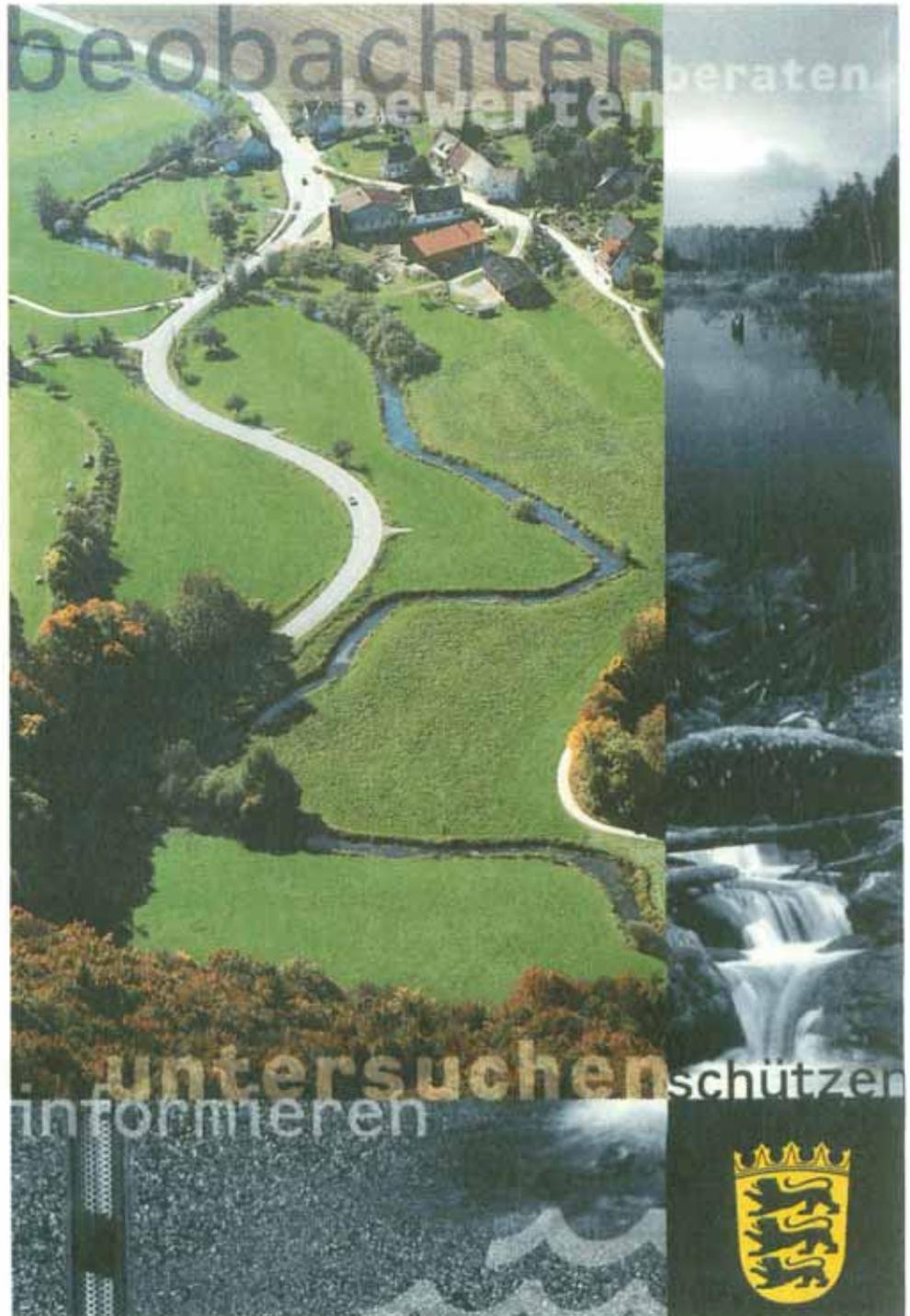


Die heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern



Die heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg

Karlsruhe 1999

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 76157 Karlsruhe, Postfach 21 07 52 http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/lfu
ISSN	1436-7882 (Band 57, 1999)
Bearbeitung	Universität Hohenheim, Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie Dipl.-Biol. M. Koltzenburg, Prof. Dr. R. Böcker
Redaktion	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 4 - Wasser und Altlasten
Redaktionelle Bearbeitung	Ingeborg Vonderstraß, Fachredakteurin für Geowissenschaften, Ehrenkirchen
Kartographie	Institut für Hydrologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br. (Dipl.-Hydrol. B. Heinrich, Dipl.-Ing. Kartographie V. Abraham)
Umschlaggestaltung	Stefan May, Grafik-Design, 76227 Karlsruhe Jutta Ruloff, Dipl.-Designerin, 76275 Ettlingen
Fotos	Landesanstalt für Umweltschutz
Druck	BLUM Offset DRUCK, Teningen
Umwelthinweis	gedruckt auf Recyclingpapier
Bezug	Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim - Druckerei - Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim Telefax 0621/398-222
Preis	21,00 DM (10,73 EURO)

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Zusammenfassung

Die vorliegende Schrift *“Die heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern“* beinhaltet Informationen zur natürlichen Vegetationsentwicklung an Ufer- und in Auenbereichen der Fließgewässer. Es wird die Verbreitung der Vegetationsgesellschaften dargestellt, die unter den gegenwärtigen Standortbedingungen an den Ufern und in den Auen der Fließgewässer Baden-Württembergs ihr natürliches Vorkommen finden würden, würde der direkte menschliche Einfluß ab sofort nicht mehr gegenwärtig sein. Irreversible Veränderungen der standörtlichen Verhältnisse werden dabei aber berücksichtigt.

Diese Informationen zur heutigen potentiellen natürlichen Vegetation werden als Grundlage für die naturnahe Gewässerentwicklung benötigt. Sie sollen insbesondere als Maßstab für die Bewertung des gegenwärtigen Zustands der Vegetation im Bereich der Fließgewässer und der Gewässerstruktur dienen (Leitbild-Bestimmung) und maßgebliche Hinweise für die Entwicklungsziele und Entwicklungsmaßnahmen sowie für die Gewässerunterhaltung bereitstellen.

Es wurde bewußt eine möglichst umfassende Darstellung des Themas angestrebt, um den gegenwärtigen Kenntnisstand für die praktische Anwendung in der naturnahen Gewässerentwicklung fundiert und aktuell aufzuarbeiten.

In einem ersten Teil werden die fachlichen Grundlagen, in einem zweiten Teil die vorhandenen Informationen zu bestimmten Fließgewässern dargestellt. Letzterer dient vor allem der praktischen Anwendung.

Sind Fließgewässer hinsichtlich ihrer uferbegleitenden Vegetation zu bewerten, für die noch keine Informationen vorliegen, so können die fehlenden Angaben z.B. mittels Analogieschlüssen abgeleitet werden. Somit sind flächendeckend für Baden-Württemberg Informationen für die Vegetationsansprache im Bereich der Fließgewässer gegeben, die vor Ort gegebenenfalls noch differenziert und ergänzt werden müssen.

Beigelegt ist eine Übersichtskarte im Maßstab 1:350.000, die die relevanten Fachinformationen landesweit vermittelt. Die Karte *“Heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern in Baden-Württemberg“* stellt die Verbreitung der unterschiedlichen Pflanzengesellschaften an den größeren Fließgewässern des Landes schematisch dar. Diese Übersichtskarte ist eine Arbeitshilfe für die Leitbildbestimmung und die Gewässerunterhaltung.

Das Literaturverzeichnis soll dem Bearbeiter den Zugang zu weiterführenden Detailinformationen zu bestimmten Teilthemen erleichtern. Der vorliegende Leitfaden ist insbesondere an die innerhalb der Wasserwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg an der naturnahen Gewässerentwicklung Beteiligten gerichtet. Anregungen und fachliche Ergänzungen sind jederzeit willkommen.

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	8
1.1 HPNV – Ein Leitfaden zur naturnahen Gewässerentwicklung	8
1.2 Methodische Grundlagen der HPNV-Studie für Baden-Württemberg	9
1.3 Zur Konstruktion der HPNV- Methoden und Probleme	10
2 Begriffe und Grundlagen	13
2.1 Potentielle natürliche Vegetation (PNV) und Heutige potentielle natürliche Vegetation (HPNV)	13
2.2 PNV und HPNV – Zum Stand der Diskussion in der Fachliteratur	15
2.2.1 Einfluß anthropogener Standortveränderungen auf die Konstruktion der PNV	15
2.2.2 Zeitdimension und Gleichgewicht	18
2.2.3 Aktualisierte Definitionen der PNV/HPNV nach KOWARIK (1987), HÄRDTLE (1989) und LINDACHER (1996).....	19
2.2.4 Beispiele für PNV-Kartierungen	21
2.2.5 Kritik an der Anwendung des PNV-Konzeptes für Waldstandorte	21
2.2.6 Klimax - Monoklimax - Polyklimax	23
2.2.7 Sukzession und Zonation in Flußauen	23
2.2.8 Renaturierung und Naturnähe	24
2.3 Konstruktion der HPNV für Baden-Württemberg	26
2.3.1 Methodische Grundlagen	26
2.3.2 Literatur- und Kartenquellen zur Konstruktion der HPNV-Übersichtskarte 1:350.000	31
2.3.3 Zur Legende der HPNV-Übersichtskarte	35
2.4 Anthropogene Einflüsse auf Standorte und Ökosysteme	36
2.4.1 Irreversible bzw. nur langfristig reversible anthropogene Veränderungen von Standort und Biozönose	37
2.4.1.1 Ablagerung von Auelehmen	37
2.4.1.2 Veränderungen des Grundwasserstandes	37
2.4.1.3 Veränderungen des Bodens.....	39
2.4.1.4 Veränderungen von Klima und Atmosphäre	40
2.4.1.5 Anthropogene Standortveränderungen am Beispiel des Rheins	42
2.4.2 Florenveränderungen und PNV	43
2.4.2.1 Agriophyten	43
2.4.2.2 Knöterich-Arten (<i>Polygonum/Reynoutria div. spec.</i>)	43
2.4.2.3 Indisches Springkraut (<i>Impatiens glandulifera</i>)	43
2.4.2.4 Goldruten-Arten (<i>Solidago</i> spp.)	44
2.4.2.5 Gehölze	44
2.4.2.6 Weitere Arten	44
2.4.2.7 Apophyten	45
2.5 Fauna und PNV	45
3 Gewässertypologie und Vegetationsentwicklung	47
3.1 Gewässergröße	47
3.2 Wasserregime	48



3.3 Längsprofil eines Fließgewässers	48
3.4 Querprofil eines Fließgewässers	51
3.5 Bodenentwicklung in Auen	52
3.6 Gewässerbeschaffenheit/Gewässergüte	53
4 Vegetationseinheiten/Pflanzengesellschaften	54
4.1 Auenwälder	54
4.2 Pflanzengesellschaften im Überblick	58
4.3 Beschreibung der Vegetationseinheiten	60
4.3.1 <u>Klasse</u> : Salicetea purpureae MOOR 1958	60
4.3.1.1 Ordnung: Salicetalia purpureae MOOR 1958	60
Verband: Salicion elaeagni Aichinger 1933	61
Assoziation: Salicetum elaeagni Hag. 1916 ex Jenik 1955	61
Verband: Salicion albae Sóo 1930 em. Moor 1958	62
Gesellschaft: <i>Salix purpurea</i> -Gesellschaft	62
Assoziation: Salicetum triandrae (Malcuit 1929) Noirfalise 1955	62
Assoziation: Salicetum fragilis Passarge 1957	63
Assoziation: Salicetum albae Issler 1926	64
4.3.2 <u>Klasse</u> : Alnetea glutinosae Br.-Bl. et R.Tx. 1943	65
4.3.2.1 Ordnung: Alnetalia glutinosae R. Tx. 1937 em. Th. Müller et Görs 1958	65
Verband: Salicion cinereae Th. Müller et Görs 1958	65
Assoziation: Salicetum pentandro-cinereae Passarge 1961 em. et corr. Oberd. 1964	65
Assoziation: Salicetum auritae Jonas 1935 em. Oberd. 1964	65
Assoziation: Salicetum cinereae Zólyomi 1931	66
Verband: Alnion glutinosae (Malcuit 1929) em. Th. Müller et Görs 1958 (u. Moor 1958)	66
Assoziation: Carici elongatae-Alnetum glutinosae W. Koch 1926 ex R. Tx. 1931	66
Assoziation: Sphagno-Alnetum glutinosae Lemée 1937 n. inv. Oberd.	67
Gesellschaft: <i>Caltha palustris</i> - <i>Alnus glutinosa</i> -Gesellschaften	67
4.3.3 <u>Klasse</u> : Querco-Fagetea Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 em.	67
4.3.3.1 Ordnung: Prunetalia spinosae R. Tx. 1952	67
Verband: Berberidion vulgaris Br.-Bl. 1950	67
Assoziation: Salici incanae-Hippophaëtum rhamnoidis Br.-Bl. 1928 ex Eckmüllner 1940 nom. inv. Wendelberger 1967	67
Assoziation: Salici-Viburnetum opuli Moor 1958	68
4.3.3.2 Ordnung: Fagetalia sylvaticae Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski et Wallisch 1928	68
Verband: Alno-Ulmion minoris Br.-Bl. et R. Tx. 1943	69
Unterverband: Alnenion glutinoso-incanae Oberd. 1953	70
Die Grau-Erle (<i>Alnus incana</i> (L.) Gaertn. 1791)	70
Assoziation: Alnetum incanae Lüdi 1921	72
Andere von Grau-Erle (<i>Alnus incana</i>) beherrschte Waldgesellschaften	73
Assoziation: Equiseto telmateiae-Fraxinetum Oberd. ex Seibert 1987	74
Assoziation: Carici remotae-Fraxinetum W. Koch 1926 ex Faber 1936	74
Assoziation: Ribeso sylvestris-Fraxinetum Lemée 1937 corr. Passarge 1958	74
Assoziation: Pruno padi-Fraxinetum Oberd. 1953	75
Assoziation: Stellario nemorum-Alnetum glutinosae Lohmeyer 1957	76
Unterverband: Ulmenion minoris Oberd. 1953	77
Assoziation: Querco-Ulmetum minoris Issler 1924	77
Verband: Carpinion betuli Issler 1931 em. Oberd. 1957	79

Unterverband: Pulmonario-Carpinienion betuli Oberd. 1957	79
Assoziation: Stellario holostea-Carpinetum betuli Oberd. 1957	79
Verband: Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani Klika 1955	80
Unterverband: Lunario-Acerenion pseudoplatani (Moor 1973) Th. Müller 1990 in Oberd. 1992	80
Assoziation: Adoxo moschatellinae-Aceretum (Etter 1947) Pass. 1959	80
4.3.4 Die Grün-Erle (<i>Alnus viridis</i>)	80
4.3.5 <u>Klasse</u> : Erico-Pinetea Horvat 1959, Ordnung Erico-Pinetalia Horvat 1959, Verband Erico-Pinion Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939	81
<i>Molinia arundinacea</i> - <i>Pinus sylvestris</i> -Gesellschaft	81
4.3.6 <u>Klasse</u> : Montio-Cardaminetea Br.-Bl. et. R. Tx. 1943	81
4.3.7 <u>Klasse</u> : Phragmitetea australis R. Tx. et Prsg. 1942, Ordnung Phragmitetalia australis W. Koch 1926	82
4.3.8 Neophytengesellschaften an Fließgewässern	82
<i>Polygonum- (Reynoutria-)</i> Gesellschaften	82
<i>Impatiens glandulifera</i> -Gesellschaften	82
<i>Solidago gigantea</i> -Gesellschaft, <i>Solidago canadensis</i> -Gesellschaft	83
<i>Helianthus tuberosus</i> -Gesellschaften	83
<i>Aster</i> -Gesellschaften	83
<i>Acer negundo</i> -Gesellschaft	83
5 Vegetation an Fließgewässern in Baden-Württemberg	84
5.1 Das Rheingebiet	84
5.1.1 Rhein	84
5.1.1.1 Vegetationsstandorte und Gewässerausbau am Oberrhein	84
(a) Gliederung der Rheinniederung in Überflutungsaunen und Altauen	84
(b) Standorte in den Auen der Rheinniederung	85
(c) Verbreitung von Weichholz- und Hartholzaunen in der Rheinniederung	86
(d) Die Folgen von Rheinkorrektur und Gewässerausbau auf die Auenstandorte	87
(e) Konstruktion der HPNV für den Rheinabschnitt zwischen Basel und Iffezheim	88
5.1.1.2 Gewässerabschnitte des Oberrheins	89
(a) Oberrheintal nördlich von Breisach	89
(b) Oberrheintal südlich von Breisach	90
(c) Taubergießen	90
(d) Nördliche Oberrheinniederung und Neckar-Rheinebene	91
(e) Altrhein Kleiner Bodensee	92
(f) Rußheimer Altrhein	92
(g) Ketscher Rheininsel	93
(h) Mannheimer Reißinsel	93
5.1.2 Kraichgau und Hardtebenen	93
5.1.3 Argen, Schussen und Wolfegger Ach	94
5.1.4 Bodensee	95
5.1.5 Kaiserstuhl	95
5.1.6 Schwarzwald	95
5.1.6.1 Südlicher Schwarzwald mit Wutach und Feldberggebiet	96
5.1.6.2 Westlicher, Mittlerer und Nördlicher Schwarzwald	98



5.2 Das Neckargebiet	99
5.2.1 Neckar.....	99
5.2.2 Enz, Nagold und Würm	99
5.2.3 Glems.....	100
5.2.4 Südwestalb und Albvorland.....	100
5.2.5 Oberer Neckar und Glatt.....	100
5.2.6 Dießener Bach	100
5.2.7 Gewässer im Landkreis Tübingen.....	100
5.2.8 Echaz	101
5.2.9 Erms.....	101
5.2.10 Lauter.....	101
5.2.11 Fils	101
5.2.12 Rems	101
5.2.13 Sulm.....	101
5.2.14 Mainhardter Wald und Rot	101
5.2.15 Murr.....	101
5.2.16 Kocher und Jagst	102
5.2.17 Unteres Neckarland, Elsenz und Schwarzbach	102
5.2.18 Odenwald	102
5.3 Das Donaugebiet	103
5.3.1 Breg	104
5.3.2 Baar	104
5.3.3 Bära, Schmieie und Schmiecha	104
5.3.4 Große Lauter	105
5.3.5 Schmiech und Blau	106
5.3.6 Federsee und Kanzach	106
5.3.7 Riß, Westernach und Rot	106
5.3.8 Iller	106
5.4 Das Maingebiet	106
5.4.1 Main-Tauber	106
6 Anwendung der HPNV für Maßnahmen der Gewässerentwicklung	108
6.1 Ziele und Grundsätze der Gewässerentwicklungsmaßnahmen	108
6.2 Hinweise zu Pflanzmaßnahmen	110
7 Weitergehender Untersuchungsbedarf	112
Glossar	114
Literaturverzeichnis	116
Veröffentlichungen der Reihe Handbuch Wasser 2 – Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie	135



1 Einleitung

1.1 HPNV - Ein Leitfaden zur naturnahen Gewässerentwicklung

Die naturnahe Entwicklung der Fließgewässer ist eine zentrale Aufgabe der Wasserwirtschaftsverwaltung in Baden-Württemberg. Um in ausgebauten Gewässern und intensiv genutzten Auen wieder naturnahe Verhältnisse - wo möglich - entwickeln zu können, sind Kenntnisse darüber erforderlich, wie diese „Naturnähe“ eigentlich gestaltet ist. Dabei kommt der Vegetation an Ufern und in Auen, insbesondere der Gehölzvegetation, eine hohe Bedeutung für das Ökosystem Fließgewässer und seine morphologische Entwicklung zu. Es gilt, eine Antwort auf die Frage zu finden, wie sich die Ufer- und Auenvegetation an den Fließgewässern im naturnahen Zustand zusammensetzen würde.

Ein hilfreiches Instrument für die Praxis bietet die Konstruktion der *Heutigen Potentiellen Natürlichen Vegetation* (HPNV), der sich dieser Leitfaden widmet. Sie beschreibt, welche Vegetationsgesellschaften sich unter gegenwärtigen Standortbedingungen natürlicherweise einstellen würden, wenn ab sofort der direkte Einfluß des Menschen auf die natürliche Umwelt ausgeschaltet werden könnte. Irreversible Änderungen der standörtlichen Verhältnisse wie Flußbegradigungen und Staustufenanlagen sind dabei zu berücksichtigen.

Die Betrachtung der HPNV ist zu einer weiteren wichtigen Grundlage der *naturnahen Gewässerentwicklung* geworden. Sie ermöglicht den Vergleich zum gegenwärtigen Zustand von Vegetation und Gewässerstruktur und dient damit als ein Maßstab für die Bewertung dieses Zustandes. Die festgestellten Unterschiede und Übereinstimmungen zwischen der HPNV und dem gegenwärtigen Zustand der Ufergehölze an einem Gewässer bieten konkrete Hinweise für die Entwicklung von Leitbildern und Maßnahmen der naturnahen Gewässerentwicklung und Gewässerunterhaltung. Übergeordnetes Ziel aller Maßnahmen ist die Optimierung des ökologischen Systems Fließgewässer.

Das folgende Kapitel informiert im einzelnen darüber, wie die HPNV für die Ufer- und Auenbereiche der Fließgewässer in Baden-Württemberg konstruiert und erfaßt

wurde. Den methodischen Mittelpunkt dieser Studie bilden Literatursauswertungen zum Thema HPNV, die durch Kartierungen ausgewählter Fließgewässerstrecken ergänzt und präzisiert wurden.

Die vorliegende Studie besteht aus zwei Teilen, dem Textband und der Übersichtskarte im rückseitigen Umschlag:

- *Übersichtskarte 1:350.000*

Die Übersichtskarte „*Die heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern in Baden-Württemberg*“ im Maßstab 1:350.000 zeigt in schematischer Weise die räumliche Verbreitung der aspektprägenden Vegetationsgesellschaften an Ufern und in den Auen der Fließgewässer Baden-Württembergs. Die Legende weist 10 bisweilen heterogene Vegetationsgesellschaften aus, die im Rahmen von Kapitel 4 des Textbandes eingehend beschrieben und systematisch klassifiziert werden. Darüber hinaus sind in der Karte Überschwemmungsgebiete, Staustufen als irreversible Standortveränderungen an den größeren Flüssen und intakte Auenstandorte am Rhein ausgewiesen. Die Breite der Flußbänder gibt nach einer achtstufigen Skala Größenverhältnisse für das Maß des Mittleren Abflusses (MQ) wieder.

Die Übersichtskarte beinhaltet Informationen, die aus arbeits- und maßstabstechnischen Gründen nur generalisiert und vereinfacht dargestellt werden können. Die Ausführungen zur heutigen potentiellen natürlichen Vegetation stützen sich im wesentlichen auf die derzeit vorhandene und zugängliche Literatur, die wiederum Aussagen nur regional bzw. lokal und nicht flächendeckend für Baden-Württemberg bereithält. Für die angestrebte landesweite Betrachtung mußten somit für die derzeit vegetationskundlich noch nicht erfaßten Gewässer Extrapolationen und Analogieschlüsse vorgenommen werden.

Grundsätzlich ist die Übersichtskarte unter folgenden Einschränkungen zu betrachten: Die Darstellung der HPNV beschränkt sich auf die Ufervegetation und hier vorrangig die *Gehölzvegetation*. (Submerse) Makrophyten und Moose sind nicht erfaßt. Eine räumlich exakte Verbreitung der Vegetationseinheiten kann aus Maßstabgründen nicht wiedergegeben werden. Für die Quellberei-

che der Fließgewässer mußte auf eine detaillierte Kennzeichnung verzichtet werden. Nur beim Rhein als größtem Fluß Baden-Württembergs wird versucht, die angrenzenden Vegetationsbereiche durch entsprechende Flächensignaturen in etwa maßstabsgetreu auszuweisen. An allen übrigen Fließgewässern gibt die Strichbreite der Liniensignatur keine inhaltliche Auskunft über die reale oder potentielle Breite der Auen. Im Bereich von Siedlungen läßt sich die PNV maßstabsbedingt kaum darstellen. Um eine inkonsequente Anwendung der Konstruktionsprinzipien zu vermeiden, sollte man bei anthropogen stark veränderten Standorten „weiße Flecken“ in der Karte in Kauf nehmen (vgl. KOWARIK 1987, auch zit. in HÄRDTLE 1995), obwohl auch versiegelte Bereiche logischerweise eine PNV haben.

Wichtigstes Anliegen der Karte ist es, eine grobe Übersicht über die natürlichen Vegetation an den Ufern und in den Auen bereitzustellen, um Vergleiche zum gegenwärtigen Vegetations- und Gewässerzustand zu ermöglichen. Die Karte versteht sich als Diskussionsgrundlage, zumal für die HPNV linearer Strukturen, also von Fließgewässern, in dieser Dimension bislang kein vergleichbares Arbeitsmaterial vorliegt. In jedem (Einzel-)Fall sind Geländeerkundungen und eine differenzierte Betrachtungsweise unerlässlich, um exakte Aussagen treffen zu können.

- *Textband*

Der Textband ist in zwei übergeordnete Teile gegliedert: Die Kapitel 1 bis 4 befassen sich mit den allgemeinen fachlichen Grundlagen, die dem Thema HPNV zuzuordnen sind. Es werden Begriffe definiert und gegeneinander abgegrenzt, Methoden zur Konstruktion der HPNV diskutiert, gewässertypologische Merkmale in ihrer Bedeutung für die Vegetationsentwicklung betrachtet und in Kapitel 4 eine umfassende Übersicht über die Vegetationseinheiten/Pflanzengesellschaften in Gestalt einer ordnenden Klassifizierung angeboten. Diese ist systematisch vervollständigt und geht damit weit über die in der Übersichtskarte nur ausgewählt dargestellten Einheiten hinaus. In Kapitel 5 werden dann die konkreten räumlichen Verhältnisse an den Fließgewässern in Baden-Württemberg diskutiert. Die Hinweise zur HPNV konzentrieren sich hier auf das Rheingebiet mit dem Rhein selbst und ausgewählten Randlandschaften, auf Neckar und Donau mit ihren Zuflüssen sowie den Main.

Die vorliegende Schrift ist auch gedacht als Ergänzung zu der einführenden Schrift „Gehölze an Fließgewässern“ (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995) und der bereits erschienenen gewässerkundlichen Übersichtskarte für Baden-Württemberg im Maßstab 1:350.000.

Da das mit dieser Schrift gestellte Thema unserer Kenntnis nach erstmals in dieser Form aufgearbeitet wird, sind Beiträge und Meinungen sehr willkommen, die sich sowohl aus künftigen Fachdiskussionen wie aus praktischen Erfahrungen im Umgang mit der Übersichtskarte und ihrem Schriftenband ergeben.

1.2 Methodische Grundlagen der HPNV-Studie für Baden-Württemberg

Die natürliche Vegetation ist in unserer Kulturlandschaft nur noch an wenigen kleinen Standorten in Restbeständen erhalten. Dieser realen natürlichen Vegetation steht die *potentielle natürliche Vegetation* (PNV) gegenüber, die für den jeweiligen Standort erst gedanklich erschlossen werden muß. Sie ist das Ergebnis einer intellektuellen Konstruktion, die nichts mit einer Rekonstruktion früherer Vegetationszustände zu tun hat. Wird diese PNV unter der Maßgabe heutiger Standortverhältnisse konstruiert, so spricht man von der sogenannten *heutigen potentiellen natürlichen Vegetation*, kurz HPNV. Über Begriffszuweisungen und Methoden der PNV/HPNV-Konstruktion wird in der Fachwelt kontrovers diskutiert. Kapitel 2 informiert ausführlich über den heutigen Stand dieser Fachdiskussion. In der vorliegenden Studie werden die aktualisierten Definitionen und die Konstruktionsmethode nach KOWARIK (1987) und HÄRDTLE (1989) zugrundegelegt. Diese Definitionen sind in Kapitel 2.2.4 in Zitaten wiedergegeben.

Die vorliegende Studie zur Konstruktion der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation an Fließgewässern in Baden-Württemberg wurde im Jahr 1996 erstellt und nach persönlichen Fachkommentaren und Erscheinen neuer Literatur ergänzt. Die Informationen, die hier in Textband und Übersichtskarte zusammengetragen und ausgewertet sind, wurden im wesentlichen in zwei Arbeitsschritten erschlossen:

(1) Literatur- und Quellenauswertung

Zunächst wurden die vorhandenen und zugänglichen Literatur- und Kartenquellen zum Thema in einem umfangreichen Literaturverzeichnis zusammengestellt. Dabei wurden selbstverständlich auch Arbeiten außerhalb Baden-Württembergs und aus themenverwandten Fachgebieten berücksichtigt. Die zitierten Kartengrundlagen umfassen veröffentlichte Vegetationskarten und Karten zur potentiellen natürlichen Vegetation, die für den Textteil ausgewertet wurden. Eine raumbezogene Übersicht über die verwendeten Literatur- und Kartenquellen gibt die gleichnamige Karte „Literatur- und Kartenquellen zur Konstruktion der HPNV an Fließgewässern in Baden-Württemberg“, die auf Seite 32 des Textbandes zu finden und durch umfangreiche tabellarische Quellendokumentationen aufgeschlüsselt ist.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich also weitgehend um eine Literaturstudie. Sie setzt sich zu großen Teilen aus wörtlich oder sinngemäß übernommenen Text- und Arbeitselementen der Quellengrundlagen zusammen. Diese werden hier im Sinne einer strukturierten Dokumentation von gegenwärtigem Fachwissen in neue, themenorientierte Zusammenhänge gebracht. Die verwendeten Quellenbausteine konnten nicht immer bewertet werden, so daß Stellungnahmen zu den zitierten Texten zwar verschiedentlich, aber nicht immer eingebracht wurden. Zitate bzw. wörtlich zitierte Quellenpassagen werden außer durch Angabe der Autoren typographisch nicht immer gesondert gekennzeichnet. Textteile in kleinerer Schriftgröße verstehen sich als untergeordnete oder marginale Ergänzungen.

Ein wichtiger Bestandteil dieser Studie ist das *Literaturverzeichnis*. Es weist alle verwendeten und weitere interessante Quellen aus Literatur und Kartenwerken nach. Für persönliche Anregungen und Korrekturen, die diese Studie ergänzt und abgerundet haben, wird namentlich auf Seite xy im Sinne einer Quellenergänzung gedankt.

(2) Kartierung ausgewählter Gewässerstrecken

Eine Kartierung ausgewählter Gewässerstrecken in Baden-Württemberg ergänzt die Ergebnisse der Literatur- und Quellenauswertung. Parallel zur vorliegenden Studie fanden Untersuchungen im Gelände statt, um in jedem

größeren Naturraum Reste naturnaher fließgewässerbegleitender Vegetation zu finden und mit Transektanalysen zu dokumentieren (HOFGÄRTNER & STROHMAYER 1996). Ausgehend vom Studium topographischer und gewässerstrukturbezogener Karten wurde versucht, hierfür geeignete Vorkommen zu finden. Diese Hoffnung wurde wegen der starken anthropogenen, kartographisch nicht erfaßten Überformung der Landschaft leider oft enttäuscht.

1.3 Zur Konstruktion der HPNV – Methoden und Probleme

Bevor die Konstruktion der PNV/HPNV angegangen werden kann, muß Klarheit über die Theorie des Konzepts bestehen. Selbst in der Fachliteratur treten immer wieder Interpretationsschwierigkeiten und Fehldeutungen um die Begriffe PNV und HPNV auf.

Nach KOWARIK (1987) ist der Begriff der PNV "zu einem allgemeinen Schlagwort geworden, das z.B. in landschaftsplanerischen Arbeiten unüberlegt aufgegriffen und in verschiedener Form als landschaftsökologische Grundlage mißbraucht wird". KIENAST (1978, zit. in ZERBE 1997) formuliert dies in deutlichen Worten: "Kaum ein fortschrittlicher Landschaftsplaner wird in seinem Gutachten auf die Darstellung der PNV – was immer er auch darunter versteht – verzichten. (...) Der Verdacht drängt sich auf, daß damit lediglich die akademische Reputation unter Beweis gestellt werden soll, ohne daß diese irgendwelche planerischen Auswirkungen hat".

Trotz der Kritik aus waldbaulicher Sicht (z.B. SCHERZINGER 1996, ZERBE 1997, VOLK 1994) soll bei der vorliegenden Betrachtung für Fließgewässer das aktualisierte Modell nach KOWARIK (1987) und HÄRDTLE (1989) zur Anwendung kommen, zumal KAISER (1996) den Wert der potentiellen natürlichen Vegetation als Planungsgrundlage im Naturschutz hervorhebt und BÜCKING & MÜHLHÄUBER (1996) die PNV aus waldbaulicher Sicht quasi rehabilitieren.

Ein besonderes Problem für die Konstruktion der PNV ist die Bewertung der *Reversibilität anthropogener Einflüsse* auf Standort und Biozönose, da die irreversiblen und nur langfristig reversiblen Einflüsse berücksichtigt werden müssen. Welche Eingriffe sind überhaupt rück-

gänglich zu machen? Welche Pläne oder Absichten bestehen beispielsweise zur Beseitigung von Dämmen? Die ursprüngliche Absicht, historische Karten als Vergleich hinzuzuziehen, mußte für diese Studie aus Zeitgründen verworfen werden.

Neben der „klassischen“, meist angewandten Geländeaufnahme und Geländeinterpretation wurde in der Schweiz auf der Grundlage von pflanzensoziologischen Aufnahmen ein einfaches Modell der mutmaßlichen Lage von Vegetationseinheiten erstellt. Es simuliert die geographische Verteilung von 71 Waldgesellschaften, die die potentielle natürliche Vegetation der Schweiz darstellen. Dieses Modell wurde in ein Geographisches Informationssystem (GIS) übertragen und unter Einbezug von Digitalkarten zu zwölf Umweltparametern für die Darstellung einer numerischen Vegetationskarte benutzt. Die vorhergesagte Verteilung der Waldgesellschaften wurde mit existierenden Vegetationskarten verglichen, die mit herkömmlichen Feldmethoden erstellt worden waren. Die Ähnlichkeit schwankte zwischen 50 und 80 %, je nach Gesellschaftstyp, hierarchischer Ebene und geographischer Region (BRZEZIECKI et al. 1993, 1995, KIENAST et al. 1995). Ähnliches wurde in Kalifornien durchgeführt (z.B. DAVIS & GOETZ 1990). FISCHER (1990, 1994) simuliert die räumliche Verteilung von Pflanzengesellschaften auf der Basis von Standortkarten. Auch wird versucht, aus Standortdaten unter Anwendung der mathematischen Methode der logistischen Regression Vegetationsmerkmale vorherzusagen (STORM 1996), die möglicherweise auch für die PNV anwendbar ist. LINDACHER (1996) demonstriert anhand eines Beispiels, daß es auf der Grundlage von Standortkarten und vegetationskundlichen Geländeerhebungen möglich ist, ein statistisches Modell der Vegetation-Standort-Relation zu entwickeln, das eine weitgehend bearbeiterunabhängige und jederzeit wiederholbare Ableitung der PNV gestattet.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzenarten folgt OBERDORFER (1994), die der Vegetationseinheiten OBERDORFER (Hg., 1992a, 1994), POTT (1995), HINTERLANG (1992) und HÖLZEL (1996).

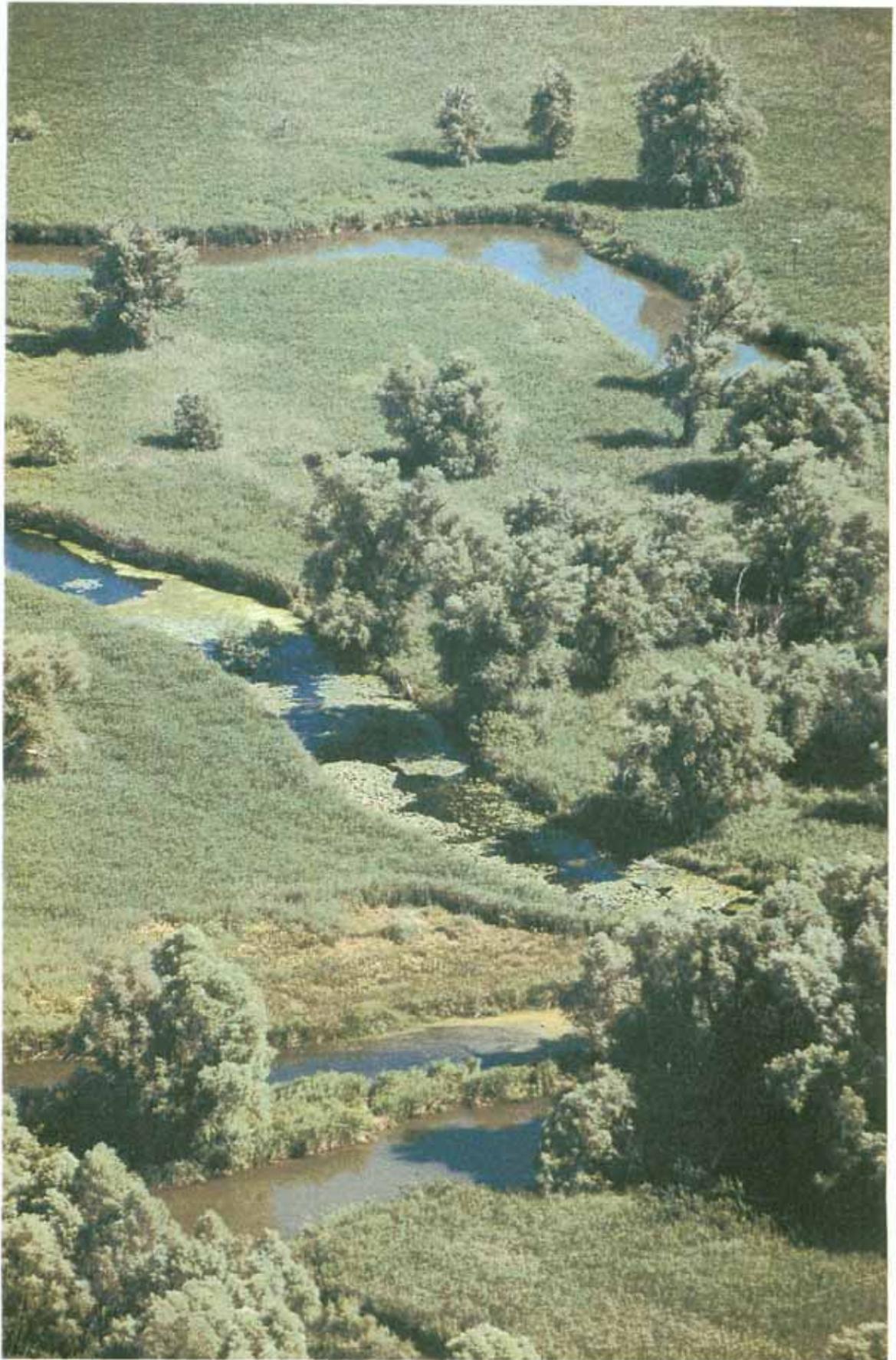


Abb. 1 Feuchtwiesen und Altarme der Radolfzeller Aach

2 Begriffe und Grundlagen

2.1 Potentielle natürliche Vegetation (PNV) und Heutige potentielle natürliche Vegetation (HPNV)

Reale natürliche und potentielle natürliche Vegetation

Der früheren realen - also tatsächlich vorhanden gewesenen - natürlichen Vegetation kann ein gedachter natürlicher Zustand der Vegetation gegenübergestellt werden, der sich für heute oder einen bestimmten früheren Zeitabschnitt entwerfen läßt, wenn die menschliche Wirkung auf die Vegetation unter den heute vorhandenen oder zu jenen Zeiten vorhanden gewesenen übrigen Lebensbedingungen beseitigt und die natürliche Vegetation, um denkbare Wirkungen inzwischen sich vollziehender Klimaänderungen und ihrer Folgen auszuschließen, sozusagen schlagartig in das neue Gleichgewicht eingeschaltet gedacht würde (TÜXEN 1956).

PETERKEN (1981, zit. in JAHN et al. 1990) präzisiert: „... der Zustand, der sich entwickeln würde, wenn der menschliche Einfluß vollständig und dauernd ausgeschaltet würde, und wenn die daraus folgende Sukzession in einem einzigen Augenblick vollendet wäre.“

Dieser gedachte Zustand wird im Gegensatz zu der realen natürlichen als *potentielle natürliche Vegetation* (PNV) bezeichnet. Die potentielle natürliche Vegetation kann prinzipiell für jeden beliebigen Zeitpunkt konstruiert werden. Geht es um die aktuelle, also gegenwärtige Vegetation, so spricht man von der *heutigen potentiellen natürlichen Vegetation* (HPNV) (TÜXEN 1956; vgl. hierzu z.B. Beilage 2 bei SEIBERT 1962).

In alten Kulturlandschaften sind heute im allgemeinen nur noch Reste einer realen natürlichen Vegetation erhalten. Sie bestehen aus einigen Pionier- oder sie ablösenden Folgegesellschaften sowie kleinsten Beständen an Dauer- und Klimaxgesellschaften. Die heutige potentielle natürliche Vegetation muß also gedanklich erschlossen werden. Sie wird unter der Maßgabe heutiger Standortverhältnisse konstruiert und nicht rekonstruiert (vgl. TÜXEN 1956).

Ein Pionierbestand kann aber selbst beispielsweise klimatische Bedingungen schaffen, die seine erneute Entstehung unmöglich machen, das Aufkommen empfindlicher Arten hingegen begünstigen. Pionierbestände sind auch in der Flußauflage keine Dauergesellschaften (HELLER 1969).

Jeder Standort hat also eine ganz bestimmte potentielle natürliche Vegetation, die sich im gleichen Augenblick ändert, in dem sich - von Natur aus oder infolge menschlicher Eingriffe - der Standort ändert. Das definitionsgemäße schlagartige Vorhandensein der potentiellen natürlichen Vegetation soll die Wirkung von Klimaänderungen und allen sonstigen Standortbedingungen, die im Laufe einer Sukzession eintreten könnten, ausschließen (TRAUTMANN 1966).

Während die frühere reale natürliche Vegetation an den jeweiligen Standorten tatsächlich auch wuchs, ist die heutige potentielle natürliche Vegetation dort nie vorhanden gewesen. Sie ist das Ergebnis einer rein gedanklichen Konstruktion. Nur dann, wenn in einem Gebiet weder irreversible Standortveränderungen noch eine nennenswerte natürliche Vegetationsentwicklung stattgefunden haben, könnte eine frühere reale natürliche Vegetation der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation gleichgesetzt werden. Die heutige potentielle natürliche Vegetation ist auch nicht gleichzusetzen mit einem Zustand der Vegetation, den man heute vorfinden würde, wenn der Mensch nie landschaftsumgestaltend eingegriffen hätte. Dies wird gelegentlich so dargestellt (heutige rekonstruierte natürliche Vegetation; vgl. NEUHÄUSL 1984). Hätte der Mensch nicht die frühere reale Vegetation umgewandelt, so hätte sich diese mit den Änderungen des Klimas und der reifen Böden nach den Gesetzen der Syndynamik ungestört weiterentwickelt, wie sie es bis dahin getan hatte. In länger zurückliegenden Zeiträumen, in denen Klima und Böden anders beschaffen waren als heute, müssen damalige wirtschaftsbedingte Pflanzengesellschaften zu anderen als den heutigen (potentiellen) natürlichen Pflanzengesellschaften in Beziehung gesetzt werden.

Die HPNV als Summe der natürlichen Dauer- und Klimaxgesellschaften eines Standortes

Für die Konstruktion der HPNV geht es also darum, das heutige Potential der natürlichen Wuchskräfte unter den heute vorhandenen Standorteigenschaften zu erkennen. Durch anhaltende anthropogene Einflüsse können sich diese Standorteigenschaften - vor allem in der Aue - verändert haben. Beispiele sind Grundwasserabsenkungen nach Begradigungsmaßnahmen und Auelehmlagerungen während der Rodungsphasen.

Aus jeder *natürlichen Schlußgesellschaft*, in unseren Breiten fast überall Wald, können die verschiedenartigen menschlichen Einflüsse wie Brand, Beweidung, Tritt,

Mahd, Düngung aller Art, Pflügen und andere landwirtschaftliche Arbeiten, Ent- oder Bewässerung, Ansaat oder Pflanzung gesellschafts-, gebiets- oder standort eigener oder gar standortfremder Pflanzenarten usw. jeweils nur eine beschränkte Anzahl von *Ersatzgesellschaften* erzeugen. Diese Ersatzgesellschaften können sich unmittelbar oder über Zwischenstufen zur natürlichen Ausgangsgesellschaft zurückentwickeln, sobald die sie bedingenden oder erhaltenden Wirkungen beendet sind; oder sie beginnen sich zu derjenigen Pflanzengesellschaft hin zu entwickeln, die infolge irreversibler Standortänderungen inzwischen natürlich geworden ist (vgl. TÜXEN 1956; vgl. Abb. 2).

Die räumliche Anordnung verschiedener natürlicher Schlußgesellschaften (die aber nicht stabil sind, sondern auf ein früheres Stadium - z.B. durch Katastrophen „zurückgeworfen“ werden können; KOWARIK schriftl. Mitt. 1997) einschließlich der Komplexe ihrer Ersatzgesellschaften ist innerhalb eines größeren Gebiets vom Mosaik der natürlichen Standorte mit ihren Standorteigenschaften abhängig und auf bestimmte Möglichkeiten beschränkt. Die natürlichen und die sie ersetzenden menschlich bedingten Einheiten von Pflanzengesellschaften stehen in gesetzmäßigen räumlichen und zeitlichen Zusammenhängen. Das Mosaik der in einem Gebiet wachsenden Pflanzengesellschaften läßt sich also aufgrund seiner räumlichen Kontaktmöglichkeiten (Kontaktgesellschaften) und seiner zeitlichen und genetischen Beziehungen (Folge- und Ersatzgesellschaften) auf eine beschränkte Anzahl von natürlichen Schlußgesellschaften zurückführen. Diese Schlußgesellschaften stellen das biotische Potential dieser Landschaft dar, sie spiegeln die natürlichen anorganischen Standortkräfte und Lebensbedingungen mit ihren Wechselspielen wider. Die *natürlichen Schlußgesellschaften* eines Standortes, also die Summe von *natürlichen Dauer- und ihren Klimaxgesellschaften* (abgesehen von flächenhaft unbedeutenden Anfangs- und Folgegesellschaften), sind nichts anderes als die *heutige potentielle natürliche Vegetation* (vgl. TÜXEN 1956; vgl. TRAUTMANN 1973, zit. in PHILIPPI 1983a). Eine Karte der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation ist also eine *Klimaxkarte mit den eingestreuten natürlichen Dauergesellschaften*.

[Diese Formulierung ist durchaus mißverständlich, weil der Vorgang der Sukzession* unter den entsprechenden Bedingungen zu Klimaxgesellschaften führen kann;

die PNV wird aber gerade unabhängig von Sukzession betrachtet (vgl. KOWARIK 1987; s.u.).]

Zur Konstruktion der HPNV bilden die noch vorhandenen Reste der realen natürlichen Vegetation (sofern es diese überhaupt noch gibt; ZERBE schriftl. Mitt. 1997; vgl. ZERBE 1997) wertvolle Ausgangspunkte. [Man muß wohl die Reste der realen naturnahen Vegetation als Ausgangspunkte betrachten. Anm. d.A.] Mit Hilfe syndynamischer* Beobachtungen und Erfahrungen lassen sich aus den vorhandenen Pflanzengesellschaften die heute potentiellen natürlichen Schlußgesellschaften ableiten, wozu man sich der Sukzessions- und Kontaktgesetze und der Zusammengehörigkeit von Vegetation und Bodenprofil bedient. Für die Ermittlung der heute potentiellen natürlichen Schlußgesellschaft sind dabei vielfach die unteren Horizonte des Profils besonders aufschlußreich.

Ein einheitlicher Vegetationskomplex (der naturräumlichen Einheit höherer Ordnung entsprechend), der nur eine begrenzte Anzahl von Gesellschaften umfaßt und der zur gleichen Schlußgesellschaft hinstrebt, zeigt ein in sich harmonisches landschaftliches Aussehen. Kennt man den soziologischen Inhalt dieser Vegetationskomplexe mit ihren „Charaktergesellschaften“ und den verschiedenen, im Gelände wahrnehmbaren Merkmalen, so kann man mit großer Sicherheit die HPNV aus den einzelnen vorhandenen Gesellschaftskomplexen und ihren landschaftlichen Merkmalen ableiten und unmittelbar im Gelände in eine Karte einzeichnen (vgl. TÜXEN 1956). Aus Ersatzgesellschaften kann die potentielle natürliche Schlußgesellschaft abgeleitet werden, wenn die syngenetischen* Beziehungen zwischen ihnen bekannt sind. Die Ersatzgesellschaften 1. Grades sind unter Umständen deutlicher voneinander getrennt als die Schlußgesellschaften, aus denen sie entstanden sind, stets aber schärfer voneinander unterschieden als diejenigen 2. oder 3. oder gar 4. Grades, die durch den fast alle anderen Lebensbedingungen überragenden Einfluß von Mensch und Tier schließlich ineinander übergehen können (TÜXEN 1956).

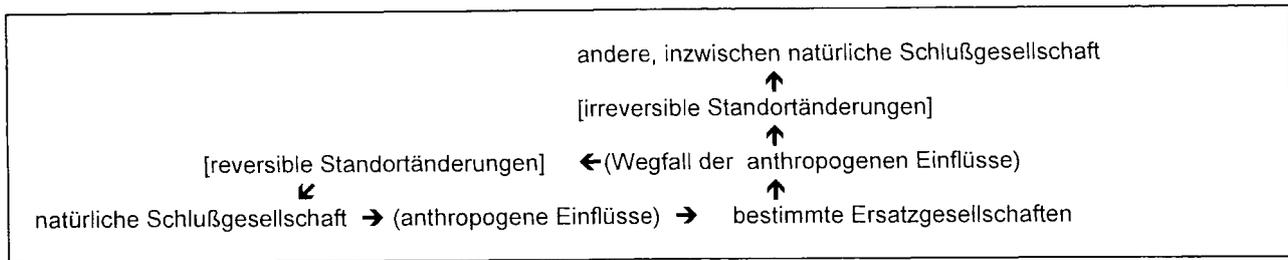


Abb. 2 Entwicklung der Schluß- und Ersatzgesellschaften in Abhängigkeit von anthropogenen Einflüssen

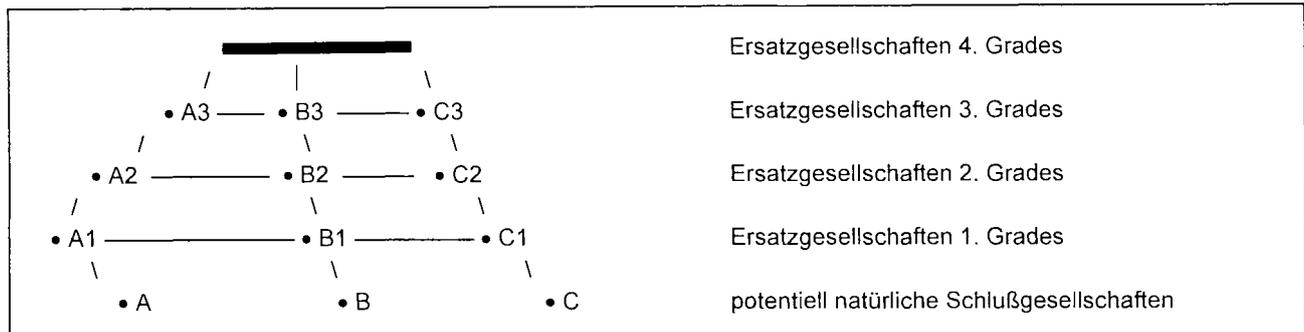


Abb. 2 Verhältnis der Ersatzgesellschaften 1.-4. Grades zueinander und zu ihren natürlichen Schluß-/Ausgangsgesellschaften. Von unten nach oben zunehmende Intensität des anthropogenen Einflusses (nach TÜXEN 1956)

Oft ist die Konstruktion der PNV allein anhand der aktuellen Vegetation nicht mehr möglich und es müssen zusätzliche Hinweise aus Kontaktgesellschaften, aus Standortkarten, aus Gebietschroniken oder durch Auskünfte von Ortskundigen herangezogen werden (JANSSEN 1990). *Kontaktgesellschaften* berühren sich im Gelände. Ihr Mosaik ist der Ausdruck verschiedener Nutzungsweisen auf dieselbe potentielle natürliche Schlußgesellschaft. Nur die Ersatzgesellschaften einer Schlußgesellschaft, aber alle diese, können miteinander in unmittelbarem Kontakt treten. Wo aber zwei Vegetationskomplexe im Gelände zusammentreffen, besteht in den natürlichen Lebensbedingungen stets ein wesentlicher Wechsel oder ein schärferer Bruch (TÜXEN 1956).

Irreversible anthropogene Standortveränderungen sind - entsprechend dem Vorgehen bei der Konstruktion der PNV im Sinne von TÜXEN (1956) - den natürlichen Standortveränderungen gleichzusetzen und bei der Einschätzung des aktuellen Hemerobieniveaus nicht zu bewerten. (...) *Hemerobie* ist ein Maß für den anthropogenen Kultureinfluß auf Ökosysteme, wobei die Einschätzung des Hemerobiegrades nach dem Ausmaß der Wirkung derjenigen anthropogenen Einflüsse vorgenommen wird, die der Entwicklung eines Systems zu einem Endzustand entgegenstehen. Ahemerobe Vegetation kann also im Zuge

der Sukzession* einer anthropogenen Pflanzengesellschaft zu einer natürlichen Schlußgesellschaft auf irreversibel veränderten Standorten entstehen (KOWARIK 1988, zit. in ESER et al. 1992).

2.2 PNV und HPNV – zum Stand der Diskussion in der Fachliteratur

2.2.1 Einfluß anthropogener Standortveränderungen auf die Konstruktion der PNV

Nachdem JALAS (1953, 1955; zit. in SUKOPP 1969) den Begriff der *Hemerobie* einführte und SUKOPP (1963, 1969) Erscheinungsformen des menschlichen Einflusses auf die Vegetation diskutierte (Dimensionen: Intensität, Dauer, Reichweite der Einwirkung), betrachtet NEUHÄUSL (1975) das Problem der *Reversibilität anthropogener Veränderungen* der Landschaft. Als reversible Veränderungen wertet NEUHÄUSL solche Standortänderungen, die von der Biozönose selbst im Laufe eines gedachten Regenerationszyklus ausgeglichen werden können. Sie üben also keinen Einfluß auf die Konstruktion der HPNV aus. Als dauernde, damit irreversible Umweltveränderungen betrachtet er Veränderungen des Bodenwasserhaushalts, des Substrats sowie andere tiefgreifende Eingriffe in die Umwelt. Zu dauernden Veränderungen des Wasserhaushalts kommt es bei einer Korrektur der Wasserläufe, der Vertiefung

von Flußbetten und bei tiefgründiger Drainage alluvialer Lagen. Dabei sind zwei Stufen anthropogener Eingriffe zu unterscheiden:

(1) *Konstruktion der HPNV als alluviales Ökosystem*

Das ursprüngliche Standortregime wurde durch den anthropogenen Eingriff zwar gestört, jedoch ermöglichen die Rahmenbedingungen noch eine Konstruktion der HPNV, die einem *alluvialen Ökosystem* entspricht. Soziologisch ausgedrückt heißt dies, daß die HPNV einer Gesellschaft des Alno-Ulmion entspricht.

(2) *Konstruktion der HPNV als hypothetische Pflanzengesellschaft*

Der anthropogene Eingriff war so massiv, daß es nicht möglich ist, aufgrund der bestehenden Standortbedingungen eine natürliche Gesellschaft des alluvialen Ökosystems zu konstruieren. In solchen Fällen läßt sich auch nicht eine bekannte natürliche Gesellschaft der höherliegenden Stufe zur Beurteilung heranziehen, denn für diese sind schon die Klimaxböden charakteristisch. Hier kann nur eine *hypothetische Gesellschaft* der HPNV konstruiert werden, die einer bekannten Gesellschaft zwar ähneln kann, mit dieser jedoch nicht identisch sein muß. Ihre Rangstufe kann oft nur durch die höheren Syntaxa angegeben werden (z.B. Carpinion anstelle des Pruno-Fraxinetum). Solchen Fällen begegnet man in Auen der warmen Tiefebene, wo nach einer radikalen Absenkung der Bodenwasserverhältnisse auf alluvialen Böden sehr rasch auch xerotherme Elemente zur Wirkung gelangen. Unter solchen Bedingungen entspricht die HPNV der Alluvionen hypothetischen Gesellschaften des Carpinion- oder sogar Quercion pubescenti-petraeae-Verbandes.

HÄRDTLE (1995) knüpft an diesen Gedanken von NEUHÄUSL (1975) an, wonach auf anthropogen stark veränderten Standorten zum einen Pflanzengesellschaften derselben oder ähnlicher Zusammensetzungen in der HPNV vorkommen können, wie sie aktuell real existieren. Zum anderen könnte für bestimmte Standorte die Konstruktion von bisher nicht real existierenden Pflanzengesellschaften erforderlich werden, die nicht mit bekannten Gesellschaften verglichen werden können (Konstruktion der PNV wird dann zur reinen Spekulation; vgl. auch ZERBE schriftl. Mitt. 1997).

Zur Abgrenzung zwischen HPNV und UNV

NEUHÄUSL (1975, 1984) diskutiert auch das Modell einer der „*heutigen Umwelt gemäßen natürlichen Vegetation*“ [UNV; vgl. KOWARIK 1987]. Sie stellt denjenigen Zustand der Vegetation dar, der sein würde, wenn jede direkte und indirekte anthropogene Beeinflussung der Vegetation unter den heutigen (auch künstlich erzeugten) abiotischen Umweltbedingungen als ausgeschaltet gedacht werden könnte. Die der Umwelt gemäße natürliche Vegetation kann auch für die in Zukunft geplanten Umweltbedingungen (für verschiedene Zeitabschnitte) konstruiert werden. Die der heutigen Umwelt gemäße natürliche Vegetation unterscheidet sich von der HPNV nur in den Fällen, wo sich mit der Beendigung anthropogener Tätigkeiten auch abiotische Umweltfaktoren ändern.

Da reversible, zeitgemäß geänderte Umweltbedingungen großräumig zur Geltung kommen, scheint es nach NEUHÄUSL (1980, 1984) zweckmäßig zu sein, eine hypothetische, höchstentwickelte (klimaxartige) natürliche Vegetation zu konstruieren, die nicht nur die irreversiblen, vom Menschen erzeugten Standortbedingungen (wie die PNV), sondern auch die langfristig wirkenden reversiblen Umweltbedingungen wie Bodenvergiftung, überregional wirkende Luftverunreinigung oder Grundwasserspiegelabsenkung u.a. widerspiegeln würde. Bei der Konstruktion dieser der „*anthropogenen Umwelt gemäßen natürlichen Vegetation*“ (UNV) sollten die gleichen Prinzipien wie bei der Konstruktion der PNV angewandt werden.

Da die natürliche Vegetation von Anthrooökotopen* in vielen Fällen durch heute noch unbekanntes Pflanzenvergesellschaftungen gebildet werden kann, muß man bei ihrer Bestimmung mit hypothetischen Gesellschaften arbeiten, die man nur Vegetationseinheiten höherer Rangstufen zuordnen kann. Da sich die Umweltbedingungen in anthropogenen Ökotopten ziemlich rasch ändern, muß für die Konstruktion dieser Vegetation immer ein bestimmter Zeitpunkt angegeben werden (NEUHÄUSL 1980, 1984).

„...die PNV [kann] in manchen Kulturlandschaften auch schon aus dem Grunde von der ehemaligen realen natürlichen Vegetation verschieden sein (...), weil der zur Zeit der Besiedlung verfügbare Florenbestand inzwischen dezimiert oder durch Neubürger bereichert sein kann“ (TÜXEN 1956, auch zit. in JAHN 1992).

NEUHÄUSL (1975, auch zit. in JAHN 1992) ist nicht mit der Auffassung einverstanden, daß das veränderte Floreninventar bei der gedanklichen Vorstellung der PNV zu berücksichtigen sei. In der Kulturlandschaft fehlen heute oft Quellen von Diasporen der HPNV. Ihre tatsächliche Entwicklung würde durch die heutige reale Vegetation in einem bedeutenden Maß beeinflußt werden, was ein heterogenisierendes Element in die Konzeption einführen würde. Bei der Konstruktion der HPNV muß daher seiner Meinung nach die Analyse der Möglichkeit einer Diasporenzufuhr ausgeschieden und die Konstruktion der HPNV auf Modellen begründet werden, die durch Abstraktion von Resten der naturnahen Vegetation in gegebenen oder vergleichbaren Gebieten gewonnen wurden (NEUHÄUSL a.a.O.). ZERBE (1997) kritisiert diesen Ansatz, auch KOWARIK (schriftl. Mitt. 1997) hält ihn für unrealistisch.

Reversible und irreversible anthropogene Standortveränderungen

Bei der Konstruktion der PNV sind gegenwärtige oder zukünftige Nutzungen auszuschließen. Standortveränderungen, die durch bisherige Nutzungen hervorgerufen wurden, sind zu berücksichtigen bis auf die Ausnahmen bestimmter *reversibler* Standortveränderungen. Wo die Grenze zwischen irreversiblen und reversiblen Einflüssen liegt, ergibt sich nicht nur aus dem Grad der Veränderung, sondern ebenso aus der jeweiligen Betrachtungsperspektive. Manche reversiblen Einflüsse verlieren ihre Wirkungen in relativ kurzer Zeit, andere hingegen erst nach Jahrzehnten oder Jahrhunderten. Langfristig wirksame Veränderungen kommen in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft häufig vor, und eine Nichtbeachtung würde zu einer falschen Konstruktion der PNV führen. Es bleibt ein Problem, eine sinnvolle Grenze zwischen denjenigen reversiblen Standortveränderungen zu finden, die zu berücksichtigen oder zu vernachlässigen sind (vgl. KOWARIK 1987).

