb. 3). Die Verkürzung des Innlaufs erhöhte das Fließgefälle. In der Folge tiefte sich die Flußsohle ein; bei Simbach und Obernberg um rund einen Meter im Zeitraum 1880-1940. Der Überflutungsraum wurde durch Dämme verschmälert. Die Hochwasser erreichten folglich höhere Wasserstände. Der Liste an unerwünschten Folgen der Korrektio (größere Hochwassergefahr, erhöhter Geschiebetransport, Tiefenerosion) standen einige - für damalige Wertmaßstäbe der Landnutzung - positive Ergebnisse gegenüber:

Die Hochwasserdämme befreiten weite Teile der ehemaligen Aue von der Hochwassergefahr. Teilweise begünstigt durch die Grundwasserabsenkung war eine intensivere land- und forstwirtschaftliche

ZWEIZAHN - UfersÄUME			
Ehrenpreis - Ges.		Zweizahn - Ges.	
Reine A. a	Rohrglanz- gras - A. b	c	
PFLANZEN- SOZIOLOGISCHE GLIEDERUNG	Alisma plantago-aqu., Veronica beccabunga		
	Veronica catenata, Bidens cernua		
		Mentha aquatica, Rorippa amphibia	
		Lythrum salicaria, Phalaris arundinacea, Mimulus guttatus	
		Alopecurus geniculatus, Myosotis palustris;	
ALTER	ein Jahr bis wenige Jahre		
HÖHE ÜBER MITTELWASSER	-50/+30	-10/+30	0/+45
BODENTYP	Kalkrambla - Auennaßgley		
ZEIGERWERTE			
FEUCHTE	8,7	8,6	8,1
REAKTION	6,9	7,1	6,8
STICKSTOFF	7,4	6,8	7,0

Abb. 4: Vegetationskundliche und standörtliche Gliederung der Zweizahn-Ufersäume

Vegetation and location factors of the biannual plant societies (*Bidens cernua* banks)

Nutzung in der ausgedämmten Aue möglich. Bis 1930 wurden der Innaue durch Korrektur und Dammbauten insgesamt 8300 ha abgerungen; davon wurden im gleichen Jahr schon mehr als zwei Drittel bewirtschaftet. Mit der damaligen Inkulturnahme der ehemaligen Überflutungsbereiche wurde ein politisch schwer reversibler Status quo geschaffen, der eine Wiedereinbindung der Flächen in den Auenbereich durch Rückverlegung von Hochwasserdämmen bis heute wesentlich erschwert. Auch die Auen innerhalb der Dämme waren infolge der Abschnürung und Verlandung der Seitenarme besser zugänglich und damit zur Brennholz- und Streugewinnung sowie als Weidegrund in größeren Teilen nutzbar. Diese Extensivwirtschaft war in der Nachkriegszeit von existentieller Bedeutung und umfaßte damals weite Auengebiete. Ein weiterer Vorteil war die Verbesserung der Schiffbarkeit: Noch vor Abschluß der Korrektionsarbeiten verdrängte jedoch die 1874 fertiggestellte Eisenbahnstrecke Salzburg-Braunau-Neuhaus schlagartig den Schiffsverkehr am unteren Inn.

Für die Auenvegetation brachte die Korrektur überwiegend negative Folgen, bedingt durch die

morphologische Fixierung der Auenlandschaft (geringe morphodynamische Aktivität):

Im verschmälerten, fixierten, sich eintiefenden Flußschlauch blieb kein Platz für Neuanlandungen. Sedimentation junger Inseln fand kaum mehr statt. Die uferseits anschließenden älteren Kies- und Sandablagerungen wurden bei Hochwasser mit einer anwachsenden Schicht aus Feinmaterial überdeckt und konnten sich ohne Erosionsgefahr ungestört bewalden. Die teilweise oder völlig vom Flußschlauch abgeschnürten Seitenarme verlandeten altwasserartig und waren nur noch bei Hochwasser mit dem Inn verbunden. Sie wurden während der Hochwasser allmählich mit Feinsedimenten aufgefüllt. Dabei entstanden kleinflächig inmitten der Altarme kleine Inseln und Halbinseln aus Feinsand und Schlick, auf denen die Pioniervegetation junger Anlandungen zunächst noch sekundäre Standorte fand. In diesem Zustand befand sich der untere Inn um 1950, also kurz vor seinem geschlossenen Ausbau mit Staustufen.

4.2 Staustufenbau

Stand bei der Korrektur die Landgewinnung im Vordergrund, so wurde später die Energiegewinnung vorrangiges Ziel des Wasserbaus. So begann Ende des Ersten Weltkriegs der Ausbau des Inn mit einer Kette aus Staustufen.

4.2.1 Wasserbauliche Maßnahmen

Die hier exemplarisch beschriebene Stauhaltung Ering ist seit 1942 in Betrieb. Beim Einstau wurden die Auenwälder mitsamt den korrigierten Innuferrn bis zu 9 m tief unter Wasser gesetzt. Nur im obersten Abschnitt bei Simbach/Braunau blieb der korrigierte Innlauf mit seinen begleitenden Auenwäldern erhalten. Die Staustufen am unteren Inn brachten größte Veränderungen im Landschaftsbild. Die Stufenkette Simbach/Braunau, Ering/Frauenstein und Neuhaus/Schärding staut große Seen auf. Anstelle des vormals 190 m breit gefaßten Flußlaufs bestimmen nun bis zu 683 m breite, träge strömende Stauseen das Landschaftsbild. Die Stauhaltung bestand zunächst nur aus einer zurückgestauten Wasserfläche und einigen älteren, nicht „ertrunkenen“ Waldresten am Stauende bei Simbach-Braunau, eingerahmt von hohen Dämmen.

Mit dem Anstau des Inn in Staustufen wuchs die Hochwassergefahr für das Umland. Die mittlerweile recht intensiv genutzten Altauen mußten durch höhere Dämme geschützt werden. Die 1942 errich-

WEIDENGEBÜSCH							
Silberweidenbusch		Purpurweidenbusch			Silberweidenbusch		
Mandelweiden-A. a	Knöterich-A. b	Reine A. c	Rispengras-A. d	Reine A. e	Sumpfhelmkraut-A. f		
Salix alba, Salix rubens							
Typha latifolia, Mimulus guttatus, Lythrum salicaria, Juncus effusus							
Bidens cernua, Epilobium hirsutum, Epilobium parviflorum, Myosotis palustr.							
Salix triandra var. discolor, Poa trivialis, Mentha longifolia, Polygonum hydropiper							
Pflanzensoziologische Gliederung		Polygonum lapathifolium, P. mite, P. minus			Salix purpurea, Veronica catenata		
					Poa annua, Veronica becca-bunga, Rorippa pal., Populus nigra, Tussilago farfara, div. Moose		
					Alnus incana, Scutellaria galericulata		
Alter		1-3 Jahre		1-4 Jahre		3-9 Jahre	
Höhe über Mittelwasser		+10/+50 cm					
Bodentyp		Kalkrambla - Auennaßgley					
Zeigerwerte							
Feuchte		8,3	8,7	8,2	7,9	8,6	8,4
Reaktion		6,8	6,6	7,2	6,7	7,0	7,0
Stickstoff		6,3	6,1	6,4	6,3	6,4	6,3

Abb. 5: Vegetationskundliche und standörtliche Gliederung der Weidengebüsche
Vegetation and location factors of willow bushes

tete Stauhaltung Ering bildete das erste Stauwehr am unteren Inn. Bis zur Fertigstellung der vorgelagerten Stufe bei Simbach/Braunau 1954 blieb Ering 12 Jahre lang Oberlieger, d. h. das oberste Wehr am unteren Inn. Das Stauwehr Ering hielt während dieser 12 Jahre das Inngeschiebe ab Jettenbach/Töging und das gesamte Salzachgeschiebe zurück. So war die Stauhaltung nach 11 Jahren (1953) bereits zu einem Drittel aufgefüllt (1900 m³). Seit 1954 ist jeglicher Geschiebetransport schlagartig unterbunden. Seitdem besteht die Sedimentfracht nur noch aus Schwebstoffen (<1 mm).

