

Wandel von Flora und Vegetation nordalpiner Wildflußlandschaften unter dem Einfluß des Menschen

Norbert MÜLLER

Inhalt	Seite
1. Einführung	125
2. Untersuchungsgebiet und Grundlagen	129
3. Zur Ökologie nordalpiner Wildflußlandschaften	129
3.1 Abflußregime	
3.2 Feststoffhaushalt	
3.3 Flußmorphologie	
3.4 Bodenentwicklung	
4. Der Einfluß des Menschen auf nordalpine Wildflußlandschaften	131
4.1 Landschaftsveränderungen im Einzugsgebiet	
4.2 Nährstoffeinträge ins Flußsystem	
4.3 Flußbaumaßnahmen	
5. Die Auenvegetation und ihre Veränderungen durch Flußbaumaßnahmen	134
5.1 Standörtliche Typen der Auenvegetation	
5.2 Pioniervegetation der Rohbodenstandorte	
5.3 Gehölzfreie Überflutungsvegetation	
5.4 Verlandungsvegetation der Altwasser	
5.5 Periodisch und episodisch überflutete Auwälder	
5.6 Auenvegetation außerhalb der rezenten Auendynamik	
6. Wandel der Flora	158
6.1 Rückgang auentypischer Blütenpflanzen	
6.2 Hemerochore Arten in der Auenvegetation	
7. Zusammenfassende Darstellung der Veränderungen von Flora und Vegetation unter dem Einfluß des Menschen	173
7.1 Landschaftsveränderungen im Einzugsgebiet	
7.2 Flußregulierungen	
7.3 Staustufenbau	
8. Naturschutz	175
8.1 Zur aktuellen Bestandssituation und Gefährdung der Auenvegetation	
8.2 Empfehlungen für den Naturschutz	
9. Zusammenfassung	179
10. Summary	181
11. Literatur	182

1. Einführung

Flüsse und ihre Auenlebensräume zählen heute überall, und insbesondere in den Industrieländern Europas, zu den am stärksten belasteten und veränderten Landschaftsräumen (DISTER 1991, FOECKLER & BOHLE 1991, JERRENTROP & LÖSING 1991, GERKEN 1988, KARL 1990, KARPATI & KARPATI 1991, LAZOWSKI & LÖFFLER 1991, MÜLLER 1991a, PRPIC & KRAUS 1991, SCHREINER 1991, YON & TENDRON 1981 u. a.). Die Sicherung von naturnahen Flußauen und die Regeneration von gestörten Fließgewässern zählen darum heute zu den vorrangigen Aufgaben des Naturschutzes in Mitteleuropa (vgl. z.B. DIERSCHKE 1981, PLACHTER 1991).

Im folgenden werden unter Flußauen die Biotope in Talräumen verstanden, die ihre Entstehung fluviatilen Prozessen verdanken. Sie stehen unter Hochwassereinfluß (rezente Aue) oder wurden in früherer Zeit überschwemmt (fossile Aue). Auf der Basis der Einflußfaktoren Klima und Relief kann man in Mitteleuropa zwei Flußtypen unterscheiden:

- den Mittelgebirgsfluß mit Quellgebiet in den Mittelgebirgen (z. B. Main oder Weser) mit Winter- und Frühjahrshochwässern und
- den Alpenfluß mit Quellgebiet in den Alpen (z.B. Lech und Inn) mit Sommerhochwässern.

Für die Alpenflüsse sind unter natürlichen Verhältnissen große Flußumlagerungsstrecken charakteristisch. Sie werden als alpine Wildflußlandschaften bezeichnet (näheres vgl. Kap. 3).

Der Einfluß des Menschen auf Flußökosysteme reicht schon sehr lange zurück. Für Mitteleuropa nimmt man an, daß seit der Jungsteinzeit das Abflußverhalten der großen Flüsse durch Veränderungen der Landschaft im Einzugsgebiet beeinflusst wurde (BECKER 1982, LITT 1992, SCHELLMANN 1991).

Ein starker Wandel in der Struktur der Mittelgebirgsflüsse begann in der Römerzeit durch die Ausdehnung des Ackerbaus. So führt man beispielsweise die Sedimentation von Auenlehm im Wesertal auf die Ausweitung des Ackerbaus in großen Teilen der lößbedeckten Hügel im Einzugsgebiet zurück. Vorher herrschten in der Weseraue Kiesböden und gaben ihr einen völlig anderen Charakter (STRAUTZ 1962). Für die Donau in Württemberg wird angenommen, daß die Auen bereits vor 1000 Jahren im flußnahen Bereich gerodet und genutzt worden waren (KONOLD 1993). Der intensive menschliche Einfluß auf Flora und Fauna der Mittelgebirgsflüsse setzte demnach schon lange vor den größeren technischen Wasserbauten des 18. Jahrhunderts ein. Da es heute keinen größeren natürlich erhaltenen Mittelgebirgsfluß in Mitteleuropa gibt, fällt eine Rekonstruktion ihrer ursprünglichen Formen schwer.

Demgegenüber erfolgten größere Eingriffe in den Wasser- und Feststoffhaushalt der Alpenflüsse erst seit dem Mittelalter. Mit der verstärkt einsetzenden Besiedelung der Alpentäler waren komplexere Veränderungen im Einzugsgebiet verbunden. Ab dem 19. Jahrhundert begann man durch konsequente Flußregulierungen viele alpine Auenlandschaften grundlegend zu verändern. Zu Beginn dieses Jahrhunderts setzte mit der Anlage von Staustufen eine weitere Ausbauphase an den Alpenflüssen ein. Sie verwandelte viele Flußabschnitte in Stillgewässer und führte zu einem tiefgreifenden Wandel der Flußdynamik und Auenvegetation.



Foto 1

Naturnahe alpine Wildflußlandschaften weisen auf Grund der starken Flußdynamik einen hohen Flächenanteil von vegetationsfreien und nur lückig bewachsenen Kiesbänken mit **Pionierv egetation** auf (Oberer Lech bei Forchach, 1988)

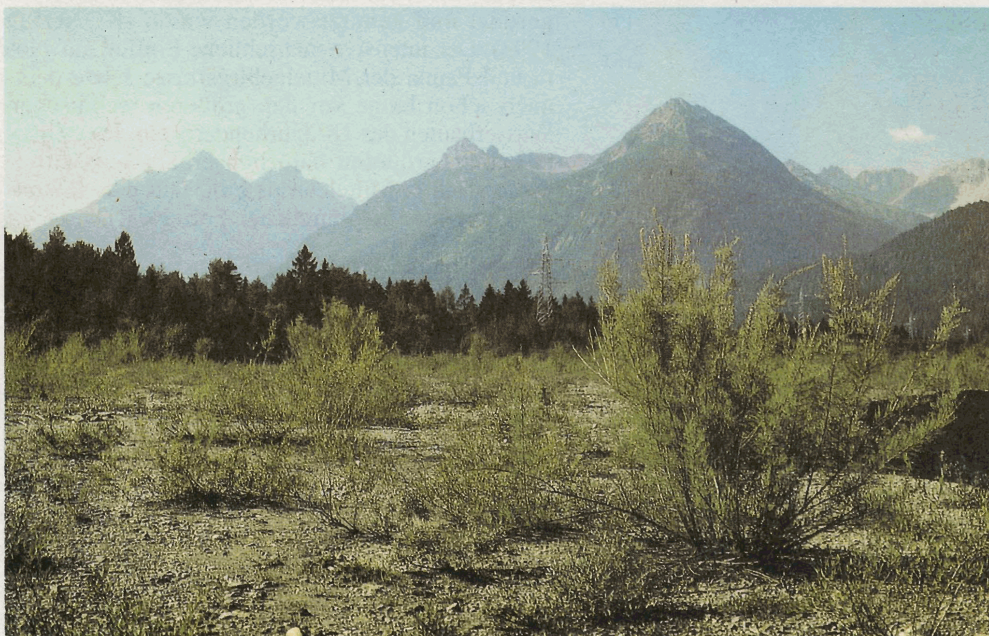


Foto 2 und 3

Die Pflanzen in naturnahen Wildflußlandschaften sind an die Standortextreme von kurzzeitiger Überschwemmung und längeren Trockenperioden angepaßt (Weiden-Tamariskengebüsche am Oberen Lech bei Füssen und Weißenbach, 1985).



Foto 4 und 5

Die charakteristischen Gesellschaften der Pioniervegetation (Foto 4: **Weiden-Tamariskengebüsche und Knorpelsalatgesellschaft am Oberen Lech**, 1989) werden unter dem Einfluß von vorgelagerten Staustufen durch Gesellschaften der Überflutungsvegetation (Foto 5: **Barbarakraut-Gesellschaft und Flußbröhricht an der Mittleren Isar bei Ascholding**, 1990) verdrängt.

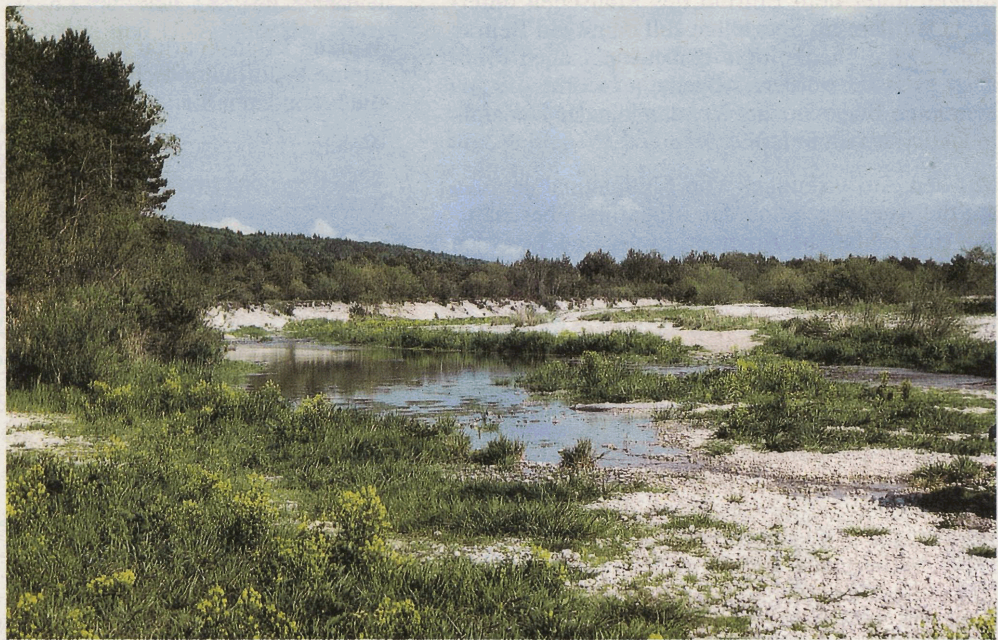


Foto 6

Charakteristisch für einen Großteil der Nordalpenflüsse sind heute regulierte Fließstrecken, an denen die reduzierte Flußdynamik nur noch innerhalb der Hochwasserdämme wirkt. Das Feststoffdefizit führt zu einer zunehmenden Fixierung der Kiesbänke. Ein typischer Vertreter der Überflutungsvegetation im flußnahen Bereich ist das **Barbarakraut** (Unterer Lech bei Augsburg, 1992).

Erste Untersuchungen zur Situation der Alpenflüsse zeigen, daß heute nur noch wenige naturnahe Fließstrecken vorzufinden sind (MARTINET & DUBOST 1992, MÜLLER 1991a). Diese sind für die Naturschutz- und Ökosystemforschung von besonderer Bedeutung, da sie in Mitteleuropa die letzten natürlichen Auenlandschaften sind. Mit einigen Gebieten im Hochgebirge und an der Küste zählen sie zu den wenigen vom Menschen nur schwach beeinflussten Ökosystemen, die in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft erhalten geblieben sind.

Alpine Flußauen eignen sich darum im besonderen Maße, um aktuelle Fragestellungen zur Funktion von natürlichen Ökosystemen zu untersuchen. Durch die Möglichkeit des Vergleichs naturnaher mit gestörten Auen, bieten sie günstige Voraussetzungen zur Darstellung der Landschaftsveränderungen unter dem Einfluß des Menschen.

In vorliegender Arbeit soll anhand der nordalpinen Wildflußlandschaften Struktur und Dynamik der natürlichen Auenvegetation und deren Veränderungen unter dem Einfluß des Menschen untersucht werden. Im Speziellen soll damit ein Beitrag zur Vegetationsökologie der europäischen Flußauen geleistet werden. Allgemein möchte die Arbeit einen Baustein zum Verständnis der Dynamik in Ökosystemen liefern.

Mit den Auswirkungen von Flußbaumaßnahmen auf die Auenvegetation der Alpenflüsse beschäftigen sich zahlreiche Arbeiten. In der Regel werden jedoch nur einzelne Flußabschnitte betrachtet (z. B. BRAVARD & al. 1986, CONRAD-BRAUNER 1990, JERZ & al. 1986, MÜLLER 1991b, PATOU & BRAVARD 1982, ROUX & al. 1989,

SEIBERT 1962). Für einen gesamten Flußlauf wurden zum ersten Mal am Lech die qualitativen und quantitativen Veränderungen der Auenvegetation infolge der wasserbaulichen Eingriffe dokumentiert (MÜLLER & al. 1992).

In dieser Arbeit wird erstmals für ein größeres Gebiet der Nordalpen und des Alpenvorlandes das gesamte Spektrum der Auenvegetation und deren Veränderungen durch den Menschen untersucht.

Im einzelnen standen folgende Fragen im Vordergrund:

- Welche Pflanzengesellschaften kommen an den nordalpinen Wildflußlandschaften vor?
- Wie ist die Struktur und Dynamik dieser Gesellschaften?
- Welche ökologischen Ansprüche haben sie und wie reagieren sie auf verschiedene wasserbauliche Eingriffe?
- Wie war ihre Verbreitung vor den intensiven wasserbaulichen Eingriffen und wie stellt sie sich heute dar?
- Welche Pflanzenarten sind charakteristisch für alpine Wildflußlandschaften und wie sind sie an die besonderen Standortbedingungen angepaßt?
- Welche flußtypischen Arten weisen einen Rückgang auf und welche Arten zeigen Ausbreitungstendenzen?

Zum Verständnis der Auenvegetation werden einführung wichtige ökologische Parameter alpiner Wildflußlandschaften beschrieben. Ein kurzer Abriss über wasserbauliche Eingriffe und deren Auswirkungen auf die Flußdynamik schließt sich an.

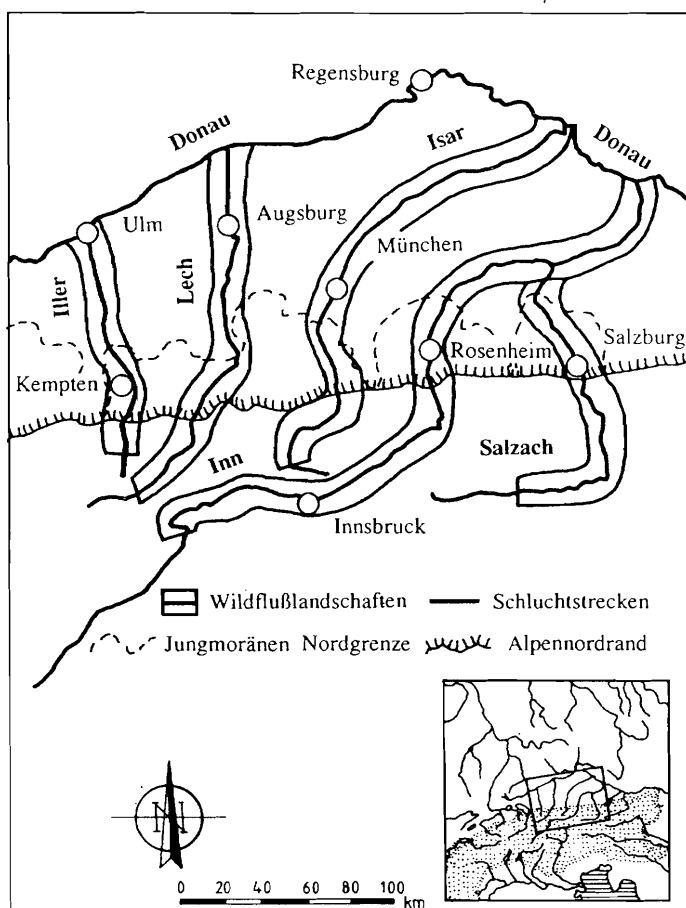


Abbildung 1
Lage der untersuchten nordalpinen Wildflußlandschaften

Der Hauptteil der Arbeit befaßt sich mit der Flora und Vegetation nordalpiner Wildflußlandschaften und deren Veränderungen infolge von Flußbaumaßnahmen. Schwerpunkt der Betrachtung ist die Auenvegetation der noch verbliebenen Fließstrecken.

Abschließend werden Vorschläge zur Erhaltung und Entwicklung der nordalpiner Auenlebensräume gegeben.

2. Untersuchungsgebiet und Grundlagen

Die hier näher untersuchten nordalpiner Flüsse (vgl. Abb. 1) haben ihr Haupteinzugsgebiet in den nördlichen Kalkalpen (Iller, Lech und Isar) und in den Zentralalpen (Inn und Salzach). Als Oberlauf gelten in dieser Arbeit die Flußstrecken innerhalb der Alpen, als Mittellauf die Abschnitte zwischen dem Alpennordrand und der nördlichen Jungmoränengrenze und als Unterlauf die sich anschließenden Abschnitte bis zur Mündung in die Donau.

Die Oberläufe von Lech, Isar, Inn und Salzach liegen zum Großteil in Österreich. Der Inn entspringt in der Schweiz. Mittel- und Unterläufe der Nordalpenflüsse befinden sich in Deutschland.

Tabelle 1

Untersuchungen zur Vegetation nordalpiner Wildflußlandschaften (mit pflanzensoziologischen Aufnahmen), die für die Beschreibung der Auenvegetation verwendet wurden.

Fluß	Gebiet	Literatur
Iller	Oberlauf	MÜLLER n. p., PFADENHAUER 1969
	Mittel- u. Unterlauf	BANZHAF 1982, MÜLLER & GÖRS 1958
Lech	Oberlauf	DALHOF & HÄCKER 1992, MÜLLER 1988, MÜLLER & BÜRGER 1990
	Mittellauf	BRESINSKY 1959 n. p., HALTMEYR 1952, KARL 1954, OBLINGER 1976, USINGER & WIGGER 1961, VETTER 1992
	Unterlauf	BRESINSKY 1959, 1965, HALTMEYR 1952, KRAUSE & LANG 1977, MÜLLER 1991b, KREUTZER & SEIBERT 1984, SCHMIDT 1992, RIEGEL 1991, SEIBERT 1987, WOLF 1988
	Gesamtlauf	MÜLLER & al. 1992
Isar	Oberlauf	BISSINGER & BOHNERT 1990, MÜLLER n. p.,
	Mittellauf	MÜLLER n. p., SEIBERT 1958, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972
	Unterlauf	KRAUSE & LANG 1977, LINHARD 1964, MÜLLER n. p., SEIBERT 1962, 1987, RIEMENSCHNEIDER 1956
Inn	Oberlauf	HELLER 1969, MÜLLER n. p., ZOLLER 1974
	Mittellauf	MÜLLER n. p., RINGLER 1964
	Unterlauf	CONRAD 1987, CONRAD-BRAUNER 1990, SEIBERT 1969 u. 1987, PFADENHAUER 1969, PFADENHAUER & ESKA 1985
Salzach	Oberlauf	MÜLLER n. p.,
	Mittel u. Unterlauf	BUSHART & al. 1990, EDELHOFF 1983, MÜLLER n. p., PFADENHAUER 1969, SCHUBERT 1984

Für das Untersuchungsgebiet gibt es im Gegensatz zur Schweiz (MOOR 1958) keine zusammenfassende Darstellung der Auenvegetation, sondern nur für einzelne Flußabschnitte Vegetationsmonographien (vgl. Tab 1). Sie bilden zusammen mit eigenen Untersuchungen sowie älteren und neuen Florenwerken die Grundlage für die Darstellung der Auenvegetation (Übersicht vgl. Tab. 2).

Die meisten Arbeiten, die bisher über die Auenvegetation vorliegen, beschäftigten sich mit der Vegetation der Auwälder. Untersuchungen zur Vegetation auf Kiesbänken sind hingegen relativ selten. Da Kiesbänke zu den charakteristischen Biotopkomplexen der alpinen Flüsse zählen, die flächenmäßig besonders stark durch Flußbaumaßnahmen zurückgegangen sind, verdienen sie die besondere Aufmerksamkeit des Naturschutzes (MÜLLER 1991a, PLACHTER 1986). Sie werden darum im Rahmen dieser Arbeit ausführlicher behandelt.

3. Zur Ökologie nordalpiner Wildflußlandschaften

Wesentliche Standortfaktoren der Auenvegetation sind das Abflußregime, der Feststoffhaushalt und das Nährstoffangebot der Flußsedimente. Die hier dargestellten Verhältnisse gelten für Wildflußlandschaften, in denen noch keine intensiveren menschlichen Eingriffe erfolgten.

3.1 Abflußregime

Die Alpenflüsse zeigen gegenüber den Mittelgebirgsflüssen ein deutlich anderes Abflußverhalten. Während das Abflußmaximum bei den Mittelgebirgsflüssen im späten Winter liegt, findet der Hauptabfluß der nordalpiner Flüsse im Frühsommer statt (vgl. Abb. 2). Die Alpenflüsse weisen ein „nivales Abflußregime“ auf, das heißt, das Abflußmaximum liegt im langjährigen Mittel zur Zeit der Hauptschneesmelze (Mai, Juni). Die gegen Hochsommer zunehmenden Niederschläge (mit Maximum im Juli) verstärken die Abflußmenge. Besonders starke Hochwasserereignisse ergeben sich, wenn intensive Niederschläge auf die abschmelzende Schneedecke niedergehen. Die Andauer von Überflutungen sowie die Höhe des Grundwasserstandes sind wesentliche Kennwerte, die die Standorte in der Aue charakterisieren (HELLER 1969). Abfluß- und Grundwasserdynamik stehen in enger Korrespondenz. Bei erhöhtem Abfluß steigt auch der Grundwasserstand.

3.2 Feststoffhaushalt

Die Zu- bzw. Abnahme der kinetischen Energie des abfließenden Wassers durch stark schwankende Abflußmengen ermöglicht die Aufnahme (durch Erosion), den Transport und die Ablagerung (Akkumulation) von anorganischen und organischen Material (Feststoffe). Dieser flußbettgestaltende Prozeß in Auen der gemäßigten Zone ist wesentlicher Teil der fluvialen Morphodynamik.

Feststoffe werden untergliedert in

- Gerölle (Kies und grober Sand)
- Schwebstoffe (feiner Sand und Schluff) und
- Schwimmstoffe, meist organischen Ursprungs.

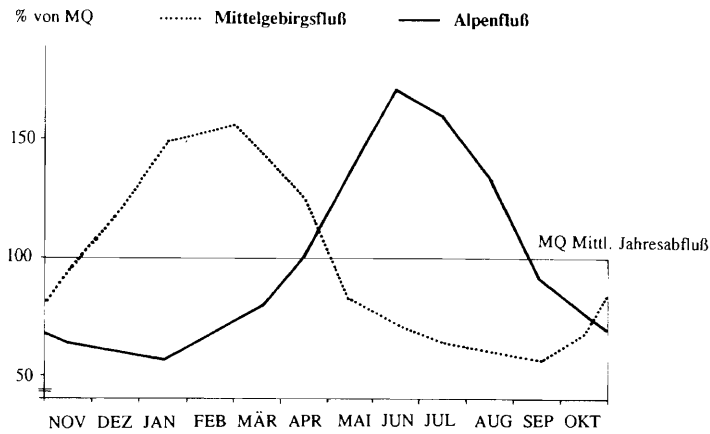


Abbildung 2
Abflußregime eines Mittelgebirgsflusses (Main) und eines Alpenflusses (Lech)
 (nach BAYER, LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1984)

Die Ober- und Mittelläufe von Lech und Isar zeichnen sich durch besonders geröllreiche Sedimente aus. Durch leicht und grob verwitternde Kalkgesteine im alpinen Einzugsgebiet (Hauptdolomit, Wettersteinkalk) ist der Anteil an Geröllen in der Feststofffracht hoch. Demgegenüber weist der Inn auf Grund seines zentralalpiner Einzugsgebiets einen höheren Schwebstoffgehalt auf, der einen hohen Sand- und Schluffanteil in den Sedimenten bedingt. Iller und Salzach nehmen durch unterschiedliche Einzugsgebiete im Flysch, Hauptdolomit und Kristallin eine Zwischenstellung ein.

Im Oberlauf werden bei starkem Gefälle besonders große Gerölle transportiert. Die Auenstandorte sind hier durch grobschottrige Kiesbänke geprägt. Durch die mechanische Zerkleinerung der Gerölle und die abnehmende Schleppkraft des Wassers nimmt zum Unterlauf der Anteil an Sanden und Schwebstoffen zu.

Während der frühsummerlichen Hochwasser finden der Haupttransport der Feststoffe (Gerölle und Schwebstoffe) und die wesentlichen Bettgestaltungsvorgänge statt. Die Spitzenhochwasser setzen große Teile der Aue vollständig unter Wasser und überdecken sie zum Teil mit Feststoffen. Schotterbänke früherer Hochwasserereignisse, die bereits von Pflanzen besiedelt wurden, werden wieder weggerissen und an anderer Stelle abgelagert. Nach Abklingen des Hochwassers bleibt eine veränderte Landschaft zurück. Der Fluß hat sein Bett verlagert, viele Kiesbänke haben eine andere Form und Lage angenommen.

Die von der Flußmorphodynamik verursachten Bettgestaltungsvorgänge verlaufen besonders stürmisch in den gefällereichen Oberläufen. Zum Unterlauf nehmen sie an Intensität ab. Hier prägt die Überflutung die Auenbiozönosen. Während im Einzugs- und Oberlaufgebiet Erosionsvorgänge

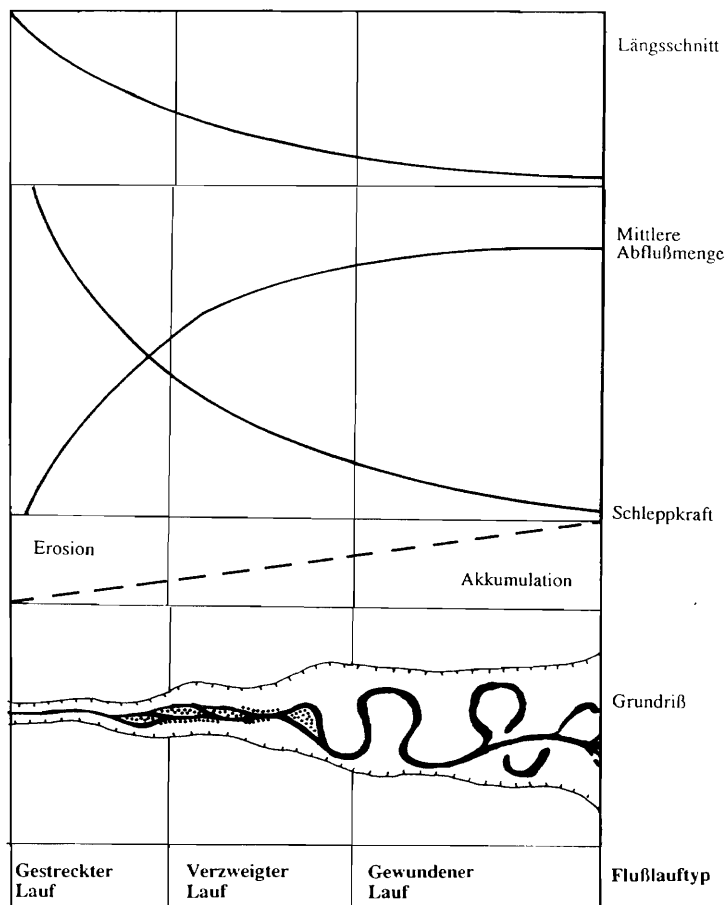


Abbildung 3
Idealisierte Darstellung von natürlichen Flußlaufotypen in Mitteleuropa und verschiedener Ökofaktoren (nach BINDER 1979 und NIEMEYER-LÜLLWITZ & ZUCCHI 1985)

vorherrschen, überwiegt im Mündungsgebiet die Sedimentation. In Umlagerungsstrecken herrscht ein Fließgleichgewicht zwischen Erosion und Akkumulation (vgl. Pkt 3.3 und Abb. 3).

3.3 Flußmorphologie

Abfluß- und Feststoffhaushalt bestimmen zusammen mit der Morphologie des Talraumes die Flußmorphologie. Die nordalpinen Flüsse zeigen vor allem zwei verschiedene Erscheinungsformen ihres Gerinnegrundrisses (Abb. 3):

- a) Gestreckte Flußläufe, die sich nur auf relativ kurzen Flußabschnitten ausbilden. Diese sind vor allem im Quellbereich und Oberlauf ausgebildet. Sie entstehen bei großem Gefälle und einer geologisch-morphologisch verursachten Laufeinengung. Durch die erodierende Kraft des Wassers kommt es zur Ausbildung von Schluchten.
- b) Im wesentlichen waren die nordalpinen Flüsse vor dem Eingriff des Wasserbauers als verzweigte Flußläufe oder sogenannte Wildflußlandschaften ausgebildet. Sie sind durch sich verzweigende und wieder vereinigende Rinnen, mit dazwischen gelagerten Kiesbänken in einem offenen, nur bei Hochwasser vollständig überströmtem Flußbett gekennzeichnet. Sie bilden sich bei mittleren bis größeren, aber ausgeglichenerem Gefälle in Talaufweitungen aus, wenn Ablagerungen und Weitertransport der Gerölle im Fließgleichgewicht stehen (MANGELSDORF & SCHEUERMANN 1980). Wildflußlandschaften treten in den Alpen und ihrem Vorland auf, da hier die Flüsse mit Lockermaterial stark befrachtet sind und die Schleppkraft des abfließenden Wassers zeitweise so stark ist, um das anfallende Lockermaterial abzuführen. Wegen der großen Veränderlichkeit ihrer Ufer werden sie auch als Flußverwilderungen bezeichnet.

Gewundene Flußläufe, bei denen sich der Transport der Feststoffe innerhalb des weitgehend homogen durchflossenen Bettes vollzieht, kommen an den untersuchten Flüssen nur vereinzelt vor, da ihr Gefälle in der Regel zu hoch ist.

3.4 Bodenentwicklung

In Abhängigkeit vom Einzugsgebiet, Flußverlauf und dem Alter der Auenstandorte sind die Böden unterschiedlich ausgebildet.

Für die Böden im engeren Auenbereich ist bezeichnend, daß es durch die Abfluß- und Morphodynamik zu einer Überlagerung und Begrabung von Humushorizonten kommen kann. Das bedeutet, die Bodenentwicklung wird unterbrochen und in ein jüngeres Stadium zurückversetzt.

Bemerkenswert ist die sehr geringe Nitrat-Anlieferung in frisch abgelagerten Sedimenten. Da es sich um Kiese und mehr oder minder groben Flußsand handelt, ist der Humusanteil verschwindend gering. Die bei Hochwasser abgelagerten Sedimente stellen somit in den montanen und alpennahen Flußauen keine Bereicherung des Stickstoffhaushaltes dar, wie dies bei den Schlickablagerungen der Tieflandflüsse der Fall ist (HELLER 1969). Generell nimmt zum Unterlauf der Nitrat-

gehalt in den Flußanlandungen und Auenstandorten zu, da der Humusgehalt der Sedimente erhöht ist.

Wo die Bodenentwicklung nicht durch neue Hochwasserereignisse unterbrochen wird, färben sich die oberen Zentimeter des Substrats durch Humusanreicherung (z. B. unter Weidenbüschen). An den von Kalkschottern geprägten Nordalpenflüssen entsteht dadurch ein kalkhaltiger Rohauboden - eine Kalkrambla (Bodenprofile vgl. BÜRGER 1990 für den oberen Lech und SEIBERT 1958 für die mittlere Isar).

Eine stärkere Anreicherung von organischer Substanz im Oberboden führt zu den CaCO_3 -haltigen, sandig-lehmigen jungen Auenböden (Paternia) mit der Horizontfolge A-C. Sie besitzen häufig eine charakteristische graue Farbe. Auf besonders CaCO_3 -reichen, lockeren grobkörnigen Sedimenten vor allem auf den geröllreichen Alluvionen von Lech und Isar kann auf relativ trockenen Standorten der rendzinaartige Auenboden (Borowina) entstehen, dessen geringmächtiger Ah-Horizont grauschwarze Farbe besitzt. Die Freisetzung größerer Mengen Fe-Oxide führt zur Verbraunung des Bodens (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1970). Unter starkem Grundwasseranschluß z. B. in alten Flußrinnen entwickelt sich auf Kies die Naßborowina und auf Sand die Kalkvega (SEIBERT 1958).

Gegenüber diesen jungen Böden im flußnahen Bereich ist flußferner die Bodenentwicklung bereits weiter vorangeschritten. Hier ist die Rendzina der bezeichnende Typ von nicht mehr überschwemmten Bereichen. Auch hier gilt für die Nordalpenflüsse, daß das pflanzenverfügbare Nährstoffangebot relativ gering ist. Anhand von Nährstoffuntersuchungen im Boden und in Pflanzen konnten KREUTZER & SEIBERT (1984) nachweisen, daß die Versorgung des Eschen-Ulmenwaldes am Unterlauf des Lech signifikant geringer ist als an der Donau.

4. Der Einfluß des Menschen auf nordalpine Wildflußlandschaften

4.1 Landschaftsveränderungen im Einzugsgebiet

Sowohl für die Mittelgebirgsflüsse (z. B. Main) als auch die Alpenflüsse sind für das Holozän Flußaktivitätsveränderungen nachgewiesen, die eine Kongruenz mit kühleren und feuchteren Klimaphasen zeigen. Daneben wird für die Alpenflüsse angenommen, daß eine gesteigerte Umlagerungstätigkeit seit dem Jungholozän durch den menschlichen Einfluß ausgelöst wurde. Beispielsweise ist für die untere Isar die Entstehung der drei jüngsten Flußterrassen auf anthropogene Eingriffe in den Feststoffhaushalt seit dem Mittelalter zurückzuführen (SCHELLMANN 1991).

Zeitlich fällt die gesteigerte Umlagerungstätigkeit der Alpenflüsse mit den Rodungsphasen im Gebirge und der verstärkt einsetzenden Besiedelung der Alpentäler zusammen.

Es ist anzunehmen, daß die Umwandlung des Bergwaldes in Bergmäher und -weiden zu einem

rascheren Abfluß der Niederschläge und in der Umstellungsphase infolge eines erhöhten Bodenabtrages zu einer gesteigerten Feststofffracht im Fluß führte. Der zunehmende Ackerbau hatte zur Folge, daß vermehrt feinere Sedimente (Schluffe, Lehme und Tone) und organische Substanzen in die Flußsysteme gelangten, die vor allem im Unterlauf abgelagert wurden.

Wenn auch für die nordalpinen Flüsse keine Erhebungen zur zeitlichen Datierung der Auenlehmhöden vorliegen, wie beispielsweise für die Weser (STRAUTZ 1962), ist anzunehmen, daß die größeren Ablagerungen von Auenlehm in den Unterläufen durch den Einfluß des Menschen im Einzugsgebiet verursacht wurden.

4.2 Nährstoffeinträge ins Flußsystem

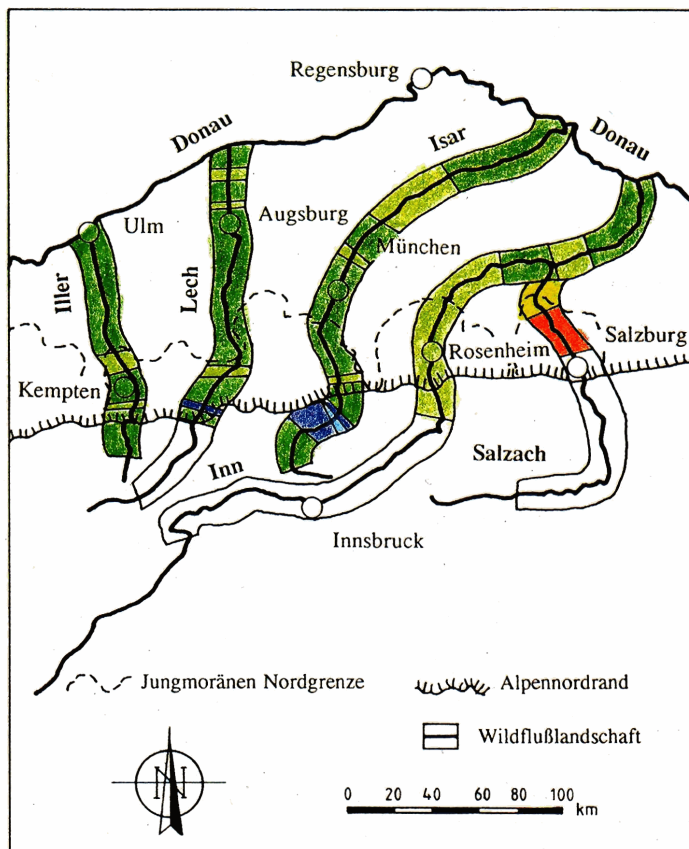
Die Gebirgsflüsse waren ursprünglich nährstoffarme Gewässer. Vor allem seit dem 20. Jahrhundert ist mit der zunehmend dichteren Besiedlung der Landschaft und der Intensivierung der Landwirtschaft ein verstärkter Eintrag an organischen und anorganischen Stoffen (Nährstoffen) verbunden. Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit insbesondere die Primärproduktion hat der Bau von Staustufen (vgl. Pkt. 4.3.3).

Die heutige Gewässergüte stellt sich in Bayern (nach OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYER. STAATSMINISTERIUM 1990) wie folgt dar (vgl. Abb. 4):

- Iller und bayerischer Lech weisen überwiegend die Güteklasse II (mäßig belastet) auf. Nur unterhalb von Kempten und Augsburg verschlechtert sich die Gewässergüte vorübergehend auf II-III (kritisch belastet).
- Am Oberlauf der Isar gibt es kurze Abschnitte mit den Güteklassen I und I-II (gering belastet). Zwischen München und Dingolfing ist die Isar kritisch belastet (III). Die übrigen Strecken zählen zur Kategorie II.
- Der bayerische Inn ist zu ca 2/3 kritisch belastet und zu 1/3 mäßig belastet.
- Die Salzach ist in Bayern stark bis sehr stark verschmutzt (III u. III-IV).

Gegenüber Untersuchungen aus den 60er Jahren hat sich die Gewässergüte an den Nordalpenflüssen durchschnittlich um eine Stufe verbessert. Das ist auf den Bau von Kläranlagen mit besserem Wirkungsgrad zurückzuführen (OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYER. STAATSMINISTERIUM 1990).

Aus den Gewässergütekarten können allerdings keine direkten Rückschlüsse auf die Nährstoffbelastung des Wassers gezogen werden, da sie nach dem Saprobien-system erstellt sind. Punktu-elle Messungen des Ammonium-Stickstoffes und des Orthophosphat-Phosphors zeigen eine Zunahme von den Ober- zu den Unterläufen an (OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYER. STAATSMINISTERIUM 1990).



Güteklasse Stand 1989	
 I	unbelastet
 I - II	gering belastet
 II	mäßig belastet
 II - III	kritisch belastet
 III	stark verschmutzt
 III - IV	sehr stark verschmutzt

Abbildung 4
Gewässergüte der großen Nordalpenflüsse in Bayern (nach OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYER. STAATSMINISTERIUM DES INNERN 1990)

4.3 Flußbaumaßnahmen

Bereits in einer früheren Arbeit wurden die Flußbaumaßnahmen an den nordalpinen Flüssen ausführlich behandelt (MÜLLER 1991a). Im Folgenden wird darum nur auf die für die Auenvegetation relevanten Standortveränderungen näher eingegangen.

4.3.1 Flußregulierungen

Durchgehende Flußregulierungen sind an den Nordalpenflüssen relativ spät erfolgt. Erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts verfügte man über entsprechende technische Voraussetzungen. Die Flußregulierungen dienten dabei in erster Linie dem Schutz der Siedlungen.

Mit den Ausbaumaßnahmen wurde an den Unterläufen begonnen. So wurden die untere Isar zwischen 1806 und 1811, der untere Inn zwischen 1806 und 1862 und der untere Lech (von Augsburg bis zur Mündung in die Donau) zwischen 1852 und 1900 reguliert. Die anfänglich mit Faschinen vorgenommenen Maßnahmen wurden später durch Hochwasserdämme verstärkt. Flußregulierungen in den Mittel- und Oberläufen (vgl. Abb. 5) erfolgten vornehmlich ab diesem Jahrhundert.

Ökologische Folgen:

Durch die Regulierung wird der verzweigte Fluß in ein gestrecktes Profil gezwängt. Durch den verringerten Abflußquerschnitt erhöht sich die Fließgeschwindigkeit. Das verstärkte Transportvermögen des Flusses kann nur durch die Aufnahme von Sedimenten aus dem regulierten Gerinne gedeckt werden. Die Folge ist eine Sohlenerosion, die in Abhängigkeit von der Abflußmenge und dem Sohlenaufbau unterschiedlich rasch voranschreitet (JÄGGI 1990). Beispielsweise hatte sich der Lech im Unterlauf - 50 Jahre nach der Korrektur - über 5 Meter eingetieft (BAUER 1979). Mit der Sohlenerosion ist eine Grundwasserabsenkung verbunden, die im gesamten Talraum wirksam ist (vgl. z. B. BUCHWALD 1953).

Um die Fließgeschwindigkeit zu verringern und die Flußsohle zu stabilisieren, wurden bald nach den Regulierungen an vielen Flüssen Sohlenschwellen eingebaut. Sie bewirkten allerdings keine dauerhafte Stabilisierung, da das Gefälle zwischen den Bauwerken immer noch so stark war, daß es bei Hochwässern zur Sohlenerosion kam.

Bei den Regulierungsmaßnahmen sind auch die Veränderungen im Oberlauf der Alpenflüsse und ihrer Zubringerbäche zu erwähnen. Zum Schutz des immer dichter besiedelten Alpenraumes wurden die meisten Wildbäche verbaut und mit Gesschiebesperren versehen. Das führte zu einem erheblichen Gerölldefizit und damit einer weiteren Verstärkung der Sohlenerosion.

Durch die Regulierung werden Fluß und Auenlebensräume weitgehend funktionell getrennt. Dynamische Prozesse beschränken sich auf den begradigten Flußlauf.

4.3.2 Ausleitungsstrecken

Anfang dieses Jahrhunderts begann man, an den regulierten Unterläufen Ausleitungsstrecken zu bauen, um die Energie des ablaufenden Wassers zu nutzen und die fortschreitende Sohlenerosion zu stoppen. Dabei wird in der Regel das gesamte Wasser über einen Kraftwerkskanal geleitet. Das Flußbett führt nur noch bei hohen Abflußmengen Wasser, wenn der Kanal überlastet ist. Ausleitungsstrecken entstanden an Iller, Lech, Isar und Inn (vgl. Abb. 5).

Ökologische Folgen:

Ausleitungsstrecken führen zu einer weiteren Entkoppelung der Auenlebensräume. Durch das weitgehende Trockenfallen des Flußgerinnes (nur noch Durchfluß von Restwassermengen) verschärft sich die Situation für grundwasserabhängige Biozönos.