Tab. 1 Zur Konstruktion von PNV, HPNV und UNV (nach NEUHÄUSL 1984, verändert)

Rekonstruierte natürliche Vegetation PNV	HPNV	Umweltgemäße natürliche Vegetation UNV
Rekonstruktion	Konstruktion	Konstruktion
Ohne jeden Eingriff des Menschen	Schlagartiges Aufhören des menschlichen Einflusses	schlagartiges Aufhören des menschlichen Einflusses
	Gleichgewicht mit Standort: a) eigentliche Geländefaktoren b) irreversible anthropogene Standortänderungen	Gleichgewicht mit Standort: a) eigentliche Geländefaktoren b) irreversible anthropogene Standortänderungen c) langfristig wirkende, reversible anthropogene Umweltveränderungen
Information über heute erreichbaren Naturreichtum unter Voraussetzung nicht irreversibler anthropogener Standortveränderungen	Information über die den heutigen abiotischen Standorten angepaßten natürlichen Gesellschaften	Information über die den heutigen abiotischen Standorten angepaßten natürlichen Gesellschaften <u>und</u> den Gesellschaften auf vom Menschen gebildeten Standorten und den menschlichen Wirkungen auf die Standorte; manchmal in der Natur bisher nicht vorhandene Vergesellschaftungen (auch Neophyten)

Die Konstruktion der HPNV hat die Funktion, eine Grundlage für gegenwartsbezogene Maßnahmen der Land- und Forstwirtschaft oder der Grünplanung zu bilden. Ohne die Berücksichtigung weiträumig wirksamer anthropogener Einflußfaktoren, die von außen z.B. über Veränderungen des Klimas oder des Wasserhaushaltes das Standortpotential prägen, ginge diese Funktion verloren. Folglich muß z.B. für Karten der HPNV in Flußniederungen (...) der aktuelle, etwa durch Wassergewinnungs-, Entwässerungs- oder Hochwasserschutzmaßnahmen erheblich beeinflusste Wasserhaushalt zugrundegelegt und damit der andauernde Einsatz von Energie für Pump- und Schöpfwerke, Grabenräumungen, Flußregulierung (...) außerhalb der Bezugsflächen in Rechnung gestellt werden (vgl. KOWARIK 1987, HÄRDTLE 1989, 1990).

Auch KAISER (1996) greift das Problem der Berücksichtigung von nachhaltigen anthropogenen Einflüssen auf. Ist beispielsweise die Errichtung eines Deiches in einer Flußbaue, der im Hinterland des Deiches die natürliche Überflutungsdynamik unterbindet, ein entsprechender nachhaltiger anthropogener Einfluß? Letztlich läßt sich diese Frage nur in Abhängigkeit von der zu bearbeitenden Problemstellung beantworten (vgl. HÄRDTLE 1989, 1995). Besteht beispielsweise die Aufgabe darin, ein naturschutzfachliches Entwicklungskonzept für denjenigen Teil der Flußniederung zu erarbeiten, der durch den Deich von der Auendynamik abgeschnitten ist, so sind grundsätzlich zwei Szenarien denkbar:

1. Konstruktion der PNV unter der Voraussetzung, daß der Deich bestehen bleibt.
2. Konstruktion der PNV unter der Voraussetzung, daß der Deich beseitigt wird.

Bestehen tatsächlich Möglichkeiten oder Absichten, den Deich zu entfernen, so ist dem zweiten Szenario zu folgen. Ist dies nicht der Fall, so ist das erste Szenario zu wählen. Zur Klärung der naturschutzfachlichen Vor- und Nachteile beider Varianten kann eine Gegenüberstellung beider Szenarien dienlich sein. Jede PNV-Konstruktion sollte nachvollziehbar und transparent sein. Das bedeutet, daß alle nachhaltigen anthropogenen Einflüsse benannt werden, die in die Herleitung der PNV eingeflossen sind. In dem aufgeführten Beispiel könnte das heißen: HPNV der außendeichs gelegenen Bereiche der Flußniederung

unter der Voraussetzung, daß alle Deichbauwerke in ihrer derzeitigen Funktion erhalten bleiben.

Unklar ist das Ausmaß anthropogener Standortveränderungen in manchen Wäldern, unbekannt sind die Umkehrbarkeit bzw. zeitliche Dauer von Standortfaktoren wie Bodendegradation und Bodenversauerung oder von Grundwasserabsenkungen. Praktische Konsequenzen hat dies im Hinblick auf die Beurteilung der Nutzbarkeit und der Natürlichkeit bestehender Ökosysteme, auf die Erkennung von Sukzessionsabläufen sowie auf waldbauliche Zielkonzeptionen (Beispiel: Vegetation der Auwaldreste im Oberrheintal südlich von Breisach; REIF 1992; vgl. auch SCHEIFELE 1968).

ELLENBERG (1996) zitiert die Kartierung eines Stadtgebietes (MORAVEC et al. 1991), die wohl nur aufgrund vorliegender Vegetationskartierungen möglich war. Im Rahmen der hier vorliegenden Studie werden dicht besiedelte Gebiete aufgrund des Maßstabs und des Bearbeitungsumfanges nicht explizit betrachtet (vgl. auch HÄRDTLE 1989).

LINDACHER (1996) betont, daß die grundsätzliche Annahme von „Zielvorstellungen“ in die PNV-Konstruktion - wie z.B. die Aussicht auf eine zukünftige Luftverbesserung - Spekulationen bald ein offenes Feld bieten würde.

2.2.2 Zeitdimension und Gleichgewicht

KOWARIK (1987) betont nachdrücklich die Bedeutung der *Zeitdimension* für die Konstruktion der PNV. Der zeitliche Bezugspunkt für die jeweils konstruierte PNV ist eindeutig zu benennen. Bei den heutigen Kartierungsprojekten handelt es sich meist um die heutige PNV, also die HPNV, auf der Grundlage des aktuellen Standortpotentials. KOWARIK betont aber auch, daß die PNV *nicht* das vorweggenommene Ergebnis einer tatsächlich ablaufenden Sukzession, sondern die Projektion einer idealen (nämlich höchstentwickelten) Vegetation auf das aktuelle Standortpotential darstellt. Da die HPNV dem heutigen Standortpotential entsprechen muß, sind sukzessionsbedingte und andere, unvorhersehbare Veränderungen des Standortpotentials im Verlauf der Zeit auszuschneiden.

KOWARIK (1987) zitiert diverse Autoren, die entweder uneindeutige Formulierungen verwenden oder aufgrund der Annahme einer Sukzession unscharfe oder falsche Interpretationen des PNV-Konzepts vornehmen, wie z.B. STUMPEL & KALKHOVEN (1978), SCHMITHÜSEN (1959, auch 1961, 1968), BRAUN-BLANQUET (1964), SCHMIDT (1969), SEIBERT (1978), KLINK & MAYER (1983), KLINK & SLOBODDA (1994), aber auch TÜXEN (1956) selbst. Auch HÜGIN (1981, vgl. HÜGIN & HENRICHFREISE 1992) definiert die PNV als „Mosaik der Endglieder der natürlichen Vegetationsentwicklung. Danach ist für jeden Standort eine bestimmte Pflanzengesellschaft – bei uns in der Regel eine Waldgesellschaft – kennzeichnend, die eine andere ist, wenn von Natur aus oder durch menschliche Eingriffe die Standortbedingungen geändert werden“. HENRICHFREISE (1988) spricht von Gesellschaften, die „sich entwickeln würden“.

ELLENBERG (1996: 111) nimmt bei seiner Definition der PNV trotz der Kenntnis der Arbeit von KOWARIK (1978) weiterhin (noch! vgl. ELLENBERG 1978, zit. in KOWARIK 1987) eine Sukzession an: „Mit TÜXEN (1956) verstehen wir [unter dem potentiell natürlichen Zustand] das Artengefüge, das sich unter den gegenwärtigen Umweltbedingungen ausbilden würde, wenn der Mensch überhaupt nicht mehr eingriffe und die Vegetation Zeit fände, sich bis zu ihrem Endzustand zu entwickeln“.

Die PNV kann keine vorweggenommene, sich tatsächlich in Raum und Zeit entwickelnde Endgesellschaft sein, sondern ausschließlich ein abstrakter, hypothetischer Vegetationszustand. Die Bindung der HPNV an die aktuellen Bedingungen schließt eine Sukzessionsdeutung aus: durch den Bezug auf die Gegenwart wird der Zeitfaktor auf Null reduziert und so kann strenggenommen keine „richtige“ Sukzession gemeint sein, die ohne Zeitdimension unvorstellbar ist. Die Entwicklung der PNV erfolgt ausschließlich im Kopf des Bearbeiters, nicht jedoch real im Gelände, und bleibt immer mehr oder weniger stark mit Spekulation behaftet (KOWARIK 1987, ZERBE 1997). Nach Ansicht von HÄRDTLE (1995; vgl. KOWARIK 1987, auch zit. in HÄRDTLE 1989) kann die Genauigkeit [besser: Richtigkeit] der Konstruktion nie empirisch bewiesen werden. Einzig denkbar ist die Falsifikation einer PNV-Konstruktion mittels Nachweis unzureichender Konstruktionsgrundlagen (KOWARIK 1987; vgl. LINDACHER 1996). Neuerdings können aber Modelle mit einer gewissen (maßstabsabhängigen) Genauigkeit erstellt werden.

Die Formulierung „im Laufe/im Zuge eines gedachten Regenerationszyklus“, wie sie von NEUHÄUSL (1975) bzw. KOWARIK (1987) gebraucht wird, umfasst einen nicht näher bestimmten Zeitraum, innerhalb dessen sich anthropogen bedingte Standortverhältnisse ändern können. Im Hin-

blick auf die für Wälder charakteristischen, langfristigen Regenerationszyklen wären daher beträchtliche, in diesem Zeitraum stattfindende Veränderungen standörtlicher Gegebenheiten denkbar. Es erscheint daher zweckmäßig, eine Bewertung anthropogener Standortveränderungen im Zusammenhang mit der Festlegung von Konstruktionsgrundlagen nicht auf Regenerationszyklen von PNV-Einheiten zu beziehen. Um dennoch kurzfristig wirksame anthropogene Standortveränderungen bei der PNV-Konstruktion per definitionem unberücksichtigt lassen zu können, soll der in einigen Definitionen verwendete Terminus „Gleichgewicht“ - das zwischen PNV-Einheit und deren Standort besteht - begrifflich präziser gefaßt werden. Nach NEUHÄUSL steht die PNV im Gleichgewicht mit ihrem Standort, wozu nicht nur die eigentlichen natürlichen Geländeformen gehören, sondern auch alle irreversiblen Standorteigenschaften, die auf menschliche Tätigkeit zurückgehen. Versteht man dieses Gleichgewicht als einen homöostatischen Zustand, der auf einer funktionalen Integration von PNV und Standort beruht, so wird damit gleichzeitig eine innerhalb dieses gedanklich konstruierten Ökosystems (aus Phytocoenon = PNV, Zoocoenon = potentielle natürliche Tiergemeinschaft und Biotop) bestehende ausgeglichene Stoffbilanz (also eine für dieses System typische Konstanz standörtlicher Parameter) gefordert (HÄRDTLE 1989).

Die Betrachtung eines Gleichgewichts ist problematisch, da möglicherweise implizit von einer Konstanz ausgegangen wird. Es ist zu prüfen, inwieweit eine Dynamik, etwa bei Mosaik-Zyklen, berücksichtigt wird (KOWARIK schriftl. Mitt. 1997). Nach dem Mosaik-Zyklus-Konzept lassen sich verschiedene Phasen (Optimal-, Zerfalls-, Verjüngungsphase), die beispielsweise ein Wald nacheinander durchlebt, in natürlichen Beständen mosaikartig nebeneinander beobachten (vgl. ELLENBERG 1996).

2.2.3 Aktualisierte Definitionen der PNV/HPNV nach KOWARIK (1987), HÄRDTLE (1989) und LINDACHER (1996)

Soll die Bedeutung der HPNV als aktuelle Planungsgrundlage erhalten bleiben, bietet sich an, die HPNV und die UNV (nach NEUHÄUSL 1980, 1984) als zeitgemäße Anpassung der HPNV für stark veränderte und nicht vom menschlichen Kultureinfluß isolierte Gebiete aufzufassen. Der Definitionsvorschlag von KOWARIK (1987; letzter

Nebensatz als Ergänzung von SEIBERT & CONRAD-BRAUNER 1995, bestätigt durch LINDACHER 1996) macht den Begriff UNV allerdings entbehrlich.

HPNV-Definition nach KOWARIK (1987)

Die HPNV sei eine rein gedanklich vorzustellende, nicht zukünftigen, sondern gegenwärtigen Standortbedingungen entsprechende höchstentwickelte Vegetation, bei deren Konstruktion neben den natürlichen Ausgangsbedingungen auch nachhaltige Standortveränderungen mit Ausnahme derjenigen zu berücksichtigen sind, die durch die Existenz der PNV, d.h. im Zuge eines gedachten Regenerationszyklus, ausgeglichen wären.

Die Wirkung bestehender sowie zukünftiger direkter menschlicher Eingriffe innerhalb der Bezugsfläche (Mahd, Düngung, Pflügen, Tritt u.a.) ist auszuschließen, sofern sie nicht bereits zu nachhaltigen Standortveränderungen geführt hat, wogegen der von außen einwirkende Einfluß übergreifender, auch durch fortwährende anthropogene Steuerung geprägter Umweltbedingungen (z.B. Veränderungen des Wasserhaushalts, der Luftqualität) sowie Florenveränderungen zu berücksichtigen sind, soweit sie sich bis heute auf die Vegetation verändernd ausgewirkt haben.

Mahd, Düngung, Pflügen, Tritt u.a. haben bereits zu erheblichen Standortsveränderungen geführt; inwieweit diese aber als nachhaltig zu betrachten sind, ist zu diskutieren.

PNV-Definition nach HÄRDTLE (1989)

Die PNV ist ein abstrakter, hypothetischer und höchstentwickelter Vegetationszustand, der bei seiner Konstruktion als schlagartig sich einstellend gedacht werden soll. Die PNV steht mit den bei ihrer Konstruktion zugrundegelegten Standortbedingungen im Gleichgewicht (d.h., das aus Phytocoenose = PNV, Zoocoenose = potentielle natürliche Tiergemeinschaft und Biotop bestehende (konstruierte) Ökosystem befindet sich im Zustand der Homöostasis). Als Konstruktionsgrundlagen der PNV sind neben den natürlichen Ausgangsbedingungen sowohl nachhaltig wirkende (anthropogene irreversible und langfristig reversible) Standortveränderungen als auch von außen einwirkende Einflußgrößen übergreifender, durch fortwährend an-

thropogene Steuerung geprägte Umweltbedingungen zu berücksichtigen. Gegenwärtiger und zukünftiger menschlicher Einfluß innerhalb der Bezugsfläche und die Wirkung von Standortveränderungen, die durch die Existenz der PNV ausgeglichen würden, sind bei der Konstruktion auszuschließen (HÄRDTLE 1995, übers.).

LINDACHER (1996) definiert den Begriff PNV in sieben Punkten:

1. Die PNV ist ein rein gedanklicher, hypothetischer Zustand der Vegetation.
2. Die PNV ist die ideale, d.h. höchstentwickelte Vegetation, die den zum Zeitpunkt ihrer Konstruktion herrschenden Standortbedingungen entspricht.
3. Für jeden Zeitpunkt der Gegenwart und in der Vergangenheit kann eine eigene PNV konstruiert werden.
4. Die PNV hat nur für den Zeitpunkt Gültigkeit, für den sie konstruiert wurde.
5. Die Konstruktion der PNV erfolgt unter dem gedanklichen Ausschluß der Wirkungen bestehender und zukünftiger direkter menschlicher Eingriffe (z.B. Mahd, Beweidung, Pflügen, Tritt u.a.).
6. Die Konstruktion der PNV erfolgt unter Berücksichtigung früherer direkter und indirekter sowie gegenwärtiger und zukünftiger, von außen einwirkender anthropogener Standortveränderungen (Luftverschmutzung, Änderung im Wasserhaushalt, Florenveränderung u.a.), wenn diese bereits zu Veränderungen der realen Vegetation geführt haben.
7. Die Konstruktion berücksichtigt keine Standortveränderungen als Folge einer Entwicklung der PNV selbst. Sie unterliegt keinem Entwicklungsprozeß im Sinne der Sukzession, sie ist schlagartig eingeschaltet zu denken.

Zu weitergehenden Überlegungen vgl. z.B. KÜCHLER & ZONNEVELD (1988, zit. in LINDACHER 1996). Hier wird nicht nur natürlichen, sondern auch anthropogenen Vegetationsformen ein potentieller Zustand gegenübergestellt.

2.2.4 Beispiele für PNV-Kartierungen

TÜXEN (1956) stellt eine ausführliche internationale Liste von Kartierungen zusammen, die inhaltlich der PNV zuzurechnen sind. Aktuellere Zusammenstellungen finden sich z.B. bei SCHRÖDER (1984), BÜCKING & MÜHLHÄUBER (1996) und LINDACHER (1996).

Frühe kleinmaßstäbliche PNV-Karten für Gebiete in Deutschland wurden von KNAPP (1946) und RUBNER (in RUBNER & REINHOLD 1953) konstruiert. Im Maßstab 1:200.000 wurden z.B. die TK-Blätter 85 Minden (TRAUTMANN 1966), CC 5502 Köln (TRAUTMANN et al. 1973), CC 3118 Hamburg-West (KRAUSE & SCHRÖDER 1979/1994) und CC 5518 Fulda (BOHN et al. 1996) sowie eine Karte für die Westfälische Bucht (BURRICHTER 1973) erstellt.

Für Bayern existiert eine Karte im Maßstab 1:500.000 (SEIBERT 1968a). In jüngerer Zeit wurde in Bayern eine Transektkartierung durchgeführt (JANSSEN & SEIBERT 1991, JANSSEN & BUSHART 1993) und in Anlehnung daran eine PNV-Kartierung im unteren Inntal (CONRAD-BRAUNER 1994).

Weitere Beispiele sind zu finden bei BAUER (1973), BOHN (1976), BURRICHTER et al. (1988), KORNECK (1974), A. KRAUSE (1972), MEISEL (1979), MICHIELS (1986), HOHENESTER (1978), PREISING (1956, 1978), RODI (1975), TRAUTMANN (1972a), TÜRK (1993).

Auch im europäischen Ausland sind diverse Karten veröffentlicht worden (z.B. KUHN 1967, MATUSZKIEWICZ 1984, PLIT 1982, QUEZEL & BARBERO 1985, WAGNER 1972, HEGG et al. 1993, PEDROTTI 1989 [Übersicht Italien PEDROTTI 1993]). Eine Übersicht für Europa findet sich bei OZENDA et al. (1979) und in COUNCIL OF EUROPE/COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (1987), vgl. NEUHÄUSL (1990). Aus den USA existiert eine Untersuchung von KÜCHLER (1964, zit. in HAFFNER 1968).

Für Baden-Württemberg existieren neben dem Standard-Werk von TH. MÜLLER et al. (1974; THEIS & WALTER 1992) z.B. folgende, auch thematisch verwandte Arbeiten: OBERDORFER (1936), OBERDORFER (1937), SCHWARZ (1941), OBERDORFER & LANG (1952), OBERDORFER (1952), LANG & PHILIPPI (1972), RODI (1976/77 [Jag nicht vor]), PHILIPPI (1978a), PHILIPPI (1983a), PHILIPPI (1983b), LANG (1990), REICHELT (1995).

Derzeit wird eine Karte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1:500.000 erarbeitet (BUSHART & MICHIELIN 1994; Vorstudie 1:200.000). Für Europa ist eine Karte der natürlichen Vegetation im Maßstab 1:2,5 Mio. in Bearbeitung (NEUHÄUSL 1991, NEUHÄUSLOVA & BOHN 1993, BOHN 1992, 1995).

2.2.5 Kritik an der Anwendung des PNV-Konzeptes für Waldstandorte

SCHERZINGER (1996) vertritt eine kritische Position zur Anwendung des PNV-Konzeptes für Waldstandorte:

Zur Einschätzung der Naturnähe eines Waldbestandes, z.B. im Rahmen der Waldbiotopkartierung, findet das Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation die brei-

teste Anwendung. Ausgehend von den gegenwärtigen Standortbedingungen entwirft der Kartierer ein hypothetisches Bild einer Klimaxgesellschaft, wie sie ohne Zutun des Menschen hier wachsen könnte. Gerade im Disput um mehr Natur im Forst entwickelte sich die PNV in den letzten Jahren zum gemeinsamen Leitbild künftiger Waldzusammensetzungen, suggeriert der Begriff ja die Entfaltung eines natürlichen Vegetationspotentials. Dementsprechend erwarten manche Aufschluß aus der PNV über die künftige Waldentwicklung, z.B. in Schutzgebieten oder nach Einstellung der Holznutzung. Andere lesen aus der PNV die sukzessive Langzeitentwicklung der Vegetation eines Standorts bis zur Klimaxgesellschaft ab. Verbreiteter ist der Wunsch, mit Hilfe der PNV den Urwaldtyp zu rekonstruieren, der sich ohne jeden menschlichen Einfluß bis heute an einem bestimmten Standort entwickelt hätte. Tatsächlich existieren bereits flächenscharfe Waldkartierungen, die auf die landesweite Konstruktion der PNV abzielen, z.B. für Bayern (SEIBERT 1968b) und große Teile der alten Bundesländer (TRAUTMANN 1978). Sie täuschen eine Zuordnungsgenauigkeit vor, wie sie nach unseren heutigen Kenntnissen zur Langzeitentwicklung der Waldgesellschaften gar nicht geleistet werden kann. Es ist auch ein euphorisches Vorurteil zu meinen, anthropogene Sekundärwälder würden sich nach Nutzungsaufgabe automatisch zu naturnäheren Gesellschaften des Klimaxstadiums rückentwickeln. Nicht nur wegen Schadstoffeintrag, Düngung aus der Luft und jahrhundertelanger Beeinflussung der Bodenentwicklung infolge Holznutzung und Streunutzung, sondern wegen der grundsätzlichen Einbahn-Richtung evolutiver Prozesse ist eine Rückkehr zu früheren Waldgesellschaften unwahrscheinlich. Viel eher treten Tertiärbiotope auf. Für die Baumartenzusammensetzung im Naturwald sind neben der Zugehörigkeit zum jeweiligen Wuchsgebiet außerdem zwischenartliche Konkurrenz der Bäume und Klimafaktoren entscheidend. Deshalb ist die natürliche Vegetation – auch bei Annahme konstanter Bodenverhältnisse eines Standorts – einer allmählichen Veränderung der Wuchsbedingungen unterworfen, von vielen Zufällen abhängig und muß keineswegs der angenommenen PNV entsprechen.

TÜXEN (1956) zielte auf eine pragmatische Abschätzung des aktuellen Leistungspotentials der Waldstandorte ab, unabhängig von deren Hemerobiegrad [ein Konzept, das TÜXEN damals noch nicht kannte; KOWARIK schriftl.

Mitt. 1997], und ohne künftige Entwicklungswege, Renaturierungsprozesse, Bodenbildung oder Wechselwirkungen mit der Tierwelt einzubeziehen. Nichts an der PNV bleibt „natürlich“, wenn sogar irreversible Standorteingriffe als gegeben hingenommen werden. Folglich sieht GRIESE (1991; vgl. KOWARIK 1987) jedenfalls kein Problem darin, auch fremdländische Baumarten als Teil der PNV einzustufen, sofern sie sich bei uns natürlich verzüngen. Damit degradiert das PNV-Konzept zum forstlichen Alibi, und seine Brauchbarkeit als naturschutzrelevante Meßplatte künftiger Waldbehandlung erhält tiefe Risse.

Aus heutiger Kenntnis der Walddynamik befremdet im Konzept der PNV die statische Sicht, die sich ganz auf die Wirtschaftsbaumarten der Dauergesellschaft beschränkt, die Ausklammerung der Fauna als natürlichem Standortfaktor und die Gleichsetzung naturnaher und anthropogener Standortverhältnisse.

Das von allen Seiten mit großen Erwartungen überhäufte Konzept der PNV ist im Grunde eine rein gedankliche Konstruktion, die real gar nicht umgesetzt werden kann. Sie eignet sich bestenfalls zur Interpretation von Standortkartierungen, nicht aber zur Beurteilung von „Naturnähe“ und Entwicklungspotential bestimmter Waldbestände, und sie kann auch nicht alles halten, was im Laufe der Zeit in sie hineininterpretiert wurde. Trotz des alltäglichen Einsatzes in der Kartierungspraxis sind die detaillierten Konstruktionsversuche einer „natürlichen“ Waldvegetation im Grunde gar nicht möglich, da ausreichende Kenntnisse über die bisherigen anthropogenen Veränderungen der Wuchsbedingungen fehlen und damit jeder konkrete Standortbezug auf spekulativen Beinen steht.

SCHERZINGER (1996) empfiehlt die Betrachtung des *natürlichen Vegetationspotentials* eines Waldstandorts anstelle des Konzepts der PNV, um der hohen Variabilität natürlicher Vegetationszusammensetzung im Laufe langfristiger Waldentwicklung gerecht zu werden. Die Gesamtheit des Vegetationspotentials könnte als „Klimax“ bezeichnet werden; es wird in der Literatur empfohlen, die statische Auffassung eines Klimaxstadiums fallen zu lassen, weil es der realen Dynamik des Naturgeschehens widerspricht und jede Phase eine gleichwichtige Teilstrecke des Gesamtzyklus der Waldentwicklung darstellt.

Auch ZERBE (1997) sieht in der PNV keine sinnvolle Zielvorstellung für den naturnahen Waldbau. Unter naturnahem Waldbau wird v.a. das weitgehende Zulassen natürlicher Dynamik bzw. Entwicklungen verstanden, wo immer dies auf den forstwirtschaftlich genutzten Flächen möglich ist. Vermutlich wird das Leitbild der PNV in der Planung deshalb so häufig favorisiert, weil es dem Wunsch des Menschen nach Gestaltung der Landschaft nahe kommt. Gründe für ZERBEs Kritik sind:

- Die Konstruktion der PNV bleibt, vor allem hinsichtlich der Folgen anthropogener Standortveränderungen, immer mehr oder weniger mit Spekulation behaftet.
- Das Konzept der PNV schließt eine Sukzession explizit aus. Sukzession und möglichst unbeeinflusste Bestandesentwicklungen sind aber gerade im naturnahen Waldbau erwünscht.
- Naturnahe Vergleichsbestände, die zur Konstruktion der PNV herangezogen werden, sind immer mehr oder weniger stark anthropogen beeinflusst.
- Die reale Gehölzvegetation, die durch jahrhundertelange Kulturtätigkeit des Menschen geschaffen wurde, ist, was die unterschiedlichen Vegetationstypen betrifft, häufig vielfältiger als die konstruierte PNV.

ZERBE (1997) zieht dem statischen Leitbild der PNV ein dynamisches Konzept vor, das sich in hohem Maße an der aktuellen Naturverjüngung orientiert. Eine weitgehend un gelenkte Eigendynamik der Wirtschaftsbestände ist allerdings nicht in jedem Fall erwünscht. Das Zulassen von natürlichen Entwicklungen oder die Notwendigkeit lenkender forstlicher Eingriffe ist abhängig vom jeweiligen Entwicklungsziel, das sich aus wirtschaftlichen (Holznutzung) und gesellschaftlichen (Naturschutz, Erholung) Anforderungen und aus ökologischen Kenntnissen ergibt. ZERBE (a.a.O.) benennt fünf *Entwicklungszieltypen*:

- (1) Naturwaldtyp
- (2) Naturverjüngungstyp
- (3) Umwandlungstyp
- (4) Bestandserhaltungstyp
- (5) Aufforstungstyp

Mit dem waldbaulichen Konzept des entwicklungszieltypen-orientierten Waldbaus wird eine Integration von Forstwirtschaft und Naturschutz angestrebt.

BÜCKING & MÜHLHÄUBER (1996) kontern SCHERZINGERS Kritik mit der Bemerkung, daß die Erweiterung der HPNV um inzwischen eingebürgerte Vegetationselemente und die Berücksichtigung irreversibler Standortverhältnisse eine logische Konsequenz sei, „der man sich theoretisch oder ideologisch, aber nicht praktisch“ entziehen könne. „Theoretische Überlegungen führen weder zum Verschwinden der Diasporen in den jeweiligen Transportwegen oder in den Samenbanken noch zur standörtlichen Rückentwicklung; hierzu bedarf es der bewußten Planung und Aktion, wenn sie denn politisch konsensfähig ist“. Das natürliche Vegetationspotential im Sinne von SCHERZINGER (1996) sei in die HPNV integriert.

Nach JAHN et al. (1990) orientieren sich die Aussagen über die Regional-/Zonalwälder in den Fällen, wo starke anthropogene Standortveränderungen erfolgt sind, zwar an der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation; das waldbauliche Arbeitsziel kann aber durchaus davon abweichen. FISCHER (1995) nennt das PNV-Konzept ein Hilfsmittel zur flächenhaften Darstellung des Standortpotentials, das gerade im forstlichen Bereich, wo die reale Vegetation wenigstens teilweise noch der potentiellen natürlichen Vegetation nahekommt, als solches genutzt werden kann. Weder ist es aber als zwingende Zielvorgabe im Rahmen der Landnutzungsplanung zu verstehen noch können sehr detaillierte floristische oder strukturelle Bestandesdaten (z.B. genaue Baumartenanteile) abgeleitet werden.

2.2.6 Klimax - Monoklimax - Polyklimax

Nach frühen Ansichten (CLEMENS 1916 u.a.) führt in einem einheitlichen Klimagebiet die natürliche Vegetationsentwicklung in Verbindung mit klima- und vegetationsgesteuerten Standortwandlungen zu einem Ausgleich der ursprünglichen Standortunterschiede. Damit weist schließlich das gesamte Klimagebiet die gleiche Pflanzengesellschaft auf, die sogenannte Klimaxvegetation. Diese *Monoklimaxtheorie* sieht ein klimatisch bedingtes Endstadium der Vegetationsentwicklung. Schon damals wurde diese Theorie modifiziert durch die *Polyklimaxtheorie*, nach der alle Standortfaktoren betrachtet werden müssen.

Ein Landschaftsraum ist in der Regel aus verschiedenen Standorteinheiten zusammengefügt. Diesem „Fliesengefüge“ entspricht ein räumliches Gefüge von Schlußgesellschaften (SCHMITHÜSEN 1950, vgl. ELLENBERG 1996).

TRAUTMANN (1966) verzichtet begründet auf die Verwendung bestimmter Begriffe wie zum Beispiel den Klimaxbegriff. Er spricht von Klimaxgesellschaft und Klimaxkomplex. Auch der Begriff der „zonalen Vegetation“ soll nach WALTER (1954, zit. in TRAUTMANN 1966) nur bei großräumigen Betrachtungen verwendet werden.

2.2.7 Sukzession und Zonation in Flußauen

In Flußauen ist zwischen den Begriffen Zonation und Sukzession sorgfältig zu unterscheiden. Nach MOOR (1958, auch zit. in HELLER 1969, vgl. MOOR 1969, ELLENBERG 1996) bedeutet *Sukzession* den nur durch Pflanzen selbst bewirkten Gesellschaftswechsel. Alles übrige Nacheinander sei eine Folge von Standortüberlagerung. Die Anordnung der Gesellschaften entspricht der *Zonation* verschiedener Standorte. Es werden in diesem Zusammenhang auch die Begriffe „autogene“ und „allogene“ Sukzession verwendet (TANSLEY 1935). TÜXEN (1960) sprach von „endogenen Wirkungen“ und „exogenen Kräften“. Es handelt sich also um „biotisch ausgelöste“ und „topographisch bedingte“ Abläufe (HELLER 1969). Am natürlichen Fluß durchdringen sich die Effekte.

Die Anordnung der Pflanzengesellschaften in Flußauen wird unter anderem bedingt durch die Höhen über dem Flußwasserstand, durch Topographie, Abflußregime, Korngrößen des Substrats, Strömungsunterschiede, Schwebstofffracht, Nährstoffhaushalt, Klima/Mikroklima und die Dauer der Vegetationsperiode. Auch wirkt sich der Umstand aus, welche Pflanzenarten zur Zeit des Wasserrückgangs gerade fruchten. Das gilt insbesondere für alle Arten von Weiden, deren Samen nur eine kurze Zeit keimfähig bleiben und ein feuchtes Keimbett brauchen. Auch das Vorkommen der ebenfalls häufig als Pionier in der Aue auftretenden Grau-Erle ist wesentlich stärker von den momentanen Besiedlungsbedingungen als von den durchschnittlichen Standortbedingungen abhängig. Ökologische Unterschiede sind vielfach nicht Ursache, sondern erst Folge der unterschiedlichen Erstbesiedlung (vgl. HELLER 1969).

Die Zonierung ist als relative und nicht als absolute höhenlinienfixierte Abstufung zu sehen, zumal neben Überflutungshöhe, -häufigkeit und -dauer die örtlich wechselnde Bodentextur und die Strömung die Vegetation differenzieren. Auf gleichem Niveau können verschiedene Vegetationseinheiten angetroffen werden. Bei Weichholz-Auenwald entscheidet lediglich das Ausmaß der Erosions- und Sedimentationsprozesse, bei Hartholz-Auenwald der Fortschritt der Bodenentwicklung über deren Vorkommen (vgl. WAHL 1985, CARBIENER 1974, DISTER 1980b, auch zit. in HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT et al. 1988).

In Mitteleuropa dirigieren heute wasserbautechnische Maßnahmen das Abflußverhalten der Flüsse, so daß die Erosions- und Sedimentationsarbeit nur noch an wenigen Stellen der natürlichen Gewässerarbeit entspricht. Insbesondere die Hartholz-Auen sind durch Begradigung und Eindämmung der Flüsse sehr in Mitleidenschaft gezogen worden. Deshalb kann die Grundfrage, die sich beim Betrachten der Vegetationsstufungen in Flußauen aufdrängt, für Mitteleuropa kaum noch mit Sicherheit beantwortet werden: Ist die offene Annuellen-Flur mit der Hartholz-Aue durch eine schrittweise erfolgende Entwicklung verbunden, oder ist die oben besprochene Reihe der Vegetationsformationen nur Ausdruck eines räumlichen Nebeneinanders von Standorten, die der Fluß gleichzeitig zu schaffen vermag? Kürzer ausgedrückt: Handelt es sich um eine Sukzession oder um eine Zonierung (ELLENBERG 1996; dort auch weitergehende Diskussion des Problems)?

Eine der brennendsten und zugleich schwierigsten Fragen, die sich vor allem aus der Neubildung von Gesellschaftsgefügen (Artenverbindungen) ergeben, ist die Frage nach der Bedeutung „exogener“ und „endogener“ Wirkungen für den Ablauf von Vorgängen, die nach der Auswirkung der verbreitungsbiologischen Vorgänge über das Eintreten und Verbleiben der Arten in bestimmten Gesellschaften entscheiden. Welche Rolle kommt den Standortinflüssen als exogenen Kräften und welche den endogenen Wirkungen des schon vorhandenen Gesellschaftsgefüges zu, nachdem durch das natürliche oder anthropogene Experiment der neu geschaffenen, verbreitungsbiologischen Tatsachen Diasporen einer standortgerechten und „gesellschaftsfähigen“ Art zur Verfügung stehen? Würde nicht manche Art auf dem Wuchsort des schon vorhande-

nen Bestandes gedeihen können, wenn sie eben nicht durch die endogenen Wirkungen dieser vorhandenen Gesellschaft daran gehindert würde (TÜXEN 1960)?

Daß die PNV mehr ist als die Summe der Dauer- und Klimaxgesellschaften, zeigt SEIBERT (1962, zit. in LINDACHER 1996) am Beispiel des Fraxino-Ulmetums [=Quercus-Ulmetum] als der höchstentwickelten Vegetationseinheit der PNV der Isar-Auen. Diese Gesellschaft kann weder als Dauergesellschaft bezeichnet werden (da Überflutungen, die eine Weiterentwicklung verhindern würden, ausbleiben), noch stellt sie die Klimaxgesellschaft des Standorts dar (da sie sich langfristig zum Galio-Carpinetum weiterentwickeln wird).

2.2.8 Renaturierung und Naturnähe

Zwei höchst unterschiedliche Definitionen nähern sich dem Begriff Renaturierung:

- Renaturierung = Rückführung in einen hypothetischen Urzustand
- Renaturierung = Reduzierung der Nutzungsintensität (vgl. PFADENHAUER 1990, zit. in WIEGLEB 1989)

Nach der Definition von FRIEDRICH (1986) ist Renaturierung ein Prozeß, der ein Ökosystem in einen naturnahen Zustand zurückversetzt. Nach LÖLF & LWA (1985) entsprechen die Merkmale eines naturnahen Gewässers weitgehend einer vom Menschen nicht beeinflussten Ausprägung; künstliche Strukturelemente treten nur vereinzelt auf. Ein renaturierter Bach muß also einem natürlichen Gewässer möglichst ähnlich sein und Lebensraum für die charakteristischen Tier- und Pflanzenarten bieten. Damit sind an einen renaturierten Bach wesentlich höhere Anforderungen zu stellen als an einen naturnah ausgebauten (BUNZEL 1987; dort auch die Zit.). LINDACHER (1996, vgl. DIERSCHKE 1984) stellt auf der Grundlage verschiedener Autoren Einteilungen der Vegetation nach dem anthropogenen Einfluß dar.

Naturnahe Ökosysteme sind vom Menschen zwar beeinflusst, ändern sich nach Beendigung des Einflusses aber kaum. *Natürliche Ökosysteme* sind vom Menschen nicht oder kaum beeinflusst. Beide Ökosysteme sind selbstregulationsfähig (SCHUBERT & WAGNER 1993).



Abb. 3 Hartholz-Auwald der Freiburger Bucht

Tab. 2 Natürlichkeitsgrade von Vegetation und Gewässern (A. KRAUSE 1992; vgl. WERTH 1987, 1989)

Natürlichkeits-grad	Charakteristik
Unberührt	Flora und Vegetation sind vom Menschen so gut wie nicht berührt (fehlt in Mitteleuropa)
Natürlich	Flora und Vegetation sind seit langem ungestört, Arten- und Gesellschaftsinventar stehen mit dem Standort in Einklang (in Mitteleuropa z.B. Waldbäche in altem Laubwald)
Naturnah	Naturegegebene Elemente herrschen vor, aber das natürliche Gleichgewicht ist verschoben. Die jeweiligen Anteile entsprechen nicht den ungestörten Verhältnissen (z.B. gehölzgesäumte Bäche und Flüsse)
Bedingt naturnah, bedingt naturfern	Es herrschen Einseitigkeiten vor. Im Artenbestand überwiegt aber noch der natürliche Anteil (z.B. Bäche mit spärlichem Gehölzbesatz)
Naturfern	Von Natur aus Untergeordnetes gelangt zur Dominanz. Im Arteninventar machen sich gewässerfremde Pflanzen breit (z.B. gehölzfreie Wasserläufe mit Röhrichten und Uferstauden)
Naturfremd	Die Pflanzendecke besteht fast nur noch aus gewässerfremden Arten. Gewässertypische Elemente treten in den Hintergrund
Künstlich	Betonprofile

2.3 Konstruktion der HPNV für Baden-Württemberg

2.3.1 Methodische Grundlagen der Konstruktion

Die Zusammenstellung der methodischen Grundlagen der HPNV-Konstruktion für Baden-Württemberg folgt BOHN et al. 1996, JANSSEN 1990, vgl. TÜXEN 1956, TRAUTMANN 1966, 1973, PHILIPPI 1983, SEIBERT & CONRAD-BRAUNER 1995 u.a..

1. Festlegung der Definitions- und Konzeptgrundlagen

Bei der Konstruktion der HPNV sollen die aktualisierten Definitionen von KOWARIK (1987) und HÄRDITZLE (1989) zugrundegelegt werden. Irreversible oder nur langfristig reversible Standortveränderungen sollen möglichst berücksichtigt werden, obwohl das ohne Geländebefunde, aber auch ohne klare Kenntnis politischer Zielsetzungen eigentlich nicht möglich ist.

Von allen Vegetationskartierungen ist diejenige der HPNV die schwierigste und verlangt von allen Bearbeitern gute Kenntnisse der vorhandenen Pflanzengesellschaften, ihrer syndynamischen und räumlichen Beziehungen und schließlich auch der entscheidenden Landschaftsmerkmale. Eine Kartierung der realen Vegetation ist eine wichtige Vorarbeit. So ist es selbstverständlich, daß alle derartigen, im Gebiet vorhandenen Karten bei der Identifizierung und Kartierung der PNV ausgewertet werden sollen (SEIBERT & CONRAD-BRAUNER 1995).

2. Vegetationsaufnahme von Restbeständen an natürlicher/naturnaher Vegetation und Rückschlüsse aus Ersatzgesellschaften

Die wichtigsten Anhaltspunkte bei der Konstruktion bilden in jedem Gebiet *Restbestände natürlicher bis naturnaher Vegetation*, also in erster Linie naturnahe Wälder. Je mehr davon in einem Gebiet vorhanden sind, insbesondere wenn diese in diversen Ausbildungsformen auf den verschiedenen Standorten vorkommen, desto einfacher und exakter gelingt die Ansprache. Die Beurteilung der Natürlichkeit, z.B. von Nieder- und Mittelwäldern, kann aber durchaus problematisch sein.

Wo naturnahe Bestände fehlen, muß auf Beispiele und Untersuchungsergebnisse in anderen, möglichst angrenzenden Gebieten mit vergleichbaren Wuchsbedingungen

zurückgegriffen werden. Voraussetzung für die Ansprache und Konstruktion ist die genaue Kenntnis der jeweiligen, für die Ausbildung der Pflanzendecke entscheidenden Standorteigenschaften und der Standortansprüche der natürlichen Pflanzengesellschaften. Der mögliche Diasporenpool kann hier nicht interpretiert werden.

Erhebliche Hilfe, namentlich bei der Ansprache von Feuchte- und Trophiestufen, bieten ferner die *Ersatzgesellschaften*, besonders wenn sie extensiv oder gar nicht (mehr) bewirtschaftet werden. Durch intensive Nutzung (z.B. starke Düngung und häufige Mahd, intensive Beweidung, Herbizideinsatz) werden natürliche Standortunterschiede nivelliert und sind an der ihrer charakteristischen Arten beraubten Pflanzendecke nur noch schwer abzulesen.

Bei der Verwendung der Ersatzvegetation als Indikator kommt es sehr darauf an, die Koinzidenz mit der natürlichen Vegetation an zahlreichen unmittelbaren Kontakten auf gleichem Standort festzustellen und wiederholt zu überprüfen. Die gleiche Ersatzgesellschaft kann nämlich an die Stelle verschiedener natürlicher Gehölzgesellschaften treten, ebenso wie eine bestimmte Waldgesellschaft recht unterschiedlich zusammengesetzte Eigenschaften haben kann. Wichtige Hinweise auf die potentielle natürliche Vegetation liefern ferner spontan aufgewachsene Gehölzarten in Hecken, Gebüsch und Waldmänteln sowie Wildpflanzen der Bodenvegetation von Feldgehölzen, Hecken und Nadelholzforsten.

3. Standorterkundungen

Entscheidende Bedeutung bei der Ansprache der potentiellen natürlichen Vegetation hat schließlich die Erkundung des Standorts, namentlich des Bodens (Bodenkarten) und seiner für die Pflanzendecke wichtigen Eigenschaften wie Bodenart/-aufbau, Gesteinskomponenten, Wasserhaushalt (hydrologische Karten), Humusform und -gehalt. Hier leisten moderne Bodenkarten mit Angabe zur Trophie, wie sie leider nur für wenige Gebiete existieren, und geologische Karten wertvolle Dienste. Letztere erlauben insbesondere ein gezieltes Vorgehen bei der Untersuchung und Kartierung im Gelände, wenn auch die Daten nicht unüberprüft auf die Vegetation übertragen werden dürfen, da in der Regel – namentlich bei älteren Karten – die für die Zusammensetzung der Vegetation ausschlagge-

benden obersten Gesteinsschichten nicht dargestellt werden. Wichtige Standortmerkmale lassen sich aus der Oberflächenform ablesen: so haben Exposition, Hangneigung und Gründigkeit entscheidenden Einfluß auf den Strahlungs- und Wasserhaushalt der Wuchsplätze. Hilfreich bei der Abgrenzung der Kartierungseinheiten ist ferner die in die Topographischen Karten eingetragene Bodennutzung. Die räumliche Verteilung von Acker und Grünland kann nämlich in Gebieten, wo sie noch das natürliche Standortpotential – etwa bezüglich der Bodenfeuchtigkeit – widerspiegelt, wertvolle Indikatorfunktion erfüllen. Insgesamt nimmt die Sicherheit der Ansprache der PNV mit dem Grad der anthropogenen Beeinflussung ab.

Neben Gehölzen sind einzelne krautige Sippen bei der Ansprache und Abgrenzung von PNV-Einheiten hilfreich. Diagnostisch wertvoll sind insbesondere Arten an nicht intensiv oder längere Zeit ungenutzten Standorten. Hierzu gehören z.B. Wegränder, Feldböschungen oder Gebüschstreifen zwischen Wegen und landwirtschaftlich genutzten Flächen. Arten solcher Standorte sind zwar nur selten eindeutige Weiser für eine bestimmte PNV. Sie erleichtern aber in manchen Fällen die Unterscheidung zweier an einem Standort in Frage kommenden Kartierungseinheiten oder bestätigen durch ihr Vorkommen die bereits aufgrund anderer Merkmale ermittelte potentielle Gesellschaft (HÄRDTLE 1989; Beispiele bei TRAUTMANN 1966: 23).

Auch in waldarmen Gebieten sind zur Abgrenzung von Einheiten der HPNV die Verbreitung einzelner diagnostisch wichtiger Arten, verschiedene Farbaspekte der Wiesen und Weiden sowie die Grenzen der Ersatzgesellschaften wichtige Merkmale, die aus der Vegetation selbst erkennbar sind. Von großer Bedeutung sind auch die Bodentypen und vor allem die Bodenfarbe und Struktur der Ackerflächen, die oft Standortgrenzen deutlich werden lassen. Schließlich gibt auch die Verteilung der verschiedenen genutzten Gebiete (Wiesen, Weiden, Äcker, Wälder, Forsten und Ödland) Anhaltspunkte für die Grenzen von Einheiten der HPNV, die bereits aus topographischen Karten und Luftbildern in Verbindung mit guter Geländekenntnis abgeleitet werden können (DIERSCHKE 1968).

Im Detail ergeben sich jedoch oft Unterschiede zwischen der angetroffenen realen naturnahen Vegetation und der potentiellen natürlichen Vegetation. Die Freistellung von Stellario-Alnetum-Wäldern nach der Rodung der Bachauen hat eine stärkere Be-

lichtung der Bestände zur Folge. Im Naturzustand wäre der Kronenschluß der bachbegleitenden Hainmieren-Schwarzerlen-Wälder und der anschließenden Sternmieren-Eichen-Hainbuchen-Wälder wesentlich dichter, daher gäbe es kaum Seitenlicht. Im Unterwuchs nähmen lichthungrige Arten wie die Wiesenpflanzen oder die Arten der nitrophytischen Staudenfluren daher wesentlich weniger Raum ein (WEIßBECKER 1993).

4. Ergänzende Kartenauswertungen

Weitere thematische Karten können wertvolle Hinweise geben. Nach HÄRDTLE (1989) sind folgende Karten zu nennen: Flurkarten 1:2500, Grundkarten 1:5000, Topographische Karten 1:25.000, Historische Karten, Geologische Karten, Luftbildaufnahmen. Weitere ökologische Grundlagenkarten sind die für den öffentlichen Wald flächendeckend vorliegenden Standortkarten, die die Vegetationselemente in Form der ökologischen Artengruppen berücksichtigen (vgl. BÜCKING & MÜHLHÄUBER 1996).

Linienhafte Strukturen lassen sich in den kleinmaßstäblichen Karten i.d.R. nur schwer darstellen. Den bisherigen Karten fehlen daher Aussagen etwa zur PNV von Wasserläufen. Dabei lassen sich durch den Vergleich von realer Fließgewässervegetation und PNV über das Fehlen eigentlich zu erwartender Pflanzenarten bzw. das Vorkommen von nicht der PNV zuzurechnenden Arten (Störzeiger) wichtige Rückschlüsse auf den Erhaltungszustand des Gewässers ziehen (KAISER 1996).

PNV und mögliche Ersatzgesellschaften

In der folgenden Tabelle sind ausgewählten Einheiten der PNV mögliche Ersatzgesellschaften gegenübergestellt, wobei regionale Besonderheiten zu beachten sind (vgl. Autor). Diese Tabelle, die auf der Grundlage verschiedener Quellen zusammengestellt ist, kann also nicht kritiklos als Kartierungsschlüssel für (ganz) Baden-Württemberg verwendet werden. Die Originalarbeiten weisen oft wesentlich differenziertere Angaben zu Standort, Höhenlage, natürlicher Bestandesstruktur, bodenständigen Gehölzen, heutiger Nutzung, Ersatzgesellschaften (Forste, Gebüsch, Extensivgrünland, Wirtschaftsgrünland, Ackerwildkrautgesellschaften) u.a. auf. Deshalb sollten für eine praktische Arbeit diese Quellen weiter ausgewertet werden.

Die Kartierung von Ersatzgesellschaften zur Konstruktion der HPNV wird immer problematischer, da infolge der allgemeinen Intensivierung der Landwirtschaft die Standorte zunehmend nivelliert werden.

Tab. 3 PNV und mögliche Ersatzgesellschaften

<input type="checkbox"/> PNV	<input type="checkbox"/> Beispiele für Mantel-, Schlag-, Ersatzgesellschaften bei unterschiedlicher Nutzungsintensität	<input type="checkbox"/> Nutzungen	<input type="checkbox"/> Standort/Umwandlung	<input type="checkbox"/> Autor
WEICHHOLZAU				
Weidenwald und Korbweidenbusch	Agropyro-(Elymo-) Rumicion	(Grünland)	Periodisch überschwemmte Ufersäume und Flutmulden	TRAUTMANN (1966)
Weidenwald und Mandelweidengebüsch	Rumici-Alopecuretum geniculati, Cuscuto-Convolutum, nitrophytische Hochstaudenfluren	Grünland	Auenrohboden, periodisch (vor allem im Winterhalbjahr) längere Zeit überflutet	TRAUTMANN et al. (1973)
Silberweiden-Au	Reitgrasflur, Kohldistel-Glatthaferwiese	Grünland		SEIBERT (1962)
HARTHOLZAU				
Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auwald (Mandelweiden-Gebüsch, Sternmieren-Stiel-Eichen-Hainbuchen-Wald; selten auch Pfeifengras-Kiefernwald)	Laubmischwälder; Arrhenatheretum elatioris, Senecionetum aquatici, Angelico-Cirsietum oleracei; Molinion-Streuweisen; Ackerwildkraut-Gesellschaften	Laubmischwälder, Grünland, Acker	junge Auentalböden	Th. MÜLLER et al. (1974)
Trockener Eichen-Ulmen-Auwald, Seggen-Winterfinden-Wald, Sanddorn-Trockenbusch, selten au. Pfeifengras-Kiefernwald	Kiefernforste, Mesobrometum; Ackerwildkraut-Gesellschaften	Wald (Niederwald, Buschwald, Kiefernforste), Grünland, Acker, Obstbau	Rheinauen mit Grundwasserabsenkungen	Th. MÜLLER et al. (1974)
Eichen-Ulmen-Wald (Quercu-Ulmetum) und Silber-Weiden-Schwarz-Pappel-Wald (Salicetum albae)	Cirsio tuberosi-Molinietum arundinaceae, Angelico-Cirsietum oleraceae	Grünland, Streuwiesen (Acker)		G. LANG (1990)
Eichen-Auenwald (Quercu-Ulmetum minoris)	Rumici-Alopecuretum geniculati, Lolio-Cynosuretum, Ackerwildkraut-Gesellschaften, Alliarion; Crataegoprunetum ± ohne Hainbuche	Weide, Acker (Laubwald)	Basen- und nährstoffreiche braune Auenböden aus Lehm oder Sand, meist vergleyt. Wasser- und Nährstoffhaushalt abhängig von jährlichen Überschwemmungen.	DIERSCHKE (1976)
Eschen-Ulmen-Auwald (Quercu-Ulmetum minoris)	Ligustro-Prunetum; Arctietum nemorosi; Senecioni sylvatici-Epilobietum angustifolii, Chaerophylletum bulbosi, Mesobrometum; Arrhenatheretum elatioris, Lolio-Cynosuretum, Ackerwildkraut-Gesellschaften	Mähwiese, Weide, Acker, Laubwälder (Hoch-, Mittel- u. Niederwald), Nadel-forste	junge und jüngste Talablagerungen; Sand, Lehm, Ton, z.T. geröllhaltig; Borowina, Rambla, Paternia, Braune Vega, Gley.	SEIBERT (1968a)
Ulmen-Auwälder (Quercu-Ulmetum)	Salicetum cinereae, Salici-Viburnetum opuli; feucht: Phalaris- u. Phragmites-Röhrichte; trockener: Solidago gigantea	Pappelforste (Grünland, Acker)		PHILIPPI (1978a)
Eschen-Ulmenau	Ligustro-Prunetum, Reitgrasflur, Fichtenforst, Kohldistel- und Trespen-Glatthaferwiese, Lolio-Cynosuretum, Ackerwildkraut-Gesellschaften	Mähwiese, Weide, Acker, Fichtenforste		SEIBERT (1962)
Eichen-Ulmenwald	Arrhenatheretum elatioris, Lolio-Cynosuretum, Rumici-Alopecuretum geniculati; Ackerwildkraut-Gesellschaften	Grünland, Acker	basenreicher brauner Auenboden, stellenweise Gley	TRAUTMANN et al. (1973)
Eichen-Eschen-Auenwald	Glatthaferwiesen mit <i>Sanguisorba officinalis</i> und <i>Silaum silaus</i> ; Schmielen-Weißklee-weiden, reiche Kamillen- und Erdauchfluren mit Feuchtkeitszeigern; Alliarion-Chaerophylletum temuli, Chaerophylletum bulbosi	Grünland, Acker	basen- und nährstoffreiche, überwiegend lehmige und lehmig-tonige Aueböden, noch periodisch überflutet	TRAUTMANN (1966)

Eichen-Eschen-Auenwald im Übergang zu artenreichen Eichen-Hainbuchenwäldern	reiche Kamillen- und Erdrauchfluren, typische und trockene Weißkleeweiden, Glatthaferwiesen	Acker, Grünland	nicht mehr oder nur episodisch überflutete, hoch gelegene Flächen der großen Flußauen mit basen- und nährstoffreichen braunen Aueböden	TRAUTMANN (1966)
Stellario-Carpinetum einschließlich Stellario-Alnetum	Fichtenforste, Pappel-, Erlenforste, Mager-Feuchtgrünland, Waldsimen-Naßwiesen, Flutrasen; Großseggenriede, mädesüßreiche Hochstaudenfluren, Glanzgrasröhricht, Bachröhricht, Weiden- und Faulbaum-Gebüsche u. a., stellenweise Neophyten.	Grünland, stellenweise Wald, vereinzelt Acker	braune Auenböden, vergleyte Ranker, (Auen-) Gleye, (Auen-) Naß- und (Auen-) Anmoorgley, Moorgley u. a.	BOHN et al. (1996)
Stellario-Carpinetum	Lolio-Cynosuretum, Ackerwildkraut-Gesellschaften, Alliarion; Crataego-Prunetum mit Hainbuche	Acker	mäßig bis gut basen- u. nährstoffversorgte Gleye u. Pseudogleye aus Terrassenlehm sowie entspr. Auenböden, nach Eindeichung, keine Überschwemmung.	PHILIPPI (1978a) DIERSCHKE (1976)
Artenreicher Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald	Arrhenatheretum elatioris, Lolio-Cynosuretum; Ackerwildkraut-Gesellschaften	Acker, Grünland	ziemlich basenreicher Gley und Pseudogley	TRAUTMANN et al. (1973)
Erlen-Eichen-Hainbuchenwald	Calthion-Feuchtwiesen, Feuchtwiesen mit <i>Glyceria fluitans</i> u. a.	Grünland (Acker)	mäßig u. stark basenhaltige Naßgleye auf holozänen Sedimenten der Niederungen und Täler	TRAUTMANN (1966)
Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald, verschiedene Formen	Pfeifengrasrasen, Fuchsschwanz- bzw. Kohldistel-Glatthaferwiese, Ackerwildkraut-Gesellschaften	Grünland, Acker, Forste	lehmnige Sandböden, Tertiärtonne	RODI (1975)
OBERLAUF				
Erlenreiche Wälder und eingeschlossene Gewässer (Cari eiongatae-Alnetum glutinosae, Pruno padi-Fraxinetum, Salicetum albae, Potamogetonetea, Lemnetae, Phragmitetea; Bidention tripartitae, Convolvulion sepium)	Calthion, Rumici-Alopecuretum geniculati, Lolio-Cynosuretum, Filipendulion ulmariae; Röhricht- und Riedstadien	Grünland, z. T. Laubwald	Niedermoor, Anmoor, Naßgleye mit mäßiger bis guter Basenversorgung/ Entwässerung, Tiefumbruch.	DIERSCHKE (1976)
Erlen-Eschen-Wälder: Pruno-Fraxinetum, Cari remotae-Fraxinetum, Stellario-Carpinetum alliotosum	Molinietum caeruleae, Primulo-Schoenetum ferruginei, Juncetum subnodulosi, Angelico-Cirsietum oleracei; Ackerwildkraut-Gesellschaften	Grünland, Streuwiesen	mäßig u. stark basenhaltige Naßgleye auf holozänen Sedimenten der Niederungen und Täler	G. LANG (1990)
Hainmieren-Schwarzerlen-Auwald, in Talweytungen im Wechsel mit frischem-feuchtem Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald	Scirpetum sylvatici, Arrhenatheretum elatioris	Laubmischwald, Grünland	reiche, aber kalkfreie Talablagerungen der Silikatgebirge	Th. MÜLLER et al. (1974)
Schwarzerlen-Ufer-Auwald (Stellario nemorum-Alnetum glutinosae)	Salicetum triandrae; <i>Juncus-Molinia caerulea</i> -Gesellschaften, Valeriano-Filipendulietum	Laubwälder (Mittel- und Niederwald); Mähwiese	junge und jüngste Talablagerungen der Silikatgebirge; Sand, Lehm; Rambla, Paternia, Gley	SEIBERT (1968a)
Hainmieren-Erlenwald (Stellario-Alnetum), Hochlagenform	Fichtenforste, stellenweise Grauerlen-Pflanzung; Geranio-Trisetetum, Knöterich-Feuchtwiesen, Feuchtwiesen; Pestwurz- und mädesüßreiche Hochstaudenfluren u. a.	Grünland, Fichtenforste, Laubwald, vereinzelt Acker	Gleye, Hanggleye, Pseudogleye, örtlich Naß-, Anmoor-, Moorgleye	BOHN et al. (1996)
Frischer Grauerlen-Auwald	Arrhenatheretum elatioris, Lolio-Cynosuretum	Erlen- und Weiden-Wald als Niederwald, Grünland	junge, basenreiche meist sogar kalkreiche Talablagerungen	Th. MÜLLER et al. (1974)
(Grau-) Erlenau	Purpur-Weidengebüsch, Reitgrasflur, Fichtenforst, Kohldistel-Glatthaferwiese	Grünland, Fichtenforst		SEIBERT (1962)
Grauerlen-Auwald (Alnetum incanae)	Salicetum elaeagni, Salicetum triandrae; Senecioni sylvatici-Epiobietum angustifolii; Molinietum caeruleae; Angelico-Cirsietum oleracei, Geranio-Trisetetum	Erlen- und Weidenwald als Niederwald, Mähwiese	junge und jüngste Talablagerungen alpiner Herkunft, Sand bis Lehm, z. T. geröllhaltig; Borowina, Rambla, Paternia, Gley	SEIBERT (1968a)
Eschenau (verschiedene Ausbildungen)	Liguster-Gebüsche, Reitgrasflur, Fichtenforste, Kohldistel-Glatthaferwiese, Ackerwildkrautgesellschaften	Grünland, Fichtenforst, Acker		SEIBERT (1962)

Bach-Erlen-Eschenwald und verwandte Erlen-Eschen-Wälder	Petasites-Ufersäume, <i>Filipendula</i> -reiche Hochstaudengesellschaften	Grünland	anhaltend überrieselte od. period. überschw. Bach- u. Flußränder vorw. des Berglandes	TRAUTMANN (1966)
Traubenkirsischen-Erlen-Eschen-Wald	<i>Sencionetum aquatici</i> , <i>Angelico-Cirsietum oleracei</i> ; Molinion	Laubmischwald, Pappelforste, Grünland Streuwiesen	Naßgley, Anmoor	TH. MÜLLER et al. (1974)
Traubenkirsischen-Erlen-Eschen-Wald mit Stieleiche (<i>Pruno-Fraxinetum</i>)	<i>Alopecurus pratensis</i> -reiche Feuchtwiesen, Feuchtkleinflächig Flutrasen, Mädesüß-Hochstaudenfluren, Großseggenriede	Grünland, seiten Laubwald oder Acker	Zeitweilig nasse bis wechselfeuchte, sandige bis tonige Lehm Böden mit überwiegend hohem Nährstoffgehalt	BOHN et al. (1996)
Erlen-Eschen-Auwald (<i>Pruno padi-Fraxinetum</i>)	<i>Ligustro-Prunetum</i> ; <i>Eupatorium</i> <i>cannabini</i> ; <i>Molinietum caeruleae</i> , <i>Orchio-Schoenetum nigriscantis</i> , <i>Primuloscioenetum ferruginei</i> ; <i>Angelico-Cirsietum oleracei</i> , <i>Secionetum aquatici</i> ; <i>Ackerwildkraut-Gesellschaften</i>	Laubwälder (Mittel- und Niederwald), Mähwiese; Acker	junge und jüngste Talablagerungen, oft anmoorig; Sand, Lehm, Ton, Niedermoortorf; Gley bis Anmoor	SEIBERT (1968a)
Traubenkirsischen-Erlen-Eschenwald und verwandte Erlen-Eschenwälder	<i>Calthion</i> -Feuchtwiesen, vor allem <i>Kohldistel</i> -Wiesen, auch Feuchtwiesen (mit <i>Glyceria fluitans</i>)	Grünland	mäßig bis stark basenhaltiger Naßgley und Anmoorgley, stellenweise auch entwässertes und veredetes Niedermoor	TRAUTMANN (1966)
Traubenkirsischen-Erlen-Eschenwald u.ä.	<i>Filipendula</i> -Hochstaudengesellschaften, <i>Ackerwildkraut-Gesellschaften</i>	Pappelpflanzungen, Grünland, Acker	Mittel- bis gut basenhaltiger Naßgley und Anmoorgley, Außenboden, stellenweise entwässertes Niedermoor	TRAUTMANN et al. (1973)
Traubenkirsischen-Erlen-Eschenwald verschiedene Formen und Übergänge	Pfeifengrasrasen, <i>Kohldistel</i> - <i>Glatthafer</i> wiese, <i>Seggen-Kohldistel</i> wiese, <i>Ackerwildkraut-Gesellschaften</i>	Grünland, Acker, Nadelforste	Braunerde-Gley, Anmoorgley, entwässertes Niedermoor	RODI (1975)
NIEDERMOORBEREICHE				
Schwarzerlen-Bruch (<i>Carici elongatae-Ainetum glutinosae</i>)	<i>Salicetum auritae</i> , <i>Salicetum cinerreae</i> , <i>Convolvulo-Eupatorium</i> <i>cannabini</i> , <i>Juncus-Molinia caerulea</i> -Gesellschaften, <i>Juncetum filiformis</i> , (Magno) <i>Caricion elatae</i> ; <i>Senecionetum aquatici</i> , <i>Angelico-Cirsietum oleracei</i>	Erlenwald, Streuwiese, Mähwiese	Moorböden; Torf, z. T. mit Mineralboden gemischt; Anmoor, Niedermoor	SEIBERT (1968a)
Erlen-Bruchwald	<i>Caricetum gracilis</i> , <i>Senecionetum aquatici</i> , <i>Angelico-Cirsietum oleracei</i> ; Feuchtwiesen mit <i>Glyceria fluitans</i> , <i>Ranunculus flammula</i> u.a.	Grünland, Wald	mäßig basenhaltiges bis basenreiches Niedermoor mit Bruch- und Seggentorfen meist < 2 m, stellenweise Anmoorgley	TRAUTMANN (1966)
Erlen-Bruchwald	<i>Calthion</i> -Wiesen, <i>Seggensümpfe</i> , <i>Filipendula</i> -Hochstaudengesellschaften	Grünland, Wald (Acker)	Niedermoor, Anmoorgley	TRAUTMANN et al. (1973)
Erlenwald der Quellmulden und feuchten Senken	Ohrwiedengebüsch, Großseggenriede	—	nasses Niedermoor und nasser Anmoorgley	RODI (1975)
Erlensumpfwald und Erlenbruchwald (<i>Alnion glutinosae</i>) der Tieflagen	Pfeifengrasrasen, <i>Kopfbinsenrasen</i> , <i>Seggen-Kohldistelwiese</i>	Grünland	Hanganmoor, Anmoorgley, Gley	RODI (1975)
	<i>Calthion</i> -Wiesen, <i>Waldsimsen</i> -Quellwiesen, stellenweise Flutrasen; Mädesüß-Hochstaudenfluren, Großseggenriede, <i>Schilf-Röhricht</i> , <i>Salix cinerea</i> -Sumpfbüsch u.a.	Grünland, Wald	Naßgley, Anmoorgley, Moorgley, Niedermoor	BOHN et al. (1996)
UFERGESELLSCHAFTEN				
Seggenried und Röhricht am Bodenseeufer	—	—	—	G. LANG (1990)
Röhrichte und Großseggenriede	—	(Fischeiche)	Protopedon bis Gytjtja; im Uferbereich Naßgley bis Anmoorgley	BOHN et al. (1996)
Röhrichte und Großseggenriede mit Übergängen zum Erlenbruchwald und Traubenkirsischen-Erlen-Eschen-Wald	—	—	Anmoorgley, Moorgley und Niedermoor (naß)	RODI (1975)

Die Tabelle wurde zusammengestellt in Anlehnung an BOHN et al. (1996), DIERSCHKE (1976), G. LANG (1990), TH. MÜLLER et al. (1974), PHILIPPI (1978a), RODI (1975), SEIBERT (1962, 1968a), TRAUTMANN (1966), TRAUTMANN et al. (1973); vgl. auch BEUG (1995: 16ff), HÜGIN (1963).