Die immensen Schwebstoffmengen lagern sich bevorzugt in den seichten, träge strömenden Stauhaltungen ab (Fließgefälle 0,08 Promille). Der breit angelegte Stausee zwischen Simbach und Ering füllte sich weiterhin auf. Bis 1971 war mit 20 Mio m³ das Sättigungsniveau nahezu erreicht. Die vormaligen verbreiteten Kies- und Sandböden wurden dabei von Schluff- und Sandsedimenten überdeckt. Die Schluff-Sand-Decken der Auen innerhalb der Hochwasserdämme sind in den Stauhaltungen am unteren Inn mittlerweile über einen Meter mächtig (Ausnahme:

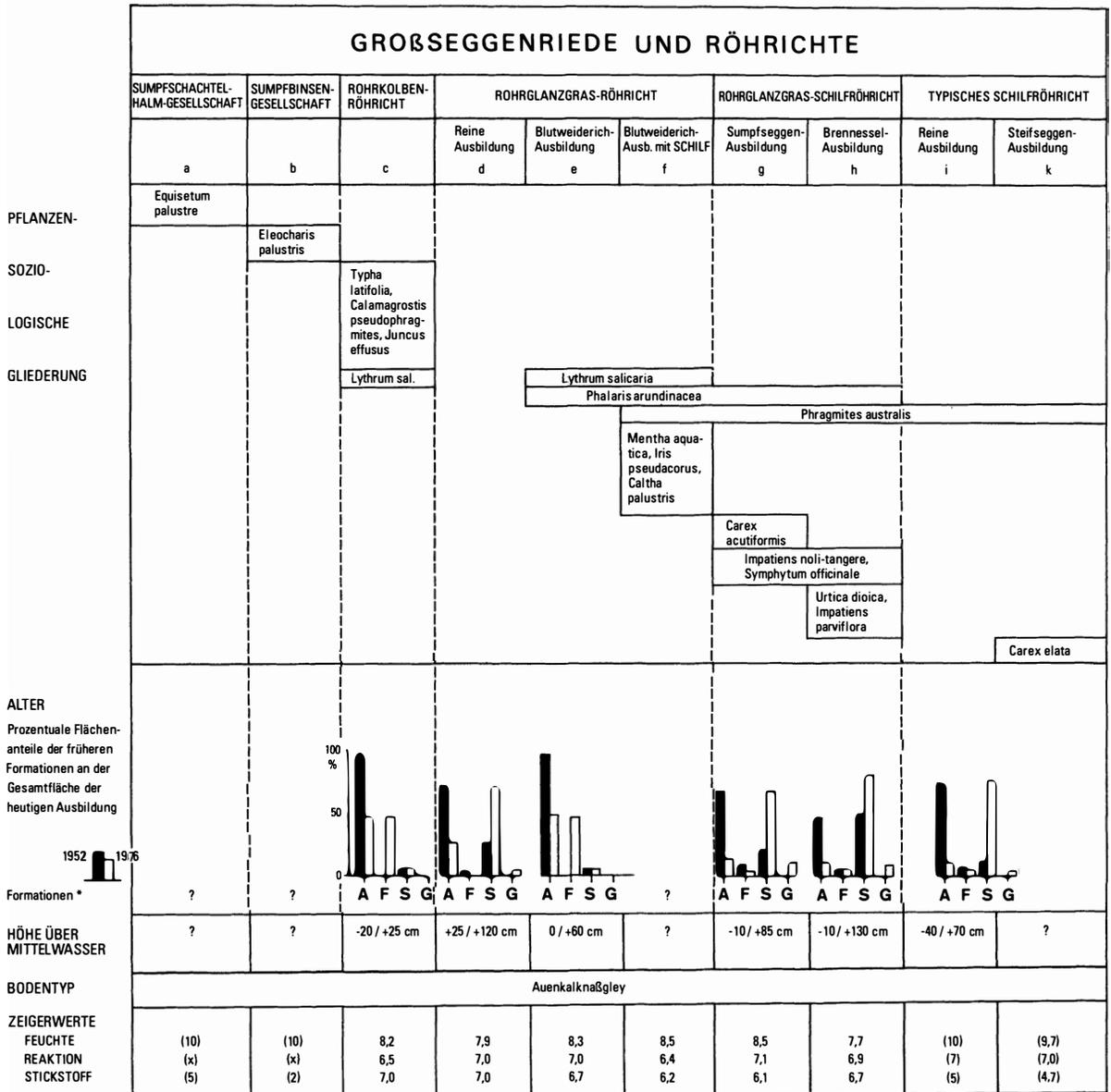
Jüngste Stauhaltung Neuhaus-Schärding). Um einen übermäßigen Anstieg der mittleren Flußsohle zu vermeiden und die zunehmende Hochwassergefahr zu bannen, erfolgten dreierlei Wasserbaumaßnahmen:

Erstens erfolgten umfangreiche Baggerungen im Staauraum. Zweitens wurden die Hochwasserdämme abermals verstärkt und neue Dämme errichtet. Diese engten den Überschwemmungsbereich empfindlich ein. Folglich erreichten die Hochwasser in jüngster Zeit noch höhere Wasserstände als im korrigierten Zustand. Drittens wurde versucht, das Sättigungsniveau der Verlandung zu senken und gleichzeitig die störende Verlandung vor den Stauwehren zu mindern. Dazu wurden die Ufer einer schmalen Hauptfließrinne befestigt und die Seitenarme teilweise verbaut, ähnlich wie bei der Korrektur (Abb. 3). Seitdem beschränkt sich die Sedimentation auf die verbauten Seitenarme, während sich die befestigte Hauptfließrinne wiederum eintieft. Die erwünschte Wirkung stellte sich mit dem 1954-Hochwasser ein: Die vorherige, begradigte und eingetieft Hauptfließrinne war wieder hergestellt, beidseitig gesäumt von strömungsarmen Stillwasserbuchten.

4.2.2 Folgen für die Standortfaktoren

Die Hochwasserdämme veränderten die Hochwassersituation. Schon im korrigierten Zustand führten die damals noch wenigen, meist niedrigen Dämme bereits zu höheren Hochwasserständen. Im eingestauten Zustand engen weitere Dammbauten den Retentionsraum zusätzlich ein. Die Hochwasser erreichen noch höhere Marken. Die Laufzeiten der Hochwasserscheitel haben sich seit dem Staustufenbau am unteren Inn etwa halbiert (Schiller 1977). Der raschere Hochwasserabfluß ist sicherlich auf die zusätzlichen Dämme zurückzuführen. Dagegen war der korrigierte Inn zwar in einem schmalen Mittelwasserbett festgelegt, konnte sich bei Hochwasser aber noch auf größerer Fläche ausbreiten und seine Spitzenabflüsse somit erheblich verzögern.

Aufgrund der übergroßen Breite der Stauhaltungen verringerten sich die Wasserstandsschwankungen im Mittel- bis Niedrigwasserbereich erheblich gegenüber dem korrigierten Zustand und nähern sich somit dem ursprünglichen Wildflußzustand wieder an. Der Staustufenbau führte auch zu erheblichen Änderungen der Grundwassersituation. Durch die Hochwasserdämme wurde der direkte seitliche Grundwasserzustrom zum Inn blockiert und umgekehrt der bei Hochwasser vom Inn ins Umland führende Zustrom vermindert. So entstanden zwei Bereiche mit unterschiedlicher Hoch- und Grund-



* Formationen: A = Wasserflächen; F = Vegetationsfreie bzw. dünn von Pionieren besiedelte Flächen; S = Bestände bis 2 m Höhe; G = Bestände von 2-8 m Höhe.