4.3.3 Staustufen

Mit dem sprunghaften Anstieg des Strombedarfs in Bayern ab 1940 entschloß man sich, einen wei-

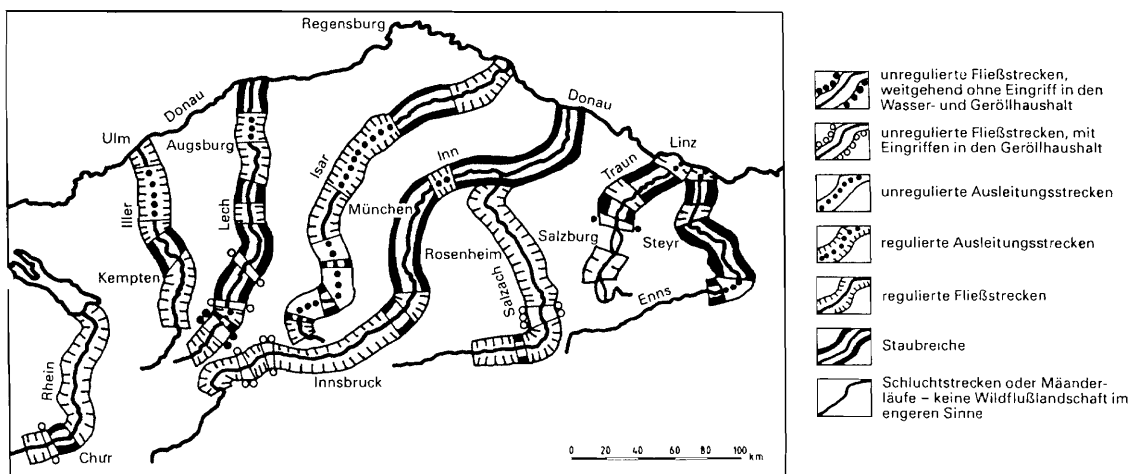


Abbildung 5

Wasserbauliche Eingriffe in nordalpine Wildflußlandschaften (aus MÜLLER 1991 a).

teren Ausbau der Wasserkraftanlagen vorzunehmen. Ursprüngliche Planungen, wie Verlängerung der Ausleitungsstrecken, gab man zugunsten des Baus von Staustufen auf, zumal dadurch eine weitere Absenkung des Grundwassers verhindert werden konnte. Vor allem die wasserreichen Alpenflüsse Inn und Lech wurden konsequent mit Staustufen verbaut.

Ökologische Folgen:

Im Bereich der Staustufen geht der Flußcharakter verloren. Morphodynamische Prozesse laufen nicht mehr ab, da der Feststofftransport unterbrochen ist.

Eine gewisse Sonderstellung nehmen in diesem Zusammenhang die Innstauseen ein. Aufgrund der hohen Schwebstofffracht des Flusses verlandeten die Stauräume bereits nach 15 - 20 Jahren (REICHHOLF & REICHHOLF-RIEHM 1982). Dadurch stellte sich sekundär ein Gleichgewicht zwischen Erosion und Akkumulation ein (CONRAD-BRAUNER 1990, REICHHOLF 1976). Dennoch herrschen heute andere Bedingungen als vor dem Flußausbau, da nur Schwimm- und Schwebstoffe zur Ablagerung kommen.

Für Fließstrecken haben vorgelagerte Stauseen folgende Auswirkungen:

- Staustufen bedingen durch die verminderte Fließgeschwindigkeit und die damit verbundene Wassererwärmung eine Erhöhung der Primärproduktion und führen darum zu einer Nährstoffanreicherung im Wasserkörper (DVWK 1981, MAUCH 1984).
- Sie wirken als vollständige Geröllfallen (BAUER 1979) und sind wirksame Schwebstofffallen (ENGELSING 1988). Da an den meisten Nordalpenflüssen im Oberlauf aus energiewirtschaftlichen Gründen große Speicherseen (sog. Kopfspeicher) entstanden sind, wird die Feststoffführung des Flusses erheblich verändert. Durch das Gerölldefizit wird der Fluß unterhalb von Staustufen gezwungen, sein Transportvermögen durch Seiten- und Sohlenerosion zu decken. Die Folge ist eine verstärkte Eintiefung bei regulierten und unregulierten Strecken (BAUER & BURZ 1968). Bei letzteren ist dieser Vorgang verbunden mit einer Streckung des Flußlaufes (VETTER 1992). Der Geröllrückhalt führt auch dazu, daß bei Hochwasserereignissen nur noch Feinsedimente auf den verbliebenen Schotterflächen zur Ablagerung kommen, da gröbere Fraktionen nicht mehr abtransportiert werden. Das hat zusammen mit der verringerten Selbstreinigungskraft der Gewässer zur Folge, daß die Alluvionen insgesamt nährstoffreicher werden.
- Sie führen zu einer Veränderung der Abflußverhältnisse. Durch das Kappen der Hochwasserspitzen wird der Abfluß gleichmäßiger gesteuert und es entfallen die Spitzenhochwässer, die wesentlich für die Bettgestaltungsvorgänge verantwortlich sind. Die Aufbesserung des Niederwasserstandes (aus energiewirtschaftlichen Gründen) bewirkt, daß zur Zeit des natürlichen Niederwasserstandes auch die Kiesbänke partiell überflutet werden und damit die Versorgung mit Nährstoffen aufgebessert wird. Durch Schwellbetrieb schwankt der Wasserspiegel täglich.

Wie aus der Übersicht (Abb. 5) deutlich wird, sind die nordalpinen Flüsse durch wasserbauliche Maßnahmen stark verändert worden. Große Flußstrecken wurden eingestaut und reguliert. Die meisten verbliebenen Fließstrecken sind durch vorgelagerte Staustufen in ihrer Flußdynamik gestört.

Durch Feststoffrückhalt, Kappung der Spitzenhochwässer und Aufbesserung des Niederwasserstandes sind die wesentlichen ökologischen Eigenschaften von Wildflußlandschaften wie der extreme Wechsel von Überschwemmung und längerem Trockenfallen, periodische Grundwasserschwankungen sowie die hohe Morphodynamik (und die damit verbundene Anlage von Rohbodenstandorten) zerstört worden (MÜLLER & al. 1992).

Im gesamten Nordalpenraum gibt es heute nur noch am oberen Lech einen Rest einer Wildflußlandschaft mit annähernd intakten Wasser- und Geröllhaushalt, an dem die Auedynamik in charakteristischer Form abläuft. Längere unregulierte Wildflußstrecken, die allerdings durch Wasser- ausleitungen gestört sind, gibt es nur noch an der oberen Isar.

5. Die Auenvegetation und ihre Veränderungen infolge von Flußbaumaßnahmen

5.1 Die standörtlichen Typen der Auenvegetation

In der Regel erfolgt die standörtliche Gliederung der Auenvegetation anhand der Überschwemmungshäufigkeit bzw. der Wasserstände (ELLENBERG 1978, HELLER 1969, MOOR 1958, SEIBERT 1958).

Bei Niederwasser, das vor allem im Herbst und Winter an den nordalpinen Flüssen vorherrscht, fallen im Flußbett nackte Kies- und Sandinseln trocken. Bei Mittelwasser sind weite Teile des Flußbettes überschwemmt. Bei Hochwasser werden auch die höher liegenden, bewaldeten Auenflächen überflutet. Der Wirkungsbereich der Spitzenhochwässer begrenzt die rezente Aue (in Anlehnung an MOOR 1958 erweitert).

Die Gliederung der Auenstandorte nach der Häufigkeit und der Höhe der Überflutung ist für gewundene Flußläufe (Tieflandauen) ausreichend. Bei alpinen Wildflußlandschaften muß darüber hinaus die Morphodynamik miteinbezogen werden, da sie ein wesentliches Charakteristikum ist. Die damit verbundenen Erosions- und Akkumulationsvorgänge laufen vor allem bei stärkerem Hochwasser ab. Sie bedingen, daß die pflanzliche Sukzession und die Bodenentwicklung laufend unterbrochen werden und wieder von neuem beginnen. Ein hoher Anteil vegetationsfreier oder schwach bewachsener Rohbodenstandorte mit Pioniergesellschaften ist darum typisch für alpine Wildflußlandschaften.

Die vorliegende Untergliederung der Auenvegetation orientiert sich darum nicht - wie allgemein gebräuchlich - nur an der Abflußdynamik bzw. den Wasserständen, sondern bezieht auch die Morphodynamik mit ein. Gesellschaften, die nur der Überflutung unterliegen (Überflutungsvegetation) werden ebenso in einer Gruppe zusammengefaßt, wie die, welche zusätzlich der Morphodynamik

unterliegen (Pioniervegetation). Folgende standörtliche Typen der Auenvegetation werden unterschieden:

- a) Pioniervegetation der Rohbodenstandorte
- b) gehölzfreie Überflutungsvegetation
- c) Verlandungsvegetation der Altwasser
- d) periodisch und episodisch überflutete Auwälder
- e) Auenvegetation außerhalb der rezenten Auen-
dynamik

Zum Verständnis der Auenvegetation ist eine vierdimensionale Betrachtungsweise notwendig. Neben der Lage im Quer-, Längs- und Höhenprofil bestimmt auch der Zeitfaktor (Sukzession) die Auenbiozönosen (FOECKLER & BOHLE 1991). Da es heute nur noch wenige naturnahe Flußabschnitte in den Oberläufen gibt (vgl. Abb. 5), fällt die Rekonstruktion der ursprünglichen Vegetation in allen vier Dimensionen schwer. Ihre Darstellung beruht im wesentlichen auf:

- Vegetationsmonographien von weitgehend intakten nordalpinen Umlagerungsstrecken (z. B. BRESINSKY 1965, HALTMAYER 1952, MÜLLER 1988, MÜLLER & BÜRGER 1990, SEIBERT 1958, ZOLLER 1974)
- alten Floren (z. B. SENDTNER 1854, VOLLMANN 1914)
- alten floristischen Arbeiten (z. B. CAFLISCH 1848, 1869)
- der Interpretation alter Luftbilder und Karten

(JERZ & al. 1986, MÜLLER 1991b, SCHAUER 1984a und b, SEIBERT 1962)

- älteren Landschaftsbeschreibungen (MICHELER 1953, 1956, 1959, 1970)
- der Rekonstruktion der Auengesellschaften anhand der Artenkombination fossiler Auenstandorte
- Vergleich mit der letzten großen alpinen Wildflußlandschaft am Tagliamento in den Südalpen (LIPPERT & al. 1995).

Im folgenden werden Standort, Struktur, Dynamik und Verbreitung der Pflanzengesellschaften, die an den nordalpinen Wildflußlandschaften nachgewiesen wurden (vgl. Tab. 2) näher beschrieben. Besonders wird auf ihre Veränderungen durch Flußbaumaßnahmen eingegangen. Die Gesellschaften der Kiesbankvegetation (Pioniervegetation der Rohbodenstandorte und gehölzfreie Überflutungsvegetation) werden dabei eingehender behandelt. Ihre wichtigsten Gesellschaften werden in zwei synthetischen Tabellen zusammengefaßt (Tab. 3 und 4). Um die aktuelle Bestandssituation im Nordalpenraum wiederzugeben, wurden nur Aufnahmen verwendet, die aus jüngerer Zeit stammen oder die zumindest den aktuellen Verhältnissen entsprechen.

Die Nomenklatur der lateinischen Pflanzennamen richtet sich nach EHRENDORFER (1973) oder sofern besonders vermerkt nach den Autoren. Bei den lateinischen Gesellschaftsnamen wurde OBERDORFER (1983) bzw. die Bezeichnung der zitierten Autoren verwendet.

Tabelle 2

Übersicht der Pflanzengesellschaften nordalpiner Wildflußlandschaften

Gefährdung : in Bayern nach Rote Liste Bayern (WALENTOWSKI & al. 1990, 1991a u. b, 1992)

Gesellschaften die nur in Flußauen vorkommen in **Fettdruck**

<u>1. Pioniervegetation der Rohbodenstandorte</u>	Gefährdung
- Chondriletum chondrilloidis Br.-Bl. in Volk 39 em. Moor 58 (Thlaspietea rotundifolii)	R 1
- Calamagrostietum pseudophragmitis Kop. 68 (Thlaspietea rotundifolii)	R 2
- Equiseto-Typhetum minimae Br. Bl. in Volk 39 (Scheuchzerio-Caricetea fuscae)	R 0
- Salici-Myricarietum Moor 58 (Salicetea purpureae)	R 1
- Salicetum elaeagni Hag. 16 ex Jenik 55 (Salicetea purpureae)	R 3
- Salici-Hippophaetum rhamnoidis Br.-Bl. 28 ex Eckm. 40 (Querco-Fagetea)	R 3
- Juncetum alpini (Oberd. 57) Phil. 60 (Scheuchzerio-Caricetea fuscae)	R 3
 <u>2. Gehölzfreie Überflutungsvegetation</u>	
- Barbarea vulgaris-Gesellschaft (Artemisietea)	
- Rorippo-Agrostietum prorepentis (Moor 58) Oberdorf. et Müller 61 (Agrostietea stoloniferae)	
- Phalaridetum arundinaceae Libb. 31 (Phragmitetea)	
- Phalarido-Petasitetum hybridi Schwick. 33 (Artemisietea)	
- Dactylo-Festucetum arundinaceae Tx. 50 (Agrostietea stoloniferae)	
- Tanaceto-Arrhenatheretum Fischer 86 (Molinio-Arrhenatheretea)	
- Impatiens glandulifera-Gesellschaft (Artemisietea)	
- Solidago gigantea-Gesellschaft (Artemisietea)	
 <u>3. Verlandungsvegetation der Altwasser</u>	
- Charo-Tolypelletum glomeratae Corill. 57 (Charetea fragilis)	R 2
- Charetum hispidae Corill. 57 (Charetea fragilis)	
- Ranunculetum fluitantis All. 22 (Potamogetonetea pect.)	
- Ranunculo-Sietum erecto-submersi Müll. 62 (Potamogetonetea pect.)	
- Callitrichetum obtusangulae Seib. 62 (Potamogetonetea pect.)	
- Lemnetum minoris Müll. et Görs 60 (Lemneteae)	

- Potamogetoneteum lucentis Hueck 31 (Potamogetonetea pect.)
- Hydrocharitetum morsus-ranae van Langend. 35 (Lemnetea)
- Potamogeton pectinatus-Gesellschaft (Potamoget. pect.)
- Potamogeton perfoliatus-Ges. auf Primärstandorten (Potamogetonetea pect.) R 3
- Elodea canadensis-Gesellschaft (Potamoget. pect.)
- Caricetum davalliana Dut. 24 (Scheuchzerio-Caricetea fuscae) R 2
- Primulo-Schoenetum ferruginei Oberd. 57 (Scheuchzerio-Caricetea fuscae) R 2
- **Bellidiao-Saxifragetum mutatae** Using. et Wigg. 59 (Scheuchzerio-Caricetea fuscae) R 1
- Caricetum elatae W. Koch 26 (Phragmitetea)
- Caricetum gracilis Tx. 37 (Phragmitetea)
- Caricetum vesicariae Br.-Bl. et Den. 26 (Phragmitetea)
- Caricetum rostratae Rübel 12 (Phragmitetea)
- Phragmitetum australis Schmale 39 (Phragmitetea)
- Glycerietum maximae Hueck 31 (Phragmitetea)
- Typhetum latifoliae Lang 73 (Phragmitetea)

4. Rezente Auwälder

- Salicetum triandrae Malc. 29 (Salicetea purpureae) R 3
- Salix purpurea-Gesellschaft (Salicetea purpureae)
- **Salicetum albae** Issl. 26 (Salicetea purpureae) R 1
- Alnetum incanae Lüdi 21 (Querco-Fagetea) R 3
- **Querco-Ulmetum** Issl. 24 (Fraxino-Ulmetum Tx. 52) (Querco-Fagetea) R 2
- **Adoxo moschatellinae Aceretum** W. Koch 26 em. Th. Müll. 66 (Querco-Fagetea) R 2

5. Auenvegetation außerhalb der rezenten Auendynamik (Auswahl)

- Erico-Pinetum Oberd. 57 em. Seib 92 (Erico-Pinetea) R 2
- Molinio-Pinetum E. Schmid em. Seib. 62 (Erico-Pinetea) R 2
- Pulsatillo-Caricetum humilis Gauckler 38 Oberd. et Korneck 78 (Festuco-Brometea) R 2
- Mesobrometum Br.-Bl. ap. Scherr. 25 (Festuco-Brometea) R 2
- Cirsio tuberosi-Molinietum arundinaceae Oberd. et Phil. ex Görs 74 (Molinio-Arrhenatheretea) R 2

5.2 Die Pionierv egetation der Rohbodenstandorte

Großflächige, frisch entstandene Kies- und Sandbänke ohne Vegetation oder mit schütterer Pionierv egetation sind typisch für den engeren Auenbereich von alpinen Wildflußlandschaften. Nach

der Überschwemmungs- und Übersättigungshäufigkeit, dem Ausgangssubstrat und der Lage zum Grundwasserstand lassen sich folgende Pflanzengesellschaften unterscheiden (vgl. Abb 6):

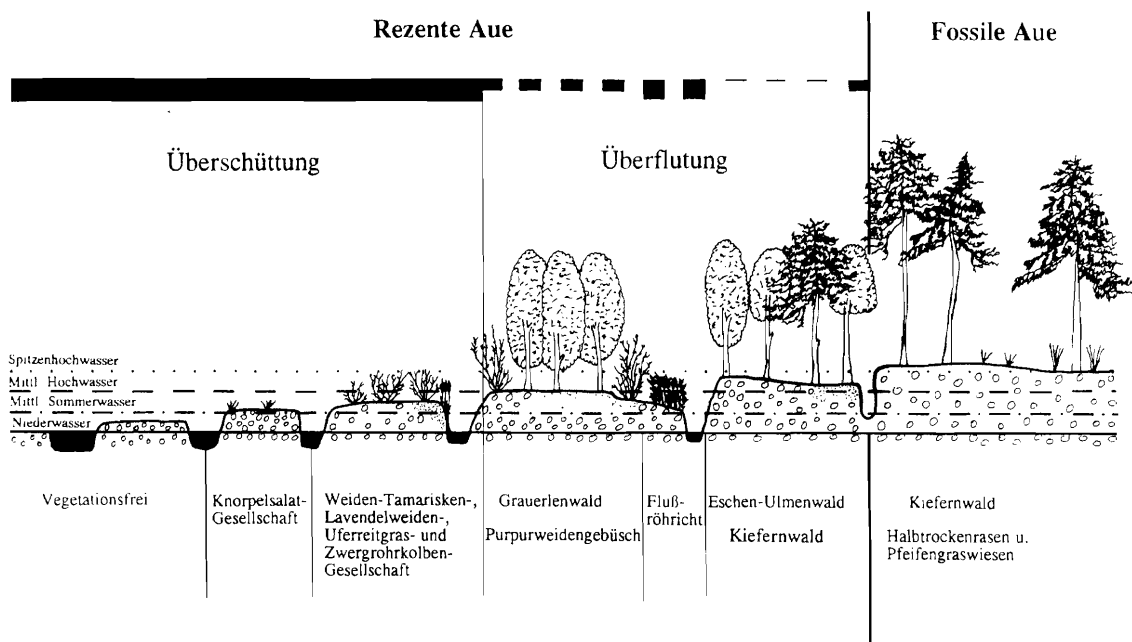


Abbildung 6
Flußdynamik und Struktur der Auenvegetation (schematisch) am Unterlauf eines geröllreichen Nordalpenflusses (Alpenvorland) vor dem Flußausbau

- *Chondriletum chondrilloidis* (Knorpelsalat-Gesellschaft)
- *Calamagrostietum pseudophragmitis* (Uferreitgras-Gesellschaft)
- *Juncetum alpini* (Alpenbinsen-Gesellschaft)
- *Equiseto-Typhetum minimae* (Zwergrohrkolben-Gesellschaft)
- *Salici-Myricarietum* (Weiden-Tamarisken-Gesellschaft)
- *Salicetum elaeagni* (Lavendelweiden-Gesellschaft)
- *Salici-Hippophaetum rhamnoidis* (Sanddorn-Gebüsch)

Mit Ausnahme der Alpenbinsen-Gesellschaft und des Sanddorn-Gebüsches sind die Gesellschaften der Pioniervegetation in ihren verschiedenen Ausbildungen in der Tabelle 3 dargestellt.

Die Pioniergesellschaften sind speziell an die Lebensbedingungen in Wildflußlandschaften angepaßt und kommen mit Ausnahme des *Juncetum alpini* nur hier vor (vgl. Tab. 2).

5.2.1 *Chondriletum chondrilloidis* Br.-Bl. in Volk 1939 em. Moor 1958

Struktur:

Kennzeichnend sind eine Reihe von Arten aus der alpinen Schuttvegetation (*Thlaspietea*), wo ähnliche ökologische Verhältnisse herrschen. Die Diasporen dieser Arten sind vermutlich bereits im Substrat von frisch abgelagerten Sand- und Kiesbänken enthalten. Sie bilden einen schütterten Bewuchs mit nur geringem Deckungsgrad. Die Charakterarten *Chondrilla chondrilloides* und *Erigeron acris subsp. angulosus* fehlen häufig auf frischen Aufschüttungen im ersten Jahr. Zur vollen Entfaltung kommen sie erst in den folgenden Jahren.

Die Gesellschaft ist u.a. von MOOR (1958) aus den Schweizer Flußauen beschrieben und von VOLK (1938) ökologisch charakterisiert worden.

Mit zunehmendem Anteil von Sand geht das *Chondriletum* in Initialphasen der Uferreitgras-Gesellschaft über (*Calamagrostis pseudophragmites*-Ausbildung in Tab. 3).

Standort:

Das *Chondriletum* ist die typische Pioniergesellschaft auf frischen grobsandig-kiesigen Ablagerungen, die sich gerade über den Mittelwasserstand erheben und darum mehrmals jährlich überflutet und überschüttet werden (VOLK 1938). Bei Niederwasser trocknen die Standorte aufgrund des hohen Porenvolumens und der guten Durchlüftung rasch aus. Ein weiterer bestimmender ökologischer Faktor ist die Nährstoffarmut.

Dynamik:

Werden die Alluvionen auf Grund einer Flußbettverlagerung oder -eintiefung nicht mehr so häufig überschwemmt, so entsteht auf sandig-kiesigem

Substrat das *Salicetum elaeagni*. Im Alpenvorland und dem wärmeren Innthal kann sich auf geröllreichen Ablagerungen auch das *Salici-Hippophaetum* entwickeln. Voraussetzung ist, daß die Standorte nicht mehr periodisch überschwemmt werden. ZOLLER (1974) beobachtete am oberen Inn, daß sich das Sanddorngebüsch nach ca. 8 - 10 Jahren und das Lavendelweidengebüsch nach knapp 5 Jahren einstellt.

Auf hoch aufgeschütteten Terrassen die außerhalb des Grundwassereinflusses stehen, kann die Entwicklung über silberwurzreiche Rasen und Kiefern- oder Latschenpionierstadien zur Klimaxgesellschaft, dem Schneeheide-Kiefernwald verlaufen (*Dryas octopetala*-Phase in Tab. 3).

Verbreitung:

Die Gesellschaft wird vor allem vom Oberlauf der Alpenflüsse beschrieben und war hier ehemals verbreitet:

- Iller: MÜLLER n. p.
- Lech: DALHOF & HÄCKER 1992, MÜLLER 1988, MÜLLER & BÜRGER 1990, MÜLLER & al. 1992,
- Isar: BISSINGER & BOHNERT 1990, SCHRETZENMAYR 1950
- Inn: ZOLLER 1974.

An den Flüssen mit hohem Geröllanteil ist sie auch vom Mittellauf belegt:

- Lech: BRESINSKY 1965, HALTMEYR 1952, KARL 1954, USINGER & WIGGER 1961
- Isar: SEIBERT 1958, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972).

Aufgrund zahlreicher Befunde kann man davon ausgehen, daß früher die Knorpelsalat-Gesellschaft auch an den Unterläufen vorkam:

- In alten Floren (CAFLISCH 1869, SENDTNER 1854, VOLLMANN 1914) sind eine Reihe ihrer bezeichnenden Arten vom unteren Lech und der unteren Isar nachgewiesen. Von der unteren Iller beschreiben Müller & GÖRS (1958) die Gesellschaft aus flußnahen Kiesgruben.

- Auf älteren und nachweislich die letzten 100 Jahre nicht mehr überschwemmten Grobschotterterrassen wachsen heute die typischen Folgegesellschaften (Schneeheide-Kiefernwälder und Halbtrockenrasen) (MÜLLER 1991b).

Flächenmäßig hat das *Chondriletum* als typische Aufschüttungsgesellschaft den stärksten Verlust von allen Pioniergesellschaften erfahren (MÜLLER & al. 1992, JERZ & al. 1986, SCHAUER 1984a u. b). Der schrittweise Rückgang der typischen Begleiter aus der Schuttvegetation infolge von Flußbaumaßnahmen ist vom Lech im Flußlängsprofil gut dokumentiert (MÜLLER & al. 1992).

Heute kommt die Knorpelsalatgesellschaft nur noch in Restbeständen am Oberlauf von Iller, Lech, Isar und Inn vor, wo Erosions- und Akkumulationsvorgänge ablaufen. Wird durch vorgelagerte Stautufen der Geröllhaushalt gestört, so verschwindet die Gesellschaft rasch - wie am Lech und an der Isar dokumentiert wurde.

5.2.2 *Calamagrostietum pseudophragmitis* Kop. 1968

Struktur:

Das Uferreitgras bildet dichte Dominanzbestände. Mit Hilfe seiner Rhizome kann es sich rasch vegetativ ausbreiten. Auch nach Übersandung zeigt es eine rasche Regenerationsfähigkeit. Das *Calamagrostietum pseudophragmitis* ist gegenüber dem *Chondriletum* arm an *Thlaspietea*-Arten.

In wechselfeuchten Rinnen ergeben sich Übergänge zu dem direkt unter Grund- oder Druckwasseranschluß stehenden *Equiseto-Typhetum minimae* (vgl. MÜLLER 1991c). Auf leicht übersandeten Kiesbänken finden sich Mischbestände mit der Alpenknorpelsalat-Gesellschaft.

Häufig steht das *Calamagrostietum* im Kontakt zu Weidenpioniergebüschen (*Salicetum elaeagni*, *Salici-Myricarietum*) (MÜLLER & BÜRGER 1990, ZÖLLER 1964) oder grenzt an die etwas höher stockenden Grauerlenwälder.

Standort:

Die Uferreitgras-Gesellschaft besiedelt frisch abgelagerte Sandaufschüttungen sowie Schwemmrinnen, die jährlich mehrmals überflutet werden oder zumindest gut durchfeuchtet sind. Da die Ablagerung von feineren Sedimenten bevorzugt im Strömungsschatten von Kiesbänken stattfindet, gedeiht die Gesellschaft in der Regel etwas weiter vom Hauptgerinne entfernt als die Alpenknorpelsalat-Gesellschaft.

Dynamik:

Bei gleichbleibenden ökologischen Bedingungen erscheint die Gesellschaft relativ stabil gegenüber Pioniergehölzen, da die dichten Bestände das Aufkommen von Gehölzkeimlingen erschweren. Beim Tieferlegen der Flußsohle wird sie von einem weidenreichen Stadium der Grauerlen-Gesellschaft abgelöst.

Bei reduzierter Morphodynamik wird die Uferreitgras-Gesellschaft vom Flußröhricht verdrängt (MÜLLER & al. 1992). Rohrglanzgrasreiche Bestände sind darum eine typische Erscheinung der durch Stauaufbau gestörten Flußabschnitte (*Phalaris arundinacea*-Ausbildung in Tab. 3).

Verbreitung:

Ehemals trat die Gesellschaft an den Umlagerungsstrecken aller nordalpinen Flüsse vom Ober- bis zum Unterlauf auf.

Sie ist relativ lange verkannt oder übersehen worden. So fehlt sie z. B. in der Monographie über die Schweizer Flußauen (MOOR 1958). ZÖLLER (1964) beschreibt zum ersten Mal von den Alluvionen des oberen Inn ein *Cirsio-Calamagrostietum* ass. nov. mit *Calamagrostis epigejos*. Dabei erwähnt er das untypische ökologische Verhalten des Waldreitgrases. Vermutlich wurde die Art damals mit dem Uferreitgras verwechselt.

Belegt ist die Gesellschaft:

- vom gesamten Lechlauf (MÜLLER & al. 1992).
- von der oberen Isar (BISSINGER & BOHNERT

1990), der mittleren Isar (SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972) .

- vom mittleren Inn bei Wasserburg (MÜLLER n. p.) und bei Zaisering (RINGLER 1965, Vegetationsprofil in RINGLER 1972)

- von der oberen Salzach (MÜLLER n. p.).

Das *Calamagrostietum pseudophragmitis* kann sich in regulierten Flüssen oder Ausleitungsstrecken noch relativ lange am Rande von Kiesbänken halten. So kommt es am Lech trotz vorgelagerter Staustufen bis in den Unterlauf bei Augsburg vor (MÜLLER 1991b, SCHMIDT 1992). Am Inn wächst es auf einer der letzten Kiesbänke bei Wasserburg (MÜLLER n. p.). Am Ober- und Mittellauf der Isar ist es trotz Wasserausleitungen noch recht häufig zu finden (BISSINGER & BOHNERT 1990, MÜLLER n. p., SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972).

Unter allen Gesellschaften der Rohbodenstandorte reagiert die Uferreitgrasgesellschaft am langsamsten auf Veränderungen der Abfluß- und Morphodynamik.

5.2.3 *Juncetum alpini* (Oberd. 1957) Phil. 1960

Struktur:

Die Alpenbinsen-Gesellschaft wird von *Equisetum variegatum* und *Juncus alpino-articulatus* charakterisiert. Bezeichnende Begleiter der Gesellschaft in Flußauen sind Arten aus der *Carex flava*-Gruppe und *Saxifraga aizoides* (vgl. BRAUN 1968, GÖRS 1977). Die Gesellschaft steht im Kontakt zum *Typhetum minimae* und bildet mit ihm einen charakteristischen Vegetationskomplex frisch entstandener Altwasser.

Standort:

Als Pioniergesellschaft besiedelt sie vom Fluß neu geschaffene Rinnen mit langer sommerlicher Überschwemmungsdauer, die bei Niederwasserstand zumindest zeitweise noch unter Grundwasseranschluß stehen. Meist handelt es sich im Gegensatz zum *Typhetum minimae* um Rinnen mit einem höheren Anteil an Geröllen.

Dynamik:

In intakten Umlagerungsstrecken ist die Alpenbinsen-Gesellschaft eine Dauergesellschaft. Bei Verlust der Flußdynamik, aber ständigem Grundwasseranschluß kann sie sich noch einige Jahrzehnte halten (siehe unten). Schrittweise wird sie vom *Caricetum davallianae* abgebaut.

Verbreitung:

Außer in Flußauen kommt das *Juncetum alpino-articulati* in Quellmooren und -hängen der Alpen und des Moränen-Hügellandes vor (BRAUN 1970).

Ehemals war es eine weit verbreitete Gesellschaft der unregulierten Alpenflüsse. An ihnen reichte es im Alpenvorland bis an die Donau.

Die meisten Vorkommen sind bereits durch die Flußregulierung erloschen. Im Einflußbereich von

Stautufen ist sie auch in unregulierten Flußabschnitten wie z. B. am mittleren Lech infolge des Verlustes der Morphodynamik ausgestorben (VETTER 1992).

Heute beschränken sich die letzten Vorkommen in der Pioniervegetation der Alpenflüsse auf die Oberläufe von Lech (DALHOF & HÄCKER 1992, MÜLLER & BÜRGER 1990) und Isar (MÜLLER n.p.). Restvorkommen gibt es noch in druckwassergespeisten Rinnen von fossilen Auen so z. B. an der mittleren Isar (BRAUN 1968) und am unteren Lech (MÜLLER 1991b).

5.2.4 Equiseto-Typhetum minimae Br.-Bl. apud. Volk 1940

Struktur:

Der Zwergrohrkolben kann als Rhizomhemikryptophyt rasch frisch abgelagerte Sand- und Schlackflächen besiedeln. Ähnlich wie die Uferreitgras-Gesellschaft bildet die Zwergrohrkolben-Gesellschaft häufig Dominanzbestände.

Regelmäßige Begleiter sind *Juncus alpinus* und *Equisetum variegatum*.

Häufig steht die Gesellschaft im Kontakt zum *Juncetum alpini*, das die Altwasserrinnen mit grobkörnigen Sedimenten besiedelt. Die in der Tabelle 3 zusammengefaßten Aufnahmen aus den letzten 5 Jahren geben nicht mehr die typische Ausbildung von ungestörten Umlagerungsstrecken wieder (hierzu vgl. MÜLLER 1991c). Am hohen Anteil des Rohrglanzgrases wird deutlich, daß es sich um Reliktbestände handelt, die nicht mehr der natürlichen Flußdynamik unterliegen.

Standort:

Die Zwergrohrkolben-Gesellschaft ist die typische Pioniergesellschaft an frisch entstandenen Altwässern mit Grund- oder Druckwasseranschluß. Während andere Gesellschaften der Flußauen, wie z. B. das *Salici-Myricarietum* auf mehr oder weniger durchlässigen Böden gedeihen, die zeitweise oberflächlich austrocknen und höher liegen als der Sommerwasserstand, besiedelt das *Typhetum minimae* die am wenigsten durchlässigen, dicht gelagerten, feinkörnigen Böden, die ständig durchfeuchtet sind. Da die feinkörnigen schlammigen Sinkstoffe bevorzugt in stillen Buchten abseits des Hauptstromes zur Ablagerung gelangen, findet sich die Gesellschaft häufig in weiterer Entfernung vom eigentlichen Flußbett, aber doch noch innerhalb des Hochwassergerinnes (MÜLLER 1991c). Wie vergleichende ökologische Untersuchungen von verschiedenen Auengesellschaften in der Schweiz ergaben (VOLK 1938), weisen die Standorte der Gesellschaft bei dauernd im Überschuß vorhandenem Wasser eine schlechte Durchlüftung auf.

Dynamik:

Als typische Pioniergesellschaft ist das *Typhetum* auf immer neue nährstoffarme Pionierstandorte angewiesen. Beim Ausbleiben von Überschüttungen wird es von Großseggen-Gesellschaften (*Caricetum gracilis* und *Caricetum rostratae*) und dem Schilfröhricht abgelöst. Zunehmende Eutrophierung begünstigt das Eindringen des Rohrglanzgrases, von dem es schließlich verdrängt wird. (MÜLLER 1991c)

Verbreitung:

Die Gesellschaft kam ehemals in Mitteleuropa am Alpen- und Oberrhein und an den untersuchten Flüssen vor. Vor allem an Lech und Inn war sie durchgehend vom Ober- bis zum Unterlauf vertreten. Von dort ist sie auch mit Vegetationsaufnahmen belegt (vgl. MÜLLER 1991c).

Von allen Gesellschaften der Wildflußlandschaften reagiert das *Typhetum minimae* am empfindlichsten auf Eingriffe in den Gewässer- und Geschiebehaushalt. Heute kommt es nur noch in kleinen Restbeständen in der letzten intakten nordalpinen Wildflußlandschaft am oberen Lech vor (MÜLLER 1991c).

Am Inn wurden die Bestände (RINGLER 1964) durch Stautufen direkt vernichtet (BRAUN 1968, RINGLER 1972).

Am mittleren Lech sind die Auswirkungen von vorgelagerten Stautufen auf die Zwergrohrkolben-Gesellschaft in unverbauten Fließstrecken gut dokumentiert. Die in den 60er Jahren vorhandenen großen Bestände an der Litzauer Schleife sind heute alle verschwunden (BRESINSKY 1965, MÜLLER 1991c, MÜLLER & al. 1992, VETTER 1992).

5.2.5 Salici-Myricarietum Moor 1958

Struktur:

In ihrem Optimum auf Feinsanden erreicht die Deutsche Tamariske hohe Deckungsgrade und bildet zuweilen fast Reinbestände aus. Immer beigemischt sind aber einige Weiden, namentlich *Salix elaeagnos*, *Salix daphnoides* und *Salix purpurea*, sowie eine Reihe von *Thlaspietea*-Arten.

Auf grobschottrigen Kiesbänken, die bei Niederwasserstand austrocknen, sind Pionierweiden zu einem höheren Anteil vertreten bei insgesamt geringerem Deckungsgrad der Strauch- und Krautschicht.

Die Tamarisken-Gesellschaft steht häufig neben der Knorpelsalat- und der Lavendelweiden-Gesellschaft, die beide grobschottrige Alluvionen bevorzugen.

Standort:

Die Tamarisken-Gesellschaft besiedelt frische Sandabgelagerungen mit dauernd hohem Grundwasserstand, die periodisch überschwemmt und übersandet werden. In der Keimphase spielt die permanente Durchfeuchtung des Substrats eine zentrale Rolle.

Bei oberflächlich streichendem Grundwasser vermag die Gesellschaft auch grobschottrige Kiesbänke zu besiedeln (MÜLLER & BÜRGER 1990, MOOR 1958). Da sie etwas über dem Sommerwasserstand steht, können die Standorte oberflächlich stark austrocknen.

Dynamik:

Nach MOOR (1958) entwickelt sich das *Salici-Myricarietum* nicht weiter und die Bestände sollen nur ein geringes Alter erreichen. Nach eigenen Beobachtungen an Isar und Lech kann sich aber

die Gesellschaft auf grobschottrigen Alluvionen, die nicht mehr überschwemmt werden, aber zumindest zeitweise Grundwasseranschluß haben, über einige Jahrzehnte halten. Auf oberflächlich trockenen Standorten keimt die Kiefer (*Pinus sylvestris*-Phase in Tab. 3). Auf sandigeren Ablagerungen mit Grundwasseranschluß nischt sich die Grauerle ein (*Alnus incana*-Phase) und baut die Gesellschaft ab.

Tieft sich der Fluß aufgrund mangelnden Geröllnachsches ein, so wird die Gesellschaft auf groben Sedimenten vom *Erico-Pinetum* und auf feineren Sedimenten vom *Alnetum incanae* abgelöst. Die Tamariske kann sich dann solange in wenigen überalterten Exemplaren halten, bis sie von den höheren Arten des reiferen Auwaldes verdrängt wird. Eine Verjüngung findet dann nicht mehr statt.

Verbreitung:

Die Gesellschaft trat wohl ehemals vom Ober- bis zum Unterlauf an allen Nordalpenflüssen auf.

Belegt ist sie

- von der unteren Iller aus alten Kiesgruben (MÜLLER & GÖRS 1958)
- vom oberen (MÜLLER 1988, MÜLLER & BÜRGER 1990), mittleren (BRESINSKY 1965, KARL 1954, USINGER & WIGGER 1961) und unteren Lechlauf (BRESINSKY 1959)
- von der oberen (MÜLLER n.p.) und mittleren Isar (SEIBERT 1958, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972)
- vom mittleren (RINGLER 1964) und oberen Inn (ZOLLER 1974)

Ähnlich wie das *Typhetum minima* kann das *Salici-Myricarietum* als Indikator für intakte Umlagerungsstrecken betrachtet werden. Darum ist es heute nur noch an Flußabschnitten mit weitgehend intakter Flußdynamik anzutreffen. Die letzten größeren Bestände an den Nordalpenflüssen liegen heute am oberen Lech bei Forchach und an der oberen Isar bei Vorderriß. Sie decken sich mit der Verbreitung von Indikatorarten aus der Tierwelt wie zum Beispiel der Gefleckten Schnarrschrecke (*Bryodema tuberculata*) (REICH 1990).

5.2.6 *Salicetum elaeagni* Hag, 1916 ex Jenik 1955

Struktur:

In der typischen Ausprägung der Gesellschaft sind *Salix daphnoides*, *Salix myrsinifolia*, *Salix purpurea* und *Myricaria germanica* stete Begleiter der Lavendelweide.

Die Krautschicht variiert je nach Alter und Überschwemmungshäufigkeit. In der Initialphase und bei regelmäßiger Überschüttung wird sie vorwiegend von *Thlaspietea*-Arten und zufälligen Begleitern aufgebaut. Bei nicht mehr so häufig überschwemmten Beständen treten *Elyno-Seslerietea*-Vertreter hinzu, wobei vor allem *Dryas octopetala* im Ober- und Mittellauf die Sukzession zu *Erico-Pinion*-Gesellschaften anzeigt.

Standort:

Die Lavendelweiden-Gesellschaft besiedelt die frisch abgelagerten grobschottrigen Alluvionen, die bei Niederwasser stark austrocknen und bereits bei einem mittleren Hochwasser überschwemmt sind.

In ihrer typischen Ausbildung erscheint sie als niedere, gleichmäßig strukturierte Gebüschgesellschaft, die oft große Flächen von Kiesbänken beherrscht.

In intakten Umlagerungsstrecken wird die Weiden-Gesellschaft nur bis zu einem Meter hoch. Sie wächst auf den Kiesbänken, die etwas höher liegen als jene mit dem *Chondriletum*. Nach abklingendem Hochwasser weisen die Weiden häufig deutliche Abschürfungen der Rinde auf, ein Zeichen, daß sie regelmäßig von Feststoffen überrollt werden. Auf die starke mechanische Belastung ist es zurückzuführen, daß die Weidengebüsche oft über Jahre in der gleichen Höhe verharren und einen Großteil der Biomassenproduktion in das Wurzelsystem investieren.

Auffallend ist auch die Gleichaltrigkeit der Weidenbestände. Dies ist bedingt durch die kurze Keimfähigkeit der Weidensamen und die besonderen Standortansprüche während der Keimungsphase. Eine Keimung der Diasporen erfolgt nur, wenn das Substrat durchfeuchtet ist z. B. bei einem ablaufenden Hochwasser. Dann kommen alle Samen gleichzeitig zum Keimen und bilden einen rasenartigen Bestand.

Dynamik:

Einige Autoren so z. B. SEIBERT (1992a) sehen im *Salicetum elaeagni* eine Sukzessionsgesellschaft von Flußuferpioniergesellschaften insbesondere dem *Chondriletum*, die wiederum zu *Erico-Pinion*-Gesellschaften überleiten. Dies trifft in intakten Umlagerungsstrecken eher in Ausnahmefällen zu, nämlich wenn durch eine Flußbettverlagerung die Bestände außerhalb des Einflusses regelmäßiger Überschwemmung und Überschüttung gelangen. Generell ist die Lavendelweiden-Gesellschaft in Flußauen mit intaktem Geröllhaushalt eine typische Dauergesellschaft innerhalb des dynamischen Gleichgewichts der Aue.

Bei reduzierter Morphodynamik können die Weiden stärker in die oberirdische Biomasse investieren und 4-6 Meter hohe Gebüsch aufbauen. Dabei gesellt sich bei ausreichender Bodenfeuchte die Grauerle hinzu (*Alnus incana*-Phase in Tab. 3). Auf Rohauböden mit hohem Kiesanteil keimt die Kiefer und baut mit der Lavendelweide typische Mischbestände auf (*Pinus sylvestris*-Phase). Bei ungestörter Sukzession geht die Entwicklung zum Grauerlenwald bzw. Kiefernwald weiter.

Verbreitung:

Die Gesellschaft trat ehemals an allen Nordalpenflüssen auf, wobei der Schwerpunkt der Verbreitung und die größten Bestände an den geröllreichen Flüssen Lech und Isar lagen.

Durch Vegetationsaufnahmen ist sie belegt:

- von der oberen Iller (MÜLLER n.p.)

- vom oberen (DALHOF & HÄCKER 1992, MÜLLER & BÜRGER 1990), mittleren (BRESINSKY n. p., MÜLLER & al. 1992, VETTER 1992) und unteren Lech (MÜLLER 1991 b)
- von der oberen (BISSINGER & BOHNERT 1990, MÜLLER n.p.) und der mittleren Isar (MÜLLER n.p., SEIBERT u. ZIELONKOWSKI 1972)
- vom mittleren Inn (RINGLER 1964)
- von der mittleren Salzach (BUSHART & al. 1990).

Ferner beschreibt GOETTLING (1968) die Gesellschaft (ohne Tabellen) von den Innauen. Die Aufnahmen in SEIBERT (1992) von den Innauen müssen aufgrund der Artengarnitur überwiegend zum *Salici-Hippophaetum rhamnoidis* gestellt werden.

Das *Salicetum elaeagni* kann von einer Sohlenerosion zeitweise profitieren, da es von allen Pioniergesellschaften die geringsten Ansprüche an den Wasserhaushalt stellt. Allerdings fallen dann die wasserabhängigen Begleitarten wie *Myricaria germanica* und *Salix daphnoides* aus, wie beispielsweise am oberen und mittleren Lech zu beobachten ist (MÜLLER & al. 1992). Auch Hochwasserdämme können für diese verarmte Ausbildung zeitweise Ersatzstandorte sein (DALHOF & HÄCKER 1992).