2.3.2 Literatur- und Kartenquellen zur Konstruktion der HPNV-Übersichtskarte 1:350.000

Zur Konstruktion der Übersichtskarte „Heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern in Baden-Württemberg“ (1:350.000) wurden - mit wenigen gekennzeichneten Ausnahmen - die folgenden Quellen aus Fachliteratur und Kartenwerken verwendet. Abbildung 4 zeigt einen räumlich orientierten Überblick über die Quellengrundlagen in Gestalt einer Landeskarte. Die erweiterte Legende zu dieser Kartenabbildung gibt eine detaillierte Aufschlüsselung der jeweils verwendeten Quellen.

Kartengrundlagen

PNV-Karten (und Karten verwandter Thematik) verschiedener Maßstäbe

TH. MÜLLER et al. (1974; darauf basierend THEIS & WALTER 1992), OBERDORFER (1937 [nicht vorhanden und nicht ausgewertet]), SCHWARZ (1941), OBERDORFER & LANG (1952), LANG & PHILIPPI (1972), RODI (1976/77 [nicht vorhanden und nicht ausgewertet]), PHILIPPI (1978a), PHILIPPI (1983a), PHILIPPI (1983b), LANG (1990), REICHELT (1995)

Vegetationskarten 1:25.000 (ggf. mit Erläuterungen)

Blatt 6323 Tauberbischofsheim-West (Unteres Taubergebiet) (PHILIPPI 1983b)

Blatt 6526 Creglingen (Tauberggrund) (BAUR 1965)

Blatt 6617 Schwetzingen (Nördliche Oberrheinebene) (PHILIPPI 1972)

Blatt 6817 Bruchsal (OBERDORFER 1936)

Blatt 6916 Karlsruhe-Nord (Nördliche Oberrheinebene) (LANG & PHILIPPI 1972)

Blatt 6923 Sulzbach/Murr (Mainhardter Wald) (SEBALD 1974)

Blatt 7016 Oberrheingebiet bei Ettlingen-Karlsruhe (Schwarzwaldrand) (OBERDORFER & LANG 1952)

Blatt 7020 Bietigheim (SCHLENKER 1940) [nicht vorhanden und nicht ausgewertet]

Blatt 7315 Bühlertal-Herrenwies (Hornisgrindegebiet) (OBERDORFER 1938)

Blatt 7416 Baiersbronn, Oberes Murgtal (BAUR 1963)

Blatt 7420 Tübingen (FABER & HEUGEL 1938)

Blatt 7521 Reutlingen, Alb und Albvorland (FABER 1958)

Blatt 7617 Sulz/N. (Oberer Neckar) (SEBALD 1966)

Blatt 7624 Schelklingen (BAUR & MÜLLER 1972)

Blatt 7818 Wehingen (Südwestalb und Vorland) (HAUFF & SEBALD 1977)

Blatt 7919 Mühlheim a.d. Donau (Südwestliche Donaualb und oberes Donautal) (SEBALD 1983)

Blatt 8013 Südschwarzwald bei Freiburg i. Br. (OBERDORFER & LANG 1957, OBERDORFER 1957)

Blatt 8114 Feldberg (Südlicher Schwarzwald) (OBERDORFER et al. 1982)

Blatt 8115 Lenzkirch, Oberes Wutachgebiet (Ostschwarzwald-Baar) (LANG & OBERDORFER 1960)

Blatt 8123 Weingarten, Würmmoräne des Rheingletschers (Schussenbecken und Umrandung) (HAUFF 1962)

Blatt 8225 Kiblegg (Argental/Jungmoränengebiet) (BAUR, BRIELMAIER & MÜLLER 1969)

Blatt 8226 Herlazhofen (Adelegg und Jungmoränengebiet) (BAUR 1968a)

Blatt 8326 Isny (Adelegg und Jungmoränengebiet) (BAUR 1968b)

Kaiserstuhl (v. ROCHOW 1951)

Winnenden (BÜCKLE 1989)

Rheinaue (verschiedene Teilgebiete und Maßstäbe: PHILIPPI 1978a, LOHMEYER & TRAUTMANN 1974, HÜGIN & HENRICHFREISE 1992)

Vegetationskundliche Übersichtskarte des Landkreises Tübingen 1:50.000 (SEBALD 1969)

Atlas Wasser- und Abfallwirtschaft der LfU (1991a)

Moorkarten 1:50.000

Blatt L 7526 Günzburg (GÖTTLICH et al. 1980)

Blatt L 7924 Biberach (GÖTTLICH & STUMPP 1972)

Blatt L 8118 Tuttlingen (GÖTTLICH & STUMPP 1976)

Blatt L 8122 Weingarten (GÖTTLICH 1966)

Blatt L 8124 Bad Waldsee (GÖTTLICH & STUMPP 1968)

Blatt L 8318 Singen (Hohentwiel) L 8318 (GÖTTLICH et al. 1975)

Blatt L 8320 Konstanz (GÖTTLICH & KLÖTZLI 1971)

Blatt L 8322 Friedrichshafen (GÖTTLICH & STUMPP 1975)

Blatt L 8324 Wangen im Allgäu (GÖTTLICH & HOHENSTATTER 1971)

Westliche Teile der Blätter L 7926, 8126, 8326 Östliches Württembergisches Allgäu und Illergebiet (GÖTTLICH & STUMPP 1977)

Sonderblatt Die Baar L 7916 (Südhälfte) und 8116 (GÖTTLICH & STUMPP 1978)

Tal- und Gewässermorphologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg (BRIEM et al. 1992)

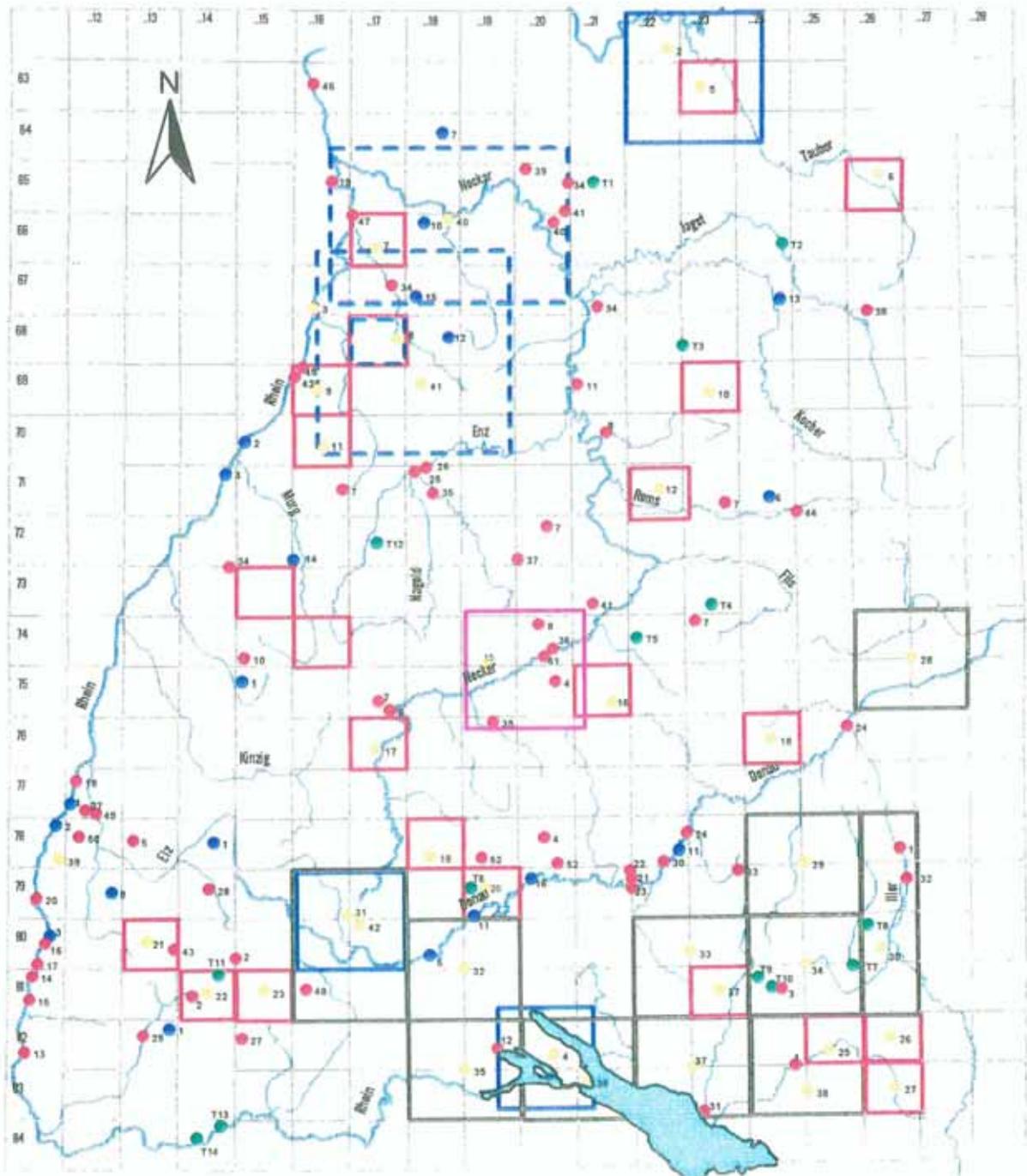
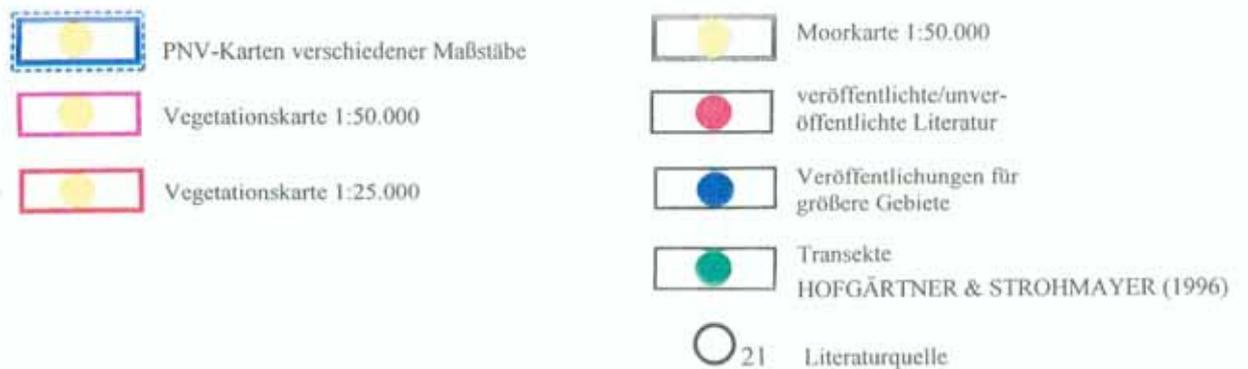


Abb. 4 Übersicht über die Literatur- und Kartenquellen zur Konstruktion der HPNV an Fließgewässern in Baden-Württemberg (Übersichtskarte 1:350.000)

Blattschnitt - Gitter der Topographischen Karten 1:25.000
Stand: Dezember 1996



Literaturquellen

□ Literaturhinweise zur aktuellen und potentiellen Vegetation

□ Aktuelle Untersuchungen/Transekte von HOFGÄRTNER & STROHMAYER (1996)

□ Unveröffentlichte Diplomarbeiten, sofern verfügbar

Literaturquellen im einzelnen**Gelbe Kartensignatur**

1. Th. Müller et al. (1974)
2. Philippi (1983a)
3. Philippi (1978a)
4. Lang (1990)
5. Philippi (1983b)
6. Baur (1965)
7. Philippi (1972)
8. Oberdorfer (1936)
9. Lang & Philippi (1972)
10. Sebold (1974)
11. Oberdorfer & Lang (1952)
12. Bückle (1989)
13. Oberdorfer (1938)
14. Baur (1963)
15. Sebold (1969)
16. Faber (1958)
17. Sebold (1966)
18. Baur & Müller (1972)
19. Hauff & Sebold (1977)
20. Sebold (1983)
21. Oberdorfer & Lang (1957)
22. Oberdorfer et al. (1982)
23. Lang & Oberdorfer (1960)
24. Hauff (1962)
25. Baur, Brielmaier & Müller (1969)
26. Baur (1968a)
27. Baur (1968b)
28. Göttlich et al. (1980)
29. Göttlich & Stumpp (1972)
30. Göttlich & Stumpp (1977)
31. Göttlich & Stumpp (1978)
32. Göttlich & Stumpp (1976)
33. Göttlich (1966)
34. Göttlich & Stumpp (1968)
35. Göttlich et al. (1975)
36. Göttlich & Klötzli (1971)
37. Göttlich & Stumpp (1975)
38. Göttlich & Hohenstatter (1971)
39. v. Rochow (1951)
40. Schwarz (1941)
41. Oberdorfer (1952)
42. Reichelt (1995)

Rote Kartensignatur

1. Müller & Görs (1958), Th. Müller schriftl. Mitt. 1997
2. Schwabe (1985a,b)
3. Seifert et al. (1995)

4. Ludwig (1979)
5. Ssymank (1991)
6. Billmann (1994)
7. Soltau (1993a,b)
8. Sauer (1989)
9. Th. Müller (1985a, 1991)
10. Zimmermann (1992)
11. Lang, U. (1990)
12. Lang, G. (1969)
13. Reif (1992)
14. Litzelmann (1955a,b)
15. Bärthel (1965b)
16. Eckmüllner (1940)
17. Hügin (1963)
18. Encke (1983), Hügin & Henrichfreise (1992), Lohmeyer & Trautmann (1974)
19. Bücking & Kramer (1982), Bücking (1989), Dilger & Späth (1985)
20. Henrichsfreise (1988)
21. Klepser (1994b)
22. Lutz & Soldner (1991)
23. Pfänder (1994)
24. Obergföll (1994)
25. Schulz et al. (1995)
26. Hohmann & Konold (1995)
27. Dieterich et al. (1970)
28. Ludemann (1992)
29. Schwabe-Braun (1979), Dieterich et al. (1970)
30. Eskuche (1955)
31. Winterhoff (1993)
32. Seibert (1968a,b)
33. Grüttner & Warnke-Grüttner (1996)
34. Kern et al. (1992)
35. Bierkamp et al. (1985)
36. Buchmann & Binder (1976)
37. Knöllner (1986)
38. Konold & Obermann (1983)
39. Lohmeyer (1957)
40. Messmer (1960)
41. Konold et al. (1992)
42. Philippi (1980a)
43. Denz (1991)
44. Rodi et al. (1979)
45. Kramer, W. (1987)
46. Dister (1980a)
47. Philippi (1972), Dilger & Späth (1985)
48. Oberdorfer (1949a)
49. Wolf (1977)
50. Hügin (1990), Gießübel (1993)
51. Faber (1937)
52. Quinger (1995)

Blaue Kartensignatur

1. Schwabe (1987)
2. Solmsdorf et al. (1975)
3. Hügin (1980, 1981), Henrichfreise (1988)
4. Hügin & Henrichfreise (1992)
5. Konold (1994)
6. Rodi (1960)
7. Weißbecker (1992)

8. Hügin (1990)
9. Hassler et al. (1995)
10. Schwarz (1941)
11. Konold et al. (1989, 1991, 1994)
12. Philippi (1982a)
13. Nebel (1986)
14. Murman & Kristen (1987)
15. Philippi (1982a)
16. Quinger (1995)

Grüne Kartensignatur

Transektaufnahmen, die in unterschiedlichen Naturräumen Baden-Württembergs im Rahmen der vorliegenden Studie an naturnahen Gewässerstrecken erarbeitet worden sind (Hofgärtner & Strohmayer 1996). Die Ergebnisse für die genannten Gewässer liegen vor bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

T1	Elz
T2	Jagst
T3	Brettach
T4	Maustobelbach
T5	Lenghartbach
T6	Lipbach
T7	Tobelbach
T8	Rötelsbach
T9	Sulzmoosbach
T10	Wolfegger Ach
T11	Haslach
T12	Kleine Enz
T13	Alb
T14	Andelsbach

2.3.3 Zur Legende der HPNV-Übersichtskarte

Die Konstruktion der HPNV-Übersichtskarte im Maßstab 1:350.000 gründet im wesentlichen auf Angaben, die der Fachliteratur entnommen sind. Entsprechend unterschiedlich gestalten sich damit die Detailtiefen der einzelnen, zusammengetragenen Informationen. Eine übrige Erschwernis bringen die zum Teil widersprüchlichen Interpretationsansätze zu vergleichbaren Inhalten und natürlich der Kartenmaßstab selbst. Die Übersichtskarte beinhaltet damit Informationen, die nur sehr vereinfacht und generalisiert wiedergegeben werden können und eine pragmatische Zusammenfassung auf höherer vegetationskundlicher Ebene erfordern. Eine detaillierte Ansprache ist erst nach Geländeerkundungen möglich.

Um die Herkunft der Informationsgrundlagen leichter rekonstruieren zu können, ist dieser Studie die kleine Orientierungskarte „Übersicht über die Literatur- und Kartenquellen zur Konstruktion der HPNV an Fließgewässern in Baden-Württemberg“ (S. 32) beigegeben. Es existiert sicherlich weiteres beachtenswertes Arbeitsmaterial, das allerdings nur schwerlich zugänglich ist. Eine vollständige Quellensammlung ist im Rahmen der vorliegenden Studie nicht zu leisten. Die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von TH. MÜLLER et al. (1974) ist ebenso wie die Manuskriptkarten von BUSHART et al. (1996) aufgrund des kleineren Bearbeitungsmaßstabes nur für größerflächige Auenbereiche und nur bedingt für die vorliegende Studie auszuwerten.

In der Kartendarstellung wird versucht, allen vorgegebenen Fließgewässerabschnitten eine Einheit der HPNV zuzuordnen. Aus Maßstabsgründen können nur einige der im Textteil erläuterten Vegetationsgesellschaften, und diese zum Teil auch nur mit einer gemeinsamen Signatur berücksichtigt werden. Die Legende weist die Vegetationsgesellschaften aus, die als aspektprägend für die Ufer und Auen an den Fließgewässern in Baden-Württemberg betrachtet werden. Dargestellt sind unter anderen:

- Die an Erlen und Eschen reichen Gesellschaften des Alnion glutinoso-incanae, in denen *nicht* die Grauerle wesentliche Art ist, also Equiseto telmateiae-Fraxinetum, Carici remotae-Fraxinetum, Ribeso sylvestris-Fraxinetum und Stellario nemorum-Alnetum glutinosae, werden in der HPNV-Übersichtskarte

nicht differenziert, sondern mit einer einheitlichen Signatur erfaßt.

- Das Pruno padi-Fraxinetum wird bei größerflächigen Vorkommen eingetragen, wobei v.a. im Rheintal auch Übergänge zum Stellario nemorum-Alnetum glutinosae oder Stellario holostea-Carpinetum betuli frisch bis feucht eingeschlossen werden.
- Eine Trennung zwischen Eichen-Ulmen-Auwald (Querco-Ulmetum minoris) und Silberweiden-Auwald (Salicion albae) kann wegen der meist kleinflächigen Vorkommen der Weichholz-Aue nicht konsequent erfolgen. Es wird deshalb eine gemeinsame Signatur verwandt.
- Größere Niedermoorkomplexe (Alnion glutinosae) können an den ausgewiesenen Standorten angegeben werden.
- In Kerbtälern (nach BRIEM 1994), wo sich die Ufer schnell über den Grundwasserspiegel erheben, finden sich entlang von Bächen Schluchtwald-Gesellschaften (Adoxo-Aceretum), der Auen-Schluchtwald sensu SCHWABE (1987), das Stellario holostea-Carpinetum betuli, Fagion-Gesellschaften, das Luzulo-Abietetum u.ä., die in der Karte unter einer Signatur zusammengefaßt werden.
- Trockenwälder und Trockengebüsche (*Molinia arundinacea-Pinus sylvestris*-Gesellschaft, Salicetum elaeagni, trockenes Querco-Ulmetum minoris, Carici albae-Tilietum cordatae) sind stellenweise mit gemeinsamer Signatur darstellbar, ebenso Röhrichte und Großseggenriede (Phragmitetalia australis).
- Außerdem können an einigen Stellen dargestellt werden: Alnetum incanae, *Alnus viridis-Athyrium filix-femina*-Gesellschaft / *Acer pseudoplatanus-Sorbus aucuparia*-Gesellschaft, auf der Niederterrasse des Rheins das Stellario holostea-Carpinetum betuli frisch bis feucht.

Krautige Vegetationseinheiten, submerse Makrophytengesellschaften, kleinflächige Quellflur-Gesellschaften und Waldsümpfe, Hochstaudenfluren, Pioniergebüsche und Weichholzanflug sind in der Übersichtskarte nicht dargestellt.

Die Unterläufe z.B. von Neckar, Kocher, Jagst und Rems sind mangels weitergehender Informationen und wegen ihrer weitgehenden Verbauung nur näherungsweise

anzusprechen. Der Neckar ist heute größtenteils kanalisiert. Trotz der nur geringen Möglichkeiten, hier in absehbarer Zeit naturnähere Zustände zu entwickeln, wurden in der Übersichtskarte Angaben zur HPNV aufgenommen, da sich derzeit unterschiedliche Ansätze zur örtlichen Verbesserung der Gewässerstruktur kundtun. Diese Informationen wurden der verfügbaren Literatur entnommen (z.B. MÜLLER et al. 1974).

Der Hochrhein kann nur stellenweise charakterisiert werden, da hier die Dimension der Verbauung bzw. deren mögliche Reversibilität wohl eine andere als bei den kleineren Fließgewässern ist. Auch die Bewertung der Enz unterhalb Pforzheims als Querco-Ulmetum ist fraglich. Der Leopoldkanal bleibt als künstliches Fließgewässer ohne Signatur, wie auch die Zuordnung einer HPNV bei weiteren Kanälen - vor allem in der Oberrheinebene - kritisch betrachtet werden muß.

In die Übersichtskarte mitaufgenommen sind die Staustufen an Rhein, Donau und Iller. Überschwemmungsgebiete, das Hochgestade des Rheins und bemerkenswerte intakte Auenstandorte am Rhein werden ebenfalls durch Sondersignaturen dargestellt.

Ebenfalls läßt sich die PNV im Bereich größerer Siedlungen nur näherungsweise darstellen. Eine gewisse inkonsequente Anwendung der Konstruktionsprinzipien mußte bei anthropogen stark veränderten Standorten in der Karte in Kauf genommen werden.

Generell bleibt das Problem, inwieweit anthropogene Eingriffe als irreversibel / nur langfristig reversibel einzuschätzen sind und damit in der Karte zu berücksichtigen wären.

TH. MÜLLER et al. (1974) unterscheiden im Maßstab 1:900.000 folgende Auwaldgesellschaften der flächenmäßig darstellbaren Bereiche: Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Auwald, Eichen-Ulmen-Auwald und Silberweiden-Auwald, Trockener Eichen-Ulmen-Auwald, Frischer Grauerlen-Auwald, Trockener Grauerlen-Auwald, Hainmieren-Schwarzerlen-Auwald in Talweitungen im Wechsel mit frischem bis feuchtem Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchen-Wald. Ansonsten „verschwinden“ die fließgewässerbegleitenden Einheiten unter den Signaturen der regionalen und lokalen PNV.

2.4 Anthropogene Einflüsse auf Standorte und Ökosysteme

Nach WEST (1964) haben die Pflanzengesellschaften, die uns heute begegnen, keine lange gemeinsame Geschichte. Sie sind nur mehr oder weniger zufällige Zusammenschlüsse der verschiedenen Pflanzen unter den heutigen Klimabedingungen. Diese Vorstellung geht davon aus, daß die heutigen Pflanzengesellschaften und Ökosysteme keine starren Gebilde sind, sondern in Abhängigkeit von äußeren und inneren Faktoren zusammengefügte und sich im Verlauf der Zeit verändernde Gemeinschaften. Die heutigen Ökosysteme sind danach prinzipiell in der Lage, auf unterschiedlichste Veränderungen ihrer Umgebung zu reagieren (FRENZEL & GLIEMEROTH 1995). Diese Reaktionsfähigkeiten werden heute allerdings durch die zunehmende Einflußnahme des Menschen eingeschränkt. Dies betrifft nicht nur den Eingriff in die Ökosysteme selbst, auch Städte- und Verkehrswegebau sowie Fremdenverkehrsaktivitäten leisten einen nennenswerten Beitrag (GLIEMEROTH 1995, dort auch die genannten Zitate).

Bei der Konstruktion der PNV ist zwischen zwei standortverändernden anthropogenen Einflüssen zu unterscheiden (vgl. KOWARIK 1987):

- Irreversible bzw. nur langfristig reversible Standortveränderungen
- Kurzfristig reversible Standortveränderungen

Die kurzfristig reversiblen Standortveränderungen sind bei der Konstruktion der PNV nicht zu berücksichtigen.

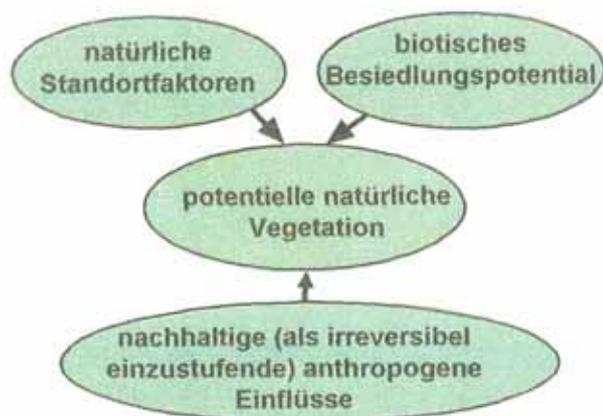


Abb. 5 Parameter für die Ableitung der potentiellen natürlichen Vegetation eines bestimmten Zeitraums (nach KAISER 1996, verändert)

2.4.1 Irreversible bzw. nur langfristig reversible anthropogene Veränderungen von Standort und Biozönose

2.4.1.1 Ablagerung von Auelehmen

Rodungen finden statt, seit der Mensch Land kultiviert, also etwa seit dem Neolithikum (Jungsteinzeit). In Mitteleuropa wurde seit dem frühen Mittelalter nicht nur im Umland der Flüsse, sondern auch in den Auwäldern gerodet, um Wiesen und Weiden im Talgrund zu gewinnen. Eine anthropogen bedingte Veränderung der Vegetationsdecke zeigt sich in der Geschichte vieler Flüsse im südlichen Mitteleuropa seit dem Ende des Atlantikums (Neolithikum). Der Ackerbau begünstigte die Bodenerosion und der Schwebstoffgehalt der Flüsse nahm zu. Die Flüsse reagierten mit starken Überschwemmungen, gesteigertem Sedimenttransport und hoher Sedimentumlagerung, so daß sie sich zunächst seitlich in ihre Schotterterrassen eingruben. Tritt der Strom bei Hochwasser über die Ufer, so wird der Großteil der mitgeführten Geschiebe und Schwebstoffe wegen der verminderten Fließgeschwindigkeit abgesetzt. Diese Ablagerungen sind unmittelbar an den Ufern zu erkennen, denn hier entstehen aus grobkörnigeren Sedimenten die natürlichen Uferwälle. In der übrigen Aue sind die Ablagerungen wesentlich feinkörniger und bezogen auf ein einzelnes Hochwasser nur geringmächtig. Im Laufe der Zeit haben sich aber durch verstärkte Sedimentation mächtige Auelehmdecken gebildet, und die Ausbildung von fließbegleitenden Mooren begann (GLIEMEROTH 1995, MANGELSDORF & SCHEUERMANN

1980, JAHN 1996, HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT et al. 1988).

Im Überschwemmungsbereich haben sich mit der Ablagerung von Auelehm Überflutungsgesellschaften wie die Barbarakraut-Gesellschaft und das Flußröhricht ausgebildet. Im flußferneren Bereich wurden mit der Ausbildung von Auelehmdecken Grauerlen-, Silberweiden- und Eschen-Ulmen-Wälder begünstigt (N. MÜLLER 1995b).

Bevor sich Auelehm abgelagerte, war die Schotterau von zahlreichen Fließrinnen durchzogen. Die Auelehmablagerung brachte einen neuen Standorttyp hervor, der die Standorte der Flußau irreversibel veränderte. Für die Leine bei Göttingen ergaben Untersuchungen, daß das Gebiet der Weidenaue und der nitrophilen Krautgesellschaften ausgedehnter war, als es heute der Fall ist. Landeinwärts davon gab es anstelle feuchter – weniger auch nasser – Eichen-Hainbuchenwälder Schwarzerlen-Gesellschaften auf Mineralböden. Daran schlossen sich eichenreiche Mischwälder an. In der Zeit der frühmittelalterlichen Rodungen wurden die Erlen-Bestände endgültig beseitigt (WILLERDING 1960, 1962).

2.4.1.2 Veränderungen des Grundwasserstandes

Für die Veränderung von Grundwasserständen und Wasserregimes können viele Maßnahmen verantwortlich sein: Bekannte und oft zitierte Beispiele sind Gewässerbegradigungen, Eindeichungen, Aufstauungen und Einleitungen, Dränagen und Entwässerungsmaßnahmen, die Anlage von Rieselfeldern, Wasserentnahmen zur Wassergewinnung und andere mehr. Großräumige Grundwasserabsenkungen wie im Oberrheingebiet dokumentieren weitreichende und tiefe Eingriffe des Menschen in die Flußlandschaft. Über die ökologischen Folgen am Oberrhein informiert z.B. ALBERT (1983).

Ursprüngliche und natürliche Fließgewässer mit ihren Au Landschaften sind je nach Naturraum, in dem sie sich bewegen, sehr individuell ausgebildet (OTTO 1991, OTTO & BRAUKMANN 1983). Durch Ausbau-, Regulierungs- und Begradigungsmaßnahmen wurden viele Fließgewässer in ihrer Gestalt und Dynamik so sehr verändert, daß ihre natürlichen und naturraumtypischen Eigenschaften heute kaum noch erkennbar sind. Besonders gravierend sind die Auswirkungen auf kleinere Bachläufe, deren Verschwinden aus der Landschaft, z.B. durch Verrohrungen, schleichen und damit kaum bemerkt stattfand. Teilweise wurden Bäche schon sehr früh wasserbaulich manipuliert.

Diese Eingriffe hielten sich aber im Vergleich zu späteren Meliorationsarbeiten noch in Grenzen. Die Rekonstruktion früherer „Landschaftszustände“ muß also kritisch mit dem Begriff der „Naturnähe“ in Verbindung gebracht werden. Wo wurde das Gewässernetz und sein Umfeld bereits in früheren Jahrhunderten verändert? Welcher Zustand kann zur Eichung des Begriffs „Naturnähe“, der für jeden Bach neu zu formulieren ist, herangezogen werden? Und wo sind die Grenzen der Interpretierbarkeit der jeweiligen Unterlage erreicht (SEIFFERT et al. 1995, vgl. SCHWINKÖPER & SEIFFERT 1993)?

Viele Bäche lägen im Naturzustand weniger tief unter Flur. Sie haben sich erst infolge von Wasserbaumaßnahmen unnatürlich tief in die Auensedimente eingeschnitten. Eine verringerte Wasserführung im Vergleich zum Ausgangszustand stellt sich vor allem ein durch die Anlage von Trinkwasserbrunnen und durch Aufforstung der Talhänge mit Fichten, die aufgrund ihrer größeren Interzeption* des Niederschlags eine geringere Grundwasserneubildung zulassen als Laubholzbestände. Waldgesellschaften nasserer Standorte nahmen früher in den Auen also wesentlich mehr Raum ein, als nach den heutigen Grundwasserhältnissen zu vermuten wäre (WEIBBECKER 1993).

Manche Gewässer im Regenschatten der Mittelgebirge haben heute kaum noch Eigenwasserführung, andere empfangen über gereinigte Abwässer sehr viel Fremdwasser oder völlig unnatürliche Abflußspitzen aus den Kanalisationen. Auch andere Einflüsse beeinflussen das Grundwasser wie z.B. Nährstoffanreicherung und Versauerung aus der Luft, Veränderung des Abflußregimes durch die Rodung der Wälder und einsetzende Erosion, morphologische Veränderungen in der Aue durch Auffüllungen oder Abgrabungen und andere mehr (FRIEDRICH 1992).

Die Auswirkungen von Staustufen und Kulturwehren am Beispiel des Rheins

Eine ausführliche Beschreibung der Auswirkungen von Staustufen auf Wasserregime und Grundwasserstände gibt z.B. VOLLRATH (1965). Danach zeigen Pflanzengesellschaften nicht nur über den Querschnitt der Flußau eine regelmäßige Anordnung, sondern wechseln auch im Längsverlauf der Aue periodisch von [Mühlen-] Stau zu [Mühlen-] Stau. Eine Erklärung für die morphologische Ausprägung der Aue ist eine fraktionierte Sedimentation

(Mittelsand, Schluff, Rohton, feiner Rohton) als Folge der Strömungsverhältnisse des Flusses, die entscheidend von den Stauen gelenkt werden. Infolgedessen haben sich auch die Wiesengesellschaften der landwirtschaftlich genutzten Umgebung des Flusses als Ersatzgesellschaften von Klimaxgesellschaften in typischer Weise angeordnet.

Die Staustufen am Rhein sind treppenartig angelegt. Sie liegen weit voneinander entfernt und haben damit hohe Niveauunterschiede zu überwinden. Folge ist, daß der Wasserspiegel des Stromes, auf dessen Niveau sich zuvor Gewässer und Grundwasser der Ebene eingestellt haben, örtlich angehoben ($\Delta 2$) oder abgesenkt ($\Delta 1$) wird. Schematisch sind diese Verhältnisse in Abbildung 6 skizziert. Das Flußbett der Stauhaltungen wird überall dort, wo der Wasserspiegel des Rheins ständig über dem des Grundwassers liegt (Bastardaue, vgl. HÜGIN & HENRICHFREISE 1992), durch feinste Teile (Flußtrübe) recht schnell abgedichtet. So kann kein oder nur sehr wenig Wasser in das Altrheingebiet bzw. in das Grundwasser gelangen. Dagegen wirken die Unterwasserstrecken der Wehre und Schwellen dränend. An diesen tiefen, im Bereich zwischen dem bisherigen Mittel- und Niedrigwasser oder sogar noch tiefer gelegenen Einschnitten kann das klare Grundwasser fast dauernd austreten und vermehrt abfließen. Dieser Vorgang ist auch im Altrheingebiet zu beobachten, wo tief eingeschnittene Gräben das Grundwasser aufnehmen und ableiten, z.B. Seitengräben, die nach Dichtwerden des gestauten Rheinbetts ihre Aufgabe der Druckwasserableitung weitgehend verloren haben. Die Folge ist, daß bereits an vielen Stellen des Altrheingebiets der Grundwasserstand unter den Wasserspiegel der Gewässer gesunken ist (HÜGIN 1980, 1981; vgl. BERNADOTTE 1968).

Mit der Zunahme großer Hochwasser am Rhein, die auch mit der Stauhaltung zu tun haben, haben sich die Schwankungen des Wasserstands vor allem in Bereichen nahe der Hochwasserdämme regelmäßig erhöht. In manchen Fällen von 2,5 m vor Staustufenbau bis rund 3 m nach Inbetriebnahme der Stauhaltung. Damit dürften sich auch in diesem Bereich landseits des Hochwasserdamms weitere Veränderungen in der Pflanzendecke vollziehen (HÜGIN & HENRICHFREISE 1992). Zu Vegetationsveränderungen infolge von Stauhaltungen vgl. z.B. SEIBERT (1975), TAMM (1984), PFADENHAUER & ESKA (1985) und PLATTNER (1986).

Eine wenigstens teilweise Wiederbelebung der alten Flußdynamik des Rheins ist weder durch den Bau von Kulturwehren und festen Schwellen noch den Ausbau der Altrheine erreicht worden. Unterhalb Breisach hat sich in den Altrheinen und Gießen ein im Jahreslauf weitgehend gleichmäßiger Wassergang eingestellt, der wohl gebietsweise ein Absinken des Grundwasserstandes verhindern konnte. Ihm fehlen andererseits die typischen Niedrig- und Hochwasserzeiten, die für Auenlebensgemeinschaften von grundlegender Bedeutung sind (GERKEN & WINSKI 1983).

Da in Staustufen alle Gerölle zurückgehalten werden, ist der Fluß gezwungen, sein Transportvermögen durch Tiefenerosion zu sättigen. Folge ist eine sogenannte Flußstreckung, d.h. der Fluß „begradigt“ sich selbst und Umlagerungsprozesse finden nicht mehr statt. Bei Hochwasser kommt es nur noch zu Überflutungen, so daß ehemals vegetationsfreie und schütter mit Pionierv egetation bewachsene Kiesbänke mit feineren Sedimenten überdeckt werden. Damit ist eine Verbesserung des Nährstoffangebotes verbunden, und mit Unterbindung der Flußdynamik wird eine rasche Boden- und Vegetationsentwicklung eingeleitet. Vegetationsfreie Kiesbänke und die Pionierv egetation werden zum Großteil von Weiden- und Erlengebüschen überwachsen [sofern die Keimbedingungen für Weiden stimmen; Anm. d. A.]. Im flußnahen Bereich etablieren sich Überflutungsgesellschaften wie die Barbarakraut-Gesellschaft und das Phalaridetum, die typisch für Tieflandauen sind. Arten der Pionierv egetation nehmen zugunsten von Arten der nitrophilen Überflutungsvegetation ab. Zunehmend bestimmt Konkurrenz die Habitate (MÜLLER, N. 1995a, b). Dem Rhein werden, um die Tiefenerosion zu verzögern, immer wieder gewaltige Materialmengen als quasi künstliches Geschiebe zugeführt.

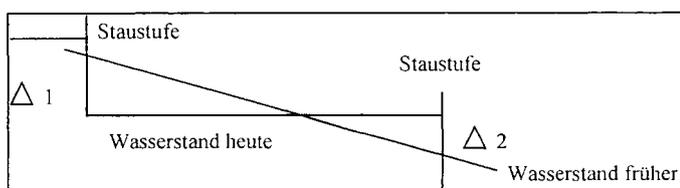


Abb. 6 Staustufen am Rhein (überhöhte Darstellung)

In Oberschwaben sind schon vor Jahrhunderten zahlreiche Fließgewässer im Zusammenhang mit der Weierwirtschaft künstlich angelegt worden und befinden sich in naturnahen Zuständen. Die HPNV stellt hier einen Sonderfall dar, den es zu berücksichtigen gilt (vgl. z.B. KONOLD 1987, HERBST 1992).

Im Grundwasser liegende Rohrleitungen wirken als Dränung, weil der Bodenraum aufgerissen ist. Sofern die Rohrleitung dicht ist, fließt das Grundwasser an der Sohle außerhalb des Rohres ab. Als Abhilfe wird der Einbau sogenannter Lehmschürzen empfohlen (HÜGIN 1990).

2.4.1.3 Veränderungen des Bodens

Verschiedene Formen der Bodenveränderungen, die vor allem durch Land- und Forstwirtschaft verursacht werden, sind für die Vegetationsentwicklung von Bedeutung: Podsolierungen (pH-Senkung, Basenauswaschung), eine über die natürlichen Vorgänge hinaus beschleunigte Oberbodendegradierung (übermäßige Rohhumusbildung, z.B. durch wiederholten Nadelbaumanbau auf natürlichen Laubbaumstandorten, heute auch durch Immissionen), Ortsteinbildungen, starke Bodenverdichtung und sonstige Veränderungen des Bodenprofils. Unter Waldbeständen verarmten die Böden nach jahrhundertelangen Waldnutzungen wie Rodungen, Raubbau, Streunutzung und Waldviehweide, die weit in historische Zeiten zurückreichen.

JAHN et al. (1990, auch zit. in ZERBE 1997) weisen im westlichen Nordschwarzwald nach, daß durch starke anthropogene Beeinflussung der ursprünglichen Buchen-Tannen-Wälder in hochmontanen Lagen heute mit potentiellen natürlichen fichtenreichen Beständen an diesen Waldstandorten zu rechnen ist. Es läßt sich nicht sicher beurteilen, in welchem Umfang die Aufforstung von Tälern und Hängen mit Nadelhölzern zur Versauerung des Bodens geführt hat. Ebenfalls noch ungeklärt ist, inwieweit die Vegetation vieler Bachtäler z.B. des Sandstein-Odenwaldes, die eine geringe Basenversorgung anzeigt, in ihrem heutigen Umfang natürlich ist oder ob sie teilweise erst durch Versauerung der Böden gefördert wurde (WEISSBECKER 1993).

In der Regel irreversibel sind Einflüsse wie Bodenbewegungen (Auftrag, Abtrag, Planierung; Öffnung und Ver-

füllung von Sand- und Kiesgruben, Steinbrüchen, Betrieb von Abraumhalden), Versiegelungen (Siedlungen, Industrieareale, Energiegewinnung, Straßenbau, Leitungstrassen), starke Erosion (Wasser, Wind), die Anlage von Deponien und Rekultivierungsflächen des Tagebaus und Auswirkungen durch Freizeitansprüche und militärische Nutzung.

Ebenfalls biotopverändernd wirken Immissionen (NO_x , HF, Salze, As, Schwermetalle, organische Substanzen, Bodenkalkung, u.a. Stäube und Gase), die teilweise mit einer Eutrophierung oder toxischen Wirkungen verbunden sind. Schwermetallhaltige Halden verändern völlig die Standortbedingungen für eine Vegetationsansiedlung.

Langfristig wirkende toxische Substanzen bewirken bei Kleinstlebewesen einen veränderten Stoffwechsel, wodurch die Zersetzung organischen Materials verzögert werden kann (ALBERTI et al. 1996). Auch dies hat Auswirkungen auch auf Bodenbildungsprozesse und die Vegetationsentwicklung.

Die Abtorfung von Hoch- oder Niedermooren zeigt erhebliche und meist irreversible Folgen für Vegetation und Landschaft. Im perhumiden Klima des Nordschwarzwaldes treten Vernässungen auf, die sich zum Teil noch weiter ausdehnen. Die Vernichtung des Baumbestandes durch Immissionseinflüsse reduziert langfristig den Wasserverbrauch am Rande von Hochmooren.

2.4.1.4 Veränderungen von Klima und Atmosphäre

Seit Beginn der Industrialisierung ist die Konzentrationen verschiedener Spurengase in der Atmosphäre, insbesondere von CO_2 , CH_4 , N_2O , FCKW und troposphärischem O_3 , beträchtlich angestiegen. Ein zentraler Forschungsgegenstand ist heute die Untersuchung der Klimawirksamkeit einiger Spurengase und die Abschätzung von möglichen Folgen einer Klimaveränderung, die durch anthropogene Emissionen ausgelöst ist. Sowohl Trocken- als auch Nässeperioden werden häufiger und extremer, die Vegetationsperiode wird durchschnittlich länger (HERTSTEIN & JÄGER 1995, HENRICHFREISE et al. 1990).

Neben diesen indirekten Wirkungen von Spurengasemissionen auf terrestrische Ökosysteme sind die potentiellen direkten Wirkungen eines CO_2 -Anstiegs auf die Ve-

getationsentwicklung zu beachten, die verbunden sind mit einem Anstieg von primären und sekundären Luftschadstoffen (troposphärisches Ozon) sowie einer Zunahme der bodennahen UV-B-Strahlung infolge eines Abbaus der stratosphärischen O_3 -Schicht. Umweltvariable wie CO_2 -Gehalt der Atmosphäre, O_3 - und UV-B-Belastung können auf verschiedenen Ebenen der biologischen Organisation (Organellen, Zellen, Organe, Individuum, Population, Ökosystem) Wirkungen nach sich ziehen. Innerhalb der Vegetation sind aufgrund von art- und populationspezifisch unterschiedlichen Toleranzgrenzen gegenüber veränderten Umweltbedingungen Verschiebungen der intra- und interspezifischen Konkurrenz nicht auszuschließen, die sich mittel- und längerfristig in sukzessiven Veränderungen von Pflanzengemeinschaften manifestieren können. Eine realistische Abschätzung derartiger Auswirkungen, die künftige komplexe und simultane Änderungen mehrerer Umweltvariablen verursachen können, erscheint zur Zeit mangels ausreichender experimenteller Datenbasis kaum möglich (HERTSTEIN & JÄGER 1995). Ähnliche Effekte sind möglicherweise auch bei anthropogen erhöhter Radioaktivität zu erwarten.

Nach JOHNSON et al. (1993; vgl. auch z.B. STRAIN & CURE 1985) erscheint es höchstwahrscheinlich, daß wechselnde CO_2 -Gehalte beträchtlich die klimatische Kontrolle auf die Produktivität, Artenzusammensetzung und Physiognomie der Vegetation verändern.

Nach KRAMER (1995) besitzen Bäume eine bemerkenswerte Plastizität und können phänotypisch auf Änderungen des Lokalklimas reagieren. THOMAS (1991) befürchtet aber, daß sich eine vorausgesagte, in erster Linie auf Treibhausgas zurückzuführende Klimawandlung in einer historisch beispiellosen Geschwindigkeit vollzieht, der die Adaptation* von Pflanzen, Tieren und Ökosystemen nicht zu folgen vermag. Bei langfristig stabilen Umweltbedingungen stellt sich zwischen diesen und der natürlichen Vegetation ein dynamischer Gleichgewichtszustand ein. Der Weg dahin führt über entsprechende Sukzessionen. Diese Dynamik äußert sich in einer für Standort und Entwicklungsstadium charakteristischen Arten-, Alters- und Raumstruktur. Ändert sich die Temperatur und mit ihr eine Anzahl weiterer ökologischer Faktoren, so wird zwangsläufig auch eine Wandlung der natürlichen Vegetation (...) ausgelöst. Taxa*, die sich durch eine grö-

ßere ökologische Amplitude auszeichnen, sind i.d.R. durch größere Anpassungsfähigkeit an Umweltveränderungen gekennzeichnet. Die Auswirkungen von Klimaänderungen sind besonders bei der Baumartenwahl zu beachten. THOMASIUSS stellt noch weitere Aspekte in diesem Zusammenhang dar, auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

Die einzelnen Pflanzenarten reagieren bei Änderung eines bestimmten Klimaparameters spezifisch und unterschiedlich, weshalb auch bei Konservierungsmaßnahmen die anthropogene Klimaänderung berücksichtigt werden muß (JÄGER 1995).

Durch eine langfristig wirkende Änderung des chemischen Zustands der Atmosphäre werden tiefgreifende Veränderungen der Vegetation hervorgerufen. Dieser Faktor sollte bei der Auswertung der Karte der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation miteinbezogen werden (NEUHÄUSL 1975). Die Luftverunreinigung großer Räume erreicht heute schon eine solche Stufe, daß sie die quantitative und qualitative Zusammensetzung der realen Vegetation markant beeinflusst. In Immissionsgebieten stellt dann eine Karte der PNV Vegetationseinheiten dar, die heute und auch in der baldigen Zukunft überhaupt nicht existieren können (NEUHÄUSL 1980).

Es stellt sich die Frage, inwieweit in immissionsbelasteten Gebieten noch Waldgesellschaften als Einheiten der PNV angenommen werden können (HÄRDTLE 1989). Vermutlich sind auch bei starken Immissionen noch waldartige Gehölzformationen denkbar, deren Zusammensetzung aber weitgehend spekulativ ist, weil nicht genügend Erfahrungswerte vorliegen.

Nach KOWARIK & SUKOPP (1984) können sowohl die Anreicherungen von Nährstoffen durch Deposition von Luftverunreinigungen als auch die Erniedrigung der pH-Werte durch saure Niederschläge zu tiefgreifenden Veränderungen in der Artenzusammensetzung von Pflanzengesellschaften führen. Als allgemeine Tendenz zeichnen sich eine Verarmung der Flora und eine Nivellierung von Vegetationstypen ab. Hiervon sind insbesondere Lebensgemeinschaften nährstoffarmer, saurer Standorte betroffen.

Zur Auswirkung von Klimaveränderungen – eine Simulation am Beispiel des südlichen Oberrheins

Immissionen von SO₂ und NO_x und deren Umwandlungsprodukte sowie Ozon spielen eine Schlüsselrolle bei den neuartigen Waldschäden. Bei einer Untersuchung im Gebiet des südlichen Oberrheins wurden folgende Konsequenzen vorhergesagt: Von einem flächigen Waldsterben bzw. auch dem Absterben einzelner Baumarten werden letztlich auch uferbegleitende Gehölze betroffen sein. Mit dem Wegfall der uferbefestigenden Gehölze würde u.a. das Gewässer seine Beschattung verlieren und sich somit stärker erwärmen. Mit dem Ausfall der Ufergehölze käme es an den instabileren Ufern zu einer zunehmenden Seitenerosion mit Vergrößerung der Bachmäander. Die geringere Fließgeschwindigkeit gekoppelt mit dem höheren Lichteinfall führt vor allem bei Bachläufen mit geringem Gefälle zu einer Verkrautung, die wiederum eine Verlangsamung des Fließgewässers bewirkt. Die Biozönosen der Bachläufe würden sich dadurch drastisch verändern. Im Gebiet des südlichen Oberrheins wären solche Vorgänge vor allem in schutzwürdigen Bereichen der Niederungszone, zum Teil auch in denen des Schwarzwalds, zu befürchten (SCHMIDT et al. 1986; vgl. SANDERMANN et al. 1997).

Quellen und ihre Vegetation können als sensibles Frühwarnsystem bezüglich ökosystemarer Veränderungen in Waldeinzugsgebieten dienen (BEIERKUHNEIN 1995).

Mit der Simulation der Auswirkungen von postulierten Klimaveränderungen bzw. Stoffeinträgen beschäftigen sich z.B. KIENAST (1991), KIENAST et al. (1991), KIENAST et al. (1996), HOFFMANN (1995), HOFMANN (1995) und SYKES et al. (1996).

Nach FRENZEL & GLIEMEROTH (1995) scheinen Flora und Vegetation Europas auf vergangene Klimaänderungen und -schwankungen erstaunlich wenig reagiert zu haben. Entweder stehen sie noch nicht im Gleichgewicht mit dem Klima oder sie haben sehr kräftige Regelmechanismen innerhalb der wichtigsten flächendeckenden Ökosysteme entwickelt. Der anthropogene Einfluß auf die holozäne* Biosphäre Europas war stärker als der klimatische. Es erscheint sinnvoll darüber nachzudenken, wie Flora, Fauna und die wichtigen Ökosysteme gegenüber dem heute vielfach zerstörerischen anthropogenen Einfluß nachhaltig bewahrt und gestärkt werden können, als den Blick nur auf eine mögliche Bedrohung der Biosphäre durch ein sich vielleicht anthropogen erwärmendes Klima zu richten.

2.4.1.5 Anthropogene Standortveränderungen am Beispiel des Rheins

KINZELBACH (1978) faßt die wesentlichen anthropogenen Standortveränderungen des Lebensraumes Rhein zusammen:

- Die *Rheinkorrekturen* im 19. Jh. bewirkten eine verstärkte Tiefenerosion und Austrocknung der Aue. Die Strömungsgeschwindigkeit nahm zu und die Wassertemperatur sank, aus beiden Vorgängen resultierte ein höherer Sauerstoffgehalt. Die autochthone* Planktonentwicklung ging zurück, submerse Pflanzen beschränken sich im wesentlichen auf Moose. Der Lebensraum Potamal wurde in Richtung des Lebensraums Rhithral verschoben.

- Der bis heute anhaltende Ausbau zur *Schiffahrtsstraße* erbrachte Festlegung des Fahrwassers unter Normierung von Tiefe und Breite. Die Ufer wurden fast vollständig mit weitgehend einheitlichem Blockmaterial verbaut oder belegt; ortsfremde Steinblöcke auch in Buhnen, Kribben und Leitwerken.

- Der Ausbau der *Staustufen* zerlegt bereits jetzt den südlichen Oberrhein in Staubecken mit völlig veränderten Strömungs-, Sedimentations- und Belüftungsbedingungen.

- Belastung des Wassers durch *Abwässer* mit zwar abbaubaren, doch O₂-zehrenden und düngenden Substanzen. Verschlechterung der Sauerstoffbilanz.

- *Einbringung naturnaher Stoffe* im Übermaß, z.B. Kochsalz, Tonschlamm.

- *Einbringung von Abwässern* mit toxischen oder subtoxischen Stoffen, z.B. Organochloride, Schwermetallsalze, Produkte der Petrochemie.

- *Einbringung von Abwärme*, besonders aus Fossil- und Nuklearkraftwerken. Gleichzeitige Verschlechterung der Sauerstoffbilanz.

Tab. 4 *Agriophyten in der Auenvegetation* (nach LOHMEYER & SUKOPP 1992)

	Ausgangszustand des Gehölzbestandes	nach Auflichtung	nach Einwanderung von Agriophyten
Kleine Fließgewässer des Hügel- und Berglandes mit häufig kurzfristig überfluteten Auen			
Erlenaue	Stellario-Alnetum glutinosae	Petasitetum hybridum, auch Convolvuletum	<i>Rudbeckia laciniata</i> -Fazies des Petasitetum hybridum; <i>Reynoutria japonica</i> -Fazies und Reinbestand; <i>Impatiens glandulifera</i> im Petasitetum hybridum
Hartholz-Aue	Stellario-Carpinetum	Molinietalia, Epilobietalia angustifolii- und Glechometalia-Gesellschaften	<i>Reynoutria japonica</i> -Reinbestand; <i>Impatiens glandulifera</i> -reiche Staudengesellschaften
Fließgewässer mit langfristig überfluteten Auen			
Weichholz-Aue	Salicion albae-Gesellschaften	Cuscuto-Convolvuletum	in der unteren Zone: <i>Aster spec. div.</i> -reiche Ausbildungen des Cuscuto-Convolvuletum; im oberen Teil: <i>Helianthus tuberosus</i> -Bestände anstelle von Cuscuto-Convolvuletum
Hartholz-Aue	Querco-Ulmetum	Chaerophylletum bulbosi und verwandte Gesellschaften	<i>Solidago canadensis</i> -, <i>S. gigantea</i> -, <i>Impatiens glandulifera</i> -, <i>Helianthus tuberosus</i> -Fazies des Chaerophylletum bulbosi
Sumpfaue	Pruno-Fraxinetum	Filipendulion-Gesellschaften	<i>Solidago gigantea</i> -, <i>Impatiens glandulifera</i> - und <i>Aster spec. div.</i> -haltige Staudengesellschaften
Flachmoore der Auen-Randlagen	Carici elongatae-Alnetum glutinosae	Großseggenrieder oder Filipendulion-Gesellschaften, häufig mit <i>Eupatorium cannabinum</i>	

2.4.2 Florenveränderungen und PNV

Veränderungen von Flora und Vegetation erfolgen auf verschiedene Weisen: durch Sippenneubildung und Sippenrückgang bis zum Aussterben, durch Einwanderungen, Züchtung und Ausbringung von Kulturarten sowie durch Beschädigung oder Entfernen der Vegetation.

2.4.2.1 Agriophyten

Agriophyten* sind zwar erst mit direkter oder indirekter Hilfe des Menschen eingewandert, als Bestandteil der natürlichen Vegetation sind sie definitionsgemäß auch ohne den menschlichen Kultureinfluß überlebensfähig und damit zwangsläufig Teil der PNV (KOWARIK 1987). Oder anders formuliert: Die PNV umfaßt durchaus auch florenfremde Pflanzenarten, sofern sie zum Besiedelungspotential eines Gebietes gehören und ihre Konkurrenzkraft so groß ist, daß sie sich in der gedachten PNV als Agriophyten behaupten können (KAISER 1996; vgl. TRAUTMANN 196).

2.4.2.2 Knöterich-Arten (*Polygonum/Reynoutria* div. spec.)

In der freien Landschaft sind derzeit in Baden-Württemberg drei neophytische Knöterich-Arten und eine Bastardform bekannt, deren Nomenklatur verwirrend ist. Es handelt sich nach OBERDORFER (1994), BAUER (1995, 1996), ZENTRALER FACHDIENST (1994a) und ALBERTERNST et al. (1995) um die im folgenden aufgeführten Arten; die halbfett gesetzten Bezeichnungen geben dabei die Nomenklatur nach OBERDORFER (1994) wieder:

- Spitzblättriger Knöterich, Japan-Knöterich: *Polygonum cuspidatum* SIEB. et ZUCC. = *Reynoutria japonica* HOUTT. = *Fallopia japonica* (HOUTT.) RONSE DECRAENE)
- Sachalin-Knöterich: *Polygonum sachalinense* FR. SCHMIDT = *Reynoutria sachalinensis* (F. SCHMIDT PETROP. ex MAXIM) NAKAI = *Fallopia sachalinensis* (F. SCHMIDT PETROP.) RONSE DECRAENE
- Himalaya-Knöterich: *Polygonum polystachyum* WALLICH ex MEISSNER = *Polygonum wallichii* GREUTER & BURDET
- *Reynoutria* × *bohemica* CHRTEK et CHRTKOVA = *Fallopia* × *bohemica* (CHRTEK et CHRTKOVA) J. BAILEY = *Polygonum cuspidatum* × *Polygonum sachalinense*

An den Ufern der Mittelgebirgsflüsse ist vielerorts das Eindringen des Spitzblättrigen Knöterichs in Bestandslücken von Gehölzgesellschaften oder unter lichtkronigen

Baumweiden (und gepflanzten Pappeln) im natürlichen Wuchsbereich bach- oder flußbegleitender *Alnus glutinosa*-Mischwälder (z.B. Stellario nemorum-Alnetum glutinosae) zu beobachten (im Alno-Ulmion nach OBERDORFER 1956, zit. in SUKOPP 1961). Die eutrophen grundwasser-nahen Auenböden mit Beständen des Brennessel-Giersch-Saums (Urtico-Aegopodietum podagariae (R. TX. 1963) OBERD. 1964 n. inv. GÖRS 1968) werden alljährlich wiederholte Male, aber jeweils nur kurzfristig überschwemmt. Nicht viel anders ist es bei der nahverwandten Rohrglanzgras-Pestwurz-Flur (Phalarido-Petasitetum hybridum SCHWICKERATH 1933), die ähnliche Wuchsplätze innehat. Diese beiden Gesellschaften sind namentlich dadurch bedroht, daß der noch in Ausbreitung befindliche Spitzblättrige Knöterich ihnen den Platz mehr und mehr streitig macht. Diesem Neophyten* sind in den beiden Gesellschaften offensichtlich kaum heimische Wildstauden – abgesehen von Frühjahrsgeophyten – gewachsen und allem Anschein nach auch keiner der übrigen Neubürger unserer Flora (außer evtl. dem Sachalin-Knöterich). Wo immer sich die Art auf Auenstandorten in Mitteleuropa breitmacht, führt ihr Überhandnehmen zwangsläufig zur Verarmung und schließlich zur Uniformierung der bis dahin aus einheimischen Kräutern und Gräsern bestehenden Pflanzendecke (SUKOPP 1996).

Zur Verbreitung neophytischer Knöterich-Arten siehe Karte in ZENTRALER FACHDIENST (1994a).

2.4.2.3 Indisches Springkraut (*Impatiens glandulifera*)

Nach DEMUTH (1994) wurde die massenhafte Ausbreitung des Indischen Springkrautes während der vergangenen 30-50 Jahre gefördert durch die Umwandlung von Silberweiden-Wäldern in Pappel-Forste. In diesen lichten Forsten auf gestörtem Boden im Überschwemmungsbereich findet die Art optimale Wuchsbedingungen. Fast ebenso häufig ist sie in Mittelgebirgen entlang der Bachläufe in Weidengebüschen, Erlen-Galeriewäldern und Uferstauden-Gesellschaften anzutreffen.