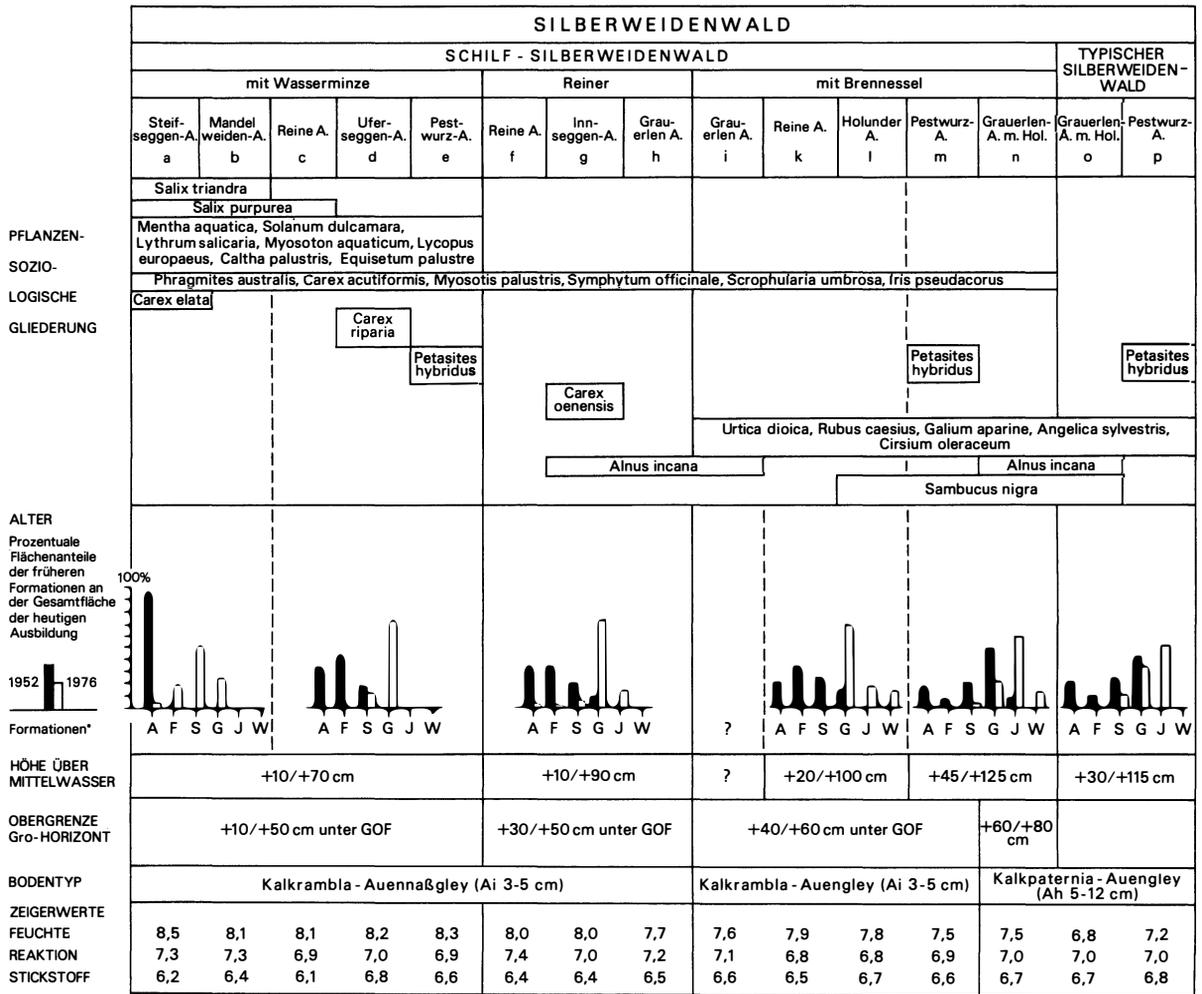
Abb. 6: Vegetationskundliche und standörtliche Gliederung der Großseggenriede und Röhrichte
Vegetation and location factors of the bog-grassland (*Phragmition* and *Magnocaricion*)

wasserdynamik: Die Aue innerhalb der Dämme und die Altaue außerhalb der Hochwasserdämme.

Innerhalb der Hochwasserdämme korrespondiert der Grundwasserstand mit dem Flußwasserstand. Das Grundwasser stieg also seit dem Einstau am Stauwurzelbereich deutlich an, sank am Stauende lokal etwas ab und schwankt im Jahresverlauf nicht mehr so stark. In der Altaue wurden durch Polder-

und Pumpbetrieb die natürlichen jahreszeitlichen Grundwasserschwankungen nivelliert: Die winterliche Grundwasserabsenkung bleibt parallel zum Innwasser aus; der sommerliche Grundwasseranstieg auf Höhe des Inn-Niveaus ist unterbunden.

Der Staustufenbau beeinflusst auch die Wasserqualität. Die Probleme mit der Gewässergüte durch lokale Abwassereinleiter wurden durch den Einstau



* Formationen: A=Wasserflächen; F=Vegetationsfreie bzw. dünn von Pionieren besiedelte Flächen; S=Bestände bis 2 m Höhe; G=Bestände von 2-8 m Höhe; J=Bestände von 8-15 m Höhe; W=Bestände von 15-25 m Höhe.

Abb. 7: Vegetationskundliche und standörtliche Gliederung der Silberweidenwälder
Vegetation and location factors of silver willow woodlands

wesentlich verschärft. Die Innaue erfährt im Untersuchungsgebiet durch die Einleiter der Städte Simbach und Braunau besondere Belastungen, da deren kommunale Abwässer noch weitgehend ungeklärt in den Inn gelangen. Hinzu kommen Abwässer aus dem Bereich oberhalb Braunaus, wie die Kühlwassereinleiter der Aluminiumwerke Ranshofen sowie Abwässer aus der immer noch stark belasteten Salzach. Entsprechend zählte der Innabschnitt im Untersuchungsraum nach dem Saprobienindex 1984 noch zu den kritisch belasteten Gewässern (Bayer. Staatsminist. f. Landesentwicklung u. Umweltfragen 1985, 121).

Verändert wurden schließlich auch die Auenböden: Die ehemaligen schotterhaltigen Böden liegen mittlerweile unter mächtigen Schluff-, Lehm- und

Feinsanddecken begraben. Entsprechend steigt die Wasserkapazität und der Nährstoffreichtum der Böden. Dazu summiert sich die Wirkung der Gewässereutrophierung. Zwar gab es auch im Wildflußzustand bereits feinkörnige, nährstoffreiche Auenböden. Daneben waren damals aber vielfach grobkörnigere, d. h. rascher drainierende und relativ nährstoffärmere Sand- und Schotterböden weit verbreitet, wie KRAMMER (1953) belegt.

Innerhalb weniger Jahre bildeten sich auf großer Fläche zahlreiche Inseln, die nur in Ausnahmefällen wieder abgetragen wurden. Bis 1952 waren schon etwa zwei Drittel der heutigen Inseln vorhanden. 33 Jahre nach dem Einstau (1985) ist der Stauraum fast vollständig verlandet, d. h. ein Sättigungsniveau,

bei dem der Sedimenteintrag dem Austrag entspricht, ist bald erreicht. Die vorhandenen Inseln werden kaum mehr erodiert und der Platz für neue Inseln wird allmählich knapp. Neue Inseln entstehen derzeit in nennenswertem Umfang nur noch in der breiten Hagenauer Bucht. In den übrigen Teilen schreitet die Bewaldung fort und in ihrem Strömungsschutz die seenartige Verlandung der verbauten, vom Hauptfluß abgeschnittenen Seitenarme (geringe morphodynamische Aktivität).

5 Vegetation zum Zeitpunkt der Kartierung 1984

Die Vegetationskarte (Beilage X) repräsentiert den Zustand der unteren Innaue zum Zeitpunkt der fortgeschrittenen Stauraumverlandung 1984. Sie zeigt den durch das Wehr Ering/Frauenstein zurückgestauten Stausee innerhalb der Hochwasserdämme. Der Flußabschnitt im unteren Teil der Karte bildet die Fortsetzung des oberen Teils.

Es dominieren Silberweidenwälder (*Salicetum albae*) (oliv- bis hellgrüne und blaue Farbtöne). Sie tragen einen Unterwuchs aus dichten, hochwüchsigen Röhrichtarten. In der Sukzession haben sich die Silberweidenwälder aus Pioniergesellschaften junger Flußinseln entwickelt. Die Pioniere junger Inseln (orange und braune Farben) findet man derzeit nur mehr kleinflächig auf den wenigen jüngst aufgeschütteten Inseln im mittleren und unteren Teil des Stauraums. Dazu zählen die Gesellschaften der Kleinröhrichte, Zweizahn-Ufersäume (*Bidentetalia*) und Weidengebüsche (*Salicion albae*). Ihr Flächenanteil geht mit fortschreitender Verlandung der Stauräume kontinuierlich zurück: Sie werden nach wenigen Jahren bereits von Silberweidenwäldern abgelöst. Für Neuaufschüttungen bleibt wenig Raum. Es herrschen Pflanzenarten eutropher Schlammböden vor, darunter zahlreiche Neophyten.