Die verarmte Ausbildung der Gesellschaft ist heute eine charakteristische Erscheinung an den unregulierten Fließstrecken von Isar und Lech, die in jüngerer Zeit durch vorgelagerte Staustufen in ihrem Feststoffhaushalt gestört sind. Hier handelt es sich im Sinne von SEIBERT (1992a) um eine echte Sukzessionsgesellschaft, die vom *Salix purpurea*-Gebüsch und deren Folgegesellschaften in Zukunft abgelöst wird. An Flußabschnitten, bei denen die Eingriffe bereits länger zurück liegen wie z. B. am unteren Lech, kann dies gut beobachtet werden (MÜLLER & al. 1992).

5.2.7 *Salici-Hippophaetum rhamnoidis* Br.-Bl. 1928 ex Eckm. 1940 n. inv. Wendelb. 1967

Struktur:

Das *Salici-Hippophaetum rhamnoidis* wird im wesentlichen von *Hippophae rhamnoides* subs. *fluviatilis* v. Soest aufgebaut. Der Sanddorn breitet sich durch unterirdische Kriechtriebe vegetativ aus und baut dichte Bestände auf. In den Gebüsch sind außerdem *Berberis vulgaris* und *Populus nigra* (nur in den Unterläufen) stete Begleiter. In der Krautschicht dominieren *Thlaspietea*- und *Festuco-Brometea*-Arten.

Standort:

Das Sanddorn-Gebüsch besiedelt vom Fluß abgelagerte Grobschotterterrassen, die so hoch liegen, daß sie nicht mehr periodisch überschwemmt werden. Da auch bei Hochwasser das Grundwasser noch 1 bis 2 Meter unter Niveau liegt, sind die Standorte extrem trocken (MOOR 1958).

Dynamik:

Die Sukzession zu reiferen Auwaldgesellschaften verläuft unter natürlichen Verhältnissen langsam, da auf den nährstoffarmen und trockenen Rohböden die Bodenentwicklung nur sehr langsam fortschreitet. Am unteren Lech wachsen in 30 Jahre alten Sanddorn-Beständen noch eine Reihe von Vertretern der Schuttfluren so z. B. *Gypsophila repens* und *Campanula cochleariifolia*. Jedoch hat der Anteil der Weiden und Kiefern stark zugenommen, und die Krautschicht wird zunehmend von einem dichten Filz aus *Molinia arundinacea* und *Calamagrostis varia* gebildet. Die Sukzession verläuft zu *Erico-Pinion*-Gesellschaften.

Verbreitung:

Als wärmeliebende Art tritt der Sanddorn nur im Alpenvorland und im wärmegetönten oberen Innatal auf (GAMS 1943). Obwohl vereinzelte Vorkommen bis an den Alpenrand reichen (z. B. obere Isar bei Lengries), sind mit Ausnahme des Inn typische Sanddorn-Gebüsch auf die Unterläufe beschränkt (GAMS 1943). Da hier der Flußausbau bereits im letzten Jahrhundert erfolgte, sind die meisten Bestände schon bald der intensiveren Landnutzung zum Opfer gefallen, so daß eine genaue Rekonstruktion der ehemaligen Verbreitung schwerfällt.

Beschreibungen gibt es:

- von der unteren Iller von Sekundärstandorten in Kiesgruben (MÜLLER & GÖRS 1958)
- vom unteren Lech (BRESINSKY 1959, HALTMEYER 1952)
- vom oberen (ZOLLER 1974), mittleren und unteren Inn (GOETTLING 1968, RINGLER 1972).

Nach einer Flußkorrektur und damit verbundenen Grundwasserabsenkung wird das Sanddorn-Gebüsch zeitweise gefördert, da trockengefallene Kiesflächen günstige Ansiedlungsflächen bieten. Auch auf Hochwasserdämmen kommt die Gesellschaft zur Ausbreitung. Im Zuge der ungestörten Auensukzession wird es jedoch abgebaut (s. o.). Mit dem Verlust der Morphodynamik gehen seine Entstehungsvoraussetzungen wie die anderer Pioniergesellschaften verloren.

Tabelle 3

Pionierv egetation der Rohbodenstandorte an den Nordalpenflüssen (Synthetische Tabelle)

Gesellschaft	[1a]	[1b]	[1c]	[2a]	[2b]	[3]	[4a]	[4b]	[4c]	[5a]	[5b]	[5c]
Zahl der Aufnahmen	7	11	16	14	14	6	13	9	9	16	6	8
AD1												
Chondrilla chondrilloides	43	73	13	.	.	.	42	33	22	13	.	13
Erigeron acris s. angul.	14	18	63	21	14	.	33	.	33	6	.	13
Aethionema saxatile	14	.	81	.	14	.	.	.	.	.	.	.
Arabis alpina	43	.	44	.	7	.	17	.	.	.	.	.
d 1b												
Dryas octopetala	.	100	88	21	29	.	50	100	89	6	100	100
Sesleria varia	29	27	75	14	36	.	42	67	67	19	83	50
Carduus defloratus	43	36	63	7	36	.	58	78	33	25	33	63
A2/d 1c												
Calamagrostis pseudoph.	.	.	100	100	100	17	50	.	.	44	33	13
d 2b												
Phalaris arundinacea	.	.	19	.	100	.	.	.	.	.	.	.
VOK Thlaspietea												
Campanula cochlearifolia	71	73	63	21	43	.	50	44	67	13	.	38
Hieracium staticifolium	43	64	69	36	36	.	25	.	56	13	.	63
Hieracium piloselloides	29	18	63	14	50	.	42	44	33	19	67	50
Petasites paradoxus	.	45	50	7	7	.	42	33	11	31	33	13
Gypsophila repens	57	36	50	7	29	.	33	22	.	6	.	25
Hutchinsia alpina	43	9	94	14	29	.	17	.	.	13	.	.
Linaria alpina	71	27	25	.	.	.	.	.	22	.	.	13
Saxifraga caesia	.	27	.	.	.	.	.	22	56	.	.	38
A3												
Typha minima	.	.	.	14	.	100	.	.	.	.	.	.
VOK Scheuchzerio-Caric.												
Equisetum variegatum	14	.	19	.	14	50	8	11	.	6	83	.
Parnassia palustris	.	18	13	.	.	.	17	11	.	6	83	25
Juncus alpino-articulatus	14	9	.	14	14	83	.	.	.	.	17	.
Tofieldia calyculata	.	.	.	.	.	.	8	11	.	.	100	25
Carex flava agg.	.	9	.	7	.	50	17	11	.	.	.	.
Saxifraga aizoides	14	27	6	.	.	.	8	11	.	.	.	13
Selaginella selaginoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	83	25
Carex panicea	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	50	.
Epipactis palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50	13
Pinguicula vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50	13
Primula farinosa	.	9	.	.	.	.	.	22	.	.	.	.
A4												
Myricaria germanica (K)	29	27	13	7	.	.	67	22	56	6	.	25
Myricaria germanica (S)	.	27	.	14	.	.	100	100	100	25	.	50
A5												
Salix eleagnus (K)	57	91	75	57	43	.	50	33	78	38	.	100
Salix eleagnus (S)	14	9	19	14	14	.	58	67	44	69	100	25
Salix myrsinifolia (K)	.	18	31	14	29	33	25	33	22	.	17	25
Salix myrsinifolia (S)	.	.	.	7	.	.	17	30	.	6	67	.
Salix daphnoides (K)	14	.	13	7	.	17	.	.	.	19	.	.
Salix daphnoides (S)	.	.	6	.	7	.	8	.	11	19	50	.
d 4b und 5b												
Alnus incana (K)	14	45	6	7	29	17	17	56	44	6	67	25
Alnus incana (S)	14	.	.	7	7	.	8	78	22	.	100	25
d 4c und 5c												
Pinus sylvestris (K)	14	73	.	7	.	.	.	56	56	.	.	100
Pinus sylvestris (S)	.	36	.	.	.	.	.	56	78	.	.	38
VOK Salicetea												
Salix purpurea (K)	71	82	75	50	50	33	42	44	56	19	33	63
Salix purpurea (S)	.	.	19	7	7	.	33	33	56	44	100	13
Salix alba (K)	.	.	.	14	14	17	8	.	.	.	.	.
Salix triandra (K)	.	.	.	7	.	.	.	.	.	6	.	.
Salix triandra (S)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17	.
VOK Elyno-Seslerietea												
Biscutella laevigata s.str.	.	27	31	7	14	.	8	.	.	.	.	.
Scabiosa lucida	.	.	25	7	14	.	.	.	.	.	33	.
Anthyllis vuln. s. alpestr.	14	.	6	.	.	.	17	.	11	.	17	.
Alchemilla conjuncta agg.	.	9	.	.	.	.	.	22	22	.	.	.
Globularia cordifolia	.	.	19	.	.	.	.	.	.	6	.	.
Hieracium bifidum	.	.	.	7	7	.	.	.	.	6	.	13
Leucanthemum adustum	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	33	.
Carex firma	.	.	.	.	.	.	.	32	.	.	.	.
Carex sempervirens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	.
VOK Festuco-Brometea												
Thymus praecox agg	29	45	75	14	36	.	25	78	44	6	83	50
Sanguisorba minor	.	.	44	14	14	.	17	11	22	25	100	25
Prunella grandiflora	14	.	19	7	21	.	33	44	11	.	100	50
Erica herbacea	.	.	25	.	.	.	25	44	22	6	100	38
Medicago lupulina	14	.	25	14	50	.	17	.	.	6	33	.
Euphorbia cyparissias	.	.	50	7	14	.	8	.	.	6	83	13
Helianth. num. s. ovat.	14	18	19	7	.	.	17	11	44	6	.	13
Hippocrepis comosa	14	.	19	7	21	.	.	11	.	13	50	13
Calamagrostis varia	.	.	19	.	.	.	17	22	.	.	83	25

Gesellschaft	[1a]	[1b]	[1c]	[2a]	[2b]	[3]	[4a]	[4b]	[4c]	[5a]	[5b]	[5c]
Zahl der Aufnahmen	7	11	16	14	14	6	13	9	9	16	6	8
Galium anisophyllum	.	18	31	7	7	.	.	.	.	6	.	13
Plantago media	14	.	6	21	14	.	.	.	11	6	17	.
Asperula cynanchica	.	.	19	.	.	.	.	.	.	.	50	13
Brachypodium rupestre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	67	25
Pimpinella saxifraga	.	.	.	.	.	.	.	11	22	6	17	.
Carex caryophylla	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	50	13
Carex humilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19	17	13
Gentianella germanica	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	50	13
Carlina vulgaris	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	67	.
Ononis repens	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	33	13
Ononis spinosa	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	33	13
Centaurea scabiosa	.	.	6	.	.	.	.	11	.	.	.	13
Koeleria pyramidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	33	.
Potentilla heptaphylla	14	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	13
Carlina acaulis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	13
<u>Bezeichnende Begleiter</u>												
Agrostis gigantea	100	36	56	46	71	33	69	11	.	44	100	13
Tussilagofarfa	86	9	67	44	57	67	38	.	.	6	67	13
Silene vulgaris agg.	43	9	94	31	57	.	31	.	.	38	17	13
Poa alpina	43	.	81	23	57	.	.	.	.	6	.	.
<u>Sonstige</u>												
Carex ornithopoda	.	36	19	15	21	.	23	56	44	13	67	13
Carex flacca	29	27	.	15	29	17	31	33	22	13	100	25
Picea abies (K)	29	27	63	8	7	.	23	11	44	6	50	13
Deschampsia cespitosa	43	.	50	15	57	17	8	.	.	19	33	.
Euphrasia rostkoviana	.	18	6	15	7	.	15	56	44	6	100	25
Festuca arundinacea	.	.	6	38	29	33	15	.	.	50	33	.
Galium mollugo	14	.	44	15	57	.	8	.	.	6	83	.
Leontodon hispidus agg.	14	.	31	15	36	.	23	11	.	6	100	13
Plantago lanceolata	14	.	25	23	43	17	8	11	.	13	83	.
Festuca ovina agg.	.	.	56	8	21	.	8	11	22	6	67	13
Taraxacum officinale	14	.	13	31	53	17	8	.	.	25	50	.
Briza media	.	.	31	8	14	.	15	11	.	6	100	50
Leucanthemum vulgare	29	.	13	23	43	.	23	11	22	.	50	.
Lotus corniculatus	29	.	6	8	36	17	.	11	.	6	100	25
Poa compressa	14	.	38	23	53	.	.	.	.	13	17	.
Rhinanthus glacialis	.	.	38	15	43	.	.	.	.	.	67	13
Centaurea jacea	.	.	.	15	14	17	8	22	.	19	83	25
Galium album	14	.	.	31	14	.	8	.	11	50	.	13
Bupththalmum salicifolium	.	36	6	.	.	.	8	33	11	6	67	25
Molinia caerulea	.	.	13	.	7	17	15	11	11	.	100	38
Polygala amarella	.	.	38	8	21	.	15	.	.	.	67	.
Festuca rubra	14	.	13	15	36	.	8	.	.	6	67	.
Agropyron caninum	43	.	25	15	14	.	15	.	.	38	.	13
Arenaria serpyllifolia	14	.	44	.	14	.	8	.	.	13	.	.
Kernera saxatilis	14	9	56	.	14	.	.	.	.	.	.	.
Linum catharticum	.	.	6	.	.	17	15	.	.	6	100	25
Trifolium pratense	.	.	.	.	36	.	.	.	.	6	100	13
Trifolium repens	14	.	.	15	43	.	8	.	11	6	17	.
Achillea millefolium	14	.	6	.	14	.	8	.	.	6	83	13
Prunella vulgaris	29	9	.	15	21	17	8	.	.	6	17	.
Ranunculus repens	14	.	6	.	53	33	.	.	.	6	.	.
Cerastium holosteoides	29	.	19	8	29	.	.	.	.	6	.	.
Dactylis glomerata	.	.	25	.	29	.	.	.	.	.	50	.
Euphrasia salisburgensis	.	27	25	.	.	.	.	22	11	6	.	.
Hypericum perforatum	.	.	13	8	29	.	.	.	.	13	33	.
Poa palustris	.	.	.	23	21	17	8	.	.	19	.	.
Ranunculus nemorosus	.	9	6	.	.	.	.	.	.	6	100	13
Vicia cracca	.	.	.	15	36	17	.	.	.	13	67	.
Arabis pumila	14	.	31	.	14	.	.	.	.	.	.	.
Plantago major	14	.	.	8	29	17	.	.	.	.	17	.
Potentilla erecta	.	.	6	8	.	.	8	.	.	.	67	25
Rhinanthus aristatus	.	.	.	15	.	.	23	.	.	13	17	.
Trifolium medium	29	.	.	.	.	.	15	.	11	19	.	.
Barbarea vulgaris	14	.	6	.	36	.	.	.	.	.	.	.
Epilobium roseum	.	.	6	8	36	.	.	.	.	.	.	.
Gymnadenia conopsea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	83	25
Leontodon incanus	14	.	25	8	.	.	.	.	.	.	17	.
Picea abies (S)	.	.	.	.	7	.	.	22	.	6	33	13
Polygonum viviparum	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	83	.
Ranunculus acris	14	.	.	8	14	17	.	.	.	.	33	.
Cirsium arvense	.	.	.	31	.	17	.	.	.	.	17	.
Thesium pyrenaicum	.	9	.	.	.	.	15	11	.	.	17	13
Thesium rostratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	50	13
Acer pseudoplatanus (K)	14	.	.	8	7	.	.	.	.	.	33	.
Alchemilla vulgaris agg.	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	67	.
Angelica sylvestris	14	.	.	.	7	.	.	.	.	.	50	.
Berberis vulgaris	.	9	.	.	.	.	.	.	11	6	33	.
Cirsium oleraceum	.	.	.	.	14	.	.	.	.	6	33	.
Equisetum palustre	.	.	.	15	.	50	.	.	.	.	.	.
Echium vulgare	.	.	13	.	.	.	.	.	.	19	.	.
Galium verum	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	67	.

Gesellschaft	[1a]	[1b]	[1c]	[2a]	[2b]	[3]	[4a]	[4b]	[4c]	[5a]	[5b]	[5c]
Zahl der Aufnahmen	7	11	16	14	14	6	13	9	9	16	6	8
<i>Silene pusilla</i>	14	.	13	.	14	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus articulatus</i>	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	50	.
<i>Pyrola rotundifolia</i>	.	18	.	.	.	.	.	22	11	.	.	.
<i>Solanum dulcamara</i>	14	.	.	8	14	.	.	.	.	6	.	.
<i>Agrostis stolonifera s.str.</i>	29	.	.	8	.	.	.	.	.	6	.	.
<i>Betula pendula</i> (S)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	33	13
<i>Betula pubescens</i> (K)	.	.	6	.	7	.	.	.	.	.	33	.
<i>Chaenorrhinum minus</i>	14	.	19	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Coronilla vaginalis</i>	.	9	6	.	.	.	.	11	.	.	17	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	.	.	.	23	.	.	.	.	.	6	.	.
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	21	.	.	.	.	6	.	.
<i>Hieracium sylvaticum</i>	14	.	.	.	.	.	.	.	.	19	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	50	.
<i>Poa pratensis</i>	14	18	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	8	.	.	19	.	.
<i>Veronica beccabunga</i>	.	.	.	.	29	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	8	.	33	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	.	7	17	.	.	.	6	.	.
<i>Erigeron annuus agg.</i>	.	.	.	8	.	.	8	.	.	6	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i> (K)	.	.	6	.	14	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	14	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	17	13
<i>Lolium perenne</i>	.	.	6	.	14	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tripleurospermum inod.</i>	.	.	.	.	21	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis palustris</i>	.	.	.	8	7	.	.	.	.	6	.	.
<i>Petasites hybridus</i>	.	.	.	8	.	.	.	.	.	13	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	21	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex scutatus</i>	.	.	13	.	.	.	8	.	.	.	.	.
<i>Thesium alpinum</i>	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	17	13
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	14	.	.	.	.	6	.	.
<i>Carex digitata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	.	.
<i>Oenothera biennis agg.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	.	.
<i>Pimpinella major</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	.
<i>Rubus saxatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	.
<i>Silene nutans</i>	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Gesellschaften:

[1] **Chondriletum chondriloides Br.-Bl. in Volk 1939 em. Moor 1958** (Kl. Thlaspietea rotundifolii)

[1a] Typische Ausbildung

4 Aufn. vom oberen Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 1 Aufn. von der oberen Isar (aus BISSINGER & BOHNERT 1990), 2 Aufn. von der oberen Iller (MÜLLER n.p.)

Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Anthemis tinctoria*, *Brassica rapa*, *Calamintha cf. alpina*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cirsium vulgare*, *Filipendula ulmaria*, *Galeopsis tetrahit*, *Melilotus alba*, *Origanum vulgare*, *Poa supina*, *Polygonum aviculare agg.*, *Polygonum lapathifolium*, *Potentilla reptans*, *Ranunculus ficaria*, *Scrophularia umbrosa*

[1b] Dryas octopetala-Phase

11 Aufn. vom oberen Lech (aus MÜLLER & al. 1992), Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Carex alba*

[1c] Calamagrostis pseudophragmites-Ausbildung

1 Aufn. vom oberen Lech (aus DALHOFF & HÄCKER 1992), 15 Aufn. von der oberen Isar (aus BISSINGER & BOHNERT 1990)

Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Avena pratensis*, *Campanula rotundifolia*, *Cerastium arvense*, *Corylus avellana* (K), *Melica nutans*, *Poa nemoralis*, *Ranunculus alpestris*, *Teucrium montanum*

[2] **Calamagrostietum pseudophragmitis Kop. 1968** (Kl. Thlaspietea rotundifolii)

[2a] Typische Ausbildung

6 Aufn. vom oberen Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 2 Aufn. vom mittleren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 2 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 2 Aufn. von der oberen Isar (aus BISSINGER & BOHNERT 1990), je 1 Aufn. von der mittleren Isar und der oberen Salzach (MÜLLER n.p.)

Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Equisetum ramosissimum*, *Medicago x varia*, *Mentha arvensis*, *Ranunculus alpestris*, *Rhinanthus minor*, *Rumex obtusifolius*, *Senecio jacobea*, *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, *Thymus serpyllum*

[2b] Phalaris arundinacea-Ausbildung

3 Aufn. vom mittleren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 2 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 8 Aufn. von der oberen Isar (aus BISSINGER & BOHNERT 1990), 1 Aufn. vom mittleren Inn (MÜLLER n.p.)

Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Artemisia vulgaris*, *Astragalus glycyphyllos*, *Calamintha acinos*, *Epilobium hirsutum*, *Isatis tinctoria*, *Melilotus officinalis*, *Poa nemoralis*, *Polygonum hydropiper*, *Rhinanthus minor*, *Rumex acetosa*, *Rumex obtusifolius*, *Rumex sanguineus*, *Sagina nodosa*, *Senecio alpinus*, *Trifolium hybridum*, *Veronica chamaedrys*

- [3] **Equiseto-Typhetum minimae Br. Bl. in Volk 1939** (Kl. Scheuchzerio fuscae)
 3 Aufn. vom oberen Lech (aus MÜLLER 1991c), 2 Aufn. vom oberen Lech (aus DALHOFF & HÄCKER 1992)
 Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Carex rostrata*, *Leontodon autumnalis*, *Lycopus europaeus*, *Scirpus lacustris*, *Triglochin palustre*, *Typha latifolia*
- [4] **Salici-Myricarietum Moor 1958** (Kl. Salicetea purpureae)
- [4a] Typische Ausbildung
 7 Aufn. vom oberen Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 1 Aufn. vom oberen Lech (aus DALHOFF & HÄCKER 1992), 3 Aufn. von der oberen Isar (MÜLLER n.p.), 1 Aufn. von der mittleren Isar (MÜLLER n.p.), 1 Aufn. vom oberen Inn (MÜLLER n.p.)
 Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Arrhenatherum elatius*, *Astragalus onobrychis*, *Daucus carota*, *Galium boreale*, *Gentiana utriculosa*, *Melica nutans*, *Plantago alpina*, *Saponaria officinalis*, *Saxifraga aphylla*, *Solidago gigantea*, *Symphytum officinalis*
- [4b] Alnus incana-Phase
 9 Aufn. vom oberen Lech (aus MÜLLER & al. 1992)
 Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Adenostyles glabra*, *Carex montana*, *Carex mucronata*, *Carex umbrosa*, *Cirsium tuberosum*, *Danthonia decumbens*, *Laserpitium latifolium*, *Primula auricula*, *Scabiosa columbaria*
- [4c] Pinus sylvestris-Phase
 8 Aufn. vom oberen Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 1 Aufn. vom oberen Inn (MÜLLER n.p.)
 Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Anthemis tinctoria*, *Cirsium tuberosum*, *Chenopodium album*, *Potentilla caulescens*, *Primula auricula*
- [5] **Salicetum eleagni Hag. 1916 ex Jenik 1955** (Kl. Salicetea purpureae)
- [5a] Typische Ausbildung
 4 Aufn. vom oberen Lech, 4 Aufn. vom mittleren Lech u. 1 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 1 Aufn. von der oberen Isar (aus BISSINGER & BOHNERT 1990), 4 Aufn. von der mittleren Isar (MÜLLER n.p.), 2 Aufn. von der oberen Iller (MÜLLER n.p.)
 Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Acinos arvensis*, *Aquilegia atrata*, *Arrhenatherum elatius*, *Campanula rotundifolia*, *Carex alba*, *Carum carvi*, *Conyza canadensis*, *Daucus carota*, *Epilobium tetragonum*, *Epipactis atrorubens*, *Epipactis helleborine*, *Galium pumilum*, *Impatiens glandulifera*, *Lapsana communis*, *Linaria vulgaris*, *Lysimachia nummularia*, *Melilotus alba*, *Myosoton aquaticum*, *Phyteuma orbiculare* agg., *Populus canadensis* (K), *Populus nigra* (K), *Potentilla anserina*, *Potentilla reptans*, *Reseda lutea*, *Sambucus nigra*, *Sedum album*, *Sedum boloniense*, *Selaginella helvetica*, *Sonchus oleraceum*, *Symphytum officinalis*, *Thymus serpyllum*, *Verbascum thapsus*
- [5b] Alnus incana-Phase
 6 Aufn. von der oberen Isar (aus BISSINGER & BOHNERT 1990)
 Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Aegopodium podagraria*, *Ajuga reptans*, *Anthoxanthum odoratum*, *Aster bellidifolius*, *Astrantia major*, *Avenula pubescens*, *Betula pendula* (K), *Betula pubescens* (S), *Brachypodium sylvaticum*, *Bromus erectus*, *Carex ericetorum*, *Carex lepidocarpa*, *Carex serotina*, *Danthonia decumbens*, *Euphrasia stricta*, *Frangula alnus*, *Galium boreale*, *Galium pumilum*, *Orobancha gracilis*, *Pinus mugo* (S), *Pinus uncinata* (S), *Polygala chamaebuxus*, *Tragopogon pratensis*, *Trifolium montanum*, *Valeriana dioica*, *Viburnum lantana*
- [5c] Pinus sylvestris-Phase
 6 Aufn. vom oberen Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 1 Aufn. von der oberen Isar (MÜLLER n.p.), 1 Aufn. von der oberen Isar (aus BISSINGER & BOHNERT 1990)
 Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Carex montana*, *Euphrasia kernerii*, *Festuca amethystina*, *Gentiana kochiana*, *Primula veris*

Nomenklatur der Pflanzennamen nach EHRENDORFER 1973

„Arten mit geringer Stetigkeit“, die nur ein- oder zweimal vorkamen

K = Krautschicht, S = Strauchschicht

5.3 Gehölzfreie Überflutungsvegetation

Regelmäßig überflutete gehölzfreie Standorte mit guter Nährstoffversorgung sind charakteristisch für Tieflandauen, in denen nur noch das abfließende Wasser der wesentliche dynamische Faktor ist. Sie sind gekennzeichnet durch den Wechsel von Überflutung und Trockenfallen, die bewirken, daß keine Gehölze aufkommen.

In alpinen Wildflußlandschaften fand diese Vegetationsgruppe ehemals vor allem im Unterlauf geeignete Lebensbedingungen. Bedingt durch das geringere Gefälle und breite Alluvionen gab es im

flußferneren Bereich - im Übergang zu den periodisch überschwemmten Auwäldern - langsam durchflutete Rinnen. Hier sind die ursprünglichen Wuchsplätze einiger Überflutungsgesellschaften.

Durch den Bau von Staustufen wurden die Gesellschaften der Überflutungsvegetation in den verbliebenen Fließstrecken gefördert, da die Morphodynamik stark abgeschwächt ist. So ist am Lech dokumentiert, daß auf den Kiesbänken durch den Flußausbau die Pioniervegetation durch Überflutungsgesellschaften ersetzt wird (MÜLLER & al. 1992).

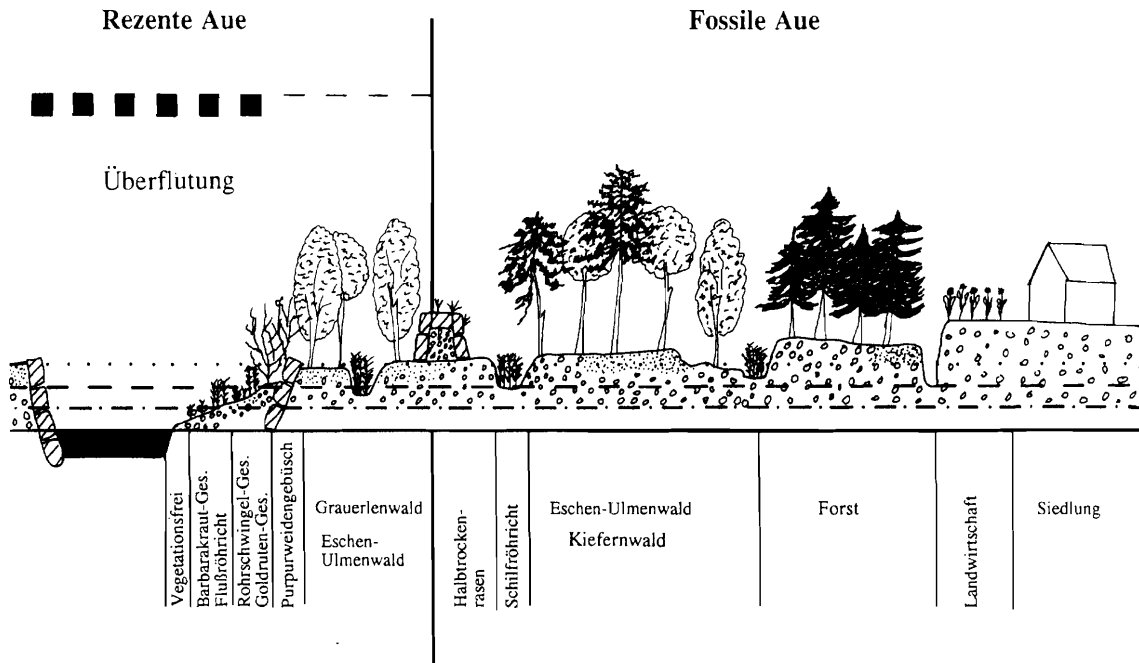


Abbildung 7

Flußdynamik und Struktur der Auenvegetation (schematisch) am Unterlauf eines geröllreichen Nordalpenflusses (Alpenvorland) nach dem Flußausbau

Von den nordalpinen Flüssen sind bislang folgende Gesellschaften bekannt (vgl. Abb 7 und Tab. 4):

- *Barbarea vulgaris*-Gesellschaft (Barbarakraut Gesellschaft)
- *Rorippo-Agrostietum prorepentis* (Kriechstraußgras-Gesellschaft)
- *Phalaridetum arundinaceae* (Flußröhricht)
- *Phalarido-Petasitetum hybridum* (Pestwurz-Gesellschaft)
- *Dactylo-Festucetum arundinaceae* (Rohrschwengel-Gesellschaft)
- *Tanaceto-Arrhenatheretum* (Glatthafer-Gesellschaft)
- *Impatiens glandulifera*-Gesellschaft
- *Solidago gigantea*-Gesellschaft

5.3.1 *Barbarea vulgaris*-Gesellschaft

Struktur:

Die Gesellschaft wird vom Barbarakraut bestimmt, das mit seinen gelben Blüten im Frühjahr den Blühaspekt der Kiesbänke beherrscht. Ein steter Begleiter ist der Wasserdarm. Im wesentlichen wird die Gesellschaft von *Artemisietea*-Arten aufgebaut.

OBERDORFER (1989) stellt die Bestände mit *Barbarea vulgaris* zur *Poa trivialis-Rumex obtusifolius* Gesellschaft und ordnet sie in die Klasse *Agrostietea* ein. Wenngleich dies ökologisch sinnvoll erscheint, gehören die Aufnahmen bei ihm wie die der nordalpinen Flüsse zur Klasse *Artemisietea*, da *Artemisietea*-Arten vorherrschen. Innerhalb dieser Klasse fügt sich die Barbarakraut-Gesellschaft zwanglos in die Ordnung *Convolvuletalia* und in den Verband *Convolvulion sepium* ein (vgl. auch MÜLLER 1974).

Abhängig vom Nährstoffgehalt des Substrates können folgende Ausbildungen der *Barbarea vulgaris*-Gesellschaft unterschieden werden (vgl. Tab.4 und MÜLLER & al. 1992):

- Die *Silene vulgaris*-Ausbildung (im Mittellauf des Lech mit der dealpinen *Subspezies glareosa*) kennzeichnet nährstoffärmere und noch durch episodische Umlagerungen geprägte Standorte. Sie besitzt noch einige *Thlaspietea*-Arten als Relikte der Knorpelsalat-Gesellschaft wie z. B. *Hutchinsia alpina* und *Arabis alpina*.

Bei besserer Nährstoffversorgung (insbesondere an den Unterläufen) sind neben der typischen Ausbildung noch zu beobachten:

- Die *Rumex obtusifolius*-Ausbildung zeigt die stärker durchfeuchteten Flächen mit höherem Sand- und Schluffanteil an.
- Die *Bromus*-Ausbildung mit *Bromus tectorum*, *Bromus arvensis* und *Bromus sterilis* besiedelt die zeitweise oberflächlich stark austrocknenden Standorte auf Grobschotter (MÜLLER 1991b). Die gute Nährstoffversorgung manifestiert sich am gehäuften Auftreten von *Artemisietea*-Arten, worunter namentlich *Urtica dioica* ein steter Begleiter ist.

Standort:

Die Barbarakraut-Gesellschaft besiedelt die geröllreichen Kiesbänke und wird vom Mittelwasser überspült. Häufig ist sie saumartig in der Kontaktzone vom Nieder- zum Mittelwasserstand ausgebildet.

Dynamik:

Die Gesellschaft ist im Spülsaum der gestörten Alpenflüsse eine Dauergesellschaft. Fällt der mittlere Wasserstand, so wird sie vom *Phalaridetum* abgelöst.

Verbreitung:

Die *Barbarea*-Gesellschaft ist typisch für die regulierten Abschnitte der geröllreichen Flüsse Lech und Isar und dort vom Mittel- und Unterlauf

belegt (MÜLLER 1991b, MÜLLER & al. 1992, MÜLLER n. p., SEIBERT 1962, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972, VETTER 1992).

Sie hat sich erst durch die veränderten Abfluß- und Feststoffverhältnisse auf vielen Kiesbänken der Alpenflüsse ausbreiten können. Am mittleren Lech ersetzt sie nach dem Bau von Staustufen die Knorpelsalat-Gesellschaft (VETTER 1992).

5.3.2 Rorippo-Agrostietum prorepentis Oberdorfer et Müller 1961

Struktur:

Als typische Gesellschaft der Mittelgebirgsflüsse (OBERDORFER 1989) tritt die Kriechstraußgras-Gesellschaft an den Alpenflüssen nur in verarmter Form auf. Vorherrschend ist *Agrostis stolonifera* subsp. *prorepens*, das zusammen mit *Alopecurus aequalis* teppichartige Bestände bildet (vgl. Tab. 4). Bei Überschwemmung kommt es so zu den typischen „Flutrasen“. *Rorippa sylvestris* fehlt in den Aufnahmen des Untersuchungsgebietes und tritt erst in tieferen Lagen wie z. B. an der Donau auf (ZAHLHEIMER 1979).

Standort:

Die Kriechstraußgras-Gesellschaft wächst auf sandigen und schluffigen Schwemmböden im Bereich des Mittelwasserstandes auf Höhe der Barabarakraut-Gesellschaft.

Dynamik:

Das *Rorippo-Agrostietum* ist eine typische Dauer-gesellschaft der Überflutungsvegetation. Bei abnehmender Überschwemmungshäufigkeit wird sie vom *Phalarido-Petasitetum hybridum* abgebaut.

Verbreitung:

Bisher ist die Flutrasen-Gesellschaft von der oberen Iller, der mittleren Isar und dem mittleren Inn belegt (MÜLLER n. p.). Eine Stetigkeitstabelle von MÜLLER (1961) enthält auch Aufnahmen von der Iller (ohne nähere Ortsangaben). Es ist anzunehmen, daß die Gesellschaft infolge der Flußbaumaßnahmen und Nährstoffeinträge an den Alpenflüssen weiter in Ausbreitung ist.

5.3.3 Phalaridetum arundinaceae Libb. 1931

Struktur:

Das *Phalaridetum* wird in der typischen Ausbildung fast vollständig vom Rohrglanzgras aufgebaut. Von den wenigen Arten, die sich in ihm behaupten, ist *Poa palustris* am häufigsten anzutreffen.

Neben der typischen Ausbildung tritt auf etwas höher gelegenen Standorten eine *Festuca arundinaceae*-Ausbildung (Tab. 4) auf, die zum *Dactylo-Festucetum arundinaceae* überleitet.

Beziehungen gibt es auch zum *Calamagrostietum pseudophragmitis*, wenn innerhalb regulierter Strecken noch eine Umlagerung der Kiesbänke stattfindet. Dann können als Reste der ehemaligen Ufer-

reitgras-Gesellschaft noch einige Individuen von *Calamagrostis pseudophragmites* im Flußröhricht vorkommen.

Gegenüber dem Flußröhricht der Tieflandauen (vgl. KOPECKY 1967a) ist das der Alpenflüsse artenärmer (vgl. auch MOOR 1958).

Standort:

Das Flußröhricht bevorzugt durchlüftete Grobschotter- und Sandablagerungen mit guter Nährstoffversorgung. Es entfaltet sich meist etwas über der Mittelwasserlinie und wird 30 bis 40 Tage im Jahr überschwemmt (HELLER 1969).

Im Gegensatz zum *Phragmitetum* verträgt es die starke mechanische Belastung der jährlichen Überschwemmungen. Es kann sich rasch auf neuen Anlandungen ausbreiten.

Dynamik:

Solange die Kiesbänke regelmäßig überschwemmt werden, ist das *Phalaridetum* eine Dauergesellschaft. Bei abnehmender Überschwemmungshäufigkeit wird es vom *Dactylo-Festucetum arundinaceae* verdrängt (*Festuca arundinacea*-Ausbildung in Tab. 4).

Verbreitung:

Das Flußröhricht fehlt auf den von Umlagerung geprägten *Alluvionen* der Oberläufe. Als typische Überflutungsgesellschaft der Mittelgebirgsflüsse kam sie an den Alpenflüssen ehemals wohl nur im flußferneren Bereich der Unterläufe vor, der nicht mehr der Morphodynamik unterlag. Erst durch die wasserbaulichen Eingriffe konnte es sich nennenswert in den Mittelläufen der Alpenflüsse ausbreiten (z. B. MÜLLER & al. 1992). Heute ist es von folgenden Flußabschnitten bekannt:

- mittlerer (BRESINSKY 1965, MÜLLER & al. 1992) und unterer Lech (MÜLLER 1991b),
- untere Isar (MÜLLER n.p., SEIBERT 1962),
- mittlerer Inn (MÜLLER n.p.),
- mittlere Salzach (BUSHART & al. 1990, EDELHOF 1983).

Innerhalb von Stauseen hat das Flußröhricht im Bereich der Auflandungszonen große Flächen erobert (CONRAD 1987, CONRAD-BRAUNER 1990).

5.3.4 Phalarido-Petasitetum hybridum Schwick. 1933

Struktur:

Beherrscht wird die Gesellschaft von der Roten Pestwurz. Unter ihrem dichten Blätterdach kommen nur wenige Pflanzen zur vollen Entfaltung, worunter die Nährstoffzeiger *Urtica dioica* und *Aegopodium podagraria* am häufigsten sind (vgl. Tab. 4).

Standort:

Die Pestwurz-Gesellschaft wächst auf nährstoffreichen schlick- und sandreichen Ablagerungen im Bereich des mittleren Hochwasserstandes.

Nach Untersuchungen in der Schweiz wird sie im Durchschnitt nur 5 Tage im Jahr überschwemmt.

Dynamik:

Das *Phalarido-Petasitetum* ist eine stabile Dauer-
gesellschaft, die durch die Rhizome der Pestwurz
das Ufersubstrat fixiert. Die lichtliebenden Pio-
nierweiden können sich im Schatten der Pestwurz-
Bestände nur selten etablieren.

Verbreitung:

Die Pestwurz-Gesellschaft ist im Alpenvorland
eine charakteristische Erscheinung kleinerer Flüs-
se und Bäche. An den Alpenflüssen sind größere
Bestände bekannt:

- von der oberen und mittleren Iller (MÜLLER n. p., MÜLLER & GÖRS 1958),
- von der unteren Isar (MÜLLER n. p.). In diesem Bereich ist die Isar auf Grund einer Wasserausleitung und zahlreicher Abwassereinleitungen stark belastet. Auf den im Frühjahr überfluteten Kiesbänken akkumulieren sich die Nährstoffe. Dadurch findet das Petasitetum günstige Wachstumsbedingungen.

Vereinzelt wurde das *Phalarido-Petasitetum* am mittleren und unteren Lech beobachtet (MÜLLER & al. 1992).

5.3.5 *Dactylo-Festucetum arundinaceae* Tx. 1950

Struktur:

Das *Dactylo-Festucetum arundinaceae* wird wesentlich von dichten Beständen des Rohrschwingels beherrscht, der sehr konkurrenzkräftig ist. Mit hoher Stetigkeit tritt auch *Poa palustris* auf (Tab. 4).

Standort:

Die Gesellschaft wächst bevorzugt im Bereich des mittleren Hochwasserstandes. Gegenüber dem *Phalarido-Petasitetum* steht sie auf sandigen Ablagerungen, auf denen vermutlich die Nährstoffversorgung schlechter ist.

Dynamik:

Die Rohrschwengel-Gesellschaft regeneriert sich rasch nach einer Überschwemmung. Nach MOOR (1958) erweist sich der Rohrschwengel gegenüber anderen Mitwerbern als sehr konkurrenzstark. Sogar die Große Goldrute soll ihn kaum verdrängen. Erst wenn die Überschwemmungen ausbleiben, dringen Weiden und Erlen in die Gesellschaft ein.

Verbreitung:

Als Gesellschaft, die Sandböden besiedelt, fehlt sie an den Oberläufen der geröllreichen Flüsse Lech und Isar. An Inn und Salzach kommt sie hingegen bereits in den Oberläufen vor (ZOLLER 1974).

Sie wurde am mittleren Lech von BRESINSKY (1965) bereits vor dem Flußausbau festgestellt und erfuhr hier durch die veränderte Morphodynamik eine deutliche Förderung (MÜLLER & al. 1992). Heute ist sie im Mittel- und Unterlauf von Lech

und Isar eine typische Erscheinung von sporadisch überschwemmten sandreichen Kiesbänken.

5.3.6 *Tanaceto-Arrhenatheretum* Fischer 1985

Struktur:

Die Gesellschaft wird vom Glatthafer geprägt, der in hohen Deckungsanteilen auftritt. Des weiteren kommen mit hoher Stetigkeit Brache-Zeigerarten vor wie z. B. *Galium album* und *Dactylis glomerata* (Tab. 4).

Die Gesellschaft wurde zum erstenmal in Siedlungsgebieten von brachgefallenen Wiesen beschrieben (FISCHER 1985). Auch auf gelegentlich gestörten Rohböden - so z. B. entlang von Bahnanlagen - ist sie im Alpenvorland anzutreffen. Im niederschlagsreicheren und kühleren Untersuchungsgebiet ist sie ärmer an *Artemisietae*-Arten als in den von FISCHER (1985) mitgeteilten Beständen aus Städten. Vor allem *Tanacetum vulgare* nimmt von der Donau zum Alpenrand hin rasch ab und fehlt in den Aufnahmen der Flußauen. Die hier dargestellten Bestände können als verarmte Alpenvorlandrasse gedeutet werden.

Standort:

Das *Tanaceto-Arrhenatheretum* besetzt die selten im Jahr überschwemmten Kiesbänke mit hohem Geröllanteil. Die Überschwemmungen sorgen für eine gelegentliche Störung, unter der einige konkurrenzkräftigere Wiesenarten, insbesondere der Glatthafer günstige Lebensbedingungen finden.

Dynamik:

Die Glatthafer-Gesellschaft konnte sich erst durch die veränderte Abfluß- und Morphodynamik an den Alpenflüssen ausbreiten. Sie kann sich nach dem Verlust der Morphodynamik auch aus dem *Chondriletum* entwickeln (VETTER 1992).

Nur vereinzelt kommen in Bestandslücken Weiden hoch und bauen langsam die Gesellschaft ab. Mit zunehmenden Alter wird der Boden immer mehr fixiert, so daß die Entwicklung zum *Salix purpurea*-Gebüsch fortschreitet.

Verbreitung:

Bislang ist die Glatthafer-Gesellschaft nur von den unteren und mittleren Flußabschnitten bekannt:

- unterer- und mittlerer Lech (MÜLLER & al. 1992),
- mittlere Isar (MÜLLER n. p.),
- mittlere Salzach (BUSHART & al. 1990).