Die Befürchtung, daß das Indische Springkraut an Fließgewässern alle Mitbewerber verdrängen könnte, teilen KNAPP (1970), KOENIS & GLAVAC (1979) sowie LOHMEYER & SUKOPP (1992) nach langjährigen Untersuchungen nicht, jedenfalls im Hinblick auf ihre Vorkom-

men in naturnaher Vegetation. Die Art hat sich weithin in die Bestände verschiedener Gesellschaften eingefügt, ohne Mitbewerber zu bedrängen oder gar zu unterdrücken (SUKOPP 1996, vgl. SCHWABE & KRATOCHWIL 1991).

SCHULDES (1996) differenziert allerdings zwischen verschiedenen Beständen, so daß Verdrängungseffekte durchaus möglich sind, und zwar in Dominanzbeständen entlang von Flußufern oder in Auwäldern. Im Taubergiesen werden nach GÖRS (1974) die Arten der ursprünglichen Brennessel-Zaunwinden-Gesellschaft (*Urtica dioica-Convulvulus sepium*-Gesellschaft LOHM. 1975) verdrängt, und zwar hauptsächlich ab dem Hochsommer, wobei vor allem Pflanzenarten mit späterer Entwicklung betroffen sind. Der Verdrängungseffekt wirkt aber auf das gesamte Artenpotential eines Standorts, denn die verrotende Pflanzenmasse des Springkrauts kann eine recht hohe Streuauflage bilden, die die Keimung aller Arten behindert (SCHULDES 1996).

Zur Bekämpfung der Art und deren Notwendigkeit vgl. HARTMANN et al. (1995), SCHULZ et al. (1995) und SCHULDES (1996).

2.4.2.4 Goldruten-Arten (*Solidago* spp.)

Die beiden Goldruten-Arten Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*) und Späte Goldrute (*Solidago gigantea*) breiten sich auch in Auenwäldern aus, wobei sie auch autochthone* Arten von einigen Standorten verdrängen können (SEYBOLD 1996a). Zu ihrer Bekämpfung vgl. SCHULDES & KÜBLER 1990 und HARTMANN et al. (1995).

2.4.2.5 Gehölze

Der Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) hat sich im nördlichen Oberrheingebiet in empfindlichen Auebereichen in Alno-Ulmion-Gesellschaften (Pruno-Fraxinetum, Querco-Ulmetum) etabliert und verdrängt heimische Baumarten. Auf der Mannheimer Reißinsel (6516/2) löst er die Silber-Weide (*Salix alba*) und andere Weiden-Arten (*S. × rubens*, *S. fragilis*, *S. nigricans*, *S. purpurea*) als potentielle natürliche Baumart ab (VOGGESBERGER 1992, dort auch Nachweiskarte; BÜCKING & KRAMER 1982, BÜCKING 1989).

Zur Verbreitung und zum Verdrängungspotential der massenhaft forstlich eingebrachten (Hybrid-) Pappeln vgl.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hg., 1996c). Eine sukzessive Entfernung vor allem an Fließgewässern wird aus ökologischen und gewässerbaulichen Gründen angestrebt.

Die Blasen-Spiere (*Physocarpus opulifolius*) bürgert sich zur Zeit an Bächen im Schwarzwald ein. Beispiele sind: Enz bei Calmbach, Murg SW Heselbach, Wolf bei Dollenbach, Schapbach. Der Weiße Spierstrauch (*Spiraea alba*) ist in Bachufergebüsch (Schwarzwald, Neckarland, Alpenvorland) stellenweise eingebürgert. *Spiraea × billardii* tritt vereinzelt im Schwarzwald und Neckarland auf und wird im Schwarzwald von *Polygonum cuspidatum* und *P. sachalinense* verdrängt (SEYBOLD 1992). Der Verwechselte Spierstrauch (*Spiraea × pseudosalicifolia*) ist im Schwarzwald (Wolfach) gelegentlich in Uferweidengebüsch oder Erlen-Eschengalerien an Gebirgsbächen verwildert (OBERDORFER 1994).

2.4.2.6 Weitere Arten

Weitere Arten spielen nur eine untergeordnete Rolle hinsichtlich ihrer Verdrängungseffekte im Bereich von Fließgewässern (vgl. FUKAREK 1987, zit. in STARFINGER 1992).

Topinambur (*Helianthus tuberosus*) war in stetiger Ausbreitung begriffen, die sich aber verlangsamt hat oder zum Stillstand gekommen ist. Die Art kommt hauptsächlich im Neckargebiet mit den Nebenflüssen Jagst, Kocher, Enz mit Nagold, Murr, Rems und Fils vor. Am Rhein und an der Donau ist diese Art auffallend selten vertreten (SEYBOLD 1996b).

Die neophytischen *Aster*-Arten sind als Konkurrenten unbedeutend.

Die aus Nordamerika stammende Rot-Eiche (*Quercus rubra*) wird nicht selten in Deutschland angepflanzt. Keimlinge und Jungpflanzen findet man in Beständen mit älteren Bäumen regelmäßig. Von weiterer Anpflanzung sollte aus ökologischen Gründen abgesehen werden.

Die unerwünschte Ausbreitung der aus Nordamerika stammenden Späten Trauben-Kirsche (*Prunus serotina*) ist nicht zu bremsen (JAHN 1992). Im Oberrheingebiet kommt die Art zerstreut vor (SEYBOLD 1992). Inwieweit fließgewässernahe Bereiche bereits betroffen sind, kann aus der vorliegenden Literatur nicht erschlossen werden.

2.4.2.7 Apophyten

Manche heimischen Arten (Idiochoren*) mit anderen Standorttypen zeigen nach ehemaliger Anpflanzung heute an vielen Standorten Verjüngung oder breiten sich auf anthropogenen Standorten aus und sind nicht mehr wegzudenken; sie werden unter dem Begriff Apophyten* zusammengefaßt (vgl. TRAUTMANN 1966).

TRAUTMANN (1966; zit. in JAHN et al. 1990, JAHN 1992) erwähnt den Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), der sehr aggressiv vordringt. Womöglich nimmt er z.B. in den Auenwäldern den Platz der durch Krankheit ausgeschiedenen Ulmen ein.

Nadelbaumarten gehören heute auch in ehemaligen Laubwaldgebieten zur HPNV. Die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*), im Laufe der nacheiszeitlichen Waldgeschichte auf Extremstandorte verdrängt, konnte sich infolge von Rodungen, Waldverwüstungen und Verheidung anthropogen bedingt wieder stark ausbreiten (vgl. GRIESE 1987, zit. in JAHN 1992) und muß heute als potentielle natürliche Mischbaumart in Waldgesellschaften nährstoffärmerer Standorte angesehen werden. Selbst die Fichte (*Picea abies*) ist in Auenwaldstandorte eingebracht worden und sollte hier als standortfremdes Element wieder entfernt werden. Die Tanne kann im Gebiet ihrer natürlichen Verbreitung in engen Tälern ohne Auenregime als Baumart natürlicher Waldgesellschaften bis nahe an die Fließgewässer herantreten. Außerhalb ihrer autochthonen* Vorkommen sollte sie aber nicht Bestandteil der uferbegleitenden Vegetation sein.

Entlang von Fließgewässern sind häufig - aufgrund von Verwechslungen in den Baumschulen - immer wieder die jeweils falschen Erlen-Arten angepflanzt worden, entweder die Grau-Erle [*Alnus incana*], die Rot-Erle (*Alnus rubra*, aus Nordamerika) oder die Schwarz-Erle [*Alnus glutinosa*]). Vor allem bei der weniger verbreiteten Grau-Erle ergibt sich die Frage nach autochthonen* Standorten. Man weiß heute, daß die starke Präsenz von *Alnus glutinosa* an zahlreichen Bächen und kleinen Flüssen teilweise auf eine direkte und indirekte anthropogene Förderung zurückzuführen ist (Pflanzung, Grundwasserabsenkung; z.B. GWINNER 1848, WIEGLEB 1989, zit. in HOHMANN & KONOLD 1995).

Anhand der vorliegenden Literatur kann nicht eindeutig belegt werden, inwieweit sich im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen (z.B. Enz in Pforzheim, vgl. HOHMANN & KONOLD 1995) eingebrachte heimische Pflanzenarten halten und die Vegetationsentwicklung bzw. das Vegetationspotential beeinflussen können. Sollte dies der Fall sein, so würden sie als irreversible oder nur langfristig reversible Einflüsse gelten und damit relevant für die HPNV-Konstruktion sein.

2.5 Fauna und PNV

Die Berücksichtigung des Faunenbestandes bei der Konstruktion der PNV ist mit großen Unsicherheiten verbunden und wird in der Regel vernachlässigt (KAISER 1996). Nach BUNZEL-DRÜKE et al. (1995) beeinflussen Tierarten die Vegetation und das Landschaftsbild: z.B. Eichel- und Tannenhäher, die durch ihre Vorratshaltung unabsichtlich Bäume pflanzen oder Biber, die Gewässer anstauen und Gehölze benagen und dadurch Teiche, Wiesen und Weidendickichte schaffen. Der Verzicht auf die faunistische Komponente bei der Konstruktion der PNV läßt sich häufig damit rechtfertigen, daß durch den gelegentlichen Einfluß von Tieren allenfalls vorübergehend ein der Schlußgesellschaft vorgeschaltetes Sukzessionsstadium geschaffen wird. Da die PNV im Sinne von KOWARIK (1987) zwar die "höchstentwickelte Vegetation" benennt, aber den ganzen Regenerationszyklus miteinbezieht, können derartige Erscheinungen vernachlässigt werden, sofern dadurch nicht die höchstentwickelte Vegetation selbst ausgeschlossen wird. Noch unzureichend geklärt ist, ob nicht manche Tierarten dazu in der Lage sind, die höchstentwickelte Vegetation dauerhaft zu prägen. Das wäre selbst dann von Bedeutung, wenn eine solche Wirkung nur unter nachhaltigen anthropogenen Einflüssen einträte (KAISER 1996).

Ein Beispiel ist die Bedrohung von Ulmen-Vorkommen durch das sog. Ulmensterben, eine von dem Pilz *Ceratocystis ulmi* hervorgerufene Baumkrankheit, die hauptsächlich durch den Kleinen und Großen Ulmensplintkäfer (*Scolytus multistriatus* und *S. scolytus*) übertragen wird (BUTIN 1983). Dieser Erkrankung sind bislang mehr als 90% aller europäischen Ulmen zum Opfer gefallen (KOWARIK & SUKOPP 1986). Rückwirkungen auf Tierarten infolge veränderter Habitatstruktur und Entwicklungsdynamik ehemals ulmenreichen Wälder sind übrigens am Beispiel des Brutvogelbestandes in Auwäldern dargestellt worden (GNIELKA 1978, zit. in KOWARIK &

SUKOPP 1986). Es besteht das Risiko der Ausbreitung einer amerikanischen Eichenkrankheit (Eichenwelke) nach Europa, die in vielen Merkmalen mit dem Ulmensterben übereinstimmt (KOWARIK & SUKOPP 1986). Dadurch könnten auch Hartholz-Auenwälder erheblich betroffen sein.

Der selektive Wildverbiß ist nach ZERBE (1997) nicht zu vernachlässigen. Wühltätigkeit und Fraß des Bisams bewirken Verluste zumindest an der Wasserpflanzenflora an der Donau zwischen Sigmaringen und Ulm (KONOLD 1994). Der überhöhte Schalenwildbestand wirkt sich auf die Verjüngung einzelner Baumarten wie z.B. Eiche und Ulme) aus (DISTER 1985b).

Der Einfluß der heute noch lebenden Fauna auf die HPNV kann im Rahmen der vorliegenden Studie aber letztlich nicht abgeschätzt werden. Selbstverständlich wirken sich im umgekehrten Falle auch die reale Flora und Vegetation direkt auf die begleitende Fauna aus (vgl. z.B. GERKEN 1980, KINZELBACH 1978, KARTHAUS 1990, ZWICKER & WINKLER 1989); zu einer HPNV ist somit bdingt auch eine *potentielle natürliche Tiergemeinschaft* denkbar.

3 Gewässertypologie und Vegetationsentwicklung

Fließgewässer können durch typologische Merkmale wie Gewässergröße, Wasser-/Abflußregime, Längs- und Querprofil und andere charakterisiert werden. Diese Grundkennwerte steuern auch die morphologische Entwicklung der Gewässer und die Ausbildung bestimmter Gewässerstrukturen. Sie üben damit einen direkten Einfluß aus auf die Standorteigenschaften und die Vegetationsentwicklung an den Ufern und in den Auen. Im Wechselspiel kann die Vegetation ihrerseits wieder Rückwirkungen auf Gewässereigenschaften wie Abflußregime, Querprofilentwicklung und Gewässergüte nehmen. Diese Zusammenhänge werden an ausgewählten gewässertypologischen Merkmalen im folgenden untersucht. Die Kennwerte Geologie und Petrographie haben dabei einen besonders großen Einfluß auf die Standorte im Gewässerbereich. Sie werden an dieser Stelle nicht gesondert betrachtet; hierzu sei auf die Schrift „Gewässerlandschaften Baden-Württembergs“ (BRIEM 1996, LFU 1998) verwiesen.

3.1 Gewässergröße

Fließgewässer beginnen meist als kleine Rinnsale im Bereich von Quell- oder Schichtwasseraustritten und nehmen durch Zusammenfluß mit anderen Gerinnen an Breite und Tiefe zu. Nur in einzelnen Fällen tritt bereits ein größerer Bach als Abfluß eines Quellsees auf, der sich dann mit weiteren zufließenden Rinnsalen vereinigt.

Bäche – Flüsse – Ströme

Definitionsgemäß werden Fließgewässer als Bäche bezeichnet, wenn folgende Kennwerte gegeben sind:

- Abfluß bis 5 m³/sec
- mittlere Wassertiefe zwischen etwa 15 und 150 cm
- Breite des Bachbettes bis 5 m

Fließgewässer mit darüber liegenden Werten werden als Flüsse, sehr breite Flüsse als Ströme bezeichnet (GUNKEL 1996b, OTTO & BRAUKMANN 1983, OTTO 1991).

Gewässerstruktur und Entwicklung der Ufervegetation bei Bächen und Flüssen

Der natürliche Unterschied zwischen Bächen und Flüssen läßt sich in den wichtigsten Punkten kurz umreißen: Bäche sind ausgesprochene Flachgerinnengewässer mit sehr flachen Gewässerbetten. Die Abflußquerschnitte sind relativ klein im Verhältnis zur Struktur und Rauheit der Bachbetten, so daß sich die Fließgeschwindigkeiten bereits strukturbedingt in relativ engen Grenzen halten. Die Abflußschwankungen sind im Verhältnis zum natürlichen Fassungsvermögen des Bachbettes relativ groß, eine alljährliche mehrmalige Hochwasserausuferung gehört damit zum natürlichen Verhalten der Bäche. Das Bachbett faßt beispielsweise bei den Flachland- und Mittelgebirgsbächen nur etwa das 2- bis 3fache des Mittelwasserabflusses. Die größeren Hochwassermassen fließen bei den Auebächen im wesentlichen auf breiter Fläche in der umliegenden Talaue ab. Dabei steigen die absoluten Wassertiefen, die Fließgeschwindigkeiten und die Schleppkräfte im Bachbett nur wenig an.

Die Ufervegetation spielt in der morphologischen Entwicklung der Bäche eine sehr entscheidende Rolle: Sie hat maßgebenden Einfluß auf das Bodengefüge und die Erosionsresistenz der Ufer, auf die morphologische Differenzierung und die Sedimentationsfreudigkeit der Ufer, auf die natürliche Querprofilentwicklung des Baches, insbesondere auf das Größenverhältnis zwischen Breite und Tiefe des Bachbettes wie auch auf die natürliche Geometrie des Baches. Insbesondere bei kleineren Bächen bestimmt die Ufervegetation nachhaltig die natürlichen hydraulischen Eigenschaften des Bachbettes (OTTO 1991): auf direkte Weise durch die ins Wasser ragenden Pflanzenteile, auf indirekte und langfristige Weise über die morphologische Differenzierung der Ufer.

Auf die natürliche morphologische Entwicklung großer Flüsse hat die Ufervegetation so gut wie keinen Einfluß. Beim Fluß setzt die Ufererosion so tief unter dem Wurzelhorizont der Ufer- und Auegehölze an, daß sie überhaupt keine Chance haben, sich zu widersetzen. Der Fluß räumt bei seiner natürlichen Krümmungsverschiebung (Migration) die Ufergehölze an den Prallufern nach Belieben ab.

3.2 Wasserregime

Einfluß des Abflußregimes auf die Auenvegetation

Einer Flußaue werden diejenigen Böden und Pflanzengesellschaft zugerechnet, die von Überschwemmungen überhaupt noch erreicht werden. Wo dies nicht mehr der Fall ist, macht sich das Fehlen dieses beherrschenden ökologischen Faktors früher oder später im Artengefüge bemerkbar. So verschieden die Pflanzengesellschaften der Auen in Aussehen und Artengefüge auch sein mögen, gemeinsam ist ihnen die fundamentale Abhängigkeit von der Wasserführung des Flusses. Je nach Lage des Flußabschnittes schwankt die Durchflußmenge um etwa das Fünf- bis Fünfzigfache, obwohl es in Mitteleuropa keine regelmäßig eintretenden Trockenperioden gibt. Bei extrem niedrigen Wasserständen ist nur ein kleiner Teil des Flußbettes ausgefüllt. Bei Spitzenhochwassern dagegen steht vorübergehend die ganze Aue unter Wasser.

Da die Schneeschmelze in den Hochgebirgen viel später einsetzt als in niedrigeren Lagen, führen die von dort gespeisten Flüsse in der Regel während der Monate Juni oder Juli am meisten Wasser. Deshalb gibt es in hochgebirgsnahen Flußauen meist keine Wiesen, sondern nur Viehweiden oder Wälder, deren Nutzung durch das Sommerhochwasser weniger gestört wird. Bei Mittelgebirgsflüssen dagegen, besonders im westlichen Europa mit seinen relativ milden und schneearmen Wintern, ist die normale Hochwasserwelle um diese Zeit schon längst abgeklungen, so daß man beispielsweise an der unteren Ems, Weser, Elbe und Oder ausgedehnten Wiesenbau betreiben kann und die Auenwälder schon seit langem fast restlos in Grünland verwandelt hat. Je nach der Lage des Einzugsgebiets ist also der Rhythmus im Heben und Senken des Wasserspiegels verschieden, wenn auch überall einmal von ungewöhnlichen Starkregen atypische Überschwemmungen ausgelöst werden können.

Solchen wechselnden und teilweise völlig unberechenbaren Bedingungen sind alle Pflanzen ausgeliefert, die in der Flußaue leben. Die meisten von ihnen sind fähig, eine zeitweilige Überflutung ohne Dauerschaden zu überstehen oder sich nach einer solchen zu regenerieren. Viele vermögen außerdem längere Trockenperioden auszuhalten, indem sie entweder dem absinkenden Grundwasser mit ihren Wurzeln folgen oder ihre Wasserabgabe einschränken.

Gerade den Pflanzen der Flußaue können Trockenperioden unter Umständen mehr schaden als die normalen Überschwemmungen.

Die Unsicherheit des Lebensraumes wird aber teilweise wieder wettgemacht durch die besondere Gunst der Ernährungsbedingungen, durch die sich die Flußaue vor allen anderen Standortkomplexen auszeichnet. Jede Überflutung teilt dem Boden Nährsalze und Sinkstoffe mit, die seine Fruchtbarkeit erhöhen, so daß man geradezu von einer natürlichen Düngung sprechen kann. Am stärksten ist diese dort, wo sich Spülsäume absetzen, d.h. bei höchstem Wasserstand Pflanzen- und Tierreste angeschwemmt werden. Solche Ablagerungen sind meist stark eiweißhaltig und so gut durchfeuchtet, daß sie rasch mineralisiert werden. Kaum ein anderer Standort in der Naturlandschaft ist deshalb so reich an Nitraten wie ein derartiger Spülsaum in den ersten Jahren nach seiner Ablagerung. Da das Getreisel die von ihm überdeckten Gräser und Kräuter nicht selten vorübergehend erstickt, finden auch lichtliebende und raschlebige annuelle* Nitratpflanzen, deren Samen oft mitangespült werden, hier eine so gute Entwicklungsmöglichkeit wie sonst nirgends in der Naturlandschaft.

Je höher das Niveau des Bodens über dem mittleren Flußwasserstand liegt, desto seltener werden die Pflanzengesellschaften durch Überflutungen beeinflusst und desto länger dauert ihre ungestörte Vegetationsperiode. Andererseits wird aber die durch das Hochwasser bewirkte Stoffzufuhr geringer und der durchschnittliche Abstand der Bodenoberfläche vom Grundwasser größer (ELLENBERG 1996).

3.3 Längsprofil eines Fließgewässers

Bei einem im Gebirge entspringenden Fluß sind in Anlehnung an MOOR (1958) und ELLENBERG (1996) mindestens fünf Abschnitte des Gewässerlängsprofils zu unterscheiden:

- *Quellauf*

Der Quellauf ist schmal und kerbt sich je nach seiner Lage zur Erosionsbasis mehr oder minder in das Gestein ein. Er wird zwar streckenweise von hygrophilen* Staudenfluren oder anderen Nässe ertragenden Gesellschaften begleitet,

bildet aber nur vor Felsschwellen oder anderen Hindernissen kleine Auen aus. Als hauptsächliche Quelltypen finden sich Fließquellen (Rheokrene), Sumpfquellen (Helokrene) und Tümpelquellen (Limnokrene).

- *Oberlauf*

Auch am Oberlauf kann die Aue fehlen, doch begleitet sie ihn meistens als ein schmales Band. Das rasch strömende Wasser setzt vorwiegend Kies und höchstens Sand ab und überflutet die Aue nur flach. Selbst mitten im Fluß können sich auf erhabenen Kiesbänken Sträucher ansiedeln, die allerdings sehr wurzelaktiv und regenerationsfähig sein müssen. Die etwas höher gelegenen Auen werden von flachwurzelnenden Weichhölzern, insbesondere von Grau-Erlen gehalten.

- *Mittellauf*

Am Mittellauf, der in den größeren Gebirgstälern oder am Gebirgsrande beginnt, kann man außer dem Flußbett bereits eine „Weichholz-Aue“ und eine „Hartholz-Aue“ unterscheiden.

- *Unterlauf*

Der Unterlauf hat ein Gefälle von meist weniger als 0,3 ‰, mäandriert deshalb noch stärker und schafft sich eine Aue mit vorwiegend feinkörnigen Ablagerungen. Die Auestufen ähneln denen des Mittellaufs, unterscheiden sich aber durch das Fehlen der auf hohe Sommerwasserstände angewiesenen Grau-Erlen und durch häufigeres Vorkommen von ruhigen Altläufen, die seenartig verlanden.

- *Mündungslauf*

Besondere Lebensbedingungen herrschen im Mündungslauf der Flüsse ins Meer [worauf hier aber wegen ihres Fehlens in Baden-Württemberg nicht eingegangen werden soll; Anm. M.K.].

Man unterscheidet außerdem im Längsprofil eines Fließgewässers je nach Verhalten des Geschiebes zwischen Erosionszone, Umlagerungszone und Sedimentationszone.

An Bergbächen mit steilen Ufern ist die Auenzone sehr schmal. Fließt das Gewässer hingegen in einer breiten Talsohle, so kann sich das Hochwasser stärker ausbreiten; die Auen begleiten den Flußlauf dann als breites Band (IMBODEN 1976).

Tab. 5 Merkmale von Ober-, Mittel- und Unterlauf eines Gewässers (verändert nach DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE, 1989 und BAUER 1990)

	Oberlauf	(←Rhital→)	Mittellauf	Unterlauf (Potamal)
Fischbiologische Gliederung	Forellenregion	Äschenregion	Barbenregion	Brachsenregion
Vorkommen	Mittelgebirge, Hügelland, unter besonderen Bedingungen auch im Flachland (sehr kurz)	unteres Mittelgebirge und Hügelland, kurze Laufstrecken auch im Flachland	vielfach im Hügelland, auch im unteren Mittelgebirge und im Flachland	Flachland, z.T. unteres Hügelland
Talformen, Gefälle	enge, steile Täler mit hohem Gefälle, nur schmale saumartige Auen, oft ohne Aue	Wechselnde Talbreiten, noch hohes Gefälle, Auen schmal, von wechselnder Breite, z.T. auch fehlend, oft vermoort (Niedermoo-re)	breite Täler mit mäsigen Gefälle (Sohlentäler, Muldentäler), Talbecken, Ebenen, breite Auen, vielfach Furkationszonen (Umlagerung von Geschiebe unter natürlichen Verhältnissen), stufig oder mosaikartig aufgebaut	geräumige Täler mit geringem Gefälle, ausgeprägte Mäanderbildung , mehrstufige breite Auen am Gleithang, Hochufer am Prallhang
Fließgeschwindigkeit	sehr hoch, kleinräumig schwankend	hoch, örtlich schwankend	mäßig	gering
Abfluß	gering, schwankend	gering-mittel	mittel-hoch	hoch-sehr hoch
Fließverhalten	sehr turbulent, sehr große Abflußschwankungen	turbulent, große Abflußschwankungen	fließend, vereinzelt turbulent, mittlere Abflußschwankungen	langsam fließend, geringe Abflußschwankungen
Schleppkraft, Erosionskraft	sehr groß	groß	mittel	gering
überwiegende Erosionsart	Tiefenerosion, wenig Seitenerosion	Tiefenerosion, z.T. Seitenerosion	Seitenerosion, Akkumulation, Umlagerung von Geschiebe	Akkumulation
Substrat, Geschiebeart	große Steine, Grobkies, Schotter	Grobkies, Schotter, z.T. Sand oder Schluff	Grob- und Feinkies, Grobsand, Schotter, vereinzelt Schluff	Grob- und Feinsand, Schluff, Ton
Geschiebeführung	hoch	hoch	mittel	gering
natürlicher Nährstoffgehalt	i.a. gering	i.a. gering - mittel	i.a. mittel - hoch (schwankend)	hoch - sehr hoch
Wasserpflanzen	wenige strömungs-tolerante Arten, je nach Kalkgehalt und Wasserhärte unterschiedliche Gesellschaften, im unbelasteten Gewässer nur oligotraphente Arten	wie vor	artenreiche Ausbildungen der Fluthahnenfuß-Fließwasser-Gesellschaften, Algenaufwuchs, meso-traphente Arten	zahlreiche Wasserpflanzengesellschaften, Algenaufwuchs an Steinen, eutraphente Arten
Uferpflanzen-gesellschaften (an lichten Stellen)	Rohrglanzgras- und Flutschwaden-Röhrichte	wie vor	u.a. Flußröhrichte	wie Mittellauf
Uferwälder	bachbegleitende Erlen-(Eschen-) Wälder, Grau-Erle (montan), Schwarz-Erle (submontan, collin)	wie vor	wie vor, Weiden-Gebüsche, auch Traubenkirschen-, Erlen- und Eschen-Wälder	Silberweiden-Wald
Auenwälder	Stieleichen-Hainbuchen-Wälder	wie vor, örtlich Erlen-Bruchwald	ulmen- und eichenreiche Hartholz-Auenwälder, örtlich Erlen-Bruchwald	eichenreiche Hartholz-Auenwälder, örtlich Erlen-Bruchwald

3.4 Querprofil eines Fließgewässers

Dem Querprofil nach lassen sich verschiedene Talformen unterscheiden:

Talformen ohne ausgeprägte Aue

- Kerbtal
- Muldental

Talformen mit Aue

- Sohlenkerbtal/Kerb-Sohlentäl
- Flachland mit Kastental und Auentäl

Tendenziell lassen sich den Talformen Vegetationseinheiten zuordnen, wie man auch unterscheiden kann zwischen Gehölzgesellschaften an Fließgewässern mit und ohne ausgeprägter Aue. Letztere kommen in Niederungen und engen Tälern vor, die von Stau- und Grundwasser beeinflusst sind, wobei der Grundwasserspiegel im Vergleich zu den Auenwäldern tiefer liegt. Im Gegensatz zu den Auenwäldern finden hier kaum noch Überschwemmungen statt. Unter natürlichen Bedingungen dominiert im *Kerbtal* mit seinen steilen Ufern und starkem Talgefälle der Bergahorn-Eschen-Schluchtwald (*Adoxo-Aceretum*), wie auch Fagion-Gesellschaften fast unmittelbar an den Bachgrenzen können. Der seitliche Anstieg der *Muldentäler* ist weniger steil und die Täler sind breiter angelegt. Aber auch Muldentäler verlaufen bei starkem Längsgefälle ziemlich gerade und neigen nicht zum Mäandrieren. Die jeweils nur kurzzeitige Hochwasserüberflutung bleibt auf einen mehr oder minder breiten Uferstreifen begrenzt. Typisch ist hier das *Stellario-Alnetum glutinosae*. Fließgewässer mit einer Aue entwickeln sich (potentiell) dort, wo Uferbereiche von Hochwassern episodisch oder periodisch überflutet werden; hierzu zählen die *Sohlenkerbtäler* und die *Flachlandtäler*. Die Auen der Flachlandtäler lassen sich weiter differenzieren in Weichholz- und Hartholz-Auen (NÖRPEL & LESSER 1995, TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

Die Ufer sind Nahtstellen und Übergangszonen zwischen dem fließenden Wasser und dem Landbereich. In diesem Bereich entwickelt die Natur eine große Arten- und Formenvielfalt. Voraussetzung ist, daß ein ausreichend großer Geländestreifen vom Uferröhricht bis zur Hartholzzone im Naturzustand erhalten bleibt. Bei Fließgewässern zeichnet sich ein ökologisch hochwertiger Uferbereich aus durch unregelmäßige Uferlinie und Bachquerschnitte, Wechsel von Steil- und Flachufern, Pionier-

standorte und ihre Sukzessionsstadien, die durch gewässerdynamische Prozesse ständig neu gebildet werden, durch Altwasser* und einen vielfältigen Pflanzenbestand (UM 1995).

Die von der Wasserführung gesteuerte Morphodynamik führt natürlicherweise zu einem vielgestaltigen Kleinrelief in der Aue, wobei insbesondere die stromnahen Lebensräume permanent umstrukturiert werden. Die Nährstoffzufuhr erfolgt auf natürliche Weise in gelöster und an feinste Bodenpartikel gebundener Form und stellt ebenfalls eine Besonderheit von Auen dar (HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT et al. 1988).

Auenentwicklung an Fluß und Bach

Der Fluß-Auewald ist der morphologischen Eigendynamik des Flusses völlig unterlegen. Er vermag die Breiten- und Seitenentwicklung, die Uferausbildung und Krümmungsentwicklung des Flusses kaum zu beeinflussen. Das morphologische Verhalten des Flusses, die hydraulischen Eigenschaften des Flußbettes wie auch die Licht- und Wärmeverhältnisse im Fluß ändern sich daher nur wenig, wenn man den Auewald entfernt und durch Kulturland ersetzt. Wird ein Bach seines natürlichen Uferwaldes beraubt, so bedeutet dies im Unterschied zum Fluß eine völlige Veränderung der ökologischen und speziell auch der gewässermorphologischen Situation. Der Uferwald prägt an den Bächen von Natur aus die gesamte Lauf- und Profilentwicklung des Baches, die Struktur, die hydraulischen Eigenschaften und die Stabilität des Bachbettes. Er reduziert die natürliche Migration der Laufkrümmungen auf ein kaum noch feststellbares Minimum. Zugleich prägt und begrenzt er maßgebend das Licht- und Wärmeklima des Baches, die Primärproduktion, die Nahrungskette, die Stabilität und den gesamten Aufbau des Bachökosystems. Er bildet somit einen entscheidenden Bestandteil des natürlichen Bach-Ökosystems (OTTO 1991). Nähere Hinweise zur Vegetationsabfolge gibt auch das Kapitel Auenwälder.

3.5 Bodenentwicklung in Auen

Die weiteren Ausführungen folgen SCHLICHTING 1986 und SCHROEDER 1992.

Am Oberlauf und in einem flußabwärts immer schmaler werdenden flußnahen Streifen unterscheiden sich die Böden nur durch einen schwach ausgeprägten, oft lückigen (A)-Horizont von ihrem grobkörnigen, kaum rostfleckigen Ausgangsmaterial, und oft ist der Ober- größer als der Unterboden. Beides läßt auf zeitweilig starke Erosion des Oberbodens schließen, und die ist ja zu erwarten, wenn Wassermassen selbst den Oberlauf zum Ausufer bringen. Dann bleiben auch nur Pflanzen stehen, die das Sediment tief und/oder stark durchwurzeln (und es durch diese "Lebendverbauung" zurückhalten). Das wiederum müssen sie auch, um die folgenden Trockenzeiten überstehen zu können; denn dieses Material hat eine so geringe Wasserkapazität, daß nur kleine Anteile des zeitweilig großen Angebots gespeichert werden können (und Niederschläge hier ausgleichen müssen). Der Überschuß wiederum versickert so schnell und die spezifische Oberfläche des Materials ist so gering, daß kaum Nährstoffe aus dem Wasser gebunden oder aus dem Mineralkörper nachgeliefert werden. Das betrifft mangels Masse auch die im Humuskörper gebundenen Nährstoffe, und so hat hier der N₂-bindende Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides*) seinen Standort. Dieser Auenrohboden (*Rambla*, maurisch *ramla* = Grobsand) mit (A)-C-Profil ist ein trotz oder eigentlich wegen seiner Flußnähe dürrgefährdeter Standort mit geringem Vorrat an verfügbaren Nährstoffen, mithin geringer Biomasseproduktion.

Steht der Kies bis fast oder ganz an die Oberfläche an, entwickelt sich als Bodentyp eine *Borowina* (Polnische Bezeichnung; Auen-Rendzina aus kalkreichem Flußsediment).

Die quell- und flußferner anschließenden Böden sind Standort von weichholzigen, also schnell wachsenden Bäumen (besonders Erlen, Weiden, Pappeln, sogenannte *Weichholz-Aue*). Ihr in einen ausgeprägten A_H-Horizont und das feinkörnige Ausgangsmaterial gegliedertes Profil liefert offenbar den Pflanzen dank etwas höherer Austausch- und Wasserkapazität zügig Nährstoffe und Wasser nach. Zudem wirkt die Überflutung bewässernd und dün-

gend, da hier viele feine, nährstoffreiche Schwebstoffe zugeführt und dank dichter Vegetation auch zurückgehalten werden. Verwunderlich erscheint zunächst, daß trotz des Einflusses von Grundwasser kaum G₀ und G_T-Horizonte ausgeprägt sind. Das wird aber verständlich, wenn man bedenkt, daß dieses ziemlich schnell strömt, wobei dauernd O₂-untersättigtes Wasser auch einmal an die Grenzfläche zur (Boden-)Luft gelangt und mit ihm der ganze Wasserkörper O₂-gesättigt wird, viel schneller, als es durch O₂-Diffusion im stehenden Wasser geschehen könnte. Überdies saugt das nach Überflutung schnell absinkende Grundwasser wie eine Vakuumpumpe frische Luft und damit O₂ in den Boden. So bleibt der Unterboden gesteinsfarben, meist grau. Dieser graue Auenboden mit A_H-C-Profil wird auch *Paternia* (nach dem Fluß Rio Paterna in Spanien) genannt.

Weiter in der eingeschlagenen Richtung sind lehmige Böden mit einem A_H-B_V-C/G₀-Profil verbreitet, deren Ausgangsmaterial also entkalkt, verbraunt und verlehmt wurde (oder bereits kalkarm, braun und lehmig war, was oft kaum zu entscheiden ist) und in denen gelegentlich eine Reduktion abläuft, die die Voraussetzung für die oxidative Bildung der Rostflecken im C/G₀ ist. Überwiegend aber ist dieser braune Auenboden, auch *Vega* (span. *vega* = bewässertes Land) genannt, gut durchlüftet und mithin tiefgründig. Er versorgt seine natürliche Vegetation, einen artenreichen Wald aus hartholzigen Bäumen (z.B. Eschen, Ulmen, aber auch Stiel-Eichen und Hainbuchen, sogenannte *Hartholz-Aue*) stetig mit Wasser und Nährstoffen, weil die Verwitterung Nährstoffe freisetzt und die Speicherung der Niederschläge auch längere Überschwemmungspausen überbrückt. Daß trotz der Herrschaft der Niederschläge über den Wasserhaushalt dieser einigermaßen durchlässigen Böden und trotz fehlender Kalk- und beträchtlicher Feintongehalte keine B_T-Horizonte zu entdecken sind, ist zunächst verwunderlich; und die Erklärung, daß sie für eine deutliche Lessivierung zu jung seien, erscheint angesichts deren katastrophentartigen Verlaufs gar als widersprüchlich. Dieser Widerspruch löst sich aber auf, wenn man bedenkt, daß Katastrophen eben selten sind.

Flußfern in einem flußabwärts immer breiter und mithin flußnäher werdenden Streifen herrschen schließlich unter *Bruchwäldern* tonige *Gleye* und *Anmoore* vor, deren

Vernässung ebenso haus- wie flußgemacht ist, d.h. auch auf mangelnder Ableitung des seitlich von Terrassen oder Hügeln hineindrückenden O₂-armen Wassers (Druckwasser) beruht. Ein Gley ist ein mineralischer Grundwasser-Boden mit A_h-G_o-G_r-Profil. Steigt der Humusgehalt im A_h-Horizont infolge gehemmter Verwesung durch Wasserüberschuß auf 15-30 %, wird die Humus-Form als Anmoor bezeichnet, leitet über zum Torf der Moore.

3.6 Gewässerbeschaffenheit/Gewässergüte

Die Gewässergüte kann sich z.B. durch Eutrophierung auch auf die fließgewässerbegleitende Vegetation auswirken. Während in der Regel die organische Belastung im Verlauf der Fließstrecke eines Gewässers zunimmt, nimmt mit zunehmender Pufferkapazität der Säuregrad der Wasserläufe ab. Oberläufe sind demzufolge in der Regel unbelastet, reagieren aber je nach Pufferkapazität des Wassers vorwiegend abhängig vom geologischen Untergrund und der Vegetation des Einzugsgebiets sowie dem Grad versauernder Substanzen aus der Atmosphäre (Schwefel- und Stickstoffverbindungen) mehr oder weniger sauer. So sind z.B. die sehr ionenarmen Bäche des Buntsandsteins im Nordschwarzwald mit reinen Nadelwaldbeständen im Einzugsgebiet, wie etwa an den Oberläufen des Murg-Gebiets, erheblich saurer als die Gewässer der besser gepufferten Gneisgebiete des Südschwarzwalds mit höheren Anteilen an Mischwald, wie z.B. das obere Einzugsgebiet der Elz. Trotz positiver Entwicklungen des Zustands der Fließgewässer in den letzten 15 bis 20 Jahren „gibt es auch heute noch, gemessen an den angestrebten Zielen, einiges zu verbessern“. Aber auch in den scheinbar unberührten Gewässern sind stoffliche Belastungen nicht mehr auszuschließen. Zunehmend bedenklich ist die Versauerung der Gewässeroberläufe im Buntsandsteingebiet des Schwarzwalds und des Odenwalds mit teilweise erheblicher Schädigung des Ökosystems. Verursacht wird die Versauerung mit hoher Wahrscheinlichkeit durch Schadstoffeinträge aus der Luft (UM 1991). Diverse Karten zur Gewässergüte der Fließgewässer in Baden-Württemberg sind veröffentlicht worden, z.B. UM (1995).

4 Vegetationseinheiten/ Pflanzengesellschaften

4.1 Auenwälder

Die Auenvegetation und ihre Abfolge weist im räumlichen Vergleich große Ähnlichkeiten wenn nicht sogar Einheitlichkeiten auf. So formuliert OBERDORFER (1953) den Begriff „europäischer Auenwald“, und ELLENBERG (1996) betont die geradezu weltweite Vergleichbarkeit dieser azonalen Formationen (vgl. HELLER 1969).

Ausführungen zu den Auenwäldern nach ELLENBERG (1996) und OBERDORFER (Hg. 1992a):

Die Stufenreihe der Formationen, die von der Flußmitte bis zum Rande der **Aue** aufeinander folgen, ist in der mittleren und unteren Laufstrecke am vollständigsten, also in dem Bereich, in dem der Fluß mehr sedimentiert als erodiert.

Im eigentlichen **Flußbett**, d.h. in dem bei mittlerem Wasserstand vom Fluß erfüllten Teil des Gerinnes, können sich hier nirgends ausdauernde Landpflanzen halten. Auch unter den Wasserpflanzen fehlen die höher organisierten meist ganz.

In dem oft überfluteten, zeitweilig aber recht trockenen **amphibischen Uferbereich** siedeln sich im Mittel- und Unterlauf verschiedene Kräuter an, von denen aber nur die raschlebigen Annuellen bis zur Samenreife gelangen. Vor allem sind es *Chenopodium*- und *Polygonum*-Arten, die hier zwischen Schottern oder auf grobem, aber nährstoffreichem Sand voll besonnte und konkurrenzfreie Plätze finden. Auf dem schlickreicheren Uferstreifen der Unterläufe spielen auch *Bidens*-Arten eine Rolle, wie hier überhaupt die Annuellen-Fluren besser entwickelt sind als am Mittellauf, dessen Uferbänke ja erst im August völlig trocken fallen. Im Übergang zur nächsthöheren Zone breiten sich hier und dort raschwüchsige Gräser oder grasähnliche Pflanzen in niedrigen Teppichen aus, die aber ebenso wie die vereinzelt Kräuter im tieferen Flußbett von Jahr zu Jahr ungleich häufig auftreten und bei anhaltend hohem Wasserstand gar nicht zur Entwicklung kommen.

Erst oberhalb einer gewissen Grenze der Überflutungsdauer fassen hochwüchsige Gräser oder grasartige Pflanzen Fuß, die fähig sind, sich mit einem dichten Geflecht von Rhizomen im Boden zu verankern und vegetativ auszubreiten. Am Mittellauf und teilweise auch im Unterlauf der Flüsse herrscht in diesem **Flußröhricht** (*Phalaridetum arundinaceae* LIBBERT 1931) das Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*), dessen schlaffere Halme es im Gegensatz zum starr aufrechten Schilfrohr (*Phragmites australis*)

vertragen, öfter von der Strömung geknickt zu werden. An stark beanspruchten Uferstrecken fehlt aber auch das Phalaridetum, und nur an ruhigen Stellen bildet es breite, lückenlose Gürtel. Die Entwicklung der einzelnen Siedlungen des Flußröhrichts geht oftmals von Rasenstücken aus, die das Hochwasser ans Ufer spülte, ist also mehr oder minder vom Zufall abhängig.

Auf gleiche Weise siedeln sich zuweilen auch die ersten Pioniere des Auenwaldes an, zu denen vor allem buschige und sehr raschwüchsige Weidenarten gehören, z.B. die Purpur-Weide (*Salix purpurea*) und die Mandel-Weide (*Salix triandra*). Eine generative Vermehrung gelingt diesem **Weiden-Gebüsch** (*Salix purpurea*-Gesellschaft und *Salicetum triandrae* (MALCUIT 1929) NOIRFALISE 1955) nicht in jedem Jahr, obwohl es viele flug- und schwimmfähige Samen erzeugt. Denn Weidensamen bleiben nur wenige Tage keimfähig und laufen nur auf nassem, aber nicht überflutetem Boden auf. Die Keimlinge brauchen zu ihrer Entwicklung außerdem viel Licht, können sich also meist nicht in einem schon vorhandenen dichten Röhricht ansiedeln.

Nur auf breiten und zugleich niedrigen Kies- oder Sandbänken kann das Weiden-Gebüsch einmal größere Flächen einnehmen. Sonst bildet es einen schmalen Saum, der den Übergang vom Röhricht oder kaum bewachsenen Ufer zu dem auf etwas höherem Niveau stockenden **Weichholz-Auenwald** (*Salicetum fragilis* PASSARGE 1957 und *Salicetum albae* ISSLER 1926) vermittelt. Wie der Name sagt, besteht diese in keiner natürlichen Flußaue fehlende Formation aus Bäumen, deren rasch gewachsenes Holz wenig haltbar und verhältnismäßig leicht ist. Namentlich einige Weiden-Arten, wie Silber-Weide (*Salix alba*), Bruch-Weide (*Salix fragilis*) und deren Bastard *Salix × rubens* sowie Mandel-Weide (*Salix triandra*), sind im Weichholz-Auenwald über ganz Mitteleuropa mit Ausnahme der Gebirge verbreitet. In montanen Lagen und im Vorland der Hochgebirge, d.h. im Bereich der regelmäßig eintretenden Sommerhochwasser, werden die etwas höher gelegenen Teile der Weichholz-Aue von der Grau-Erle (*Alnus incana*) beherrscht.

Die höchste Stufe innerhalb des Überschwemmungsbereiches am Mittel- und Unterlauf der Flüsse nimmt in der Naturlandschaft eine Waldformation ein, die man wegen ihres Reichtums an kräftigen, dauerhaften Baumarten treffend als **Hartholz-Aue** (*Querco-Ulmetum minoris* ISSLER 1924) bezeichnet. Sie wird nur bei außergewöhnlichen Hochwässern überflutet und ist deshalb auch in ihren Unterwuchs waldähnlicher als die Weichholz-Aue, in der sich an lichten Stellen noch viele Röhrichtpflanzen und andere wenig schattenertragende, also waldfremde, Stauden und Gräser zu halten vermögen. Da die Hartholz-Aue nur selten überschwemmt werden und ihr Boden sehr fruchtbar ist, wurden sie auch im Gebirgsvorland trotz der hier relativ häufigen Sommerhochwasser großenteils gerodet und in landwirtschaftliche Kultur genommen. Die meisten heute noch vorhandenen Waldreste sind von der

Esche beherrscht, die bereits im Übergangsbereich zwischen der Weichholz- und der Hartholz-Stufe gut gedeiht. In den oberen Teilen der Hartholz-Aue spielen Ulmen-Arten (*Ulmus glabra*, *U. laevis*) und die Stiel-Eiche (*Quercus robur*) eine Rolle, während die sonst so kampfkraftige Rotbuche (*Fagus sylvatica*) nur unter ganz besonderen Umständen einmal innerhalb des Überschwemmungsbereiches von Flüssen vorkommt.

Da der Fluß bei Hochwasser an seinen Ufern mehr Sedimente ablagert als in größerer Entfernung davon, entstehen in seiner Nähe relativ trockene Standorte, zumal sich der Grundwasserspiegel bei Niedrigwasser zum Fluß hin senkt. Je weiter vom Strombett entfernt, desto größer sind die Wasserstandsschwankungen im Boden. Am Rande der Aue steht das Grundwasser meist ganz nahe an der Bodenoberfläche, weil es vom Hochufer und von dessen höher gelegener Umgebung her gespeist wird. Vor allem in den während des Spätglazials ausgeräumten, für die heutigen Flüsse viel zu breiten Tälern ist das der Fall. Hier bildeten sich stellenweise recht ausgedehnte **Randvermoorungen**, deren Pflanzendecke der Niedermoorvegetation außerhalb der Flußauen entspricht.

Sämtliche großen Stromauen Mitteleuropas sind in ältere **Schotterterrassen** eingetieft, die während der Vereisungen, in den Zwischeneiszeiten oder in der frühen Nacheiszeit einmal Auen waren. Ihre heutige Vegetation unterscheidet sich zwar meist deutlich von der zonalen, erinnert aber in der Regel auch nur wenig an diejenige der Flußauen, ja steht oft in krassem Gegensatz zu dieser. Ihre kiesigen oder grobsandigen, durchlässigen Böden trocknen nicht selten aus und dulden nur einen kümmerlichen und lichten Bewuchs.

Viele Hartholz-Auenwälder freilich stocken heute lediglich deshalb an der Stelle von Weiden- oder Erlen-Auen, weil der Spiegel des Flusses und des von diesem abhängigen Grundwassers abgesenkt wurden.

Sobald die Strömung nicht mehr so reißend ist wie in den Gebirgsbächen und vor allem Sand und Schluff an den Ufern abgelagert werden, haben die Aueböden genügend wasserhaltende Kraft, um anspruchsvollere, hochwüchsige und gegen Trockenheit empfindlichere Weiden-Arten gedeihen zu lassen. Die Mandel-Weide (*Salix triandra*) tritt hinzu, die Purpur-Weide (*Salix purpurea*) herrscht in ihrer normalen, weniger niedrigen Form und bildet mit den anderen schmalblättrigen Weiden-Arten und ihrem Bastard mit der Mandel-Weide zusammen dichte Gebüsche. Schließlich finden wir ein **Mandelweiden-Korbweiden-Gebüsch** (*Salicetum triandrae* (MALCUIT 1929) NOIR-FALISE 1955), in dem kaum noch montane oder gar subalpine Arten vorkommen. Dieses begleitet die Flüsse bis ins meernahe Tiefland.

In dem typischen Mandelweiden-Korbweiden-Gebüsch sieht MOOR nur eine „Mantelgesellschaft“, d.h. eine Gebüschformation, die zwischen dem eigentlichen Beherrscher der oft überschwemmten Tieflandauen, dem **Silberweiden-Wald** (*Salicetum albae* ISSLER 1926) und dem für Holzpflanzen unzugänglichen Flußbett vermittelt. Tatsächlich siedelt sich die Silber-Weide (*Salix alba*) mit der Purpur-Weide (*Salix purpurea*) und anderen Arten schon auf den niedrigsten Uferbänken an, auf denen überhaupt Weiden Fuß fassen können. Aber erst auf den etwas höher gelegenen, nicht mehr so oft und rasch überströmten und deshalb feinkörnigeren Auenböden wächst sie zu jenem prächtigen, über 20 m hohen und auch breit ausladenden Baum heran, der den mitteleuropäischen Flußauen ihren besonderen Reiz verleiht. Als die höchste und langlebigste aller Weiden-Arten herrscht die Silber-Weide (*Salix alba*) allein oder allenfalls zusammen mit ihrem Bastard *Salix × rubens*. Die reine Form der Bruch-Weide (*Salix fragilis*), die oft als Charakterart* angeführt wird, tritt nur in den Auen kleiner Flüsse mit kalkarmen Schottern hervor. Das Wasser der größeren Ströme ist fast überall basenreich.

Eine heute kaum noch zu klärende Frage ist die nach dem natürlichen Anteil der **Schwarz-Pappel** (*Populus nigra*) an den Silberweiden-Auenwäldern. Nur im südöstlichen Mitteleuropa ist sie sicher einheimisch, doch wurde sie bis in die Nähe der Nord- und Ostseeküste überall angepflanzt.

Die **Silber-Pappel** (*Populus alba*), ist in den Hartholz-Auen des submediterranen Europa zu Hause (*Populion albae*) und rückte von dorthier bis in die großen Stromtäler des Donautieflandes vor. Angepflanzt und subspontan verbreitet, bezeichnet sie bei uns gewöhnlich trockenere Standorte als sie Schwarz-Pappel.

Über den Unterwuchs der Silberweiden-Auen ist wenig bestimmtes zu sagen, zumal sie sich fast nirgends mehr im naturnahen Zustand befinden und durch niedervaldartige Nutzung oft stark ausgelichtet wurden. Arealgeographisch betrachtet, sind die Silberweiden- und Silberweiden-Pappelauen auffallend reich an Kosmopoliten und an Adventiven, also an „Allerweltsarten“, die zu ruderaler Verbreitung neigen. Europäische und mitteleuropäische Arten, die in anderen Waldgesellschaften den Ton angeben, oder Elemente aus besonderen Klimagebieten (z.B. mediterrane oder kontinentale), treten dagegen sehr zurück.

Silberweiden-Auen sind an den Strömen Mitteleuropas sehr verbreitet und können als charakteristischer Bestandteil seiner Naturlandschaft in der planaren, collinen und submontanen Stufe gelten. Im äußersten Nordosten Mitteleuropas, im Vorland seiner Hochgebirge und besonders in den Alpen haben die Baumweiden aber einen recht kräftigen Konkurrenten in Gestalt der Grau-Erle (*Alnus incana*), die in kalkreichen Auen hier fast überall aufkeimen kann.

- **Grauerlen-Auen**

Alnetum incanae LÜDI 1921

Man findet in den Grauerlen-Auen viele Arten aus den feuchten Eichen-Hainbuchen-Wäldern und Ahorn-Eschenwäldern, z.B. Esche (*Fraxinus excelsior*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Gewöhnliches Pfaffenkäppchen (*Evonymus europaeus*), Gewöhnlicher Schneeball (*Viburnum opulus*), Kratzbeere (*Rubus caesius*), Riesen-Schwingel (*Festuca gigantea*), Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*), Gewöhnliches Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), Knotige Braunwurz (*Scrophularia nodosa*), Rühr-mich-nicht-an (*Impatiens noli-tangere*), Giersch (*Aegopodium podagraria*). Manche diese Arten könne als lokale Charakterarten* des Alnetum incanae gelten, weil weit und breit keine verwandten Fagetalia-Gesellschaften vorkommen. Allgemeingültige Charakterarten hat der montane Grauerlen-Auwald kaum, wenn man nicht *Alnus incana* selbst als solche ansieht.

Obwohl dem Boden des Grauerlen-Waldes durch Überschwemmungen kaum Stickstoff zugeführt wird, muß er recht nitratreich sein, weil immer ein Teil der knöllchentragenden (stickstofffixierenden) Wurzeln abstirbt und sich zersetzt. So erklärt sich eine nitrophytische Begleitflora mit Arten wie Trauben-Kirsche (*Prunus padus*), Hunds-Quecke (*Elymus caninus*), Stinkender Storchschnabel (*Geranium robertianum*), Große Brennessel (*Urtica dioica*), Gewöhnlicher Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*), Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), Krause Distel (*Carduus crispus*) u.a.

Grauerlen-Auenwälder sind die einzigen Gesellschaften der montanen Auen, die mit dem Fluß in fast gleichbleibender Gestalt und ähnlicher Artenzusammensetzung bis weit ins Vorland hinausziehen.

Die Gründe, warum Grauerlen-Auen nicht auch an den Unterläufen der Flüsse auftreten, sind noch ungeklärt. Wahrscheinlich spielt der Zeitraum der Hochwasser eine entscheidende Rolle. Liegt dieser im Sommer, weil der Fluß von Schmelzwässern aus dem Hochgebirge gespeist wird, so wird die verhältnismäßig flach wurzelnde Grau-Erle ausreichend mit Wasser versorgt. Treten die Hochwasser schon im Vorfrühling und Frühling oder zu sehr unregelmäßigen Zeiten auf, werden die anpassungsfähigeren Weiden im Konkurrenzkampf begünstigt. Nach SCHWABE (1985b) zeigten jedoch Pegelmessungen, daß gerade *Alnus incana*-reiche Gesellschaften auf zeitweise recht trockenen Standorten wachsen können und hohe Wasserstandsschwankungen ertragen können. Durch die hohe Ausschlagfähigkeit kann *Alnus incana* auch Standorte besiedeln, die bis zu einem Meter mächtige Kies- oder Sandüberschüttungen ausgesetzt sind; sie vermag diese zu durchstoßen (MOOR 1958, auch zit. in SCHWABE 1985b).

Das Niveau, auf dem die Grau-Erle am Mittellauf zur Herrschaft gelangt, ist ungefähr dasselbe wie beim Weiden-Auwald. Manchmal entscheidet der Zufall der ersten

Ansiedlung, welche Weichholzart zunächst zur Herrschaft kommt. Die gut schwimmenden Samen der Erle bleiben verhältnismäßig lange keimfähig und entwickeln sich auch noch, wenn sie mit Treibsel einige Zeit nach der Fruchtreife abgesetzt werden. Da ihre Reife aber gerade in die Zeit fällt, in der die Wasserführung der Alpenflüsse zurückzugehen beginnt, findet *Alnus* auf dem dann freiwerdenden Neuland günstige Startbedingungen. Die Weiden dagegen, namentlich die als Konkurrenten von *Alnus* in Frage kommenden Silber-Weide (*Salix alba*), Bruch-Weide (*Salix fragilis*) und deren Hybriden, fruchten meist schon im Juni, wenn die Alpenflüsse noch keine Uferbänke und niedrige Inseln freigeben. Zudem geht die Keimkraft ihrer Samen in wenigen Tagen verloren, so daß sie weder einen langen Wassertransport noch längeres Liegenbleiben überstehen. Am besten keimen sie auf den gerade wasserfrei gewordenen Schlick- und Sandbänken, wenn ihre Samen bei schönem Wetter durch den Wind dorthin verfrachtet wurden. Es leuchtet ein, daß ihnen der Flußunterlauf diese Chance öfter einmal bietet als der Mittel- und Oberlauf. Für *Salix alba* und *S. fragilis* bleiben die montanen Flußauen wohl aber auch wegen Wärmemangels oder großer Winterkälte unbesiedelbar, denn sie steigen in den Alpen nur bis etwa 900 bzw. 800 m üNN.

Weiden- wie Erlen-Bestände wirken strömungsbremsend und dadurch besonders in Ufernähe als Sedimentfänger. Ihr Boden ist infolgedessen in den oberen Teilen oft recht jung und nicht selten noch deutlich geschichtet. Zuweilen findet man auch begrabene Humushorizonte. Typologisch ist der Boden dieser Weichholz-Auen als grauer Kalkauboden (Auenrendzina, Kalkpaternia) anzusprechen, der meist alkalisch bis neutral reagiert und außer gelegentlich auftretenden Rostflecken noch keine Brauntöne aufweist.

- **Bach-Erlen-Eschen-Wälder quelliger Standorte und rasch fließender Bäche**

Equiseto telmateiae-Fraxinetum OBERD. ex SEIBERT 1987

Carici remotae-Fraxinetum W. KOCH 1926 ex FABER 1936

Ribeso sylvestris-Fraxinetum LEMÉE 1937 corr. PASSARGE 1958

Pruno padi-Fraxinetum OBERD. 1953

Stellario nemorum-Alnetum glutinosae LOHMEYER 1957

Der Unterwuchs der meisten Grauerlen-Auenwälder hat ausgesprochenen Laubmischwaldcharakter. Vereinzelt sind auch bereits Harthölzer der Ordnung Fagetalia vertreten, namentlich die Esche (*Fraxinus excelsior*). Aber erst an der Grenze der submontanen Stufe wird *Fraxinus excelsior* so kräftig, daß sie zur Vorherrschaft gelangt. Wo der Boden tiefgründig und feinerdreich ist, treten auch Ulmen (*Ulmus minor* und *laevis*) hinzu.

Außerhalb des Alpenbereichs mischt sich statt der Grau-Erle die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) mit der

Esche. Als Bachufer-Festiger ist sie der Grau-Erle und der Esche überlegen, weil sie Sauerstoffmangel besser erträgt und ihre Wurzeln tief in den Grundwasserbereich hineinsendet. Im **Hainmieren-Schwarzerlen-Wald** (Stellario nemorum-Alnetum glutinosae LOHMEYER 1957) gedeiht die Schwarz-Erle besser als im Erlen-Bruch.

Wo die Ufer der Bäche oder kleinen Flüsse so niedrig sind, daß sie öfters überschwemmt und mit Sinkstoffen gedüngt werden, breitet sich vor den Gehölzrändern die **Pestwurz-Uferflur** (Phalarido-Petasitetum hybridi SCHWICKERATH 1933) mit ihrem üppigen Blattwerk aus. Oft dringt die Gewöhnliche Pestwurz (*Petasites hybridus*) auch in den Uferwald aus Grau- und Schwarz-Erle ein. Diese auffällige Gesellschaft ist als Uferschutz bedeutsam.

Mit den Bach- und Quell-Eschen-Erlen-Wäldern floristisch verwandt ist der **Schwarzerlen-Eschen-Auwald** (Pruno padi-Fraxinetum OBERD. 1953). Er vermittelt mit verschiedenen Subassoziationen zwischen dem noch nasserem Erlen-Bruchwald und dem feuchten Eichen-Hainbuchenwald, der die nur wenige dm höheren Rücken und Ränder dieser breiten Niederung einnehmen würde, aber meist landwirtschaftlicher Nutzung wick. Im Schwarzerlen-Eschen-Auwald strebt die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) in 90-100 Jahren bis über 30 m Höhe empor, muß aber diesen Optimalstandort mit der Esche teilen. Ihre Stämme sind so schlank und vollholzig, daß man sie wie Nadelhölzer zum Bau von Blockhäusern verwendete.

Die meisten Schwarz-Erlen-Bestände, die man heute in Mitteleuropa antrifft, entsprechen ökologisch dem Pruno-Fraxinetum, auch wenn sie ursprünglich reine Erlen-Brücher darstellten und noch heute keine anderen Baumarten enthalten. Schon eine geringe Entwässerung genügt, um die Esche und andere Vertreter der Edellaubmischwälder konkurrenzfähig zu machen. Ungenutzte Feuchtwiesen, die seit einigen Jahrzehnten gerne mit Schwarz-Erlen aufgeforstet werden, entwickeln sich ebenfalls zum Pruno-Fraxinetum. Doch dauert es lange, bis eigentliche Waldpflanzen einwandern und die Artenkombination an die des natürlichen Schwarzerlen-Eschen-Auwald angleichen.

• **Eschenreiche Bestände in Hartholz-Auen**

Wo die Esche (*Fraxinus excelsior*) in Flußauen größte Bestände bildet, kann man sicher sein, daß man sich außerhalb des häufig überschwemmten Bereichs der Weichholz-Auen befindet. Nach STREITZ (1967) wurde die Esche im Rhein-Main-Tiefland und der Hessischen Rheinebene *Fraxinus excelsior* in den letzten 150 Jahren durch Saat und Pflanzung weit über das natürliche Vorkommen hinaus gefördert. Nach DISTER (1980b) beteiligt sich die Esche aber auch am Naturwald. Im Rheingebiet schadete möglicherweise der hohe Wasserstand, der hier vor den Flußkorrekturen geherrscht haben muß. Die Anhebung des Grundwasserspiegels um 60-80 cm durch Aufstau der Donau bei Offingen führte zum vorzeitigen Absterben vieler Eschen (SEIBERT 1975).

• **Eichen- und ulmenreiche Hartholz-Auen**
Querc-Ulmetum minoris ISSLER 1924

Im gebirgsfernen nördlichen Mitteleuropa, wo die Ströme gewöhnlich nur im Winter und Vorfrühling Wasser führen und der Grundwasserspiegel unter der Hartholz-Aue während des Sommers recht tief liegt, ist die Stiel-Eiche (*Quercus robur*) der von Natur aus herrschende Auenwaldbaum. Zwar gibt es hier nur noch wenige Reste von Hartholz-Auen-Wäldern, aber diese wenigen zeigen das eindeutig. Die Stiel-Eiche überlebte nach DISTER (1980b) in der Rheinaue drei Monate dauernde Überflutungen im Sommer, ist also besonders anpassungsfähig. Alle Hartholz-Auenwälder stocken auf tiefgründigen und mehr oder minder lehmigen, meist deutlich braungefärbten Böden vom Typus des braunen Auebodens (Braune Vega). Das braune Material ist nicht an Ort und Stelle verwittert, sondern wurde im Einzugsgebiet der Flüsse von Braunerden abgespült und in den breiten Auen des Unterlaufs wieder abgesetzt (allochthone* Vega). Da sich die Bodenerosion mit zunehmender Rodung und Beackerung ehemaliger Waldböden verstärkte, ist ein großer Teil der braunen Auelehme verhältnismäßig jung. Mit zunehmender Siedlungsdichte wurde die Auelehmbildung mehr und mehr beschleunigt.