Die Pioniergesellschaften der Stillwasserverlandung sind Großröhrichte und Großseggenriede (*Phragmitetalia*) (blaue Farbtöne). Sie konzentrieren sich auf die besonders strömungsarmen, vom Hauptfluß weitgehend abgetrennten Bereiche im oberen und mittleren Teil der Stauhaltung. Die Schilf- und Rohrglanzgrasröhrichte dringen in den Hochwasserfließrinnen und strömungsarmen Seitenbuchten in seichte Wasserflächen vor. Sie sind seit dem Einstau in Ausbreitung begriffen. Die Großröhrichte und Großseggenriede entwickeln sich trotz zeitweilig stärkerer Sedimentbedeckung (max. 50 cm beim Jahrhunderthochwasser 1985) meist rasch weiter zum Grauerlen-Sumpfwald (türkise Farben im oberen

Stauraum-Abschnitt). Der Grauerlen-Sumpfwald ähnelt in seinem Unterwuchs sehr den jungen Weidenwäldern, zählt also nicht zum eigentlichen Grauerlenwald des *Alnetum incanae*, da er viel mehr Röhrichtarten als Waldarten enthält.

Der eigentliche Grauerlenwald (*Alnetum incanae*) (grasgrüner Farbton) nimmt die ältesten Landflächen in der Aue ein. Seine Standorte wurden ebenso wie die heutigen Wiesen- und Ackerflächen (W-Signatur) als einzige Landflächen beim Einstau 1942 nicht unter Wasser gesetzt. Der Grauerlenwald bildet zusammen mit dem Eschenwald mit Grauerle das Endstadium der Sukzession innerhalb der Hochwasserdämme. Hier prägen bereits mehrere typische Waldarten (*Fagetalia*-Arten) den Unterwuchs aus niedrigen Kräutern und Gräsern. Die Abbildungen 4 bis 9 zeigen die Artenkombination sowie wesentliche Standorteigenschaften der genannten Gesellschaften.

6 Vegetationsveränderungen vom Wildflußzustand bis heute

6.1 Allgemeines

Für die Auenvegetation am unteren Inn sind wie auch für andere Feuchtgebiete hydrologische und pedologische Standortfaktoren von überragender Bedeutung:

- Hochwasser (Häufigkeit, Tab. 2)
- Sedimentation/Erosion (Morphodynamik, sedimentierte Korngrößen, Abb. 3)
- Fluß- und Grundwasserstände (Jahresgang, Schwankungen, Abb. 10).

Die Veränderungen der Vegetation betreffen folgende untersuchte Merkmale:

1. Veränderungen der Vegetationsstruktur;
2. Veränderungen des Gesellschaftsinventars und der Pflanzenartenkombination und
3. Veränderungen der Sukzession der Pflanzengesellschaften.

6.2 Veränderungen der Vegetationsstruktur

Abbildung 11 zeigt schematisch die strukturellen Veränderungen am unteren Inn von der Jahrhundertwende bis heute im Tal-Querprofil. Die Vegetationsentwicklung läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Verringerung der Auenfläche (Überschwemmungsgebiet) durch Hochwasserdämme; zunehmende land-, forst- und siedlungswirtschaftliche Nutzung in der ausgedämmten Altaue.

Tabelle 2: Häufigkeit der Hochwasser des Inns bei Simbach (1826–1940)
High water frequency of the Inn at Simbach (1826–1940)

Wiederkehr in Jahren	500	200	100	50	30	35	20	15	10	5	1	½
Abfluß (m³/s)	6200	5700	5400	4980	4620	4460	4300	4060	3800	3400	2400	2100

Quelle: OEXLE (1941, 15)

2. Die verbliebene Aue wird durch die Korrektur erstmals morphologisch fixiert: Flußbettverlagerungen, Inselabtrag und -neubildung bleiben aus. Die Sukzession schreitet ungestört zum Auenwald fort. Die vormals weit verbreiteten Erstbesiedler junger Inseln und die Weidengebüsche als Folgestadien finden nur noch wenige geeignete Standorte (am Ufer der begradigten Fließrinne und in den vom Hauptfluß abgeschnürten, bei Hochwasser durch Sedimentation teilweise aufgefüllten Seitenarmen). Die übrigen Wasserflächen inner- und außerhalb der Aue verlanden allmählich ähnlich Altwässern und Seen: Röhrichte und Großseggenrieder dringen in seichte

Uferzonen vor. Die Auenlandschaft wird von Wäldern und Ufer-Röhrichten geprägt.

Durch den Staustufenbau steigt der Mittel- und Niedrigwasserspiegel vor den Stauwehren. Zusätzliche, höhere Hochwasserdämme werden errichtet, der Überschwemmungsbereich (Hochwasserretentionsraum) weiter eingeengt. In den breiten, flachen Stauseen entstehen in wenigen Jahren zahlreiche Inseln aus Feinsedimenten. Pioniergesellschaften (Erstbesiedler und Weidengebüsche) prägen die Auenlandschaft wenige Jahre nach dem Einstau. Nach dieser schnellen Verlandungsphase ist die Aue wiederum morphologisch fixiert: Inselabtrag und -neubildung finden kaum mehr statt. Die Pioniergesellschaften entwickeln sich großteils zu Auenwäldern. Wälder und Röhrichte prägen die Auenlandschaft 50 Jahre nach dem Einstau. Die Altaue außerhalb der Dämme wird zunehmend land-, forst- und siedlungswirtschaftlich genutzt. In den restlichen Altwäldern schreitet die Sukzession zum typischen Grauerlenwald fort.

6.3 Veränderungen des Gesellschaftsinventars und der Pflanzenartenkombination

Das Inventar an Pflanzengesellschaften und deren Artenzusammensetzung haben sich seit der Jahrhundertwende grundlegend verändert. Bedingt sind die Veränderungen vor allem durch die Substratänderungen (Bedeckung ehemaliger Schotterböden mit nährstoffreichen Feinsedimenten) und das verringerte Fließgefälle in den Stauhaltungen (langsame Strömung). Am Wildfluß gab es neben Schlufflehm- und Sandböden noch sandig-kiesige Ablagerungen. Diese bildeten wechselfeuchte typische Kalkramblen mit eigenen Pflanzenarten und -gesellschaften. Die Schotterbänke wurden infolge von Korrektur und Einstau allmählich unter Feinsedimenten begraben. Um 1950 gab es nachweislich noch einige schotterreiche Standorte in der Aue. Seit dem Einstau ging der wechselfeuchte, mesotrophe Standorttypus am unteren Inn schließlich irreversibel verloren. Derzeit gibt es am unteren Inn nur mehr Feinsedimente. Sie bilden gleichmäßig feuchte, eutrophe Standorte (Schlufflehm Böden mit wechselnden Sandanteilen, seltener reinsandige Ablagerungen).

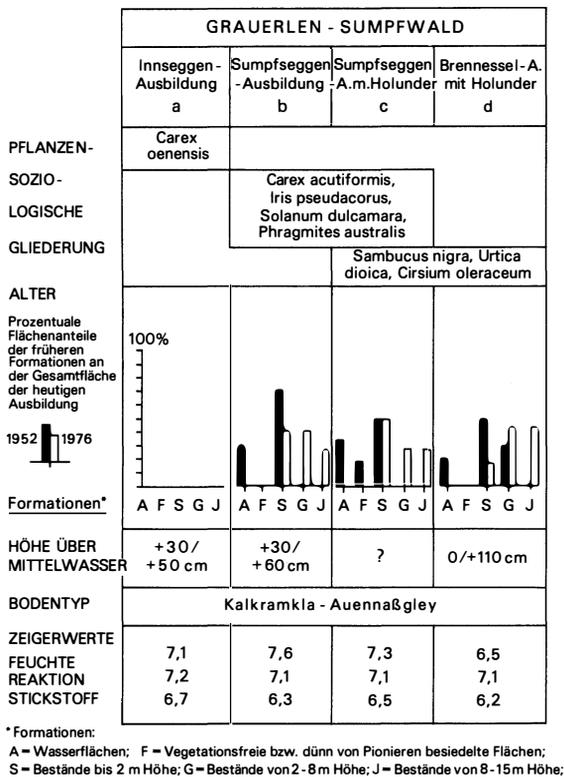


Abb. 8: Vegetationskundliche und standörtliche Gliederung der Grauerlen-Sumpfwälder
Vegetation and location factors of silver alder bog woodlands