5.3.7 *Impatiens glandulifera*-Gesellschaft

Dominanz-Gesellschaften mit Neophyten haben in Europa zahlreiche Standorte erobert (vgl. LOHMEYER & SUKOPP 1992). Von den Alpenflüssen beschreibt zum ersten Mal MOOR (1958) eine *Impatiens glandulifera-Solidago gigantea* Assoziation. Sie tritt vorwiegend in Bestandslücken des Grauerlenauwaldes auf. An Flußufern in Mittelmähren werden von KOPECKY (1967) ähnliche Neophytenbestände beobachtet, wobei er

darauf hinweist, daß es sich in der Regel um Dominanzbestände von nur einer Art z. B. *Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea* oder *Aster div. spec.* handelt. Neben diesen Saum- oder Lichtungsgesellschaften im Auwald, die auch an den nordalpinen Flüssen vorkommen, breiten sich hier auf Kiesbänken vor allem das Drüsige Springkraut und die Große Goldrute aus.

Struktur:

Wie auf Ruderalstandorten bildet *Impatiens glandulifera* auf Kiesbänken artenarme Bestände, in denen nur wenige *Artemisietea*-Arten in reduzierter Vitalität gedeihen (vgl. Tab. 4).

Standort:

Die *Impatiens glandulifera*-Gesellschaft zeigt eine breite Standortamplitude. Bevorzugt werden Kiesbänke nahe der Mittelwasserlinie. Außerdem wächst sie auch in Auwaldverlichtungen.

Dynamik:

An der mittleren Isar (Ascholdinger Au) wurden nach dem Bau einer vorgelagerten Staustufe das *Chondriletum* und das *Salici-Myricarietum* von Überflutungsgesellschaften wie der *Barbarea vulgaris*-Gesellschaft und dem *Phalaridetum* ersetzt (SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972). Heute werden diese Standorte zunehmend von der *Impatiens glandulifera*-Gesellschaft eingenommen.

Verbreitung:

Dominanzbestände mit dem Drüsigen Springkraut sind innerhalb der Überflutungsvegetation von der mittleren Salzach und der mittleren Isar bekannt (MÜLLER n. p.). Das häufige Vorkommen in den Auwäldern der Unter- und Mittelläufe läßt in Zu-

kunft eine weitere Besiedelung der Kiesbänke erwarten.

5.3.4 *Solidago gigantea*-Gesellschaft

Struktur:

Die Große Goldrute bildet Reinbestände, in denen nur einige wenige nitrophile Hochstauden wie z. B. der Wasserdost gedeihen. Häufig kommt auch die Brennessel mit reduzierter Vitalität vor (vgl. Tab. 4).

Standort:

Innerhalb der rezenten Aue wurde die *Solidago gigantea*-Gesellschaft bislang auf episodisch überschwemmten Standorten im Bereich des Hochwasserstandes beobachtet. Sie steht etwas höher als die Springkraut-Bestände und bevorzugt sandreiche Ablagerungen.

Dynamik:

Die *Solidago*-Vorkommen auf Kiesbänken besiedeln die potentiellen Standorte des *Dactylo-Festucetum* und des *Tanaceto-Arrhenatheretum*. Wahrscheinlich werden diese von der Goldrute abgebaut, sobald sie auf den Kiesbänken Fuß fassen kann. Gehölze können in der Gesellschaft nicht aufkommen, da sie im dichten Filz der *Solidago*-Gesellschaft keine Entwicklungsmöglichkeit haben. MOOR (1958) bemerkt, daß die Gesellschaft nur bei Beschattung z. B. durch Grauerlen oder durch Eschen langsam vom Auwald her überwachsen wird.

Verbreitung:

Die Goldruten-Gesellschaft wurde am unteren Lech und an der unteren Isar beobachtet (MÜLLER n. p., MÜLLER & al. 1992, SCHMIDT 1992).

Tabelle. 4

Gehölzfreie Überflutungsvegetation an den Nordalpenflüssen (Synthetische Tabelle)

Gesellschaft	[1a]	[1b]	[1c]	[1d]	[2]	[3a]	[3b]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	
Zahl der Aufnahmen	5	18	14	10	6	20	9	9	7	6	6	6	
AD1													
Barbarea vulgaris	.	94	81	60	17	35	44	22	43	.	50	.	
Myosoton aquaticum	20	72	64	80	17	30	44	56	14	.	33	.	
d 1a													
Silene vulgaris agg.	100	.6	21	50	.	.5	11	33	29	.	17	33	
d 1b													
Rumex obtusifolius	.	100	.7	10	17	55	33	56	29	.	17	33	
d 1d													
Bromus tectorum	.	11	.	50	.	10	.	.	.	.	.	.
Bromus arvensis	.	11	.	40	.	.	.	.	14	.	.	.
Bromus sterilis	.	6	7	20	.	.	.	.	.	.	.	.
A2													
Agrostis stolonifera s.str.	.	39	.	10	100	30	22	33	.	.	.	.
Alopecurus aequalis	.	6	.	.	33	.	.	.	.	.	.	.
VOK Agrostietea													
Rumex crispus	.	33	43	20	.	10	11	44	.	.	17	.	
Ranunculus repens	20	44	.	.	17	10	.	56	.	.	.	.
Poa annua	.	28	29	40	17	.	.	11	.	.	.	.
Mentha longifolia	20	17	.	.	.	15	11	44	.	.	17	.	
Plantago major	.	22	.	.	.	5	.	11	14	.	.	.	
A3													
Phalaris arundinacea	°	40	83	29	30	50	100	100	44	43	17	83	33
VOK Phragmitetea	°												

Gesellschaft	[1a]	[1b]	[1c]	[1d]	[2]	[3a]	[3b]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Zahl der Aufnahmen	5	18	14	10	6	20	9	9	7	6	6	6
Symphytum officinale	.	6	.	.	.	20	56	.	.	33	.	.
Nasturtium officinale	.	22	.	.	.	10	.	33	.	.	.	.
Veronica beccabunga	.	22	.	.	.	5	.	44	.	.	.	.
Epilobium roseum	.	17	.	.	.	.	.	56	.	.	.	.
Mentha aquatica	.	17	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Veronica anagallis-aqu.	.	22	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.
Glyceria fluitans	.	6	.	.	.	.	.	33	.	.	.	.
Lycopus europaeus	.	11	.	.	.	5	.	.	.	.	.	17
Epilobium parviflorum	.	11	.	.	.	5	.	11	.	.	.	.
Scrophularia umbrosa	.	6	.	.	.	10	.	.	.	.	17	.
<u>A4</u>												
Petasites hybridus	.	.	.	.	.	.	.	100	.	.	17	.
<u>AD5</u>												
Festuca arundinacea	60	72	50	20	33	25	100	33	100	.	50	33
<u>A6</u>												
Solidago gigantea	.	28	.	.	.	15	.	11	.	100	.	17
<u>A7</u>												
Impatiens glandulifera	.	6	7	.	.	5	.	.	14	.	100	17
<u>VOK Artemisietea</u>												
Urtica dioica	60	83	64	20	.	80	33	78	14	83	67	.
Galium aparine	.	17	.	.	.	30	22	22	29	33	67	.
Impatiens parviflora	.	11	14	20	.	25	22	.	.	.	33	.
Tanacetum vulgare	.	17	7	.	.	10	33	.	.	33	.	17
Rubus caesius	20	.	.	.	.	5	11	11	.	33	33	33
Eupatorium cannabinum	.	6	.	.	.	10	22	.	14	33	.	.
Cirsium vulgare	.	6	7	.	.	20	11	.	14	.	.	.
Alliaria petiolata	.	17	14	.	17	.	11	.	.	17	.	.
Carduus personata	.	.	.	.	.	5	.	22	.	.	17	33
Artemisia vulgaris	.	11	.	.	.	5	22	11	.	17	.	.
Solidago canadensis	.	.	.	.	.	5	22	11	.	.	17	.
Carduus crispus	20	.	.	.	.	.	22	.	.	.	.	.
Cardamine hirsuta	.	.	.	.	.	5	22	.	.	.	.	.
Arctium lappa	.	.	.	.	.	10	11	.	.	.	.	.
Lapsana communis	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>A8</u>												
Arrhenatherum elatius	20	39	7	20	.	15	.	11	14	.	.	100
<u>VOK Molinio-Arrhenatheretea</u>												
Dactylis glomerata	40	33	14	.	17	35	33	56	14	17	33	83
Poa trivialis	20	72	7	40	17	40	11	11	14	.	33	17
Taraxacum officinale	60	44	7	.	33	15	.	67	14	33	.	83
Myosotis palustris	.	22	.	.	17	40	33	56	14	.	17	.
Lolium perenne	.	44	7	.	17	5	11	33	.	.	.	.
Angelica sylvestris	.	11	7	.	.	10	.	11	.	33	17	17
Cirsium oleraceum	.	6	.	.	.	20	.	33	.	.	.	33
Plantago lanceolata	.	11	.	.	.	5	.	22	14	.	.	50
Cerastium holosteoides	60	6	7	10	.	.	.	.	14	.	.	17
Achillea millefolium	.	17	.	10	.	10	11	.	.	.	.	.
Phleum pratense	20	.	.	.	.	.	11	44	.	17	.	.
Poa pratensis	.	.	7	.	.	.	.	.	.	50	.	17
Trifolium repens	.	.	.	.	33	.	.	11	14	.	.	17
Anthriscus sylvestris	.	17	.	.	.	.	.	22	.	.	.	.
Leucanthemum vulgare	.	6	7	.	.	.	11	.	.	.	.	17
Holcus lanatus	40	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	17
Festuca rubra agg.	.	.	14	.	.	.	11	.	.	.	.	17
Crepis biennis	.	11	.	10	.	.	.	.	.	.	.	17
Vicia cracca	20	.	.	.	.	.	.	.	.	17	.	33
Heracleum sphondylium	.	6	.	.	.	.	.	.	.	33	.	17
Festuca pratensis	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17
Filipendula ulmaria	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	17	17
Epilobium hirsutum	.	6	.	.	.	.	11	11	.	.	.	.
Hypericum tetrapterum	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Leontodon autumnalis	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lythrum salicaria	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhinanthus alectorolophus	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.	17
Rumex acetosa	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Valeriana procurrens	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Bezeichnende Begleiter</u>												
Poa palustris	20	44	50	30	.	35	89	.	71	.	50	33
Agropyron caninum	20	22	43	40	.	20	44	22	29	.	67	33
Agrostis gigantea	20	17	36	20	.	10	22	.	14	17	17	.

Gesellschaft	[1a]	[1b]	[1c]	[1d]	[2]	[3a]	[3b]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Zahl der Aufnahmen	5	18	14	10	6	20	9	9	7	6	6	6
<u>Sonstige</u>												
Galium album	40	39	24	20	.	40	89	22	57	33	50	83
Cirsium arvense	.	11	7	.	17	25	33	33	14	.	33	17
Capsella bursa-pastoris	.	61	14	20	.	10	.	.	.	.	17	.
Stellaria media	20	50	7	10	.	10	.	11	.	.	.	.
Arenaria serpyllifolia	80	6	29	40	17	.	.	.	.	.	.	.
Salix eleagnos (K)	80	.	21	10	17	.	.	33	14	.	.	17
Solanum dulcamara	.	11	7	10	.	25	44	11	.	.	.	.
Poa compressa	40	22	14	20	.	5	.	.	14	.	17	17
Deschampsia cespitosa	.	.	7	.	.	20	33	11	29	.	33	.
Pastinaca sativa	.	17	.	.	.	5	33	.	29	33	.	17
Calamagrostis pseudophrag.	20	.	29	.	.	15	22	.	14	17	.	.
Aegopodium podagraria	.	11	.	.	.	5	.	22	.	50	33	17
Tripleurospermum maritimum	.	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Daucus carota	.	22	.	.	.	.	11	33	14	.	.	.
Lactuca serriola	.	28	14	10	.	.	.	.	.	.	.	.
Rorippa islandica	.	39	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.
Polygonum mite	.	28	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Symphytum officinale	.	22	.	.	.	10	.	.	.	.	17	.
Centaurea jacea	20	11	.	.	.	.	22	22	.	.	.	.
Geranium robertianum	.	6	7	10	.	5	.	11	.	.	33	.
Salix purpurea (K)	.	11	.	.	.	15	.	22	.	.	.	.
Festuca gigantea	.	.	.	.	17	5	11	44	.	.	.	.
Polygonum aviculare agg.	.	.	.	.	17	5	.	22	.	.	33	17
Agropyron repens	.	6	.	.	.	.	.	44	.	17	17	.
Medicago lupulina	20	.	.	.	.	.	.	.	14	.	17	50
Polygonum persicaria	.	.	7	.	.	10	.	33	.	.	.	.
Acer pseudoplat. (juv.)	20	.	21	.	.	.	.	.	14	.	.	17
Salix alba (K)	.	11	7	.	.	10	11	.	.	.	.	.
Tussilago farfara	20	.	7	.	17	5	11	11	.	.	.	.
Senecio vulgaris	.	22	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cardamine impatiens	20	6	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scrophularia nodosa	.	6	.	.	.	10	.	11	.	17	.	.
Matricaria discoidea	.	22	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.
Poa angustifolia	20	6	7	.	.	.	.	11	.	.	.	.
Sisymbrium officinale	.	17	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.
Echium vulgare	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33
Melilotus officinalis	.	6	.	.	.	.	.	33	.	.	.	.
Alnus incana (K)	.	.	.	.	.	.	11	11	14	.	17	.
Barbarea stricta	.	22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clematis vitalba	.	6	.	.	.	.	22	.	14	.	.	.
Galeopsis tetrahit	.	.	.	.	.	10	.	.	.	17	17	.
Polygonum lapathifolium	.	17	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Rubus fruticosus agg.	.	.	.	10	.	5	22	.	.	.	.	.
Valeriana officinalis	.	.	7	.	.	5	.	.	14	.	.	.
Equisetum arvense	.	.	.	.	.	5	22	11	.	.	.	.
Impatiens noli-tangere	.	.	.	.	.	15	.	.	.	.	17	.
Stachys sylvatica	.	6	.	.	.	.	11	.	.	.	33	.
Humulus lupulus	.	6	.	.	.	.	.	.	.	33	17	.
Sinapis arvensis	.	6	.	.	.	5	.	22	.	.	.	.
Sanguisorba minor	.	.	.	.	.	.	11	11	.	.	.	17
Plantago media	.	6	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Melampyrum cristatum	.	.	.	10	.	5	11	.	.	.	.	.
Lamium purpurea	20	6	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Veronica persica	.	6	.	.	.	.	.	22	.	.	.	.
Sonchus asper	.	6	.	.	.	.	.	22	.	.	.	.
Brassica napus	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cerastium caespitosum	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Solanum lycopersicum	.	11	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.
Stellaria nemorum	.	6	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.
Torilis japonica	.	6	.	.	.	.	22	.	.	.	.	.
Viola tricolor	.	6	.	.	.	.	11	.	.	17	.	.
Glechoma hederacea	.	6	7	.	.	.	.	.	.	.	17	.
Polygonum hydropiper	.	6	.	.	.	5	.	11	.	.	.	.
Geum urbanum	.	.	.	.	.	.	11	11	.	17	.	.
Galeopsis pubescens	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	33	.
Arabis alpina	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bromus mollis	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Erysimum cheiranthoides	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Erigeron annuus agg.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myosotis arvensis	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Populus nigra	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leontodon hispidus agg.	.	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rumex conglomeratus	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
Calystegia sepium	.	.	.	.	.	.	.	50	.	.	.	.
Carex gracilis	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.

Gesellschaften:

[1] **Barbarea vulgaris-Gesellschaft** (Kl. Artemisietea vulgaris)

[1a] Silene vulgaris-Ausbildung

5 Aufn. vom mittleren Lech (aus MÜLLER & al. 1992)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Geranium dissectum, Hutchinsia alpina, Reseda lutea, Sedum sexangulare, Thymus praecox agg.

[1b] Rumex obtusifolius-Ausbildung

6 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 12 Aufn. von der unteren Isar (10 aus SEIBERT 1962, 2 MÜLLER n.p.)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Aethusa cynapium, Alopecurus geniculatus, Alopecurus myosuroides, Alopecurus pratensis, Apera spica-venti, Callitriche obtusangula, Cirsium lanceolatum, Galeopsis speciosa, Galinsoga parviflora, Glyceria plicata, Hordeum murinum, Juncus alpino-articulatus, Lamium album, Legousia speculum-veneris, Papaver rhoeas, Polygonum convolvulus, Populus nigra (K), Salix viminalis (K), Sambucus nigra, Sonchus oleraceum, Trisetum flavescens, Triticum vulgare, Veronica arvensis

[1c] Typische Ausbildung

3 Aufn. vom mittleren und 10 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 1 Aufn. von der unteren Isar (MÜLLER n.p.)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Alopecurus geniculatus, Atriplex patula, Cardamine amara, Chaenorhinum minus, Epilobium adenocaulon, Galinsoga parviflora, Galium palustre, Oenothera biennis agg., Saponaria officinalis, Veronica aphylla, Viola hirta

[1d] Bromus-Ausbildung

10 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Cardamine flexuosa, Carlina vulgaris, Lepidium campestre

[2] **Rorippo-Agrostietum prorepentis Oberd. et Müller 1961** (Kl. Agrostietea stoloniferae)

4 Aufn. von der mittleren Isar (MÜLLER n.p.), 1 Aufn. vom mittleren Inn (MÜLLER n.p.), 1 Aufn. von der oberen Iller (MÜLLER n.p.)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Convolvulus arvensis, Conyza canadensis

[3] **Phalaridetum arundinacea**

[3a] Typische Ausbildung:

3 Aufn. vom mittleren und 7 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 7 Aufn. von der unteren Isar (aus SEIBERT 1962), 1 Aufn. vom mittleren Inn (MÜLLER n.p.), 2 Aufn. von der mittleren Salzach (aus BUSHART & al. 1990)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Aethusa cynapium, Alopecurus pratensis, Berberis vulgaris, Calamagrostis epigeios, Caltha palustris, Cardamine amara, Carex remota, Cirsium palustre, Cynosurus cristatus, Equisetum telmateia, Fraxinus excelsior, Galium palustre, Helianthus annuus, Lamiastrum montanum, Lysimachia nummularia, Phragmites australis, Poa nemoralis, Populus nigra (K), Rumex sanguineus, Salix alba (S), Scirpus sylvaticus, Senecio paludosus

[3b] Festuca arundinacea-Ausbildung

2 Aufn. vom mittleren und 7 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Alnus incana (S), Berberis vulgaris, Calamagrostis epigeios, Cirsium tuberosum, Crepis capillaris, Cynosurus cristatus, Hordeum murinum, Origanum vulgare, Petasites paradoxus, Pimpinella saxifraga, Prunella vulgaris, Salix viminalis (S), Tetragonolobus maritimus

[4] **Phalarido-Petasitetum hybridi Schwick. 1933** (Kl. Artemisietea vulgaris)

5 Aufn. von der mittleren Iller (MÜLLER & GÖRS 1958), 1 Aufn. vom mittleren und 1 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 2 Aufn. von der unteren Isar (MÜLLER n.p. u. FRÖHLICH & HADLER 1993 n. p.)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Chaerophyllum hirsutum, Chenopodium album, Chenopodium polyspermum, Hordeum secalinum, Phragmites australis, Ribes rubrum (K), Salix pentandra, Salix triandra, Senecio alpinus, Solanum dulcamara

[5] **Dactylo-Festucetum arundinaceae Tx. 1950** (Kl. Agrostietea stoloniferae)

3 Aufn. vom mittleren und 2 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER 1992), 1 Aufn. von der oberen Salzach (MÜLLER n.p.)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Euphorbia verrucosa

[6] **Solidago gigantea-Gesellschaft** (Kl. Artemisietea vulgaris)

2 Aufn. vom unteren Lech (aus MÜLLER & al. 1992), 4 Aufn. von der unteren Isar (3 FRÖHLICH & HADLER 1993 n. p., 1 MÜLLER n.p.)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: Brachypodium sylvaticum, Calystegia sepium, Equisetum palustre, Rumex alpinus

[7] **Impatiens glandulifera-Gesellschaft** (Kl. Artemisietea vulgaris)

4 Aufn. von der mittleren Isar (MÜLLER n.p.), 2 Aufn. von der mittleren Salzach (1 aus BUSHART & al. 1990, 1 MÜLLER n.p.)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Carex acutiformis*, *Equisetum telmateia*, *Iris pseudacorus*, *Myosotis sylvatica* agg.

[8] **Tanaceto-Arrhenatheretum Fischer 1985** (Kl. Molinio-Arrhenatheretea)

2 Aufn. vom mittleren und 3 Aufn. vom unteren Lech aus MÜLLER & al. 1992, 1 Aufn. von der mittleren Salzach (aus BUSHART & al. 1990)
Außerdem mit geringer Stetigkeit: *Brachypodium pinnatum*, *Buphthalmum salicifolium*, *Campanula patula*, *Cardamine flexuosa*, *Euphorbia cyparissias*, *Hesperis matronalis*, *Lysimachia vulgaris*, *Myosotis nemorosa*, *Prunus padus* (K), *Quercus robur* (K), *Ranunculus acris*, *Silene dioica*, *Thymus praecox* agg., *Trisetum flavescens*

5.4 Verlandungsvegetation der Altwässer

Altarme oder Altwässer sind alte Flußrinnen, die nicht mehr im direkten Kontakt zum Hauptgerinne stehen und vom Grund- oder Druckwasser gespeist werden. Durch die Erosions- und Akkumulationstätigkeit des Flusses entstehen sie immer wieder aufs neue. Sie unterliegen einem natürlichen Alterungsprozess, der durch die Verlandung sichtbar wird. Diese kann durch Zufuhr von Feststoffen oder durch die biogene Verlandung erfolgen.

Die Verlandung durch Zufuhr mit Feststoffen, also eine Überschüttung eines ehemaligen Gerinnes, ist typisch für alpine Wildflußlandschaften (KAUCH 1986).

Die Geschwindigkeit der biogenen Verlandung und damit die Entwicklung der Vegetation wird bestimmt von der Wassertiefe, dem Durchfluß, dem Sand- und Schwebstoffgehalt, dem Nährstoffangebot und dem Gewässerchemismus (BINDER 1979).

Altwässer waren ehemals vor allem am Unterlauf der Alpenflüsse besonders vielgestaltig und ein verbreiteter Lebensraumkomplex außerhalb des Hauptgerinnes. Ihre frühere Ausdehnung ist nur noch anhand alter topographischer Karten und Luftbilder zu erahnen. An den Ober- und Mittelläufen waren sie aufgrund des höheren Gefälles und der generell schmalen Aue nicht so großflächig ausgebildet.

Anhand der heute noch verbliebenen Umlagerungstrecken in den Ober- und Mittelläufen von Lech und Isar sowie der fossilen Auen im Unterlauf lassen sich die vorherrschenden Vegetationsgruppen der Altwässer wie folgt untergliedern:

- Wasserpflanzengesellschaften
- Quellen und Kalkflachmoore
- Röhrichte und Großseggenesellschaften

5.4.1 Wasserpflanzengesellschaften

In stehenden, aber ständig vom Grundwasser durchströmten Altarmen wachsen unter den kalkoligotrophen Bedingungen der Alpenflüsse verschiedene Armleuchtergesellschaften. Aus dem Verband *Charion asperae* sind das *Charo-Toly-pelletum glomeratae* Corill. 1957 von den Illerauen und das *Charetum hispidae* Sauer 1937 von den

Iller- und Lechauen belegt (KRAUSE & LANG 1977). Der Alterungsprozess und die Verlandung dieser Gewässer verlaufen aufgrund der Nährstoffarmut sehr langsam.

In Quellbächen der unteren Isar beschreibt SEIBERT (1962) das *Ranuculetetum fluitantis* All. 1922, das *Ranuculo-Sietum erecti submersi* Müll. 1962 und das *Callitrichetum obtusangulae* Seib. 1962. Dabei betont er, daß diese Gesellschaften nur in alten Rinnen außerhalb des nährstoffreicheren Flußsystems vorkommen.

Vom Mündungsbereich der Isar in die Donau, wo die Altarme eingehend von LINHARD (1964) untersucht wurden, sind folgende nährstoffliebende Wasserpflanzengesellschaften beschrieben: das *Potamogetonetum lucentis* Hueck 1931, das *Lemnetum minoris* Müll. et Görs 1960 und das *Hydrocharitetum morsus-ranae* van Langend. 1935. Sie sind allerdings bereits als Folgegesellschaften wegen der verstärkten Nährstoffeinträge und der verringerten Selbstreinigungskraft der regulierten Isar zu verstehen.

Wasserpflanzengesellschaften entwickeln sich großflächig in den Stauseen. Über sie liegen nur wenige Beobachtungen vor.

In den Staustufen am mittleren und unteren Lech kommen bereits nach ca. 10 Jahren typische Unterwasserrasen mit nährstoffliebenden Gesellschaften wie der *Potamogeton pectinatus*- und der *Potamogeton perfoliatus*-Gesellschaft vor, in denen sich als Neophyt *Elodea canadensis* eingebürgert hat (MÜLLER n. p.). Die Kanadische Wasserpest bildet auch Reinbestände aus. Als vorherrschende Arten der Wasserpflanzengesellschaften am unteren Inn nennen REICHHOLF & REICHHOLF-RIEHM (1982) *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton perfoliatus* und *Elodea canadensis*.

5.4.2 Quellen und Kalkflachmoore

Als Folgegesellschaft des *Typhetum minima* und des *Juncetum alpini* siedeln sich in laufend vom Grund- und Druckwasser gespeisten Rinnen verschiedene Kalkflachmoorgesellschaften aus dem Verband *Caricion davallianae* an. Gut ausgebildet sind diese Gesellschaften an den Alpenflüssen mit besonders hohem Geröllanteil in den Alluvionen - dem Lech und der Isar. Auf grobschottrigen Alluvionen verläuft die Sukzession zu Auwaldgesell-

schaften sehr langsam, so daß sich diese lichtliebenden Flachmoorgesellschaften einnischen konnten.

Am gesamten Lech sowie an der oberen und mittleren Isar ist das *Caricetum davallianae* W. Koch 1928 zu finden (BISSINGER & BOHNERT 1990, BRESINSKY 1965, MÜLLER 1991b, MÜLLER n. p., MÜLLER & BÜRGER 1990, RIEGEL 1991).

Das *Primulo-Schoenetum Oberd. 1962* wurde an der gesamten Isar (LINHARD 1964, MÜLLER n. p., SEIBERT 1958), am mittleren Lech (USINGER & WIGGER 1961) und am mittleren Inn (BRAUN 1970, hier Tabelle) nachgewiesen. Bei Grundwasserabsenkung folgt dem Kopfbinsenmoor ein weidenreicher Grauerlenauwald, der bei Mahd vom *Cirsio-Molinietum* ersetzt wird (MÜLLER 1991b).

Als sehr seltene Gesellschaft, die an vom Fluß angeschnittenen Moränenhängen und in Quellfluren vorkommt, ist aus dem mittleren und unteren Lechtal sowie dem mittleren Isartal das *Astero bellidiastro-Saxifragetum mutatae* Using. et Wigg. 1961 bekannt (BRESINSKY 1959, MÜLLER n. p., USINGER & WIGGER 1961).

Bezeichnend für ältere Druckwasserrinnen sind auch einige Moossynusien wie z. B. *Depranocladus revolvens*- und *Cratoneurion*-Gesellschaften. Am unteren Lech enthalten sie weit nach Norden vordringende dealpine Arten wie z. B. *Saxifraga aizoides* (BRESINSKY 1959, RIEGEL 1991).

Heute kommen in den Unter- und Mittelläufen diese Gesellschaften nur noch in der fossilen Aue vor. Aufgrund der Flußbaumaßnahmen zählen sie zu den Reliktgesellschaften, deren Entstehungsvoraussetzungen in den regulierten Mittel- und Unterläufen nicht mehr gegeben sind. Durch Grundwasserabsenkung und Verbuschung sind sie stark im Rückgang.

5.4.3 Röhrichte und Großseggenesellschaften

Eutraphente Verlandungsgesellschaften haben in gestörten Fließstrecken zugenommen. So ist am mittleren Lech dokumentiert, daß heute das *Typhetum minimae* und das *Juncetum alpini* vom *Caricetum elatae* W. Koch 1926 ersetzt wird (MÜLLER 1991c, VETTER 1992).

Als weitere Großseggenesellschaften an Lech und Isar sind das *Caricetum gracilis* Tx. 1937, das *Caricetum rostratae* Rübel 1912 und *Caricetum vesicariae* Br.-Bl. et Den. 1935 bekannt (BRESINSKY 1965, LINDHARD 1964, RIEGEL 1991, SEIBERT 1958).

An den Altwässern der mittleren und unteren Flußläufe sind das *Phragmitetum australis* Schmale 1936 und das *Glycerietum maximae* Hueck 1934 am häufigsten.

Auch an den Stauseen - so z. B. am Inn - werden große Flächen vom Schilfröhricht beherrscht. Daneben sind weitere Gesellschaften der eutraphenten Verlandungsvegetation zu finden wie z. B. das *Typhetum angustifolio-latifoliae* Schmale 1939. Bei stärkerer Strömung z. B. an Auenbächen herrscht

das *Phalaridetum arundinaceae* vor (CONRAD 1987, CONRAD-BRAUNER 1990).

5.5 Periodisch und episodisch überflutete Auwälder

Auf höheren oder flußferneren Alluvionen, die nicht mehr so häufig überschwemmt werden, entwickeln sich die eigentlichen Auwaldgesellschaften. Im wesentlichen kann man zwei Gruppen unterscheiden:

-periodisch überflutete Wälder, die regelmäßig von den sommerlichen Hochwässern erfaßt werden,

-episodisch überflutete Wälder, die nur noch von den Spitzenhochwässern erreicht werden.

5.5.1 Periodisch überflutete Auwälder

Periodisch vom mittleren Hochwasser überschwemmte Auwälder treten großflächig vor allem im Unterlauf der Alpenflüsse auf. Während im Oberlauf die Übersättigung mit Geröllen die Aue beherrscht, unterliegen im Unterlauf weite Flächen außerhalb der Umlagerungsflächen der Überflutung. Dabei kommt es nahe des Hauptgerinnes zu stärkeren Anlandungen von Kiesen und Sanden, während flußferner vor allem Schwebstoffe und organisches Material durch die Auwälder ausgekämmt werden.

Direkt an das *Phalaridetum* schließen sich landwärts Gebüsche von Strauchweiden an, die im Durchschnitt bis zu 5 Meter hoch werden, z. T. aber auch 10 Meter erreichen.

Das *Salicetum triandrae* Malc. 1929 bevorzugt Alluvionen mit hohem Sand- und Schwebstoffanteil und tritt darum vor allem im Unterlauf der Alpenflüsse auf. Durch Vegetationsaufnahmen belegt ist es von der unteren Iller (MÜLLER & GÖRS 1958), dem unteren Lech (SEIBERT 1992a) und der unteren Isar (LINDHARD 1964, SEIBERT 1992). Im Unterlauf des Inn dürfte es vor dem Flußausbau verbreitet gewesen sein (CONRAD-BRAUNER 1990). Am oberen Lech entstand das Mandelweidengebüsch sekundär nach einer Regulierung und der dadurch bedingten einseitigen Sedimentation von Sanden (DALHOF & HÄCKER 1992).

Bei höherem Anteil von Geröllen in den Alluvionen, die zur Zeit des Niederwassers stärker austrocknen, kommen die typischen Pionierweiden des Oberlaufes zur Entwicklung. Namentlich *Salix purpurea* und *Salix elaeagnos* können über 5 Meter hohe Gebüsche ausbilden, die als Kontaktgesellschaft des *Salicetum elaeagni* verstanden werden können. SEIBERT (1992a) faßt diese vor allem vom unteren Lech (MÜLLER 1991b, SEIBERT 1992a) und der unteren Isar auf Kiesbänken beschriebenen Gebüsche als ranglose *Salix purpurea-Gesellschaft* zusammen. Wie am mittleren Lech nachgewiesen werden konnte, handelt es dabei zum großen Teil um ehemalige *Salicetum elaeagni*-Bestände, die sich auf Grund der fehlenden Übersättigung und des ausgeglicheneren Wasserabflusses weiter entwickelt haben (vgl. VETTER 1992). Lavendelweide und Purpurweide treten zwar in beiden Weidengesellschaften auf, we-

sentliche Unterschiede ergeben sich jedoch in der Wuchshöhe und den Begleitarten: Während das Lavendelweidengebüsch nur bis zu 1,50 Meter hoch wird und noch einen hohen Anteil an *Thlaspietea*- und *Elyno-Seslerietea*-Arten aufweist, erreicht das Purpurweidengebüsch bis zu 5 Meter. Die Purpurweide verdrängt dabei die Lavendelweide und in dem dichten Gehölzbestand verschwinden mit fortschreitender Bodenentwicklung die lichtliebenden Arten der Schuttfuren und Blaugrashalden. Heute ist die *Salix purpurea*-Gesellschaft eine charakteristische Erscheinung der ehemaligen Umlagerungsstrecken im Unter- und Mittellauf der Nordalpenflüsse, in denen durch wasserbauliche Eingriffe der Geschiebetransport unterbunden ist.

Häufig wird in der Literatur erwähnt, daß das *Salicetum triandrae* und die *Salix purpurea*-Gesellschaft als Mantelgesellschaften des etwas höher oder flußferner stockenden *Salicetum albae* zu verstehen sind (SEIBERT 1992a, MÜLLER & GÖRS 1958, MOOR 1958). Wie Untersuchungen am Tagliamento in den Südalpen jedoch zeigen, sind diese für den Unterlauf der Alpenflüsse bezeichnenden Gesellschaften in unregulierten Wildflußlandschaften auch flüchtig anzutreffen (LIPPERT & al. 1995). Die heutigen Bestände auf Kiesbänken an den regulierten Unterläufen der Nordalpenflüsse müssen darum als spärliche Reste ehemals flüchtig vorkommender Gesellschaften verstanden werden.

Direkt an das Mandelweiden- und Purpurweidengebüsch, in denen die Feststoffe feinerer Fraktion und Schwebstoffe sedimentiert werden, gedeiht etwas höher gelegen das *Salicetum albae* *Issl. 1926*. Der Silberweidenauwald ist eine typische Waldgesellschaft der Tieflandauen und kam ursprünglich im wesentlichen im Unterlauf der nordalpinen Flüsse bis zu 600 Meter ü. NN vor (SEIBERT 1992a). Er ist von der unteren Iller (MÜLLER & GÖRS 1958), dem unteren Lech (HALTMEYER 1952), der unteren Isar (SEIBERT 1962), der mittleren Salzach (BUSHARD & al. 1990, EDELHOFF 1983, SCHUBERT 1984) und dem mittleren und unteren Inn (GOETTLING 1968) belegt. Auf Standorten mit optimaler Entwicklung ist mit 5 - 10 Überflutungstagen pro Jahr zu rechnen. Der Boden ist feinkörnig und besitzt einen hohen Schluffanteil (HELLER 1963). Damit ist zu erklären, warum der Silberweidenauwald an den Flüssen mit höherem Schwebstoffanteil auch im Mittellauf auftritt. Das *Salicetum albae* ist durch die Flußregulierungen selten geworden. Allenfalls trifft man innerhalb der regulierten Gerinne auf Initialstadien, wie z. B. am unteren Lech bei Augsburg. Sekundär wurde es durch den Bau der Staustufen am Inn wieder gefördert (CONRAD 1987, CONRAD-BRAUNER 1990), da hier innerhalb der Stauräume größere Anlandungen von Sand und Schluff stattfinden.

Sind die Böden nach einigen Jahrzehnten weiter gereift, dann wird bei periodischen Überflutungen der Silberweidenauwald vom Grauerlenauwald und bei episodischen Überschwemmungen vom *Quercus-Ulmetum* (vgl. Kap. 5.5.2) abgelöst.

Von den periodisch überschwemmten Auwäldern hat das *Alnetum incanae* *Aich. et Siegr. 1930* die

weiteste Verbreitung und begleitet alle Nordalpenflüsse vom Oberlauf bis zum Unterlauf.

Der Grauerlenauwald stockt auf Alluvionen, die einen hohen Anteil von Feststoffen feinerer Fraktion aufweisen, wodurch auch bei Niederwasserstand durch die bessere Kapillarwirkung des Substrats ein Grundwasseranschluß gegeben ist. Ursprünglich war er im Oberlauf der geröllreichen Alpenflüsse Lech und Isar nur kleinflächig ausgebildet (BISSINGER & BOHNERT 1990, MÜLLER & BÜRGER 1990, SEIBERT 1958).

Nach der zusammenfassenden Arbeit von SCHWABE (1985) für die europäischen Grauerlenwälder gehören die hier besprochenen Bestände zur alpinen Rasse der Nordalpen. Allgemein wird für die Alpenflüsse zwischen zwei Höhenformen unterschieden (MOOR 1958, SEIBERT 1992c):

-Die submontane und montane Form des Alpenvorlandes wird in der Regel 2 bis 3 Tage im Jahr überflutet und zeichnet sich durch eine Gruppe von wärmeliebenden Sträuchern, insbesondere von *Cornus sanguinea*, aus.

-Die hochmontane und subalpine Form der Alpentäler mit *Viola biflora* wird nur bei Spitzenhochwassern während der sommerlichen Schmelzperiode überschwemmt.

Bei hohem Geröllanteil in den Alluvionen gibt es Übergänge zu den *Erico-Pinion*-Gesellschaften. Am oberen Lech (MÜLLER & BÜRGER 1990), am oberen Inn (ZOLLER 1974) und an der mittleren Isar (SEIBERT 1958) sind auffällige Gebüsche aus Grauerle und Waldkiefer beschrieben worden, die aufgrund des Vorherrschens von *Erico-Pinion*-Arten in der Krautschicht als Übergangsphase zum *Molinio-Pinetum* zu verstehen sind.

Der Grauerlenauwald wird durch die Flußregulierungen zeitweise flächenmäßig stark gefördert. An der Salzach konnte OW (1952) durch Bodenprofile nachweisen, daß infolge der Regulierung eine starke Sandüberdeckung der Kiesbänke im flußnahen Bereich verursacht wurde. Dadurch findet die Grauerle günstige Wuchsbedingungen. Für eine Reihe von Flußabschnitten ist gut dokumentiert, daß die ehemaligen Umlagerungsstrecken heute vom *Alnetum incanae* besiedelt werden (JERZ & al. 1986, MÜLLER 1991b, MÜLLER & al. 1992, MÜLLER & GÖRS 1958)

Die Grauerlenbestände, die außerhalb der Hochwasserdämme oder des sekundär gestreckten Gerinnes liegen, werden heute in der Regel nicht mehr überflutet und sind bei starker Sohlenerosion zumindest zeitweise ohne Grundwasseranschluß. PFADENHAUER & ESKA (1985) konnten am unteren Inn zeigen, daß für die Grauerlenwälder die starken Grundwasserschwankungen und Überschwemmungen die entscheidenden ökologischen Faktoren sind. Trotz der Anhebung des Grundwasserspiegels durch Staustufen verläuft in ausgedehnten Grauerlenwäldern die Sukzession zum *Quercus-Ulmetum* weiter.

Häufig wurde das *Alnetum incanae* durch die bis in die 50er Jahre gebräuchliche Niederwaldnutzung vor der natürlichen Sukzession zum *Quercus-Ulmetum* bewahrt. Daneben sind wohl auch Grau-

erlenbestände durch Niederwaldnutzung aus dem *Quercu-Ulmetum* entstanden (SEIBERT 1966). Nachdem heute die Niederwaldnutzung im Untersuchungsgebiet fast gänzlich aufgegeben wurde, ist entlang der Alpenflüsse eine Sukzession zu eschenreichen Waldgesellschaften zu beobachten. Insbesondere an den Unterläufen ist dies mit einer stürmischen Ausbreitung von Neophyten namentlich *Solidago gigantea* und *Impatiens parviflora* auf trockeneren Standorten und *Impatiens glandulifera* auf frischeren Böden verbunden (vgl. Kap. 6.2).

Sekundär sind innerhalb der Staustufen am unteren Inn auf Sandbänken wieder Grauerlenwälder entstanden (CONRAD-BRAUNER 1990). Durch die Stauseenbewirtschaftung kommt es zu Wasserstandsschwankungen, die partiell Verhältnisse simulieren wie vor dem Flußausbau.

5.5.2 Episodisch überschwemmte Auwälder

Die bei Hochwässern episodisch überschwemmten Auwälder lassen sich im Alpenvorland in zwei variiierende Gesellschaften untergliedern:

- das *Quercu-Ulmetum* (Eichen-Ulmenwald)
- das *Adoxo moschatellinae-Aceretum* (Ahorn-Eschenwald)

Das *Quercu-Ulmetum* *Issl. 1924* ist der Hartholzauwald der größeren Flußtäler in der planaren und collinen Stufe großer Teile Europas (SEIBERT 1987). Er stockt auf den älteren am höchsten gelegenen Auenterrassen. Meist steht im Untergrund Kies an. Die zwischen Schlick und Sand wechselnde Schicht über dem Kies bestimmt durch ihre Körnung und Mächtigkeit den Bodenwasserhaushalt (SEIBERT 1987). Gegenüber den Vorkommen im Rhein- und Maingebiet sind die Eichen-Ulmenwälder im Untersuchungsgebiet floristisch verarmt. SEIBERT (1987) bezeichnet sie darum als verarmte Gebietsausbildung der Alpenflüsse.

In der Sukzession entwickelt sich der Eichen-Ulmenwald im Alpenvorland aus dem *Salicetum albae* und dem *Alnetum incanae*, sobald die periodischen Überschwemmungen ausfallen und die Bodenentwicklung fortschreiten kann. Beim Ausbleiben der Hochwässer infolge natürlicher Vorgänge oder Flußverbauungen geht die Entwicklung weiter zum *Galio-Carpinetum*.

Das *Quercu-Ulmetum* kommt vor allem im Unter- und zum Teil noch im Mittellauf der Alpenflüsse vor. Aufnahmen gibt es von der unteren Iller (BANZHAF 1982), dem unteren Lech (KREUTZER & SEIBERT 1984, WOLF 1988), der unteren Isar (LINHARD 1964, SEIBERT 1962), dem unteren Inn (CONRAD-BRAUNER 1990) und der mittleren Salzach (SCHUBERT 1984). Aufgrund der Flußregulierungen werden die meisten Bestände heute nicht mehr überschwemmt und befinden sich in Sukzession zu *Galio-Carpinion*-Gesellschaften.

Im Jungmoränenhügelland ersetzt das *Adoxo moschatellinae-Aceretum* (Etter 1947) *Pass. 1959* als Vikariante das *Quercu-Ulmetum* (PFADENHAUER 1969, SEIBERT 1969). Teilweise kann der Ahorn-Eschenwald auch auf feuchteren Schwemmböden der Niederterrasse gefunden werden. Ehe-

mals soll er an den Alpenflüssen verbreitet gewesen sein (SEIBERT 1969). Heute sind die meisten Standorte landwirtschaftlich genutzt, so daß nur noch wenige Vorkommen aus Flußauen bekannt sind: Obere und mittlere Iller, unterer Inn (PFADENHAUER 1969) und mittlere Salzach (EDELHOFF 1983, PFADENHAUER 1969).

5.6 Auenvvegetation außerhalb der rezenten Auendynamik

Ehemals vom Fluß angelegte Terrassen, die nicht mehr vom Hochwasser erreicht werden, sind die Standorte der fossilen Aue. Natürlicherweise können sie durch eine Flußbettverlagerung entstehen. Voraussetzung dafür sind breit angelegte Talräume wie sie z. B. in den Unterläufen von Lech und Isar vorkommen. Beispielsweise hat der Lech im Unterlauf in den letzten 2000 Jahren sein Flußbett um 2 - 3 Kilometer von Westen nach Osten verlagert.

Auf diesen Standorten kann die Bodenentwicklung und Auensukzession ungehindert ablaufen, so daß sich langfristig die zonale Vegetation einstellt. An den schwebstoffreichen Flüssen haben die frühen Siedler schon bald diese Flächen urbar gemacht, da sie ertragreiche Böden aufweisen.

Eine Sonderstellung nehmen in diesem Zusammenhang die geröllreichen Alluvionen von Lech und Isar ein. Auf ihnen lohnte sich eine ackerbauartige Nutzung nicht, so daß sie allenfalls beweidet oder gemäht wurden.

Auf diesen geröllreichen Ablagerungen entwickelten sich verschiedene Kiefernwaldgesellschaften und durch Beweidung bedingte Kalkmagerrasen, die sogenannten Flußschotterhaiden*. Sie sollen als Besonderheit der nordalpinen Flüsse im folgenden kurz dargestellt werden.