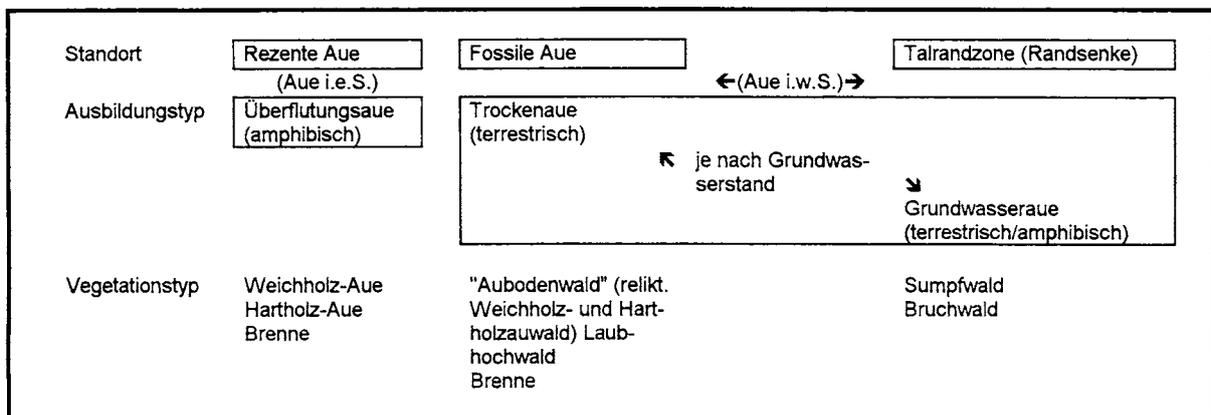


Abb. 7 Bestandteile eines Auenkomplexes (BAIER 1990)

4.2 Pflanzengesellschaften im Überblick

Nomenklatur nach OBERDORFER (Hg. 1992a, 1994), POTT (1995), HINTERLANG (1992 und HÖLZEL (1996).

Klasse: Salicetea purpureae MOOR 1958

Ordnung: Salicetalia purpureae MOOR 1958

Verband: Salicion elaeagni AICHINGER 1933

Assoziation: Salicetum elaeagni HAG. 1916 ex JENIK 1955

Verband: Salicion albae SÓO 1930 em. MOOR 1958

Gesellschaft: *Salix purpurea*-Gesellschaft

Assoziation: Salicetum triandrae (MALCUIT 1929) NOIRFALISE 1955

Assoziation: Salicetum fragilis PASSARGE 1957

Assoziation: Salicetum albae ISSLER 1926

Klasse: Alnetea glutinosae BR.-BL. et R.TX. 1943

Ordnung: Alnetalia glutinosae R. TX. 1937 em. TH. MÜLLER et GÖRS 1958

Verband: Salicion cinereae TH. MÜLLER et GÖRS 1958

Assoziation: Salicetum pentandro-cinereae PASSARGE 1961 em. et corr. OBERD. 1964

Assoziation: Salicetum auritae JONAS 1935 em. OBERD. 1964

Assoziation: Salicetum cinereae ZÓLYOMI 1931

Verband: Alnion glutinosae (MALCUIT 1929) em. TH. MÜLLER et GÖRS 1958 (u. MOOR 1958)

Assoziation: Carici elongatae-Alnetum glutinosae W. KOCH 1926 ex R. TX. 1931

Assoziation: Sphagno-Alnetum glutinosae LEMÉE 1937 n. inv. OBERD.

Gesellschaft: *Caltha palustris*-*Alnus glutinosa*-Gesellschaften

Klasse: Querco-Fagetea Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 em.

Ordnung: Prunetalia spinosae R. TX. 1952

Verband: Berberidion vulgaris BR.-BL. 1950

Assoziation: Salici incanae-Hippophaëtum rhamnoidis BR.-BL. 1928 ex ECKMÜLLNER 1940 nom. inv. WENDELBERGER 1967

Assoziation: Salici-Viburnetum opuli MOOR 1958

Ordnung: Fagetalia sylvaticae PAWLOWSKI in PAWLOWSKI, SOKOLOWSKI et WALLISCH 1928

Verband: Alno-Ulmion minoris BR.-BL. et R. TX. 1943

Unterverband: Alnenion glutinoso-incanae OBERD. 1953

Assoziation: Alnetum incanae LÜDI 1921

Andere von Grau-Erle (*Alnus incana*) beherrschte Waldgesellschaften

Assoziation: Equiseto telmateiae-Fraxinetum OBERD. ex SEIBERT 1987

Assoziation: Carici remotae-Fraxinetum W. KOCH 1926 ex FABER 1936

Assoziation: Ribeso sylvestris-Fraxinetum LEMÉE 1937 corr. PASSARGE 1958

Assoziation: Pruno padi-Fraxinetum OBERD. 1953

Assoziation: Stellario nemorum-Alnetum glutinosae LOHMEYER 1957

Unterverband: Ulmenion minoris OBERD. 1953

Assoziation: Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1924

Verband: Carpinion betuli ISSLER 1931 em. OBERD. 1957

Unterverband: Pulmonario-Carpinienion betuli OBERD. 1957

Assoziation: Stellario holostea-Carpinetum betuli OBERD. 1957

Unterverband: Galio sylvatici-Carpinienion betuli OBERD. 1957

Assoziation: Carici albae-Tilietum cordatae TH. MÜLLER et GÖRS 1958

Verband: Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani KLIKA 1955

Unterverband: Lunario-Acerenion pseudoplatani (MOOR 1973) TH. MÜLLER 1990 in OBERD. 1992

Assoziation: Adoxo moschatellinae-Aceretum (ETTER 1947) PASS. 1959

Alnus viridis-Athyrium filix-femina-Gesellschaft, *Acer pseudoplatanus-Sorbus aucuparia*-Gesellschaft

Neophytengesellschaften an Fließgewässern

Polygonum-(=*Reynoutria*)-Gesellschaften, *Impatiens glandulifera*-Gesellschaften, *Solidago gigantea*- und *Solidago canadensis*-Gesellschaft, *Helianthus tuberosus*-Gesellschaften, *Aster*-Gesellschaften, *Acer negundo*-Gesellschaft

Klasse: Erico-Pinetea Horvat 1959, Ordnung Erico-Pinetalia Horvat 1959, Verband Erico-Pinion Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939

Molinia arundinacea-Pinus sylvestris-Gesellschaft

Klasse: Montio-Cardaminetea Br.-Bl. et. R. Tx. 1943

Klasse: Phragmitetea australis R. Tx. et Prsg. 1942, Ordnung Phragmitetalia australis W. Koch 1926

Diverse Ersatzgesellschaften

4.3 Beschreibung der Vegetations-einheiten

In diesem Kapitel werden vor allem die gehölzdominierten Vegetationseinheiten/Pflanzengesellschaften sowie Neophytengesellschaften benannt und beschrieben (nach TH. MÜLLER et al. 1974, TH. MÜLLER 1981, 1992a, 1992b, OBERDORFER Hg., 1992a, 1992b, 1992c, 1994, SEIBERT 1992a, 1992b, POTT 1995, HINTERLANG 1992, HÖLZEL 1996). Submerse Makrophytengesellschaften, kleinflächige Quellflur-Gesellschaften, Waldsümpfe und Hochstaudenfluren sowie die meisten der Ersatzgesellschaften (Schlaggesellschaften, Grünland- und Ackergesellschaften) können hier nicht detailliert berücksichtigt werden. In der Übersichtskarte 1:350.000 sind nur ausgewählte Vegetationseinheiten dargestellt.

Um die hierarchische Gliederung der Vegetation in Klassen, Ordnungen, Verbände und Assoziationen übersichtlicher zu gestalten, werden neben den Kapitelnummierungen folgende Abkürzungen und Symbole verwendet:

- Verband
 - Assoziation, Gesellschaft
- KC = Kennarten der Klasse
 OC = Kennarten der Ordnung
 VC = Kennarten des Verbandes
 AC = Kennarten der Assoziation
 DV = Trennarten der Verbände

4.3.1 Klasse: *Salicetea purpureae* MOOR 1958 Weichholzaunen und Purpurweiden-Gesellschaften

4.3.1.1 Ordnung: *Salicetalia purpureae* MOOR 1958 Weidengebüsche und Weidenwälder

KC und OC: *Salix purpurea*, *Salix alba*, *Salix fragilis*, *Salix viminalis*

Die aus überwiegend schmalblättrigen *Salix*-Arten bestehenden Weidengebüsche und -wälder sind von Natur aus Pionier- und Folgegesellschaften häufig überfluteter Fluß- und Bachauen. Hier besiedeln sie frisch angeschwemmte Schotter, Sande und Lehme, die sich über den Bodentyp der Rambla zu Borowinen und Paternien entwickeln, bei Grundwassereinfluß auch zu Gleyen. In der

Regel bleiben diese Standorte nach ihrer Körnung nicht gleich, sondern werden durch Standortüberlagerung (Sedimentation) verändert. Die Weiden werden häufig überschwemmt, durch mitgeführtes Geschiebe oder Eisgang beschädigt, vermögen dies aber dank ihrer hohen Regenerationskraft wieder auszugleichen.

Als Nacktbodenkeimer vermögen die *Salix*-Arten nur auf offenen Böden zu keimen. Sie siedeln sich oft schon von Anfang an in den krautigen Pionierfluren an und bilden Bestandteile dieser Gesellschaften. Solange diese noch offen sind, können sie sich aber auch nachträglich auf unbewachsenen Lücken einstellen. Mit ihrem Aufwachsen verdrängen sie allmählich die lichtliebenden Pioniergesellschaften, und unter dem Schirm geschlossener Weidenbestände siedelt sich dann die ihnen eigene, weniger lichtbedürftige Bodenvegetation an. Es handelt sich hierbei, je nach der Lage zum Grundwasserspiegel, um Röhrichtarten oder um Arten nitrophilere Uferstauden- und Saumgesellschaften wie *Phalaris arundinacea*, *Urtica dioica*, *Rubus caesius*, *Galium aparine*, *Symphytum officinale*, *Angelica sylvestris* und *Convolvulus sepium*. Eigentliche Charakterarten sind die Weiden selbst, von denen *Salix purpurea* am regelmäßigsten vorkommt und deshalb als Klassen- (und Ordnungs-) Kennart gilt.

Die Weidengebüsche und -wälder entwickeln sich mit zunehmender Bodenreifung zu anderen Auenwaldgesellschaften weiter, sofern dieser Prozeß nicht durch Standortüberlagerung verzögert oder verhindert wird oder gar die Erosion vorhandene Gehölzbestände wegräumt. In den älteren Phasen der Weidenauen äußert sich die Entwicklung in der Ansiedlung von Arten des Alno-Ulmion, die, solange es sich noch um solche der Bodenvegetation und um niedrige Sträucher handelt, an der Bestandesstruktur und seiner Physiognomie wenig ändern. Erst allmählich entstehen Gesellschaften, die nach ihrer gesamten Artenkombination je nach geographischer Lage und Standort einer Alno-Ulmion-Gesellschaft zugeordnet werden müssen.

Durch die Gewässerregulierungen sind die Wildfluß- und Wildbachauen als Standorte der Weidengebüsche und -wälder weitgehend verschwunden. Diese halten sich nur auf den schmalen Uferzonen der meist künstlichen Gewässerböschungen, wo sie durch natürliche Ereignisse beschädigt werden oder der vom Menschen ausgeübte

Stockausschlagbetrieb ihre Regeneration und Verjüngung provoziert. Da die *Salix*-Arten in dieser Beziehung allen anderen Gehölzarten überlegen sind, bleiben ihnen auf diese Weise ihre Standorte gesichert. Das kann auch auf größeren Flächen in Auwaldgebieten der Fall sein, wo ein kurzumtriebiger Niederwaldbetrieb zur Erzeugung von Weiden-Faschinenmaterial durchgeführt wird. Da hier die Böden reifer als in der natürlichen Weidenaue sind, besteht die Bodenvegetation zu einem guten Teil aus Alno-Ulmion-Arten, so daß man nicht mehr von einer echten Salicetea-Gesellschaft sprechen kann, sondern die Bestände als Weiden-Niederwald, also als Ersatzgesellschaft der jeweiligen Alno-Ulmion-Gesellschaft, bezeichnen muß. Sie lassen sich höchstens strukturell, kaum aber floristisch von den älteren Phasen echter Weidengebüsche und -wälder unterscheiden.

So ist es verständlich, daß viele in der Literatur bekannt gewordene Vegetationsaufnahmen nicht die echten, reinen Typen der Weidengebüsche und -wälder repräsentieren; denn diese sind in Mitteleuropa ausgesprochen selten. Vielmehr stammen die Aufnahmen aus solchen niederwaldartig bewirtschafteten Beständen und Uferstreifen und enthalten viele Arten des Alno-Ulmion, im weiteren Sinne der Querco-Fagetea.

Eine weitere Schwierigkeit für die Aufnahme von Weidenbeständen bringt die Tatsache mit sich, daß diese heute an Ufern nur in schmalen Streifen vorhanden sind und aus den Kontakten gesellschaftsuntypische Arten in sie eindringen können. Sogar die Weidengesellschaften selbst, nämlich Weidenwälder und Weidengebüsche als deren Mantelgesellschaften, sind dicht benachbart oder vermischen sich mosaikartig, so daß manche Aufnahmen ein Konglomerat verschiedener Weidengebüsch- und Weidenwaldgesellschaften darstellen.

Die Klasse besteht nur aus einer Ordnung, diese wiederum aus zwei Verbänden: dem Salicion elaeagni der Alpentäler und des südlichen Alpenvorlands (montane Stufe) und dem Salicion albae, das vom Unterlauf der Alpenflüsse bis ins meernahe norddeutsche Tiefland (submontane bis planare Stufe) reicht.

□ **Verband: Salicion elaeagni AICHINGER 1933**

VC: *Salix daphnoides*, *Salix elaeagnos*

Dieser hauptsächlich in den Alpentälern und im südlichen Alpenvorland verbreitete Verband bevorzugt basenreiche Standorte auf Kies, Sand und Schlick.

● **Assoziation: Salicetum elaeagni HAG. 1916 ex JENIK 1955**

Lavendel- oder Grauweidengebüsch und Grauweidenwald

AC: *Salix daphnoides*, *Salix elaeagnos*; Begleiter: *Linnaria alpina*, *Campanula cochlearifolia*

Die Gesellschaft ist auf basenreichen Standorten der Alpen bis über 1000 m üNN verbreitet, wo sie als Pionierstadium die kiesigen bis grobsandigen Sedimente der Flüsse und Bäche besiedelt, aber auch als Pioniergesellschaft auf Erosionshängen auftritt und hier zu deren allmählicher Festlegung beiträgt. Im Alpenvorland steigt sie vor allem entlang der größeren Flüsse bis an die Donau unter 400 m üNN herab, soweit entsprechend trockene Standorte vorliegen. Feuchte Ausbildungen des Salicetum elaeagni sind in diesen tieferen Lagen nicht mehr zu finden, weil sich auf entsprechenden Standorten das Salicetum albae ansiedelt.

Die Böden sind grob- bis feinkiesig und können von einer Sandschicht verschiedener Mächtigkeit überdeckt sein. Bodentypen sind Kalkrambla und Borowina. Die Bestände des Salicetum elaeagni liegen in unterschiedlicher Höhe über dem mittleren Sommerwasserspiegel. Bei grobkiesigen Böden haben die höher gelegenen Bestände (>1,5 m) keinen Grundwasseranschluß mehr. Die sommerlichen Hochwasser haben eine starke Strömung und bringen Übersandungen und Überschotterungen. Sie halten aber nur kurze Zeit an.

Je nach Standort sind die Bestände des Salicetum elaeagni in der Catena trocken-feucht als lockerer Busch, als Buschwald oder als geschlossener Wald entwickelt. Während die Gebüsch nur 2 bis 3 m hoch werden, können die grundwasserbeeinflussten Wälder Höhen von 12 bis 16 m erreichen.

In den Gebüsch ist die Krautschicht locker und enthält auch zahlreiche Trockenrasen-Arten, in den feuchten

Wäldern dagegen findet sich eine üppige Krautschicht aus breitblättrigen hygrophilen Arten.

Neben der Lavendel-Weide (*Salix elaeagnos*) nimmt vor allem die Purpur-Weide (*Salix purpurea*) am Bestandaufbau teil. Diese beiden Weiden vertragen von allen Weiden die größte Trockenheit. Die Reif-Weide (*Salix daphnoides*) ist seltener, häufiger ist die Mandel-Weide (*Salix triandra*).

Das Salicetum elaeagni ist eine Folgegesellschaft innerhalb einer Sukzession von Flußuferpioniergesellschaften zu Dauergesellschaften in der Flußau. In vielen Fällen beginnt die Sukzession mit der Knorpelsalatflur (*Chondrillum chondrilloides*). Im späteren Verlauf führt sie zu Sanddorn-Gebüsch oder Schneeheide-Kiefern-Wäldern. Nur die feuchtere Subassoziation, das S.e. phalaridetosum, entwickelt sich zum Grauerlen-Wald (*Alnetum incanae*) weiter.

☐ **Verband: Salicion albae SÓO 1930 em. MOOR 1958**

VC: *Salix alba*, *Salix fragilis*, *Salix × rubens*, *Salix triandra*, *Salix viminalis*

Die Gesellschaften entwickeln sich von Mittelwasserhöhe bis ein bis zwei Meter über dem Mittelwasser auf sandigen bis lehmig-schlickigen Böden, die nach Basen- und Nährstoffgehalt recht unterschiedlich sein können.

● **Gesellschaft: *Salix purpurea*-Gesellschaft**
Purpurweiden-Gebüsch

Gelegentlich kommen im Auenbereich Gebüsch vor, die von der Purpur-Weide (*Salix purpurea*) beherrscht werden.

Sofern es sich nicht um eine *Salix purpurea*-Fazies eines anderen Weiden-Auwaldes oder -gebüsches handelt, muß man sie als *Salix purpurea*-Gesellschaft fassen, denn eigene Charakterarten besitzt sie nicht. *Salix purpurea* kommt als OC und KC in fast allen anderen Salicetea-Gesellschaften vor.

Die *Salix purpurea*-Gesellschaft kommt von der planaren Stufe bis in die montane vor, hat jedoch ihren Verbreitungsschwerpunkt in den tiefen Lagen. Sie bildet Gebüsch von 3 bis 5 m Höhe. Wie das Salicetum triandrae

kann sie auch als Pionier- und als Mantelgesellschaft aufgefaßt werden. Die vertritt dieses Gebüsch auf nährstoffärmeren Standorten (saueroligotroph und kalkoligotroph) und geht weiter in den trockenen Bereich hinein, d.h. auf sandige, kiesige und steinige Standorte.

Als Pioniergesellschaft finden wir die *Salix purpurea*-Gesellschaft an kiesigen oder mit Steinen befestigten Ufern und auf jungen Schotterinseln im Flußbett in lockeren Beständen, in denen der Schotter sich stauen und die Gebüsch stark schädigen kann. An solchen Stellen finden wir meist die typische Ausbildung unserer Gesellschaft.

Als Mantelgesellschaft tritt die Gesellschaft an Altwasern* etwa 0,5 m über dem mittleren Wasserspiegel auf. Diese feuchtere Ausbildung enthält neben Schilfrohr (*Phragmites australis*) noch weitere Röhrichtarten.

Die Entwicklung geht gewöhnlich über das Salicetum albae weiter, gerade in der feuchten Ausbildung kann sie aber auch direkt zu Alno-Ulmion-Gesellschaften führen.

● **Assoziation: Salicetum triandrae (MALCUT 1929) NOIRFALISE 1955**

Uferweidengebüsch, Mandelweiden-Gebüsch

AC: *Salix triandra*, *Salix viminalis*

Das Uferweidengebüsch aus Mandel-Weide (*Salix triandra*) und Korb-Weide (*Salix viminalis*) ist an Flüssen und Bächen der planaren bis submontanen Stufe, etwa bis 500 m Meereshöhe, über ein großes Gebiet verbreitet. Dennoch ist es verhältnismäßig selten, weil seine Wuchsorte durch die Gewässerregulierungen verschwunden oder auf nur schmale Bereiche steiler Uferböschungen reduziert sind.

Die Gesellschaft bildet gegenüber dem Gewässer oder dem gewässerbegleitenden Röhricht die Mantelgesellschaft des Silberweiden-Auwaldes und liegt nur wenig über dem mittleren Sommerwasserstand. Sie wird bei Hochwasser ziemlich hoch überschwemmt und durch die reißenden Fluten stets von neuem beschädigt. In manchen Gebieten spielen auch Schäden durch Eisgang eine wichtige Rolle. Hierdurch wird das Aufkommen der Silber-Weide (*Salix alba*) verhindert, die in Strauchform zwar Bestandteil des Uferweidengebüschs ist, aber infolge der

ständigen Schäden nicht zu baumartigen Exemplaren aufwachsen kann. Wo diese Schäden ausbleiben, entwickelt sich der Silberweiden-Auwald, und nur in solchen Fällen kann das Uferweidengebüsch als eine Gesellschaft aufgefaßt werden, die dem Silberweiden-Auwald in der Sukzession vorangeht. Ansonsten ist es eine Mantelgesellschaft, der aber häufig der angrenzende Wald fehlt, weshalb es nur als Gebüschstreifen entlang der Gewässer verbreitet ist. Dies gilt vor allem für regulierte Fließgewässer mit ihren steilen Böschungen.

Die Gesellschaft bildet Gebüsche bis zu 5 m Höhe, die breit ausladend und im Kronenbereich ziemlich geschlossenen sind. Das Gebüschinnere älterer Bestände ist verhältnismäßig offen und begehbar, sofern nicht angeschwemmtes Treibgut den Weg versperrt.

Neben den Charakterarten sind regelmäßig auch Purpur-Weide (*Salix purpurea*) und Silber-Weide (*Salix alba*) vorhanden, letztere wie erwähnt nur buschförmig. Seltener ist die Bruch-Weide (*Salix fragilis*), die an carbonatärmere Standorte gebunden scheint.

Die Gesellschaft kommt auf recht verschiedenartigen Böden vor, die von Kies und Geröll bis zu Lehm reichen. Im nährstoffarmen Bereich verschwindet zunächst die Korb-Weide (*Salix viminalis*), wobei es gleichgültig ist, ob es sich um sauer- oder kalkoligotrophe Standorte handelt.

Das Schilfrohr (*Phragmites australis*) kann wegen der reißenden Hochwasser kaum zur Entwicklung kommen. Fagetalia-Arten als Reifezeiger treten nur spärlich auf; sie können sich erst einstellen, wenn aus dem Uferweidengebüsch ein Silberweiden-Auwald geworden ist. Über diesen geht die Entwicklung weiter zu verschiedenen Gesellschaften des Alno-Ulmion.



Abb. 8 Mandel-Weide (*Salix triandra*)

- **Assoziation: *Salicetum fragilis* PASSARGE 1957**
Bruchweiden-Aubuschwald

AC: *Salix fragilis*

Die Gesellschaft ist auf den kalkarmen Alluvionen der Silikatgebirge und ärmeren Sandgebieten der Kreide [nicht in Baden-Württemberg vorhanden] oder des Tertiär verbreitet. Die Bestände siedeln auf den jungen Anlandungen der Bäche knapp über dem Wasserspiegel und werden oft von reißenden Hochwassern überschwemmt. Die Bäume und Sträucher sind häufig beschädigt; der Boden zeigt Anrisse und frische Aufschüttungen. Die Gesellschaft ist recht selten und wenn sie an regulierten Bächen vorkommt, nur sehr schmal entwickelt.

Ihre Bestände sind Gebüsche von 2 bis 5 m Höhe oder kleine Wäldchen, in denen die Bruch-Weide (*Salix fragilis*) bis 10, ausnahmsweise bis 15 m hoch werden kann.

Im Schwarzwald u.a. wurden Aufnahmen mit *Salix fragilis* als einziger Weiden-Art dokumentiert. Alle anderen *Salix*-Arten fehlen auch außerhalb der Aufnahmeflächen, was darauf schließen läßt, daß es sich hier um die basen- und nährstoffärmsten Ausbildungen der Assoziation handelt. Unter günstigeren Umständen nehmen auch andere *Salix*-Arten am Aufbau der Bestände teil.

Die Entwicklung des *Salicetum fragilis* geht weiter zum *Stellario-Alnetum glutinosae*. Bei intensivem Stockausschlagbetrieb können sich im *Stellario-Alnetum* an *Salix fragilis* reiche Gebüschstadien entwickeln, die jedoch

eine Menge Fagetalia-Arten enthalten und deshalb nicht zum *Salicetum fragilis* gehören.

● **Assoziation: *Salicetum albae* ISSLER 1926**

Silberweiden-Auwald

AC: *Salix alba*, *Salix × rubens*

Der Silberweiden-Auwald ist an den Flüssen des Tieflandes und der tiefer gelegenen Täler des Mittelgebirgsraumes von Frankreich bis in das europäische Rußland und nach Ungarn verbreitet. In Süddeutschland reichen seine Vorkommen an der oberen Donau und im südlichen Alpenvorland bis in Höhenlagen um 600 m üNN. Die geographische Differenzierung ist über weite Strecken nur gering. Innerhalb der bei uns vorkommenden mitteleuropäischen Rasse lassen sich in Süddeutschland zwei Gebietsausbildungen unterscheiden, die sich zwar floristisch nicht differenzieren lassen, aber in dem weiteren Sukzessionsablauf voneinander abweichen. Im südwestdeutschen Gebiet, also im wesentlichen im Einzugsgebiet des Rheins, schreitet die Vegetationsentwicklung unmittelbar zum *Querco-Ulmetum*, ohne Beteiligung der Grau-Erle, fort. Im Donau-Einzugsgebiet entwickelt sich im *Salicetum albae* regelmäßig eine *Alnus*-Phase, die entweder zu einer *Alnus*-Phase des *Querco-Ulmetum* überleitet oder – etwa über 400 m üNN – zu einem *Alnetum incanae*, auf das erst später *Querco-Ulmetum* oder *Adoxo moschatellinae-Aceretum* folgen.

Der Silberweiden-Auwald stockt im Uferbereich der Flüsse, auf Inseln, an Altwasserarmen und in Überschwemmungsrinnen. Seine Bodenoberfläche liegt meist nur wenig über dem Mittelwasserstand und wird bei jedem Hochwasser überschwemmt. Hierbei werden je nach Fließgeschwindigkeit Sand, Schluff oder Lehm abgelagert. Diese Sedimentation ist die Grundvoraussetzung für die Ansammlung von Silber-Weide (*Salix alba*) und anderen Weiden-Arten sowie der Schwarzpappel (*Populus nigra*), die sich schon früh in den offenen Pioniergesellschaften ansiedeln, geschlossene Pflanzenbestände wie Röhrichte und Gebüsche jedoch nur erobern können, wenn diese durch Erosion oder Sedimentation lückig werden.

In den aufwachsenden Weidenbeständen wird bei Überflutungen die Bodenoberfläche durch Aufschüttungen allmählich erhöht. Bei der hier ablaufenden allogenen

Sukzession bleiben auch unter älterem Baumbewuchs die jüngeren Sukzessionsstadien erhalten. Bei dem langsam fließenden Rückstauwasser dagegen fallen kaum Sedimente an. Hier kann die (autogene) Sukzession mehr oder weniger ungestört ablaufen. Beide Sukzessionsvorgänge sind prinzipiell in verschiedener Höhe über dem Mittelwasserstand möglich, doch ist es naheliegend, daß die jüngeren Sukzessionsstadien in den tiefer liegenden, die älteren in den höher gelegenen Flächen dominieren.

Die Bodenart reicht von Sand, seltener Kies, bis Lehm. Die wenig entwickelten Böden der Weidenaue sind kalkreich (pH 7-8) und mit Nährstoffen meist gut versorgt. Sie gehören den Bodentypen der Rambla und hellgrauen bis grauen Kalkpaternia, häufiger noch einer Gley-Paternia oder dem Paternia-Gley an. Anmoorige Ausbildungen sind selten.

Die Baumweiden, an den kalkoligotrophen Alpenflüssen nur Silber-Weide (*Salix alba*), seltener *Salix × rubens*, an anderen Flüssen, wenn auch ebenfalls selten, Bruch-Weide (*Salix fragilis*), bauen die 15 bis 20 m hoch werdenden Bestände auf. Die Schwarzpappel (*Populus nigra*) ist selten und bevorzugt trockenere (sandig-kiesige) Böden. In den älteren Phasen beteiligen sich Grau-Erle (*Alnus incana*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Trauben-Kirsche (*Prunus padus*) am Aufbau der Baumschicht. Die bis 5 m hohe Strauchschicht ist spärlich und enthält Strauchweiden wie Purpur-Weide (*Salix purpurea*) und Mandel-Weide (*Salix triandra*); erst später wandern andere Sträucher ein, zuerst Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), dann auch Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Gewöhnliches Pfaffenkäppchen (*Evonymus europaeus*) und Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*). Der Deckungsgrad der bis über 1 m hohen Krautschicht kann sehr unterschiedlich sein. Meist ist er mit 80-90 % sehr hoch. Bei lang andauernden Sommerhochwassern ist die Krautschicht dagegen nur spärlich ausgebildet.

Die Silberweiden-Aue ist durch die Flußregulierung selten geworden, insbesondere gilt das für ihre jüngeren Sukzessionsstadien. Ihre heute noch vorhandenen Standorte sind zum großen Teil dem Anbau der euroamerikanischen Pappel-Hybriden zum Opfer gefallen. Dennoch hat der Silberweiden-Auwald von allen *Salicetea purpureae*-Gesellschaften den größten Flächenanteil.

4.3.2 **Klasse: Alnetea glutinosae BR.-BL. et R.TX. 1943**

Erlenbruchwälder und Moorgebüsche

Azonale, laubwerfende Baum-/Gebüschgesellschaften nährstoff- oder mäßig nährstoffreicher (eutropher bis mesotropher) Standorte mit hochanstehendem oder zeitweise auch austretendem, stagnierendem oder langsam sickern dem Grundwasser, vorwiegend auf Niedermoorböden.

Sie sind deshalb vor allem Charaktergesellschaften von Talauen und Muldenlagen, aber im Gebiet nur selten noch in ursprünglicher oder naturnaher Struktur entwickelt. Holzeinschlag, Umwandlung in Naßwiesen, Entwässerungsmaßnahmen haben das einstige Bild der Pflanzengesellschaften beeinträchtigt und irreversible Standortveränderungen bewirkt, die das Areal der Alnetea hier – wie auch sonst in Mitteleuropa – im Laufe der Jahrhunderte zunehmend eingeschränkt und zu einer Gruppe gefährdeter Pflanzengesellschaften gemacht haben.

4.3.2.1 **Ordnung: Alnetalia glutinosae R. TX. 1937 em. TH. MÜLLER et GÖRS 1958**

Erlenbrücher, Moorbirken-Bruchwälder und Grauweiden-Gebüsche

KC und OC: *Dryopteris cristata*, *Sphagnum squarrosum*

In ihrer Artenzusammensetzung sind die azonalen Erlenbruchwälder deutlich gekennzeichnet; neben wenigen direkten Kennarten sind es v.a. die Elemente der Phragmitetea, besonders der Caricion elatae-Gesellschaften, die zusammen mit Arten der Naßwiesen des Calthion und der Hochstauden-Gesellschaften des Filipendulion das bezeichnende Spektrum aufbauen.

Insgesamt können die vielfach primären, teilweise auch sekundären Moorbirken- und Grauweiden-Gebüsche des Salicion cinereae von den erlenreichen Bruch- und Naßwäldern des Alnion glutinosae differenziert werden.

☐ **Verband: Salicion cinereae TH. MÜLLER et GÖRS 1958**

Grauweiden-Gebüsche und Moorbirken-Bruchwälder

VC: *Salix aurita*, *Salix cinerea*

Die Gehölzgesellschaften dieses Verbandes zeigen meist Pioniercharakter. Es sind von Strauchweiden, mit-

unter auch Birken beherrschte Brücher auf Anmoorgleyen oder Niedermoortorfen, teilweise auch Vorgebüsche an See- und Moorrändern, die sich zu Bruchwäldern weiterentwickeln. Auf mehr eutrophen Standorten tritt neben die Moor-Birke (*Betula pubescens*) mehr und mehr die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und zeigt den Übergang zum Erlenbruch an, der in seinem Endstadium mit den stärker schattenden Bäumen dem Verband Alnion glutinosae zugeordnet werden muß. Gebüsche des Salicion cinereae finden sich auch an Bächen (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

Nach POTT (1995) wird der Verband zur Ordnung Salicetalia auritae DOING ex WESTHOFF 1969 in der Klasse Franguletea alni DOING ex WESTHOFF 1969 gestellt.

● **Assoziation: Salicetum pentandro-cinereae PASSARGE 1961 em. et corr. OBERD. 1964**

Lorbeerweiden-Gebüsch und Lorbeerweiden-Birkenbruch

AC: *Salix pentandra*

Die boreal-subkontinental verbreiteten Gesellschaften mit der Lorbeer-Weide (*Salix pentandra*) kommen vor allem im Alpenvorland, im Bodenseegebiet, in der Baar und in Ostschwarzwald vor, wo sie die Westgrenze ihrer Verbreitung erreichen. Die Bestände der Assoziation treten physiognomisch in zwei Formen auf, einmal als initiales Buschwerk, dann baumförmig ausgewachsen und in Verbindung mit Moor-Birke (*Betula pubescens*) als Lorbeerweiden-Birkenbruch.

Im Ostschwarzwald wächst *Salix pentandra* nicht nur in typischer Vergesellschaftung an Moorrändern, sondern auch weniger typisch auf quellig durchsickerten Standorten in Bachnähe, z.B. im Bereich des Titisees.

● **Assoziation: Salicetum auritae JONAS 1935 em. OBERD. 1964**

Ohrweiden-Gebüsch und Ohrweiden-Birkenbruch

AC: *Salix aurita*, *Salix* × *multinervis* (= *S. aurita* × *cinerea*)

Im Gebiet sind Gesellschaften mit der Ohr-Weide (*Salix aurita*) vor allem in den kühl-humiden Berglagen oder im Alpenvorland, also in der submontanen und montanen Stufe verbreitet. Sie begleiten hier Flach- und Quellmoore

oder den Lagg von Hochmooren auf nassen, vorwiegend meso-oligotrophen Torfböden über kalkarmen, aber auch kalkreichen Unterlagen. Von den beiden Kennarten ist die hybridogene *Salix × multinervis* z.B. im Schwarzwald und der Baar z.T. häufiger als die Elternsippen, die auch fehlen können. Wie bei den Lorbeerweiden-Gesellschaften treten alle Übergänge vom reinen Ohrweiden-Buschwerk über eingestreute, dann dichter schließende Moorbirken auf und können in einen Moorbirken-Bruch übergehen. Kontakt zu Erlenbruchwäldern.

- **Assoziation: Salicetum cinereae ZÓLYOMI 1931**
Grauweiden-Busch

AC: *Salix cinerea*

Reine Gebüsche aus Grau-Weide (*Salix cinerea*) sind mit ihren physiognomisch charakteristischen Halbkugelformen ausschließlich in wärmeren Tieflagen und auf nährstoffreichen Niedermoor-Böden zu finden. Sie bilden hier fast immer ein Sekundär-Gebüsch, das auf potentiellen Erlenbruch-Standorten die Wiederbewaldung einleitet. So ist es auf der ganzen Oberrheinfläche, in den tief gelegenen Donau-Niederungen oder am Bodensee. Überall tritt hier die Ohr-Weide (*Salix aurita*) zurück oder fehlt ganz. Auch im submontanen Bereich kann auf sich zersetzenden Moorböden *Salix cinerea* zur Vorherrschaft gelangen. Das *Salicetum cinereae* ist im Gegensatz zum *Salicetum auritae* an nährstoffreichere Standorte gebunden.

In der Weiterentwicklung tritt an die Stelle der Moorbirke (*Betula pubescens*) meist die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und zeigt mit anderen Arten den Übergang zum *Carici elongatae-Alnetum* an. Deshalb gibt es auch keinen reinen *Salix cinerea*-Birkenbruch.

- **Verband: Alnion glutinosae (MALCUTT 1929)**
em. TH. MÜLLER et GÖRS 1958 (u. MOOR 1958)

Erlen-Bruchwälder

VC, DV: *Alnus glutinosa*, *Athyrium filix-femina*, *Fraxinus excelsior*, *Humulus lupulus*, *Calamagrostis canescens*, *Thelypteris palustris*

Waldartige, zur Hauptsache durch Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) aufgebaute Gesellschaften auf nassen, niedermoorartigen Böden mit hochanstehendem oder langsam sickern dem und oft austretendem Wasser.

Erlen-Bruchwälder sind in der planaren und kollinen Stufe typischer ausgebildet als in der montanen (BÜCKING & MÜHLHÄUBER 1996).



Abb. 9 Erlen-Bruchwald an der Weissach (Enzkreis)

- **Assoziation: Carici elongatae-Alnetum glutinosae W. KOCH 1926 ex R. TX. 1931**

Walzensseggen-Schwarzerlen-Bruchwald

AC: *Carex elongata*

Dieser mitteleuropäisch-subkontinental verbreitete Erlenbruch ist im Gebiet auf tiefergelegene Niederungs- und Muldenlagen beschränkt und steht auf verhältnismäßig nährstoffreichen organischen Naßböden. Er ist in der Folge einer intensiven Landkultur durch Abholzung oder Entwässerung zu einem recht seltenen und nur zerstreut noch größerflächig auftretenden Bild geworden und damit als bemerkenswerte Pflanzengesellschaft stark gefährdet. Im allgemeinen werden Höhenlagen von 500-600 m üNN nicht überschritten.

Mit Entwässerungsmaßnahmen verbundene Grundwasserabsenkungen bewirken im Umkreis fast aller noch bestehender Erlenbruchwaldflächen, ausgelöst durch Humuszersetzung und Nährstoffmobilisierung, das Eindringen von Esche (*Fraxinus excelsior*), Trauben-Kirsche (*Prunus padus*) oder Gewöhnlichem Schneeball (*Viburnum opulus*) sowie einiger anspruchsvoller Gräser und Kräuter des Alno-Ulmion-Verbands.

Nach DÖRING-MEDFRAKE (1990, 1991) findet sich die erste korrekte Veröffentlichung des *Carici elongatae-Alnetum glutinosae* bei SCHWICKERATH (1933).

- **Assoziation: Sphagno-Alnetum glutinosae**
LEMÉE 1937 n. inv. OBERD.

Torfmoos-Erlenbruchwald

AC: *Osmunda regalis*; DA: *Blechnum spicant*, *Thelypteris limbosperma*, *Trichocolea tomentella*, *Sphagnum rufescens*

Diese westeuropäisch-atlantisch verbreitete, von Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und mehr oder weniger stark beigemengter Moor-Birke (*Betula pubescens*) begleitete Bruchwaldgesellschaft erreicht Süddeutschland von Westen her in der Pfalz und am Oberrhein und kann ausklingend verarmt bis in den Schwäbischen Wald verfolgt werden.

Im ganzen ist die Assoziation mehr als das Carici elongatae-Alnetum an etwas quellige und durchsickerte, durchweg basenarme oligo-mesotrophe Standorte gebunden.

- **Gesellschaft: *Caltha palustris*-*Alnus glutinosa*-Gesellschaften**

Sumpfdotterblumen-Erlenwald, Trockener Erlenbruch

Im Grenzbereich des Carici elongatae-Alnetum oder in Bachauen gibt es gelegentlich *Alnus glutinosa*-Bestände, die weder Kennarten des Alnion noch solche bekannter Alno-Ulmion-Assoziationen aufweisen. Sie stehen ihrer Flora nach zwischen diesen Verbänden.



Abb. 10 *Caltha palustris*-*Alnus glutinosa*-Gesellschaft

Auffällig für die Gesellschaften unseres Gebietes ist neben der nicht immer häufigen Großen Brennessel (*Urtica dioica*) das gleichmäßig kräftige Auftreten der Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*). Dazu kommt ein bemerkenswert guter Wuchs der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) oder auch der beigemischten Esche (*Fraxinus excelsior*).

Die Standorte sind im allgemeinen nicht mehr torfig, sondern humos-mineralisch, tonig und basenreich. Stehen die Bestände einmal auf Anmoor, so ist dieser gut zersetzt oder von tonigen Einschwemmungen unterbrochen. Das hochansteigende Grundwasser ist nicht stagnierend, sondern ± lebhaft bewegt.

4.3.3 Klasse: *Quercus-Fagetum* BR.-BL. et VLIEGER in VLIEGER 1937 em.

Buchen- und sommergrüne Eichenwälder Europas; Sommergrüne Laubwälder

KC: *Anemone nemorosa*, *Brachypodium sylvaticum*, *Hepatica nobilis*, *Lonicera xylosteum*, *Scilla bifolia*, *Hedera helix*, *Poa nemoralis*, *Melica nutans*, *Carex digitata*, *Eurhynchium striatum* u.a.

4.3.3.1 Ordnung: *Prunetalia spinosae* R. TX. 1952

Hecken und Gebüsche, Schlehen-Gesellschaften

□ Verband: *Berberidion vulgaris* BR.-BL. 1950

Berberitzen-Gebüsche

- **Assoziation: *Salici incanae*-*Hippophaëtum rhamnoides* BR.-BL. 1928 ex ECKMÜLLNER 1940 nom. inv. WENDELBERGER 1967**

Der Sanddorn-Busch

Der Sanddornbusch (*Hippophaë rhamnoides* ssp. *fluviatilis*) ist in Begleitung der Alpenflüsse (Donau-Zuflüsse, Oberrhein) eine für das Alpenvorland sehr charakteristische Auengesellschaft nicht mehr überschwemmter kiesig-sandiger Schotterterrassen und alter Schwemmkies-Inseln, die oberflächlich stark austrocknen, schon in 1-3 m Tiefe aber für die Gebüsche wenigstens zeitweise noch erreichbares Grundwasser führen. Dadurch ergibt sich das eigentümliche Gemisch von trockenheitsanzeigenden Gräsern und Kräutern mit den wasserbedürftigeren Weiden- und Pappel-Arten (*Salix elaeagnos*, *S. purpurea*, *Populus nigra* u.a.).

Im Bereich der Aue kann nach Grundwasserabsenkungen ein sekundärer Sanddornbusch vorkommen. In diesem sekundären Sanddornbusch fliegt dann die Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) an und leitet über zu Kiefern-Wäldern (TIL MÜLLER & GÖRS 1958). LAUTERBORN (1927) beschreibt die Ausbreitung des Sanddorns nach den Standortveränderungen am Oberrhein. Das Hauptverbreitungsgebiet des sich v.a. vegetativ ausbreitenden Sanddorns am Oberrhein liegt im Bereich Grifheim–Zienken–Neuenburg–Steinenstadt mit kleineren Einzelvorkommen bis nördlich von Breisach (STEINER & BOGENRIEDER 1989).

● **Assoziation: Salici-Viburnetum opuli MOOR 1958**

Wasserschneeball-Busch

AC: *Viburnum opulus*, *Salix nigricans*

Der Gewöhnliche oder Wasser-Schneeball (*Viburnum opulus*) ist eine Kennart einer Berberidion-Gesellschaft der Fluß- und Stromauen. Seine Bestände bilden im Bereich des Alnetum incanae oder feuchten Stufen des Querc-Ulmetum eine charakteristische Mantelgesellschaft an Uferböschungen (oder gegen Feuchtwiesen; z.T. können sie aber auch als niederwaldartige Bestände auftreten, wenn sie entsprechend bewirtschaftet werden). Die Gesellschaft mit optimal entwickeltem *Viburnum opulus* steht dabei oft in Kontakt mit den nasser stehenden *Salix purpurea*- oder *Salix cinerea*-Gebüschchen. Die Gesellschaft fußt auf Lehm- und Tonböden, die mehr oder weniger gleichbleibend feucht sind und oft sogar überschwemmt werden. Die Schwarz-Weide (*Salix nigricans*) kommt als praealpine Art nur im alpennahen Bereich häufiger vor und klingt nach Norden hin, z.B. in der nördlichen Oberrheinebene, rasch aus. Häufig sind auch die nährstoff- und feuchtigkeitsliebenden Kletterpflanzen Hopfen (*Humulus lupulus*) und Gewöhnliche Waldrebe (*Clematis vitalba*). Die Gesellschaft zeigt verschiedene Ausbildungen. Sie hatte in der Naturlandschaft zweifellos ein ursprüngliches Vorkommen im Mantel von Alno-Ulmion-Gesellschaften an Ufern oder Uferabbrüchen im Bereich kleiner und großer Flüsse.



Abb. 11 *Salix nigricans* (Schwarz-Weide)

4.3.3.2 Ordnung: Fagetalia sylvaticae PAWLOWSKI in PAWLOWSKI, SOKOLOWSKI et WALLISCH 1928

Mesophytische, buchenwaldartige Laubwälder Europas

OC: *Acer pseudoplatanus*, *Allium ursinum*, *Anemone ranunculoides*, *Arum maculatum*, *Asarum europaeum*, *Carex sylvatica*, *Corydalis cava*, *Dryopteris filix-mas*, *Epipactis helleborine*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Galium odoratum*, *Lamium galeobdolon*, *Mercurialis perennis*, *Milium effusum*, *Neottia nidus-avis*, *Paris quadrifolia*, *Phyteuma spicatum*, *Polygonatum multiflorum*, *Primula elatior*, *Pulmonaria obscura*, *Ranunculus auricomus*, *Sanicula europaea*, *Stachys sylvatica*, *Viola reichenbachiana* u.a.

Die Ordnung umfaßt mesophytische, artenreiche Laubmisch- und Buchenwald-Gesellschaften Europas auf feuchten bis mäßig trockenen, überwiegend frischen Böden unterschiedlicher Bodentypen mit mittlerer bis guter Basen- und Nährstoffversorgung. Die Humuszersetzung ist (mäßig bis) gut, als Humusform findet man meist Mull.

Naturnahe Bestände der Fagetalia-Wälder sind meist ziemlich geschlossene Schattwälder mit hallenwaldartiger Struktur, in denen zwar einzelne Sträucher eingestreut vorkommen können, aber eine ausgeprägte Strauchschicht in der Regel fehlt. Erst bei der Auflichtung der Bestände – die natürlich, wie z.B. auf trockenen Grenzstandorten oder bei Bestandsalterung mit Bestandszusammenbruch, aber auch anthropogen sein kann wie z.B. durch Nieder- oder Mittelwaldnutzung – können sich Sträucher vermehrt ansiedeln und u.U. sogar eine ziemlich dicht werdende Strauchschicht bilden.

Die Ordnung Fagetalia enthält Waldgesellschaften, die zu den produktivsten gehören. In weiten Bereichen, so vor allem in den tieferen, weitgehend ebenen Lagen, sind allerdings die Fagetalia-Wälder gerodet, da sich ihre Standorte für die landwirtschaftliche Nutzung bestens eignen.

Die Ordnung Fagetalia wird im Wesentlichen gekennzeichnet durch meso- und eutraphente Arten, die überwiegend auf frische bis feuchte Böden angewiesen sind.

Man muß davon ausgehen, daß flächenhafte Auenwälder des Alno-Ulmion nur in großen Flußtälern vorkommen oder vorkamen. Bei Bächen sind die Gesellschaften des Alno-Ulmion auch natürlicherweise, z.B. in Waldgebieten, auf einen ± schmalen Galeriewald beschränkt; die übrige morphologische Aue, die zwar kurzfristig auch überflutet werden kann, wird von anderen Gesellschaften bestockt, vorwiegend von Beständen des Stellario-Carpinetum oder in höheren Lagen des Adoxo-Aceretum. In Engtälern ohne morphologische Aue können Fagion-Gesellschaften fast unmittelbar an den Bach angrenzen, Alno-Ulmion-Gesellschaften fehlen dann. Bei Bächen mit Steilufern, die also in die morphologische Aue ± tief eingeschnitten sind, gibt es meist ebenfalls keine Alno-Ulmion-Bestände, sondern das Stellario-Carpinetum bzw. Adoxo-Aceretum reicht praktisch an das Gewässer heran (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

□ **Verband: Alno-Ulmion minoris BR.-BL. et R. TX. 1943**

Auenwälder; Hartholz-Auenwälder s.str.

VC, DV: *Prunus padus*, *Ulmus laevis*, *Circaea lutetiana*, *Gagea lutea*, *Rumex sanguineus*, *Equisetum sylvaticum*, *Festuca gigantea*, *Mnium undulatum*, *Stachys sylvatica* u.a.

Zu den Auenwäldern gehören alle Wälder im Strombereich von Flüssen und Bächen, soweit sie periodisch oder zumindest episodisch vom Hochwasser überflutet werden. Durch die Überschwemmungen erfolgt regelmäßig auch eine Sedimentation von feinsten Schwebstoffen bis zu größerem Geschiebe, die je nach Einzugsgebiet des Fließgewässers mehr oder weniger düngend wirkt, zugleich aber auch die Bodenreifung verzögert. In der Wildflüßbaue werden bei größeren Überschwemmungen durch Erosion vegetationsfreie Flächen geschaffen, auf denen eine Gesellschaftsentwicklung (Sukzession) von offenen Pioniergesellschaften bis zu reiferen Auenwäldern abläuft. Durch beide Vorgänge – Sedimentation und Erosion – wird die Entstehung ausgereifter Böden und damit die Entwicklung von Klimaxwäldern verhindert. Erst das Ausbleiben der Überschwemmungen durch natürliche oder künstliche Eintiefung des Flußbettes oder Abriegelung der Auenwälder durch Hochwasserdämme vermag eine solche Entwicklung in Gang zu setzen.

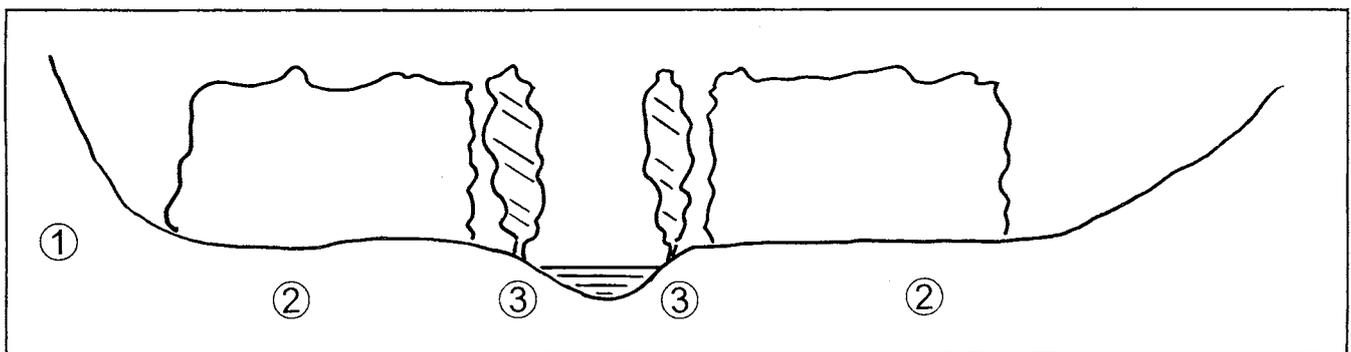


Abb. 12 Schema für die PNV an Bächen

① Talhänge: meist Fagion-Gesellschaften

② morphologische Aue: Stellario-Carpinetum, Adoxo-Aceretum in verschiedenen Ausbildungen; beide halten kurzfristige Überschwemmungen gut aus

③ Alno-Ulmion-Gesellschaften, meist Ribeso-Fraxinetum oder Stellario-Alnetum

In Engtälern ohne morphologische Aue können Fagion-Gesellschaften fast unmittelbar an den Bach angrenzen; Alno-Ulmion-Gesellschaften fehlen dann. Bei Bächen mit Steilufern, die also in die morphologische Aue ± tief eingeschnitten sind, gibt es meist ebenfalls keine Alno-Ulmion-Bestände, sondern das Stellario-Carpinetum bzw. Adoxo-Aceretum reicht praktisch an das Gewässer heran (nach Th. Müller schriftl. Mitt. 1997).

In den meisten Fällen haben die Auenwälder Anschluß an hochanstehendes Grundwasser; doch gibt es recht oft auch vom Grundwasser unabhängige Standorte, besonders bei hoch aufgeschütteten kiesigen Flächen, bei denen kapillarer Wasseraufstieg nicht möglich ist.

Nicht alle Waldgesellschaften der geschilderten Bach- und Flußauen gehören den Auenwäldern im Sinne des Alno-Ulmion an. Extrem trockene Standorte werden im Alpenvorland von Erico-Pinion- oder Berberidion-Gesellschaften besiedelt. Umgekehrt können sich in den extrem nassen Randsenken der Auen Wälder und Gebüsche des Alnion glutinosae entwickeln. Schließlich gehören auch die Weidenwälder und -gebüsche der Salicetea purpureae, die in der Sukzession den hier zu beschreibenden Auenwäldern vorangehen oder sich auch als Dauergesellschaft an immer wieder durch Wasser, Eis und Geschiebe beschädigten Ufern halten, nicht dem Verband Alno-Ulmion an. Dagegen zählen zu diesem Verband noch einige Wälder an ständig von Wasser durchsickerten Hängen und an sehr kalkreichen Standorten von Moorrändern und Senken, die nur durch Druck- und zeitweilig über die Oberfläche stauendes Grundwasser überflutet werden.

Unterverband: Alnenion glutinoso-incanae OBERD. 1953

Erlen-Eschen-Auenwälder

Trennarten des Alnenion glutinoso-incanae: *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Athyrium filix-femina*, *Caltha palustris*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Circaea intermedia*, *Cirsium oleraceum*, *Crepis paludosa*, *Lysimachia nemorum*, *Lysimachia vulgaris*, *Oxalis acetosella*, *Ranunculus repens*, *Rubus idaeus*, *Senecio fuchsii*, *Stellaria nemorum*.

Es sind vielfach Auenwälder in schmalen Bachtälern und kleinen Flußrinnen, die sich galerieartig entlang von Fließgewässern etablieren. Die konstituierenden Gehölze gehen oftmals bis unmittelbar an die Wasserlinie der Bäche und Flüsse. In den Baumschichten sind Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) bzw. Grau-Erle (*Alnus incana*) hochstet; zweithäufigster Baum ist die Esche (*Fraxinus excelsior*). An kleineren Flüssen markieren die Erlen-Eschen-Auenwälder oft nur die Ober- und Mittelläufe. Zum Unterlauf der Fließgewässer hin erfolgt eine allmähliche Ablösung durch Salicion albae-Gesellschaften.

Die Grau-Erle (*Alnus incana* (L.) GAERTN. 1791)

Die Grau- oder Weiß-Erle ist eine amphiboreale Art, deren Verbreitungsgebiet sich in Europa weitgehend mit jenem der Fichte deckt, also einen boreal-kontinentalen und im Süden montanen Charakter besitzt. Sie reicht in Nordeuropa bis an die polare Waldgrenze und steigt auch in den Gebirgen meist etwas, aber nicht viel höher als die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) (im Erzgebirge nach RUBNER bis 830 m, im Südschwarzwald nach BARTSCH bis 1060 m bzw. 1100 m nach SCHWABE 1985). Ihre Westgrenze zieht durch Deutschland von Nordost nach Südwest, ist aber nicht näher bekannt. Ostpreußen und die östlichen Mittelgebirge bis zum Lausitzer Gebirge, Erzgebirge, Fichtelgebirge und Vogtland, weiter der Böhm.-Bayrische Wald, das Alpenvorland, das Neckargebiet, der Schwarzwald und die Oberrheinische Tiefebene sollen dem natürlichen Verbreitungsgebiet angehören (FIRBAS 1949).



Abb. 13 Grauerlen-Auwald an der Ostrach (Allgäu)

Bestandsbildend in Auenwäldern der Gebirgsbäche und Gebirgsflüsse, selten in Bruchwäldern *Alnus glutinosa* ersetzend. Auf sickermassen, zeitweise überfluteten, nährstoff- und basenreichen (meist kalkhaltigen), lockeren, rohen, vorwiegend kiesigen und sandigen Böden, selten auf Bruchtorf. Intensivwurzler, Licht- und Halbschattholz, Pionierpflanze. Charakterart des Alnetum incanae (Alno-Ulmion). Typische Begleiter sind Trauben-Kirsche (*Prunus padus*), Berg-Distel (*Carduus personata*), Berg-Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), Ackleiblätrige Wiesenraute (*Thalictrum aquilegifolium*), Blauer Eisenhut (*Aconitum napellus*). Die Grau-Erle tritt von Natur aus im Gebiet zerstreut in Teilen des Ost-Schwarzwalds, am oberen Neckar, im Vorland der Schwäbischen Alb und im Alpenvorland entlang von Flüssen und Bächen auf. In den übrigen Landesteilen wurde und wird die Art nicht selten angepflanzt; da sie sich gut hält und leicht verwildert, dürfte es in vielen Fällen auch zur Einbürgerung gekommen sein. Die Frage nach der Ursprünglichkeit der Bestände ist im Einzelfall nur schwer zu beantworten. Die Grau-Erle fehlt in großen Teilen des Oberrheingebiets, des West-Schwarzwalds, der Gäulandschaften Tauber, Hohenlohe, Bau-land und Kraichgau sowie der Albhochfläche oder tritt hier nur selten zumeist gepflanzt auf (NEBEL 1990). Inwieweit die Art auch an anderen als in der Karte vermerkten Fließgewässern des nördlichen Albtraufs vorkommt, muß hier vorerst offen bleiben.

GRADMANN (1950) schreibt für *Alnus incana*: „Ufer, feuchte Waldstellen. Sowohl auf Braunem wie auf Weißem Jura zerstreut.“ [Im Bereich des Braunen Jura und auch der vulkanischen Tuffe pflügt die Schwarz-Erle vorzuherrschen, während sie jedoch das Gebiet des Weißen Jura fast ganz zu meiden scheint (GRADMANN 1898/1950). Dies gilt für *Alnus glutinosa* an den Bächen der Schwäbischen Alb auch heute noch. Allerdings wurden in manchen Gebieten oft die falsche *Alnus*-Art angepflanzt, so daß das heutige Vorkommen vielfach täuscht (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).]

Neben der Eiche waren schon vom 16. Jh. an auch andere Holzarten, insbesondere Rotbuche, dann Birke und Erle, Gegenstand der Saat auf den Holzschlägen. Die Birke, die seinerzeit für Verkohlung und andere Zwecke sehr begehrt war, wurde im 16. Jh. häufig zur Saat auf verödeten Schlägen verwendet. Erlen-samen wurde oft dem Birkensamen beigemischt. Die Birke war lange Jahrhunderte hindurch eine verbreitete und beliebte Holzart. Sie flog leicht an, lieferte kurzfristig in den begehrten Dimensionen Brennholz, Nutzholzrollen, Besenreisig. Für das Vieh gab sie Weidemöglichkeit (auch für das Wild) und Möglichkeit zur Futtergewinnung. Birkensamen war [in Hessen] im 16. Jh. so wertvoll wie Nadelholzsamen. Eine ähnliche, allerdings nicht so wesentliche Stellung wie die Birke hatten auch andere Laubbölzer, wie die Baumweide, Aspe und andere Pappelarten und die Grau-Erle und andere Erlenarten (vgl. MANTEL 1990). [Welche Erlenart wo bevorzugt wurde, ist dem Zitat leider nicht zu entnehmen; Anm. M.K.]

An der Starzel (oberer Neckar) ist nach BIERKAMP et al. (1985) eine *Alnus incana*-*Alnus glutinosa*-Gesellschaft ausgebildet, wobei die Grau-Erle hier vermutlich natürlich vorkommt. Beim Blochinger Sandwinkel findet sich ebenfalls die Grau-Erle, wobei sie hier möglicherweise angepflanzt worden ist (vgl. GEBHARDT 1996). Auch im Auwald Remswasen findet sich ein Vorkommen der Grau-Erle, wobei auch hier die Natürlichkeit unklar ist (RODI et al. 1979).

Nach SEBALD (1969) und GERN & SCHMID (beide zit. in LUDWIG 1979) kommen die Grau-Erle und damit ein *Alnetum incanae* an der Wiesaz am nördlichen Albrauf bei Genkingen-Gönningen vor.

Am Ober- und Mittellauf der Großen Lauter (montane Stufe) konnte ein gutwüchsiger Bestand an Grau-Erlen lokal immer wieder kartiert werden [*Alnetum incanae* möglich] (LUDWIG 1979).

Das fast völlige Fehlen von *Alnus incana* im Flußgebiet der Donau hat keine verbreitungsgeschichtlichen Gründe, sondern ist edaphisch bedingt. Auf den sumpfigen Standorten im winterkalten danubischen Gebiet wird *Alnus incana* durch *Salix pentandra* ersetzt, so daß sich zwei vorwiegend boreal verbreitete Gehölzarten in winterkalten Schwarzwaldtälern, edaphisch differenziert, ablösen (SCHWABE 1987).

Der Frische Grauerlen-Auwald ersetzt in den höheren Lagen den Eichen-Ulmen-Auwald (*Quercu-Ulmetum minoris*). Das Hauptvorkommen dieser Ausbildung liegt in kleinen Tälern des Südschwarzwalds, wie z.B. im Wutachtal, im Südostschwarzwald am Seebach und an der Hauensteiner Alb, auf der Schwäbischen Alb (Lautertal) und in Oberschwaben (Argen) (UMWELTMINISTERIUM 1995). Der bei TH. MÜLLER und GÖRS (1958) geschilderte Übergang zum Grauerlen-Eschen-Wald im Illertal wird heute von TH. MÜLLER (schriftl. Mitt. 1997) wegen der nur spärlichen Beimischung der Grau-Erle bis zur mittelmontanen Stufe dem *Quercu-Ulmetum* zugerechnet.

Die Grau-Erle gedeiht im „3. Stockwerk“ der kleineren Bäume von 10-18 m des Eichen-Ulmen-Waldes im Taubergießen (KEIL 1977).

Nachweise in älteren Floren

Unterland: Selten. Tübingen bei dem Eckhof, ½ Stunde südlich an dem nach Bühl fließenden Bache. Stuttgart am Altwasser bei Berg u. bei Esslingen. Oberschwaben: Häufig an der Iller und Donau (SCHÜBLER & MARTENS 1834).

Unterland: Bodelshausen. Tübingen beim Eckhof, ½ Stund südlich an dem nach Bühl fließenden Bach und bei Hagelloch. Nürtingen. Am Neckar bei Esslingen und Berg. Neustadt. Künzelsau. Schwäbische Alb: Am Bach beim Uracher Wasserfall. Oberschwaben: Häufig an der Iller und Donau, so bei Ulm; Münchroth. Auch an der ganzen Schussen (MARTENS & KEMMLER 1865).