GRAUERLENWALD					ESCHENWALD			
REINER GRAUERLENWALD		GRAUERLENWALD MIT SILBERWEIDE			ESCHENWALD MIT GRAUERLE			REINER ESCHENWALD
Reine Ausbildung a	Trauben- kirschen-Ausb. b	Reine Ausbildung c	Trauben- kirschen-Ausb. d	Eschenreiche Traubenk.-Ausb. e	Reine Ausbildung f	Einbeeren- Ausbildung g	Waldseggen- Ausbildung h	i
Lokale Differentialarten gegenüber dem Silberweiden- und Grauerlen-Sumpfwald: <i>Lamium maculatum</i> , <i>Stachys sylvatica</i> , <i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Lamium galeobdolon</i> , <i>Melandrium rubrum</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Festuca gigantea</i> , <i>Chaerophyllum hirsutum</i> ; Lokale Differentialarten gegenüber dem Eichen-Hainbuchenwald: <i>Cirsium oleraceum</i> , <i>Humulus lupulus</i> , <i>Angelica sylvestris</i> ;								
<i>Alnus incana</i>								
PFLANZEN- Impatiens nolitangere, Phalaris arundinacea, Galium aparine, Urtica dioica								
SOZIO- Prunus padus Salix alba, Salix rubens Prunus padus								
LOGISCHE Fraxinus excelsior, Cornus sanguinea, Lonicera xylosteum, Primula elatior, Pulmonaria officinalis, Asarum europaeum;								
GLIEDERUNG Paris quadrifolia Salvia glutinosa, Geum urbanum, Carex sylvatica, Viola reichenbachiana, Melica nutans; Quercus robur								
ALTER Prozentuale Flächenanteile der früheren Formationen an der Gesamtfläche der heutigen Ausbildung 								
Formationen * S G J W S G J W S G J W S G J W S G J W S G J W								
HÖHE über INN-MW (Staubereich) +60 / +170 cm s.u. +45 / +165 cm +105 / +170 cm +65 / +220 cm s.u. s.u. s.u. s.u.								
GRUNDWASSERST. 1 HH 0,92 m (0,14 / 2,03) 1,11 m (0,23 / 2,37) MHH 1,27 m (0,42 / 2,03) 1,55 m (0,62 / 2,93) M 1,58 m (0,95 / 2,37) 1,96 m (0,90 / 3,58) MNN 1,75 m (1,28 / 2,59) 2,20 m (1,20 / 3,91)								
OBERGRENZE Gro-HORIZONT (dm u. GOF) > 6 (5) > 8 > 6 (5) > 8 > 6 > 3								
BODENTYP Auengley-Kalkpatermia (Ah 5-15) Kalkpatermia (Ah 5-18 cm) Auengley-Kalkrambla (Ai 2-10) Kalkrambla (Ai 5-10 cm) Gley-Pararendzina aus kalkreichem, sandigen Auelehm (Ah 7-32 cm) Gley-Pararendzina aus kalkreichem, schluffigen Auelehm (Ah 10-38 cm)								
ZEIGERWERTE FEUCHTE 6,6 6,8 6,5 6,9 6,5 6,3 6,2 6,1 6,0 REAKTION 6,9 7,0 6,9 7,1 7,1 7,1 7,1 7,1 7,1 STICKSTOFF 7,0 6,8 6,9 6,8 6,7 6,6 6,6 6,5 6,5								

* Formationen : S = Bestände bis 2 m Höhe; G = Bestände von 2-8 m Höhe; J = Bestände von 8-15 m Höhe; W = Bestände von 15-25 m Höhe.

1 Grundwasserstand außerhalb der Hochwasserdämme (1980 / 86) :

HH Höchster Hochwasserstand, MHH Mittlerer Hochwasserstand, M Mittelwasserstand, MNN Mittlerer Niedrigwasserstand.

Abb. 9: Vegetationskundliche und standörtliche Gliederung der Grauerlen- und Eschenwälder
Vegetation and location factors of silver alder and ash tree woods

6.3.1 Pioniergesellschaften

KRAMMER (1953) fand am unteren Inn um 1950 noch drei Standorttypen mit spezifischer Pioniervegetation auf jungen Flußinseln:

a. Das Lavendelweiden-Sanddorn-Gebüsch (*Salix elaeagnos-Hippophae rhamnoides*-Gesellschaft) wurde 1950 zwischen Salzachmündung und Braunau an wenigen Stellen gefunden. Es enthielt vereinzelt noch Tamarisken (*Myricaria germanica*) und Schwarz-

pappeln (*Populus nigra*). Seine Standorte waren rasch anwachsende Kiesablagerungen mit hohen Sandanteilen (17 Aufnahmen vom unteren Inn). Die Gesellschaft und ihre spezifischen kiesig-sandigen wechselseuchten Kiesstandorte fehlen derzeit am unteren Inn.

b. Die Sumpfkressen-Ampferknöterich-Flur (*Rorippa amphibia*-*Polygonum lapathifolium*-Ges.) (3. Aufn.) und junge bzw. ältere, regelmäßig auf den Stock gesetzte Weidengebüsche aus Mandelweiden, Purpur- und Silberweiden besiedelten Sandablagerungen innerhalb der korrigierten Flußau im Bereich starker Strömung und unmittelbarer Hochwasserexposition. Auf Sandablagerungen an Bachmündungen und halb verbauten Seitenarmen fand KRAMMER 1950 ein Straußgras-Rohrgranzgras-Pionierstadium (*Agrostis alba*-*Phalaris arundinacea*-Stadium).

Die Sumpfkressen-Ampferknöterich-Flur enthielt sowohl Feuchtezeiger als auch Wechselfeuchtezeiger, wie Tamariske, Schafgarbe, Wiesenlabkraut, aufgeblasenes Leinkraut (*Silene inflata*), Natternkopf (*Echium vulgare*), Mauerpfeffer (*Sedum boloniense*) und Steinklee (*Melilotus albus*). Vermutlich war die Gesellschaft vor der Korrektion am Wildfluß weiter verbreitet. Derzeit fehlen diese Wechselfeuchtezeiger in der unteren Innaue. Nur auf den Hochwasserdämmen finden sie geeignete Sekundärstandorte.

Die wenigen strömungsexponierten sandreichen Ablagerungen werden derzeit vor allem von Weiden-

gebüsch und Rohrgranzgrasröhricht eingenommen. Am korrigierten Inn war das gegenüber Strömung unempfindliche Mandelweidengebüsch (*Salicetum triandrae*) noch weiter verbreitet. Den Unterwuchs bildeten Straußgras und Sumpfssegge (*Agrostis alba* und *Carex acutiformis*). Die heutigen Weidengebüsche setzen sich dagegen vor allem aus Silber- und Rubensweiden zusammen. Mandel- oder Purpurweiden sind nur vereinzelt beigemischt und der Unterwuchs besteht nun aus strömungsempfindlichen Arten, wie Schilf und verschiedenen nährstoffliebenden Pionierkräutern (siehe c).

c. Binsengesellschaft (*Juncus articulatus*-*Eleocharis palustris*-Ges.) und Sumpfschachtelhalm-Gesellschaft (*Myosotis palustris*-*Equisetum palustre*-Ges.) (21 bzw. 30 Aufn.) waren am korrigierten Inn auf Feinsand- und Schlickböden in vom Flußlauf auf Mittelwasserhöhe abgeschnittenen Seitenarmen und an Aubächen verbreitet. Vergleichbare Gesellschaften auf strömungsarmen Feinsand- und Schlickstandorten gab es sicherlich auch vor der Korrektion an natürlich durch Flußbettverlagerung abgeschnürten Flußarmen. Am korrigierten Inn waren die Binsen- und die Sumpfschachtelhalm-Gesellschaft die häufigsten Pioniergesellschaften.