5.6.1 Kiefernwälder

An Lech und Isar konnten sich auch im Alpenvorland Kiefernwälder als Relikte aus dem Boreal erhalten (SCHMID 1936), die sonst nur im inneralpinen Raum in Flußtälern und an trockenen wärmeexponierten Standorten gedeihen. Zwei Gesellschaften sind in diesem Zusammenhang von Bedeutung:

- das *Erico-Pinetum sylvestris* (Schneeheide-Kiefernwald)
- das *Molinio-Pinetum* (Pfeifengras-Kiefernwald)

Das *Erico-Pinetum* *Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939* (ehemals *Dorycnio-Pinetum Oberd. 1957*) besiedelt geröllreiche Alluvionen, die nicht mehr unter Grundwasseranschluß stehen. Es ist anzunehmen, daß es sich in der Auensukzession über eine Kiefernphase des *Salicetum elaeagni* aus dem *Chondriletum* entwickelt (vgl. z. B. MÜLLER & BÜRGER 1990). Die Auffassung von SEIBERT (1992b), daß auch das *Salici-Myricarietum* ein Sukzessionsstadium zum Schneeheide-Kiefern-

* Für die südbayerische „Haide“ wird hier bewußt die alte Schreibweise mit „ai“ aufgegriffen (näheres vgl. MÜLLER 1990a).

wald sein kann, muß in Frage gestellt werden, da das Tamariskengebüsch vorzugsweise die sandigen Alluvionen besiedelt. Dagegen kann im Verbreitungsgebiet des Sanddorns auch das Sanddorngebüsch als Vorläufer des Kiefernwaldes gesehen werden. Das wurde bereits von BRESINKY (1959) für die Lechauen vermutet und anhand einer Wiederholungskartierung nach über 30 Jahren nachgewiesen (MÜLLER 1991b).

Im inneralpinen Raum ist an Lech und Isar neben der Waldkiefer häufig die aufrechte Form der Bergkiefer (*Pinus mugo* - genaue Taxonomie bisher ungeklärt) in der Baumschicht vertreten (BISSINGER & BOHNERT 1990, MÜLLER & BÜRGER 1990). In der Krautschicht kommen zahlreiche alpine Florenelemente vor. So ersetzt hier in der reifen Phase *Carex firma* die kontinentale *Carex humilis*, die für das Alpenvorland bezeichnend ist. Auf den ältesten Terrassen mit bereits entkalkten Böden wächst eine *Vaccinium*-Ausbildung, wie sie vom oberen Lech beschrieben ist (MÜLLER 1988). Zur genauen regionalen Untergliederung der Schneeheide-Kiefernwälder ist ein Vergleich der Vorkommen an allen Alpenflüssen notwendig. Die Untergliederung von SEIBERT (1992b) ist unvollständig, da nur die Vorkommen an der unteren und mittleren Isar berücksichtigt worden sind. Die größten Vorkommen der Schneeheide-Kiefernwälder finden sich im Oberlauf von Lech und Isar.

Das *Erico-Pinetum* ist unter den edaphischen Verhältnissen des Alpenvorlandes eine Gesellschaft, die in ihrer typischen Ausprägung nur erhalten bleibt, solange vom Fluß immer wieder aufs Neue frische Geröllbänke geschaffen werden. Da heute im gesamten Alpenvorland die Flußdynamik nicht mehr in der ursprünglichen Form gegeben ist, geht die Bodenentwicklung ungehindert weiter. Anspruchsvollere Arten wie *Brachypodium rupestre*, *Calamagrostis varia* und *Molinia arundinacea* verdrängen die charakteristischen lichtliebenden *Erico-Pinion*-Arten (*Erica herbacea*, *Coronilla vaginalis*, *Carex humilis*) und leiten mit einigen Straucharten zum *Molinio-Pinetum* über. Eine Naturverjüngung der Kiefer ist im dichten Grasfilz nicht mehr möglich. Bis in die 50er Jahre hat die Beweidung der flußferneren Kiefernwälder eine gewisse Konservierung bewirkt. Heute beschleunigen vermutlich die erhöhten Stickstoffeinträge aus der Luft die Bodenbildung, so daß nach hiesigem Überblick die Schneeheide-Kiefernwälder im Alpenvorland im Gegensatz zu anderen Autoren (SEIBERT 1992b) nicht als Dauergesellschaft betrachtet werden.

Die Zentren der Schneeheide-Kiefernwälder liegen in den aufgeweiteten Talräumen der Ober- und Unterläufe von Lech und Isar (Verbreitungskarte für den Lech vgl. BRESINKY 1959, MÜLLER 1990b). Rezente Vorkommen sind bekannt vom gesamten Lechlauf (BRESINKY 1965, MÜLLER 1988, 1991b, MÜLLER & BÜRGER 1990, OBLINGER 1976), von der oberen und mittleren Isar (BISSINGER & BOHNERT 1990, SEIBERT 1958, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972). Vom oberen Inn beschriebene Kiefernwälder mit *Oxytropis campestris* (ZOLLER 1974) können als regionale Ausbildung des *Erico-Pinetum* verstanden werden.

Liegt über dem Kies eine Sandschicht und ist das Grundwasser nicht mehr pflanzenverfügbar, so entwickelt sich das *Molinio-Pinetum* E. Schmid 1936 em. Seibert 1962.

In der Sukzession entwickelt es sich nach einer natürlichen oder anthropogenen Grundwasserabsenkung aus dem *Salici-Myricarietum* und einer weidenreiche Phase des *Alnetum incanae*.

Rezente Vorkommen des Pfeifengras-Kiefernwaldes liegen am gesamten Lech (BRESINKY 1958, DALHOF & HÄCKER 1992, MÜLLER 1991b, SEIBERT 1992b) und an der mittleren und unteren Isar (LOHMEYER in SEIBERT 1992b, SEIBERT 1962).

Im Alpenvorland wurden große Bestände der Kiefernwälder durch forstliche Nutzung und Umbau zerstört (vgl. z. B. MÜLLER 1991b). Ihre heutigen Vorkommen im Alpenvorland sind in zweierlei Hinsicht als Relikt vorkommen zu werten:

- sie sind Reste einer Vegetation, die im Boreal ehemals verbreitet war (SCHMID 1936)
- ihre Entstehungsvoraussetzungen sind durch den Verlust der Flußdynamik nicht mehr gegeben.

5.6.2 Kalkmagerrasen

Als Folge-Gesellschaften der Pioniervegetation und als Kontaktgesellschaften zu den Auwäldern kommen vor allem an Lech und Isar verschiedene Kalkmagerrasen vor, die als typische Erscheinung geröllreicher Alpenflüsse noch kurz erwähnt werden sollen. Ihre ehemals größte Ausdehnung erreichten die Flußschotterhaiden im Unterlauf von Lech und Isar, da hier große Aufschüttungstrichter der Gletscher liegen (TROLL 1924). Dadurch neigten die Flüsse hier besonders stark zur Verzweigung. Auf nicht mehr überschwemmten Schotterbänken entwickelten sich artenreiche Rasengesellschaften, deren Sukzession zum Wald durch Beweidung und Mahd verhindert wurde. Flußfernere Vorkommen sind durch Rodung aus verschiedenen Kiefernwald- und wärmeliebenden Eichenwaldgesellschaften hervorgegangen (BRESINKY 1991). Die Haiden können stark vereinfacht in einen feuchten und einen trockenen Gesellschaftskomplex untergliedert werden.

Im unteren Lechtal fallen als jüngstes Sukzessionsstadium auf Kies lückige Pioniermagerrasen mit *Erica herbacea* und *Festuca amethystina* auf. Sie wachsen im Kontakt zu verschiedenen Kalkflachmoorgesellschaften auf groben Schottern, die noch zeitweise unter Grundwasseranschluß stehen. Neben Halbtrockenrasen-Arten zeichnen sie sich durch eine Gruppe von Wechselfeuchte-Zeigern aus (BRESINKY 1959, RIEGEL 1991). Auf sandigen und wechselfeuchten Sedimenten ist das *Cirsio tuberosi-Molinietum arundinaceae* Oberd. et Phil. ex Görs 1974 für Lech und Isar typisch (z. B. MÜLLER 1991b, SEIBERT 1958). Durch die früher gebräuchliche Streunutzung wurde die Sukzession zu Grauerlenwäldern und Pfeifengras-Kiefernwäldern verhindert.

Auf Alluvionen mit hohem Geröllanteil und ohne Grundwasseranschluß wächst das *Pulsatillo-Caricetum humilis* Gauckl. 1938 em. Oberd. et Korn-eck 1978. Es ist vom unteren Lech (BRESINKY

1959, 1965, MÜLLER 1990d, 1991b) und von der unteren Isar (RIEMENSCHNEIDER 1956) beschrieben. Bei höheren Sandanteil gedeiht das *Mesobrometum Br.-Bl. ap. Scherr 1925* in einer montan präalpinen Rasse mit *Brachypodium rupestre* (vgl. MÜLLER 1991b).

Die Flußschotterhaiden wurden durch landwirtschaftliche Intensivierung, Aufforstung, Staustufenbau und Aufgabe traditioneller Landnutzungen bis auf kleine Restbestände vernichtet. Für das untere Lechtal ist ihr Rückgang gut dokumentiert (MÜLLER 1990a).

6. Wandel der Flora

Flußauen sind die artenreichsten Ökosysteme in Mitteleuropa. Die im Vergleich zu den angrenzenden Landschaftsräumen besonders hohe Zahl an Pflanzen- und Tierarten ist für die alpinen Flußtäler anhand verschiedener Punkt- und Rasterkartierungen gut belegt (z. B. NITSCHKE & PLACHTER 1987, SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990). Als Gründe für den Artenreichtum sind zu nennen:

- a) Flußtälern kommt als Wander- und Ausbreitungskorridore in der spät- und nacheiszeitlichen Florenentwicklung eine zentrale Rolle zu (z. B. BRESINSKY 1965, MOOR 1958, MÜLLER 1990b, WALAS 1938).
- b) Durch die Flußdynamik ist ein breites Spektrum an Sonderstandorten gegeben, wodurch eine

Vielzahl zum Teil hoch spezialisierter Arten Lebensraum findet.

Die Eigenart der Flora von Flußauen ist am Lech besonders ausgeprägt. Im Alpenvorland zeigen hier 150 Farn- und Blütenpflanzen gegenüber den angrenzenden Naturräumen eine deutliche Konzentration (MÜLLER 1990b).

Auffällig ist, daß ein Großteil der Arten nur in einer Pflanzenformation vorkommt (vgl. Abb. 8). Dabei spielen neben den Gesellschaften der Pioniervegetation (dealpine Fels- und Schottervegetation) vor allem die der fossilen Auen eine wesentliche Rolle (Trocken- und Halbtrockenrasen, xerotherme Gehölz- und Staudenvegetation, Feuchtwiesen). Dies ist mit der Sonderstellung des Lechtales in der zwischen- und nacheiszeitlichen Florenentwicklung zu erklären, als die Schotterfluren im Unterlauf als Refugialgebiete für die Wiederbesiedlung der Alpen fungierten (BRESINSKY 1965, 1991, MÜLLER 1990b).

Rückgang und Aussterben von Pflanzenarten sowie Ausbreitung und Bildung neuer Sippen sind über lange Zeiträume betrachtet ein natürlicher Prozeß der Florendynamik (SUKOPP 1976). Unter dem Einfluß des Menschen wurde dieser Vorgang vor allem seit dem Beginn dieses Jahrhunderts ganz wesentlich beschleunigt. Das wird aus den laufend zunehmenden Listen der ausgestorbenen und gefährdeten Arten (KORNECK & SUKOPP 1988) sowie der Agriophyten deutlich (LOHMEYER & SUKOPP 1992).

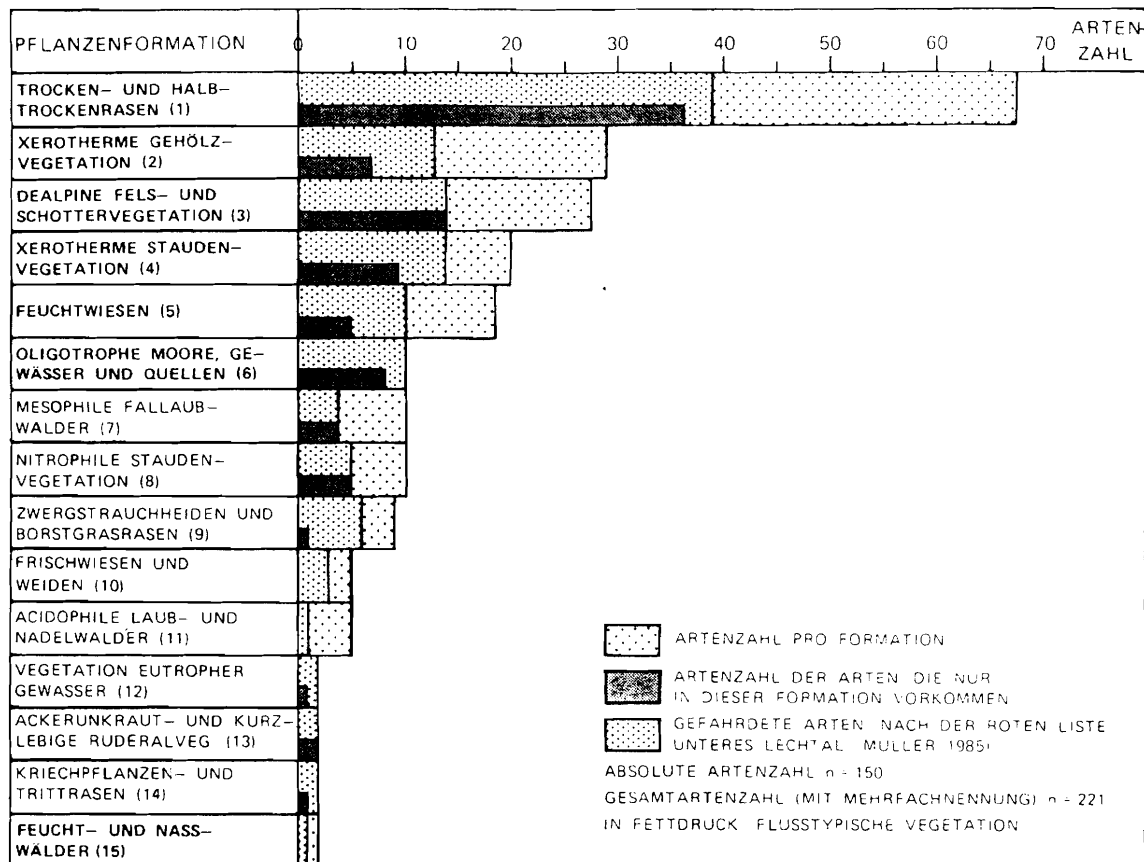


Abbildung 8

Anzahl der Sippen pro Pflanzenformation, die auf das Lechtal konzentriert sind (aus MÜLLER 1990b).

Die Flora nordalpiner Wildflußlandschaften zeichnet sich durch einen hohen Anteil stenöker Arten aus. Im Lechtal konzentrieren sich besonders viele Farn- und Blütenpflanzen, die in den angrenzenden Landschaftsräumen nicht vorkommen („Pflanzenwanderweg, Pflanzenbrücke“).

Im folgenden wird der Wandel der Flora aufgezeigt

- am Rückgang auenspezifischer Arten, die von den wasserbaulichen Eingriffen der letzten 100 Jahre besonders stark betroffen sind,
- an der Ausbreitung und Einnischung von adventiven Arten in die natürlichen Pflanzengesellschaften der Aue.

6.1 Rückgang auentypischer Farn- und Blütenpflanzen

Nach einer Auswertung der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Bayerns (SCHÖNFELDER 1986) sind über 80 Arten, die ein Schwerpunktorkommen in den Pflanzenformationen der Alpenflüsse haben, vom Rückgang betroffen. Betrachtet man die Unterläufe, so ist der Anteil der Rote Liste Arten noch höher (vgl. für das untere Lechtal Abb. 8).

Nach den standörtlichen Typen der Auenvegetation handelt es sich dabei schwerpunktmäßig um Arten:

- der fossilen Au (Halbtrockenrasen, xerotherme Gehölz- und Staudenvegetation),
- der Verlandungsvegetation der Altwasser (oligotrophe Moore und Quellen),
- der Pioniervegetation der Rohbodenstandorte (außer-alpine Fels- und Schottervegetation).

In früheren Arbeiten wurde der Rückgang der Arten der fossilen Auen ausführlich behandelt (MÜLLER 1990a,b). Gründe für den Artenschwund sind in erster Linie drastische Lebensraumverkleinerungen durch Biotopzerstörung. So wurden die ehemals großen Flußschotterhaiden im unteren Lech- und Isartal durch landwirtschaftliche Intensivierung bis auf wenige kleine Restflächen zerstört (vgl. MÜLLER 1990a).

In der Verlandungsvegetation der Altwasser weisen die Vertreter oligotropher Moorkomplexe den stärksten Rückgang auf. Darunter fallen eine Reihe dealpiner Arten, die an den Alpenflüssen ihre nördlichsten Vorposten im Alpenvorland haben, sowie einige circumalpine Sippen die sich in den Flußtalern konzentrieren. Als Beispiele sind für das untere Lechtal zu nennen: *Eleocharis quinqueflora*, *Gentiana urticulosa* und *Gentiana pneumonanthe*, *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *Sagina nodosa*, *Saxifraga mutata*, *Saxifraga aizoides*, *Schoenus ferrugineus*, *Schoenus nigricans*, *Selaginella helvetica* und *Selaginella selaginoides*.

Ausführlicher dargestellt werden soll in diesem Zusammenhang der Florenwandel in der Pioniervegetation, da hier die stärksten Veränderungen stattgefunden haben.

Bei den Arten, die stark zurückgehen, lassen sich zwei Gruppen unterscheiden:

- Wildflußspezialisten, die nur in alpinen Umlagerungsstrecken vorkommen und in der Regel bei Biotopverlust keine Ersatzlebensräume annehmen.
- Arten der alpinen Schuttvegetation und -Rasengesellschaften, die im Alpenvorland nur auf den offenen Kiesflächen der Alpenflüsse auftreten.

6.1.1 Wildflußspezialisten

Die Charakterarten der Pioniervegetation der Rohbodenstandorte zeigen eine enge Bindung an die speziellen Habitatverhältnisse regelmäßig umgelagerter Kies- und Sandbänke. Ihre Verbreitung ist eng auf intakte Wildflußlandschaften in den Alpen und dem Vorland beschränkt. Außerhalb der Flußauen kommen sie vereinzelt an Gebirgsbächen und Schotterfluren vor. Nur in Ausnahmefällen werden Ersatzstandorte angenommen, wobei diese nur vorübergehend besiedelt werden.

Ihre Gefährdung stellt sich in Bayern und im Unterlauf des Lech wie folgt dar (nach SCHÖNFELDER 1986¹ und MÜLLER 1985², aktualisiert):

	RL Bay. ¹	RL Lech ²
- <i>Chondrilla chondrilloides</i> (Ard.) Karsten	2	0
- <i>Erigeron acer</i> L. subsp. <i>angulosus</i> Vacc.	3	2
- <i>Aethionema saxatile</i> (L.) R. Br.	2	0
- <i>Typha minima</i> Funck ex Hoppe	0	0
- <i>Myricaria germanica</i> (L.) Desv.	2	0
- <i>Calamagrostis pseudophragmites</i> Koeler	3	1

Chondrilla chondrilloides ist die namengebende Art der Knorpelsalat-Gesellschaft. Sie kam vor dem Flußausbau an Iller, Lech und Isar vor. Als Art, die bewegliche Schuttflächen mit hohem Geröllanteil bevorzugt, war sie wohl bereits vor dem Ausbau an den Oberläufen häufiger als im Alpenvorland. Am Lech hatte sie ehemals auf Kiesbänken bei Augsburg die nördlichsten Vorposten im Alpenvorland (CAFLISCH 1869). Rezent Vorkommen existieren heute nur noch im Oberlauf von Lech und Isar.

Erigeron acris subsp. *angulosus* ist Kennart des *Chondrillietum*. Nach einer Punktverbreitungskarte von BRESINSKY (1965) hatte die Art vor dem Flußausbau folgende Verbreitung: Iller und Lech: Gesamtlauf, Isar und Salzach: Mittellauf, Inn: Oberlauf. Heute ist das Scharfe Berufskraut an Iller und Salzach fast vollständig erloschen. Die meisten Fundpunkte liegen am oberen und mittleren Lech (SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990). Ob die Art am oberen Inn noch vorkommt, ist nicht bekannt, da in der Schweizer Flora nur die Sammelart dargestellt wurde (WELTEN & SUTTER 1982).

Ebenfalls in der Knorpelsalat-Gesellschaft hat *Aethionema saxatile* sein Hauptvorkommen. Die Art zeigt von jeher eine deutliche Konzentration entlang der Isar, wo auch heute noch die meisten aktuellen Fundorte bekannt sind (SCHÖNFELDER & BRESINSKY 1990). Erloschen sind in Bayern die Vorkommen an der Iller, dem Lech und dem Inn.

Die namengebende Art der Zwergrohrkolben-Gesellschaft *Typha minima* reagiert von allen Wildflußspezialisten am empfindlichsten auf die wasserbaulichen Eingriffe. Ausführlich wurden Ökologie und Rückgang des Zwergrohrkolbens von MÜLLER (1991c) dargestellt. Hier sind auch Populationsgröße und Vergesellschaftung der letzten Vorkommen am oberen Lech beschrieben. Abbildung 9 zeigt frühere und heutige Fundortnachweise der Art im Untersuchungsgebiet.

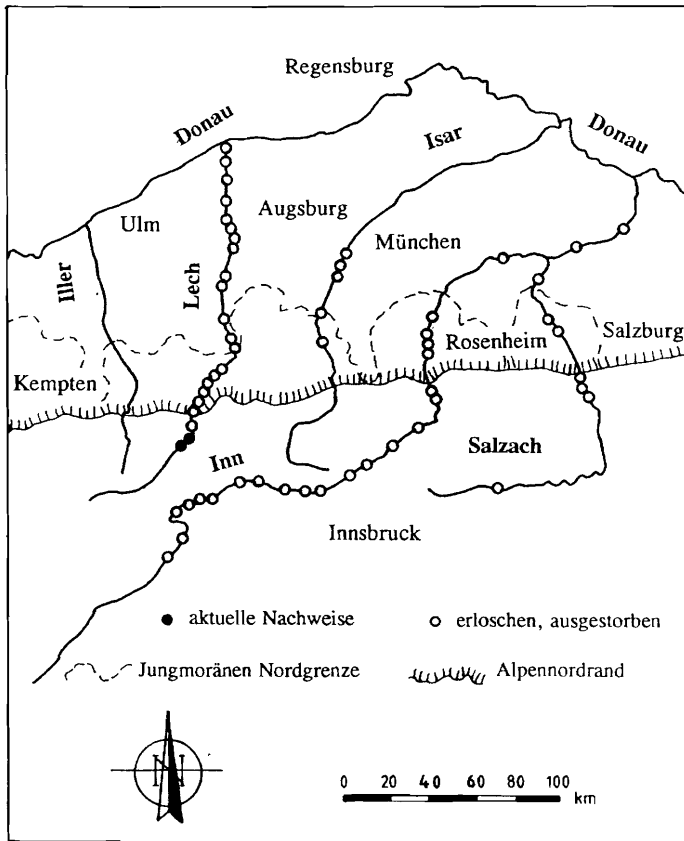


Abbildung 9

**Frühere und aktuelle (nach 1990)
Nachweise von *Typha minima* Hoppe
an den Nordalpenflüssen**
(Quellen: BRESINSKY 1965, MÜLLER
1991c, NIKLFELD 1973, WELTEN &
SUTTER 1982)

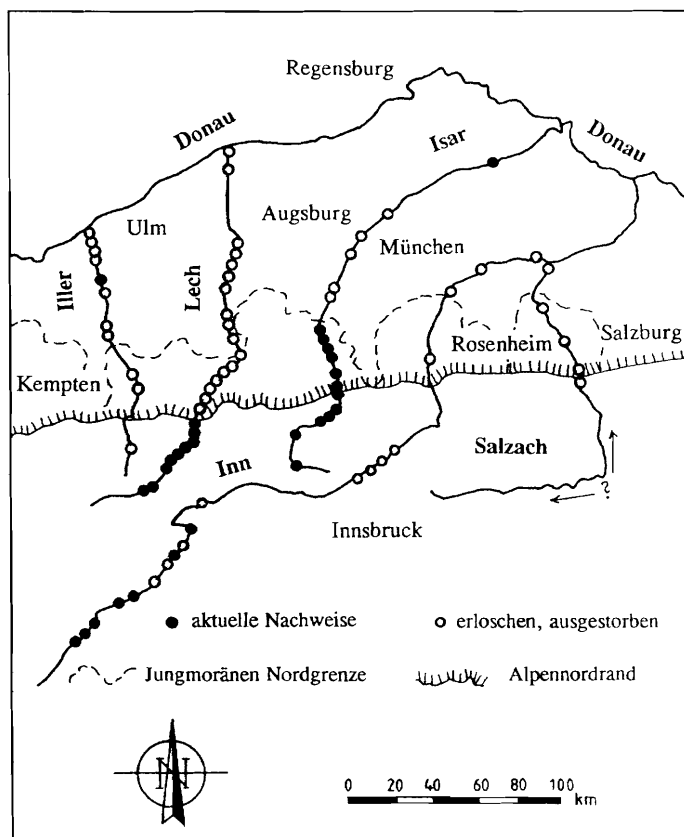


Abbildung 10

**Frühere und aktuelle (nach 1980)
Nachweise von *Myricaria germanica*
Desv. an den Nordalpenflüssen**
(Quellen: BRESINSKY 1965, MÜLLER
n. p., NIKLFELD 1988 in lit., QUINGER
1990, UD-TLMF 1993, WELTEN &
SUTTER 1982)

Die Verbreitungskarte (Abb. 10) von *Myricaria germanica* gibt nicht den aktuellen Gefährdungsgrad der Art wieder. Als Strauch, der bis zu 70 Jahre alt werden kann, handelt es sich bei allen Vorkommen in den Mittel- und Unterläufen sowie dem Oberlauf des Inn um Reliktpopulationen, die sich nicht mehr verzüngen.

Die Vorkommen an der unteren Iller und der unteren Isar (Rosenau bei Dingolfing) sind in alten Kiesgruben (OTTO 1989, QUINGER 1990). Da es sich um grobschottrige Alluvionen handelt, konnten sich bislang keine anderen Gehölze etablieren. Allerdings muß wohl das Grundwasser so hoch anstehen, daß es von den langen Wurzeln der Ta-

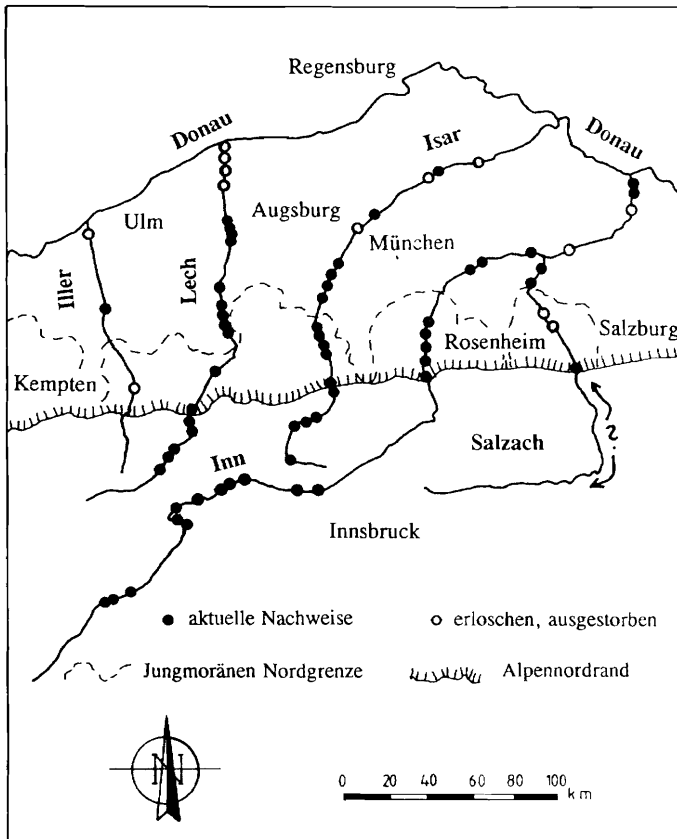


Abbildung 11

**Frühere und aktuelle (nach 1980)
Nachweise von *Calamagrostis
pseudophragmites* (Heller fil.) *Koeleria* an
den Nordalpenflüssen**
(Quellen: BRESINSKY 1965, SCHÖN-
FELDER & BRESINSKY 1990, UD-
TLMF 1993, WELTEN & SUTTER 1982)

marische erreicht wird. Die Abhängigkeit der Art von anstehendem Grundwasser wird auch an der Ausleitungsstrecke der oberen Isar unterhalb von Krün deutlich. Hier tritt sie erst wieder in größeren Beständen auf, wenn durch Hangwasser eine bessere Wasserversorgung gegeben ist. Die letzten größeren Bestände, wo sich die Tamariske noch regelmäßig vermehrt, finden sich heute am oberen Lech bei Forchach und an der oberen Isar oberhalb des Sylvensteinspeichers.

Von den stenöken Arten der Pioniervegetation scheint sich *Calamagrostis pseudophragmites* am ehesten an die veränderten Standortbedingungen nach dem Flußausbau anzupassen. Auf Kiesbänken ist die Pflanze an allen untersuchten Flüssen vertreten (Abb. 11). An regulierten Abschnitten zeigt sie allerdings eine stark reduzierte Vitalität. Häufig kommen nur noch wenige Individuen vor, die als Relikte der ehemals verbreiteten Uferreitgras-Gesellschaft im Flußröhricht stehen (MÜLLER & al. 1992). Vorkommen von Ersatzstandorten wie z. B. alte Tongruben und Schwemmsandflächen, wie sie PHILIPPI (1988) am Oberrhein beobachtet hat, sind aus dem Untersuchungsgebiet nicht bekannt.

6.1.2 „Alpenschwemmlinge“

Als sogenannte Alpenschwemmlinge waren vor den wasserbaulichen Eingriffen eine Reihe von Arten aus den Klassen *Thlaspietea* und *Elyno-Seslerietea* bezeichnend für die Kiesbankvegetation (z. B. *Campanula cochleariifolia*, *Gypsophila repens*, *Hieracium staticifolium*, *Hutchinsia alpina*, *Linaria alpina*, *Petasites paradoxus*, *Saxifraga caesioides* etc.).

Häufig wird in der Literatur angegeben, daß Diasporen oder vegetative Propagationskörper mit dem fließenden Wasser von den Alpen auf die Kiesbänke ins Vorland verschleppt werden.

(MOOR 1958, VOLK 1938, WALAS 1938, SEIBERT 1958). Allerdings ist dies bisher nicht experimentell nachgewiesen, sondern es wurde durch Beobachtungen von Gebirgspflanzen auf Kiesbänken der indirekte Schluß der hydrochoren Verbreitung gezogen. Populationsbiologische Untersuchungen in frisch abgelagerten Hochwassersedimenten an Mittelgebirgsflüssen ergaben, daß die Zahl der Diasporen relativ gering ist. Für die Wiederbesiedelung von fluviatilen Rohböden sind vor allem autogene Prozesse wie z. B. der Diasporenniederschlag und die vegetative Ausbreitung der Pflanzen aus der angrenzenden Vegetation bestimmend (SCHWABE 1991). Auch BRESINSKY (1965) wies bereits darauf hin, daß die wenigsten Gebirgspflanzen im Vorland Schwemmlinge im engeren Sinne sind. Ein Großteil dieser Arten hat die Eiszeiten im Vorland überdauert und fand nach-eiszeitlich auf den offenen Kiesflächen der Alpenflüsse geeignete Wuchsplätze außerhalb der Alpen.

Heute kann durch den Flußausbau auf den Kiesbänken die Auensukzession zum Wald ungehindert fortschreiten, so daß die konkurrenzschwachen und lichtliebenden „Alpenschwemmlinge“ verdrängt werden.

Durch den Vergleich historischer und aktueller Vegetationsaufnahmen vom mittleren Lech ist der Rückgang der *Thlaspietea*- und *Elyno-Seslerietea*-Arten gut dokumentiert (vgl. Tab. 5 und 6). An der unregulierten Fließstrecke der Litzauer Schleife hat sich die Artenzusammensetzung der Kiesbänke

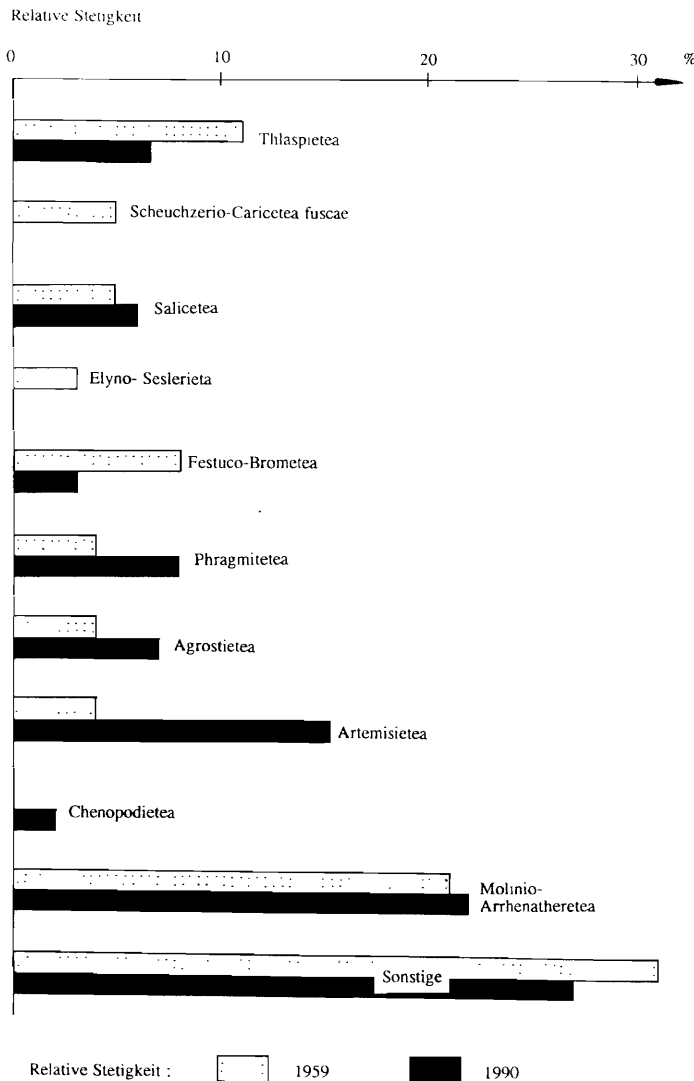


Abbildung 12

Veränderungen der relativen Stetigkeit pflanzensoziologisch gefäßer Artengruppen (Klassen) in der Kiesbankvegetation unter dem Einfluß vorgelagerter Staustufen.

Nach je 25 Vegetationsaufnahmen vom mittleren Lech (Litzauer Schleife), aufgenommen 9 Jahre nach dem Bau des Forggensees (vgl. Tab. 5) und 40 Jahre nach dem Bau des Forggensees (vgl. Tab. 6).

durch den Verlust der Flußdynamik infolge vorgelagerter Staustufen stark verändert (vgl. Abb. 12). Herrschten ehemals Arten der Schuttfluren sowie Blaugrashalden und Halbtrockenrasen vor, so dominieren heute die Vertreter der ausdauernden Ruderalvegetation (*Artemisietea*) und Flutrasen (*Agrostietea*). Neben den Wildflußspezialisten Deutsche Tamariske, Zwergrohrkolben und Knorpelsalat sind an Alpenschwemmlingen ausgestorben: *Linaria alpina*, *Moehringia ciliata*, *Biscutella laevigata* s. str., *Aster bellidiastrum* und *Hieracium staticifolium*. Stark zurückgegangen sind *Campanula cochlearifolia*, *Hutchinsia alpina*, *Sesleria varia*, *Dryas octopetala* u. a. Sie werden unter den heutigen ökologischen Verhältnissen in Zukunft aussterben.

Starke Veränderungen haben auch im feuchten Bereich stattgefunden. Anstelle der Arten der Kalkflachmoore (*Scheuchzerio-Caricetea fuscae*) treten heute vor allem Vertreter der Röhrichte (*Phragmitetea*) auf.

Am Beispiel des Lech ist gut vermittelbar, wie komplex die menschlichen Eingriffe in alpine Flußökosysteme wirken. Mit dem Verlust der Flußdynamik ist nicht nur ein Aussterben der Arten der Pioniervegetation der Rohbodengesellschaften verbunden, sondern mittelfristig auch ein starker Rückgang in der Flora ihrer Folgesellschaften in der fossilen Aue.

Die Arten der Rohbodenstandorte können demnach als Bioindikatoren für die Funktion von Wildflußökosystemen betrachtet werden.

Tabelle 5

Struktur der Kiesbankvegetation an der Litzauer Schleife (Mittellauf Lech) 8 Jahre nach dem Bau des Forggensees (17 Aufnahmen von BRESINSKY 1959 n.p. und 8 Aufnahmen aus USINGER & WIGGER 1961)

Artenzahl	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
	3 2 2 3 2 1 2	3	1 1 3 2	3	2 3 4 2 1 2	2 3	2 2 2
	5 0 1 2 3 7 7	1 8	9 9 3 6	5	2 4 5 1 6 1	4 4	6 7 7
<u>VOK Thlaspietea</u>							
Calamagrostis pseudophrag.	1 . 1 + . . . +	5 3	. . 1 . . .	. . + . + 1 +	. . . . .	. . . . .	. . + . +
Campanula cochlearifolia	. . 1 + 1 . +	. . . . .	. . + . . .	1 . 1 . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . +
Chondrilla chondrilloides	1 1 . + 1 1 .	. . . . .	. . . . .	. . 1 . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Hieracium staticifolium	+ . . + . . . .	. . . . .	. . . . .	2 . + . . . .	. . . . .	. . . . .	. . + . .
Hieracium piloselloides	1 + . . + + +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . + .
Silene vulgaris s. glareosa	+ + + . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . + + . .	. . . . .	. . . . .	. . + . .
Petasites paradoxus	. . . . + . . .	. . . . .	. . . . .	. . 1 . . . .	. . . . .	. 1 + . . .
Erigeron acris s. angul.	+ + . . + . . .	. . . . .	. . . . .	. . + . . . .	. . . . .	. . . . .	. . + +
Hieracium glaucum	1 . . + + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Hutchinsia alpina	+ . . + + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Gypsophila repens	+ . + + . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Arabis alpina	+ . . . . + . .	. . . . .	. . . . .	. . . + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Linaria alpina	. . . . + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Moehringia ciliata	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
<u>VOK Scheuchzerio-Caricetea fuscae</u>							
Equisetum variegatum	. . 1	1 . . . . .	. 1 3 3 . . .	. . . + + + 2 .	. . . . .	. . . . .	. 2 . . .
Carex flava agg.	. . . . . . . .	1 . . . . .	. . . . .	. . . . . + . .	. . . . .	. . . . .	. . . + .
Juncus alpino-articulatus	. . . . . . . .	. . . . .	. 4 2 . . . .	. . . 1 . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . .
Parnassia palustris	. . . . . . . .	. . . . .	. . . 2 1 . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Carex panicea	. . . . . . . .	1 . . . . .	. 1 2 . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Pedicularis palustris	. . . . . . . .	. . . . .	. + + 1 . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Typha minima	. . . . . . . .	. . . . .	. 4 . 3 . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Eleocharis quinqueflora	. . . . . . . .	. . . . .	. 1 1 . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Carex nigra	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . .
Epipactis palustris	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . 1 . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Triglochin palustre	. . . . . . . .	. . . . .	. + . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Pinguicula vulgaris	. . . . . . . .	. . . . .	. . + . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
<u>VOK Salicetea</u>							
Salix eleagnus (K)	. 1 1 1 1 + +	. . . . .	. . . . + . . .	. 5 3 2 3 3 3	. 2 + . . . .	. . . . .	. . . . .
Salix eleagnus (S)	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	1 . . . . . . .	. 1 . . . . .	. . . . .	. . . . .
Salix purpurea (K)	+ . + . + . . .	1 . . . . .	. . . . + . . .	. . . 1 1 2 2	. 1 . + . . .	. . . . .	. . + . .
Salix purpurea (S)	. + . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	+ . . . . . . .	. . . . . + . .	. . . . .	. . . . .
Salix daphnoides (K)	. . + . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . + + 1 +	. . . . . + . .	. . . . .	. . + . .
Salix triandra (K)	. . . . . . . .	. . . . .	. . 3 . . + . . .	. . . . + . . .	. . . . . 1 . .	. . . . .	. . . . .
Salix alba (K)	+ . . . . . . .	+ . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Myricaria germanica (K)	. . . . . . . .	3 . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . + . .
Myricaria germanica (S)	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	3 . . . . . . .	. . . . . + . .	. . . . .	. . . . .
Salix myrsinifolia (K)	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . 1 1 . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
<u>VOK Elyno-Seslerietea</u>							
Sesleria varia	+ . . . . . + .	. . . . .	. . 1 . 1 . . .	. 1 . . . . + .	. . . . . + . .	. . . . .	. . . . .
Carduus defloratus	1 + . . + 1 . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . 1 + . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Dryas octopetala	. . 1 . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Biscutella laevigata s.str.	1 . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Aster bellidiastrum	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	+ . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
<u>VOK Festuco-Brometea</u>							
Medicago lupulina	+ . + + + . + .	. . . . .	. . . . . + . . .	. . + + + r . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Sanguisorba minor	+ + . . + 1 . +	. . . . .	. . . . . . . .	. . + . . . . .	. . . . . + . .	. . . . .	. . + + .
Prunella grandiflora	. . 1 + + . . +	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . + . 1	. . . . .	. . + . .
Euphorbia cyparissias	+ + . . . . + .	. . . . .	. . . . . . . .	. . 1 . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . 1 . .
Calamagrostis varia	. . 1 . . . + .	. . . . .	. . . . . . . .	. + . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . + . .
Hippocrepis comosa	+ + . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	+ . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Thymus praecox agg.	1 . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . 2 . .
Plantago media	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	+ . . + . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Galium anisophyllum	+ . . . . . + .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Carlina vulgaris	. . + . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . + . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Erica herbacea	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . + . .
Pimpinella saxifraga	. . . . . + . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Scabiosa columbaria	. . . . . . . .	3 . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Teucrium montanum	+ . . . . . . .	. . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .
Gentianella ciliata	. . . . . . . .	+ . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . . . . .	. . . . .	. . . . .