Am Neckar bei Berg, Esslingen, Nürtingen; bei Neustadt OA. Waiblingen. Außerdem in Mittelwäldungen nicht selten angepflanzt (KIRCHNER 1888).

Unterland: Künzelsau; Oedheim; Hausen a. Z.; Gross-Erlach; Neustadt; Cannstatt, Rothenberg, Uhlbach; Esslingen; Nürtingen; Hagelloch, Eckhof; Bühl, Bodelshausen; O.A. Balingen; Schwäbische Alb: Hechingen; Urach, Dettingen; Gutenberg; Oberschwaben: häufig an der Donau und Iller, an der Schussen, an der Argen; Heisterkirch; Roth; Siggen, Egloffs, Eisenharz (KIRCHNER & EICHLER 1900).

Tübingen: Hagelloch und Rosenau, Eckhof-Bühl; Bodelshausen Rammert, Niedernau; Ohmenhausen; Alb: Hechingen, Dettingen, Reutlingen, Pfullingen (Aierbach und Echaz), Eningen, Gutenberg, Urach (MAYER 1904).

Unterland: Künzelsau; Oehringen; Oedheim; Hausen a. Z.; Gross-Erlach; Neustadt; Gmünd; Cannstatt, Rothenberg, Uhlbach; Esslingen; Nürtingen; Hagelloch, Eckhof; Bühl, Niedernau, Bodelshausen; Bietenhausen, Rangendingen; O.A. Balingen; Schwäbische Alb: Hechingen; Gomaringen, Ohmenhausen, Pfullingen; Urach, Dettingen; Gutenberg; Oberschwaben: häufig an der Donau und Iller, an der Schussen, an der Argen; Heisterkirch; Roth; Siggen, Egloffs, Eisenharz, am Eisenbach und an der Eschach (KIRCHNER & EICHLER 1913).

In der Umgebung des Hohenzollers häufig an Bachufern (LÖRCH 1891).

Bodenseegegend und Rheinebene verbreitet, Geisingen, Schwarzwald seltener, z.B. Bärenthal. Bastard *A. glutinosa* × *incana* im Wutachtal, in Hinterzarten, Lörrach, Freiburg, Eimeldingen, Müllheim, Neuenburg, Karlsruhe (SEUBERT & KLEIN 1905).

In feuchten Waldungen, besonders längs des Rheins. Der Bastard *A. glutinosa* × *incana* findet sich am Rheinufer in einzelnen Stämmen zwischen den Eltern (so z.B. bei Müllheim und Karlsruhe) (SEUBERT 1880).

• **Assoziation: Alnetum incanae LÜDI 1921**

Der Grauerlen-Auwald

AC, DA: *Alnus incana*, *Thalictrum aquilegifolium*

Nach SCHWABE (1985b) gehört das Alnetum incanae Süddeutschlands im wesentlichen zur Gebietsausbildung von Nordalpen und Vorland, Schwarzwald und Jura der Alpischen Rasse. Die Hauptholzart ist bei typischen Ausbildungen *Alnus incana* mit Deckungsgraden von 4 bis 5 (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

SEIBERT (1992b) trifft folgende Einteilung [hier ist v.a. Baden-Württemberg berücksichtigt]:

Die reine *Cornus sanguinea*-Form der submontanen und montanen Stufe des Alnetum incanae ist in Höhenlagen zwischen 200 und 600 m verbreitet, wobei nicht sicher ist, ob die bei 200 m am Neckar gelegenen Bestände natürlich sind. Vor allem im Alpenvorland begleitet sie alle größeren, von den Alpen her kommenden Flüsse, ist aber auch an kleineren Fließgewässern des Alpenrandes zu finden. Sie unterscheidet sich von der hochmontanen Höhenform durch eine ganze Reihe von Trennarten, unter denen sich zahlreiche, meist wärmeliebende Sträucher befinden, von denen *Cornus sanguinea* den Trennartenblock anführt. Auch *Salix alba*, *Ulmus minor*, *Populus nigra* und *Quercus robur* gehören zu diesen Arten des Tieflandes. Ferner beschränken sich die Feuchtigkeits- und Auwaldzeiger der *Circaea lutetiana*-Gruppe auf die *Cornus sanguinea*-Form.

Die Artengruppe von *Rubus caesius* deutet darauf hin, daß das Alnetum incanae in der submontanen und montanen Stufe ausschließlich auf kalkreichen Standorten vor-

kommt. Die Gruppe geht auch in die hochmontane Stufe, aber nur in kalkreichen Gebieten wie (...) dem Muschelkalkabschnitt der Wutachschlucht.

Die *Cornus sanguinea*-Form mit *Chaerophyllum hirsutum* der montanen Stufe enthält schon einen Teil der Arten, die für die hochmontane Höhenform als Differentialarten gelten. Ihre Bestände gehen nicht tiefer als 400 m.

Daß *Alnus incana* als montane Baumart bestandsbildend so weit ins Alpenvorland vordringt, dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, daß auf ihren wenig reifen, kalkreichen, meist kalkoligotrophen Standorten die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) nicht gedeihen kann und deshalb weder als Konkurrent noch als eine die Artenkombination prägende Art auftritt.

Die Baumschicht der *Cornus sanguinea*-Form wird von der Grau-Erle beherrscht, deren Stämme schlank und ziemlich astrein sind. Häufig stehen sie infolge des Stockausschlagbetriebs truppweise beisammen und erreichen eine Höhe von 10-15 m. Als Relikt aus dem Salicetum albae halten sich gelegentlich 20-30 m hohe Silber-Weiden über den Erlen. Oft finden sich in der Baumschicht auch Trauben-Kirschen und Eschen. In den tieferen Lagen übernimmt jedoch die Esche allmählich die Vorherrschaft und erreicht dann oft mit langschäftigen, astreinen Exemplaren Baumhöhen bis 25 m. In den älteren Stadien spielt auch *Acer pseudoplatanus* eine wichtige Rolle, freilich nicht an den kalkoligotrophen Flüssen. Die Strauchschicht, in der zunächst *Sambucus nigra* auftritt, wird mit zunehmendem Alter immer geschlossener und artenreicher. Am dichtesten wird sie in der trockenen Subassoziaton mit *Carex alba*.

Das Alnetum incanae ist auf flußnahen Terrassen verbreitet, die vor den Flußregulierungen alle paar Jahre überschwemmt wurden. Der Bodentyp ist in der Regel eine hellgraue oder graue Kalkpaternia, oft mit mehr oder weniger deutlichen Gleymerkmalen. Als Bodenart findet sich Sand, am häufigsten reiner oder anlehmiger Feinsand über Kies.

Standörtlich bedingt können drei Subassoziatonen unterschieden werden: Alnetum incanae caricetosum al-

bae, *Alnetum incanae typicum* und *Alnetum incanae phragmitetosum*.

Bei der typischen Ausbildung liegt die Mächtigkeit des Oberbodens mindestens bei 60 cm. Bei geringerer Feinsandaufgabe oder gröberer Körnung des Oberbodens entwickelt sich das *Alnetum incanae caricetosum albae*, dessen trockenste *Carex flacca*-Variante zu einer *Alnus incana*-Berberidion-Gesellschaft überleitet. Durch Grundwasseranschluß oder höhere Niederschläge kann die Oberbodenmächtigkeit kompensiert werden. Grundwasserstände, die weniger als 40 cm unter Flur liegen, bedingen die Ausbildung des *Alnetum incanae phragmitetosum*, das auf einem Paternia-Gley oder Gley stockt.

Erst im *Alnetum incanae typicum* kommen die Feuchtigkeits- und Auwaldzeiger richtig zur Geltung. Die von *Circaea lutetiana* angeführte Trennartengruppe bleibt dabei auf die kalkreichen Auen des Alpenvorlands und der Wutachschlucht beschränkt, während die Gruppe mit *Urtica dioica* auch im *Alnetum incanae* der Silikatgebirge vorkommt. Die Böden sind oft nährstoff- und nitratreich. Selbst auf kalkoligotrophen Standorten reicht die Stickstoffbindung durch *Alnus incana* aus, um den sogenannten nitrophilen Arten der Bodenschicht das Leben zu ermöglichen. Sowohl bei der Reinen als auch bei der *Cornus sanguinea*-Form mit *Chaerophyllum hirsutum* läßt sich neben der Reinen eine *Allium*-Variante ausscheiden, die auf besonders gute Nährstoffversorgung hinweist.

Das *Alnetum incanae* der *Cornus sanguinea*-Form steht in der Gesellschaftsentwicklung (Sukzession) zwischen den Weichholz-Auenwäldern und -gebüschern der *Salicetea purpureae* und eschenreichen Hartholz-Auwäldern. Etwa unterhalb von 550 m Meereshöhe geht ihm der Silberweiden-Auwald voraus, die Entwicklung geht weiter zum *Querco-Ulmetum*. Dieser Entwicklung entsprechen innerhalb des *Alnetum incanae* Initialphasen mit *Salix alba* und eschenreiche Phasen (Eschenau), die zum *Querco-Ulmetum* überleiten. Über 550 m geht dem Grauerlen-Auwald ein *Salicetum elaeagni* voraus; die

Weiterentwicklung führt über eine *Acer pseudoplatanus*-Phase zum *Adoxo-Aceretum*, das in diesen Höhenlagen die Rolle des Hartholz-Auenwaldes übernimmt.

Die ***Ranunculus aconitifolius*-Form der hochmontanen Stufe** erstreckt sich in Höhenlagen zwischen 600 und 1200 m. Durch die Artengruppen mit *Chaerophyllum hirsutum* und *Ranunculus aconitifolius* ist sie gut von der *Cornus sanguinea*-Form abgegrenzt, deren Trennarten ihr fast ganz fehlen, wenn man von der verhältnismäßig tief gelegenen Wutachschlucht absieht. Ihre verschiedenen Gebietsausbildungen liegen in Gebieten mit unterschiedlichem Ausgangsgestein.

Die Arten der ***Lonicera nigra*-Ausbildung des Schwarzwaldes** sind azidophil oder gehören den Hochstaudenfluren an. Im Schwarzwald liegen die Vorkommen des *Alnetum incanae* in Bachtälern südöstlich und östlich des Feldbergs. Wesentlicher Klimafaktor scheinen Kaltluftansammlungen in diesen Tälern zu sein (SCHWABE 1985b). Die Bachsedimente dürften auch im Kristallin basenreicher als die des Stellario-*Alnetum* sein.

In dem hochmontanen Verbreitungsgebiet dieser Höhenform sind nur noch schmale Bachtäler vorhanden, in denen Kies- und Schotterablagerungen von Sand durchsetzt oder überlagert sind und die Waldbestände kaum 10 m Breite erreichen. Bodentypen sind Rambla und Paternia mit allen Übergängen. Spuren von Vergleyung gibt es nur in der nasseren Variante mit *Caltha palustris*. Überschwemmungen finden in der Regel mehrmals im Jahr statt, dauern aber jeweils nur kurze Zeit.

In der Sukzession gehen der hochmontanen Form des *Alnetum incanae* am häufigsten Bestände der Gewöhnlichen Pestwurz (*Petasites hybridus*), an feuchteren Stellen auch Rohr-Glanzgras-Röhrichte voraus. Bei Kalkgestein kann auch ein *Salicetum elaeagni* als Pioniergesellschaft vorgeschaltet sein. Wo das *Alnetum incanae* nicht als Dauergesellschaft bleibt, geht die Weiterentwicklung zum *Adoxo-Aceretum* oder verwandten ahornreichen Gesellschaften.

Andere von Grau-Erle (*Alnus incana*) beherrschte Waldgesellschaften

Die Grau-Erle ersetzt in Süddeutschland nicht nur die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) oberhalb einer Meereshöhe von 800 mNN, sondern tritt auch in tieferen Lagen an die Stelle dieser Baumart, wenn die Standorte sehr kalkreich, insbesondere wenn sie kalkoligotroph sind. In der

montanen Stufe des Alpenvorlands findet man *Alnus incana* in anderen Auwaldgesellschaften der Schwarz-Erle beigesellt: im Carici remotae-Fraxinetum und im Pruno-Fraxinetum (SEIBERT 1992b).

- **Assoziation: Equiseto telmateiae-Fraxinetum OBERD. ex SEIBERT 1987**

Riesenschachtelhalm-Eschen-Wald (Bach-Erlen-Eschenwald p.p.)

AC: *Equisetum telmateia*

Diese Assoziation entwickelt sich vor allem an wasserzügigen Hängen. Die dominierende Baumart ist die Esche (*Fraxinus excelsior*), die von einzelnen Berg-Ahornen (*Acer pseudoplatanus*) begleitet wird. In der Krautschicht dominiert Riesen-Schachtelhalm (*Equisetum telmateia*), der ein ausgesprochener Kalkzeiger ist und gerne im Kontakt mit *Cratoneuron*-Quellfluren auftritt. Die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und die Winkel-Segge (*Carex remota*) meiden diese Bereiche; beide Arten vermögen stattdessen auf schwach sauren Standorten zu gedeihen. Die Bestände sind selten dicht, oft locker und von baumlosen *Equisetum*-Beständen und *Cratoneuron*-Quellfluren unterbrochen.

Standorte sind von sauerstoffreichem Quellwasser durchsickerte kalkreiche Lehmböden vom Typ des Hanggley.

Vom Equiseto-Fraxinetum zum Carici remotae-Fraxinetum gibt es alle Übergangsstufen. Zuerst stellt sich die Winkel-Segge (*Carex remota*) ein, dann die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) mit einer ganzen Abfolge weiterer Differentialarten.

- **Assoziation: Carici remotae-Fraxinetum W. KOCH 1926 ex FABER 1936**

Winkelseggen-Erlen-Eschen-Wald

AC: *Carex remota*, *Circaea intermedia*

Diese Assoziation ist meist nur als schmaler Saum an Bächen und Rinnsalen in Geländeeinschnitten und Talmulden verbreitet oder tritt an quelligen Hängen, die eigentlichen Quellfluren umschließend, auf Grundwasserführende Schichten, die an der Hangoberfläche austreichen, sind hierfür die Voraussetzung. Entsprechende Standorte finden sich weit verbreitet in den mittel- und

westeuropäischen Gebirgen von der submontanen bis in die montane Stufe (200-760 m üNN). Sie sind sickernaß, kurzfristig überschwemmt und nie staunaß. Eine ausgezeichnete Sauerstoffversorgung ermöglicht einen raschen Abbau der organischen Substanz und eine gute Mineralisation. Der stark vergleyte Mineralbodenhorizont besitzt eine feuchte bis nasse Humusauflage.

In der Baumschicht sind fast nur Eschen (*Fraxinus excelsior*) und Schwarz-Erlen (*Alnus glutinosa*) zu finden, die auf den genannten Standorten dicht oder locker stocken. sehr häufig ist eine seitliche Überschildung durch Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) oder andere Baumarten der Buchenwälder, die auf den angrenzenden Hängen wachsen. Die Strauchschicht ist gering ausgebildet. In der üppigen Krautschicht dominieren Winkel-Segge (*Carex remota*) und andere Feuchtigkeitszeiger. Das Mittlere Hexenkraut (*Circaea intermedia*) hat in dieser Assoziation seinen Schwerpunkt (PHILIPPI 1990).

Das Carici remotae-Fraxinetum ist als Dauergesellschaft anzusehen, die ziemlich stabil zu sein scheint, soweit nicht durch Hochwasserereignisse die Standorte verändert werden.

- **Assoziation: Ribeso sylvestris-Fraxinetum LEMÉE 1937 corr. PASSARGE 1958**

Johannisbeer-Eschen-Auwald

AC: *Ribes rubrum* var. *sylvestre* = *Ribes rubrum* var. *rubrum*

Die Assoziation ist eine bachbegleitende Auwaldgesellschaft, die in den Niederlanden, Belgien und Nordfrankreich verbreitet ist und auf die angrenzenden subatlantischen Gebiete Süddeutschlands, wie Oberrheinebene, Kraichgau, Neckar-, Main- und Taubergebiet übergreift (vgl. TH. MÜLLER 1985b). Sie ersetzt hier das Pruno-Fraxinetum, das östlich anschließt, und übernimmt aus ihm die sonst fehlende Trauben-Kirsche (*Prunus padus*).

Durch *Ribes rubrum* var. *sylvestre* ist die Gesellschaft nur schwach charakterisiert, zumal diese namensgebende Art nur mit geringer Stetigkeit auftritt. Leichter ist sie an ihrem Hochstauden-Reichtum zu erkennen. Die Baumschicht wird in erster Linie von Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) aufgebaut, wobei

die Schwarz-Erle auf mehr nassen, die Esche auf weniger nassen Standorten stärker hervortritt. Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) wie auch Feld-Ulme (*Ulmus minor*) und Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) können gelegentlich eingestreut sein. Baumweiden (*Salix alba*, *Salix × rubens*) können als Relikte eines vorhergehenden Weiden-Auwaldes oder Folge von Niederwaldbetrieb angesehen werden. Die Strauchschicht ist in naturnahen Beständen spärlich; nur bei schmalen Ufergehölzen können Gewöhnliches Pfaffenkäppchen (*Evonymus europaeus*), Gewöhnlicher Schneeball (*Viburnum opulus*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) u.a. eine stärkere Rolle spielen.

Die auffälligsten Arten in der Krautschicht sind hohe Stauden und Gräser wie Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa*), Kohldistel (*Cirsium oleraceum*), Kriechender Arznei-Baldrian (*Valeriana repens*), Wald-Engelwurz (*Angelica sylvestris*), Riesen-Schwengel (*Festuca gigantea*), Gewöhnlicher Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) u.a. Nitrophile Arten sind reichlich vertreten; auch die Feuchtigkeitszeiger des Alno-Ulmion fehlen nicht.

Das Ribeso sylvestris-Fraxinetum ist an Bächen und kleinen Flüssen, aber auch an Quellstellen und quelligen Sickermulden der tiefer gelegenen sommerwarmen und wintermilden Lagen Südwestdeutschlands anzutreffen. Die Standorte sind dauernd feucht bis naß und trocken kaum aus. Gelegentliche Überflutungen bei Starkregen oder bei der Schneeschmelze sind kurz; sie bringen organisches Material, das sich rasch zersetzt und zum Nährstoffreichtum des Standorts beiträgt.

Die lehmigen Böden sind meist kalkreich. Bei hohem Grundwasserstand finden sich als vorherrschende Bodentypen Gleye sowie autochthone* und allochthone* Braune Auenböden.

In der Entwicklung gehen dem Ribeso sylvestris-Fraxinetum Hochstaudenfluren oder Gebüschbestände des Salicion albae voraus. In der Regel bleibt das Ribeso sylvestris-Fraxinetum dann als Dauergesellschaft erhalten. Nur wenn sich die Fließgewässer eintiefen und die Überschwemmungen ausbleiben, entwickelt es sich zu Stella-

rio- oder Galio-Carpinetum weiter, die in breiteren Tälern schon heute – wenigstens als potentielle natürliche Vegetation – die Kontaktgesellschaften bilden.

● **Assoziation: Pruno padi-Fraxinetum OBERD. 1953**

Schwarzerlen-Eschen-Auwald

Die Assoziation ist sehr schlecht charakterisiert, weil Trauben-Kirsche (*Prunus padus*) und Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) in manchen Gebieten recht selten sind oder fehlen, in anderen Gebieten dagegen *Prunus padus* auch stark in andere Gesellschaften übergreift, z.B. in das Alnetum incanae, Querco-Ulmetum und Adoxo-Aceretum.

Das Pruno padi-Fraxinetum erstreckt sich in mitteleuropäischen Tieflagen und reicht bis in Höhenlagen von über 900 m üNN hinauf. Seine Vorkommen liegen in nassen Senken, Flutrinnen und verlassenen Flußschlingen breiter Flußtäler, kleiden tief gelegene Standorte von Bachtälern der Mittelgebirge aus und finden sich in nassen Senken der End-, Rückzugs- und Grundmoränen der Würmvergletscherung und an Moorrändern des Alpenvorlands.

Die Standorte sind durch hochanstehendes Grundwasser (20-70 cm) geprägt, das langsam sickend – im Gegensatz zum quellig-lebhafte durchsickerten Standort des Carici remotae-Fraxinetum – oder durch tonigen Untergrund gestaut sein kann und einen Schwankungsbereich aufweist, der höher ist als der des Erlen-Bruchwaldes, aber geringer als der des Eichen-Ulmen-Auwaldes. In Auebereichen sind Überflutungen nicht selten; sie bleiben aber auch in Talsenken und an Moorrändern ohne Fließgewässer nicht aus.

Bodenart und Gründigkeit können sehr unterschiedlich sein; Nährstoff- und Basengehalt bedingen verschiedene Subassoziationen und Varianten. Bodentypen sind Pseudogleye und Gleye bei Vorliegen reiner Mineralböden, aber auch Anmoorgley in Senken und an Moorrändern.

Die Baumschicht setzt sich aus Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) zusammen, wobei die Esche auf dem trockneren Flügel und auf reicheren Standorten überwiegt, die Schwarz-Erle dagegen auf den nasserem und ärmeren Standorten den Vorteil hat, sofern

sie nicht durch Niederwaldbetrieb ohnehin gefördert ist. Die Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) ist Charakterart der Gesellschaft, jedoch im Alpenvorland fast nicht vorhanden. Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Winter-Linde (*Tilia cordata*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*) können in den tiefer gelegenen Gebieten unter 400 m üNN einzeln beigemischt sein, besonders bei größeren Grundwasserabständen; Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Fichte (*Picea abies*) sind mehr in den montanen Lagen am Bestandaufbau beteiligt. Die namengebende Trauben-Kirsche hält sich mehr in der Strauch- und 2. Baumschicht auf. In der üppigen Strauchschicht sind daneben Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Hasel (*Corylus avellana*), Gewöhnliches Pfaffenkäppchen (*Evonymus europaeus*) und Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) die wichtigsten Sträucher. Die Krautschicht ist bei den Untereinheiten sehr verschieden ausgebildet und weist voneinander stark abweichende Aspekte auf je nach Überwiegen von Hygrophyten des Alno-Ulmion, Filipendulion oder Magnocaricion einerseits oder mesophiler und nitrophiler Pflanzen der Fagetalia und Artemisietea andererseits.

Das Pruno padi-Fraxinetum ist wegen seines stärker vom Grundwasser beherrschten Standorts mehr als beispielsweise Querco-Ulmetum oder Alnetum incanae eine stark betont azonale Waldgesellschaft.

Das Pruno padi-Fraxinetum ist eine Dauergesellschaft nasser Fluß- und Bachtäler, kommt – vor allem im Alpenvorland – aber auch an Moorrändern vor. Nasse Ausbildungen von Weiden-Auenwäldern und Gebüsch, im Alpenvorland auch des Alnetum incanae, gehen in der Sukzession voraus. Eine Weiterentwicklung zu Carpinion-Gesellschaften oder – im südlichen Alpenvorland – zum Adoxo-Aceretum ist nur bei natürlicher oder künstlicher Absenkung des Grundwasserspiegels denkbar. Die Gesellschaft geht bei zunehmender Nässe in das Carici elongatae-Alnetum auf Niedermoor über, das örtlich auch dazwischen vorkommt.

Hauptverbreitungsgebiete sind: Oberrheinebene, Hegau, Bodenseebecken, das nördliche Oberschwaben, die Riedbaar (TH. MÜLLER et al. 1974) und das Donauried (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

● **Assoziation: Stellario nemorum-Alnetum glutinosae LOHMEYER 1957**

Hainmieren-Schwarzerlen-Wald

AC: *Stellaria nemorum*; DA: *Salix fragilis*; B: *Matteuccia struthiopteris*

Die Assoziation ist im Ufer- und Überschwemmungsbereich schnellfließender Bäche in der submontanen und montanen Stufe der Silikatgebirge weit verbreitet. Sie bildet – am Oberlauf mehr als am Unterlauf – schmale, wenige Meter breite Saumgehölze aus; flächig ausgebildete Bestände sind selten und finden sich nur im Bergland auf feuchten und sickernassen Hängen.

Die Auen des Hainmieren-Schwarzerlen-Waldes werden regelmäßig im Frühjahr überschwemmt und dabei mit Nährstoffen angereichert. In den sandig-lehmigen, oft aber auch mit Blockschutt durchsetzten Verwitterungsrückständen silikatischer Ausgangsgesteine findet eine innige Vermischung organischer und mineralischer Substanzen statt. Der Oberboden ist locker und trockener als beim Carici remotae-Fraxinetum. Bodentyp ist eine vergleyte Graue Paternia, die auf dem nassen Flügel in Gley übergehen kann.

Die Baumschicht der Bestände wird eindeutig von der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) beherrscht, die selten 15 m Höhe überschreitet, da die Ufergehölze im Stockausschlagbetrieb bewirtschaftet werden. Die Bruch-Weide (*Salix fragilis*) mit ihren charakteristischen Baumkronen ist regelmäßig beigemischt, die Esche (*Fraxinus excelsior*) ist um so mehr vertreten, je besser die Standorte sind. Der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) tritt in der montanen Höhenform stärker in Erscheinung, in der sich auch die Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) der Baumschicht zugesellen kann.

Hasel (*Corylus avellana*), Gewöhnlicher Schneeball (*Viburnum opulus*) und Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) sind die wichtigsten Arten der Strauchschicht. Das Bild der reichgliederten und oft lückenlos deckenden Krautschicht beherrschen feuchtigkeitsliebende Arten mit hohen Nährstoffansprüchen.

In der Sukzession gehen das Salicetum fragilis und das Phalarido-Petasitetum der Gesellschaft voraus, die dann in

der Regel als Dauergesellschaft erhalten bleibt. Zumindest auf besseren Standorten kann jedoch die Entwicklung zum Adoxo-Aceretum weitergehen.

Auf höher gelegenen Standorten geht es in einen Sternmieren-Eichen-Hainbuchen-Wald über. An Gleituffern und auf vorgelagerten sandigen oder schotterreichen Inseln können Pestwurzfluren (Petasitetum) und Rohrglanzgras-Röhricht (Phalaridetum) vorgelagert sein. Ein Gebüschmantel, wie er für flußbegleitende Auwälder charakteristisch ist, entfällt wasserseits wegen der Beschattung. Zur Landseite schließt sich auf den höheren Uferpartien ein feuchter bis frischer Sternmieren-Eichen-Hainbuchen-Wald an. In schmalen Kerbtälern und auf Steilufern geht die Gesellschaft unmittelbar in den Ahorn-Eschen-Wald (Adoxo moschatellinae-Aceretum) über (vgl. UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995, vgl. S.68, rechts oben).

Am häufigsten findet man die Gesellschaft auf nährstoffreichen, kalkarmen Ablagerungen der Silikatbäche im Schwarzwald (nicht im zentralen Südschwarzwald mit dem dortigen hochmontanen Grauerlen-Auenwald) und Odenwald. In den etwas breiteren Tälern bildet er meist nur noch einen schmalen Galeriewald entlang der Fließgewässer, während der übrige Teil der Aue in Grünland (meist Calthion) umgewandelt ist. Mit verschiedenen Ausbildungsformen greift die Gesellschaft auch auf die Vorbergzone des Schwarzwalds, das nördliche Albvorland und auf die Lößgebiete des Kraichgaus über (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995, vgl. S.68, rechts oben).

Unterverband: Ulmenion minoris OBERD. 1953

Eichen-Ulmen-Auenwälder

Trennarten des Ulmenion: *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Crataegus laevigata*, *Crataegus monogyna*, *Hedera helix*, *Ligustrum vulgare*, *Malus sylvestris*, *Populus alba*, *Pyrus pyraster*, *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*.

Temperat-zentraleuropäische Auenwälder. Periodisch bis episodisch überschwemmte Waldtypen im Talauenbereich der großen Flüsse und Ströme. Im naturnahen Zustand ein Vegetationskomplex aus Gebüsch, Gehölzen und Wäldern. Im Idealfall sind es vielschichtige, lianen-

verhangene "urwaldähnliche" Gebilde mit sehr hohem Artenreichtum. Heute äußerst selten durch Bewirtschaftung der Flußauen.

● **Assoziation: Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1924**

Eichen-Ulmen-Auwald

AC, DA: *Ulmus minor*, *Equisetum hyemale*, *Populus alba*, *Populus canescens*, *Allium scorodoprasum*

Das Querco-Ulmetum ist der Hartholzauwald der größeren Flußtäler in der planaren und collinen Stufe großer Teile Europas. In Süddeutschland ist dieser hauptsächlich an Rhein, Main und Neckar mit seinen größeren Nebenflüssen, ferner an der Donau und ihren von Süden her kommenden größeren Zuflüssen als potentielle natürliche Vegetation verbreitet. Reale Vorkommen gibt es am Oberrhein, am Unterlauf der Iller (Lech, Isar, Inn), an der Donau vor allem im Mündungsbereich dieser Flüsse und an den flußabwärts anschließenden Abschnitten. Auch auf den jungen Schwemmböden des Bodensees wächst der Eichen-Ulmen-Auwald.

Diese Gebiete unterscheiden sich klimatisch nach Temperatur und Niederschlag. Rhein- und Maingebiet liegen niedriger, sind wärmer und in ihrem Gesamtcharakter ozeanischer. Die Niederschläge sind unterschiedlich, der Anteil der Sommerniederschläge (Mai-Juli) ist geringer. Donau- und Alpenflußgebiete sind höher gelegen, kühler und kontinentaler, zugleich auch etwas montaner. Im allgemeinen sind die Niederschläge höher mit einem größeren Anteil der Sommerniederschläge, der zusammen mit der späteren Schneeschmelze in den Alpen Sommerhochwasser bedingt.

Diese Flußgebiete unterscheiden sich auch in der Zusammensetzung ihrer Sedimente. Grob gesagt werden diese am Oberrhein stromabwärts silikatreicher und bestehen am Main hauptsächlich aus Verwitterungsprodukten silikatischer Gesteine. Im schwäbisch-oberbayerischen Bereich der Donau überwiegt der Einfluß kalkreicher Sedimente, die jedoch zugleich nährstoffreich sind.

Unterhalb Regensburg erhöht sich der Anteil silikatischer Ablagerungen, vor allem infolge der nördlichen Zuflüsse Naab und Regen. Die von den Alpen her kommen-

den größeren Nebenflüsse Iller, Lech und Isar sind ausgesprochen kalkoligotroph, während die aus den Zentralalpen stammenden Flüsse Inn und Salzach eine Zwischenstellung zwischen diesen und der Donau einnehmen.

So ergeben sich bodenchemisch deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Flußgebieten. Bodentypologisch wirken sich diese aber kaum aus. Als Bodentyp überwiegt beim Eichen-Ulmen-Auwald die graubraune Kalkpaternia, die auf stärker silikatisch beeinflussten Standorten leichte in die Braune Vega übergeht als auf solchen mit hohem Kalkgehalt.

Das Quercu-Ulmetum stockt auf den älteren, meist am höchsten gelegenen Auenterrassen. Für seinen Wasserhaushalt sind Körnung und Lage des Grundwasserspiegels wichtig. Meist steht im Untergrund Kies an. Die zwischen Schlick und Grobsand wechselnde Schicht, die über dem Kies liegt, bestimmt durch ihre Körnung und Mächtigkeit den Bodenwasserhaushalt. Steht der Kies bis fast oder ganz an die Oberfläche an, entwickelt sich als Bodentyp eine Borowina (Auen-Rendzina). Mit zunehmendem Grundwassereinfluß ergeben sich alle Übergänge von der Gley-Paternia bis zum Gley und Naßgley.

Von all den mitteleuropäischen Waldgesellschaften ist der Eichen-Ulmen-Auwald die vielseitigste nach Struktur, Artenzahl und kleinflächigem Wechsel unterschiedlicher Ausbildungen. Mit mehreren artenreichen Baum- und Strauchschichten und damit einem hohen Anteil von Phanerophyten, mit einem unregelmäßigen Kronendach, in dem einzelne Baumriesen die Höhe von 35 m überschreiten können, mit Lianen und einem warm-luftfeuchten Bestandesklima, weicht der Auenwald von den meist baumartenarmen Wäldern Mitteleuropas stark ab und stellt sich in die Nähe warmtemperierter, ja tropischer Feuchtwälder – am deutlichsten im warmen Oberrheingebiet.

Die wichtigsten Baumarten sind Esche (*Fraxinus excelsior*), Feld-Ulme (*Ulmus minor*), Stiel-Eiche (*Quercus robur*) und Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), die bei allen Untereinheiten vorkommen und in die oberste Baumschicht einwachsen können. Ihre Anteile schwanken von Bestand zu Bestand recht stark, doch lassen sich in den verschiedenen Flußgebieten deutliche Unterschiede feststellen.

Eine Differenzierung in regional verschiedene Untereinheiten ermöglichen Artengruppen, die vorwiegend bodenchemisch bedingt sind und sich auf unterschiedliche Sedimenteigenschaften in den verschiedenen Flußgebieten zurückführen lassen. Für die hierdurch bedingten regionalen Untereinheiten wird der Begriff "Gebietsausbildung" gewählt.

Floristisch lassen sich folgende Gebietsausbildungen unterscheiden:

- *Ulmus laevis*-Gebietsausbildungen des Rhein-, Main- und niederbayerischen Donaaraumes
- *Asarum*-Gebietsausbildung des schwäbisch-oberbayerischen Donaaraumes
- verarmte Gebietsausbildungen der Alpenflüsse

Der Eichen-Ulmen-Auwald ist auf den höchstgelegenen, aber gelegentlich doch noch überfluteten Auenterrassen die Dauergesellschaft. Bei Ausbleiben der Hochwasser infolge natürlicher Vorgänge oder menschlicher Eingriffe (Eintiefung des Flußbettes, Hochwasserfreilegung durch Dammbauten) geht die Entwicklung weiter, in der Regel zu Carpinion-Gesellschaften, den Eichen-Hainbuchen-Wäldern.

In der Sukzession gehen dem Quercu-Ulmetum andere Auwaldgesellschaften voraus, die aus Weiden (*Salix*)-Arten oder aus Grau-Erle zusammengesetzt sind.

Im Rhein-, Main- (und niederbayerischen Donau-)raum fehlt die Grau-Erle oder tritt stark zurück mit einiger mehr durch kalkreiche Sedimente geprägter Teilgebiete, in denen sie in anthropogen gestörten Beständen (Bodenverletzungen, Niederwaldbetrieb) vorkommt. Hier entwickelt sich das Quercu-Ulmetum unmittelbar aus dem Silberweiden-Auwald (*Salicetum albae*) oder gelegentlich aus dem Uferweidengebüsch (*Salicetum triandrae*).

An den Alpenflüssen dagegen geht die Entwicklung vom *Salicetum albae* über den Grauerlen-Wald (*Alnetum incanae*) erst allmählich zum Quercu-Ulmetum weiter. Auf den kalkoligotrophen Standorten dieser schon in die submontane Stufe reichenden Flußgebiete ist die Esche (*Fraxinus excelsior*) sehr wuchskräftig. Bevor es zum Quercu-Ulmetum kommt, entwickelt sich ein von dieser Baumart

beherrschter Wald, der als *Lonicera*-Phase noch zum *Alnetum incanae* gehört und zwischen dessen typischer Ausbildung und dem *Quercu-Ulmetum* vermittelt.

Der schwäbisch-bayerische Donaauraum nimmt in dieser Beziehung eine Zwischenstellung ein. Hier kommt es selten zur Ausbildung eines echten *Alnetum incanae*. Vielmehr bildet die Grau-Erle im *Salicetum albae* eine Endphase, die in die ebenfalls durch *Alnus incana* gekennzeichnete Initialphase des *Quercu-Ulmetum* übergeht.

□ **Verband: *Carpinion betuli* ISSLER 1931 em. OBERD. 1957**

Eichen-Hainbuchen-Wälder

VC: *Stellaria holostea*, *Carpinus betulus*, *Potentilla sterilis*, *Prunus avium* ssp. *avium*, *Dactylis polygama*, *Rosa arvensis*, *Carex umbrosa* u.a.

Es handelt sich um Eichen-Mischwälder mit Traubeneiche (*Quercus petraea*) und Stiel-Eiche (*Quercus robur*), in denen im Gegensatz zu den artenarmen Eichen-Mischwäldern (Verband *Quercion robori-petraeae*) oder denen der Flußauen (*Quercu-Ulmetum*) als bezeichnende Baumart die Hainbuche (*Carpinus betulus*) in wechselnder Menge hinzutritt. Zu ihr können sich weitere Baumarten gesellen wie die ebenfalls bezeichnenden Winter-Linde (*Tilia cordata*), Vogel-Kirsche (*Prunus avium* ssp. *avium*), aber auch Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*) und weitere. Ein nicht unerheblicher Teil der Bestände der heutigen *Carpinion*-Wälder ist aus früheren Nieder-, Mittel- oder Hudewäldern hervorgegangen. Auf bestimmten Standorten ist die Konkurrenzkraft der Rotbuche so weit geschwächt, daß sie keine von ihr beherrschte Wälder aufbauen kann, sondern sich Eichen-Hainbuchen-Wälder mit fehlender oder untergeordneter, nur beigemengter Rotbuche ausbilden können. Es handelt sich um Böden mit Grundwassereinfluß, der aber nicht so stark ist, daß es zur Ausbildung von Auenwäldern kommt, zum anderen um mehr oder weniger schwere Tonböden mit Stauwasser. Auch schwere, sommerlich zeitweise austrocknende oder gar zu Wechsell Trockenheit neigende schwere Lehm- und Tonböden sind ungünstig. Örtliche Kaltluftansammlungen (Spätfröste) sind stellenweise als weitere Konkurrenzfaktoren zu betrachten.

Unterverband: *Pulmonario-Carpinion betuli* OBERD. 1957

Atlantische und subatlantische Eichen-Hainbuchen-Wälder

● **Assoziation: *Stellario holosteeae-Carpinetum betuli* OBERD. 1957**

Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchen-Wald

Auf höher gelegenen Auenstandorten kommt der reiche, frische Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchen-Wald als Zentralassoziation des Verbandes vor. In naturnahen Beständen bilden im allgemeinen die Eichen – soweit vorhanden mit Esche (*Fraxinus excelsior*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*) – eine obere Baumschicht, während Hainbuche (*Carpinus betulus*), Winter-Linde (*Tilia cordata*), Feld-Ahorn (*Acer campestre*) und Vogel-Kirsche (*Prunus avium*) trotz teilweise guter Wuchsleistung mehr oder weniger unterständig bleiben. Eine ausgeprägte Strauchschicht fehlt, wenn auch einzelne Sträucher eingestreut sein können, darunter in erster Linie Hasel (*Corylus avellana*) und Zweigriffliger Weißdorn (*Crataegus laevigata*), gelegentlich auch Rote Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*), Gewöhnliches Pfaffenkäppchen (*Evonymus europaeus*) und Gewöhnlicher Schneeball (*Viburnum opulus*), die allerdings meist ohne Blüten und Früchte bleiben. Erst gegen den etwas lichterem Waldrand oder an diesem selbst werden die Sträucher häufiger.

Diverse Subassoziationen und Vikarianten sind zu unterscheiden (TH. MÜLLER 1967, 1990, 1992b).

Überschwemmungen finden in diesen Bereichen nicht mehr statt. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt bei -40 bis -140 cm. Vorzufinden ist diese Gesellschaft nur noch selten in warmen Tieflagen im Westen und Nordwesten Baden-Württembergs, wie. z.B. in der Rheinebene. Dort bildet sie die häufigste Kontaktgesellschaft der Auenwälder (UMWELTMINISTERIUM 1995). Die Gesellschaft ist vor allem am Bächen in Waldgebieten erhalten; sonst ist sie ersetzt durch Wiesen, und zwar meist durch das Arrhenatheretum *alopecuretosum* und *cirsietosum oleracei* oder auch *Calthion*-Wiesen (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

□ **Verband: Tilio platyphyllo-Acerion pseudoplatani KLIKA 1955**

Linden-Ahorn-Wälder

Unterverband: Lunario-Acerenion pseudoplatani (MOOR 1973) TH. MÜLLER 1990 in OBERD. 1992

Berg-Ahorn-Mischwälder

● **Assoziation: Adoxo moschatellinae-Aceretum (ETTER 1947) PASS. 1959**

Ahorn-Eschen-(Schlucht-)Wald

Das Adoxo-Aceretum besiedelt ausgesprochen nährstoffreiche, frische bis feuchte kolluviale Böden an Hangfüßen, wasserzügige Hänge oder alluviale Bach- und Flußsedimente in submontan-montaner (bis borealer) Lage, die nicht mehr oder äußerst selten überschwemmt werden. In tief eingeschnittenen Kerbtälern und an schattigen, steilen Nordufern begleitet diese Gesellschaft häufig die Bäche. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im Oberlauf, vor allem der Mittelgebirge, in den submontanen und montanen Regionen wie im Südschwarzwald und der Schwäbischen Alb. Sie siedelt sich am Hangfuß und auf lockeren, meist basenreichen, frischen Steinschuttböden an. Die Feuchtigkeit im Boden ist zwar hoch, aber nicht übermäßig. Farne und Moose finden sich meist reichlich im Unterwuchs (UMWELTMINISTERIUM 1995). Die Gesellschaft ist an Bächen die Hartholzaue und besiedelt die Steilufer in unterschiedlichsten Expositionen, wohl auch in Kaltlufttälern, z.B. auf der Schwäbischen Alb, die morphologische Aue (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

Das Adoxo-Aceretum ist gekennzeichnet durch die VC Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Berg-Ulme (*Ulmus glabra*), durch Esche (*Fraxinus excelsior*) und verschiedene Feuchte- und Nährstoffzeiger, bei völligem Zurücktreten von Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*), Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*).

4.3.4 Die Grün-Erle (*Alnus viridis*)

Die autochthone* Grün-Erle (*Alnus viridis*) findet sich auf sickerfrischen, ± nährstoff- und basenreichen, meist kalkarmen, rohen oder humosen, mäßig sauren, lehmigen Stein- oder Tonböden in kühl-humider Klimallage. Sie ist Charakterart des Alnetum viridis (Adenostylion) im Allgäu und der Nordalpen, in tieferen Lagen im Südschwarzwald auch in Vorwaldgesellschaften des Epilobio-Salicetum capreae (Sambuco-Salicion), ferner im lichten

Ulmo-Aceretum (Tilio-Acerion) (OBERDORFER 1972/73, 1994). Wegen ihres Vorkommens in verschiedenen Gesellschaften wird sie hier in einem eigenen Kapitel behandelt.

Der eigenartigen Verbreitung der Grün-Erle im Schwarzwald hat WILMANN (1977) eine ausführliche Studie gewidmet (vgl. auch NEBEL 1990). Die Art kommt im Schwarzwald in winterkalten Gebieten zwischen 300 und 1100 m (angepflanzt auch höher) vor. *Alnus viridis*-Bachgebüsche (*Alnus viridis*-*Athyrium filix-femina*-Gesellschaft) sind auf wenige Flußgebiete vorwiegend des mittleren Schwarzwalds beschränkt. Es handelt sich um Elz (hier durch Reutbergwirtschaft gefördert), Wildgutach und Zastlerbach, fragmentarisch auch am Ravenna- und Rotbach und an wenigen anderen kleinen Bächen, wo die Pflanze jedoch meist nur einzeln auftritt. Gemeinsam ist diesen Bächen, daß sie in beschatteten, zumeist engen Tälern nach Norden fließen, und dort, wo reine *Alnus viridis*-Gebüsche vorkommen, ein sehr starkes Gefälle haben. Die Gewässer sind klar und weisen einen reichen Besatz der strömungliebenden Rotalgengattung *Lemanea* auf. Ein Sonderfall ist im obersten, sanft geneigten Elztal und im Bereich von Talverflachungen der Eintiefungsstrecke dieses Flusses gegeben. Charakteristisch vor allem für dieses Gebiet (in geringerem Umfang auch für das obere Wildgutach-Tal) ist das gemeinsame Vorkommen von *Alnus viridis* mit *Salix × multinervis*.



Abb. 14 Grünerte (*Alnus viridis*)

Alnus viridis ist empfindlich gegen Wasserstau und kann allenfalls in den Quellgebieten der Elz auf durchsickerten Waldsumpf-Standorten niedrige Kleinstgebüsche

aufbauen. Ob die Gebüsche sich an diesen Standorten länger halten können, ist nicht bekannt.

In den stark versumpften und vermoorten Breg-Seitentälern Linach- und Urachtal gibt es erstaunlicherweise wieder *Alnus viridis*-Vorkommen. Hier wächst die Grün-Erle jedoch nicht unmittelbar am Bach, sondern fügt sich in eine ganz besondere Prallhang-Vegetation ein, die als *Acer pseudoplatanus*-*Sorbus aucuparia*-Gesellschaft (Sambuco-Salicion) eingestuft werden kann.

Alnus viridis ist als Betulo-Adenostyletalia-Art unempfindlich gegen starke Schneelasten, und die biegefesten Stämmchen und Äste können den Wildwassern der Elz im Gefällabschnitt und der Wildgutach trotzen. Die Grün-Erle kann sich im Hochstauden-reichen Unterwuchs nicht vermehren und braucht als Rohbodenkeimer Uferanrisse (Wildbäche!), die dem Strauch gute Keimmöglichkeiten geben. Zudem sind die nach Norden entwässernden Wildbäche auch im Sommer lokalklimatisch kühl und entsprechen so den Temperaturansprüchen der Art (SCHWABE 1987).

Das Alnetum viridis BR.-BL. 1918 (Grün-Erlen-Busch, Adenostylion) kommt in der Knieholzstufe auf frisch-feuchten, locker-humosen, basenreichen, aber meist kalkarmen oder entkalkten Braunerden beispielsweise auf den tonigen Substraten des Allgäu vor (OBERDORFER 1950, OBERDORFER 1973). Nach NEBEL (1990) scheint die Art im Allgäu stark zurückgegangen zu sein und konnte in jüngerer Zeit nur noch an wenigen Stellen nachgewiesen werden. Allerdings handelt es sich hier weniger um Fließgewässer-begleitende Vorkommen als um Hochstauden- und Knieholzgesellschaften.

4.3.5 Klasse: Erico-Pinetea HORVAT 1959, Ordnung Erico-Pinetalia HORVAT 1959, Verband Erico-Pinion BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939

Schneeheide-Kiefern-Wälder, Alpenrosen-Latschen-Gebüsche

Molinia arundinacea-Pinus sylvestris-Gesellschaft
Alluvialer Streunutzungs- und Weide-Pfeifengras- Kiefernwald

Pfeifengrasdominierte, grasreiche Kiefern-Wälder der tiefgründigeren Sandalluvionen. Auf Schotterböden in der

südlichen und mittleren Oberrheinaue, auf sandigen Strandwällen am Bodensee und im oberen Teil des unteren Illertals kommt diese Gesellschaft kleinflächig vor. Es handelt sich meist um recht persistente Brachestadien ehemaliger Streunutzungs- und Weidewälder, deren Abbau zu Laubwaldgesellschaften durch Wildverbiß an Laubgehölzen und gelegentliche Bodenfeuer zumeist sehr stark verlangsamt abläuft. Die Hochgräser Rohr-Pfeifengras (*Molinia arundinacea*), Fieder-Zwenke (*Brachypodium pinnatum*) oder Buntes Reitgras (*Calamagrostis varia*) bilden mächtige verfilzte Streudecken, die das Aufkommen anderer Arten sehr stark hemmen. Trockenheitsanzeigende Arten fehlen ebenso wie Erico-Pinion-Arten fast vollständig; stattdessen finden sich bereits zahlreiche mesophile Laubwaldarten der Querco-Fagetea wie Kellerhals (*Daphne mezereum*) und Wald-veilchen (*Viola reichenbachiana*) u.a. Streuwiesen-Relikte wie Filz-Segge (*Carex tomentosa*) und Nordisches Labkraut (*Galium boreale*) verweisen auf die frühere Nutzung der Bestände. Die Gesellschaft stockt auf feinsandig-schluffigen Auenpararendzinen (Kalkpaternia), die teilweise bereits eine deutliche Verlehmung und Verbraunungstendenz aufweisen.

4.3.6 Klasse: Montio-Cardaminetea BR.-BL. et R. TX. 1943

Quellflur-Gesellschaften und Waldsümpfe

KC: *Brachythecium rivulare*, *Cardamine amara*, *Cratoneuron commutatum*, *Deschampsia cespitosa*, *Rhizomnium pseudopunctatum*, *Rhizomnium punctatum*, *Saxifraga stellaris*, *Stellaria alsine*

Gesellschaften an feuchten bis nassen Sickerstellen über kalkreichem bis kalkarmem Grund, vor allem in der montanen bis alpinen Stufe. Es werden zwei Ordnungen unterschieden: die Montio-Cardaminetalia PAWLOWSKI 1928 (Vegetationstypen baumfreier, lichtdurchfluteter Rheo- und Helokrenen) und die Cardamino-Chrysosplenietalia HINTERLANG 1992 (Waldquellgesellschaften). Diese Klasse wird hier der Vollständigkeit halber angeführt, in der HPNV-Karte werden die Gesellschaften aus Maßstabsgründen und mangels Literatur aber nicht gesondert dargestellt (vgl. aber BEIERKUHNLEIN 1994).



4.3.7 Klasse: Phragmitetea australis R. TX. et PRSG. 1942, Ordnung Phragmitetalia australis W. KOCH 1926

Röhrichte und Großseggen-Gesellschaften

KC und OC: *Alisma plantago-aquatica*, *A. gramineum*, *A. lanceolatum*, *Equisetum fluviatile*, *Glyceria maxima*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus*, *Phragmites australis*, *Rumex hydrolapathum*, *Galium palustre*, *Eleocharis palustris*, *Scirp...ellaria galericulata*, *Carex elata*, *C. pseudocyperus*, *Cicuta virosa*, *Meyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris* u.a.

Verlandungsgesellschaften stehender und fließender Gewässer, die teilweise als Bestandteil der natürlichen Vegetation anzusehen sind. Röhrichte fußen in bis 0,5 m tiefem Wasser, aber auch um die Mittelwasserlinie, Großseggenriede finden sich an flach überschwemmten, teilweise gelegentlich trockenfallenden Stellen. Lokal bilden sich Dauergesellschaften aus, die in der HPNV-Karte bei entsprechender Fläche dargestellt werden können.

4.3.8 Neophytengesellschaften an Fließgewässern

Die systematische Zuordnung von Gesellschaften mit dominierenden Neophyten* ist umstritten. Sie werden zu den Artemisietea vulgaris oder in die Klasse Galio-Urticetea gestellt bzw. teilweise als anthropogene Gehölzgesellschaft noch loser gefaßt (vgl. TH. MÜLLER 1981,

OBERDORFER 1994, POTT 1995). Sie werden hier deshalb nur kurz charakterisiert.

***Polygonum*-(*Reynoutria*-)Gesellschaften**

Den ursprünglich aus Ost-Asien stammenden neophytischen Knöterich-Arten *Polygonum cuspidatum*, *P. sachalinense* und *P. polystachyum* sind offensichtlich kaum einheimische Wildstauden gewachsen. Das gilt besonders für lichtkronige Waldparzellen oder für Bestandslücken in Gehölzgesellschaften. Es werden in der Regel frische, stickstoffreiche Standorte im potentiellen Wuchsgebiet von Hartholz-Auenwäldern, Bruchwäldern und feuchten Eichen-Hainbuchen-Wäldern besiedelt (TH. MÜLLER 1981, POTT 1995), wobei die Knöteriche aber auch andere Gesellschaften eindringen (KOWARIK schriftl. Mitt. 1997).

***Impatiens glandulifera*-Gesellschaften**

Die ursprünglich aus dem Himalaya stammende Pflanze hat sich in manchen Gebieten, so vor allem in Fluß- und Stromauen, auf frischen bis nassen, neutralen, nährstoffreichen Böden der wärmeren Tieflagen vollständig eingebürgert. Das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*) bildet, obwohl es nur eine einjährige Art ist, auf jungen Sedimentationsflächen üppige, hochwüchsige (1,5-2,5 m hohe), dichte, fast nur von ihm aufgebaute Bestände. Sie ist auch in Hochstaudenbeständen beigemischt (vgl. KOWARIK schriftl. Mitt. 1997).

Die ursprünglichen Arten werden vielfach verdrängt oder so stark zurückgedrängt, daß es meist nicht möglich ist, die Bestände als Fazies einer bestimmten Assoziation zuzuweisen. Dagegen gelingt es fast immer, die Bestände einer höheren Einheit zuzuordnen. Die Flußuferbestände werden auch als eigene Gesellschaft *Impatiens glanduliferae-Convolutum sepium* HILBIG 1972 gefaßt (POTT 1995).

***Solidago gigantea*-Gesellschaft, *Solidago canadensis*-Gesellschaft**

Die beiden Mitte des 19. Jahrhunderts eingeführten Goldruten-Arten sind heute eingebürgert. Sie können mit ihren Ausläufern an ruderalisierten Uferböschungen, in Auenwaldlichtungen und an anderen Standorten dichte und unduldsame, oft monodominante Bestände bilden. *Solidago canadensis* hat eine engere ökologische Amplitude und steht meist 'trockener' als *Solidago gigantea*.

***Helianthus tuberosus*-Gesellschaften**

Auch die ursprünglich nordamerikanische Topinambur (*Helianthus tuberosus*), die schon im 17. Jahrhundert nach Europa kam und danach gelegentlich als Nahrungs-, Futter- und Zierpflanze kultiviert wurde, ist verwildert und muß heute in vielen Gebieten als eingebürgert angesehen werden. Sie hat sich vor allem in den letzten Jahrzehnten im Auebereich der Flüsse weit ausgebreitet und breitet sich immer noch weiter aus. Auf nicht zu trockenen, meist frischen bis feuchten, nährstoffreichen sandigen Böden kann sie dank ihrer unterirdischen Ausläufer schnell hochwüchsige (2-3 m hohe), dichte, „unduldsame“ Bestände bilden und dabei die verschiedensten Gesellschaften verdrängen.

Meist ist es schwierig, die *Helianthus tuberosus*-Bestände als Fazies einer bestimmten Assoziation zuzuordnen; die Art ist insgesamt als Artemisietea-Klassenkennart einzustufen.

***Aster*-Gesellschaften**

Die verschiedenen, aus Nord-Amerika stammenden und an den Flußufern ± eingebürgerten *Aster*-Arten (*lanceolatus*, *novae-angliae*, *novi-belgii*, × *salignus*, *tridactylus*, *laevis*) bilden zwar in den nitrophytischen Ufer-Staudenfluren Trupps oder kleine Herden, haben aber kaum einmal die vorhandene Vegetation restlos verdrängt. Insofern kann man meist die *Aster*-Vorkommen als Fazies einer bestimmten Assoziation zuweisen. Da die *Aster*-

Arten nur im Senecion fluviatilis vorkommen, ist es durchaus berechtigt, sie heute als Senecion fluviatilis-Verbandskenntarten zu werten (TH. MÜLLER 1981).

***Acer negundo*-Gesellschaft**

Eschenahorn-Gehölz

Der zweihäusige, neophytische, 1688 aus Nordamerika eingeführte Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) verwildert selten. Er besitzt eine den mitteleuropäischen Ahorn-Arten (*Acer pseudoplatanus* und *A. platanoides*) ähnliche Lebensstrategie. Alle drei Arten sind nach menschlicher Störung zusammen mit Esche (*Fraxinus excelsior*) als Vorwald-Gehölze sehr erfolgreich und verhalten sich als Bäume mit ruderaler Strategie. *Acer negundo* hat sich im nördlichen Oberrheingebiet in empfindlichen Auebereichen in Alno-Ulmion-Gesellschaften (Pruno-Fraxinetum, Querco-Ulmetum) etabliert und verdrängt heimische Baumarten (POTT 1995, VOGGESBERGER 1992).

5 Vegetation an Fließgewässern in Baden-Württemberg

Zahlreiche Literaturhinweise und PNV-Karten wurden ausgewertet, um die aktuelle Vegetation an den Fließgewässern in Baden-Württemberg oder den Ausbauzustand der Gewässer beschreiben zu können. Diese Bestandsaufnahme ist die Grundlage der Konstruktion der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation (HPNV). Die vegetationskundliche Nomenklatur, die in den verschiedenen Literatur- und Kartenquellen verwendet wird, wurde nicht durchgängig aktualisiert.

Die Vegetationsbeschreibung konzentriert sich auf die vier großen Fließgewässer des Landes: Rhein, Neckar, Donau und Main. Eine regionale Untergliederung folgt zum Teil den einzelnen Flußabschnitten dieser Hauptgewässer, zum Teil ausgewählten Zuflüssen oder charakteristischen Landschaftsräumen bzw. Landschaftsphänomenen im Gebiet der großen Flüsse. Grundsätzlich beschrieben wird zunächst die vorhandene, also aktuelle Vegetation an den Ufern und in den Auen der Gewässer. In nur wenigen Teilräumen entspricht diese auch der natürlichen Vegetation. Wo möglich und zulässig, werden Hinweise auf die HPNV in den einzelnen Gewässergebieten gegeben.

5.1 Das Rheingebiet

Für das Rheingebiet wird zunächst der Rhein selbst nach ausgewählten Gewässerabschnitten untersucht. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht dabei der Oberrhein zwischen Basel und Mannheim. Regionale Studien zu den Gebieten Kraichgau/Hardtbenen, Argen/Schussen/Wolfegger Ach, Bodensee, Kaiserstuhl und Schwarzwald ergänzen die Sammlung von Hinweisen zur Vegetation im Rheingebiet.

5.1.1 Rhein

5.1.1.1 Vegetationsstandorte und Gewässerausbau am Oberrhein

(a) Gliederung der Rheinniederung in Überflutungsauen und Altauen

Als Rheinniederung wird die Eintiefung des Rheinstromes in die eiszeitliche Terrassenlandschaft bezeichnet. Sie ist am Verlauf des Hochgestades, einer bis zu 10 m

hohen Erosionskante der Niederterrasse, deutlich abgrenzbar. Der Haupthochwasserdamm trennt heute die Rheinniederung in zwei Teilräume (HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT et al. 1988):

Überflutungsau

Die vor dem Hochwasserdamm liegenden Gebiete werden vom Rhein regelmäßig überflutet. Sie stellen damit die eigentliche, noch verbliebene *Überflutungsau* dar. Der Wechsel der Rheinwasserstände und die Strömungsintensität sind die dominanten Faktoren, die hier die Lebensbedingungen bestimmen. Innerhalb der Überflutungsau lassen sich z.B. tieferliegende Gebiete von höherliegenden Gebieten unterscheiden, die wiederum nur episodisch, also gelegentlich und kurzzeitig, überflutet werden. Stellenweise sind den Haupthochwasserdämmen niedrigere Sommerdämme vorgelagert, die den Strömungs- und Überflutungseinfluß zeitweise abhalten. Hohe Sommerdämme haben die gleichen Auswirkungen auf das Lebensumfeld der Vegetation wie der Haupthochwasserdamm selbst.

Altaue

Hinter dem Haupthochwasserdamm und hohen Sommerdämmen liegen diejenigen Teile der Rheinniederung, die von Überflutungen abgeschnitten sind. Sie stellen die ehemalige Aue dar und werden deshalb als *Altaue* bezeichnet. Für sie ist der Wechsel der Grundwasserstände kennzeichnend, die allerdings mit dem Rheinwasserspiegel korrespondieren. Unterschiede im Relief bedingen auch hier eine weitere Differenzierung der Standorte: In den tiefer liegenden Altauengebieten macht sich starker Grundwassereinfluß bemerkbar. In Rheinnähe, wo bei Hochwasser das seitlich dem Rhein strömende Grundwasser gestaut wird, tritt zusätzlich starker Druckwassereinfluß auf. Diese Altauenbereiche werden periodisch vom Druckwasser überstaut, und die Grundwasserstände schwanken in größeren Amplituden. In den höhergelegenen Altauenbereichen sind die Grundwasserflurabstände größer, und Druckwassereinfluß macht sich weniger durch Überstauung als vielmehr durch zeitweises Anheben des Grundwasserspiegels bemerkbar. In dammnahen Gebieten führt der häufigere und stärkere Druckwassereinfluß zeitweise zur Bodenvernässung auch an höhergelegenen Standorten. In den rheinfernen, oft versumpften und vermoorten Randsenken am Fuße des Hochgestades zeigt sich anhaltend

hoher Grundwasserstand mit geringen Schwankungen, der insbesondere durch Grundwasserzufluß aus der Niederterrasse gewährleistet wird. Druckwasser des Rheins wirkt sich hier nur mit langer Verzögerung und kurzzeitig aus. Seit der Ausdeichung hat ein terrestrischer Bodenbildungsprozeß eingesetzt. Die Unterbindung der Nährstoffzufuhr durch Schwebstoffabsatz hat die Entbasung der Altauen-Böden gefördert.

Der Hochwasserdamm engt den überfluteten Bereich der Aue meist auf einen schmalen Streifen ein. Da sich das auflaufende Hochwasser aufgrund der fehlenden Retentionsfläche nicht mehr verteilen kann, steigen Abflußmenge, Scheitelhöhe und Abflußgeschwindigkeit des Wassers. Dieser „Düseneffekt“ kann die Besiedlung mit auentypischen Pflanzen- und Tierarten verhindern bzw. wieder zerstören (BLAB 1993).

(b) Standorte in den Auen der Rheinniederung

HÜGIN & HENRICHFREISE (1992; vgl. HENRICHFREISE 1988) differenzieren für den Rhein zwischen

- auentypische Standorte
- auenartige Standorte
- auenferne und auenfremde Standorte

Auentypische Standorte

Standorte werden als auentypisch bezeichnet, wenn sie in regelmäßigem Wechsel trockenfallen und natürlich überschwemmt werden. Sie unterliegen der vollen Bandbreite der Wasserstandsschwankungen und einem naturnahen Wechselspiel zwischen Bodenauftrag und Bodenabtrag. Da die Wasserstandsschwankungen mit 2,5 bis 3,5 m im Jahr recht groß sind, werden fast alle Standorte von einem periodischen Wechsel zwischen Trockenfallen und Überflutung erfaßt. Selbst Flächen, die vorwiegend von Wasser bedeckt sind (Altrheine, Rinnen, Tümpel), fallen regelmäßig – meist im Spätsommer, Herbst und Winter – längere Zeit trocken und werden von kurzlebigen oder mehrjährigen Kräutergesellschaften besiedelt. Die regelmäßigen Hochwasser während der Hauptvegetationsperiode, also zur Zeit des größten Wasserbedarfs des Waldes, fördern die Auenwaldgesellschaften. Sie hemmen jedoch in tiefgelegenen und stark durchströmten Flächen üppigen Krautwuchs sowie Verlandungen im Uferbereich und in den Gewässern. Die höchstgelegenen Standorte des

Eichen-Ulmenwaldes werden bei Hochwasser öfter bis etwa 40 bis 50 cm unter Flur durchfeuchtet und nur von extremen Hochwassern überströmt. Im weniger stark durchströmten Auenwald erfolgt durch regelmäßige Schlick- und Nährstoffzufuhr eine teilweise Bodenerneuerung. Sorgt eine starke Strömung für Bodenabtrag, so kann sich – ausgehend von den jeweiligen Pioniergesellschaften – die Neubildung einer Vegetationsdecke vollziehen.