Die heutigen Pioniergesellschaften auf jungen Insel-schüttungen sind mit den beiden Gesellschaften und ihren Standortbedingungen vergleichbar. Unterschiede gibt es in der Artenzusammensetzung: Um

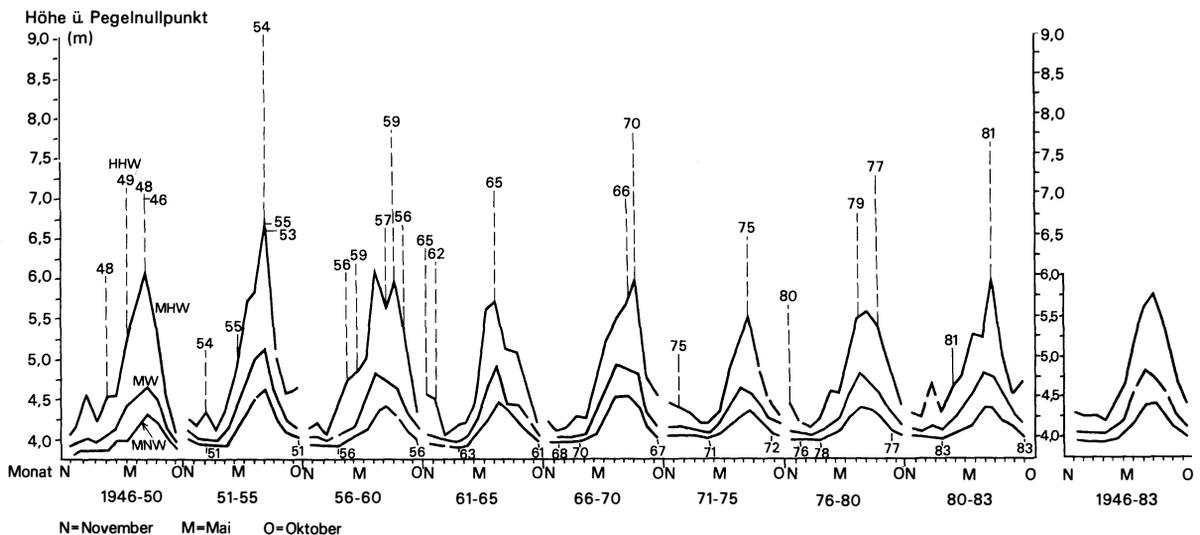


Abb. 10: Höchste, mittlere und niedrigste Wasserstände von 1946 bis 1983 aus 14-tägiger Ableseung am Pegel Simbach (Flußkilometer 58,2; Pegelnullpunkt bei 332,427 m NN)

Quelle: Eigene Auswertung der Datenfortschreibung zu Lattenpegel II Simbach (Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft)

Highest, middle and lowest water levels as measured at the Simbach gauge, 1946 to 1983

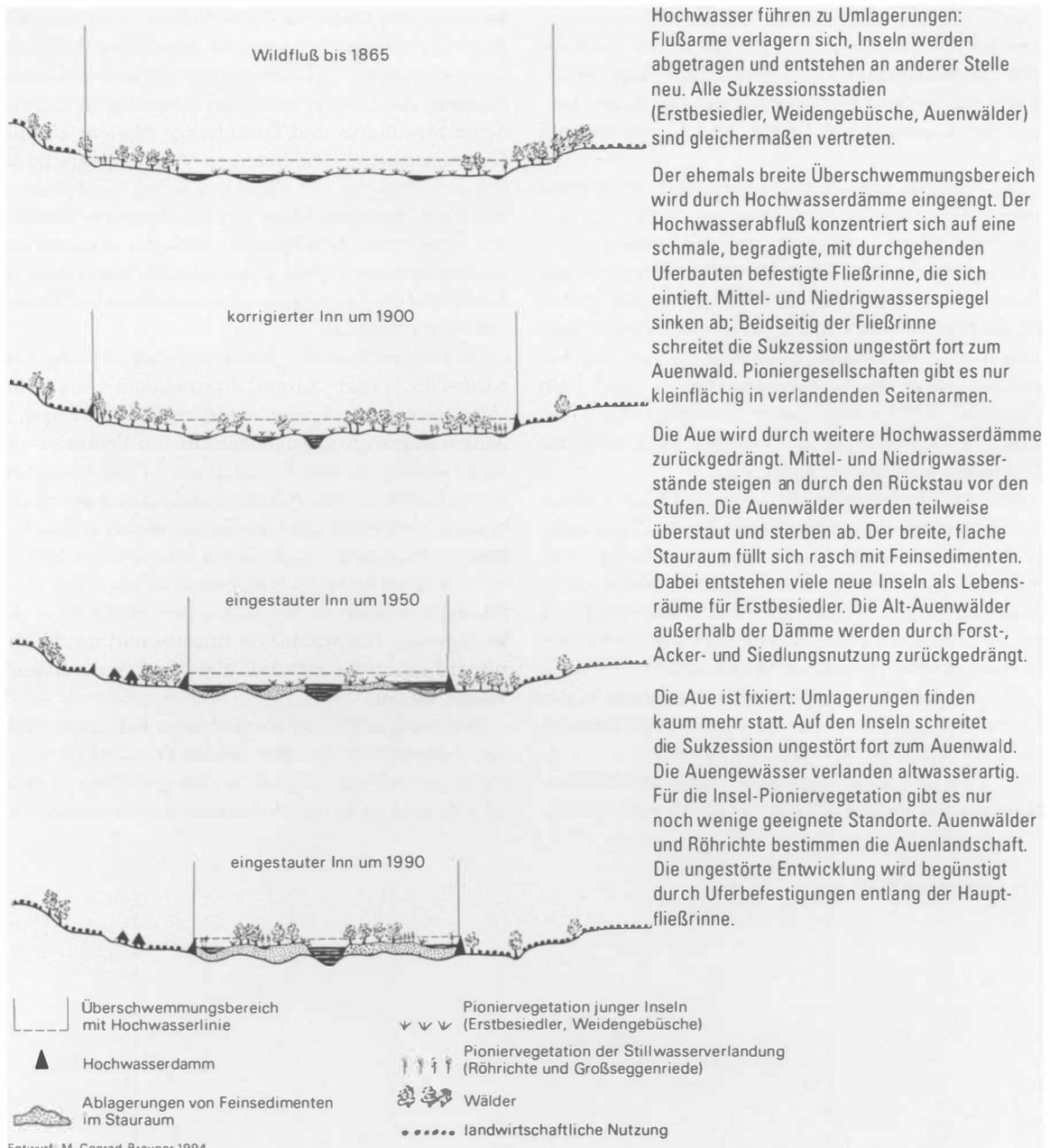


Abb. 11: Schema zur Veränderung von Vegetationsformationen durch Korrektur und Staustufenbau am unteren Inn
 Schematic presentation of changes in the vegetation formations arising from correction and construction of dam sections on the lower Inn

1950 waren Glanzbinse und Riesen-Straußgras stete Begleiter, Arten also, die in den derzeitigen Pioniergesellschaften fehlen. Umgekehrt fehlten damals die heute in krautigen Pionierfluren und im lockeren Weidengebüsch verbreiteten Schlammboden-Arten: Nickender Zweizahn (*Bidens cernua*); Pfirsichblättriger Knöterich (*Polygonum persicaria*); Blaue Binse (*Jun-*

cus inflexus) sowie Kleinblütiges und Zottiges Weidenröschen (*Epilobium parviflorum* u. *E. hirsutum*).

6.3.2 Waldgesellschaften

Bei den Auwaldgesellschaften sind als Folge von Korrektur und Staustufenbau Veränderungen in

der Artenkombination vor allem im Unterwuchs, aber auch im Baumbestand selbst zu verzeichnen. Ursachen der Veränderungen sind teilweise Substratänderungen, aber auch die Ausdünnung von Teilbereichen und die dort zunehmende Niederwald-, Streu- und Weidenutzung. Das Gesellschaftsinventar auf Assoziationsebene hat sich jedoch nicht verändert. Es umfaßt nach wie vor die Assoziationen: Silberweidenwald (*Salicetum albae*) sowie Grauerlenwald und Eschenwald mit Grauerle (*Alnetum incanae*).

Die von KRAMMER für 1950 beschriebenen standörtlichen Varianten entsprechen weitgehend den 1985 beschriebenen Varianten. Unterschiede ergeben sich in folgenden Punkten:

1. In den 50er-Jahren waren in den Innauen Niederwaldnutzung, Waldweide, Streugewinnung, Schlägerungen zur Wiesengewinnung und zur Gewinnung von Brennholz und Baumaterial für die Korrektionsbauten weit verbreitet. Durch die Extensivnutzungen entstand ein kleinräumiges Mosaik verschiedener Formationen. Derartig beeinflusste Bestände sind an ihrem grasreichen Unterwuchs mit den Wiesenarten *Calamagrostis epigeios*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Galium mollugo* leicht von natürlichen Wäldern zu unterscheiden. Die ungestörten Wälder zeichnen sich außerdem durch zwei oder mehr Baumarten aus. Durch langjährigen Niederwaldbetrieb in älteren Silberweiden- und Grauerlenwäldern wurden einschichtige Reinbestände der jeweiligen Baumart gefördert. Der ehemalige Stockausschlagbetrieb ist noch heute an den straußartig ausgewachsenen Stämmen zu erkennen. Im derzeitigen Unterwuchs haben diese damaligen Nutzungen keinerlei Spuren hinterlassen.