VOK Phragmitetea

Phalaris arundinacea	. . . . .	2 2	1 1 . .	. . . . .	1 + 1 1	2 4	3 . +
Mentha aquatica	. . . . .	. . . . .	+ + 1 . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Carex elata	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Carex gracilis	. . . . .	. . . . .	+ 1 . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Lycopus europaeus	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Galium palustre	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
Epilobium roseum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Veronica beccabunga	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1 . . . . .	. . . . .
Carex rostrata	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

VOK Agrostietea

Festuca arundinacea	1	1 +	+ 1 + 2	3 . . . . .	. . . . .	+ + + 3	1 3 4 + 4
Ranunculus repens	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1 + + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Mentha longifolia	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Poa annua	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

VOK Artemisietea

Echium vulgare	. + . 2 . + +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Eupatorium cannabinum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Barbarea vulgaris	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Cirsium vulgare	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Melilotus alba	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Reseda lutea	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Carduus crispus	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Mycelis muralis	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Pastinaca sativa	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Petasites hybridus	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Rumex obtusifolius	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Senecio alpinus	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Urtica dioica	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

VOK Chenopodietea

Chaenorrhinum minus	. . . 1 . . 1
---------------------	---------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

VOK Molinio-Arrhenatheretea

Galium album	+ . . + . + +	1 . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Agrostis gigantea	. + 2 . + + .	1 . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Molinia coerulea	1 . 1 r . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Dactylis glomerata	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Taraxacum officinale	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Plantago lanceolata	. . . . .	1 + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Prunella vulgaris	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Achillea millefolium	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Cirsium tuberosum	. + . . . . .	. . . . .	1 . . 1 . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Leucanthemum vulgare	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Holcus lanatus	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Leontodon autumnalis	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Myosotis palustris	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Vicia cracca	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Angelica sylvestris	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Poa alpina	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Rhinanthus glacialis	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Rhinanthus minor	1 . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Cirsium oleraceum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Phleum pratense	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Tetragonolobus maritimus	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Ranunculus acris	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Trifolium pratense	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Caltha palustris	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Alchemilla vulgaris	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Campanula patula	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Dactylorhiza incarnata	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Euphrasia rostkoviana	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Galium boreale	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Lolium perenne	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Lythrum salicaria	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Poa trivialis	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Succisa pratensis	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Trifolium repens	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

Sonstige

Tussilago farfara	. . . + . + .	+ 1 . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Polygala amarella	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Linum catharticum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Daucus carota	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Thesium pyrenaicum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Carex flacca	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Deschampsia cespitosa	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
Centaurea jacea	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . + + . . . . .	. + . + + +	. . . . .
Cirsium arvense	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Leontodon hisp. hast.	. + . + . 1 +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Festuca ovina agg.	+ + . + . + +	. . . . .	. . . . .	. 1 . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Alnus incana (K)	+ . 1 . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. 1 . + + . .	. . . . .
Alnus incana (S)	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Pinus sylvestris (K)	1 + + + . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Briza media	. . . . .	. . . . .	. 1 1 + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. 1 . + .	. . . . .
Agropyron caninum	. . . + . . +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. 1 . + . + .	. . . . .	. . . . .
Silene alpestris	. . . 1 + . +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .
Thymus serpyllum	. . . + 1 2 +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Buphthalmum salicifolium	+ . . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .
Leontodon incanus	+ + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .
Picea abies (K)	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Poa compressa	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . + + . . . . .	. . . . .	. . . . .
Potentilla erecta	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .
Agrostis tenuis	. . . + . . +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Anthoxantum odoratum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Arenaria serpyllifolia	. . . . + . +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Carex ornithopoda	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Euphrasia stricta	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. 1 . . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .
Fragaria vesca	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .
Geranium robertianum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. 4 . . + . . . . .	. . . . .	. . . . .
Hypericum perforatum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . +
Kernera saxatilis	. . . + + . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Lonicera xylosteum	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. 1 + . . . . .	. . . . .	. . . . .
Lotus corniculatus ssp. corn	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .
Myosotis sparsiflora	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. 1 . . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .
Sagina nodosa	. . . + + . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Symphytum officinalis	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .	. . . . .	. . . . .	. + . . . . .

Außerdem je einmal unter Sonstige: *Euphrasia salisburgensis*, *Frangula alnus*, *Silene pusilla*, *Carex montana*, *Juncus articulatus*, *Equisetum arvense*, *Juncus inflexus*, *Orobanche gracilis*, *Gymnadenia conopsea*, *Trifolium medium*, *Ajuga reptans*, *Barbarea stricta*, *Brachypodium sylvaticum*, *Cornus sanguinea*, *Epilobium montanum*, *Epipactis atrorubens*, *Galium verum*, *Laserpitium latifolium*, *Melica nutans*, *Ranunculus repens*, *Veronica chamaedrys*, *Viburnum lantana*, *Viburnum opulus* (K), *Solanum dulcamara*, *Valeriana officinalis*

Gesellschaften:

- [1] **Chondriletum chondrilloides** (Kl. Thlaspietea rotundifolii)
- [2] **Calamagrostietum pseudophragmitis** (Kl. Thlaspietea rotundifolii)
- [3] **Equiseto-Typhetum minimae und Juncetum alpino-articulati** (Kl. Scheuchzerio-Caricetea fuscae)
- [4] **Salici-Myricarietum** (Kl. Salicetea purpureae)
- [5] **Salicetum eleagni** (Kl. Salicetea purpureae)
- [6] **Phalaridetum arundinaceae** (Kl. Phragmitetea)
- [7] **Dactylo-Festucetum arundinaceae** (Kl. Agrostietea stoloniferae)

Tabelle 6

Struktur der Kiesbankvegetation an der Litzauer Schleife (Mittellauf Lech) 40 Jahre nach dem Bau des Forgnensees (25 Aufnahmen aus MÜLLER et al. 1992)

Artenzahl	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
	1 1 1	1	1 1 1 1	1	2	1 1	1 2	
	2 0 4	7 8 2	4 0 2 1 4	8 4 8	9 5 5 1	9 8 3 4	6 4 0	
<u>VOK Thlaspietea</u>								
<i>Silene vulgaris</i> s. <i>glareosa</i>	5 + +	+ + +	+ + + 1 .	1 . .	. . . +	+ . . +	. 2 1	
<i>Calamagrostis pseudophrag.</i>	. . .	3 1 3	1 . + . .	. + .	. . . +	. . . .	. . .
<i>Hutchinsia alpina</i>	. . +	. . .	. 1 . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Hieracium staticifolium</i>	. . .	. . .	. + . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Petasites paradoxus</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . +	. . . .	. . .
<i>Arabis alpina</i>	. . 1	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<u>VOK Salicetea</u>								
<i>Salix eleagnus</i> (K)	1 . +	+ + .	5 2 2 3 .	+ + .	. . . .	. . . +	. . 1	
<i>Salix eleagnus</i> (S)	. . .	. . .	. . . . 3	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Salix alba</i> (K)	. . .	. . 1	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Salix purpurea</i> (S)	. . .	. . .	. . . . 2	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<u>VOK Elyno-Seslerietea</u>								
<i>Carduus defloratus</i>	. . .	. . .	. + . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<u>VOK Festuco-Brometea</u>								
<i>Medicago lupulina</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . 1	. + r	
<i>Thymus praecox</i> agg.	. . +	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . +
<i>Sanguisorba minor</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . +
<i>Pimpinella saxifraga</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . +	. . . .	. . .
<i>Hippocrepis comosa</i>	. . .	. . .	. 1 . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Euphorbia cyparissias</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. r .	
<u>VOK Phragmitetea</u>								
<i>Phalaris arundinacea</i>	+ . +	. . +	. . . . .	. + .	4 3 4 3	. + 2 .	+ 2 .	
<i>Barbarea vulgaris</i>	. . .	. . .	. . . . .	2 2 2	. . . .	. r r .	. . .
<i>Poa palustris</i>	. . .	. . +	. . . + +	. . +	. . . +	+ + . .	. . .
<i>Carex gracilis</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . .	r . . .	. . . .	. . .
<i>Galium palustre</i>	. . .	. . .	. . . . .	. r .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Lycopus europaeus</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. +
<u>VOK Agrostietea</u>								
<i>Festuca arundinacea</i>	+ + +	. 1 .	. 1 r + .	. . 2	. . . 2	5 4 2 3	. . .	
<i>Rumex crispus</i>	. . .	. . .	. . . . .	. r .	. . . r	. . . .	. . .
<i>Ranunculus repens</i>	. . .	. . .	. . r . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Mentha longifolia</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . + .	. . .
<i>Plantago major</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . +	. . .
<u>VOK Artemisietea</u>								
<i>Urtica dioica</i>	. + .	. . .	. . . r 3	+ r r	+ 2 1 1	+ . . .	. . .
<i>Carduus personata</i>	. . .	. . .	. . . . +	. . . .	. . . .	. . . .	r r +	
<i>Echium vulgare</i>	+ . +	. . .	. . . r .	. . . .	. . . .	. . . .	. 1 +	
<i>Rumex obtusifolius</i>	. . .	. + .	. . . . .	. r .	+ . . .	r . . .	. . .
<i>Petasites hybridus</i>	. . .	1 . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	6 . .	
<i>Myosoton aquaticum</i>	. 1 .	. . .	. . . . .	. r .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Eupatorium cannabinum</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. + r .	. . .
<i>Carduus crispus</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . r	. . r .	. . .
<i>Reseda lutea</i>	. . .	. . .	. . r . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Galium aparine</i>	. . .	. . .	. . . . 2	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Cirsium vulgare</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . +	. . . .	. . .
<i>Alliaria petiolata</i>	. . .	. . .	. . . . 2	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<u>VOK Chenopodietea</u>								
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	. . .	. . .	. . . . .	2 . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Stellaria media</i>	. + .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Senecio vulgaris</i>	. . .	. . .	. . . . .	. + .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Chaenorrhinum minus</i>	. . .	. . .	. . . . .	. r .	. . . .	. . . .	. . .
<i>Geranium dissectum</i>	. + .	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .
<u>VOK Molinio-Arrhenatheretea</u>								
<i>Taraxacum officinale</i>	r . +	. r .	. + . r r .	r . .	. . . .	. . . +	. r +	
<i>Vicia cracca</i>	r . .	r . 1	. . r . .	. . . .	. . . .	. . . .	. 1 .	
<i>Dactylis glomerata</i>	. . +	. . .	. . . . .	. . . .	. + . 1	. . . .	. + +
<i>Cerastium holosteoides</i>	r . +	. . .	. . . + .	. . . .	. . . .	. . . +	. r .	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	. . .	. . .	. 1 . . .	. . . .	. . . .	1 . . .	r 3 2	
<i>Agrostis gigantea</i>	. + .	. 2 +	. . . . .	. . . .	. . . .	. 1 . .	. . .
<i>Myosotis palustris</i>	. . .	. . .	. . . . .	. . . r .	. + .	. + + .	. . .
<i>Holcus lanatus</i>	r . +	. . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . +	. . +

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Leucanthemum vulgare	r	.	.	+
Trifolium repens	.	.	.	1	.	.	.	.
Cirsium oleraceum	r
Rhinanthus alectorolophus	r
Poa trivialis	+
Poa pratensis	r
Poa alpina	r	.	.	.
Plantago lanceolata	r
Phleum pratense	+
Festuca rubra	+
Cirsium tuberosum	+
Chaerophyllum hirsutum	r	.	.	.
Anthriscus sylvestris	r	.	.	.
<u>Sonstige</u>								
Galium album	+	+	.	2	.	.	+	r
Agropyron caninum	r	.	.	+
Deschampsia cespitosa	.	.	.	1	.	.	1	.
Arenaria serpyllifolia	1	1	.	.	r	1	.	.
Tussilago farfara	+
Cirsium arvense	.	.	r	.	.	.	.	2
Valeriana officinalis	r
Stachys sylvatica	+
Silene dioica	r
Poa compressa	+
Equisetum arvense	+
Daucus carota	+
Centaurea jacea	+
Alnus incana (K)	r

Außerdem je einmal unter Sonstige: *Acer pseudoplatanus* (K), *Cardamine impatiens*, *Astragalus glycyphyllus*, *Isatis tinctoria*, *Geranium robertianum*, *Impatiens noli-tangere*, *Linum catharticum*, *Phyteuma spicatum*, *Sedum album*, *Thesium rostratum*, *Verbascum thapsus*, *Veronica catenata*, *Scrophularia nodosa*, *Buphthalmum salicifolium*, *Myosotis nemorosa*

Gesellschaften:

- [1] **Thlaspietea-Rumpf-Gesellschaft**
- [2] **Calamagrostietum pseudophragmitis** (Kl. Thlaspietea rotundifolii)
- [3] **Salicetum elaeagni** (Kl. Salicetea purpureae)
- [4] **Barbarea vulgaris-Gesellschaft** (Kl. Artemisietea vulgaris)
- [5] **Phalaridetum arundinaceae** (Kl. Phragmitetea)
- [6] **Dactylo-Festucetum arundinaceae** (Kl. Agrostietea stoloniferae)
- [7] **Phalarido-Petasitetum hybridi** (Kl. Artemisietea vulgaris)
- [8] **Tanaceto-Arrhenatheretum** (Kl. Molinio-Arrhenatheretea)

6.2 Hemerochore Arten in der Auenvegetation

Der Einfluß des Menschen auf die Flora eines Gebietes zeigt sich neben dem Rückgang und dem Aussterben von Sippen in der Einführung und Naturalisation sowie der Bildung neuer Sippen (SUKOPP 1962). Den einheimischen Arten (Idiochrophyten), die bereits vor der spürbaren Einflußnahme des Menschen in der ursprünglichen Vegetation vorhanden waren, können die Hemerochoren gegenübergestellt werden, das heißt die Arten, die unter Mithilfe des Menschen in das Gebiet gelangt sind.

Generell werden die Hemerochoren nach dem Einbürgerungsgrad in die reale Vegetation in Epheerophyten, Epökophyten und Agriophyten untergliedert (z. B. KOWARIK 1985, SCHROEDER 1969). Epheerophyten sind Arten, die sich nicht aus eigener Kraft erhalten können, sondern auf direkte Mitwirkung des Menschen, etwa beim Diasporennachschub, angewiesen sind (z. B. *Lycopersicon esculentum*). Epökophyten haben einen festen Platz in der realen Vegetation, die vom Menschen beeinflusst wird (z. B. Arten, die nur auf Ruderal- und Segetalstandorten oder Wirtschaftsgrünland vorkommen). Beim Wegfall des menschlichen Einflusses würden sie agriophytischen oder einheimischen Arten weichen. Für die Florentwicklung eines Gebietes sind vor allem Agriophyten von Bedeutung. Darunter versteht man Pflanzensippen, die fester Bestandteil der heutigen natürlichen Vegetation sind und künftig in ihrem Fortbestehen nicht mehr auf menschliche Aktivitäten angewiesen sind (LOHMEYER & SUKOPP 1992). Zur Abgrenzung der Agriophyten eines bestimmten Gebietes verwenden LOHMEYER & SUKOPP (1992) ein historisches, ein vegetationskundliches und ein populationsbiologisches Kriterium:

- Einführung und Einbürgerung nach dem Einsetzen des menschlichen Einflusses auf die Vegetation
- Vorkommen in natürlicher Vegetation (oder auf natürlichem Standort, wenn Agriophyten eigene Gesellschaften aufbauen)
- Kontinuität der Ansiedlung dank ihrer Fähigkeit der Konkurrenz einheimischer Pflanzen zu widerstehen und sich aus eigener Kraft fortzupflanzen. Dabei sollte in der Regel eine Mindestdauer der Etablierung von 25 Jahren angesetzt werden (entsprechend dem Vorgehen der Flora Europaea). Die Problematik solcher Zeitangaben diskutiert KOWARIK (1991). Da für die nordalpinen Flüsse mit Ausnahme von Lech und Isar kaum ältere Vergleichsdaten zur Vergesellschaftung der hemerochoren Sippen vorliegen, erfolgt im Rahmen dieser Arbeit eine zusätzliche Differenzierung (siehe unten).

Im folgenden soll untersucht werden, welche fremdländischen Arten in der natürlichen Vegetation der nordalpinen Wildflußlandschaften vorkommen und wie der Grad ihrer Naturalisation ist. Unter natürlicher Vegetation werden die Gesellschaften verstanden, die nicht direkt vom Menschen beeinflusst werden (im Gegensatz zu Schlagfluren im Auwald oder Halbtrockenrasen). Dabei

wird nicht nur die natürliche Vegetation auf vom Menschen weitgehend unbeeinflussten Standorten verstanden, sondern auch die auf Standorten, die ihre Entstehung menschlichen Aktivitäten verdanken. Als Beispiel sei das Flußröhricht im Oberlauf der Alpenflüsse genannt, das erst durch die anthropogen veränderte Flußdynamik (infolge des Staufstufenbaus) vom Unterlauf in die höheren Regionen vordringen konnte oder die Goldruten-Gesellschaft auf episodisch überschwemmten Kiesbänken.

Nach dem Einbürgerungsgrad in die natürlichen Gesellschaften der Aue wird in der Tabelle 7 zwischen zwei Kategorien unterschieden:

Agriophytische Vorkommen:

Darunter fallen die Vorkommen von Hemerochoren in natürlichen Pflanzengesellschaften, die bereits seit 25 Jahren beobachtet wurden. Ist bislang das zeitliche Kriterium nicht erfüllt, so gilt, daß die Art zumindest Ausbreitungstendenz zeigt und/oder an mehreren Flußabschnitten auftritt, so daß eine dauerhafte Einbürgerung angenommen werden kann.

Potentiell agriophytische Vorkommen:

Alle sonstigen Nachweise von Hemerochoren in den natürlichen Gesellschaften. Sie wurden bislang nur an wenigen Flußabschnitten beobachtet. Die Arten treten in den Gesellschaften nur mit geringer Individuenzahl auf und zeigen derzeit kein expansives Verhalten.

Bei der hier verwendeten Definition wurde bewußt auf ein weiteres Kriterium für Agriophyten verzichtet, nämlich das vermutete Verhalten der Art in der potentiell natürlichen Vegetation (vgl. z. B. LOHMEYER & SUKOPP 1992). Bei hochdynamischen Ökosystemen wie den hier behandelten Flußauen ist eine Prognose auf Gesellschaftsebene problematisch.

Zusätzlich lassen sich die Hemerochoren nach ihrer Einbürgerungszeit in Mitteleuropa in Archäophyten (Alteinwanderer) und Neophyten (Neueinwanderer - seit der Entdeckung Amerikas) untergliedern. Die Zuordnung in der Tabelle 7 folgte in der Regel LOHMEYER & SUKOPP (1992).

Für die nordalpinen Flüsse wurden die vorliegenden Aufnahmen der natürlichen Vegetation (vgl. Tab. 1) nach Adventiven untersucht. Tabelle 7 bringt eine Auflistung der Arten mit Angaben zum Status in Mitteleuropa, der Vergesellschaftung und dem Einbürgerungsgrad sowie dem Nachweis im Flußverlauf. Zusätzlich ist bei jeder Art vermerkt, welche Literatur verwendet wurde.

Tabelle 7

Hemerochore Arten in der natürlichen Vegetation nordalpiner Wildflußlandschaften (nach einer Auswertung pflanzensoziologischer Literatur ab 1955, vgl. Tabelle 1)

Status nach der Einbürgerungszeit in Mitteleuropa (Klassifizierung nach LOHMEYER & SUKOPP 1992): A : Archäophyt, N : Neophyt

Einbürgerungsgrad in den natürlichen Gesellschaften:

Fettdruck: agriophytische Vorkommen / *Kursivdruck:* potentiell agriophytische Vorkommen

Vorkommen: O.: Oberlauf, M.: Mittellauf, U.: Unterlauf, Sts.: Stausee

weitere Erläuterungen vgl. Text

Art/Status Pflanzengesellschaft	Vorkommen	Literatur
<u>Acorus calamus</u> L. /N Magnocaricion- u. Phragmition Ges.	U. Isar	LINHARD 1964
<u>Anchusa officinalis</u> L. /A <i>Dactylo-Festucetum arund.</i>	O. Inn	ZOLLER 1974
<u>Arrhenatherum elatius</u> (L.) P. B. /A <i>Chondriletum, Calamagrostietum pseudo., Salici-Myricarietum, Salicetum elaeagni, Barbarea-Ges., Phalaridetum, Dactylo-Festucetum, Petasitetum hybridi, Tanaceto- Arrhenatheretum, Salicetum triandrae, Salicetum albae, Ainetum incanae, Quercu-Ulmetum, Molinio-Pinetum</i>	U. Iller M. Lech M. Lech U. Lech M. Isar U. Isar U. Isar O. Inn U. Innsts.	MÜLLER & GÖRS 1958 MÜLLER & al. 1992 BRESINSKY 1959 n.p. MÜLLER 1991b SEIBERT & al. 1972 SEIBERT 1962 LINHARD 1964 ZOLLER 1974 CONRAD 1987
<u>Artemisia absinthium</u> L. /A <i>Calamagrostietum pseudo., Dactylo-Festucetum, Ainetum incanae</i>	O. Inn	ZOLLER 1974
<u>Aster tradescantii</u> L. /N <i>Caricetum gracilis, Salicetum albae</i>	U. Isar U. Iller	LINHARD 1964 MÜLLER & GÖRS 1958
<u>Brassica rapa</u> L. /A <i>Chondriletum</i>	O. Isar	BISSINGER & al. 1990
<u>Bromus sterilis</u> L. /A <i>Barbarea-Ges., Salicetum albae</i>	U. Lech U. Isar	MÜLLER 1991b SEIBERT 1962
<u>Bromus tectorum</u> L. /A <i>Barbarea-Ges.</i>	U. Lech	MÜLLER 1991b
<u>Capsella bursa-pastoris</u> (L.) Med. /A <i>Chondriletum, Salicetum elaeagni, Barbarea-Ges., Dactylo-Festucetum, Salicetum triandrae, Ainetum incanae,</i>	U. Iller U. Lech M. Lech M. Isar U. Isar O. Inn	MÜLLER & GÖRS 1958 MÜLLER 1991b MÜLLER & al. 1992 SEIBERT & al. 1972 SEIBERT 1962 ZOLLER 1974
<u>Chaenorhinum minus</u> (L.) Lange /N <i>Chondriletum, Barbarea-Ges.</i>	M. Lech M. Isar O. Isar	MÜLLER & al. 1992 SEIBERT & al. 1972 BISSINGER & al. 1990
<u>Chenopodium album</u> L. <i>Chondriletum, Salicetum triandrae</i>	U. Iller M. Isar	MÜLLER & GÖRS 1958 SEIBERT 1958
<u>Conyza canadensis</u> L. /N Chondriletum, Barbarea-Ges., Rorippo-Agrostietum, Phragmitetum, Salicetum albae	M. Isar M. Isar M. Isar U. Isar	SEIBERT 1958 SEIBERT & al. 1972 MÜLLER n.p. LINHARD 1964
<u>Dactylis glomerata</u> L. /A Chondriletum, Calamagrostietum pseudo., Salici-Myricarietum, Salicetum elaeagni, Barbarea-Ges., Phalaridetum, Dactylo-Festucetum, Petasitetum hybridi, Tanaceto-Arrhenatheretum, Salicetum albae, Ainetum incanae, Quercu-Ulmetum, Adoxo-Aceretum	O. Lech M. Lech U. Lech O. Isar M. Isar U. Isar U. Isar O. Inn	DALHOF & HÄCKER 1992 BRESINSKY 1959, MÜLLER 1991b BISSINGER & al. 1990 SEIBERT 1958, & al. 1972 SEIBERT 1962 LINHARD 1964 ZOLLER 1974

Art/Status Pflanzengesellschaft	Vorkommen	Literatur
<i>Erico-Pinetum, Molinio-Pinetum</i>	M. Salzach M. Lech	SCHUBERT 1984 MÜLLER & al. 1992
<i>Elodea canadensis</i> Michx. /N Potamogetonetus lucentis, Myriophyllo-Nupharetum	M. Lechsts. U. Isar	MÜLLER n.p. LINHARD 1964
<i>Epilobium adenocaulon</i> Hausskn. /N <i>Barbarea-Ges.</i>	U. Lech	MÜLLER 1991b
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. /N <i>Salicetum elaeagni, Salix purpurea</i> Ges. <i>Barbarea-Ges., Phalaridetum, Salicetum-albae</i>	U. Isar M. Isar U. Salzach	SEIBERT 1962 MÜLLER n.p. MÜLLER n.p.
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. /N <i>Barbarea-Ges.</i>	U. Lech	MÜLLER 1991b
<i>Heracleum mantegazzianum</i> Somm. et Lev. /N <i>Petasitetum hybridi</i>	U. Lech U. Isar	WOLF 1988 MÜLLER n. p.
<i>Hesperis matronalis</i> L. /N <i>Salicetum triandrae, Alnetum incanae,</i> <i>Aceri-Fraxinetum</i>	U. Iller U. Isar O. Inn	MÜLLER & GÖRS 1958 SEIBERT 1962 ZOLLER 1974
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle /N <i>Salicetum eleagni, Impatiens gland.-Ges.</i> Barbarea-Ges., Phalaridetum, <i>Dactylo-Festucetum,</i> Salicetum albae, Alnetum incanae, <i>Quercu-Ulmetum, Adoxo-Aceretum</i>	U. Lech M. Isar M. Isar M. U. Innsts. M. Salzach U. Salzach	MÜLLER 1991b SEIBERT & al. 1972, MÜLLER n.p. CONRAD 1987, MÜLLER n.p. SCHUBERT 1984 MÜLLER n.p.
<i>Impatiens parviflora</i> DC. /N <i>Salicetum eleagni,</i> Barbarea-Ges., Phalaridetum, <i>Impatiens glandulifera-Ges.</i> Salicetum albae, Alnetum incanae, Quercu-Ulmetum, Adoxo-Aceretum	U. Lech M. Isar M. Isar U. Isar U. Innsts M. Salzach M. Salzach	MÜLLER 1991b SEIBERT & al. 1972, MÜLLER n.p. LINHARD 1964, SEIBERT 1962 PFADENHAUER & al. 1985 SCHUBERT 1984 EDELHOFF 1983
<i>Isatis tinctoria</i> L. /A <i>Calamagrostietum pseudophragmitis</i>	M. Lech	VETTER 1992
<i>Lolium multiflorum</i> Lam. /N <i>Phalaridetum arund.</i>	U. Lech	MÜLLER & al. 1992
<i>Medicago x varia</i> Martyn <i>Tanaceto-Arrhenatheretum</i>	U. Lech	MÜLLER 1991b
<i>Melilotus alba</i> Med. /A <i>Chondrilletum, Calamagrostietum pseudo.,</i> <i>Salici-Myricarietum, Salicetum elaeagni,</i> <i>Barabarea-Ges., Dactylo-Festucetum</i>	U. Iller U. Lech O. Isar O. Inn	MÜLLER & GÖRS 1958 MÜLLER 1991b BISSINGER & al. 1990 ZOLLER 1974
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall. /A <i>Chondrilletum, Salicetum elaeagni,</i> <i>Barabarea-Ges., Petasitetum hybridi</i>	U. Iller O. Lech U. Isar O. Inn	MÜLLER & GÖRS 1958 DALHOF & HÄCKER 1992 SEIBERT 1962 ZOLLER 1974
<i>Mimulus guttatus</i> D. C. /N <i>Phalaridetum arund., Polygono-Bidentetum</i>	U. Innsts.	CONRAD 1987
<i>Oenothera biennis</i> agg. L. /N <i>Salicetum elaeagni</i>	M. Isar	MÜLLER n. p.
<i>Parthenocissus inserta</i> (Kerner) Fritsch /N <i>Alnetum incanae</i>	U. Lech	WOLF 1988
<i>Populus x canadensis</i> Moench /N <i>Barabarea-Ges., Tanaceto-Arrhenatheretum</i> <i>Alnetum incanae</i>	U. Lech U. Isar	MÜLLER 1991b SEIBERT 1962
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt. /N <i>Salicetum albae</i>	U. Salzach	MÜLLER n.p.

Art/Status Pflanzengesellschaft	Vorkommen	Literatur
<u>Rudbeckia hirta</u> L. /N <i>Salicetum triandrae</i> , <i>Salicetum albae</i>	U. Iller	MÜLLER & GÖRS 1958
<u>Rudbeckia laciniata</u> L. /N <i>Salicetum triandrae</i> , <i>Salicetum albae</i>	U. Iller	MÜLLER & GÖRS 1958
<u>Setaria viridis</u> (L.) P.B.A <i>Echio-Melilotetum</i>	O. Inn	ZOLLER 1974
<u>Silene alba</u> (Mill.) E.H.L. Krause <i>Dactylo-Festucetum arund.</i> , <i>Alnetum incanae</i>	O. Inn	ZOLLER 1974
<u>Sinapis arvensis</u> L. /A <i>Barbarea-Ges.</i>	U. Lech U. Isar	MÜLLER 1991b SEIBERT 1962
<u>Sisymbrium officinalis</u> (L.) Scop.A <i>Barbarea-Ges.</i>	U. Lech	MÜLLER 1991b
<u>Solidago canadensis</u> L. /N <i>Calamagrostietum pseudo.</i> , Salicetum elaeagni <i>Barbarea-Ges.</i> , <i>Phalaridetum arund.</i> , <i>Phragmitetum</i> , Dactylo-Festucetum Salicetum triandrae	U. Lech U. Salzach M. Isar M. Isar	WOLF 1988 MÜLLER n.p SEIBERT & al. 1972 MÜLLER n.p
<u>Solidago gigantea</u> Ait. /N <i>Barbarea-Ges.</i> , <i>Phalaridetum</i> , <i>Petasitetum hybridum</i> , Solidago gigantea Ges. , <i>Caricetum gracilis</i> , <i>Salicetum triandrae</i> , Salicetum albae , Alnetum incanae , <i>Quercu-Ulmetum</i> , <i>Aceri-Fraxinetum</i>	U. Iller U. Lech M. Isar U. Isar U. Isar U. Innsts U. Salzach	MÜLLER & GÖRS 1958 MÜLLER & al. 1992 SEIBERT 1958 SEIBERT 1962 LINHARD 1964 CONRAD 1987 MÜLLER n.p
<u>Solidago graminifolia</u> (L.) Salisb./N <i>Alnetum incanae</i>	U. Lech U. Isar	BRESINSKY mdl. SEIBERT 1962

Die Ausbreitung von Hemerochoren an alpinen Flüssen erwähnt zum ersten Mal MOOR (1958). Bei der Beschreibung der Schweizer Flußauen stellt er eine neue Pflanzengesellschaft auf, in der *Impatiens glandulifera* und *Solidago gigantea* dominant sind (*Impatiens-Solidaginetum Moor* 1958). Einen hohen Anteil an Neophyten weisen auch Annuellengesellschaften in tieferen Lagen der Schweiz auf (MOOR 1958).

In der natürlichen Vegetation der Nordalpenflüsse treten 40 hemerochore Arten auf. Nach der Einwanderungszeit in die Flora von Mitteleuropa handelt es sich um 14 Archäophyten, 23 Neophyten und 3 Arten mit unsicherem Indigenat.

Der Großteil der aufgezählten Arten kann bislang nur potentiell agriophytisch eingestuft werden. Diese Arten spielen beim Aufbau der Pflanzengesellschaften nur eine geringe Rolle und sind lediglich von lokaler Bedeutung.

Folgende Pflanzen sind jedoch fest (in einer oder mehreren Gesellschaften) eingebürgert und haben (mit Ausnahme von *Acorus calamus*) eine weite Verbreitung im Gebiet:

Acorus calamus
Arrhenatherum elatius
Capsella bursa-pastoris
Conyza canadensis
Dactylis glomerata
Elodea canadensis
Impatiens glandulifera
Impatiens parviflora
Melilotus alba
Solidago canadensis
Solidago gigantea

Von ihnen verhalten sich *Arrhenatherum elatius* und *Solidago gigantea* stark verdrängend und bauen eigene Gesellschaften auf.

Obwohl das vorliegende Datenmaterial keine statistische Auswertung zuläßt, zeigen sich bei der Verteilung auf die Pflanzengesellschaften gewisse Trends ab. Nach den standörtlichen Typen der Auenvegetation haben die Hemerochoren drei Schwerpunkte der Verbreitung: die Überflutungsvegetation, die rezenten Auwälder und die Pioniervegetation. Arm an Adventiven ist die Vegetation der Altwässer und der fossilen Auen.

Bezogen auf fest eingebürgerte Arten (Agriophyten sensu lato) beschränken sich die Vorkommen im wesentlichen auf die Überflutungsvegetation und die periodisch überschwemmten Auwälder.

6.2.1 Pioniervegetation der Rohbodenstandorte

Wenngleich auf den ersten Blick die Zahl der Hemerochoren in der Pioniervegetation relativ hoch erscheint, so wird bei der Betrachtung der Vegetationsaufnahmen deutlich, daß sie für den Gesellschaftsaufbau keine Rolle spielen. In der Regel treten sie mit geringer Stetigkeit und niederem Deckungsgrad auf und vermitteln so den Eindruck von zufälligen Begleitern. Als fest eingebürgert gelten *Conyza canadensis* und *Dactylis glomerata* (z. B. seit SEIBERT 1958 im *Chondriletum* an der mittleren Isar), *Melilotus alba* (im *Calamagrostietum*) und *Solidago canadensis* (im *Salicetum elaeagni*).

Am häufigsten treten Agriophyten im *Calamagrostietum pseudophragmitis* und im *Salicetum elaeagni* auf, was damit zu erklären ist, daß diese Gesellschaften auch bei gestörter Flußdynamik noch in den Unterläufen vorkommen. Diese beiden Gesellschaften weisen innerhalb der Pioniervegetation auch den höchsten Anteil an potentiellen Agriophyten auf.

Frei von Hemerochoren sind das *Typhetum minima* und das *Juncetum alpini*. Selten treten Adventive im *Salici-Myricarietum* auf.

6.2.2 Gehölzfreie Überflutungsvegetation

Im Vergleich zu den anderen Vegetationsgruppen in der Au zeichnet sich die Überflutungsvegetation durch einen hohen Anteil von Hemerochoren aus. Hier finden sich die meisten Agriophyten im engeren Sinne.

Besonders aufnahmebereit für Agriophyten ist die *Barbarea vulgaris*-Gesellschaft. Hier hat *Capsella bursa-pastoris* den Verbreitungsschwerpunkt innerhalb der Auenvegetation. Eine Reihe von Adventiv-Arten wachsen im *Dactylo-Festucetum*, wobei insbesondere *Dactylis glomerata* und *Melilotus alba* zu nennen sind. Das *Tanaceto-Arrhenateretum* wird vom Glatthafer geprägt.

Besonders auffällig vollzieht sich derzeit die Ausbreitung einiger Neophyten auf den Kiesbänken. An der mittleren Isar ist seit 1992 *Impatiens glandulifera* explosionsartig in Ausbreitung und besiedelt mit hoher Deckung die Kiesbänke (MÜLLER n. p.). Ob die Dominanzbestände von Dauer oder nur eine vorübergehende Erscheinung sind, bleibt abzuwarten. An der mittleren Salzach erreicht die Art im *Phalaridetum* hohe Deckungswerte (BUSHARDT & al 1990). Die rasche Ausbreitung von *Impatiens glandulifera* entlang von Gewässern ist vor allem für tiefere Lagen aus ganz Mitteleuropa bekannt (KOPECKY 1967b, LOHMEYER & SUKOPP 1992, SCHULDES & KÜBLER 1990). Der Einbürgerungserfolg dieser Einjährigen wird u. a. auf die hohe Samenproduktion und die lange Keimfähigkeit der Samen (nach STROBL 1982 bis zu 6 Jahre) zurückgeführt. Durch das Wasser können die Samen rasch verschleppt werden. Die rasche Einbürgerung in den

alpinen Flußauen verdankt die Art vermutlich der Frostresistenz ihrer Samen, die frosthärter als die von *Impatiens parviflora* sind (PERRINS & al. 1990).

Die konkurrenzstarke Große Goldrute hat neben Vorkommen in der *Barbarea*-Gesellschaft, im *Phalaridetum* und im *Petasitetum hybridum* ihren Verbreitungsschwerpunkt in der artenarmen *Solidago gigantea*-Gesellschaft. Durch die vegetative Ausbreitung kann die Art bestehende Gesellschaften wie das *Calamagrostietum pseudophragmitis* unterwandern und verdrängen (MÜLLER & al. 1992).

6.6.3 Verlandungsvegetation der Altwässer

Über Hemerochoren in der Altwasservegetation liegen bislang nur wenige Nachweise vor. Zu berücksichtigen ist allerdings, daß Altwässer durch Flußbaumaßnahmen stark zurückgegangen sind und darum nur wenige Untersuchungen über sie vorliegen.

Von den unteren Isarauen beschreibt bereits LINHARD (1964) *Acorus calamus* in *Magnocaricion*- und *Phragmition*-Gesellschaften. In Schwimmblattgesellschaften ist hier wie an der mittleren Salzach *Elodea canadensis* fest eingebürgert (DIEPOLDER & LENZ 1992).

In Stauseen an Lech und Inn hat die Kanadische Wasserpest zum Teil große Flächen erobert und muß als agriophytisch eingestuft werden (MÜLLER n. p.).

6.6.4 Periodisch überschwemmte Auwälder

Hier finden sich im *Salicetum albae* und im *Alnetum incanae* die meisten Hemerochoren. Ein Großteil von ihnen sind in den Auenwäldern nur zufällige Begleiter, die an Störungsstellen gebunden sind (Epökophyten) und nur von vorübergehender Erscheinung sind (z. B. *Capsella bursa-pastoris*).

Agriophytische Vorkommen in den Weichholzaunen sind von *Hesperis matronalis*, *Impatiens parviflora*, *Impatiens glandulifera* und *Solidago gigantea* bekannt. *Impatiens*- und *Solidago*-Arten sind auffällige Erscheinungen im *Alnetum incanae* der Unter- und Mittelläufe. In den mittleren- und unteren Inn- und Salzachauen ist *Impatiens glandulifera* ein höchsteter Begleiter in der Krautschicht des *Alnetum incanae*. In den unteren Lechauen bildet *Solidago gigantea* dichte Herden im Unterwuchs der nur noch episodisch überschwemmten Grauerlenwälder. Nur wenige heimische Arten wie z. B. *Urtica dioica* sowie die Ranker *Galium aparine* und *Humulus lupulus* können sich in geringen Deckungsanteilen halten.

HÜGIN (1963) nimmt für die Oberrheinebene an, daß *Solidago gigantea* und *Impatiens glandulifera* durch die Auwaldrodungen in den 50-er Jahren einen enormen Aufschwung erfuhr. Auch für die Alpenflüsse ist zu vermuten, daß anthropogene Einflüsse ihre Ausbreitung begünstigt haben. Bei den Grauerlen- und Silberweidenwäldern in den Unterläufen handelt es sich überwiegend um gestörte Bestände, die durch Grundwasserabsenkung zumindest zeitweise unter Wassermangel leiden und nur noch episodisch überschwemmt werden.

Vermutlich hat auch die bis vor 30 Jahren gebräuchliche Niederwaldnutzung das Eindringen einiger Neophyten wesentlich begünstigt.

Reynoutria japonica kommt bislang nur lokal an den Nordalpenflüssen im Mantel des *Salicetum albae* vor so z. B. in den Salzachauen (MÜLLER n. p.) und wird darum als potentiell agriophytisch klassifiziert.

6.2.5. Auwälder außerhalb der rezenten Au

Fast vollständig frei von Hemerochoren sind die Kiefernwälder außerhalb der rezenten Auendynamik. Außer *Dactylis glomerata* und *Arrhenaterum elatius* sind hier keine bedeutenderen Vorkommen bekannt. Es ist anzunehmen, daß diese Arten durch die frühere Streunutzung der Wälder gefördert wurden. Ob sie sich in Zukunft aus eigener Kraft in den Wäldern behaupten können, bleibt abzuwarten.

6.2.6 Ursachen für die Ausbreitung von Agriophyten

Flußlandschaften sind generell als bevorzugte Wander- und Ausbreitungswege für Pflanzen und Tiere bekannt. Als Wanderstraßen dienen dabei vor allem die offenen Ufer der Flüsse sowie einige Verlichtungsgesellschaften der Auwälder (BRE-SINSKY 1965, TÜXEN & LOHMEYER 1950). Nach der neuesten Zusammenstellung von Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas (LOHMEYER & SUKOPP 1992) kommen in Flußufergesellschaften die meisten Agriophyten vor. Auch hierfür dürfte die Lage an Wanderwegen der Flora mit verantwortlich sein.

Obwohl durch Flußbaumaßnahmen die natürliche Dynamik eingeschränkt wurde und so offene Flächen abnahmen, besteht nach vorliegenden Untersuchungen und anderen Arbeiten (KOPECKY 1967b, SCHWABE & KRATOCHWIL 1991) ein Zusammenhang zwischen Wasserbaumaßnahmen und der raschen Ausbreitung und Einbürgerung von Hemerochoren.

Vermutlich fördert auch die Eutrophierung der Gewässer die Ausbreitung von Adventiven. Die Salzach, deren Wasser unter den Alpenflüssen am stärksten verschmutzt ist (Abb. 4), fällt durch einen besonders hohen Anteil an Agriophyten auf.

Generell treten hemerochore Sippen besonders häufig in den Unterläufen der alpinen Flüsse auf. Das ist für das Untersuchungsgebiet ebenso belegt wie für die Auen der Schweiz (MOOR 1958, HELLER 1962). Zum Oberlauf nimmt die Zahl an Adventiven kontinuierlich ab. Die letzten ungestörten bzw. schwach gestörten Wildflußlandschaften in den Nordalpen wie der obere Lech (MÜLLER 1988, MÜLLER & BÜRGER 1990) sind bislang frei von Agriophyten.

Ökologische Untersuchungen an der letzten großen alpinen Wildflußlandschaft in den Südalpen, dem Tagliamento, machen darüber hinaus deutlich, daß heute auch intakte Umlagerungsstrecken von adventiven Arten erobert werden und ein deutliches Gefälle in der Häufigkeit von Neophyten im Flußverlauf besteht (LIPPERT & al. 1995).

Der Tagliamento im Friaul entspringt in den Venezianischen Alpen und weist auf über 100 km noch

ein natürliches Gewässerregime auf. Der alpine Oberlauf (Forni di Sotto 750 m NN) ohne größere Siedlungen ist weitgehend frei von Hemerochoren. Nur einmal konnte im *Chondriletum Conyza canadensis* beobachtet werden.

Bereits bei Tolmezzo (Oberlauf 300 m NN) treten eine Reihe von Hemerochoren auf, die aufgrund der Häufigkeit und Dominanz in der Auenvegetation als agriophytisch angesehen werden können: *Populus canadensis*, *Robinia pseudoacacia* und *Impatiens parviflora* im *Alnetum incanae*, *Eriogon annuus* und *Solidago gigantea* im *Calamagrostietum pseudophragmitis* und im *Salicetum elaeagni*.

Im Mittellauf und Unterlauf (außerhalb der Alpen), wo der Tagliamento eine bis zu 2 km breite Umlagerungsstrecke bildet, werden dann ganze Auengesellschaften von Neophyten aufgebaut. So ersetzt das *Amorpha fruticosa*-*Populus canadensis* Gebüsch das Weiden-Grauerlengebüsch vollständig. Hier ist *Buddleja davidii* fest eingebürgert.

Auf den regelmäßig überschütteten Kies- und Sandbänken treten viele Neubürger auf wie z. B. *Oenothera div. spec.*, *Xanthium div. spec.*, *Bidens frondosa*, *Lepidium virginicum*, *Digitaria ischaemum*, *D. sanguinalis*, *Eragrostis frankii*, *E. pectinacea*, *Panicum gattingeri*, *Brassica nigra* u. a. (MELZER & BREGANT 1989).

Als Gründe für die Zunahme der Agriophyten vom Ober- zum Unterlauf der Alpenflüsse sind zu nennen:

- Klimatische Gründe: Eine Reihe von Adventiven stammen aus wärmeren Regionen. Generell bevorzugen darum Agriophyten in Mitteleuropa die tieferen Lagen, während sie hingegen im Hügel- und Bergland seltener sind (LOHMEYER & SUKOPP 1992).
- Ausbreitungszentren: Im Unterlauf der Alpenflüsse konzentrieren sich die größeren Siedlungen, die als Ausbreitungszentren für Adventive gelten.
- Anthropogene Störungen: Die wasserbaulichen Eingriffe nehmen vom Ober- zum Unterlauf an Intensität zu. Die damit verbundene Störung der Flußdynamik führte zu einer Veränderung der Auengesellschaften und ermöglicht das Eindringen von neuen Arten. Außerdem ist anzunehmen, daß die intensive landwirtschaftliche Nutzung (z. B. Ackerbau) des weiteren Talraumes und die Eutrophierung der Gewässer das verstärkte Eindringen von Hemerochoren in die natürliche Vegetation zur Folge hat.

7. Zusammenfassende Darstellung der Veränderungen von Flora und Vegetation unter dem Einfluß des Menschen

Nach den Auswirkungen auf Flora und Vegetation lassen sich die menschlichen Eingriffe auf alpine Flußökosysteme generell in drei Gruppen untergliedern:

- Landschaftsveränderungen im Einzugsgebiet
- Flußregulierungen
- Staustufenbau

Überlagert werden diese Eingriffe durch einen zunehmend stärkeren Nährstoffeintrag in die Flußsysteme, der mit der Siedlungsentwicklung im Alpenraum und dem Vorland verbunden ist.