Als Bezugsgrundlage für Planungen dienen die naturnahen Auenstandorte nach der Rheinbegradigung. Das natürliche Leitbild vor der Rheinkorrektur ist nicht wiederherstellbar. Die Standortbedingungen in der Überflutungsaue der von Staustufen freien Strecke des Oberrheins zwischen Iffezheim und Karlsruhe können – mit Ausnahme von z.B. Querriegelwirkungen und der neueren Hochwasserentwicklung – als noch weitgehend auentypisch gelten. Auentypische Wälder ertragen natürlich ablaufende Hochwässer meist ohne Schäden: beim Silberweidenwald können Wasserhöhen von bis zu 4 m über tiefstem Bodenniveau erreicht werden, beim Eichen-Ulmen-Wald sind dies etwa 3 m.

Auenartige Standorte

Diese Standorte sind in Überflutungsregime, Grundwasserhaushalt und Bodendynamik mäßig bis stark gestört. Dazu zählen in der Reihenfolge zunehmender Beeinträchtigung die Halbaue, die Druck- oder Qualmwasserstandorte und die Bastardaue. Einen überflutungsfesten, großflächigen Silberweiden-Wald gibt es hier nicht. Der Eichen-Ulmen-Wald ist von auenfremden Arten durchsetzt. Seine Lebensgemeinschaften sind deshalb besonders gegenüber gestauten Hochwässern empfindlich. Die maximal verträgliche, kurzfristige Überflutungshöhe des auenartigen Eichen-Ulmen-Waldes beträgt in der Vegetationsperiode 2,5 m über tiefstem Bodenniveau.

- *Halbaue:* In der Halbaue erfolgt der Wasserzustrom in den Rheinwald zwar noch regelmäßig, aber stark vermindert (Nebenfluß, Zuflußmöglichkeiten in landseits zum Hochwasserdamm gelegene Bereiche). Das Überschwemmungswasser erreicht nur noch Höhen von 1,5 bis 2,0 m. Dies ist rund die Hälfte der auentypischen Wasserstände. So wird nur noch ein Teil der Standorte vom Wasserstandswechsel erfaßt. Der Wasseranstieg erfolgt durch Oberflächenwasser vor-

wiegend im Rückstau, weniger durch unmittelbaren Zustrom von oberhalb. Weil daher der Schlickabsatz stark vermindert ist oder fehlt, altert der Boden. Die Anzahl der auenzugehörigen Vegetationseinheiten bleibt jeweils nahezu vollständig. Die Vegetationszusammensetzung ist jedoch als auenartig einzustufen. Da die Wasserstandsschwankungen geringer und die Grundwassernähe ausgeprägter sind als in der Aue, sind Nässezeiger wie Schilfrohr (*Phragmites australis*) und Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*) sowie ein verstärktes Vorkommen von Feuchte- und Frischezeigern kennzeichnend.

- *Druck- und Qualmwasserstandorte:* Auenartige Druck- oder Qualmwasserstandorte sind meist in Rinnen und vergleichbar tiefen Senken anzutreffen und werden nur noch durch regelmäßig aufsteigendes und fallendes Grundwasser geprägt. Eine Zufuhr natürlicher Flußtrübe fehlt gänzlich. Die regelmäßigen Wasserstandsschwankungen verlaufen mit zunehmender Entfernung vom Hochwasserdamm gedämpft und verzögert. Diese allein vom Grundwasser bestimmten Übergangstandorte zwischen Aue und Ried werden von Natur aus überwiegend von unterschiedlichen, mäßig bis wenig auenartigen Ausprägungen eines Ulmen-Eschenwaldes mit geringem Hainbuchenanteil bediedelt. Dessen Wasserhaushalt ist durch einen regelmäßigen Wechsel der Feuchtestufen von vorwiegend frisch und feucht gekennzeichnet. Im nassen Bereich stellt sich ein Erlenwald ein, in tieferen Lagen entwickeln sich Seggenriede und Schilfröhricht als natürliche Vegetation.

- *Bastardaue:* Die Bastardaue liegt entweder zwischen bzw. oberhalb von stauenden Dämmen oder im Rückstau des ausgebauten Rheins. Sie wird trotz der Staustufen noch mehr oder weniger regelmäßig vom Rhein oder seinen Zuflüssen überschwemmt, unterliegt aber einem künstlichen Dauerstau wie im Ried. Über diesem erhöhten Dauerwasserstand laufen Hochwasser ab, die meist niedriger und nicht mehr so häufig, in allen Fällen aber kürzer und weniger vegetationswirksam sind als vor dem Staustufenbau. Die regelmäßigen Wasserstandsschwankungen betragen in den meisten Fällen nur noch 1 bis 1,5 m. Aufgrund des Dauerstaus sind die hochgradig gefährdeten amphibischen Auen-

gesellschaften mit Tannenwedel und Nadelbinsen sowie die gleichfalls gefährdeten kurzlebigen Kräutergesellschaften und selbst der Silberweiden-Wald vollständig vernichtet. An ihre Stelle treten auenuntypische Wasserpflanzengesellschaften, sofern der Dauerstaureich nicht gänzlich verödet ist. Sogar Teile des Eichen-Ulmenwaldes sind infolge des zu hohen Dauerstaus stellenweise abgestorben. Die nach Staustufenbau dauernassen Standorte werden von einem auenfernen Erlenwald bzw. dessen Ersatzgesellschaften wie Schilfröhricht oder Sumpfseggenried eingenommen, an den dauerfeuchten Standorten siedelt dagegen ein Eschenwald, sofern der forstliche Einfluß fehlt oder in naturnaher Weise erfolgt. Diese auenfernen Bestände der Riedstandorte können durch höhere oder längere Hochwasser besonders nachteilig beeinflusst werden. Im Bereich der Bastardaue bleiben von der ehemals weitgefächerten natürlichen Vielfalt der Auenstandorte einzig Standortbedingungen einer Hartholz-Aue übrig, und dies meist nur auf der Hälfte bis einem Drittel der Fläche in mittleren Höhenlagen. Diese Verhältnisse gestatten nur noch das Überleben einer schwachen Ausbildung eines Eichen-Ulmenwaldes. Die nachteilige Standortkonstruktion mit Dauerstau und verminderter Überflutung wird wegen des Verlustes nahezu aller Standorttypen und Vegetationseinheiten der Aue und aufgrund der auenfernen riedartigen Standorte und Bestände mit dem Begriff Bastardaue belegt.

Auenferne und auenfremde Standorte

Diese Standorte zeigen keine Wasserstands- und Bodedynamik. Der Feuchtigkeitszustand ist weitgehend gleichbleibend und kann alle Übergangsstufen zwischen großflächig ständig wasserbedeckt bis großflächig dauernd äußerst trocken einnehmen.

(c) Verbreitung von Weichholz- und Hartholzaunen in der Rheinniederung

Die Verbreitung von Weichholz- und Hartholzaunen gibt Auskunft über die Wasserführung der Gewässer und die Standortqualität der Aue. Naturnähe, Dynamik und Verjüngungsfähigkeit der Vegetation spiegeln sich in diesem Verbreitungsbild wider. Der flußnahen und regelmäßig überschwemmten Weichholzaue schließt sich in weniger überfluteten Gebieten die Hartholzaue an.

Die natürliche Verjüngung der Weichholz-Aue ist kaum noch möglich. Silber-Weide (*Salix alba*) und Schwarzpappel (*Populus nigra*) benötigen für die Keimung ihrer Samen feuchte Standorte mit spärlicher oder fehlender Vegetation. Solche Bedingungen werden durch die periodischen Hochwasser immer wieder neu geschaffen. Frisch aufgeschüttete Sand- und Kiesflächen sind unproblematisch, weil sich die Sämlinge gegenüber der Konkurrenz der in ihrer Entfaltung gehemmten ein- und mehrjährigen Wildkräuter durchsetzen können. Auf überschlücktem und damit eutrophiertem Auenboden ist die Naturverjüngung nicht mehr ohne weiteres möglich, weil die Sämlinge spätestens nach wenigen Monaten unter nitrophilen Hochstaudendickichten ersticken. Eine Möglichkeit ist es, diese Sämlinge rechtzeitig freizustellen, was nicht zuletzt eine einfache Methode darstellt, Weidensäume entlang der Flußufer zu regenerieren. Da die Samen der beiden genannten Weichholzarten nur wenige Tage keimfähig sind, ist das zeitliche Zusammentreffen mit den günstigen Keimbedingungen für die Verjüngung ausschlaggebend. Durch die immer länger anhaltenden und häufiger auftretenden Hochwasser - vor allem auch im Sommer - ist am Rhein der langfristige Erhalt beim derzeitigen Stand der hydrologischen Verhältnisse der Weichholz-Aue in Frage gestellt. Die Weichholz-Aue und die tiefe Hartholz-Aue sind zudem weitgehend mit Hybrid-Pappeln aufgeforstet worden. Auf längere Zeit gesehen könnte die Schwarz-Erle eine wichtige Rolle spielen (UM 1988a, zit. in BLAB 1993; DISTER 1980b, 1983b, HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT et al. 1988, PHILIPPI 1977, 1978a, 1980b, A. KRAUSE 1975, TU BERLIN 1989/90; evtl. auch KÜHN & SPÄTH 1993 [Arbeit lag nicht vor]).

Die ursprünglich kleinflächig ausgebildete Übergangszone der Hartholz-Aue hat sich erheblich ausgedehnt. Die hohe Hartholz-Aue ist nach wie vor flächig vorhanden, doch im Zuge der Rheineintiefung hat sie auch die tieferen Geländestufen erfaßt. Typische naturnahe Eichen-Ulmen-Wälder gibt es aber heute wegen der vorwiegend forstlichen Nutzung nur noch in relativ kleinen und meist zersplitterten Resten. Standortuntypische Forsten aus Ahorn- und Hybrid-Pappel-Arten dominieren, und selbst in den naturnah erscheinenden Beständen haben forstliche Maßnahmen ihre Spuren hinterlassen (HUBER 1977, zit. in HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT et al. 1988).

(d) Die Folgen von Rheinkorrektion und Gewässer-ausbau auf die Auenstandorte

Die Rheinkorrektion nach den Plänen von TULLA zwischen 1816 und 1886 hat die regelmäßigen Überflutungen der Rheinebene beseitigt, die Besiedlung und wirtschaftliche Entwicklung ermöglicht und die Voraussetzungen für die Rheinschiffahrt im heutigen Maßstab geschaffen. Sie hatte jedoch auch zur Folge, daß die Flußsohle durch das wesentlich größere Gefälle erodierte. Der Wasserspiegel des Flusses und des Grundwassers senkte sich ab. Mit einem System von gestaffelten Bühnen und Prallhangleitwerken wurde der Strom gezwungen, sich im verbleibenden Querschnitt eine Abflußrinne zu schaffen. Dadurch erreichte TULLAs Nachfolger HONSELL eine auch bei Niedrigwasserabflüssen kontinuierliche Wassertiefe, so daß Basel ab 1939 ganzjährig über die Rhein-Wasserstraße erreichbar war. Durch den weiteren Ausbau des Oberrheins in den Jahren 1950-1977, insbesondere durch den Bau von Staustufen, wurden zwar eine optimale Ausnutzung des vorhandenen Wasserkraftpotentials und die Verbesserung der Schiffbarkeit erreicht und der Sohlenerosion begegnet, gleichzeitig gingen jedoch mit der Einengung des Abflußquerschnitts insgesamt 130 km² mit Auewald bestandene Vorlandflächen als Retentionsfläche verloren. Der Bau der Staustufen wurde zu einem schwerwiegenden Eingriff in die Flußlandschaft, die trotz des TULLA'schen Ausbaus noch weitgehend naturnah verblieben war (UM 1995, HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT et al. 1988). Weitere Einzelheiten beschreiben z.B. bei FELKEL (1981), KUNZ (1975, 1977, 1982, 1987), HUBER (1987), SCHÄFER (1973a-f, 1974a-d, 1975), RAABE (1968), MUSALL (1977).

Zwischen Basel und Neuburgweier sind heute nur noch 13 % an Rheinauenstandorten im Vergleich zum Beginn des 19. Jahrhunderts erhalten geblieben. Bei höchstens 3 % der Gesamtfläche dürfte es sich um noch einigermaßen intakte Biozönosen handeln; der Rest von 10 % ist durch Vernichtung der natürlichen Pflanzendecke stark beeinträchtigt. Bezieht man die linksrheinischen Flächen mit ein, kommt man zu einer Ausgangsfläche von 270 km² Rheinaue beiderseits des Stromes zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Davon sind heute noch rund 6 % Rheinauenstandorte mit 1-2 % weitgehend intakten Biozönosen erhalten. Neben der Veränderung des Wasserhaushalts wirkt

sich der moderne forstliche Plantagenanbau mit nicht standortheimischen Baumarten verheerend auf die Vielfalt und Eigenart der Auenwaldbiotope aus. Auf der deutsch-französischen Fließstrecke zwischen Basel und Lauterburg/Neuburgweier sind an einigermaßen naturnahen Auenwaldbeständen schätzungsweise nur noch 30 ha Silberweiden-Wald (*Salicetum albae*) und 50 ha Eichen-Ulmen-Wald (*Quercu-Ulmetum*) erhalten geblieben. Das sind 0,3 % der Auenwaldfläche, die zu Beginn des 19. Jahrhunderts bestand (HÜGIN 1981; vgl. VETTER 1992). Seither wurden die Auenwälder als Niederwald genutzt; ab dem 20. Jahrhundert wurde verstärkt zur Hochwaldnutzung übergegangen (vgl. BAUER 1951).

Der in den 70er Jahren durchgeführten Altrheinverbund (vgl. z.B. SCHÄFER 1973g, EHLS 1987) beseitigte die Individualität der Altrheine. Klare Quellen und Gießen wurden durch eutrophes Wasser belastet; die Fließgeschwindigkeit der Gewässer hat sich angeglichen. Dies bedeutet eine Bedrohung der an die jeweiligen Wasserverhältnisse angepaßten Flora und Fauna (MÜLLER & PHILIPPI 1978, TU BERLIN 1989/90).

(e) Konstruktion der HPNV für den Rheinabschnitt zwischen Basel und Iffezheim

Nach HÜGIN (1980) ist der Rheinabschnitt zwischen Basel und Iffezheim so gut wie vollständig verändert. Die Konstruktion der HPNV folgt HÜGIN (1980), HENRICHFREISE (1988) und BFANL (1984):

- *Auenartige Standorte:*
Zwischen Basel und Iffezheim ist die Möhlinau der einzige auenartige Rest. Die Böden sind hier neutral bis schwach sauer durch Zufuhr von Abtragungsmaterial aus dem Schwarzwald. Die HPNV auf auenartigen Standorten der Möhlinau in Höhe des Franzosenweges wäre unter den derzeitigen Bedingungen ein eschen- und bergahornreicher Eichen-Ulmen-Wald (*Ulmetum*) in zwei Ausbildungen. Ein Weiden-Wald fehlt.
- *Dauernd nasser Bereich von 2-4 dm über dem Mittel des Wasserstandes:* Hier ist ein Schwarzerlen-Wald zu konstruieren mit mineralreichem, lehmigem Oberboden und ohne deutliche Säurezeiger.
- *Grundwassertiefen von 4-7 bzw. 4-8 dm:*
An diesen Standorten findet sich ein Erlen-Eschen-Wald im meist feuchten Bereich, ebenfalls auf kalkreichem Bodenmaterial.
- *Frische bis mäßig trockene Bereiche:*
Diese Bereiche sind Standorte eines besonderen Eichen-Hainbuchen-Waldes (nach HÜGIN *Ulmo-Carpinetum*; nach HENRICHFREISE *Feldulmen-Eichen-Hainbuchenwald*). Seine Hauptverbreitung liegt im Oberrheingebiet im alluvialen Teil der mittleren und südlichen Rheinebene auf schluff- und basenreichen Braunerden. Stiel-Eiche, Hainbuche, Feld-Ahorn und Esche sind die Hauptholzarten. Deutliche Säurezeiger fehlen. Wichtige Zeigerarten sind die Kratzbeere (*Rubus caesius*) und für das milde Klima zusätzlich die Feldulme (*Ulmus minor*). Bodenfrische Standorte, in der Regel noch mit geringem Grundwassereinfluß (Mittelwert der Wasserstände 90-140 cm unter Flur), werden von der Scharbockskraut- oder Hexenkraut-Ausbildung (*Ficaria verna*, *Circaea lutetiana*) eingenommen. Es folgt zu trockenen Bereichen hin eine typische Ausbildung, darauf eine Weißseggen-Ausbildung (*Carex alba*), die den Übergang zum Weißseggen-Stieleichen-Wald bildet. In den beiden erstgenannten Subassoziationen treten Varianten mit Massenvorkommen des Bärlauchs (*Allium ursinum*) auf. Die beiden letztgenannten Ausbildungen haben, ebenso wie die folgende Gesellschaft, keinen Anschluß mehr an das Grundwasser. Verschiedene Körnung und Gründigkeit des Bodens ergeben hier eine unterschiedliche Wasserhaltefähigkeit, die maßgebend ist für die verschiedenen Vegetationsausbildungen.
- *Trockene bis sehr trockene Standorte:*
Auf kalkreichen, schluffig-sandigen, flach- bis mittelgründigen Böden ist ein Weißseggen-Stieleichen-Wald, in dem der Elsbeerbaum (*Sorbus torminalis*), der Feld-Ahorn (*Acer campestre*), Flaum-Eichen-Bastarde (*Quercus pubescens* × *Qu. petraea*), der Holz-Apfel (*Malus sylvestris*) und vielleicht auch der Speierling (*Sorbus domestica*) von Natur aus eine Rolle spielen.

In der Übersichtskarte 1:350.000 wurde die HPNV entlang des Rheins folgendermaßen konstruiert: Zunächst wurden die im „Atlas Wasser- und Abfallwirtschaft“ (LFU

1991a) eingezeichneten Überschwemmungsbereiche übertragen und mit den Karten zur Natürlichkeit der Landschaftsteile und Landschaftsbestandteile (SOLMSDORF et al. 1975, Kartenband) verglichen. Dort können der Verlauf der Niederterrasse und die Lage von Siedlungs- und Industriearealen entnommen werden. Inwieweit sich die Stautufen des Rheins auf die Vegetation auswirken, kann im Rahmen der vorliegenden Studie aus Maßstabsgründen nicht interpretiert werden. Es sei in diesem Zusammenhang auf die Untersuchungen von VOLLRATH (1965) hingewiesen. Abgebaggerte Flächen und die im Auenbereich verlaufenden Abschnitte z.B. der Autobahn A5 sind in diesem Maßstab nicht darstellbar und verschwinden unter den Kartensignaturen. Unter der Annahme, daß die bestehenden Rheindämme und die festgelegten Überschwemmungsflächen erhalten bleiben, wird nun die HPNV konstruiert. Angaben zur aktuellen und potentiellen natürlichen Vegetation machen GERKEN et al. (1980), HENRICHFREISE (1980, 1981) und andere Autoren. Zahlreiche Fließgewässer werden wohl vom Pruno padi-Fraxinetum als HPNV begleitet (vgl. TH. MÜLLER et al. 1974).

5.1.1.2 Gewässerabschnitte des Oberrheins

(a) Oberrheintal nördlich von Breisach

Die Bodengesellschaften der Rheinaue im Raum Ofenburg bestehen in Überflutungsbereichen aus Auerohböden vom Typ Rambla, in grundwasserfernen Lagen aus Kalkpaternia und Auengley-Böden. Im Südtteil der Rheinaue sind die Böden nach Grundwasserabsenkungen stärker der terrestrischen Bodenentwicklung ausgesetzt gewesen. Übergänge dieser Aueböden zu Pararendzinen sind hier häufiger anzutreffen (SCHMIDT et al. 1986).

Die Standortverteilung im Abschnitt Iffezheim-Neuburgweier ist noch die der echten Rheinaue (HÜGIN 1980, 1981, HÜGIN & HENRICHFREISE 1992). Einen detaillierteren Querschnitt durch die Rheinaue bei Maxau gibt W. KRAMER (1987).

Eine Übersicht über die Wasserversorgung der Pflanzenstandorte und ihre Abhängigkeit von Eingriffen des Menschen gibt W. KRAUSE (1963).

Am mittleren Oberrhein wurde beizeiten, d.h. kurz nach dem Bau der Staustufen und Kanalschlingen, mit dem Ausbau und der Wasserbewirtschaftung der Altrheine begonnen, wodurch sich hier auf weiten Strecken natürlicher oder doch naturnaher Auwald (Querco-Ulmetum) noch erhalten hat.

In den Altarmen* finden auch vielerorts ausgedehnte Laichkraut- und Röhrichtbestände. Stromabwärts von Kehl nehmen die Pappelforste zu, die anstelle der Auwälder begründet wurden. Großflächige, zusammenhängende Auwaldbestände gibt es nur noch bei Hördt, Ketsch und Mannheim (SOLMSDORF et al. 1975).

Für einen unterschiedlich breiten Streifen entlang des Rheinlaufes nördlich von Breisach wird ein Komplex aus Weich- und Hartholzaue als HPNV in die Übersichtskarte eingezeichnet. Im Bereich zwischen diesem Streifen und der Niederterrasse dürfte ein Eichen-Hainbuchen-Wald im feuchteren Flügel zu erwarten sein. In der Randsenke sind stellenweise Bruchwälder auf Niedermoorstandorten zu konstruieren. Weitere Details siehe auch in TITTIZER & KREBS (1996).

Talabschnitt	Waldtyp	Einflußgrad	Überflutungsverhältnisse
Weil-Istein (zw. Ufer und Autobahn)	Mosaik aus: Trockenrasen, Sanddorn-Trockenbusch, Eichen-Linden-Trockenwald	sehr stark	keine Überflutung
Weil-Istein (zw. Autobahn und Niederterrasse)	Reste der Auevegetation	stark	keine Überflutung
Istein-Stauwurzel Kulturwehr Breisach	Mosaik aus: Trockenrasen im Kontakt mit Flaumeichengruppen; Buschgruppen aus Sanddorn, Berberitze, Liguster; kleinflächiger Wechsel von Eichen-Lindenwald und Eichen-Hainbuchenwald (\pm gestört)	sehr stark	keine Überflutung
Stauwurzel-Breisach	Weiden-Ulmen-Auwald, Eichen-Hainbuchenwald	gering	künstliche Überstauung
Breisach-Burkheim	Hartholzauwald i.W. mit Eichen-Hainbuchenwald	mäßig stark	keine Überflutung
Burkheim-Kehl	Weiden-Ulmen-Auwald, stellenweise Eichen-Hainbuchenwald	gering, nach Norden abnehmend	größtenteils natürliche Überflutung; teilweise Grundwasseranreicherung durch Aufstau im Speisewasserlauf

Tab. 6 Einfluß der Rheinkorrektion auf die naturnahen Waldgebiete in der Talaue zwischen Basel und Straßburg (nach SOLMSDORF et al. 1975, vgl. HÜGIN 1963, BUCHWALD 1968)

(b) Oberrheintal südlich von Breisach

Die Vegetation der Auwaldreste im Oberrheintal südlich von Breisach hat sich durch anthropogene Eingriffe stark verändert. Nach dem Ausbau des Oberrheins im letzten Jahrhundert (→ Tiefenerosion) und der Ablenkung des Rheinlaufs in den Grand Canal d'Alsace seit 1952 (→ weitere Wasserspiegelsenkung) hat sich der Flußlauf um bis zu 12 m eingetieft. Der regelmäßige Wassereintrag, der zu Hochwasserzeiten durch den Untergrund, über zahlreiche Einläufe und schließlich breitflächig über der Uferbau hinweg ins Rheinvorland erfolgte und den Wald mit Wasser und düngenden Schwebstoffen anreicherte, wurde unterbunden. Im südlichen Rheintal ist auf kiesigen Böden der kommunizierende Grundwasserspiegel stark gefallen (bis 23 m bei Rheinweiler, oberhalb Breisach bis 2 m), und eine gewisse Klimaänderung hat hier stattgefunden. Der Grundwasserspiegel schwankt zwar beträchtlich (meist etwa 2-3 m), jedoch liegt der Wasserstand in der Regel mehr als 3 m unter Flur. So können die hohen Wasserstände, die nur kurz auftreten, die Deckschichten der großen, hoch liegenden Flächen nicht mehr erreichen. Als Folge sind die ehemaligen Auwälder auf ca. 5000 ha abgestorben und heute in Trockenvegetation übergegangen oder in Kiefernforste umgewandelt worden. Die Restbestände befinden sich in voller Sukzession über Liguster-Schlehen-Gebüschstadien hin zu eichenreichen „Trockenwäldern“, z.B. Eichen-Linden-Trockenwald (*Carici albae-Tilietum cordatae*). Kleinere Xerothermrassen und Saumgesellschaften sind eingesprengt. Die Flaum-Eiche (*Quercus pubescens*) kommt seit der Jahrhundertwende gemeinsam mit *Quercus pubescens* × *Qu. robur* in der Nachbarschaft des Hügellandes um den Isteiner Klotz vor, wird vermutlich aber während der Sukzession von offener zu geschlossener Waldvegetation durch konkurrenzkräftigere Baumarten verdrängt. Stellenweise, z.B. in der Umgebung von Grißheim und Hartheim, sind auch Sanddorn-Büsche (*Salici incanae-Hippophaëtum rhamnoidis*) ausgebildet. Nur in tiefen Einschnitten von Rheinbett und Kiesgruben sind entlang der Ufer noch saumartig auenähnliche Standortbedingungen auf etwa 1-2% der Fläche gegeben. Die Böden sind kalkreich, so daß pH-Werte bis 8,0 gemessen wurden (BERNADOTTE 1968, SCHEIFELE 1968, KÄMMER & DIENST 1982, REIF 1992, HÜGIN 1981, LITZELMANN 1955a, b, BÄRTHEL 1965, ECKMÜLLNER 1940, SOLMSDORF et al. 1975, BFANL 1984, LAUTERBORN 1927). In Anlehnung an TH. MÜLLER et al. (1974) wird dieser Be-

reich in der HPNV-Karte als trockenenes *Quercus-Ulmum minoris* klassifiziert.

Für die „Trockenaue“ südlich Breisach, also eine fossile Rheinaue ohne Überflutung und einem Grundwasserstand von über 2,5 m unter Flur, war 1989 ein Bannwald geplant (Hügelheimer Rheinwald; BÜCKING 1989).

Für den Oberrhein im Raum Breisach gibt HENRICH-FREISE (1988) als HPNV Pflanzengesellschaften an, die in Tabelle 9 mit Bezug zu Wasserstufen aufgelistet sind.

(c) Taubergießen

Nach dem Ausbau des Rheins (Umleitung des Rheins mit dauernder Wasserableitung, Bau der festen Schwellen, Aufstau bei Gerstheim) haben sich die Wasserstände auch im Taubergießen verändert. Die für die Vegetation besonders wichtigen Wasserstände bei mittleren Hochwasserabflüssen liegen heute um rund einen Meter tiefer, die Wasserstände bei einem mittleren Niedrigwasser sind um einen Meter und etwas mehr höher. Der für die Rheinaue so charakteristische, große Schwankungsspielraum der Wasserstände ist im Mittel von 3,5 auf 1,5 m geschrumpft.

Den neuen Wasserstandsverhältnissen folgend stellt sich die Vegetation allmählich um. Die großen Hochwasserereignisse, die höhergelegene Flächen erreichen, treten so selten auf, daß die Wirkung auf die Vegetation eher negativ als positiv zu beurteilen ist. Aufmerksam zu machen ist ferner auf die hohen Wasserstände in den Altrheingewässern, die sich auf den angehobenen Rheinwasserstand abstützen. Im Bannwaldteil Dornskopf ist eine Änderung der Baumartenzusammensetzung nachzuweisen, wobei auch ursprünglich nicht in der Rheinaue vorhandene Elemente und Neophyten eine Rolle spielen. Es findet eine Verschiebung zur Grau-Erle (*Alnus incana*) und zum Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) statt, wobei letzterer in der ursprünglichen Rheinaue nicht vertreten war. Die Ulme fällt wegen des Ulmensterbens aus, und die Eiche verjüngt sich schlechter (HÜGIN 1980, BÜCKING 1989).

Die vorherrschenden Standortverhältnisse im Bannwald Taubergießen beschreiben BÜCKING & REINHARD (1985) in Bezug zum Sommermittelwasser (SoMW):

- Weidenaue 0,3-0,5 m über SoMW
- Obere Weidenaue 0,5-1,0 m über SoMW
- Tiefe Hartholz-Aue 1,0-1,5 m über SoMW
- Hohe Hartholz-Aue > 1,5 m über SoMW

Entlang der Altarme* und Flutmulden wächst oberhalb der Schilfröhrichtzone nur noch an einer Stelle ein intakter Silberweidenwald. Alle übrigen Silberweidenbestände können nicht weiterbestehen, da die standörtlichen Voraussetzungen wie weitgehende Überflutung und mehrwöchiges Trockenfallen im Spätsommer und frühen Herbst nicht mehr gegeben sind. Es ist eine Entwicklung zum Schwarzerlen- und Erlen-Eschenwald zu befürchten. Auf den höher gelegenen Flächen schließt sich der Eichen-Ulmen-Wald an. Die am höchsten gelegenen und daher trockensten Flächen nimmt eine besondere Ausbildungsform des Eichen-Hainbuchenwaldes mit Feld-Ulme (*Ulmus minor*), Weißer Segge (*Carex alba*) und Mandelblättriger Wolfsmilch (*Euphorbia amygdaloides*) ein (LOHMEYER & TRAUTMANN 1974, ENCKE 1983). Zur aktuellen Vegetation vgl. auch HÜGIN (1963, zit. in OLSCHOWY 1968).

Teile des Eichen-Ulmenwaldes sind wegen des zu hohen Dauerstaus im Mündungsgebiet der Rench und vor allem im Naturschutzgebiet Taubergießen abgestorben (HÜGIN & HENRICHFREISE 1992).

Nah dem NSG* Taubergießen liegt nordnordwestlich von Weißweil der Bannwald Hechtsgraben, in dem eine Weidenaue, eine Pappelaue und eine Hartholz-Aue erhalten sind (DIETERICH et al. 1970). BÜCKING (1989) bezeichnet den Standort als fossile Aue, die durch einen anthropogenen Grundwasseranstau und ein- bis zweimal jährlichen Überstau gekennzeichnet ist.

(d) Nördliche Oberrheinniederung und Neckar-Rheinebene

Die Auenwälder am Rhein zwischen Neckar- und Mainmündung unterscheiden sich floristisch und ökologisch gesehen deutlich von allen übrigen Beständen im Überflutungsgebiet des Rheins. Ursache für diese Sonderstellung ist das auffallend geringe Gefälle des Stroms in diesem Abschnitt. Es bewirkt, daß nur noch feinkörniges Material im Fluß transportiert und in der Aue abgelagert werden kann. Die meisten Böden weisen daher einen hohen Anteil an Schluff und Ton auf. Auch die Dynamik der Standorte ist im Vergleich mit südlicher gelegenen Rheinauen merklich reduziert. Unter diesen Bedingungen rücken

Wasserstufe	Pflanzengesellschaft (HPNV)
Überwiegend sehr trocken; flach- bis sehr flachgründig: D 1 bis 3 dm; ohne Grundwassereinfluß	Wärmeliebender Stieleichen-Wald, trockenere Ausbildung
überwiegend trocken; mittelgründig: D 3 bis 6 dm; ohne Grundwassereinfluß	Wärmeliebender Stieleichen-Wald, Weißseggen-Ausbildung
überwiegend mäßig trocken, meist tiefgründig: D meist 8 dm (bis 12 dm); ohne Grundwassereinfluß	Feldulmen-Eichen-Hainbuchen-Wald, typische Ausbildung und Weißseggen-Ausbildung
überwiegend frisch; MW 10 bis 14 dm	Feldulmen-Eichen-Hainbuchen-Wald, Hexenkraut-Ausbildung
feucht MW 6 bis 8 dm	Eschen-Wald (feucht)
naß MW 2 bis 4 dm	Schwarzerlen-Wald (naß)
vorwiegend feucht und frisch im Wechsel; S 1,5 bis 2 m	Eichen-Ulmen-Wald in auenartiger Ausbildung
vorwiegend wasserbedeckt, naß und frisch im Wechsel; S 1,5 bis 2 m	Silberweiden-Wald in auenartiger Ausbildung
meist wasserbedeckt; S 1,5 bis 2 m	Tannenwedel- und Nadelbinsen-Gesellschaft sowie kurzlebige Kräutergesellschaften im Wechselwasserbereich
Ständig wasserbedeckt	Wasserpflanzengesellschaften im Dauerwasserbereich

Tab. 7 Vegetationsangaben für den Oberrhein im Raum Breisach

- D Wasserhaltende Deckschicht mit Angabe der Mächtigkeit über Kies und Sand
- MW Mittlerer Wasserstand unter Flur
- S Schwankungsbereich des Wasserspiegels zwischen regelmäßig wiederkehrenden tiefen und hohen Wasserständen

die Auenwälder weit gegen die Mittelwasserlinie vor und werden verhältnismäßig lange überflutet. Die am tiefsten stehenden Silberweidenwälder (*Salicetum albae*) stocken sogar unterhalb der Mittelwasserlinie und werden im Mittel an 190 Tagen im Jahr überflutet. An der Obergrenze des meist sehr schmalen Weidensaums werden immerhin noch 90-110 Tage Überflutungsdauer erreicht. Von Natur aus würden sich Hartholz-Auenwälder (*Quercu-Ulmetum*) unmittelbar an die Weichholz-Auenwälder anschließen. Heute ist diese Abfolge infolge anthropogener Eingriffe kaum noch ungestört anzutreffen. Gut ausgebildete, alte Hartholz-Auenwälder sind erst in einem Niveau von etwa 2 m über Mittelwasser zu finden. Diese Wälder werden im Mittel an 14 Tagen im Jahr, überwiegend im Sommer, überflutet. Früher wurden dieselben Bestände sehr viel länger überflutet, im Mittel 90 Tage, im Extremfall 217 Tage (im Jahr 1817). Die lange Überflutungsdauer und die relativ feinkörnigen Böden sind der Grund dafür, daß auf tieferen Niveaus der Hartholz-Auenwälder die Frühjahrsgeophyten weitgehend fehlen und eine gewisse Verarmung an Gehölzarten im Vergleich zu den Hartholz-Auenwäldern des südlichen Oberrheins festzustellen ist. Erst wenn die Überflutungsdauer 3 Tage pro Jahr unterschreitet, stellen sich geophytenreiche Ausbildungen ein, in denen Gehölze der mesophilen Laubwälder (*Acer campestre*, *Corylus avellana*, *Ligustrum vulgare*) Fuß fassen können. Soziologisch gesehen ergibt sich daraus eine Zweigliederung in hainbuchenwaldartige und echte, lang überflutete Hartholz-Auenwälder (DISTER 1980a).

In die Rheinaue zwischen Karlsruhe und Speyer wurde die Esche nach Mitteilung der FORSTVERWALTUNG BAYERN (1939, zit. in MUSALL 1969) erst im 19. Jahrhundert eingebracht.

Zwischen Forchheim und Wintersdorf sind als HPNV folgende Gesellschaften zu erwarten: Silberweiden-Auwald, Eichen-Ulmen-Auwald (tiefer- und höhergelegene Ausbildungen), Eichen-Hainbuchen-Wald mit Überflutungsbereich, Erlen-Eschen-Wald (nasse und feuchte Ausbildungen), Eichen-Hainbuchen-Wald (frische und mäßig trockene Ausbildungen). Westlich des Hochwasserdammes betragen die Wasserspiegelschwankungen 3-4 m und mehr, östlich des Hochwasserdammes liegen die mittleren Wasserspiegelschwankungen zwischen 1 und

3 m, wobei hier die Böden an den Oberflächen oft mehr oder weniger entkalkt sind (BFANL 1984).

Nach DILGER & SPÄTH (1985) finden sich Beispiele für typische Waldgesellschaften in der Rheinniederung im Regierungsbezirk Karlsruhe: Silberweiden-Wald im Murgwinkel, am Illinger und am Auer Altrhein, am Hafen und am Schmugglermeer; Eichen-Ulmen-Wald in den Gebieten Belle, Veldesgrund Au/Rhein, Motherer Wörth; Eichen-Hainbuchen-Wald in den Gebieten Weinges Erlich, Oberwald Durmersheim, Preussig Erlen, Lichtenau, Bruchwald Steinmauern; Erlen-Eschen-Wald und Erlenbruch in den Gebieten Plän Erlich, Gradnausbruch, Weinges Erlich, Oberwald Durmersheim.

(e) *Altrhein Kleiner Bodensee*

Der Altrhein Kleiner Bodensee ist von Wäldern umgeben, die bereits zu Zeiten vor der TULLASchen Korrektur existierten. Lediglich die Silberweidenbestände im nordwestlichen Teil gibt es wohl erst seit 1900. Als HPNV sind im Nordwesten ein Silberweiden-Auwald, im mittleren Teil verschiedene Ausbildungen des Eichen-Ulmen-Auwaldes und im südöstlichen Teil nach der Eindeichung seit etwa 100 Jahren ein Kalk-Carpinetum zu nennen. Die Esche (*Fraxinus excelsior*) dürfte vom Menschen gefördert sein, der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) wurde erst vom Menschen eingebracht. Der Silberweiden-Gürtel verhindert offenbar ein Verdriften der Wassernuß- (*Trapa natans*-) Pflanzen, die ihren größten Bestand in Baden-Württemberg hier im Kleinen Bodensee haben (PHILIPPI 1980a; LFU 1996b).

(f) *Rußheimer Altrhein*

Große Eindeichungen zum Hochwasserschutz haben die Standorte am Rußheimer Altrhein nachhaltig verändert. In den hochwasserngeschützten Flächen ist als HPNV fast überall ein buchenreicher Kalk-Hainbuchenwald zu erwarten, der dem Stellario-Carpinetum nahesteht. In der realen Vegetation findet sich dieser Waldtyp im Gemeindewald Rheinsheim verschiedentlich angedeutet. Große Flächen dieses Bereiches werden heute ackerbauartig genutzt. Der Bereich potentieller Ulmen-Auwälder (*Quercu-Ulmetum*) nimmt die alljährlich kurz überschwemmten Standorte ein. Derartige Stellen finden sich großflächig im Vorland zwischen Rhein und Hochwasserdamm. Entlang von Pfinz und Altrhein ist neben dem Ul-

men-Auwald kleinflächig auch ein erlenreicher Auwald (Alno-Ulmion) in Mulden mit ausgeglichenem Wasserhaushalt zu erwarten. Schmale Säume von meist überalterten und kaum noch verjüngungsfähigen Weidenwäldern spielen als HPNV besonders an den früheren Gleithängen des Altrheins eine Rolle (PHILIPPI 1978a, dort auch PNV-Karte, s. Abbildung im Anhang; JORDAN 1978, KRAMER 1978). Zielvorstellungen des Naturschutzes im Gebiet des Rußheimer Altrheins (u.a. Schonwaldbereiche) formulieren MÜLLER & PHILIPPI (1978).

(g) Ketscher Rheininsel

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 6617 mit kleinmaßstäblicher PNV-Karte (PHILIPPI 1972; vgl. BNL NORDBADEN 1967, DILGER & SPÄTH 1985) ist die HPNV am Uferbereich der Ketscher Rheininsel ein Komplex aus Eichen-Ulmen-Auwald und Weiden-Auwald.

(h) Mannheimer Reißinsel

Auf der naturnahen Reißinsel bei Mannheim mit Bann- und Schonwaldbereichen sind ein Silberweiden-Auwald und ein Eichen-Ulmen-Auwald in verschiedenen Ausprägungen als HPNV zu konstruieren. Das Gebiet liegt in der aktuellen Rheinaue, wobei das Hochwasserregime – häufiger, aber kürzer – verändert ist (BÜCKING & KRAMER 1982, BÜCKING 1989, DILGER & SPÄTH 1985).

Der Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) hat sich im nördlichen Oberrheingebiet in empfindlichen Auebereichen in Alno-Ulmion-Gesellschaften (Pruno-Fraxinetum, Querco-Ulmetum) etabliert und verdrängt heimische Baumarten. Auf der Reißinsel (6516/2) löst der Eschen-Ahorn die Silber-Weide (*Salix alba*) als potentiell natürliche Baumart ab (VOGGESBERGER 1992, OBERDORFER 1994).

5.1.2 Kraichgau und Hardtebenen

Im Kraichgau und den Hardtebenen zwischen Saalbach und Pfinz wurden während der letzten Jahrhunderte landschaftsprägende Grabenbau- und -unterhaltungsmaßnahmen auch im Zusammenhang mit Wiesenwässerungen durchgeführt. Es wurden der Pfinzentlastungs- und der Saalbachkanal gebaut (D. HASSLER 1995). In der Randsenke und in feuchten Rinnen der Hardtplatten stellen sich an sehr feuchten Stellen der Erlenbruch, an feuchten Stellen der Erlen-Eschen-Wald und an mäßig feuchten Stellen

der feuchte Eichen-Hainbuchen-Wald ein. In den Bachauen des Kraichgaus finden wir den Erlenbruch nur vergleichsweise selten, dagegen häufig die Erlen-Eschen-Wälder, teilweise aber in anderen Zusammensetzungen als in der Rheinebene (M. HASSLER 1995). Die Aufschlickung der Bäche muß sehr oft geräumt werden, so daß sie zu beiden Seiten von mächtigen Lehmwällen begleitet werden (OBERDORFER 1936).

Die Vegetationskarte Bruchsal von OBERDORFER (1936) stammt noch aus der Zeit vor der Pfinz-Saalbach-Korrektur (vgl. D. HASSLER 1995). In Anlehnung an eine Karte des 'ursprünglichen Waldzustands' (OBERDORFER 1936: 119) sind entlang von Saalbach und Pfinz sowie in der nördlichen Umgebung von Bruchsal Auenwälder der Niederterrasse und des Hügellandes zu erwarten, und zwar der feuchte Eichen-Hainbuchen-Wald, seltener der Erlen-Eschen-Auwald. Zwischen Stafforth und Karlsdorf finden sich schmale Erlenbruchwaldgebiete und nordwestlich von Graben Erlen- und Eichen-Auwälder der Rheinniederung.

Die größeren Bäche des Kraichgaus (Pfinz, Saalbach, Kraichbach, Leimbach oder Elsenz) fließen heute durch Wiesenlandschaften. Sie haben sich in Auelehmablagerungen oft 2-3 m eingetieft. Ihre steilen Ufer bieten kaum Platz für flußgeleitende Auwälder. Schmale Säume mit der Schwarz-Erle, wie sie sich z.B. sehr schön an der Pfinz bei Kleinsteinbach erhalten haben, deuten hier auf einen Erlen-Auenwald, der dem Stellario-Alnetum nahestehen dürfte. Flächig ausgebildete Bestände der Gesellschaft fehlen. Die heute entlang der Bäche vorkommenden Weiden (*Salix alba*, *S. × rubens*) sind anthropogener Ersatz der Erlensäume, noch mehr die Bestände der Hybridpappeln. Die ebenen Talböden selbst werden von Wiesen eingenommen; Wälder haben sich kaum erhalten. Als HPNV sind hier Carpineten und Fageteten anzunehmen. Quellig vernäßte Stellen, wie sie gegen den Rand der Aue anzutreffen sind, tragen heute Großseggenbestände oder Schilfwiesen. Hier ist als HPNV ein Erlen-Eschen-Wald anzunehmen, ganz kleinflächig auch die *Caltha palustris*-*Alnus glutinosa*-Gesellschaft. Als Vorläufer dieser Waldgesellschaften haben sich stellenweise Gebüsche der Grau-Weide (*Salix cinerea*) eingestellt (PHILIPPI 1982a).

Die Vegetationskarte 1:25.000 6916 und die angefügte kleinmaßstäbliche PNV-Karte (G. LANG & PHILIPPI 1972)

zeigen für die rheinnahen Bereiche eine Silberweiden-Aue mit angrenzenden Eichen-Ulmen-Auwäldern. In der anschließenden Randsenke sind anhand von kleinen Restbeständen Bruchwälder aus dem *Alnion glutinosae* zu konstruieren. Die wichtigeren Fließgewässer sind oft geradlinig ausgebaut und kanalisiert. In der Umgebung der Pfingz und der Alb erstrecken sich Wälder des *Pruno-Fraxinetum* und des *Stellario-Carpinetum*.

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 7016 und der begleitenden kleinmaßstäblichen "Naturlandschaftskarte" (OBERDORFER & G. LANG 1952) werden die Alb und weitere kleinere Fließgewässer begleitet von (potentiellen) Erlen-Eschen-Wäldern. Diverse Gewässer wie der Malcher Landgraben sind ausgebaut.

Nach KERN et al. (1992) ist die HPNV entlang des Kehrgrabens bei St. Leon-Rot (TK25 6717) ein bachbegleitender Eschen-Schwarzerlen-Wald.

Der Hartbach ist kanalisiert. Die HPNV des Leimbachs ist ein Erlen-Eschen-Wald, die des Kraichbachs vermutlich ebenfalls. Am Rand der Rheinniederung sind Erlen-Eschenwälder und an den nassesten Stellen kleinflächig auch Erlenbrücher zu erwarten (PHILIPPI 1972).

5.1.3 Argen, Schussen und Wolfegger Ach

TH. MÜLLER & GÖRS (1958), korrigiert bei SEIBERT (1992a): Das Aufnahmen des "Petasiti-Salicetum triandrae" gehören teilweise zum *Salicetum elaeagni*, zur *Salix purpurea*-Gesellschaft und zum *Salicetum triandrae*.

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 8226 Herlazhofen (BAUR 1968a/68) wird die Eschach aktuell von einer Erlen-Eschen-Weiden-Aue begleitet, die stellenweise von "Auenwald" unterbrochen ist. Auch an der Argen findet sich ein "Auenwald". Auf dem Kartenblatt finden sich im baden-württembergischen Teil weitere kleine Vorkommen der beiden genannten Gesellschaftskomplexe. Dazu kommen stellenweise Grau-Erlen-Gebüsche. Vor allem in der Adelegg finden sich sog. Tobelwälder, die wohl dem *Adoxo-Aceretum* zuzuordnen sind (in der HPNV-Manuskriptkarte nicht eingezeichnet). Ähnlich verhält es sich im Gebiet der Vegetationskarte 1:25.000 8326 Isny (BAUR 1968b/67). Die "Auenwälder" setzen sich an der

Argen im Bereich der Vegetationskarte 1:25.000 8225 (BAUR et al. 1969/68) fort.

Im Bereich von Niedermooren mit mineralischem Grundwasser-Boden sind potentielle Bruchwälder zu konstruieren (Moorkarten L 8122, GÖTTLICH 1966; L 8124, GÖTTLICH & STUMPP 1968; Westliche Teile der Blätter L 7926, 8126, 8326, GÖTTLICH & STUMPP 1977; L 8324 Wangen, GÖTTLICH & HOHENSTATTER 1971; L 8322 Friedrichshafen, GÖTTLICH & STUMPP 1975).

Neben vereinzelt Grauerlenwald-Resten findet sich im Bereich der Vegetationskarte 1:25.000 8123 (HAUFF 1962/64) bachbegleitende Vegetation aus dem Bereich des *Alnion glutinoso-incanae*. Entlang der Schussen dürfte auf heute landwirtschaftlich genutzten Flächen eine ähnliche potentielle natürliche Vegetation zu konstruieren sein.

Der montane Tobelwald der Steilhänge im Gebiet der Wolfegger Ach mit herrschender Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und der Weißtanne (*Abies alba*), zu denen je nach Exposition Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*) hinzutreten, geht in den Talsohlen in einen montanen Grauerlen-Wald über. Auf den Auestandorten des oberen Einzugsgebiets der Wolfegger Ach wären natürlicherweise Erlen-Naßwälder zu erwarten, die von Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) dominiert sind, eine untergeordnete Rolle würde auch Trauben-Kirsche (*Prunus padus*) spielen. In der Krautschicht wären unter anderem Berg-Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), Eisenhutblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus aconitifolius*), Märzenbecher (*Leucojum vernalis*) und Gelber Eisenhut (*Aconitum vulparia*) vertreten (SEIFFERT et al. 1995: 406f).

Das Eriskircher Ried würde mit Ausnahme der Wasserflächen und des Röhrichs mit schwarzerlenreichen Wäldern bestanden sein. In Nähe der Fluß- und Seeufer wären wahrscheinlich außerdem das *Salicetum triandrae*, *Salicetum albae*, *Alnetum incanae* und Eschen-Eichenwälder vorhanden (WINTERHOFF 1993).

5.1.4 Bodensee

Der Gesteinsuntergrund des Bodenseebeckens wird im wesentlichen von würmeiszeitlichen Grundmoränenablagerungen, Molasse, kiesigen Flußablagerungen und Beckenton gebildet. Bei relativ warmem und trockenem Klima sind auf den Geschiebemergeln Parabraunerden guter bis mittlerer Basenversorgung weit verbreitet, auf tonreichen Materialien Pseudogleye und in den Niederungen Gleye; basenarme Böden sind selten (RENNERS 1991).

Nach TH. MÜLLER et al. (1974) ist die HPNV des nördlichen Ufer des Bodensees und des südlichen Ufer des Bodanrücks ein Komplex aus Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auwald, im Hinterland stellenweise auch das *Prunopadi-Fraxinetum*.

Bei G. LANG (1990: 193; vgl. auch G. LANG 1969) ist eine PNV-Karte abgebildet, die für weite Bereiche des westlichen Bodenseeufer einen Komplex aus *Quercoulnetum* und *Salicetum albae* angibt. Im Mündungsgebiet der Radolfzeller Aach und der Stockacher Aach erstrecken sich Seggenriede und Röhrichte, die landwärts übergehen in den o.g. Komplex.

Die Ufer des Untersees (Bodensee) werden fast ganz von ausgedehnten Röhrichtern und Seggenrieden beherrscht. Im anschließenden Hochrheintal trifft man auf Auwälder nur noch im Bereich Dogern-Albbruck. Die z.T. überhängenden Steilufer tragen vorwiegend bodenständige Gehölze, die Flachufer Schilfröhricht und anschließend Weidengebüsch. Die restliche Aufläche wird land- oder forstwirtschaftlich genutzt (SOLMSDORF et al. 1975).

Die Moorkarten L 8320 Konstanz (GÖTTLICH & KLÖTZLI 1971), L 8318 Singen GÖTTLICH et al. (1975) und L 8118 Tuttlingen (GÖTTLICH & STUMPP 1976) geben einige Niedermoorvorkommen wieder.

5.1.5 Kaiserstuhl

In der Vegetationskarte 1:25.000 des Kaiserstuhls (ROCHOW 1951) sind Klingen- und Talbereiche oft als *Circaea lutetiana*-Subassoziaton des *Querceto-Carpinetums* dargestellt, was etwa den feuchten Eichen-Hainbuchen-Wäldern entspricht. Vereinzelt findet sich das *Carici remotae-Fraxinetum*. Die Talaue bei Oberbergen wird

vor allem ackerbaulich genutzt. In der HPNV-Übersichtskarte werden Erlen-Eschen-Wälder dargestellt.

Die Altrheinsysteme Breisach-Sasbach und Sasbach-Kappel sind mit einer unterirdischen Rohrleitung verbunden worden, um das saubere und klare Altrheinwasser aus dem oberen System in das untere hinüberzuleiten. Ohne diesen Altrheinverbund am Limberg hätte das nächstfolgende Altrheinsystem mindestens in seiner oberen Zone wegen des tiefliegenden Restrheines keine Neueinspeisung erhalten können (EHLS 1987).

5.1.6 Schwarzwald

Die umfangreiche Arbeit von SCHWABE (1987) betrachtet vor allem fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften, die für den gesamten Schwarzwaldraum von Bedeutung sind. Eine Auswertung dieser gebietsübergreifenden Befunde ergibt folgendes Gesamtbild:

Der bachbegleitende Erlen-Eschen-Wald (*Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*, *Chaerophyllum hirsutum*-Form) ist der weitaus häufigste Waldtyp an den untersuchten Gewässerabschnitten. Die Gesellschaft fehlt in tief eingeschnittenen Waldtälern, deren Gewässer sehr steile Uferpartien haben; hier kann lediglich *Alnus glutinosa* als Einzelbaum auftreten. Zu diesen Tälern gehören z.B. das obere Renchtal, das Neumagental und das Klemmbachtal sowie die Eintiefungsstrecken von Wiese und Wehra. Die anderen steil zum Hochrhein abfallenden Hotzenwaldtäler haben – trotz des tief in den Schluchten liegenden Talbodens – flachere Uferpartien, auf denen ein Streifen dieses Auenwaldes stocken kann. Durch das Schwarza-Staubecken, das die Hochwasserspitzen drosselt, ist die Gesellschaft im mittleren Schwarztal wahrscheinlich gefördert worden. Dafür spricht, daß das *Stellario-Alnetum* im Bereich der Wildwasserstrecken der Wildgutach und Elz fehlt; die Assoziation wird hier durch *Alnus viridis*-reiche Vegetationstypen ersetzt. Eine sehr auffällige Verbreitungslücke besteht im Bereich der kalteuftreichen glazialen Hochtäler (oberes Hauensteiner Alb, Seebachtal), wo das *Alnetum incanae* wächst, und im ebenfalls besonders winterkalten Gebiet der Donauzuflüsse, wo auf zur Versumpfung und Vermoorung neigenden Standorten *Saxilix pentandra*-reiche Vegetationstypen stocken (zur Häufigkeit von Gehölzarten s. SCHWABE 1987: 252). Die

bachbegleitenden Schwarzerlenwälder sind zumeist auf schmale Streifen zwischen Gewässer und landwirtschaftlich genutzter Fläche beschränkt und bilden hier oft nur 1-2 m breite Galeriewaldstreifen beiderseits des Gewässers oder auch nur auf einer Gewässerseite. Das Carici remotae-Fraxinetum ist an kleine, träge fließende Sickerfluren in Quellmulden oder an durchsickerte Schuttkegel im Fagion- oder Tilio-Acerion-Gefüge gebunden.

Die Interpretation von BARTSCH & BARTSCH (1940), das Carici remotae-Fraxinetum begleite in der "Klimaxstufe des Abieto-Fagetum" als Dauergesellschaft die Ufer der kleineren und größeren Waldbäche, ist also falsch.

Im Bereich der größeren Flüsse des Schwarzwald-Westrandes konnten nur im Flußgebiet der Dreisam noch naturnahe Gehölzbestände gefunden werden. Auf einer Flußterrasse zwischen Ebnet und Zarten stockt als letzter Bestand im gesamten Schwarzwald ein Quercu-Ulmetum. Wahrscheinlich ist es auch die HPNV der ehemaligen Terrassen im Gebiet der heute kanalisierten Wiese, Elz, Kinzig, Rench, Murg und Alb (SCHWABE 1987; vgl. MURMANN-KRISTEN 1986). Ein Salicetum albae ist nirgendwo im Schwarzwald ausgebildet.

Kleinflächig finden sich im Schwarzwald auch bodenfeuchte hainbuchenreiche Waldgesellschaften in den sommerwärmeren, schneearmen Fluß- und Bachtälern des Nord-, Mittel- und westlichen Südschwarzwaldes sowie im Hochrhein-Gebiet. Hier siedeln sie auf fast ebenen, noch grundwassernahen und bei Spitzenhochwässern überfluteten Standorten im Bereich von Muldentälern sowie an ausgesprochenen Steilhängen mit Inklinationen bis 40°. Die *Carpinus*-Gesellschaft ersetzt an Steilhängen offenbar in niederen Lagen das Adoxo-Aceretum.

Gut entwickelte Schluchtwälder des Adoxo-Aceretum gibt es vor allem im Bereich der Eintiefungsstrecken im südlichen Schwarzwald. Am eindrucksvollsten und reichsten sind sie in den Schlucht-Abschnitten der zum Hochrhein entwässernden Flüsse Wehra, Alb, Schwarza, Mettma und Schlücht entwickelt. Dem niedrig gelegenen Kinzig-Gebiet fehlen sie fast ganz, und auch im Buntsandsteingebiet des Nordschwarzwaldes treten Schluchtwälder bis auf Fragmente völlig zurück (SCHWABE 1987). MURMANN-KRISTEN (1986) belegte die Gesellschaft vor

allem aus Porphyrgebieten des westlichen Teils. Dort, wo die Flüsse am Hangfuß steil exponierter Schluchtwälder Terrassen geschaffen haben, die nicht oder nur sehr unregelmäßig überflutet werden, oder kleine Hangverflachungen in Ufernähe ausgebildet sind, ist ein 'Auen-Schluchtwald' ausgebildet, der in seiner Artenkombination zwischen Stellario-Alnetum und Adoxo-Aceretum vermittelt (z.B. Schwarza-Tal, unteres Schlüchtal oberhalb der Mettma-Einmündung, mittleres Klemmbachtal) (SCHWABE 1987; dort auch zit. KERSTING 1986).

5.1.6.1 Südlicher Schwarzwald mit Wutach und Feldberggebiet

Grauerlen-Gesellschaften

Fluß- und bachbegleitende *Alnus incana*-Wäldchen sind auf die stark glazial überformten Flußgebiete im Südschwarzwald beschränkt. Ihren Schwerpunkt haben sie im Gebiet der Hauensteiner Alb. Weitere Vorkommen liegen im Bärenental zwischen Feldberg und Titisee (Seebach) sowie bei Ibach und Präg. *Alnus incana*-Bruchwälder kommen am Mathisleweiher bei Hinterzarten, am Windgfällweiher, an der Glashofsäge (Bärenental) und fragmentarisch im Althüttenmoos bei Ibach vor. *Alnus incana*-reiche Gesellschaften stocken in einer Höhenlage zwischen 1100 und 620 m üNN. Die Wutach wird unterhalb der Schattenmühle (650 m üNN), wo die Muschelkalk-Schlucht beginnt, von einem *Alnus incana*-Bestand begleitet. In der oberhalb liegenden Grundgebirgsschlucht konnte *Alnus incana* nur an wenigen Stellen in Begleitung von *Alnus glutinosa* gefunden werden (SCHWABE 1985a, 1985b, OBERDORFER 1949).

Entgegen den Angaben der Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von TH. MÜLLER et al. (1974) fehlen Grauerlen-Wälder im Wiesental und in anderen Hotzenwaldtälern. Das Wiesental war bis auf die Höhe von Mambach (500 m üNN) vergletschert und öffnet sich mit höherem Gefälle zur Oberrheinebene und Burgundischen Pforte. Die Hotzenwaldtälern von Wehra, Hauensteiner Murg, Schwarza, Steina und Schlücht wurden vom Rhein postglazial stark überprägt, tief eingekerbt und entwässern heute zum Hochrhein (SCHWABE 1985a; vgl. BARTSCH & BARTSCH 1940).

Alnus incana kommt im Schwarzwald nur in Gebieten vor, wo *Alnus glutinosa* aus wärme-klimatischen Gründen fehlt. In einer schmalen Übergangszone, die in den kaltluftreichen Tälern etwa bei 700 m üNN liegt, tritt *Alnus glutinosa* auf und vermittelt zum Stellario-Alnetum. Besonders eindrucksvoll zeigt sich die ökologische Sonderung zwischen den beiden Erlen-Arten bei der Betrachtung des Wutach-Flußgebietes vom Feldberg zum Titisee (Seebach) über die Gutach zur Wutach. Zwischen Feldsee und dem Talboden des Bärenhals (Seebach) hat sich bei größerem Gefälle keine Aue gebildet. Hier stockt auf überflutungsfreiem Standort das Luzulo-Abietetum bis an den Gewässerrand. Im Talgrund zwischen knapp 1000 und 850 m üNN bis zum Titisee (Moränenstausee) findet sich das Alnetum incanae, im Gutachtal sowie im Silikatgebiet der Wutachschlucht stocken das Stellario-Alnetum glutinosae und Bestände mit *Salix fragilis* als einziger Weiden-Art (die besten Bestände des Salicetum fragilis; TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997), und mit dem Beginn der Muschelkalkschlucht beginnt auf den dortigen schotter- und kalkreichen Standorten wiederum das Alnetum incanae (SCHWABE 1985a).

Dort, wo *Alnus glutinosa* im Silikatgebiet aus wärme-klimatischen Gründen fehlt und die Standorte schotter- und basenreich sind, kann das Alnetum incanae das Stellario-Alnetum ersetzen. Wo *Alnus glutinosa* auf kalk- und schotterreichem Material an Konkurrenz-kraft verliert, ersetzt das Alnetum incanae im Muschelkalkgebiet der Wutachschlucht das Stellario-Alnetum glutinosae (SCHWABE 1985a).

Im Schwarzwald liegen die Vorkommen des Alnetum incanae in Bachtälern südöstlich und östlich des Feldbergs. Die Artengruppe von *Rubus caesius* weist darauf hin, daß das Alnetum incanae in der submontanen und montanen Stufe ausschließlich auf Kalkstandorten vorkommt (SEIBERT 1992b).

Im Muschelkalkabschnitt der Wutachschlucht greift die Artengruppe auch in die hochmontane Stufe über (SEIBERT 1992b). Nach den geologischen und topographischen Karten streicht der Muschelkalk aber nicht in der hochmontanen Stufe aus (auch Hinweis von TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

In der Vegetationskarte 1:25.000 8114 (OBERDORFER et al. 1982; vgl. BARTSCH & BARTSCH 1940) sind entlang des Seebachs bis zum Titisee und entlang weiterer kleiner Bäche Vorkommen des Grauerlen-Bachuferwalds eingezeichnet. Sie sind hier und entlang des weiteren Verlaufs der Gewässer als potentielle natürliche Vegetation zu betrachten. An anderen Bächen können aber auch Schwarzerlen-Eschen-Wälder vorkommen.

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 8115 (G. LANG & OBERDORFER 1960) und OBERDORFER (1971) werden Gutach, Haslach, Wutach und andere kleine Bäche unter dem Einfluß kalkarmer Böden und kalkarmen Wassers vom montanen Schwarzerlen-Auenwald (Stellario-Alnetum glutinosae) begleitet, der im Kalkgebiet der Wutach stellenweise vom montanen Grauerlenwald unterbrochen wird. Als Pioniergesellschaften finden sich u.a. Weiden-Gesellschaften und die Pestwurz-Uferflur.

Täler mit anderen Vegetationsgesellschaften

Im Ostschwarzwald wächst *Salix pentandra* nicht nur in typischer Vergesellschaftung an Moorrändern (NSG* Schollacher Moor), sondern auch weniger typisch auf quellig durchsickerten Standorten in Bachnähe, z.B. im Bereich des Titisees: Salicetum pentandro-cinereae (OBERDORFER 1992b).