2. Zu den genannten unmittelbaren Veränderungen kamen bis in die 50er-Jahre verstärkte Aufforstungen der degradierten Auenwälder. Aufforstet wurde mit Pappelhybriden auf Weidenwald-Standorten, mit Eschen auf Grauerlenwald-Standorten und mit kleinen Fichtenbeständen auf höher gelegenen Grauerlen-Eschenwald-Standorten (Fasanenremisen). Die Aufforstungen prägen die Auenlandschaft bis heute, wenn auch die Veränderungen meist nur die Baumschicht, nicht aber die Krautschicht betreffen (Ausnahme: Fichtenforste).

3. Eine um 1950 weiter verbreitete Baumart fehlt heute in der Innaue nahezu vollständig: die Schwarzpappel (*Populus nigra*). Nach Beobachtungen von GOETTLING (1968) und KRAMMER (1953) war die Schwarzpappel vor dem Staustufenbau in Weidenbüschen, Weidenwäldern, Grauerlen und Eschenwäldern gelegentlich beigemischt. Vermutlich findet die auf extremen, zeitweise austrocknenden Ober-

böden konkurrenzkräftige Pionierbaumart offener Standorte auf den immerfeuchten Schluff-Sandablagerungen der Staustufen keine geeigneten Bedingungen mehr vor.

6.4 Veränderungen der Sukzession der Pflanzengesellschaften

Korrektion und Staustufenbau veränderten nicht nur die Vegetationsstruktur, das Inventar an Pflanzengesellschaften und die Artenzusammensetzung, sondern auch die Gesellschaftsentwicklung (Sukzession): Verändert haben sich die Progression, die Art, die Zeitdauer und der Ort von Sukzessionen in der Innaue.

a. Progression der Sukzession: Im Wildflußzustand gab es für einen Pionierstandort grundsätzlich noch zwei Möglichkeiten: Entweder wird die Sukzession beim nächsten Hochwasser abgebrochen durch Abtrag der Insel bzw. durch Bedeckung mit Flußsedimenten oder sie verläuft mehr oder weniger ungestört weiter. In den fast durchwegs korrigierten, sich einschneidenden bzw. eingestauten und mit Dämmen versehenen Flußauen Mitteleuropas ist eine kontinuierlich fortschreitende Sukzession die Regel. Im Wildflußzustand bildete sie die Ausnahme. Durch Korrektion und Staustufenbau wurde die untere Innaue morphologisch weitgehend fixiert. Abtrag und Aufschüttungen finden nur in geringem Umfang und auf kleinen Flächen statt. Die Sukzession zum Wald wird allenfalls durch Sedimentbedeckung kurzfristig unterbrochen oder verzögert, jedoch kaum abgebrochen.

b. Sukzessionsarten: Mit der Ausdünnung ehemaliger Auenbereiche wurden weite Teile aus dem Überflutungs- und Sedimentationseinfluß herausgenommen (Altaue). Während innerhalb der Aue die Humusanreicherung mit jedem Hochwasser wieder unterbrochen wird, entwickeln sich die Böden in der hochwasserfreien Altaue ungestört zu terrestrischen Humusböden. Einzelne Stadien werden dabei „übersprungen“. So gibt es in der Altaue z. B. keinen älteren Weiden-Grauerlenwaldbestand ohne Fagetalia-Arten. Insgesamt beschleunigt sich die Sukzession der Vegetation außerhalb der Dämme.

c. Sukzessionsdauer: Die Dauer der Sukzession wächst mit der Korngröße der Sedimente. Seit der Korrektion wurden die Kies- und Sandböden zunehmend mit Feinsedimenten bedeckt. Die Sukzession auf den früher verbreiteten Grobsedimenten verlief folglich sicherlich langsamer als auf den heutigen Auenbodenarten Lehm und Sand. Der untere Inn im damaligen Wildflußzustand dürfte mit den schotterführenden Alpenvorlandflüssen Isar und Lech ver-

gleichbar sein: Die Schotterbänke werden nur langsam von Pionieren erobert. Eine geschlossene Vegetationsdecke kann sich auf Kiesböden erst nach mehreren Jahren einstellen. Auch die weitere Gesellschaftsentwicklung zum Silberweiden- und Grauerlenwald verläuft auf Kiesstandorten relativ langsam. Als Ursache erkannte SEIBERT (1958) die langsamere Pedogenese in carbonatreichen Ablagerungen. Dabei spielt sicherlich die geringe Nährstoffausstattung der Kiesböden eine Rolle, aber auch die Wechsellöschung und die folglich geringere Verfügbarkeit an vorhandenen Pflanzennährstoffen.

d. Sukzessionsort: Die älteren Auwaldstadien am unteren Inn besiedelten im Wildflußzustand die höchsten, meist am Rand der Aue gelegenen und nur mehr selten überschwemmten Standorte. Derzeit befinden sich ältere Auenwälder vor allem außerhalb der Dämme und dort auf gleicher Meereshöhe wie die jüngeren Stadien innerhalb der Dämme.

7 Fazit

Bei der Landschaftsplanung in naturnah anmutenden, durch unmittelbare siedlungs-, land-, forstwirtschaftliche Nutzung wenig beeinflussten Gebieten wie z. B. am unteren Inn, ist man zunächst geneigt, den Ist-Zustand als alleinigen Maßstab für die natur-schutzfachliche Bewertung zugrunde zu legen. Die frühere Situation liegt oft Generationen zurück und ist kaum mehr bekannt. Die Kenntnis um die Landschaftsgeschichte ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung, will man die Folgen zukünftiger Eingriffe, wie etwa Wasserbaumaßnahmen an Flüssen und Bächen und Grundwasser-Veränderungen in Mooren umfassend prognostizieren. Die am Beispiel des unteren Inn vorgestellte interdisziplinäre Methode mit vegetationskundlichem Ansatz erweist sich als geeignet, die historischen Veränderungen von Vegetation, Boden und Wasserhaushalt zu beleuchten und in Bezug zu mittelbaren und längerfristig wirksamen menschlichen Eingriffen zu erklären. Die Methode ist grundsätzlich auf andere Gebiete übertragbar und scheint besonders für extensiv genutzte Gebiete geeignet. Sie setzt drei Dinge voraus:

1. ausreichende Datengrundlage;
2. Kenntnis um die Sukzessionen der Pflanzengesellschaften und die Stellung einer Gesellschaft in einer Sukzessionsreihe (natürliche oder unmittelbar anthropogene Pionier-, Dauer- oder Ersatzgesellschaft);
3. ein Gebiet mit naturnaher, d. h. durch Siedlungen und unmittelbare land- und forstwirtschaftliche Nutzung wenig beeinflusster Vegetation. Nur dort bildet

die Vegetation als Zeiger die räumlichen und zeitlichen pedologischen und hydrologischen Unterschiede differenziert ab. Nur dort können die rasch erkennbaren und kartierbaren Merkmale Vegetationsstruktur, Pflanzenartenkombination bestimmten Boden- und Wasserhaushaltsfaktoren zugeordnet werden.

Literatur

- Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (1991): Erhaltung und Entwicklung von Flußauen in Europa. Laufener Seminarbeiträge 4/91, Laufen.
- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (1985): Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Donau und Main. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München.
- CONRAD-BRAUNER, M. (1995): Naturnahe Vegetation im Naturschutzgebiet „Unterer Inn“ und seiner Umgebung. Berichte der ANL, Beiheft 11, Laufen.
- DISTER, E. (1980): Geobotanische Untersuchungen in der Hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. Diss. Univ. Göttingen.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9, Göttingen.
- GOETTLING, H. (1968): Die Waldbestockung der bayerischen Innauen. Forstwiss. Forschung; Beih. zum Forstwiss. Centralblatt 29, München.
- HAUF, E. (1952): Die Umgestaltung des Innstromgebietes durch den Menschen. Innenwerke Töging/München.
- KIENER, J. (1984): Veränderung der Auenvegetation durch die Anhebung des Grundwasserspiegels im Bereich der Staustufe Ingolstadt. Berichte der ANL 8, Laufen.
- KRAMMER, H. (1953): Die Vegetation der Innauen bei Braunau. Diss. Univ. Wien.
- OBERDORFER, E. (1977, 1978, 1983, 1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Band 1-4, Jena.
- OEXLE, A. (1941): Zur Gewässerkunde des unteren Inn zwischen Salzbachmündung und Mündung in die Donau. Mskr. Innenwerke Töging.
- SCHILLER, H. (1977): Hochwasseruntersuchung Inn; Hochwasser der Jahresreihe 1940-1975. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, H. 6, München.
- SEIBERT, P. (1958): Die Pflanzengesellschaften der Puppinger Au. Landschaftspflege u. Vegetationskunde 1, München.
- (1962): Die Auenvegetation der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. Landschaftspflege u. Vegetationskunde 3, München.
- SEIBERT, P. u. CONRAD, M. (1992): Klasse *Salicetea purpureae* (Moor 58). In: OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften Bd. IV, 2. Aufl., Textband S. 15-22, Tabellenband S. 11-27, Jena.