7.1 Landschaftsveränderungen im Einzugsgebiet

Über die Auswirkungen der mittelalterlichen Rodungen im Gebirge und der zunehmenden Besiedlung des Alpenraumes auf Flora und Vegetation der Alpenflüsse liegen keine Daten vor. Jedoch ist anzunehmen, daß mit der verstärkten Ablagerung von feineren Sedimenten in den Unterläufen auch Veränderungen in Flora und Vegetation verbunden waren. Im Überschwemmungsbereich breiteten sich dadurch Überflutungsgesellschaften wie die Barabarakraut-Gesellschaft und das Flußbröhricht aus. Im flußferneren Bereich wurden mit der Ausbildung von Auenlehmdecken Grauerlen-, Silberweiden- und Eschen-Ulmenwälder begünstigt. Vermutlich fand auch seit dem Mittelalter verstärkt die Einwanderung von Acker- und Ruderalarten, insbesondere von Archäophyten, in die Auen statt.

7.2 Flußregulierungen

Ende des letzten und zu Beginn dieses Jahrhunderts wurden umfangreiche Flußregulierungen durchgeführt. Ihre Auswirkungen auf die Auenvegetation sind am Lech (DALHOF & HÄCKER 1992, MÜLLER 1991b, MÜLLER & al. 1992, SCHAUER 1984b, VETTER 1992) und an der Isar (JERZ & al. 1986, SEIBERT 1962) ausführlich dokumentiert worden.

Die Flußbettstreckung hat eine drastische Verringerung der Bereiche zur Folge, die von Umlagerungsprozessen geprägt sind und die periodisch überschwemmt oder vom Druckwasser versorgt werden (vgl. Abb. 6 und 7). Die Vegetation der Rohbodenstandorte und der Altwasser nimmt dadurch stark ab. Pioniergesellschaften treten nur noch in Restbeständen auf den Kiesbänken innerhalb des regulierten Gerinnes auf. Außerhalb des eingedeichten Flusses läuft die Auensukzession zum Wald ungehindert weiter. In Abhängigkeit vom Substrat kann man zwischen zwei Sukzessionsreihen unterscheiden:

- a) auf Alluvionen mit hohem Anteil von Geröll (Isar und Lech) entwickeln sich auf den Standorten der ehemaligen Knorpelsalatflur verschiedene Trockenwälder wie Schneeheide-Kiefernwald und Pfeifengras-Kiefernwald (BRESINSKY 1958, DAHLHOF & HÄCKER 1992, MÜLLER 1991b). Im Alpenvorland und im wärmeren inneralpinen Inntal verläuft die Sukzession über das trockenheitsresistente Sanddorngebüsch (GÖTTLING 1968). Durch die frühere Beweidung in Flußauen wurden die sekundären Brennen häufig offen gehalten, so daß sich Halbtrockenrasen-Gesellschaften entwickelten.
- b) auf Alluvionen mit höherem Sandanteil verläuft die Auensukzession rascher, da das Wasser nicht zum Mangelfaktor wird. Uferreitgras-Gesellschaft und Weiden-Tamarisken-Gebüsch wer-

den über das Purpurweiden-Gebüsch und den Grauerlenauwald vom Eschen-Ulmenauwald abgelöst.

Heute werden die ehemaligen Umlagerungsstrecken im wesentlichen von Grauerlenwäldern eingenommen. Ihr überproportional hoher Flächenanteil ist zurückzuführen auf:

- die einseitige Sedimentation von Sanden in den flußnahen Bereichen nach der Regulierung, die viele ehemalige Schotterflächen überdeckte (DALHOF & HÄCKER 1992, OW 1952).
- die Niederwaldnutzung der Auwälder, die die regenerationsfähige Erle begünstigte und so die Sukzession zum Eschen-Ulmenwald verhinderte (GÖTTLING 1968, SEIBERT 1966).

Allerdings handelt es sich bei den Grauerlenwäldern um degenerierte Ausbildungen, die allenfalls episodisch überflutet werden und bereits eine Reihe von Trockenheitszeigern in der Krautschicht aufweisen.

Stark vom Rückgang betroffen ist auch die Vegetation der Altwasser (vgl. z. B. GEPP 1986). Durch die Sohlenerosion senkt sich der Grundwasserspiegel ab, so daß ehemalige Flußrinnen trocken fallen oder nur noch zeitweise Wasser führen. Altwasser verlanden dadurch rasch und werden vom Grauerlenwald überwachsen.

Von den periodisch überschwemmten Auwäldern in den Unterläufen verzeichnen der Mandelweiden- und der Silberweidenauwald starke Flächenverluste. Häufig sind sie nur noch als schmaler Gehölzsaum den degenerierten Grauerlenwäldern vorgelagert (z. B. MÜLLER 1991b, SEIBERT 1962).

Im Bereich von Ausleitungsstrecken verschärft sich die Situation für die vom Grund- und Druckwasser abhängigen Auengesellschaften.

Grauerlen-, Eschen-Ulmen- und Kiefernwälder verzeichneten durch die Regulierung einen Flächenzuwachs. Veränderte Landnutzungsformen reduzierten sie jedoch im Laufe der Zeit beträchtlich. Durch die Regulierung konnten ehemals überschwemmungsgefährdete oder grundwassernahe Standorte intensiver genutzt werden. In den Unterläufen wurde so die Flächennutzung in den fossilen Auen intensiviert. Halbtrockenrasen und Streuwiesen wurden in Intensivgrünland und schließlich in Ackerflächen umgewandelt. Siedlungsflächen dehnten sich in ehemalige Auenstandorte aus.

Zusammenfassend betrachtet führen Regulierungsmaßnahmen vor allem zu quantitativen Veränderungen bei flußtypischen Pflanzengesellschaften. Dabei sind im besonderen die Pioniervegetation und die Vegetation der Altwasser vom Rückgang betroffen. Demgegenüber nehmen Gesellschaften der fossilen Aue zu. Dies belegen auch Untersuchungen von anderen Alpenflüssen (BRAVARD & al. 1986, PAUTOU & al. 1991, PAUTOU & BRAVARD 1982, ROUX & al. 1989).

7.2 Staustufenbau

Seit der Mitte dieses Jahrhunderts entstanden vor allem im Mittel- und Unterlauf der Alpenflüsse zahlreiche Staustufen, die zu tiefgreifenden Verän-

derungen der Flußdynamik führten. Neben quantitativen Verschiebungen in der Auenvegetation wirken sie sich vor allem stark auf die Artenkombination aus.

Im Bereich der Staustufen ging der Flußcharakter verloren. In der amphibischen Zone herrschen Verlandungsgesellschaften eutraphenter Stillgewässer wie Wasserpflanzengesellschaften aus der Klasse *Potamogetea* sowie Schilfröhricht und Rohrkolbenbestände vor. Auwälder fehlen in der Regel. Eine Sonderstellung nehmen die Innstauseen ein, die bedingt durch die hohe Schwebstofffracht des Flusses bereits 20 Jahre nach dem Staustufenbau vollständig verlandet waren. Innerhalb der Stauseen hat sich dort sekundär ein Gleichgewicht zwischen Erosion und Sedimentation eingespielt. Silberweiden- und Grauerlenauwälder sowie Überflutungsgesellschaften konnten dadurch wieder entstehen. Gegenüber dem ursprünglichen Zustand treten aufgrund der einseitigen Sedimentation von feineren Feststoffen jedoch nur eutraphente Gesellschaften wie *Phragmitetum*, *Phalaridetum* und Großseggenrieder etc. auf. Die charakteristischen Gesellschaften der ehemaligen Umlagerungsstrecken wie die Knorpelsalat-Gesellschaft, die Uferreitgras-Gesellschaft, die Zwergrohrkolben-Gesellschaft und das Weiden-Tamarisken-Gebüsch fehlen (vgl. CONRAD-BRAUNER 1990).

Auswirkungen von Staustufen auf nachfolgende Fließstrecken sind an den nordalpinen Flüssen vor allem am Lech (MÜLLER 1991b, MÜLLER & al. 1992, SCHAUER 1984 b, VETTER 1992), an der Isar (JERZ & al. 1986, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972, SPEER 1977) und an der Salzach (BUSHARD & al. 1990) untersucht worden.

An unregulierten Fließstrecken wird durch vorgelegte Staustufen eine Sohlenerosion und Flußbettfixierung eingeleitet. Regulierte Strecken tiefen sich unterhalb der Staustufen weiter ein. Durch Schwellbetrieb wird die Sohlenerosion vermutlich verstärkt. Eingriffe in die Abflußführung, wie Kappung der Hochwasserspitzen und Aufbesserung des Niederwasserstandes, schränken die Flußdynamik zusätzlich stark ein (vgl. Abb. 7). Erosions- und Akkumulationsprozesse, die zentrale Voraussetzung für die Pioniergesellschaften und viele ihrer Folgegesellschaften sind, laufen darum nicht mehr ab. Die stark abgeschwächte Flußdynamik ist nur noch nahe des Hauptgerinnes wirksam.

Pioniergesellschaften werden im gerinnenahen Bereich von Überflutungsgesellschaften ersetzt (MÜLLER & al. 1992). Im Flußverlauf konnten so die Barbarakraut-Gesellschaft, das Flußröhricht und andere nitrophile Gesellschaften bis in die Oberläufe vordringen. Typische Arten der Wildflußlandschaften sind auch in den unregulierten Abschnitten stark zurückgegangen (z. B. *Calamagrostis pseudophragmites*, *Erigeron acris subsp. angulosus*) oder ausgestorben (*Chondrilla chondrilloides*, *Myricaria germanica*, *Typha minima*). Demgegenüber haben sich konkurrenzstarke Neophyten ausgebreitet und zum Teil eigene Gesellschaften aufgebaut (*Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea*).

Untersuchungen auf Kiesbänken an unterschiedlich stark beeinflussten Fließstrecken am Lech zeigen, daß für die spezifische Vegetation der Roh-

bodenstandorte die Morphodynamik der zentrale Standortfaktor ist (MÜLLER & al. 1992). Ist die Morphodynamik durch Staustufen abgeschwächt, breiten sich Gesellschaften der Überflutungsvegetation aus. Es ist anzunehmen, daß mit dem Verlust der Morphodynamik auch ein besseres Nährstoffangebot in den Alluvionen verbunden ist. Inwieweit dies die Arten der Überflutungsvegetation begünstigt, soll bei zukünftigen pflanzen- und nährstoffökologischen Untersuchungen geklärt werden.

Im flußferneren Bereich verläuft die Auensukzession ungehindert zu reiferen Auwaldgesellschaften weiter. Grauerlenauwälder und Eschen-Ulmwälder nehmen daher flächenmäßig zu.

Mit dem Verlust der Flußdynamik ist auch ein starker Rückgang in der Altwasservegetation verbunden. Aufgrund der veränderten Gewässerökologie können auch in unregulierten Abschnitten die typischen oligotraphenten Gesellschaften der ehemaligen Wildflußlandschaft wie *Caricetum davaliana*, *Primula-Schoenetum* und *Astero bellidiastro-Saxifragetum* nicht mehr entstehen. Bestehende Altwasser werden von Großseggen-Gesellschaften und Schilfröhricht beherrscht und verlanden unter der reduzierten Flußdynamik rasch.

Zusammenfassend betrachtet wird deutlich, daß der Staustufenbau erhebliche ökologische Auswirkungen auf verbliebene Fließstrecken hat. Die zentrale Eigenschaft des alpinen Flußökosystems, die hohe Morpho- und Abflußdynamik, geht dadurch verloren. Neben den quantitativen Verschiebungen der Auenvegetation sind vor allem die qualitativen Veränderungen von besonderer Tragweite. Die an die spezifischen Verhältnisse von alpinen Flußökosystemen angepaßten Arten und Biozönosen sterben aus. Häufige Gesellschaften der mitteleuropäischen Fließgewässer und vom Menschen geprägte Gesellschaften (Ruderalgesellschaften) mit euryöken Arten nehmen zu. Dieselbe Entwicklung ist für die Kiesbankfauna, Wassermollusken und die Fischfauna sowie das Makrozoobenthos von den Nordalpenflüssen belegt (FOECKLER & al. 1991, MAUCH 1984, PLACHTER 1986, REICH 1991, SIEMENS 1989, WALDERT 1991).

Auch an anderen Flüssen in Mitteleuropa, so z. B. am Oberrhein (HÜGIN & HENRICHFREISE 1992), sind starke Veränderungen in der Auenvegetation infolge des Baus von Staustufen nachgewiesen worden. Damit wird deutlich, daß der natürlichen Dynamik eine Schlüsselrolle in Flußökosystemen zukommt.

8. Naturschutz

Alpine Flußauen nehmen im Naturhaushalt in verschiedener Hinsicht eine Sonderstellung ein:

- a) Sie kompensieren unter natürlichen Verhältnissen die Hochwasserabflüsse. Erst durch die Regulierung der Alpenflüsse und die Reduzierung der rezenten Auen häufen sich im Alpenvorland die Hochwasserereignisse.
- b) In ihren Talräumen verlaufen mächtige Grundwasserströme. Aufgrund der hohen Niederschläge im Alpenraum zählen sie zu den nachhaltigsten und größten Trinkwasservorkommen

in Europa. Akute Probleme bei der Gewinnung von sauberem Trinkwasser entstanden erst durch den Ausbau der Alpenflüsse und der damit verbundenen Intensivierung der Landnutzung in den Auen.

- c) Sie besitzen unter natürlichen Bedingungen eine hohe biologische Produktivität, wodurch eine rasche Regeneration bei Verschmutzungen gegeben ist. Die rasche „natürliche Selbstreinigung“ verdanken sie ihrer Feststoff- und Abflußdynamik, sowie der niedrigen Wassertemperatur.
- d) Als besonders artenreiche und vielfältig strukturierte Ökosysteme sind sie aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes aus folgenden Gründen besonders schützenswert:
 - Sie weisen eine Reihe stenöker Organismen und Biozönosen auf, die eng an die ökologischen Verhältnisse angepaßt sind und bei Biotopverlust keinen Ersatzlebensraum annehmen. Für die Erhaltung zahlreicher Pflanzen- und Tierarten kommt ihnen europaweit und z. T. auch global besondere Bedeutung zu (vgl. z. B. MÜLLER 1991c, REICH 1990).
 - Als zentrale Korridore für Pflanzen- und Tierwanderungen werden sie unter den sich abzeichnenden Klimaveränderungen auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Inwieweit sie die Aufgabe als Ausweichkorridore bei sich rasch verändernden Umweltbedingungen übernehmen können, wird sehr stark von der Funktion ihrer natürlichen Dynamik abhängen.
- e) Innerhalb Europa zählen die letzten intakten Wildflußlandschaften zusammen mit einigen hochalpinen Landschaften zu den letzten Gebieten, in denen die natürliche Dynamik in Ökosystemen abläuft. Sie sind damit zentrale Untersuchungsobjekte der Naturschutz- und Ökosystemforschung (MÜLLER 1990c, PLACH-

TER 1993). An ihnen können viele Erkenntnisse zur ursprünglichen Dynamik und Struktur unserer europäischen Auen gewonnen werden. Aktuelle Fragen des Arten- und Biotopschutzes sowie zur Funktion von natürlichen Ökosystemen können an ihnen untersucht werden wie z. B.:

- Wie laufen Wiederbesiedlungsvorgänge nach natürlichen Katastrophen ab?
- Wie werden natürliche Aussterbevorgänge im Vergleich zu anthropogen bedingten kompensiert?
- Welche Rolle spielt die Dynamik in Ökosystemen und kann sie evt. durch Managementmaßnahmen ersetzt werden?
- Wie groß müssen Schutzgebiete sein, damit sie in ihrer Eigenart erhalten bleiben - welche Rolle spielen in diesem Zusammenhang adventive Arten?

8.1 Zur aktuellen Bestandssituation und Gefährdung der Auenvegetation

Nach einer ersten Inventarisierung der Alpenflüsse gibt es im gesamten Alpenraum keinen größeren Fluß, der auf seiner gesamten Länge unverbaut ist. Naturnahe Flußabschnitte, das heißt Fließstrecken oberhalb von Staustufen und mit Gewässergüte I finden sich nur noch vereinzelt im alpinen Einzugsgebiet (MARTINET & DUBOST 1992). Die letzte große und mehr als 100 km lange alpine Umlagerungsstrecke liegt am Tagliamento (Italien) in den Südalpen.

Im Nordalpenraum ist der Lech in Tirol der letzte Fluß mit Abschnitten, in denen die Flußdynamik natürlich abläuft (vgl. Abb. 5). Hier findet sich das gesamte Spektrum der Auenvegetation eines geröllreichen Oberlaufes.

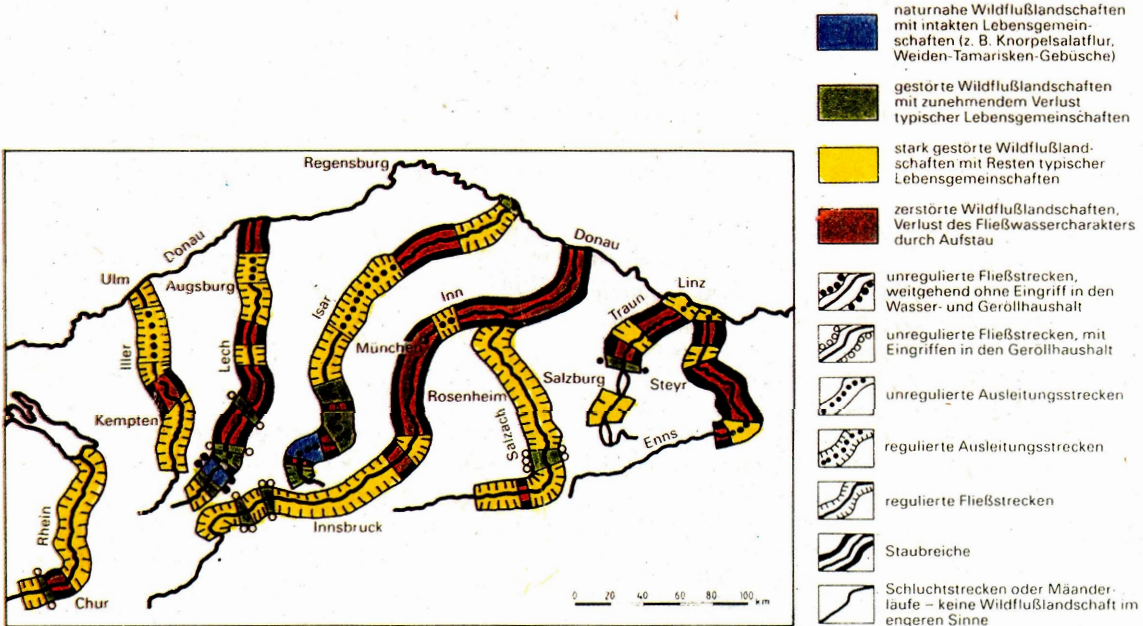


Abbildung 13

Natürlichkeitsgrad der nordalpinen Wildflußlandschaften dargestellt an der Bestandssituation der Pionierv egetation (aus MÜLLER 1991a)

Nach einer Übersicht der Kiesbankvegetation im Nordalpenraum (MÜLLER 1991a) beschränken sich die letzten Vorkommen der typischen Pioniervegetation auf kurze Abschnitte im Oberlauf von Lech und Isar (vgl. Abb. 13). Die obere Isar verfügt trotz einer Wasserausleitung bei Krün noch über bemerkenswerte Abschnitte mit typischer Pioniervvegetation. Das ist darauf zurückzuführen, daß im Frühsommer zur Zeit der Hochwässer ein natürlicher Feststoffabfluß gegeben ist. Durch die fast vollständige Ausleitung des Wassers in der übrigen Zeit des Jahres sind jedoch die grundwasserabhängigen Pioniergesellschaften unterrepräsentiert.

An allen übrigen Flußstrecken im Nordalpenraum ist die Kiesbankvegetation durch Staustufen und Flußregulierungen mehr oder weniger stark gestört. Vor allem die wasserreichen Flüsse Lech und Inn wurden konsequent zur energiewirtschaftlichen Nutzung ausgebaut. Unterhalb von Staustufen ist zunehmend der Rückgang der Pioniervvegetation und die Ausbreitung von Überflutungsgesellschaften zu beobachten.

Der flächenmäßige Rückgang der Auwälder in Bayern ist für einen Großteil der Alpenflüsse untersucht. Naturnahe und bedingt naturnahe Auwälder (näheres vgl. EDER & MAYER 1990) umfassen heute nur noch ca 25 % der ehemaligen Überschwemmungsflächen (Tab. 8). Die im Rahmen der „Ökologischen Zustandserfassung der bayerischen Flußauen“ erhobenen Daten vermitteln einen guten Überblick zu den Folgeeingriffen der Flußbaumaßnahmen sowie Intensivierung der Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Ausdehnung der Bebauung.

Tabelle 8

Prozentualer Anteil naturnäherer Auwälder im ehemaligen Überschwemmungsbereich an den Nordalpenflüssen in Bayern (nach BIRKEL 1988, BIRKEL & al. 1991 a und b, EDER & MAYER 1984, 1985).

	Naturnahe Wälder incl. Brennen	Bedingt naturnahe Wälder	Total
Untere Iller Aitrach bis Mündung	1	16	17
Unterer Lech Landsberg bis Mündung	8	18	26
Mitt. u. unt. Isar Bad Tölz bis Mündung	15	12	27
Mitt. u. unt. Inn Kiefersfelden bis Passau	3	12	15
Mitt. u. unt. Salzach Freilassing bis Mündung	4	18	22

Nach der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Bayerns sind alle Pflanzengesellschaften, die nur in Flußtälern vorkommen, wie die der Pioniervegetation und der periodisch überschwemmten Auwälder, in eine besonders hohe Gefährdungskategorie eingestuft (vgl. Tab. 2). In der Verlandungsvegetation der Altwässer sind vor allem oligotrophente Gesellschaften gefährdet. Hervorzuheben ist auch der hohe Gefährdungsgrad der Gesellschaften der fossilen Auen wie Halbtrockenrasen und Streuwiesen, die auch außerhalb von Auen stark im Rückgang sind.

8.2 Empfehlungen für den Naturschutz

Wie vorliegende Untersuchung zeigt kommt alpinen Wildflußlandschaften für die Erhaltung einer Reihe von stenöken Pflanzenarten und -gesellschaften innerhalb Mitteleuropas besondere Bedeutung zu. Bedingt durch die menschlichen Eingriffe hat ein starker Wandel in Flora und Vegetation stattgefunden. Eine Reihe von typischen Arten und Gesellschaften sind darum, ebenso wie die mit ihr vergesellschaftete Fauna, an den meisten Flußabschnitten im Nordalpenraum ausgestorben oder stehen kurz vor der Ausrottung. Aufgrund von Untersuchungen zum Ausbaugrad der Gewässer im gesamten Alpenraum (MARTINET & DUBOST 1992) ist davon auszugehen, daß vorliegende Ergebnisse repräsentativ für den gesamten Alpenraum sind.

Ein vorrangiges Ziel des Naturschutzes muß es darum sein, für die Alpenflüsse möglichst rasch Schutz- und Entwicklungskonzepte auf internationaler Ebene vorzubereiten und umzusetzen (vgl. auch CIPRA 1992, GERKEN 1988).

8.2.1 Zustandserfassung der Flußauen

Als Grundlage für Schutz- und Entwicklungskonzepte ist nach einer einheitlichen Methode eine Inventarisierung und Bewertung der Alpenflüsse durchzuführen. Die Bestandserfassung sollte dabei gleichrangig abiotische und biotische Komponenten berücksichtigen, wie dies beispielsweise für die Nordalpenflüsse in einer Übersicht (vgl. MÜLLER 1991a) und für den Lech detailliert erarbeitet wurde (MÜLLER & al. 1992).

Im Rahmen der Inventarisierung sind folgende Parameter zu erheben:

- Abfluß- und Feststoffhaushalt (Flußdynamik)

Abfluß- und Feststoffhaushalt stehen in enger Wechselbeziehung zueinander. Der natürlichen Flußdynamik kommt für die Funktion des Systems Wildflußlandschaft die zentrale Bedeutung zu. Bereits eine Staustufe verändert den gesamten Feststoffhaushalt der nachfolgenden Fließstrecken. Das Kontinuum des Fließgewässers ist unterbrochen. Eingriffe in den Abflußhaushalt wie Wasserausleitungen oder Schwellbetrieb führen zu tiefgreifenden Veränderungen in den Auenbionosen.

Bei den Erhebungen zur Flußdynamik sind auch die Einzugsgebiete als wesentliche Feststoffquellen (z. B. SCHEUERMANN & KARL 1990, MÜLLER & al. 1992) einzubeziehen.

- Flußmorphologie

Die Flußmorphologie wird von der geomorphologischen Gegebenheit des Talraumes und der Flußdynamik geprägt. In ihr kommen darum direkte (Flußverbauungen) und indirekte Eingriffe (z. B. Feststoffrückhalt) zum Ausdruck.

- Gewässergüte

Da ein wesentliches Merkmal der Biotope der Alpenflüsse die Nährstoffarmut ist, können sich Gewässerverschmutzungen stark auf die Struktur der Auenlebensräume auswirken.

- Flächennutzungen im Bereich der Flußauen und dem Einzugsgebiet

Die Flächennutzung im Einzugsgebiet bestimmt im wesentlichen inwieweit bei Niederschlagsereignissen Sedimente und Nährstoffe über die Vorfluter ins Flußsystem gelangen. Sie ist darum ein wichtiger Faktor, der sich auf den Feststoffhaushalt und die Gewässergüte auswirkt. Die Flächennutzung im Talraum beeinflusst darüber hinaus die Struktur der Auenbiozöosen. Beispielsweise begünstigen Siedlungen als bevorzugte Orte der Einbürgerung neuer Arten das Eindringen von Neophyten in die Auenvegetation.

- Auenbiozöosen

Größe und Struktur von Biozöosen sind wesentliche Parameter für die naturschutzfachliche Beurteilung von Gebieten. Für Flußauen als bandartige Landschaftsstrukturen ist darüber hinaus vor allem auch die Kontinuität von gleichen und verwandten Biozöosen im Flußverlauf für die Funktion von Ausbreitung- und Wiederbesiedelungsvorgängen von Bedeutung.

Da die Pioniervegetation der Rohbodenstandorte besonders rasch auf Eingriffe ins Flußsystem reagiert und im Zuge der Auensukzession die Entwicklung der Folgegesellschaften bestimmt, kann sie als Bioindikator für die Funktion des Systems Wildfluß herangezogen werden. Dasselbe gilt für die Kiesbankfauna (PLACHTER 1986, REICH 1991).

Bei der Erhebung der Auenbiozöosen ist darum den Organismen und Biozöosen der Rohbodenstandorte besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Gebiete, bei denen vordringlich Schutz- und Entwicklungskonzepte eingeleitet werden sollen, können über eine Erhebung der Kiesbankbiozöosen rasch erfaßt werden.

Da in der Aue auch wichtige Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Habitaten bestehen (vgl. z. B. REICHHOLF 1989) ist eine Erfassung der gesamten Auen notwendig. Auch in gestörten Flußabschnitten können in der fossilen Aue bedeutende Habitate vorkommen, die häufig als Reliktstandorte von hohem Wert für den Arten- und Biotopschutz sind.

Die Bewertung der Schutzwürdigkeit der Auen sollte nach einfachen und nachvollziehbaren Parametern erfolgen.

8.2.2 Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen

Auf Grundlage der hier vorliegenden Untersuchung können für die Nordalpenflüsse erste Empfehlungen für Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen gegeben werden.

Oberstes Ziel des Naturschutzes ist die Sicherung der letzten intakten oder schwach gestörten Wildflußstrecken am oberen Lech und an der oberen Isar. Insbesondere für die Erhaltung der typischen Pioniervegetation und -fauna kommt diesen beiden Gebieten zentrale Bedeutung zu. Untersuchungen von Indikatorarten wie dem Zwergrohrkolben (MÜLLER 1991c) und der Gefleckten Schnarrschrecke (REICH 1990) zeigen, daß ein rein statischer Schutz nicht ausreicht, um das gesamte derzeitige Artenspektrum langfristig zu

sichern. Vielmehr müssen möglichst rasch Entwicklungsmaßnahmen in beiden Gebieten durchgeführt werden.

Am oberen Lech bedeutet das den Rückbau von Geröllsperrern im Einzugsgebiet und von Quer- und Längsverbauungen im Haupttal, sofern sie nicht dem direkten Schutz von Siedlungen dienen (näheres vgl. MÜLLER & al. 1992).

An der oberen Isar erfordern Renaturierungsmaßnahmen größere Rückbauten. Im Oberlauf stehen drei Staustufen zur Disposition. Dann allerdings besteht die einmalige Chance, im Nordalpenraum den Ober- und Mittellauf eines Flusses (und mit ihm das bekannte Gebiet der Pupplinger Au) wieder vollständig zu reaktivieren. Inwieweit eine Renaturierung von Erfolg ist, wird wesentlich davon abhängen, wie rasch entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden und wie groß das Potential im Oberlauf für eine Besiedelung dann noch ist. Die erst in jüngster Zeit begonnene Zuleitung einer Restwassermenge in der Ausleitungsstrecke bei Krün ist als Verschlechterung für die typische Kiesbankvegetation und -fauna zu bewerten, da sie zur Eutrophierung führt und Überflutungsgesellschaften begünstigt (vgl. auch REICH 1990).

Für die übrigen Fließstrecken der Nordalpen, in denen die Auenvegetation durch vorgelagerte Staustufen und Flußregulierungen bereits mehr oder weniger stark gestört ist, erweisen sich Renaturierungsmaßnahmen wesentlich schwieriger. Hier haben sie nur Aussicht auf Erfolg, wenn die wesentlichen Faktoren des Flußökosystems wieder hergestellt werden. Mittelfristig sollte darum allen Fließstrecken wieder Geröll zugeführt werden und der Abflußhaushalt den ursprünglichen Verhältnissen angepaßt werden.

Auch kurzfristig lassen sich Maßnahmen durchführen, die zumindest das Aussterben vieler Arten solange verhindern könnten, bis umfassendere Maßnahmen an den Alpenflüssen zum Tragen kommen. Als Beispiele seien genannt:

- Durch den Rückbau von Längs- und Querbauwerken kann wenigstens ein Mindestmaß an Dynamik ermöglicht werden.
- Durch Sohlrampen kann die Flußsohle stabilisiert und der Grundwasserspiegel erhöht werden.
- In ausgedeichten Auen kann durch eine Bewässerung alter Flutrinnen die Situation für Naßwälder und Altwässer verbessert werden.
- Durch eine niederwaldartige Nutzung der Grauerlenwälder kann die Flußdynamik begrenzt simuliert werden.
- Durch Pflegeeingriffe können viele Arten der Flußschotterhaiden erhalten werden. Durch das Schaffen von Rohbodenstandorten und Magerrasen kann ihre Situation verbessert und ihr Lebensraum vergrößert werden.

Darüber hinaus sind aber auch Maßnahmen notwendig, die darauf abzielen, die Kontinuität des Lebensraums Aue entlang des gesamten Flusses wiederherzustellen und die häufig isolierten Auengebiete wieder zu verbinden. Schwierig wird sich die Verknüpfung von Auenlebensräumen vor allem in den Bereichen gestalten, wo durch Flußstauseen die Durchgängigkeit des Lebensraumes unterbro-

chen ist. Zumindest sollten Biotophilskonzepte zur Umsetzung kommen, die die bestehenden Resthabitate wieder verknüpfen und die fehlende Flußdynamik durch Pflegeeingriffe simulieren.

Zwangsläufig ergeben sich bei den Entwicklungsplanungen Konflikte mit der energiewirtschaftlichen Nutzung. Häufig wird durch die Erschließung der ehemaligen Auen ein vollständiger Rückbau an Grenzen stoßen. Daß eine Regeneration jedoch grundsätzlich möglich ist, zeigen Beispiele aus der USA, wo seit einigen Jahren Dämme und Staustufen an Flüssen wieder zurückgebaut werden (PALMER 1986).

Um einen weiteren Rückgang der auentypischen Arten und Biozönosen zu verhindern, muß der Naturschutz zu neuen Konzepten kommen, bei denen vor allem die natürliche Dynamik dieses Ökosystems mehr Berücksichtigung findet. Die Sicherung des gesamten Spektrums der wildflußtypischen Flora und Vegetation wird sich angesichts der derzeitigen Situation schwierig gestalten. Wesentlich wird der Erfolg von Rückbaumaßnahmen davon abhängig sein, wie rasch umfassende Konzepte von den Einzugs- bis zu den Mündungsgebieten der Alpenflüsse umgesetzt werden.

9. Zusammenfassung

Flüsse und ihre Auenlebensräume zählen heute in Europa zu den am stärksten veränderten Landschaftsräumen. Ebenso wie die großen Auen der Mittelgebirgsflüsse hat der Mensch die Auen der Alpenflüsse - die alpinen Wildflußlandschaften - durch verschiedene Eingriffe beeinflusst. Im Gegensatz zu den Mittelgebirgsflüssen existieren an den Alpenflüssen noch einige naturnahe Fließstrecken. Mit einigen Gebieten im Hochgebirge und an der Küste zählen sie zu den wenigen vom Menschen nur schwach beeinflussten Ökosystemen, die in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft erhalten geblieben sind.

Alpine Flußauen eignen sich darum im besonderen Maße, um aktuelle Fragestellungen zur Funktion von natürlichen Ökosystemen zu untersuchen. Durch die Möglichkeit des Vergleichs von naturnahen und gestörten Auen bieten sie günstige Voraussetzungen zur Darstellung der Landschaftsveränderungen unter dem Einfluß des Menschen.

Vor diesem Hintergrund wird in vorliegender Arbeit anhand der nordalpinen Wildflußlandschaften die Struktur und Dynamik der natürlichen Auenvegetation untersucht. Die Veränderungen infolge der wasserbaulichen Eingriffe der letzten 100 Jahre werden aufgezeigt.

Das Untersuchungsgebiet umfaßt die großen Nordalpenflüsse Iller, Lech, Isar, Inn und Salzach. Grundlagen der Untersuchung sind verschiedene historische und aktuelle Arbeiten zur Flora und Vegetation sowie eigene Erhebungen.

Alpine Wildflußlandschaften weisen eine hohe Morpho- und Ablußdynamik auf. Sie bedingt unter natürlichen Verhältnissen, daß der Fluß ständig seinen Lauf verlagert. Dadurch wird die pflanzliche Sukzession und Bodenentwicklung im Umlagerungsbereich immer wieder unterbrochen und in ein jüngerer Stadium zurückversetzt. Ein weite-

res wichtiges Merkmal gegenüber den Tieflandauen ist die Nährstoffarmut der Alluvionen.

Bereits seit dem Jungholozän beeinflusste der Mensch die Struktur und Dynamik der Auen durch Rodungen und Ackerbau im Einzugsgebiet. Zu tiefgreifenden Veränderungen kam es allerdings erst durch die wasserbaulichen Maßnahmen der letzten 100 Jahre. Flußregulierungen und später der Bau von Staustufen haben die natürliche Flußdynamik stark eingeschränkt bzw. zerstört. Die Folge sind starke Veränderungen in der flußtypischen Vegetation.

Typisch für alpine Wildflußlandschaften sind ausgedehnte vegetationsfreie und schwach bewachsene Kiesbänke, die immer wieder verändert und regelmäßig überschwemmt und überschüttet werden. Hier wachsen eine Reihe von Pioniergesellschaften, die nur in diesem Lebensraum vorkommen. Von den Nordalpenflüssen sind bekannt: *Chondriletum chondrilloidis*, *Calamagrostietum pseudophragmitis*, *Equiseto-Typhetum minima*, *Salici-Myricarietum*, *Salicetum elaeagni*, *Salici-Hippophaetum rhamnoidis* und *Juncetum alpini*.

Durch Flußregulierungen wurde die Umlagerung von Kiesbänken stark eingeschränkt, durch den Bau von Staustufen wurde sie ganz unterbunden. Dadurch sind die Pioniergesellschaften stark zurückgegangen. Demgegenüber haben sich auf den verbliebenen Kiesbänken Überflutungsgesellschaften ausgebreitet, die für die Tieflandauen typisch sind und ehemals an den Nordalpenflüssen nur im Unterlauf vorkamen. Folgende Gesellschaften reichen heute im Untersuchungsgebiet bis in die Oberläufe:

Barbarea vulgaris-Gesellschaft, *Rorippo-Agrostietum prorepentis*, *Phalaridetum arundinaceae*, *Phalarido-Petasitetum hybridi*, *Dactylo-Festucetum arundinaceae*. Daneben haben sich im flußnahen Bereich verschiedene Ruderalgesellschaften einbürgern können wie das *Tanaceto-Arrhenatheretum* und verschiedene Neophyten-Gesellschaften (*Solidago gigantea*- und *Impatiens glandulifera*-Gesellschaft).

Starke Veränderungen haben auch in der Verlandungsvegetation der Altwasser stattgefunden. Neben einem flächenmäßigen Verlust durch Ausdeichung und Sohlenerosion ist vor allem der Rückgang oligothraphenter Gesellschaften durch den Verlust der Flußdynamik zu nennen (*Caricetum davallianae*, *Primulo-Schoenetum ferruginei*, *Bellidiastro-Saxifragetum mutatae*).

Periodisch überschwemmte Auwälder erfuhren durch den Flußausbau zeitweise eine starke Förderung. Im Zuge der Auensukzession eroberte vor allem das *Alnetum incanae* die Standorte, die vor den Flußbaumaßnahmen von der Umlagerung beherrscht wurden. Da jedoch regelmäßige Überschwemmungen heute fehlen, werden die Grauerlenwälder ebenso wie das *Salicetum albae* von reiferen Auwaldgesellschaften (*Quercu-Ulmetum*) ersetzt.

Nachdem durch die wasserbaulichen Eingriffe die Überschwemmungsgefahr gebannt war, haben Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Siedlungstätigkeit von vielen Auenstandorten Besitz ergriffen. Vor allem die Gesellschaften der fossilen Au wurden dadurch stark dezimiert. Als auffällige Erscheinung

der geröllreichen Flüsse Lech und Isar sind in diesem Zusammenhang die Schneeheide-Kiefernwälder (*Erico-Pinetum*) und die Flußschotterhaiden (*Mesobrometum*, *Cirsio-Molinietum*) zu nennen, die ehemals im Alpenvorland ihre größte Ausdehnung hatten.

Mit dem Wandel der Auenvegetation ist der Rückgang einer Reihe hoch spezialisierter Pflanzen verbunden, die eng an die extremen Standortverhältnisse in Wildflußlandschaften angepaßt sind. Neben Arten der alpinen Schuttvegetation (*Thlaspietea*) sind vor allem Wildflußspezialisten betroffen, die bei Biotopverlust keine Ersatzlebensräume annehmen. Standörtlich zählen sie alle zur Pioniervegetation der Rohbodenstandorte (*Chondrilla chondrilloides*, *Typha minima*, *Myricaria germanica*, *Aethionema saxatile*, *Erigeron acris subsp. angulosus*, *Calamagrostis pseudophragmites*).

Demgegenüber konnten eine Reihe von Archäophyten (insbesondere *Capsella bursa-pastoris*, *Dactylis glomerata*, *Melilotus alba*) und Neophyten (*Coryza canadensis*, *Impatiens parviflora*, *Solidago gigantea*) in die Auenvegetation eindringen, sich fest einbürgern (Agriophyten) und zum Teil eigene Gesellschaften aufbauen (*Arrhenatherum elatius*, *Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea*). Besonders reich an Agriophyten sind die Überflutungsvegetation (*Barbarea vulgaris*-Gesellschaft) und die ehemals periodisch überschwemmten Auwälder (*Alnetum incanae*).

Zusammenfassend wird deutlich, daß vor allem der Bau von Staustufen für die typische Flora und Vegetation der Nordalpenflüsse von besonderer Tragweite ist. Durch sie wird die zentrale Eigenschaft des alpinen Flußökosystems - die hohe Morpho- und Gewässerdynamik - zerstört. An die spezifischen Verhältnisse von alpinen Flußökosystemen angepaßte Arten und Biozönosen gehen dadurch auch an den verbliebenen Fließstrecken verloren. Häufige Gesellschaften der mitteleuropäischen Fließgewässer und vom Menschen geprägte Gesellschaften (Ruderalgesellschaften) mit euryöken Arten nehmen zu und dringen bis in die Oberläufe vor.

Aufgrund der Flußbaumaßnahmen der letzten 100 Jahre sind heute naturnahe Fließstrecken in den Nordalpen wie im gesamten Alpenraum nur noch in Restbeständen vorhanden. Viele ihrer typischen Arten und Gesellschaften sind darum akut vom Aussterben bedroht. Das belegen die Roten Listen für Fauna, Flora und Vegetation. Besonders vom Rückgang betroffen sind vegetationsfreie und mit Pioniervegetation bewachsene Kiesbänke. Durch den Bau von Staustufen sind in unterhalb davon liegenden Fließstrecken die Entstehungsvoraussetzungen für sie heute nicht mehr gegeben. Damit wurden auch die Voraussetzungen für die Entwicklung ihrer typischen Folgegesellschaften in der Auensukzession, wie periodisch und episodisch überschwemmter Auwälder sowie Trockenwälder und -rasen, in der fossilen Au zerstört.

Die letzten naturnahen Strecken an den Oberläufen von Lech und Isar sind darum von besonderer Bedeutung: Sie sind die einzigen Gebiete im Nordalpenraum, wo das typische Spektrum der Auenvegetation und der Fauna noch annähernd erhalten ist.

Oberstes Ziel des Naturschutzes muß deshalb der Schutz der letzten naturnahen Strecken an Lech und Isar sein. Will man ihr typisches Arten- und Biotopspektrum langfristig sichern, muß ihr Lebensraum wieder vergrößert werden, da bereits heute eine Reihe von Arten kritische Populationsgrößen aufweisen.

Um einen weiteren Rückgang auentypischer Lebensräume aufzufangen, ist es darüber hinaus zwingend notwendig, daß an den nordalpinen Flüssen Renaturierungsmaßnahmen eingeleitet werden. Sie haben nur Aussicht auf Erfolg, wenn die natürliche Flußdynamik wieder hergestellt wird. Rückbaumaßnahmen sind vor allem in den Bereichen lohnend, wo noch keine Staustufen die Flußdynamik entscheidend verändert haben und wo das typische Spektrum der Auenvegetation noch vorhanden ist.

Die Erhaltung des gesamten Spektrums der wildflußtypischen Flora und Vegetation wird sich angesichts der derzeitigen Situation im Nordalpenraum schwierig gestalten. Wesentlich wird der Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen davon abhängen, wie rasch an den Alpenflüssen umfassende Konzepte von den Einzugs- bis zu den Mündungsgebieten vorbereitet und umgesetzt werden.

Allgemein kann aus den Untersuchungen gefolgert werden, daß für die Funktion von Flußökosystemen der natürlichen Flußdynamik eine zentrale Rolle zukommt. Der Verlust dynamischer Prozesse ist hier ebenso wie in anderen Ökosystemen als eine der Hauptursachen für den Rückgang und das Aussterben von hoch spezialisierten Pflanzen- und Tierarten zu sehen.

Verdankungen:

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Herbert Sukopp (Berlin), der zahlreiche Hinweise gab und die Arbeit als Bestandteil einer Habilitationsschrift an der TU Berlin fortlaufend förderte. Darüberhinaus verdanke ich ihm wie folgenden Damen und Herren Ergänzungen und Kommentare zum Text:

Prof. Dr. Reinhard Bornkamm (Berlin), Prof. Dr. Andreas Bresinsky (Regensburg), Dr. Wolfgang Lippert (München), Dipl. Ing. Susanne Rossel (Wasserburg), Dr. Thomas Schauer (München), Dipl. Geogr. Gaby Vetter (Aachen) und Prof. Dr. Gerhard Vorndran (Augsburg).

Unpublizierte Daten und Vegetationsaufnahmen von den Nordalpenflüssen stellten freundlicherweise zur Verfügung: Dipl. Geogr. Ingrid Birkel (München), Prof. Dr. Andreas Bresinsky (Regensburg), Dipl. Biol. Manfred Fuchs (Laufen), Dr. Fritz Hiemeyer (Augsburg), Prof. Dr. H. Niklfeld (Wien), Dipl. Biol. W. Neuner (Innsbruck) und Dipl. Biol. Alfred Ringler (München).

Frau Dipl. Biol. Birgitt Kopp übernahm die mühevollen technische Verarbeitung der Vegetationsaufnahmen und des Textlayouts und Herr Stephan Janosi (Augsburg) übersetzte die Zusammenfassung ins Englische.

10. Summary

Changes of Flora and Vegetation of the Northern Alpine Braided Rivers under the Human Impact

Rivers and their floodplain habitats are amongst the landscapes that have undergone most serious changes in Europe. Just like the large floodplains of the low mountains man has influenced the floodplains of the alpine rivers - the braided rivers - by various measures. Unlike the low mountain rivers the alpine rivers have still retained some natural stretches. Together with some high alpine and littoral areas they count amongst the ecosystems not influenced by man that have remained in the land, cultivated by man in Central Europe.

Thus alpine floodplains are especially apt for investigations into the functions of natural ecosystem. By comparing natural and disturbed floodplains it is possible to demonstrate the changes brought about by human impact.

Against this background this paper evaluates structure and dynamics of floodplains of northern alpine rivers and shows the changes brought about by hydraulic engineering over the last hundred years.

The test area comprises the big northern alpine rivers Iller, Lech, Isar, Inn and Salzach. The work is based on different historical and present researches in the flora and vegetation as well as the author's own investigations.

Alpine rivers show great dynamics in morphology and run-off. This, under natural conditions, results in the river constantly changing its course. Plant succession and soil development are constantly disrupted and set back to a younger stage. Another important characteristic discerning them from the lowland floodplains is low nutrient load of the alluvial masses.

Early as the lower holocene man influenced structure and dynamics of the floodplains by clearings and agriculture in the catchment areas. However, more serious changes were only brought about by hydraulic engineering over the last hundred years. River regulations and later, the construction of barrages have strongly limited or even destroyed natural river dynamics. As consequence there have been considerable changes of the characteristic vegetation.

Typical elements of braided rivers are large gravel bars free of or scarcely covered by vegetation. These gravel bars are constantly and regularly inundated and covered by debris. They are the habitats of pioneer communities only to be found here. Communities known from the northern alpine rivers are: *Chondrillietum chondrilloides*, *Calamagrostietum pseudophragmitis*, *Equiseto-Typhetum minima*, *Salici-Myricarietum*, *Salicetum elaeagni*, *Salici-Hippophaetum rhamnoidis* and *Juncetum alpini*.

Gravel transport was strongly reduced by river regulations, it was completely stopped by construction of barrages which heavily decimated pioneer communities. In contrast the remaining gravel bars, settled by inundation communities which are typical for lowland river plains and could formerly only be found along the lower reaches of northern alpine rivers. The following communities can nowadays be found as far up as the upper reaches.

Barbarea vulgaris-community, *Rorippo-Agrostietum prorepentis*, *Phalaridetum arundinaceae*, *Phalarido-Petasitetum hybridi*, *Dactylo-Festucetum arundinaceae*. Along with them several ruderal communities have been able to settle near the rivers such as the *Tanaceto-Arrhenatheretum* and several neophyte communities. (*Solidago gigantea*- and *Impatiens glandulifera*-community).

Strong changes have also taken place in the silt-up areas of old river bends. On top of a loss of area due to dyke building and erosion there has above all been a reduction of oligotrophic communities due to the lack of ri-

ver dynamics (*Caricetum davallianae*, *Primulo-Schoenetum ferruginei*, *Bellidiasstro-Saxifragetum mutatae*).

Periodically inundated floodplain forests were at times supported by civil engineering works. It was above all the *Alnetum incanae* which in course of floodplain succession conquered those sites which before hydraulic works had been dominated by debris transport. As, however, regular inundations are lacking nowadays the *Alnetum incanae* as well as the *Salicetum albae* are being replaced by more mature floodplain forest communities (*Quercu-Ulmetum*).

After the dangers of inundations have been averted by hydraulic measures agriculture, forestry and settlement have taken possession of many floodplain sites. It was above all the communities of fossile floodplains which were heavily decimated by that. In this context the most striking characteristic of the rivers Lech and Isar both of them rich in gravel are the *Erico-Pinetum* and the *Mesobrometum*, *Cirsio-Molinietum* which in former times were largest in extent in the pre-alpine region.

Closely connected with the change of the floodplain vegetation is the decline of a number of highly specialized plants which are closely adapted conditions in wild river landscapes. Besides of various species of alpine vegetation *Thlaspietea* it is above all the braided river specialists which are affected, as they do not accept any substitute habitats. For their requirements they are all counted among the pioneer vegetation of the immature soil sites (*Chondrilla chondrilloides*, *Typha minima*, *Myricaria germanica*, *Aethionema saxatile*, *Erigeron acris subsp. angulosus*, *Calamagrostis pseudophragmites*).

In contrast a number of archeophytes especially (*Capsella bursa-pastoris*, *Dactylis glomerata*, *Melilotus alba*) and neophytes (*Conyza canadensis*, *Impatiens parviflora*, *Solidago gigantea*) could intrude into the floodplain vegetation and could partly build up their own communities (*Arrhenatherum elatius*, *Impatiens glandulifera*, *Solidago gigantea*). The floodplain vegetation (*Barbarea vulgaris*-community) and the formerly periodically inundated floodplain forests (*Alnetum incanae*) are especially rich in agriophytes.

Summing up it is obvious that it is above all the construction of barrages which is of special influence on the typical flora and vegetation of northern alpine rivers. They destroy the most crucial characteristic of the alpine river ecosystem - the strong morpho- and river dynamics. Species and biocenoses adapted to the specific conditions of alpine ecosystem, thereby get lost on the remaining reaches of river. Communities frequent among Central European rivers and ruderal communities containing euryoke species are spreading as far as the upper reaches.

Due to civil engineering measures over the last hundred years natural river stretches in the Northern Alps just as the entire alpine region only exist in small parts. Many of their typical species and communities are therefore threatened by extinction. This is documented by the Red Data Books for fauna, flora and vegetation. Especially effected by the decline are gravel bars free of vegetation or covered by pioneer vegetation. The construction of barrages has resulted in the fact that these communities cannot develop any longer downstream. Thus the prerequisites for the development of their typical succession communities such as periodically and episodically inundated floodplain forests or dry forest and dry grasslands were destroyed in the fossile floodplains.

The last natural parts of the upper reaches of Lech and Isar river are of special importance: they are the only areas in the northern alps which have retained the typical range of floodplain vegetation and fauna to a certain extent.

Thus the major aim of nature conservation must be the preservation of the last natural reaches along the Lech and Isar river. If one wants to preserve its typical range

of species and biotopes their habitat must be extended as there are a number of species that already show a critical population number.

In order to stop a further decline of floodplain habitats in the northern alpine region it is necessary to start measures restoring nature. They will only be successful if the natural river dynamic is restored again. Restorations are worthwhile especially in those areas where barrages have not yet decisively changed river dynamics and where the typical range of floodplain vegetation is still to be found.

A preservation of the total range of typical flora and vegetation of braided rivers will be difficult in the northern alpine region regarding the present situation. The success of renaturalisation measures will essentially depend on the fact how fast wide concepts are prepared and converted on the alpine rivers from the catchment areas down to their estuaries.

From these examinations the following conclusion can be drawn that the functioning of river ecosystems of natural river dynamics will play the central role. The loss of dynamic processes here as well as in other ecosystems is one of the main reasons for the decline and extinction of highly specialised plants and animals.

11. Literatur

- BAIER, H. (1990):
Die Situation der Auwälder an Bayerns Flüssen. - Ber. ANL 14: 173-184. Laufen.
- BANZHAF, R. (1982):
Gutachten über die Naturschutzwürdigkeit der badenwürttembergischen Teile der Illerauen zwischen Dietenheim und Aitrach (Oberschwaben). - Gutachten Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Tübingen: 48 S. n. p. Ulm, Tübingen.
- BAUER, F. & BURZ, J. (1968):
Der Einfluß der Feststoffführung alpiner Gewässer auf die Stauraumverlandung und Flußbetteintiefung. - Die Wasserwirtschaft 58: 114-121. Stuttgart.
- BAUER, F. (1979):
Das flußmorphologische Verhalten des bayerischen Lechs. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft H. 9: 40 S. München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Edit.) (1984):
100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft H. 19: 123 S. München.
- BECKER, B. (1982):
Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flußablagerungen - ein Beitrag zur nachweiszeitlichen Auenentwicklung im südlichen Mitteleuropa. - Mitt. Kommission Quartärforschung Österr. Akad. Wissenschaften Bd. 5: 120 S.
- BINDER, W. (1979):
Grundzüge der Gewässerpflege. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft H. 10: 56 S. München.
- BIRKEL, I. (1988):
Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an der Salzach von Freilassing bis zur Mündung. - Bericht Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: 48 S. n. p. München.
- BIRKEL, I., BIEMEL, M., FISCHER, G. & FREIBERG, C. (1991a):
Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an der Isar von Bad Tölz bis zur Mündung. - Bericht Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: 103 S. n. p. München.
- BIRKEL, I., EDER, R. & MAYER, A. (1991b):
Ökologische Zustandserfassung der Flußauen am Inn von Kiefersfelden bis Passau. - Bericht Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: 86 S. n. p. München.
- BISSINGER, M. & BOHNERT, H. (1990):
Das Isartal bei Wallgau - Vegetationsuntersuchungen und Nutzungsbewertungen. - Dipl. Arbeit FH Weihenstephan: 116 S. u. Anhang n. p. Freising.
- BOHLE, K. (1987):
Verbreitung und Häufigkeit seltener Pflanzengesellschaften in Vorarlberg. Teil 2: Zwergrohrkolbenröhrichte und Myrtengebüsche. - Dipl. Arbeit a. d. Leopold-Franzens-Universität Innsbruck: 125 S. n. p. Innsbruck.
- BRAUN, W. (1968):
Die Kalkflachmoore und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften im Bayerischen Alpenvorland. - Diss. Botanicae 1: 134 S. Lehre.
- (1970):
Bestimmungsübersicht für die Kalkflachmoore und deren wichtigsten Kontaktgesellschaften im Bayerischen Alpenvorland. - Ber. Bayer. Botan. Ges. 42: 109-138. München.
- BRAVARD, J.P., AMOROS, C. & PAUTOU, G. (1986):
Impact of engineering works on the successions of communities in a fluvial system. - Oikos 47: 92-111
- BRESINSKY, A. (1959):
Die Vegetationsverhältnisse der weiteren Umgebung Augsburgs. - Ber. Naturf. Ges., Augsburg 65: 1-8, 113-219. Augsburg.
- (1959 n.p.):
Unveröffentlichte Vegetationsaufnahmen von der Litzauer Schleife (Lech)
- (1962):
Wald und Heide vor den Toren Augsburgs - Zerfall berühmter Naturschutzgebiete. - Jb. Ver. Schutze Alpenpflanzen und -tiere 27: 125-141. München.
- (1965):
Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelementes im Vorland nördlich der Alpen. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 38: 6-67. München.
- (1991):
Die Trockenrasen des Lechfeldes: Arteninventar und Konsequenzen für den Schutz von Pflanzenarten. - Augsburger Ökologische Schriften 2: 69-78. Augsburg.
- BÜRGER, A. (1990):
Die Auenlandschaft des Lech unter besonderer Berücksichtigung der Radsperrbodenau. - Dipl. Arbeit am Lehrstuhl f. Phys. Geographie Uni Augsburg: 109 S. u. Anhang n. p. Augsburg.
- BUCHWALD, K. (1953):
Wasserhaushaltsstufen und -zonen des Wassermangelgebietes Unteres Illertal. - In: TÜXEN, R.(Edit.): Angewandte Pflanzensoziologie: 37-55 Stolzenau/Weser
- BUSHART, M., LIEPELT, S. & FRANKE T. (1990):
Reale Vegetation der Salzachauen zwischen Saalachmündung und Mündung der Salzach in den Inn. - Gutachten i. A. der ANL: 52 S. u. Tab. n. p. Laufen.
- CAFLISCH, F. (1848):
Die Vegetationsgruppen in der Umgebung Augsburgs. - Naturhist. Ver. Augsburg 1: 9-16. Augsburg.
- (1869):
Thalabwärts-Wandern der Alpenpflanzen im Lechgebiet. - Naturhist. Ver. Augsburg 20: 135-144. Augsburg.
- CIPRA Edit. (1992):
Ergebnisse des CIPRA-Workshops Ecoflood. - In: Die letzten naturnahen Alpenflüsse. CIPRA Kleine Schriften 11/92: 61-67. Vaduz.
- CONRAD, M. (1987):
Lebensbedingungen und Sukzession der Pflanzengesellschaften in der Staustufe am unteren Inn. - Dipl. Arbeit a. d. Ludwig Maximilian Universität München: 126 S., 5 Tab. u. 9 Beilagen n. p. München.
- CONRAD-BRAUNER, M. (1990):
Naturnahe Vegetation im NSG „Unterer Inn“ und seiner Umgebung. - Diss. LMU München: 215 S. u. Anhang.
- DALHOF, I. & HÄCKER, B. (1992):
Auswirkungen von Flußbaumaßnahmen auf Morphologie und Vegetation am Oberen Lech. - Dipl. Arbeit FH Weihenstephan: 120 S. u. Anh. n. p. Freising.
- DIEPOLDER, U. & LENZ, R. (1992):
Zustandserfassung der Salzach-Altgewässer im Bereich zwischen Freilassing und Salzach-Inn-Mündung und ihre ökologische Bewertung. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 63: 117-138. München.

- DIERSCHKE, H. (1981):
Schutz der letzten Reste europäischer Auenwälder. - *Natur und Landschaft* 56: 303 S. Bonn.
- DISTER, E. (1991):
Situation der Flußauen in der Bundesrepublik Deutschland. - *Laufener Seminarbeiträge* 4/91: 8-16. Laufen.
- DVWK (1981):
Auswirkungen von Flußstauhaltungen auf die Gewässerbeschaffenheit. - *Schr. R. DVWK* 45: 139-186. Parey, Hamburg-Berlin.
- EDELHOFF, A. (1983):
Auenbiotope an der Salzach zwischen Laufen und der Saalachmündung. - *Ber. ANL* 7: 4-36. Laufen.
- EDER, R. & MAYER, A. (1984):
Ökologische Zustandserfassung der Flußauen am Lech von Landsberg bis zur Mündung. - *Bericht Bayerisches Landesamt für Umweltschutz*: 61 S. n. p. München.
- (1985):
Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an der Iller von Aitrach bis zur Mündung. - *Bericht Bayerisches Landesamt für Umweltschutz*: 43 S. n. p. München.
- (1990):
Die Situation der Flußauen in Bayern und ihre Erfassung nach ökologischen Gesichtspunkten. - *Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz* 99: 5-15. München.
- EHRENDORFER, F. (Edit.) (1973):
Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - 2. Aufl. Fischer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1978):
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 2. Aufl. - Ulmer: 982 S. Stuttgart.
- ENGELSING, M. (1988):
Untersuchungen zur Schwebstoffbilanz des Forggensees. - *Münchener Geographische Abhandlungen. Reihe B.* München.
- FISCHER, A. (1985):
„Ruderales Wiesen“ - Ein Beitrag zur Kenntnis des Arrhenatherion-Verbandes. - *Tuexenia* 5: 237-248. Göttingen.
- FITTKAU, E.J. & REISS, F. (1983):
Versuch einer Rekonstruktion der Fauna europäischer Ströme und ihrer Auen. - *Archiv f. Hydrobiologie* 97: 1-6.
- FOECKLER, F. & BOHLE, W. (1991):
Fließgewässer und ihre Auen - prädestinierte Standorte ökologischer und naturschutzfachlicher Grundlagenforschung. - *Berichte aus der Ökologischen Forschung* Bd. 4: 236-266. Jülich.
- FOECKLER, F., DIEPOLDER, U. & DEICHNER, O. (1991):
Water mollusc communities and bioindication of lower Salzach floodplain waters. - *Regulated Rivers: Research & Management* 6: 301-312
- GAMS, H. (1943):
Der Sanddorn (*Hippophae rhamnoides* L.) im Alpengebiet. - *Botan. Centralblatt Beihefte* Abt. B, Bd. 62: 68-96. Jena.
- GEPP, J. (1986):
Die Auengewässer Österreichs - Bestandsanalyse einer minimierten Vielfalt. In: GEPP, J. et al.: *Auengewässer als Ökozellen.* - *Grüne Reihe BM Gesundheit Umweltschutz* 4: 13-63. Wien.
- GERKEN, B. (1988):
Auen verborgene Lebensadern der Natur. - *Rombach*: 131 S. Freiburg.
- GOETTLING, H. (1968):
Die Waldbestockung der bayerischen Innauen. - *Beihefte zum Forstwiss. Centralblatt* H. 29: 68 S.
- GÖRS, S. (1977):
Ordnung Tofieldietalia. In: OBERDORFER (Edit.): *Süd-deutsche Pflanzengesellschaften Teil I.* - Fischer, Jena: 243-272
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. unter Mitarbeit von SCHUHWERK, F. (Edit.) (1988):
Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Ulmer: 768 S. Stuttgart.
- HALTMEYR, R. (1952):
Die natürliche Sukzession der Vegetation im Gebiet des Lechs. - *Diss. Ludwig-Maximilians-Universität*: 83 S. München.
- HELLER, H. (1963):
Struktur und Dynamik von Auwäldern. - *Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz* 44: 71 S. Bern.
- (1969):
Lebensbedingungen und Abfolge der Flußauenvegetation in der Schweiz. - *Mitt. Schweiz. Anstalt forstl. Versuchswesen* 45: 1-124. Basel.
- HÜGIN, G. (1963):
Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. - *Beiträge zur Landespflege* Bd. 1: 186-250. Stuttgart.
- HÜGIN, G. & HENRICHFREISE, A. (1992):
Vegetation und Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes. - *Schriftenr. Vegetationskunde* 24: 48 S. u. 2 Karten. Bonn.
- JÄGGI, M. (1990):
Veränderung der Flußmorphologie und des Feststoffregimes durch Aus- und Rückbauten von Fließgewässern. - *Landschaftswasserbau* 10: 251-290. Wien.
- JERRENTROP, H. & LÖSING, J. (1991):
Situation der Flußauen in Griechenland. - *Laufener Seminarbeiträge* 4/91: 86-91. Laufen.
- JERZ, H., SCHAUER, T. & SCHEURMANN, K. (1986):
Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholdingen und Pupplinger Au. - *Jb. Ver. Schutz Bergwelt* 51: 87-152. München.
- KARL, J. (1954):
Die Vegetation der Lechauen zwischen Füssen und Deutenhausen. - *Ber. Bayer. Botan. Ges.* 30: 65-71. München.
- KARL, J. (Schriftleitung) (1990):
Vorwort zu „Rettet den Tiroler Lech“ die letzte Wildflußlandschaft in den Nordalpen. - *Sonderdruck Jb. Ver. Schutz Bergwelt* 55: 1-4. München.
- KARPATI, I. & KARPATI V. (1991):
Gegenwärtiger Zustand und Schutz der ungarischen Auenwälder. - *Laufener Seminarbeiträge* 4/91: 66-80. Laufen.
- KAUCH, E. P. (1986):
Bildung und Rückbildung von Altarmen. - *Grüne Reihe BM Gesundheit Umweltschutz* 4: 63-84. Wien.
- KONOLD, W. (1993):
Der Wandel von Landschaft und Vegetation an der Donau in Württemberg. - *Ber. Inst. Landschafts-, Pflanzenökologie Univ. Hohenheim* H. 2: 205-220.
- KOPECKY, K. (1967a):
Mitteleuropäische Flußbrüchrigesellschaften des Phalaridion arundinaceae Verbandes. - *Limnologica* 5: 39-79. Berlin.
- (1967b):
Die flußbegleitende Neophyten-Gesellschaft *Impatiens-Solidaginetum* in Mittelmähren. - *Preslia* 39: 151-166. Praha.
- KORNECK, D. & SUKOPP, H. (1988):
Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. - *Schriftenr. Vegetationskunde* 19: 210 S. Berlin, Bonn.
- KOWARIK, I. (1985):
Zum Begriff „Wildpflanzen“ und zu den Bedingungen und Auswirkungen der Einbürgerung hemerochorer Arten. - *Publ. Natuurhist. Gen. Limburg* 35(3-4): 8-25.
- (1991):
Berücksichtigung anthropogener Standort- und Florenveränderungen bei der Aufstellung Roter Listen. - In: AUHAGEN, A., PLATEN, R. & SUKOPP, H. (Hrsg.): *Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Landschaftsentwicklung & Umweltforschung* S 6: 25-56. Berlin.
- KRAUSE, W. & LANG, G. (1977):
Charetea fragilis in: OBERDORFER, E. (Edit.) *Süd-deutsche Pflanzengesellschaften* 2. Aufl. Teil I Fischer: 78-88. Jena.
- KREUTZER, K. & SEIBERT, P. (1984):
Unterschiede im Angebot von Phosphor und anderen Nähr-elementen in der Eschen-Ulmen-Au südbayerischer Flußgebiete. - *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 103: 139-149.

- LAZOWSKI, W. & LÖFFLER, H. (1991):
Zur Situation der Flußauen in Österreich. - Laufener Seminarbeiträge 4/91: 33-39. Laufen.
- LINHARD, H. (1964):
Die natürliche Vegetation im Mündungsgebiet der Isar. - Ber. Naturwiss. Ver. Landshut 24: 9-79. Landshut.
- LIPPERT, W., MÜLLER, N., ROSSEL, S., SCHAUER, T. & VETTER, G. (1995):
Der Tagliamento (Friaul) - Flußmorphologie und Auenvegetation der größten alpinen Wildflußlandschaft in den Alpen. - Ver. Schutz Bergwelt 60: 11 - 70.
- LITT, Th. (1992):
Fresh investigations into the natural and anthropogenically influenced vegetation of the earlier Holocene in the Elbe-Saal Region, Central Germany. - Vegetation History & Archaeobotany 1: 69-74. Berlin.
- LOHMEYER, W. & SUKOPP, H. (1992):
Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. - Schriften. Vegetationskunde 19: 185 S. Bonn.
- LOHMEYER, W. & TRAUTMANN, W. (1975):
Zur Kenntnis der Waldgesellschaften des Schutzgebietes „Taubergießen“ - Erläuterungen zur Vegetationskarte. In: Das Taubergießengebiet - Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad. Württ. 7: 422- 437. Ludwigsburg.
- MANGELSDORF, J. & SCHEURMANN, K. (1980):
Flußmorphologie - Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. - Oldenbourg, München-Wien: 246 S.
- MARTINET, F. & DUBOST, M. (1992):
Die letzten naturnahen Alpenflüsse. - CIPRA Kleine Schriften 11/92: 6-60. Vaduz.
- MAUCH, E. (1984):
Limnologie. 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg. - Schriften. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft H. 19: 19-34. München.
- MELZER, H. & BREGANT, E. (1989):
Neues zur Flora von Friaul-Julisch Venetien, Slowenien und Kroatien. - Gortania 11 (89): 161-176. Udine.
- MICHELER, A. (1953):
Der Lech: Bild und Wandel einer voralpinen Flußlandschaft. - Schr. Ver. Schutz Alpenpflanzen u. -tiere 18: 53-68. München.
- (1956):
Die Isar vom Karwendel-Ursprung bis zur Mündung in die Donau. - Schr. Ver. Schutz Alpenpflanzen u. -tiere 21: 15-46. München.
- (1959):
Die voralpine Salzach: Naturbild ihres Laufes und Umlandes vom Paß Lueg bis zur Mündung. - Schr. Ver. Schutz Alpenpflanzen u. -tiere 24: 43-85. München.
- (1970):
Der außeralpine Inn: Naturerleben einer Flußlandschaft. - Schr. Ver. Schutz Alpenpflanzen u. -tiere 35: 167-193. München.
- MOOR, M. (1958):
Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. - Mitt. Schweiz. Anstalt forstl. Versuchswesen 34: 221 - 360. Basel.
- MÜLLER, N. & BÜRGER, A. (1990):
Flußbettmorphologie und Auenvegetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft (Oberes Lechtal, Tirol). - Jb. Ver. Schutz Bergwelt 55: 123 - 154. München.
- MÜLLER, N. (1985):
Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in Augsburg. - Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben 89: 2-22. Augsburg.
- (1988):
Zur Flora und Vegetation des Lech bei Forchach (Reutte-Tirol) - letzte Reste nordalpiner Wildflußlandschaften. - Natur und Landschaft 63: 263 - 269. Bonn.
- (1990a):
Das Lechtal - Zerfall einer übernationalen Pflanzenbrücke, dargestellt am Lebensraumverlust der Lechfeldhaiden. - Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben 94: 26-39. Augsburg.
- (1990b):
Die übernationale Bedeutung des Lechtals für den botanischen Arten- und Biotopschutz und Empfehlungen zu deren Erhaltung. - Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 99: 17 - 39. München.
- (1990c):
Zur Ökologie alpiner Wildflußlandschaften - Exkursionsprotokoll der Alpenrhein-Rhone Exkursion 1989. - vervielf. Mskr. am Lehrstuhl für Biologie der Univ. Augsburg: 52 S. Augsburg.
- (1990d):
Zur Vergesellschaftung von *Fumana procumbens* Gr. et Godr. auf dem Lechfeld bei Augsburg. - Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben 94: 17-24. Augsburg.
- (1991a):
Veränderungen alpiner Wildflußlandschaften in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. - Augsburger Ökologische Schriften 2: 10-30. Augsburg.
- (1991b):
Auenvegetation des Lech bei Augsburg und ihre Veränderungen infolge von Flußbaumaßnahmen. - Augsburger Ökologische Schriften 2: 79 - 108. Augsburg.
- (1991c):
Verbreitung, Vergesellschaftung und Rückgang des Zwergrohrkolbens - (*Typha minima* Hoppe). - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 50: 323 - 341. Regensburg.
- n.p.:
Vegetationsaufnahmen und Geländeprotokolle von den Iller-, Lech-, Isar-, Inn- und Salzachauen zwischen 1985 und 1992
- MÜLLER, N., DALHOF, I., HÄCKER, B. & VETTER, G. (1992):
Auswirkungen von Flußbaumaßnahmen auf Flußdynamik und Auenvegetation am Lech - eine Bilanz nach 100 Jahren Wasserbau an einer nordalpinen Wildflußlandschaft. - Ber. ANL 16: 181-214. Laufen.
- MÜLLER, T. & GÖRS, S. (1958):
Zur Kenntnis einiger Auwaldgesellschaften im Württembergischen Oberland. - Beitr. naturkd. Forschung Südwestdeutschland Bd. 17: 88-165. Karlsruhe.
- MÜLLER, T. (1961):
Einige für Süddeutschland neue Pflanzengesellschaften. - Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl. 20: 15-21. Karlsruhe.
- (1974):
Zur Kenntnis einiger Pioniergesellschaften im Taubergießengebiet. - In: Das Taubergießengebiet. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad. Württ. 7: 284-305. Ludwigsburg.
- (1992):
Verband *Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani*. In: OBERDORFER, E. (Edit.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil IV. 2.Aufl. - Fischer, Jena. 173-192.
- NIEMEYER-LÜLLWITZ, A. & ZUCCHI, H. (1985):
Fließgewässerkunde. - Studienbücher Biologie: 224 S.
- NITSCHKE, G. & PLACHTER, H. (1987):
Atlas der Brutvögel Bayerns 1979-1983. - 269 S. München.
- NIKLTFELD, H. (1973):
Charakteristische Pflanzenareale. - Atlas der Republik Österreich. Kartentafel IV/1a-i. Wien.
- OBERDORFER, E. & MÜLLER, TH. (1992):
Ordnung *Prunetalia spinosae*. In: OBERDORFER, E. (Edit.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil IV. 2.Aufl. - Fischer, Jena: 82-106.
- OBERDORFER, E. (1953):
Der europäische Auenwald. - Beitr. naturkd. Forschung Südwest-Deutschland 12: 23-69.
- (1989):
Klasse *Agrostietea stoloniferae*. In: OBERDORFER, E. (Edit.) Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil 3 -Fischer, Jena: 316-345.
- OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYER. STAATSMINISTERIUM DES INNERN (Edit.) (1990):
Füsse und Seen in Bayern - Wasserbeschaffenheit Gewässergüte. - Schr. R. Wasserwirtschaft in Bayern: Heft 23, München.

- OBLINGER, H. (1976):
Das Forchet bei Epfach - ein Beispiel des präalpinen Schneehede-Föhrenwaldes. - Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben 80: 34-50. Augsburg.
- OTTO, A. (1989):
Beiträge zur Wuchsortkartierung stark gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. - Endbericht LfU: 137 S. n. p. München.
- OW, von L. (1952):
Querschnitt durch Boden und Pflanzenwelt eines Auwaldes. - Allg. Forstz. 7: 210-212. München.
- PALMER, T. (1986):
Endangered Rivers and the Conservation Movement. - University of California Press, Berkeley, Los Angeles. London.
- PAUTOU, G. & BRAVARD J.-P. (1982):
L'Incidence des activités humaines sur la dynamique de l'eau et l'évolution de la végétation dans la Vallée du Haut-Rhône Français. - Revue de Géographie de Lyon: 63-79. Lyon.
- PAUTOU, G., GIREL, J., BOREL, J. L., MANNEVILLE, O. & CHALEMONT, J. (1991):
Changes in flood-plain vegetation caused by damming: basis for a predictive diagnosis. - RAVERA (Edit.) Terrestrial and aquatic ecosystems: Perturbation and recovery: 126-134. Ellis Horwood.
- PERRINS, J., FITTER, A. & WILLIAMSON, M. (1990):
What makes Impatiens glandulifera invasive? - In: PALMER, J. & BEERLING, D. (Edit.): Biology and control of invasive plants. Tagungsband: 8-33. Cardiff.
- PFADENHAUER, J. & ESKA, G. (1985):
Auswirkungen der Inn-Staustufe Perlach auf die Auenvegetation. - Tuexenia 5: 447-452. Göttingen.
- PFADENHAUER, J. (1969):
Edellaubholzreiche Wälder im Jungmoränengebiet des bayer. Alpenvorlandes u. i. d. bayer. Alpen. - Dissertationes Botanicae 3. Berlin, Stuttgart.
- PHILIPPI, G. (1978):
Veränderungen der Wasser- und Uferflora im badischen Oberrheingebiet. - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 11: 99-134. Karlsruhe.
- (1988):
Zum Vorkommen des Uferreitgrases (*Calamagrostis pseudophragmites* (Hall. f.) Koel.) im mittleren Rheingebiet. - Carolea 46: 138-139.
- PLACHTER, H. (1986):
Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz. - Ber. ANL 10: 119-147. Laufen.
- (1991):
Naturschutz. - Fischer: 463 S. Stuttgart.
- (1993):
Alpine Wildflüsse. - Garten und Landschaft 103: 47-52. München.
- PRPIC, B. & KRAUS, D. (1991):
Situation der Flußauen in Jugoslawien. - Laufener Seminarbeiträge 4/91: 58-65. Laufen.
- QUINGER, B. (1990):
Tamaricaceae. In: SEBALD O. & al. (Edit.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 2: 110-112. Ulmer, Stuttgart.
- REICH, M. (1990):
Verbreitung, Lebensweise und Gefährdungsursachen von *Bryodema tuberculata* (F.) (Gefleckte Schnarrschrecke) als Grundlage eines Schutzkonzeptes. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 99: 49-54. München.
- (1991):
Grasshoppers (Orthoptera, Saltatoria) on alpine and dealpine Riverbanks and their Use as Indicators for natural Floodplain Dynamics. - Regulated Rivers: Research and Management 6: 333-339
- REICHHOLF, J. & REICHHOLF-RIEHM, H. (1982):
Die Stauseen am unteren Inn - Ergebnisse einer Ökosystemstudie. - Ber. ANL 6: 47-89. Laufen.
- REICHHOLF, J. (1976):
Zur Ökostruktur von Stauseen. - Natur und Landschaft 51: 212-218. Bonn.
- (1989):
Warum verschwanden Lachseeswalbe *Gelochelidon nilotica* und Triel *Burhinus oedicnemus* als Brutvögel aus Bayern? - Anz. orn. Ges. Bayern 28: 1-14.
- RIEGEL, G. (1991):
Pflege- und Entwicklungsplan NSG Stadtwald Augsburg - Kernzone Siebenbrunner Quellflur. - Gutachten i. Auftr. der Stadt Augsburg AFGN: 44. S. n. p. Augsburg.
- RIEMENSCHNEIDER, M. (1956):
Vergleichende Vegetationsstudien über Heidewiesen im Isarbereich. - Ber. Bay. Botan. Ges. 31: 75-120. München.
- RINGLER, A. (1964):
Vegetationsaufnahmen vom Inn nördlich von Rosenheim. n. p. München.
- RINGLER, M. (1972):
Die Welt der Pflanzen zwischen Wendelstein und Chiemsee. Schönberg, Chiemsee.
- ROUX, A. L., BRAVARD, J. P., AMOROS, C. & PATOU, G. (1989):
Ecological Changes of the French Upper Rhone River Since 1750. - In: PETTS G. E. (Edit.): Historical Change of Large Alluvial Rivers: Western Europe 18: 323-350. Chichester.
- SCHALLER, J. (1989):
Teiltrückleitung der oberen Isar - Landschaftsökologische Untersuchung und Bewertung. - Informationsschrift Bayer. Landesamt Wasserwirtschaft 1/89: 219-237. München.
- SCHAUER, T. (1984a):
Die Vegetationsentwicklung auf Umlagerungsstrecken alpiner Flüsse und deren Veränderungen durch wasserbauliche Maßnahmen. - Interpraevent Tagungspub. Bd. 1: 9-20.
- (1984b):
Vegetation in: 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg. - Schriftenr. Bayer Landesamt f. Wasserwirtschaft H. 19: 73-82. München.
- (1987):
Zur Vegetation der Isarauen auf Blatt Nr. 8034 Starnberg Süd. - In: Geologische Karte von Bayern. Erläuterungen zum Blatt Nr. 8034 Starnberg Süd: 107-116. München.
- SCHIEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1970):
Lehrbuch der Bodenkunde. 7. Aufl. - Enke, Stuttgart.
- SCHIEURMANN, K. & KARL, J. (1990):
Der obere Lech im Wandel der Zeiten. - Jb. Ver. Schutz Bergwelt 55: 136-152. München.
- SHELLMANN, G. (1991):
Jungquartäre fluviale Geomorphodynamik im unteren Isar- und angrenzenden Donautal. - Freiburger Geographische Hefte 33: 91-105. Freiburg.
- SCHMID, E. (1936):
Die Reliktföhrenwälder der Alpen. - Beitr. Geobotan. Landesaufnahme Schweiz 21, Bern.
- SCHMIDT, D. D. (1992):
Auenvegetation am Lech südöstlich von Augsburg und deren anthropogene Beeinflussung. - Facharbeit Biologie: 67 S. n. p. Augsburg.
- SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (Edit.) (1990):
Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns: 752 S. Ulmer, Stuttgart.
- SCHÖNFELDER, P. (1986):
Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. - Schriftenreihe Bayer. Landesamt Umweltschutz 72: 77 S. München.
- SCHÖNWOLF, W. (1987):
Zur Sedimentbildung in der Lech-Staustufe 23 bei Merching. - Dipl. Arbeit am Lehrstuhl f. Phys. Geographie Uni Augsburg: 77 S. n. p. Augsburg.
- SCHREINER, H. (1991):
Die Situation der Flußauen in Bayern. - Laufener Seminarbeiträge 4/91: 17-32. Laufen.
- SCHRETZENMAYR, M. (1950):
Sukzessionsverhältnisse der Isarauen südlich Lenggries. - Ber. Bay. Botan. Ges. 28: 19-63. München.
- SCHROEDER, F.-G. (1969):
Zur Klassifizierung der Anthropochoren - Vegetatio 16: 225-238. Den Haag.

- SCHUBERT, D. (1984):
Waldgesellschaften der Salzachauen zwischen Laufen und der Mündung in den Inn. Dipl. Arbeit Ludwig-Maximilian-Universität München: 63 S. n. p. München.
- SCHULDES, H. & KÜBLER, R. (1990):
Ökologie und Vergesellschaftung von *Solidago canadensis* et *gigantea*, *Reynoutria japonica* et *sacchalinense*, *Impatiens glandulifera*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum mantegazzianum*. Ihre Verbreitung in Baden-Württemberg sowie Notwendigkeit und Möglichkeiten ihrer Bekämpfung. - Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg: 122 S. n.p.
- SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. (1991):
Gewässerbegleitende Neophyten und ihre Beurteilung aus Naturschutz-Sicht unter besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands. - Norddeutsche Naturschutzakademie Berichte 4/1: 14-27. Schneverdingen.
- SCHWABE, A. (1985):
Monographie *Alnus incana*-reicher Waldgesellschaften in Europa. - *Phytocoenologia* 13: 197-302. Stuttgart-Braunschweig.
- (1991):
Zur Wiederbesiedlung von Auwald-Vegetationskomplexen nach Hochwasserereignissen: Bedeutung der Diasporen-Verdriftung, der generativen und vegetativen Etablierung. - *Phytocoenologia* 20: 65-94. Berlin - Stuttgart.
- SEIBERT, P. & ZIELONKOWSKI, W. (1972):
Landschaftsplan „Pupplinger und Ascholdingener Au“. - *Schriftenr. f. Naturschutz und Landschaftspflege* H. 2: 40 S. u. Beil. München.
- SEIBERT, P. (1958):
Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet „Pupplinger Au“. - *Landschaftspflege und Vegetationskunde* Heft 1: 79 S. u. Beil. München.
- (1962):
Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. - *Landschaftspflege und Vegetationskunde* Heft 3: 173 S. u. Beil. München.
- (1966):
Der Einfluß der Niederwaldwirtschaft auf die Vegetation. - In: TÜXEN, R. (Edit.) *Anthropogene Vegetation*: 334-346. Den Haag.
- (1969):
Über das *Aceri-Fraxinetum* als vikariierende Gesellschaft des *Galio-Carpinetum* am Rande der Bayerischen Alpen. - *Vegetatio* 17: 165-175.
- (1987):
Der Eichen-Ulmen-Auwald (*Quercu-Ulmetum* Issl. 24) in Süddeutschland - Seine regional, standörtlich und syndynamisch bedingte Gliederung und Stellung zu den Kontaktgesellschaften. - *Natur und Landschaft* 62: 347-352. Bonn.
- (1992a):
Klasse *Salicetea purpurea*. In: OBERDORFER, E. (Edit.): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil IV*, 2. Aufl. - Fischer, Jena: 15-23.
- (1992b):
Klasse *Erico-Pinetea*. In: OBERDORFER, E. (Edit.): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil IV*, 2. Aufl. - Fischer, Jena: 42-52.
- (1992c):
Verband *Alno-Ulmion*. In: OBERDORFER, E. (Edit.): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil IV*, 2. Aufl. - Fischer, Jena: 139-156.
- SENDTNER, O. 1854:
Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. - *Literarisch-artistische Anstalt*, München: 910 S.
- SIEGRIST, R. (1928):
Die letzten Sanddornbestände an der unteren Aare. - *Mitt. Aarg. Naturforsch. Ges.* 26: 25-52. Aarau.
- SIEMENS v., M. (1989):
Die Situation der Äsche am Lech. In: Sportfischereiverein „Die Gesplüßten“ e. V. (Edit.). - *Festschrift 85 Jahre „Die Gesplüßten“*: 7-13. München.
- SPEER, F. (1977):
Das Problemgebiet Obere Isar. - Dipl. Arbeit TU München-Weihenstephan: 176 S. n. p. Freising.
- STRAUTZ, W. (1962):
Auelehmbildung und -gliederung im Weser- und Leinetal mit vergleichenden Zeitbestimmungen aus dem Flußgebiet der Elbe. - *Beitr. Landschaftspflege* 1: 273-314. Stuttgart.
- STROBL, W. (1982):
Die Verbreitung der Gattung *Impatiens* im Salzburger Alpenrandgebiet. - *Flor. Mitt. aus Salzburg* 8: 3-9.
- SUKOPP, H. (1962):
Neophyten in natürlichen Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. - *Ber. Dt. Bot. Ges.* 75: 193-205.
- (1976):
Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deutschland. - *Schriftenr. für Vegetationskunde* 10: 9-26. Bonn-Bad Godesberg.
- TRAUTMANN, W. (1976):
Veränderungen der Gehölzflora und Waldvegetation in jüngerer Zeit. - *Schriftenr. für Vegetationskunde* 10: 91-108. Bonn-Bad Godesberg.
- TROLL, K. (1924):
Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen. - *Forsch. Deutsch. Landes- und Volkskunde* 24: 161-251.
- TÜXEN, R. & LOHMEYER, W. (1950):
Bemerkenswerte Arten aus der Flora des mittleren Weser-Tals. - *Jahresber. Naturhist. Ges. Hannover* 99: 53-75. Hannover.
- UD-TLMF (1993):
Umweltdatenbank Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum - Verbreitungsangaben von *Myricaria germanica* und *Calamagrostis pseudophragmites*. - Innsbruck n.p.
- USINGER, H. & WIGGER, A. (1961):
Vegetationskundliche Beobachtungen im Lech-Lager. - In: *Jb. Deutsch. Jugendbund Naturbeobacht.*: 58-78.
- VETTER, G. (1992):
Landschaftsökologische Veränderungen der Lechauen im Bereich der Litzauer Schleife aufgrund des Lechhausbaus. - Dipl. Arbeit am Lehrstuhl f. Phys. Geographie Uni Augsburg: 104 S. u. 4 Karten n. p. Augsburg.
- VOLK, O. H. unter Mitarbeit von BRAUN-BLANQUET, J. (1938):
Soziologische und ökologische Untersuchungen an der Auenvegetation im Churer Rheintal im Domleschg. - *Jahrb. Naturforsch. Ges. Graubündens* 76: 29-79.
- VOLLMANN, F. (1914):
Flora von Bayern. Ulmer, Stuttgart: 840 S.
- VOLLRATH, H. (1976):
Grundzüge einer Typisierung und Systematisierung der Flußauen nach Beispielen aus Bayern. - *Die Erde* 107: 273-299.
- WALAS, J. (1938):
Wanderungen der Gebirgspflanzen längs der Tatra-Flüsse. - *Bull. Acad. Polon. Sciences Sér. B. I*: 59-80.
- WALDERT, R. (1991):
Auswirkungen von wasserbaulichen Maßnahmen am Lech auf die Insektenfauna flußtypischer Biozönosen. - *Augsburger Ökologische Schriften* 2: 109-120. Augsburg.
- WALENTOWSKI, H., RAAB, B. & ZAHLHEIMER, W. A. (1990):
Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften. Teil I. - *Ber. Bayer. Botan. Ges.* 61 Beih.: 62 S. München.
- (1991a u. b):
Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften. Teil II u. III. - *Ber. Bayer. Botan. Ges.* 62 Beih. 1 u. 2: 85 S. u. 63 S. München.
- (1992):
Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften. Teil IV. - *Ber. Bayer. Botan. Ges. Beih.* 7: 170 S. München.

WELTEN, M. & SUTTER, R. (1982):
Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Vol. 1. - Basel, Boston, Stuttgart.

WENDELBERGER-ZELINKA, E. (1952):
Die Auwaldtypen von Oberösterreich. - In: Österreich. Vierteljahresschrift für Forstwesen 93: 73-89. Wien.

WOLF, A. (1988):
Vegetationsökologische Untersuchung der anthropogen überprägten Aue im Mündungsbereich von Lech und Wertach. - Dipl. Arbeit am Geograph. Institut TU München 96 S. n. p. München.

YON, D. & TENDRON, G. (1981):
Alluvial Forests of Europe. - Edit.: Council of Europe: 65 S. Paris.

ZAHLHEIMER, W. (1979):
Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 38: 3-398. Regensburg.

ZOLLER, H. (1974):
Flora und Vegetation der Innalluvionen zwischen Scoul und Martina (Unterengadin). - Ergebnisse wissenschaftl. Untersuchungen Schweiz Nationalpark 12. 4. Lfg. 209 S. Liestal.

Anschrift des Verfassers:

Ass. Prof. Dr. habil. Norbert Müller
Yokohama National University
Institut of Environmental Science and Technology
Department of Vegetation Science
156 Tokiwadai, Hodogaya-ku
Yokohama 240
Japan