VEGETATIONSKARTE DES NATURSCHUTZGEBIETES „UNTERER INN“

VON SIMBACH BIS ERING

Maßstab 1:7500

Pflanzensoziologische Bearbeitung und Kartierung: M. Conrad 1984/85

SCHLICK UND SAND

- Vegetationsfreie Neuanlandungen nach Hochwasser 1985

KLEINRÖHRICHTE

- Sumpfbinsen-Gesellschaft
- Sumpfschachtelhalm-Gesellschaft

ZWEIZAHN-UFERSÄUME

- Ehrenpreis-Ges., Reine Ausbildung
- Ehrenpreis-Ges., Rohrglanzgras-A.
- Zweizahn-Gesellschaft

WEIDENGEBÜSCH

PURPURWEIDENBUSCH

- Reine Ausbildung

SILBERWEIDENBUSCH

- Mandelweiden-Ausbildung
- Knöterich-Ausbildung
- Reine Ausbildung
- Sumpfhelmkraut-Ausbildung

SILBERWEIDENWALD

SCHILF-SILBERWEIDENWALD (SSW)

- SSW mit Wasserminze
- Stiefseggen-Ausbildung
- Mandelweiden-Ausbildung
- Reine Ausbildung
- Uferseggen-Ausbildung
- Pestwurz-Ausbildung
- Reiner SSW
- Reine Ausbildung
- Innseggen-Ausbildung
- Grauerlen-Ausbildung

SSW mit Brennessel

- Grauerlen-Ausbildung
- Reine Ausbildung
- Holunder-Ausbildung
- Pestwurz-Ausbildung
- Grauerlen-A. mit Holunder

TYPISCHER SILBERWEIDENWALD

- Grauerlen-A. mit Holunder
- Pestwurz-Ausbildung

PAPPELFORST

- (anst. von SSW mit Brennessel)

GRAUERLENWALD

- GRAUERLENWALD MIT SILBERWEIDE
- Reine Ausbildung
- Traubenkirschen-Ausbildung
- Eschenreiche Traubenkirschen-A.

REINER GRAUERLENWALD

- Reine Ausbildung

ESCHENWALD MIT GRAUERLE

- Einbeeren-Ausbildung

GRAUERLEN-SUMPFWALD

- Innseggen-Ausbildung
- Sumpseggen-Ausbildung
- Sumpseggen-A. mit Holunder
- Brennessel-A. mit Holunder

RÖHRICHTE

TYPISCHES SCHILFRÖHRICHT

- Reine Ausbildung
- Stiefseggen-Ausbildung

ROHRGLANZGRAS-SCHILFRÖHRICHT

- Sumpseggen-Ausbildung
- Brennessel-Ausbildung

ROHRGLANZGRASRÖHRICHT

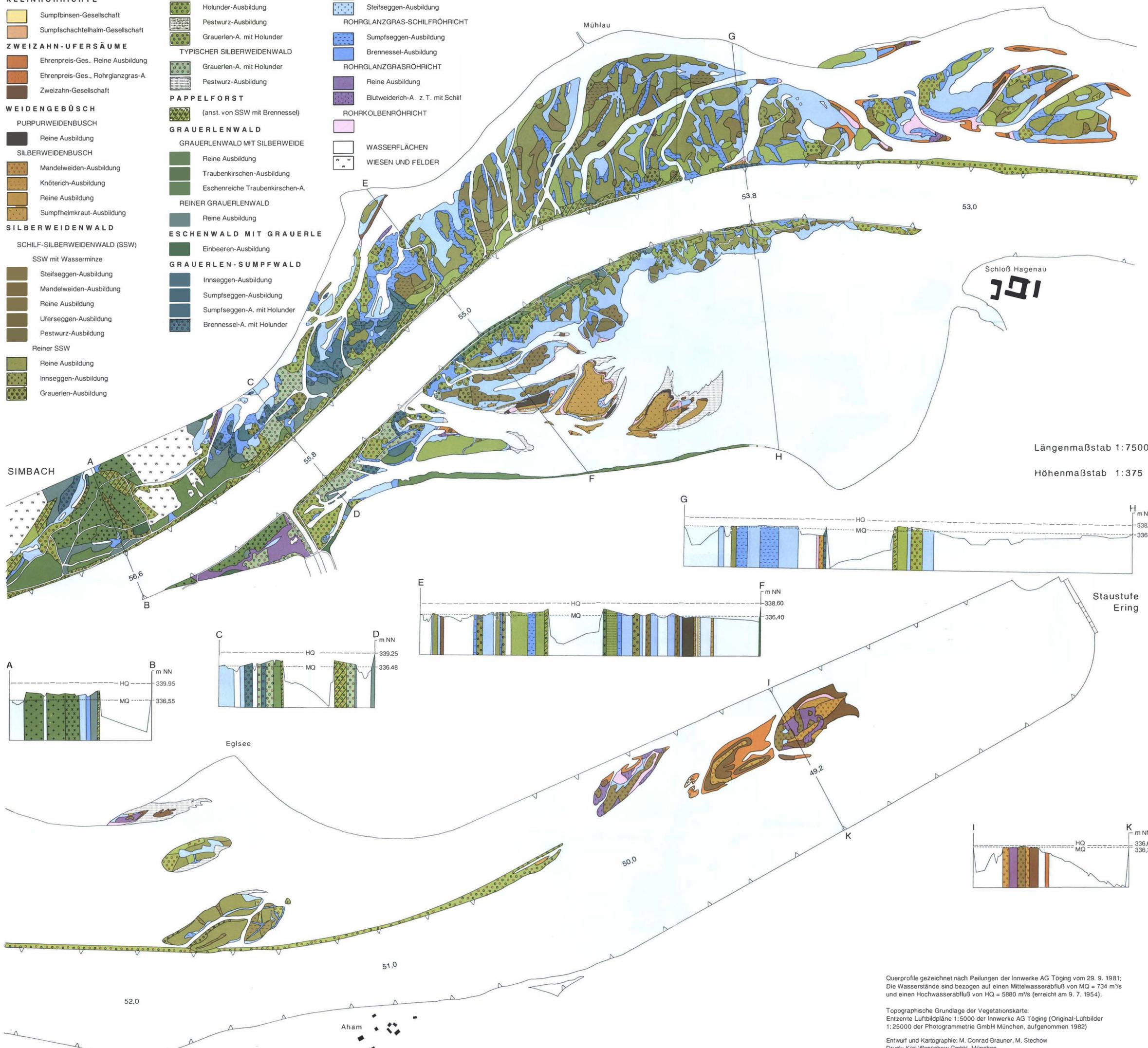
- Reine Ausbildung
- Blutweiderich-A. z. T. mit Schilf

ROHRKOLBENRÖHRICHT

- Reine Ausbildung

WASSERFLÄCHEN

- WIESEN UND FELDER



Längenmaßstab 1:7500

Höhenmaßstab 1:375

Querprofile gezeichnet nach Peilungen der Innwerke AG Töging vom 29. 9. 1981; Die Wasserstände sind bezogen auf einen Mittelwasserabfluß von MQ = 734 m³/s und einen Hochwasserabfluß von HQ = 5880 m³/s (erreicht am 9. 7. 1954).
 Topographische Grundlage der Vegetationskarte: Entzerrte Luftbildpläne 1:5000 der Innwerke AG Töging (Original-Luftbilder 1:25000 der Photogrammetrie GmbH München, aufgenommen 1982)
 Entwurf und Kartographie: M. Conrad-Brauner, M. Stechow
 Druck: Karl Wenschow GmbH, München