Im Bannwald Schwarzahalden findet sich ein steil eingeschnittenes V-Tal, an dem sich entlang der Schwarza Erlen in der Talaue angesiedelt haben; der Schwarza wird zur Elektrizitätserzeugung allerdings viel Wasser entnommen (DIETERICH 1970).

Der Schneckenbach im Bannwald Flüh südlich von Schönau wird gesäumt von einem Stellario-Alnetum. Der Grenzbach wird begleitet von einem Adoxo moschatellinae-Aceretum (vgl. SCHWABE-BRAUN 1979).

Im NSG Zweribach (TK25 7914, nicht in der HPNV-Karte eingezeichnet) finden sich am gleichnamigen Bach Ausbildungen des Adoxo moschatellinae-Aceretum, insel-förmige Quellfluren (Cardamino-Chrysosplenietalia) und bandförmig bachbegleitende Hochstaudenfluren (Molinietalia), die als eigenständige Elemente an Sonderstandorten in andersartige Waldgesellschaften eingebettet sind (vgl. LUDEMANN 1992).

Die Wiese wird begleitet von einem Streifen Erlen-Eschen-Walds (Stellario-Alnetum). Im ausgebauten Bereich im unteren Wiesetal verdrängen Indisches Springkraut (*Impatiens glandulifera*) und Spitzblättriger Knöterich (*Polygonum cuspidatum*) einheimischen Uferbewuchs (SCHWABE 1987, auch zit. in GIEBÜBEL 1993).

5.1.6.2 Westlicher, Mittlerer und Nördlicher Schwarzwald

Täler und Flüsse im Raum Freiburg i. Br.

In den etwas breiteren Tälern bildet der Hainmieren-Schwarzerlen-Auwald mit *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa* und *Acer pseudoplatanus* meist nur noch einen schmalen Galeriewald entlang der Fließgewässer, während der übrige Teil der Aue in Grünland (meist *Calthion*; in Hochlagen Geranio-Trisetetum, schriftl. Mitt. TH. MÜLLER 1997, vgl. ELLENBERG 1996) umgewandelt ist. In Talweitungen der größeren Schwarzwaldtäler z.B. der Kinzig, Elz, Dreisam und Wiese steht er im Wechsel mit dem frischen bis feuchten Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald mit Zittergras-Segge (*Carex brizoides*) (TH. MÜLLER et al. 1974).

Die Dreisam und ihre Zuflüsse oberhalb Freiburgs werden nach der Vegetationskarte 1:25.000 8013 (OBERDORFER & G. LANG 1957, OBERDORFER 1957) von Gehölzen begleitet, in denen die Schwarzerle eine dominierende Stellung einnimmt. Im Zastler Tal (DENZ 1991) findet sich das Carici remotae-Fraxinetum in der montanen Stufe.

Der Leopoldskanal wurde zwischen 1837 und 1842 gebaut. Er faßt die Hochwässer von Elz, Glotter und Dreisam zusammen und leitet diese ab Riegel/Kaiserstuhl gebündelt über den 12 km langen, schnurgeraden Kanal in den Rhein (WOLF 1977).

In der Freiburger Bucht sind die meisten Erlen-Eschen-Waldvorkommen durch Grundwasserabsenkung mehr oder weniger stark gestört bzw. im Absterben begriffen. Auch Bestände zwischen Lahr und Baden-Baden sind gestört (HÜGIN 1990). Zu möglichen naturschutzorientierten Verbesserungsmaßnahmen der Dreisam vgl. z.B. GIEBÜBEL (1993).

Östlich von Landeck und nördlich von Emmendingen (TK25 7813) werden Bäche von einem Carici remotae-Fraxinetum oder einem Stellario-Alnetum begleitet (SSYMANK 1991). Der Brettenbach in/bei Emmendingen ist heute nur noch als bedingt naturnah bis naturfremd zu bezeichnen, nachdem er noch bis vor 120 Jahren größtenteils von Wald begleitet worden war (KALYTITA 1994).

Gewässer des Mittleren und Nördlichen Schwarzwaldes

In der Vorbergzone des Nordschwarzwalds sind die Galeriewäldchen aus Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und Bruch-Weide (*Salix fragilis*) oft die einzigen – die Landschaft prägenden – Reste der ehemals flächendeckenden Wälder. In den geschlossenen Wäldern der submontanen und montanen Stufe führen die Erlen und Eschen, meist von Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) begleitet, an Waldquellen und Waldbächen ein unauffälliges Leben. Während im Südschwarzwald Erlen-Eschen-Bestände noch oberhalb von 1000 m an Bächen zu finden sind, liegt ihre Obergrenze hier bei ca. 700 m, wo die nährstoffarmen Böden der Buntsandsteinstufe beginnen. Die Erlen-Eschen-Bestände können im Nordschwarzwald drei Gesellschaften zugeordnet werden:

- Carici remotae-Fraxinetum an Quellmulden oder dauernd feuchten Seitenmulden (Ausbildung der Vorbergzone, ärmere Ausbildung der submontanen bis montanen Stufe),
- Stellario-Alnetum als Saum von kleinen, kühlen und klaren Gebirgsbächen und -flüssen,
- *Ficaria verna-Alnus glutinosa*-Gesellschaft der Bachauen der Vorbergzone.

In den breiteren Auen der Vorbergzone und der größeren Schwarzwaldflüsse sind anschließend an die Erlenstreifen bzw. an die Weichholzauenfragmente mit *Salix purpurea*, *S. viminalis* u.a. Eichen-Ulmen- und Eichen-Hainbuchen-Wälder zu erwarten. Diese Flächen sind aber fast vollständig in Wiesen und Äcker umgewandelt. Flüsse wie die Murg sind von Hochwasserdämmen eingefäßt (MURMANN-KRISTEN 1987).

Im Wolfachtal und seinen Nebentälern (TK25 7515/7516) sind nach ZIMMERMANN (1992) Erlen-Eschen-Wälder weit verbreitet. In den niederschlagsrei-

chere Zonen des oberen Wolfachtals ist der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) in einer besonderen standörtlichen Ausbildungsform vertreten. An langsam fließenden Bachabschnitten ist die Trauben-Kirsche (*Prunus padus*) eingesprengt. Als Mantelgesellschaften finden sich das *Salicetum auritae* und anthropogen gefördert Hasel-Gebüsche.

Bachbegleitende Schwarzerlen-Gesellschaften sind nach der Vegetationskarte 1:25.000 7416 (BAUR 1963/64) überall entlang der Murg und zum Teil auch noch in den Nebentälern wie dem Schönmünzachtal anzutreffen. Auf die Erhaltung der Erlen wurde schon früh großer Wert gelegt. Der Auenwald war wohl die einzige Waldgesellschaft, die schon zur Zeit des Holländer-Holzhandels schonend behandelt wurde.

In der relativ alten Vegetationskarte 1:25.000 7315 (OBERDORFER 1938) sind nur wenige "bachbegleitende Eschenwälder (*Carici remotae-Fraxinetum*)" eingezeichnet. An vielen Bächen des Berglandes finden sich Signaturen der angrenzenden Waldgesellschaften aus dem Bereich des Fagion, die bei entsprechender Talenge ohne morphologische Aue der potentiell natürlichen bachbegleitenden Vegetation entsprechen können. In den landwirtschaftlich genutzten Talböden sind Äcker oder diverse Grünlandtypen verzeichnet, die vermutlich Ersatzgesellschaften von Erlen-Eschenwäldern sind.

An Acher und Enz wurden in den 1930er und 1940er Jahren Umbaumaßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes vorgenommen (D. HASSLER 1995).

Das Kleine Sulzbächle südlich und westlich von Bühl (TK25 7214/7314) zeigt als HPNV einen Bach-Eschen-Erlen-Wald in einer Umgebung aus Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchen-Wald, Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald und Erlen-Bruchwald (KERN et al. 1992).

Die HPNV am Kamm bach westlich von Appenweiler (TK25 7413) ist ein Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Auwald (KERN et al. 1992).

Der Maisenbach südöstlich von Marxzell (TK25 7116), ein montaner Silikatbach auf etwa 300 m üNN, fließt durch eine Wiese; die Ufer mit wenigen Gehölzen,

meist Schwarz-Erlen, sind teilweise mit Steinblöcken befestigt (SOLTAU 1993a, b).

5.2 Das Neckargebiet

5.2.1 Neckar

Der Mittlere Neckar ist nahezu vollständig kanalisiert. Naturnahe Bereiche sind nur in geringstem Umfang erhalten und werden zudem durch Freizeitansprüche verschiedenster Art genutzt (vgl. BUCHMANN et al. 1982). Dennoch konstruieren TH. MÜLLER et al. (1974) etwa zwischen Neckartenzlingen und Cannstatt sowie zwischen Heilbronn und Gundelsheim als HPNV Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auwälder.

Im NSG Kirchheimer Wasen sind noch kleinflächig Reste eines Komplexes aus Weichholz-Auen und Hartholz-Auen erhalten (U. LANG 1990).

5.2.2 Enz, Nagold und Würm

An Enz, Nagold und Würm konnte eine beherrschende Stellung des Indischen Springkrauts (*Impatiens glandulifera*) nicht beobachtet werden. An gehölzarmen Abschnitten vor allem der Enz, aber auch an der Nagold und an einer Stelle der Würm gelangt der Spitzblättrige Knöterich (*Polygonum cuspidatum*) zur absoluten Dominanz (SCHULZ et al. 1995).

Die Enz wurde 1990/91 im Stadtgebiet Pforzheim möglichst naturnah umgestaltet (ZENTRALER FACHDIENST 1991). In den folgenden Jahren wurde eine Erfolgskontrolle durchgeführt (HOHMANN & KONOLD 1995; HOHMANN, KONOLD et al. 1993, 1994). Naturnahe Zustände wurden bislang nur bedingt erreicht.

An den Goldbach in Sindelfingen, der ursprünglich offenbar von Erlen gesäumt war, ist die Siedlungsfläche vorgeedrungen. Ein naturnaher Ausbau folgte. Für Pflanzmaßnahmen wurden auch nicht standortsheimische Arten verwendet (KNÖLLER 1986).

Nach TH. MÜLLER et al. (1974) ist an der Enz bei Pforzheim ein Komplex aus Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auwald als HPNV zu konstruieren. An der Würm bei Würm (Lkr. Pforzheim) beschrieb LOHMEYER (1957) das *Stellario-Alnetum glutinosae*.

5.2.3 Glems

Der Oberlauf der Glems (TK25 7220), einem Karbonatbach, wird von einem naturnahen Schwarzerlenwald begleitet, wie er für Bäche des Hügel- und unteren Berglandes wie auch des Flachlandes typisch ist. Wichtige begleitende Gehölzarten sind Trauben-Kirsche (*Prunus padus*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) (SOLTAU 1993a, b).

5.2.4 Südwestalb und Albvorland

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 7818 (HAUFF & SEBALD 1977) ist aus den noch vorhandenen Vorkommen an den Fließgewässern auf eine HPNV von Eschen-Erlenwäldern zu schließen. In den Wäldern finden sich aktuell noch zahlreiche Vorkommen des Carici remotae-Fraxinetum, außerhalb der Wälder an den Bächen schmale Gehölzsäume als Reste der ehemals die Talsohlen bedeckenden Auwälder.

5.2.5 Oberer Neckar und Glatt

In der Vegetationskarte 1:25.000 7617 (SEBALD 1966) sind entlang von Oberläufen kleinerer Bäche Schluchtwälder verzeichnet, die dem Adoxo-Aceretum zuzurechnen sind. Die eigentlichen Talauen sind meist landwirtschaftlich genutzt. Als HPNV der bachnahen Bereiche sind Bach-Erlen-Eschen-Gehölze verschiedener Typen bzw. am Neckar und an der Glatt Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auwälder zu konstruieren.

5.2.6 Dießener Bach

Der Oberlauf des Dießener Baches (TK25 7517) zwischen Quelle (530 m üNN) und 515 m üNN wird als montaner Karbonatbach von Bach-Eschen-Wäldern begleitet. An anderen Stellen fließt der Bach als Wiesenbach, meist mit einseitigen Galeriewald (SOLTAU 1993a, b).

5.2.7 Gewässer im Landkreis Tübingen

Nach TH. MÜLLER et al. (1974) ist am Neckar im Raum Tübingen als HPNV ein Komplex aus Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auwald zu konstruieren. Restbestände von Weiden und Ulmen in der aktuellen Vegetation (eig. Beob., SEBALD 1969, BUCHMANN & BINDER 1976) bestätigen dies. Die kleineren Fließgewässer werden begleitet von Erlen-Eschen-Gehölzen (SEBALD 1969), die auch der HPNV entsprechen dürften.

Nach SAUER (1989) finden sich im Goldersbachtal bei Bebenhausen (TK25 7420) der Erlen-Eschen-Auwald (Pruno-Fraxinetum; nach TH. MÜLLER [schriftl. Mitt. 1997] handelt es sich hierbei aber teilweise um ein Stellario-Carpinetum und zum anderen Teil um ein Adoxo-Aceretum.), kleinflächig Winkelseggen-Erlen-Eschenwald (Carici remotae-Fraxinetum) und ein kleiner Bestand der *Caltha palustris-Alnus glutinosa*-Gesellschaft.

Nach LUDWIG (1979) wird die 'potentielle natürliche Vegetation' Vegetation der Wiesaz von SEBALD (1969) dargestellt, wobei aber über die Wälder an der Wiesaz weder im Text noch in der Karte etwas ausgesagt wird, da diese nicht im Maßstab 1:50.000 darstellbar sind und es sich außerdem um die reale Vegetation handelt (Hinweis von TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997). Für den Albtrauf (Genkingen-Gönningen) gibt SEBALD (1969) einen montanen Ahorn-Eschen-Ulmen-Wald mit Arten wie Bärlauch (*Allium ursinum*), Hohlem Lerchensporn (*Corydalis cava*), Wildem Silberblatt (*Lunaria rediviva*) und anderen an. Diese Kennarten dürften auf einen Eschen-Ahorn-Steinschutthangwald (Fraxino-Aceretum pseudoplatani) mit Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) und Wildem Silberblatt (*Lunaria rediviva*) hinweisen. Die Gesellschaft könnte auch auf den Talbereich übergreifen, wobei in Bereichen mit hoch anstehendem Grundwasser ein Alnetum incanae zur Ausbildung käme. Die Grau-Erle (*Alnus incana*) wird von SEBALD (1969) angeführt und durch GERN & SCHMID (in LUDWIG 1979) bestätigt. Im collinen Bereich sind entlang des engeren Wiesaz-Bereiches folgende Gesellschaften ausgebildet: Im oberen Böschungsbereich stockt das Stellario holostaeae-Carpinetum betuli. Das Grundwasser liegt hier unterhalb des Wurzelbereichs. Der vordere Bereich wird im wesentlichen von der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) und der Esche (*Fraxinus excelsior*) eingenommen. Dieser Bereich wäre dem Stellario nemorum-Alnetum glutinosae zuzuordnen. Diese Gesellschaft ist wohl auch im Naturzustand nur als schmales Band ausgebildet. Für den weiteren Talraum gibt SEBALD (1969) Glatthaferwiesen bzw. Kohldistel-Glatthaferwiesen an. Es ist zu vermuten, daß diese Bereiche potentiell von entsprechenden Ausbildungsformen der Eichen-Hainbuchenwälder (Galio sylvatici-Carpinetum betuli) bestockt wären (LUDWIG 1979). Es handelt sich bei LUDWIGS (1979) Angaben um Artenlisten ohne Berücksichtigung der Höhenzonierung am Gewässerquerschnitt und im Längsverlauf,

weshalb diese Angaben unter Vorbehalt zu betrachten sind. Im Weißjura-Bereich der Wiesaz finden sich die Grau-Erle bzw. das Adoxo-Aceretum; erst im Braunjura-Bereich findet sich die Schwarz-Erle (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

An der Starzel ist nach BIERKAMP et al. (1985) eine *Alnus incana*-*Alnus glutinosa*-Gesellschaft ausgebildet, wobei die Grau-Erle vermutlich natürlich vorkommt.

FABER (1937) belegt das Carici remotae-Fraxinetum im Dufelbachtal am Spitzberg bei Tübingen. Das Pruno-Fraxinetum benannte er an diversen Stellen im Rammert, am Spitzberg [vermutlich handelt es sich hier um eine Fehlinterpretation, richtiger ist wohl Stellario-Alnetum; Anm. d. A.].

5.2.8 Echaz

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 7521 (FABER 1958) erstrecken sich entlang der Bäche noch abschnittsweise Bach-Eschen-Wälder und Erlensäume. Sie stellen hier und in den landwirtschaftlich genutzten Talauen die HPNV dar. Am Oberlauf der Echaz fehlt aber offenbar die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) (STÄRR mdl. Mitt.).

5.2.9 Erms

Auch am Oberlauf der Erms fehlt offenbar die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) (STÄRR mdl. Mitt., eig. Beob.). Ansonsten sind für das Gebiet als HPNV Erlen-Eschen-Gehölze zu konstruieren.

5.2.10 Lauter

Die Rohrach südlich von Neidlingen fließt in ihrem Oberlauf - zwischen etwa 630 und 490 m üNN (TK25 7423) - durch einen Kalkbuchenwald. Das Tal ist ausgeprägt eingeschnitten, vorzugsweise in Bachnähe treten eingestreute Exemplare von Berg-Ulme (*Ulmus glabra*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) auf. An einigen Stellen schließt sich dicht ans Ufer auch eine Fichtenschonung an. Hochwasser tritt bei der konstanten Wasserführung dieses Karstbaches kaum auf, und höhere Wasserstände erfassen wegen der Steilheit der Ufer nur sehr schmale Bereiche (SOLTAU 1993a, b).

5.2.11 Fils

Am Oberlauf der Fils fehlt offenbar die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) (STÄRR mdl. Mitt.). An ihrem Mittel-

und Unterlauf sind nach TH. MÜLLER et al. (1974) als HPNV Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auwälder zu konstruieren.

5.2.12 Rems

BÜCKLE (1989) kartierte entlang von zahlreichen Bächen in der südlichen Umgebung von Winnenden (TK25 7122 Winnenden) bachbegleitende Erlen-Eschen-(Weiden-)Säume.

Der Bärenbach (TK25 7123), ein 6 km nordöstlich von Schorndorf verlaufender montaner Karbonatbach, fließt durch einen artenreichen Laubmischwald mit hohem Anteil der Rotbuche (*Fagus sylvatica*). Stellenweise sind auch Fichtenschonungen vorhanden, die bis an das Ufer reichen (SOLTAU 1993a, b).

Im Auwald Remswasen findet sich am Remsufer kleinflächig ein Silberweiden-Auwald. Die höheren Lagen der Remsau werden von einem Grauerlen-Wald besiedelt, wobei aber nicht geklärt ist, ob die Grau-Erle im östlichen Albvorland heimisch ist. Beim Übergang von der Aue zum Talhang findet sich entlang eines ehemaligen Remslaufes eine Randsenke mit einem Traubenkirschen-Erlen-Wald (RODI et al 1979).

5.2.13 Sulm

Nach KERN et al. (1992; TK25 6821) ist die HPNV im Sulmtal ein Eichen-Ulmen-Auwald und ein Silberweiden-Auwald; im Seitental des Eberbachs wird ein Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Auwald konstruiert.

5.2.14 Mainhardter Wald und Rot

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 6923 sind an den Sohlen der Bachtälchen sowie in breiteren Tälern Erlen-Eschenwälder verschiedener Typen vorhanden (SEBALD 1974), die als HPNV zu betrachten sind. An rutschenden Hängen im Bereich des Knollenmergels und der unteren Bunten Mergel entstehen gelegentlich kleinflächig durch Aufstauung des rutschenden Bodens abflußlose, wassergefüllte und allmählich verlandende Mulden, an denen sich Bruchwälder etablieren können.

5.2.15 Murr

Die HPNV an der unteren Murr im Bereich von Steinheim dürfte je nach Ausbauzustand das Ribeso sylvestris-

Fraxinetum mit einem stellenweise vorgelagerten *Salicetum albae* sein (vgl. TH. MÜLLER 1985a, 1991).

5.2.16 Kocher und Jagst

In Hohenlohe beherrschen Schwarz-Erlen (und Eschen) entlang der Bäche und als Saum wasserführender Dolinen das Erscheinungsbild. In der Kocheraue fehlen in der realen Vegetation Wälder bis auf einen kleinen Erlenbruch bei Braunsbach.

Streifen mit dominierender Schwarz-Erle und Eschen begleiten die schmalen, schwach eingeschnittenen Oberläufe der Bäche im Lettenkeuper, die im Sommer oft längere Zeit trockenfallen. Mit dem Eintritt in den Muschelkalk und der damit verbundenen stärkeren Einkerbung werden sie durch eschenreiche Schluchtwälder ersetzt. Erhalten sind heute nur noch wenige Vorkommen, fast immer entweder in Wäldern oder an Waldrändern. Auf der Kulturfäche sind die Bachläufe begradigt und kanalisiert oder verdolt und zugeschüttet. Im Bereich der Kocheraue kommt es an Hangfüßen häufiger zur Bildung von Quellsümpfen mit der *Caltha palustris-Alnus glutinosa*-Gesellschaft. Größere Weidengebüsche finden sich entlang des Kochers. Sie begleiten häufig zusammen mit Schwarz-Erlen, seltener Eschen und gepflanzten Hybridpappeln als dichter Saum den Fluß und umgeben seine noch wassergefüllten Altarme. An vielen nicht verbauten Stellen bricht die 1-2 m hohe Uferböschung fast senkrecht ab. Sie besteht zum großen Teil aus Schwemmlerchen. Ihr ist in nicht aufgestauten Bereichen ein schmaler Kiesstreifen vorgelagert, der nur bei Niedrigwasser trockenfällt und meist nicht bewachsen ist. Daneben gibt es flachere kies- und sandreiche Uferabschnitte, die aber auch rasch ansteigen und schon wenige Meter vom Ufer entfernt nur noch selten überschwemmt werden. Die in und oberhalb der Böschung wurzelnden Weiden würden an solchen Standorten unter natürlichen Bedingungen wegen ihrer Konkurrenzschwäche und ihrer Eigenschaft als Lichtkeimer auf nackten und feuchten Böden durch andere Baumarten verdrängt; stellenweise steht sogar die Buche nur wenige Meter vom Ufer entfernt. Weiden können hier wegen der randlichen Beschattung nicht aufkommen. In den flachen Teilen der Aue ist in Mulden mit Stiel-Eiche, Hainbuche, Esche und Berg-Ahorn, an sehr feuchten Standorten mit Schwarz-Erle zu rechnen. Auf instabilen Kiesbänken und Kiesinseln können sich v.a. als Übergangsgesellschaften

Weidengebüsche (*Salix triandra*, *S. viminalis*, *S. purpurea*, *S. fragilis*, *S. × rubens*) ansiedeln (NEBEL 1986).

LIBBERT (1939) beschreibt an Klingen im mittleren Kocher- und Jagsttal nasse Eichen-Hainbuchen-Wälder mit vielen Eschen und wenigen Schwarz-Erlen.

An der Lein (Nebenfluß des Kocher) ist das bei RODI (1960) beschriebene *Sphagno-Alnetum glutinosae* eine verhältnismäßig seltene Spezialistengesellschaft. Sonst hat man an den Bächen das *Stellario-Alnetum* (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997). RODI (1960) benennt für das Einzugsgebiet der Lein aus dem Alno-Ulmion das *Carici remotae-Fraxinetum*, das *Equiseto telmateiae-Fraxinetum*, das *Alnetum incanae*, das *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*, das *Pruno padi-Fraxinetum* sowie Bruchwälder des *Alnion glutinosae*.

Die Gronach und der Entenbach NO Crailsheim waren früher fast durchgehend von einem Saumwald begleitet, in dem Esche und Schwarz-Erle dominierten (KONOLD & OBERMANN 1983).

5.2.17 Unteres Neckarland, Elsenz und Schwarzbach

Nach SCHWARZ (1941) erstreckt sich entlang des Neckars ein relativ schmaler Streifen von Auengebieten. Die Elsenz mit Schwarzbach südlich von Neckargemünd, der Leimbach und Kraichbach zwischen Wiesloch und Rhein sowie der weitere Rheinbereich selbst zeigen breitere Streifen von Auengebieten, in denen Eichen-Hainbuchen-Wälder, Silberweiden-Schwarzpappel-Wald u.a. Gesellschaften fußen. Bei TH. MÜLLER et al. (1974) wird für die mittlere Elsenz als HPNV Eichen-Ulmen- und Silberweiden-Auwald angegeben.

5.2.18 Odenwald

Beim Ausbau der Elz (1958) oberhalb von Mosbach wurden vorhandene Gehölze einer 'Schwarzerlen-Uferau' teilweise belassen und entstehende Lücken mit Junggehölzen geschlossen. Neben einem Ufersaumwall ist ein Hochwasserbett abgegraben worden (WOLF 1977; MESSMER 1960, 1969).

WEIBBECKER (1993) beschreibt für den Odenwald Vorkommen des *Carici elongatae-Alnetum glutinosae*, des

Sphagno-Alnetum glutinosae, des Carici remotae-Fraxinetum, des Stellario nemorum-Alnetum glutinosae und des Stellario holosteae-Carpinetum betuli. Die Natürlichkeit von Gebüsch mit der Mandel-Weide (*Salix triandra*) ist fraglich. Das Carici remotae-Fraxinetum kommt in verschiedenen Ausbildungen im baden-württembergischen Teil vor allem im westlichen Odenwald auf dem dortigen basischen Gabbro und dem \pm neutralen Diorit vor. Das Sphagno-Alnetum glutinosae fußt auf Unterem und Mittlerem Buntsandstein im südlichen Odenwald. Das Stellario nemorum-Alnetum glutinosae zeigt sich in verschiedenen Varianten an verschiedenen größeren und meist auch stärker eutrophierten Bächen der breiteren, landwirtschaftlich genutzten Täler, wo es nur einen schmalen Streifen entlang der Bäche einnimmt. Im südöstlichen Odenwald an der Itter findet sich die *Carex brizoides*-Variante der typischen Subassoziation des Stellario-Alnetum.

Das Wiesenbächle bei Robern und Krumbach (TK25 6520/6521) fließt über den Hagenbach zur Elz; die HPNV ist in seinem Quellbereich ein Quell-Erlenwald und anschließend ein Erlen-Eschen-Wald (KERN et al. 1992).

U.a. an der Itter oberhalb Eberbach (Lkr. Pforzheim) beschrieb LOHMEYER (1957) das Stellario-Alnetum glutinosae.

5.3 Das Donaugebiet

Im Rahmen des Integrierten Donauprogramms wurden seit Ende der 1980er Jahre zahlreiche Untersuchungen v.a. von der Universität Hohenheim durchgeführt (KONOLD et al. 1989, 1991, 1991, 1994).

Nach KONOLD (1994; vgl. KONOLD 1993) hatten sich während der Völkerwanderung die zu 70% von Eichen dominierten Auenwälder erholt. Unter der vorausgegangenen Herrschaft der Römer waren durch Rodung und intensive ackerbauliche Landnutzung der Hochwasserabfluß und der Geschiebehalt stark verändert worden, was zu mächtigen Ablagerungen in der Aue geführt hatte. An der obersten Donau hat es nie eine ausgedehnte Weichholz-Aue gegeben, sondern lediglich eine Eichen-Eschen-Ulmen-Ahorn-Aue. Zu Zeiten, in denen die Bildungsbedingungen für eine Weichholz-Aue gegeben gewesen

wären, nämlich nach der Landnahme mit entsprechender Erosion, mit Hochwassern und Stoffumlagerungen, war die Aue schon weitgehend gerodet und genutzt. Sie hatte wahrscheinlich damals schon ein Aussehen wie rund 1000 Jahre später.

Von der ursprünglichen Donau sind heute nur noch wenige Altwässer vorhanden. Diese werden in der Regel von Gießbächen und dem anstehenden Grundwasser gespeist. Die ursprüngliche Donaulandschaft mit weiten Mäandern, Prallhängen mit Uferabbrüchen und Gleithängen mit Auflandungsflächen, unregelmäßigen Querschnitten, Kiesbänken, seichten Stellen, tiefen Kolken soll in zugewiesenen Bereichen wiederhergestellt werden. Ebenso werden verschiedene Stadien der Altarmbildung ermöglicht. Je nach Standort können sich Auwaldbereiche entwickeln, Aufschüttungen durchlässiger Kiese können zur Ausbildung trockener Standorte führen (OBERGFÖLL et al. 1992). BERTSCH (1907) beschreibt Standorte und Vegetation flußnaher Trockenstandorte.

Nach TH. MÜLLER et al. (1974) ist ab dem Zusammenfluß von Brigach und Breg zur Donau bis etwa Geisingen ein Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald als HPNV anzunehmen, ebenso im Donauried (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997); in den Donau-Abschnitten zwischen Blochingen und Riedlingen und weiter flußabwärts zwischen etwa Munderkingen bis zur Landesgrenze nach Bayern sind Komplexe aus Eichen-Ulmen- und Silberweidenwäldern als HPNV zu konstruieren (vgl. auch FRANK et al. 1995, STUMPP & SZEPTYCKI 1989).

Im Bereich des Oberlaufs der Donau geben die Moorkarten L 8118 Tuttlingen (GÖTLICH & STUMPP 1976) und Baar (GÖTLICH & STUMPP 1978) sowie im Bereich Ulm die Moorkarte L 7526 Günzburg (GÖTLICH et al. 1980) einige Niedermoorvorkommen wieder, in denen Bruchwälder als HPNV anzunehmen sind.

Die Sohlen des Donautales und auch der größeren, wasserführenden Seitentäler wie Bära- und Lipbachtal sind seit alter Zeit entwaldet und landwirtschaftlich genutzt. Auwaldartige, flächenhafte Bestände sind nur wenige vorhanden und meist nur fragmentarisch ausgebildet. An der Donau finden sich Reste eines Eschen-Auwaldes. Auch die Grau-Erle ist gelegentlich beteiligt. Die einheimische

Schwarzpappel (*Populus nigra*) wurde nicht gefunden. Auf den jungen Talböden der Donau-Aue im Bereich des geplanten Naturparks Obere Donau, die noch regelmäßig überschwemmt und heute von Auwiesen eingenommen werden, bilden Eichen-Ulmen-Wald (*Quercu-Ulmetum*) und auf den durch Überschwemmungen stärker und häufiger beeinflussten Standorten der Silberweiden-Auwald (*Salicetum albae*) die heutige potentielle natürliche Vegetation. Insbesondere im Donautal oberhalb von Mühlheim-Tuttlingen bewegen sich beide Waldtypen bereits nahe an ihrer Höhengrenze, so daß Höhenformen dieser Gesellschaften angenommen werden müssen. Einigermaßen typische Bestände dieser Auwald-Gesellschaften können entlang der Donau wohl erst unterhalb von Sigmaringen als HPNV in den Donau-Auen gelten. Darüber hinaus stellen diese Auen-Gesellschaften zumindest in kleinflächiger Ausbildung auch an der unteren Ablach und am Unterlauf der Lauchert auf Auen-Standorten die HPNV. Als flußseitiges Mantelgebüsch und somit als Bestandteil der HPNV sind der Silberweiden-Aue das Mandelweiden-Gebüsch (*Salicetum triandrae*) sowie Röhrichte, Laichkraut-Gesellschaften bzw. Schwimmblattgesellschaften vorgelagert. Insbesondere auf den gegenwärtig immer noch stark vom Grundwasser beeinflussten Anmoor- und Naßgleyen des Mengen/Riedlinger Donaubeckens, der 'Pfaffenwiesen' südöstlich von Dollhof sowie des oberen Faulenbachtals (Dürbheimer Ried) bildet eine Höhenform ohne Beimischung der Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) des Traubenkirschchen-Erlen-Eschen-Waldes (*Pruno-Fraxinetum*) die HPNV. Stellenweise finden sich auch Bruchwald-Standorte und primär waldfreie Niedermoore (QUINGER 1995; SEBALD 1983, Vegetationskarte 1:25.000 7919).

Ein Profil der Donauaue bei Herbertingen findet sich bei ESKUCHE (1955). Nach ESKUCHE würden mehrere Ausbildungsformen eines Grauerlen-Auenwaldes das griesige Ablagerungsmaterial bedecken, "wie es das Studium der zahlreich vorhandenen Weidengebüsche zeigt und wie sich davon an der Iller noch Bestände erhalten haben" [vgl. hierzu Kap. Donau/Iller: demnach wird es sich wohl auch um ein *Quercu-Ulmetum* handeln; Anm. M.K.]. Die Lehmaue hätte als Wald einen Laubmischwald (*Carpinion*, *Alno-Ulmion*) mit vorwiegend Esche, Stiel-Eiche, Berg- und Spitz-Ahorn in der Baumschicht. In der Randsenke darf man wohl auf Schwarzerlen-Bruchwälder schließen.

Im Gebiet des NSG Flußlandschaft Donauwiesen zwischen Riedlingen und Zwiefaltendorf wuchsen naturgemäß Auwälder. Im Quellgebiet der ganzjährig stark schüttenenden Braunsel (NSG Braunsel) finden sich ausgedehnte Schilf- und Seggenbestände. Im Bereich Taubes Ried/Hirschhalde bei Ulm-Gögglingen finden sich Reste eines typischen Weichholz-Auewaldes. Vereinzelt sind auch Arten der Hartholz-Auen in einer landwirtschaftlich zum Teil intensiv und als Ausbaggerung genutzten Umgebung anzutreffen (OBERGFÖLL 1994).

Die Ufer des Donau-Altarms bei Laiz (Sigmaringen) werden von einem schmalen Weiden-Saum (v.a. *Salix purpurea* und Bastarde; auch *S. cinerea*, *S. viminalis*, *S. triandra*, *S. × rubens*, *S. alba*) begleitet, dem sich an der Nordseite ein Ahorn-Eschen-Wald anschließt (SCHÜTZ 1991).

Im Alpenvorland haben sich über basenreichem Untergrundgestein großflächige kalk- und nährstoffreiche Niedermoore gebildet, oft verbunden mit kleinflächigen Übergangs- und Hochmooren. Durch landwirtschaftliche Nutzung sind die Böden verändert worden. Naße Böden tragen Erlenbruchwälder (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*) und Niedermoorgesellschaften (*Caricion fuscae*), nach Entwässerung geht die Entwicklung zu Traubenkirschchen-Erlen-Eschenwäldern über (*Pruno padi-Fraxinetum*) (RENNERS 1991).

5.3.1 Breg

Die Breg bei Hüfingen ist mit Steinmatten und Steinsatz gesichert. Sie sind geschlossen bepflanzt worden (WOLF 1977).

5.3.2 Baar

In der Riedbaar ist das *Pruno padi-Fraxinetum* als HPNV vertreten (vgl. TH. MÜLLER et al. 1974).

REICHELT (1995, nach REICHELT 1972) gibt als PNV für die Baar entlang von Donau, Brigach, Breg und kleineren Fließgewässern undifferenziert Auwälder und Bach-Eschenwälder (*Alno-Ulmion*, *Salicion*) an.

5.3.3 Bära, Schmeie und Schmiecha

Entlang der schmälere und bereits bachartigen Fließchen Schmeie und Bära kann man die Silberweiden-Aue als HPNV wohl nur noch stellenweise und in fragmentari-

scher Ausbildung erwarten, allenfalls in Talerweiterungen ist ein (klein)flächiges Auftreten dieser Gesellschaft noch möglich. Ansonsten bildet entlang der Bachläufe wie Lipbach, Obere und Untere Bära, teilweise auch der Schmieie, ein Bachauwald als galerieartiger Saum die HPNV, den SEBALD (1983) als Eschen-Auwald bezeichnet und in dem neben der Esche die beiden Erlen-Arten, Berg-Ahorn und Baumweiden (*Salix × rubens*) die Baumschicht bilden. In den 'Galgenwiesen' am Zusammenfluß der Unteren und Oberen Bära bildet eine Höhenform ohne Beimischung der Flatter-Ulme (*Ulmus laevis*) des Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Waldes (*Pruno-Fraxinetum*) die HPNV (QUINGER 1995).

Die Schmieie weist nahezu keine Gehölzbestände mehr auf, aus denen man eindeutige Rückschlüsse auf potentielle Gesellschaften ziehen könnte. Zu deren Rekonstruktion wurden deshalb Ersatzgesellschaften und diagnostisch wichtige Einzelgehölze herangezogen und mit Literaturangaben verglichen. An der Schmieie fehlen Grau-Erlen bis auf vereinzelte Vorkommen; hier sind ausgedehnte Pappelpflanzungen zu finden (LUDWIG 1979). Inwieweit sich die von LUDWIG (1979) aufgestellte Vermutung richtig ist, daß die an anmoorigen und anhaltend vernäßten Stellen vorgefundenen Pflanzenarten auf Erlen-Bruchwälder (*Alnion glutinosae*) und Schwarzerlen-Eschen-Auwald (*Pruno padi-Fraxinetum*) schließen ließen, ist in diesem hochgelegenen und stark kaltluftbeeinflussten Tal fraglich. Hier ist wie auch an der Bära das Adoxo-Aceretum zu erwarten (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997). Naturnahe Ahorn-Eschen-Wälder konnten an der Schmieie nicht kartiert werden, sind potentiell aber möglich. Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) wurden gefunden. Verschiedene Waldgesellschaften treten als halbseitig ausgebildete Hangwälder bis an die Uferbereiche. Der bachseitige Bereich wird u.a. von der Esche eingenommen. Ihr sind Berg-Ahorn, Berg-Ulme und Rotbuche (*Fagus sylvatica*) beigemischt. Es sind Ahorn-Eschen-Buchen-Wälder, die allmählich in reine Buchenwaldgesellschaften übergehen. In ihrer Struktur entsprechen sie naturnahen Verhältnissen. Im Mündungsbereich in die Donau dürfte sich potentiell ein submontaner Eichen-Ulmen-Auwald (*Quercu-Ulmetum minoris*) mit Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Traubenkirsche und Esche einstellen, in dem die Feld-Ulme (*Ulmus minor*) durch die

Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) ersetzt ist (LUDWIG 1979, korrt. durch TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).



Abb. 16 Ahorn-Eschen-Auwald an der Zwiefalter Ach mit Bergulme, Stieleiche und Traubenkirsche

5.3.4 Große Lauter

Die Große Lauter weist nahezu keine Gehölzbestände mehr auf, aus denen man eindeutige Rückschlüsse auf potentielle Vegetationsgesellschaften ziehen könnte. Zu deren Rekonstruktion wurden deshalb Ersatzgesellschaften und diagnostisch wichtige Einzelgehölze herangezogen und mit Literaturangaben verglichen. Am Ober- und Mittellauf der Großen Lauter (montane Stufe) konnte ein gutwüchsiger Bestand an Grau-Erlen lokal kartiert werden [*Alnetum incanae* möglich]. An anmoorigen und anhaltend vernäßten Stellen lassen vorgefundene Pflanzenarten auf Erlen-Bruchwälder (*Alnion glutinosae*) und Schwarzerlen-Eschen-Auwald (*Pruno padi-Fraxinetum*) schließen. Als Ersatzgesellschaften gelten nach SEIBERT (1968a) und TRAUTMANN (1966) Feuchtwiesen des *Calthion-* und (*Magno-*) *Caricion elatae*-Verbands. An der Lauter wurde die Trauben-Kirsche (*Prunus padus*) vereinzelt festgestellt. In den naturnahen Abschnitten des Gewässers sind Ahorn-Eschen-Wälder aus dem *Tilio-Acerion*-Verband vorhanden. Vorbehaltlich einer eingehenderen pflanzensoziologischen Untersuchung kann angenommen werden, daß ein Adoxo-Aceretum mit Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) ausgebildet ist. Verschiedene Waldgesellschaften treten als halbseitig ausgebildete Hangwälder bis an die Uferbereiche. Der bachseitige Bereich wird u.a. von der Esche eingenommen. Ihr sind Berg-Ahorn, Berg-Ulme und Rotbuche

(*Fagus sylvatica*) beigemischt. Es sind Ahorn-Eschen-Buchen-Wälder, die allmählich in reine Buchenwaldgesellschaften übergehen. In ihrer Struktur entsprechen sie naturnahen Verhältnissen. Im Mündungsbereich in die Donau dürfte sich potentiell ein submontaner Eichen-Ulmen-Auwald (*Quercus-Ulmetum minoris*) mit Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Traubenkirsche und Esche einstellen, in dem die Feld-Ulme (*Ulmus minor*) durch die Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) ersetzt ist (LUDWIG 1979, korrr. durch TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

5.3.5 Schmiech und Blau

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 7624 (BAUR & MÜLLER 1972) ist das Allmendinger Ried entlang der Schmiech vermutlich früher in seiner gesamten Ausdehnung Flachmoor gewesen. Entlang der Ach dürfte als HPNV ein Erlen-Eschen-Gehölz zu konstruieren sein.

5.3.6 Federsee und Kanzach

Die Ufer des Federsees sind gesäumt von Röhrichtern und Großseggenriedern (GRÜTTNER & WARNKE-GRÜTTNER 1996).

5.3.7 Riß, Westernach und Rot

Der Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Wald bildet die HPNV an der Riß unterhalb Ummendorf und an den Untertläufen von Westernach und Rot (TH. MÜLLER et al. 1974).

Die Moorkarte L 7924 Biberach (GÖTTLICH & STUMPP 1972) gibt einige Niedermoorvorkommen wieder, in denen Bruchwälder als HPNV anzunehmen sind.

5.3.8 Iller

Die Darstellung des *Alnetum incanae* bei TH. MÜLLER & GÖRS (1958) geht auf eine Kartierung im Jahr 1954 und eine damalige Fehlinterpretation zurück. Heute würde TH. MÜLLER die „submontane Form des *Alnetum incanae*“ von der Iller eindeutig zum *Quercus-Ulmetum* stellen, und sogar die mittelmontane Form an der Iller, bei der Feld-Ulme (*Ulmus minor*) weitestgehend schon durch Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) ersetzt ist. In beiden Fällen ist *Alnus incana* meist nur mit Deckungsgraden von + bis 1 vertreten, wie es teilweise im *Quercus-Ulmetum* des Oberrheins oder der am Inn auch der Fall ist. In 'guten' *Alnetum incanae* ist aber *Alnus incana* die Hauptholzart mit Deckungsgraden von 4 bis 5 (TH. MÜLLER schriftl. Mitt. 1997).

In der HPNV-Manuskriptkarte kann die Lage der Trockenwälder nach den vorliegenden Literaturangaben nicht genau eingezeichnet werden.

Nach SEIBERT (1968a, b) wird die Iller zumindest auf bayerischem Gebiet bis etwa Kellmünz von einem Grauerlen-Auwald (*Alnetum incanae*) begleitet und von dort an abwärts vom Eschen-Ulmen-Auwald (*Quercus-Ulmetum minoris*). Für die HPNV-Manuskriptkarte wird analog auf die westliche Seite des Flusses geschlossen.

Die Aufnahmen des "Petasiti-Salicetum triandrae" (TH. MÜLLER & GÖRS 1958) gehören teilweise zum *Salicetum elaeagni*, zur *Salix purpurea*-Gesellschaft und zum *Salicetum triandrae* (SEIBERT 1992a).

5.4 Das Maingebiet

5.4.1 Main-Tauber

PHILIPPI (1983a, b) beschreibt ausführlich die PNV im Bereich von Tauber, Main und Erfa: Eigentliche Auenwälder sind entlang der Tauber nur dort zu erwarten, wo häufigere (doch meist nur wenige Tage andauernde) Überflutungen, verbunden mit Erosion und Sedimentation, erfolgen, weiter in den wenigen abflußlosen Mulden. An diesen Stellen, die insgesamt in der Aue flächenmäßig nicht die Rolle wie die buchenreichen Standorte spielen dürften und in unmittelbarer Flußnähe anzunehmen sind, sind Ulmen-Auwälder (*Quercus-Ulmeta*) als potentielle natürliche Vegetation zu vermuten. Ein entsprechender Bestand wurde an der Tauber nördlich Werbach beobachtet, allerdings mit stark vom Menschen veränderter Baumschicht. Die nassen, periodisch und auch längere Zeit überfluteten Standorte unmittelbar am Fluß sind Wuchsstellen des *Stellario-Alnetum* (mit vorherrschender Schwarz-Erle, ohne *Stellaria nemorum*), das sich nur ganz selten erhalten hat. Als Reste dieses Erlenwaldes sind die Säume mit Erle, Silber-Weide und Pappel entlang der Tauber und Erfa anzusehen. Weidenwälder und Weidengebüsche (*Salicion albae*) dürften an der Tauber und Erfa von Natur aus von untergeordneter Bedeutung sein, eine Folge der geringen erosiven Kraft und der daraus resultierenden geringen Bodenumlagerungen. Eine Trennung in eine Hartholz-Aue hoch gelegener Standorte und eine Weichholz-Aue tiefergelegener Standorte ist an den steilen

Ufern der Tauber kaum möglich. An den vernähten Quellstellen am Rande der Aue sind Erlen-Quellwälder zu erwarten, die dem Alno-Fraxinetum nahestehen. Kleinere Bestände, meist jüngere Aufforstungen in den Seitentälern, geben einen Eindruck der floristischen Zusammensetzung dieser Bestände, in denen von Natur aus Erle (neben der Esche) vorherrschen dürfte. Die vegetationskundlichen Unterschiede zwischen Auen der Muschelkalk- und denen der Buntsandsteingebiete sind relativ gering.

Ähnlich wie an der Tauber ist die Zusammensetzung der PNV an der Erfa zu vermuten. Auch hier wechselt eine weite Tallandschaft im Muschelkalk mit einer engen im Buntsandstein. Der Bereich echter Auenwälder ist auch hier von untergeordneter Bedeutung. Infolge der höheren Lage (250-300 m) können Ulmen-Auenwälder nur mit Vorbehalt als Bestandteil der PNV angenommen werden.

Am Main dürften Auenwälder unter den heutigen Bedingungen als PNV keine Rolle spielen. Die Überflutungen treten zu selten auf und reichen für den Erhalt eines Auenwaldes auf größerer Fläche nicht aus. Lediglich an den vernähten, quelligen Stellen am Rande der Aue ist kleinflächig ein erlenreicher Auenwald anzunehmen, der dem Alno-Fraxinetum nahesteht.

Die geringe Ausdehnung der Auenwälder ist sicher auf die Kanalisierung des Mains zurückzuführen. Abgesehen von einzelnen Hochwassern bleibt der Wasserstand am Main weitgehend konstant, das Wasser fließt träge. Die heute entlang des Mains vorkommenden Weidengebüsche und -wälder (*Salicetum triandro-viminalis*, *Salicetum albae*) sind als Relikte der Zeit vor dem Ausbau des Mains (also vor ca. 40-50 Jahren [1983]) anzusehen. Da seit dem Verschwinden der früheren Wasserstandsschwankungen und des früheren Durchflusses Umlagerungen des Bodens fehlen, können sich die Bestände heute nicht mehr verjüngen. Vor dem Ausbau hat entlang des Mains im Überflutungsbereich das *Querco-Ulmetum* sicher eine wichtige Rolle in der PNV gespielt, wenn sich auch heute in der realen Vegetation hierfür kaum noch Hinweise finden lassen. Ein wichtiger und charakteristischer Bestandteil der realen Auenvegetation am Main sind die reichen flußbegleitenden Unkrautsäume, die hier artenreicher als an der Tauber sind. Sie können als anthropogene Ersatzgesellschaften von Auenwäldern angesehen werden.

Nach der Vegetationskarte 1:25.000 6526 (BAUR 1965) erstrecken sich entlang von Tauber und Herrgottsbach Erlen-Eschen-Weiden-Auen und an kleineren Bächen Erlengebüsche.



Abb. 17 Eschen-Ulmen-Auwald mit Schilfröhricht an der Weihung (Zufluß zur Iller)

6 Anwendung der HPNV für Maßnahmen der Gewässerentwicklung

6.1 Ziele und Grundsätze der Gewässerentwicklungsmaßnahmen

Die naturnahe Umgestaltung von Gewässern dient dem Schutz von Natur und Landschaft. Dieses übergeordnete Ziel ist nur zu erreichen, wenn das *gesamte Fließgewässerökosystem* mit all seinen komplexen Abläufen und unterschiedlichen Biozönosen als ein Ganzes betrachtet und in die Schutzmaßnahmen einbezogen wird. Daraus lassen sich folgende Erfordernisse ableiten:

- Die gesamte (ursprüngliche) *Aue* ist in die Gewässerentwicklungsmaßnahmen miteinzubeziehen (Regeneration von Auenlebensräumen). Ökologische Verbesserungen, die nur auf das Gewässerbett beschränkt sind, reichen für das Überleben des angestammten Arteninventars nicht aus.
- An die *Wasserqualität* sind hohe Ansprüche zu stellen (direkte und diffuse Stoffeinträge).
- In erster Linie muß der *Fließcharakter* als wesensbestimmter Biotopfaktor erhalten bleiben. Es genügt nicht, die Gewässer zu „begrünen“ oder beliebige Feuchtbiotope anzulegen.
- Die *gewässerspezifischen Lebensräume* müssen geschaffen bzw. in ihrer dynamischen Entwicklung gefördert werden.
- Die *Gewässerbiotope* sind nicht nur in ihrer ganzen Breite, sondern auch in ihrer ganzen Länge zu betrachten.

Die Entwicklungsziele und Unterhaltungsmaßnahmen im Rahmen der naturnahen Gewässerentwicklung sollten aus der Analyse des naturgegebenen Gewässer- und Landschaftscharakters (Leitbild), des Standort- und Entwicklungspotentials sowie der kulturhistorischen Landschaftsentwicklung bestimmt werden (KERN 1991; BINDER 1996).

Mögliche Entwicklungsziele für Feucht- und Naßwälder formuliert BLAB (1993):

- Sicherung der Bestandsreste. Dafür muß gewährleistet sein, daß Bruchwälder wenigstens in Teilen durch Wasser überstaut werden bzw. daß (Grund-/Stau-) Wasser permanent nahe der Erdoberfläche steht, und daß bei Auwäldern die natürliche Flußdynamik erhalten bleibt bzw. wiederhergestellt wird. Dieser regelmäßige Wechsel von natürlicher Überflutung und Trockenfallen in den Auwäldern hat die Vorteile:
 - Auslese der autotypischen Artenzusammensetzung
 - Speisung des Grundwassers in jahreszeitlichen Engpässen
 - Verbesserung des Bodens durch Schlickauftrag und Nährstofftransport durch den Boden sowie durch die Vergrößerung pflanzennutzbaren Bodenraums
 - Ausbleiben ausbaubedingter Hochwasserschäden im Unterlauf der Gewässer; keine Nachteile einer künstlichen Hochwasserrückhaltung
 - Freihalten von Wasserläufen und Bodenporen im Gewässerbett
 - natürliche Selbstreinigung des Wassers
- Garantie der natürlichen Wassermengen in ihrer jahreszeitlichen Dynamik.
- Verbesserung der Wasserqualität der Fließgewässer durch Vorgabe konkreter, die ökologischen Zielsetzungen unterstützende Anforderungen an die Gewässergüte.
- Ausweitung der Retentionsräume durch den Rückbau begradigter Strecken und Zurückverlegung von Dämmen, wo immer möglich.
- Rückbau von Bodenversiegelungen in der Flußniederung und im Einzugsbereich der Nebenflüsse, Revitalisierung der Gewässerauen.
- Verstärkter Grundwasserschutz.
- Generelle Regelungen für die Landwirtschaft, insbesondere Umbruchverbot von Grünland, Gülleausbringungsverbot, Düngebeschränkungen bzw. Düngeverbot gegen einen entsprechenden Ausgleich. Keine Ackernutzung im Bereich der Überflutungsauere.
- Alle nicht an die Aue gebundenen Nutzungen sollten möglichst aus der Aue verlagert werden.

Bei einer landschaftspflegerischen Auswertung von Vegetationskarten ist es naheliegend, zunächst Fragen der Pflanzenverwendung, speziell der Gehölzverwendung in der freien Landschaft, zu behandeln. Hierbei ist an Bäume und Sträucher an Wasserläufen und Verkehrswegen zu denken, die über ihren unmittelbaren Zweck hinaus als Landschaftsbildner um so mehr an Bedeutung gewinnen, je stärker die angrenzenden Fluren im Verlauf intensiver Nutzung ausgeräumt wurden. Dauerhafte Pflanzungen, die zugleich die Eigenart der einzelnen Landschaftsräume betonen, lassen sich mit richtig gewählten, bodenständigen Holzarten begründen. Hier bietet sich die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation als Grundlage für die Auswahl standortgerechter Bäume und Sträucher an. Außerdem kann die Karte als Beurteilungsgrundlage für noch bestehende bzw. bereits angelegte Pflanzungen herangezogen werden. Die eingebrachten Gehölze umfassen heimische, wenn auch nicht immer standortheimische Arten, und fremdländische bzw. gebietsfremde Ziersträucher. Vor allem letztere verursachen zusammen mit Rot-Eiche und Grau-Erle eine erhebliche Florenverfälschung. Es bleibt zu fragen, ob auf ihre Verwendung nicht besser ganz verzichtet werden sollte, zumal sie durch bodenständige Gehölze voll ersetzt werden können (TRAUTMANN et al. 1973; dort auch zitiert BUCHWALD & ENGELHARDT 1968, TRAUTMANN 1966, LOHMEYER 1961).

Je näher die reale Vegetation der HPNV steht, um so mehr befindet sie sich im Gleichgewicht mit den Standortfaktoren und um so weniger Energie ist notwendig, sie in diesem Gleichgewichtszustand zu halten und ihre günstige Wirkung auf den Landschaftshaushalt zu erhöhen (SCHLÜTER 1987, zit. in JANSSEN 1990; zum Gleichgewicht vgl. Anm. von KOWARIK schriftl. Mitt. 1997 in Kap. 2.2.2 „Zeitdimension und Gleichgewicht“). Die Kenntnis der HPNV eines Gebiets erlaubt es, die reale Vegetation in Richtung auf die HPNV zu entwickeln, wo immer dieses wünschenswert erscheint. Allgemein bewährt hat sich die Kenntnis der HPNV bei ingenieurb biologischen und landschaftspflegerischen Begründungsmaßnahmen an Verkehrswegen, bei Bepflanzungen von Ufern, der Anlage von Hecken u.a. Das Vorhandensein von HPNV-Karten erleichtert vor allem die Auswahl standortgerechter Gehölzarten für diese Maßnahmen (JANSSEN 1990).

Grundsätzlich ist die eigendynamische Entwicklung des Fließgewässers mit der natürlichen Sukzession der Vegetation zu fördern. Altholzbestände sind aus ökologischen Gründen vorteilhaft, weil sie zum Beispiel die Strukturvielfalt erhöhen (vgl. SCHERZINGER 1996). Pflanzmaßnahmen sollten mit Ausnahme von Initialpflanzungen nachrangig durchgeführt werden. Andererseits sollte gegebenenfalls eine Gehölzpflege bzw. Gehölzentnahme zur Entfernung untypischer oder wuchsortfremder Gehölzbestände durchgeführt werden. Eine Übersicht über naturschutzfachliche Leitlinien für die Sicherung und Entwicklung naturnaher Auenwälder findet sich auch bei BAIER (1990). Zur Problematik der Hybridpappeln ist im Auftrag der LFU eine Literaturstudie durchgeführt worden (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ, HG., 1996c).

Es bleibt das Problem der Kompensation anthropogener Eingriffe. „Gehen die landwirtschaftlichen Flächen wieder über in die Wälder, aus denen sie einst hervorgingen? Bildet sich auf einem Kleinseggenried wieder ein Bruchwald aus, auf Pfeifengras- und Sumpfdotterblumenwiesen wieder ein Bach-Erlen-Eschen-Wald? Entsteht wieder das Mosaik einer typischen Auenvegetation aus aquatischen, amphibischen und terrestrischen Lebensräumen?“ (HARTMANN & KONOLD 1990). Verschiedene Untersuchungen über die Vegetationsentwicklung in brachgefallenen Talauen (WOLF 1980, ROWECK & RISSE 1987) konnten zeigen, daß zwar Pflanzen der Uferbestände einer natürlichen Aue, also Großseggen und Hochstauden, weit verbreitet sind, holzige Vertreter der Auwälder dagegen nicht bestandsbildend auftreten. Einen entscheidenden Grund für dieses Phänomen sieht HARD (1975) in der Stabilität der angeführten Formationen: diese ist nur gefährdet, wenn Lücken entstehen oder eine radikale Umweltveränderung die dominanten Arten schädigt. Dies ist etwa auf Weiden der Fall, auf denen sich in der durch Huftritt verletzten Grasnarbe Schwarz-Erlen ansiedeln können. HARTMANN & KONOLD (1990) kommen daher zu dem Schluß, daß sich in brachgefallenen Talauen nur dann eine natürliche Aue mit ihren Biotopen ausbildet, wenn man die Schaffung der erforderlichen Standortbedingungen durch die Dynamik des Fließgewässers zuläßt. Dies erfordert zumindest stellenweise eine Rücknahme von Uferverbauungen. Der Verzicht auf Entwässerungsmaßnahmen ist selbstverständlich, ergibt sich aber durch

das Zerfallen der Entwässerungsanlagen von selber (ESER et al. 1992, auch die genannten Zitate).

Umfangreiche Untersuchungen stammen von der unteren Murr, die zum Teil nach Grundsätzen des naturnahen Wasserbaus ausgebaut wurde. TH. MÜLLER (1991) stellt nach 10jähriger Dokumentation Fließabschnitte mit „reich ausgestattetem Gesellschaftsinventar“, die sich nur infolge des Zulassens gewässerdynamischer Prozesse (Strömungswechsel, Abtrag und Anlandung) derart besiedeln konnten, als besonders positiv heraus. Abschnitte ohne erkennbare Dynamik haben sich hinsichtlich ihres Gesellschaftsinventars im Vergleich zum Zustand vor dem Ausbau sogar negativ entwickelt. Allgemein wird die Bereitstellung genügend breiter Gewässerquerschnitte mit natürlichen Sukzessionsflächen als wichtigste Voraussetzung für die naturnahe Entwicklung des Gewässers gefordert (vgl. BÜRKLE 1991). Die Schaffung von Buchten und Inseln bzw. das Zulassen derartiger Biotopstrukturen wird ausdrücklich empfohlen (ARNOLD 1991; alle auch zit. in HOHMANN & KONOLD 1995).

Im Zuge von Maßnahmen zur Entwicklung der Donau und ihrer Aue in Baden-Württemberg schlägt KONOLD (1994; vgl. KLEPSE 1994b) unter anderem folgende Maßnahmen vor:

- Flächiges Anheben des Grundwasserspiegels mit den Zielen: Vernässung, Zersetzungshemmung, Retention. Initiierung feuchtgebietspezifischer Prozesse.
- Gezieltes Initiieren auwaldartiger Bestockungen.

Die Vergrößerung kleinmaßstäblicher Karten muß grundsätzlich durch Überprüfung der Kartiereinheiten abgesichert sein. In kritischen Bereichen - wie Gebieten mit kleinräumigem Wechsel der Standortbedingungen sowie auf stark veränderten Standorten - kann die Aussagefähigkeit und damit „Verwertbarkeit“ stark eingeschränkt sein (vgl. KOWARIK 1987).

Es bleibt also unbedingt zu beachten: Vor Pflanz- und sonstigen Naturschutzmaßnahmen sind die *aktuellen, kleinräumigen Gegebenheiten eines Standorts* genauer zu erfassen. Sie können nicht unmittelbar aus der hier vorgestellten kleinmaßstäblichen Karte abgeleitet werden.

Nach VOLK (1994) muß aus forstlicher Sicht wegen der zurückliegenden anthropogenen Nutzung der Rheinauen die natürliche Waldgesellschaft von heute anders als die Leitvorstellung der Vegetationskunde definiert werden. Sie sollte im wesentlichen auf den heute vorhandenen ökologischen Zuständen mit Riedauecharakter (grundwasserbeeinflusste Flußauewälder ohne oberflächliche Überströmung) aufbauen. Ein wichtiger Grund liegt auch darin, daß die Ziele des Integrierten Rheinprogramms nur verhältnismäßig geringe Änderungen in Richtung zur ursprünglichen Auedynamik durch die sog. „ökologischen“ Flutungen zulassen. Selbstverständlich ist die aktuelle Baumvegetation zu berücksichtigen.

In dieser Betrachtungsweise hat die Feld-Ulme (*Ulmus minor*) als Leitart keine Bedeutung mehr. Sie fällt durch das Ulmensterben als Bestandteil der vorherrschenden Baumschicht aus. Auch die fast einseitige Überbetonung der Eiche in der Naturschutzbewertung [als Alternative zur forstlichen Bewertung] gegenüber der Esche läßt sich nicht begründen. Die Esche verjüngt sich verschiedentlich in der dritten Baumgeneration auf natürliche Weise und zeigt eine deutlich vitalere Dynamik als die Eiche. Aufgrund der aktuellen ökologischen Zustände und der wahrscheinlichen Veränderungen durch „ökologische“ Flutungen wird auch der Berg-Ahorn in begrenzten Anteilen auf Dauer lebensfähig bleiben. [Die Betrachtungen von VOLK implizieren unterschwellig eine Sukzession, was dem PNV-Konzept widerspricht; Anm. d. A.].

6.2 Hinweise zu Pflanzmaßnahmen

Meist finden wir heute allenfalls noch Galeriewälder ohne ausgebildete Zonierung entlang der Bäche, die heute als „naturnahe“ Elemente angesprochen werden. Ein dichter Stand von Gehölzen direkt am Ufer ist nahezu ausschließlich auf anthropogene Eingriffe zurückzuführen. An natürlichen Gewässern gibt es keine geschlossenen Gehölzsäume, sondern es stehen nur in unregelmäßigen Abständen hier und da Bäume direkt am Ufer, die anderen sind zurückgesetzt und locker im Raum verteilt (KONOLD 1996, SOLTAU 1993b).

Entwicklungsziel hinsichtlich des Gewässerrandes ist ein üppiger, mehrreihiger Gehölzsaum aus standortgerechten, auetypischen Arten unterschiedlichen Alters mit

entsprechender Krautschicht und Kronenschluß über dem Gewässer, soweit die Bettbreite dies erlaubt. Dieser Gehölzsaum sollte weitgehend ohne Pflegeeingriffe auskommen. Die Breite des Gehölzsaumes ist durch Anbindung an nicht bzw. extensiv genutzte Auestrukturen flexibel zu handhaben. Soll sich die Gewässerstruktur eigendynamisch naturnah entwickeln, so sind vorteilhafterweise die Ufer nicht durch massive Bepflanzung festzulegen. Offene Flächen begrünen sich meist von selbst.

Eine Bepflanzung gehölzfreier Bereiche ist ansonsten eine im allgemeinen wünschenswerte Maßnahme und zu meist auch ohne weitere bauliche Maßnahmen sinnvoll. Vor der Pflanzung ist zu überprüfen, ob am jeweiligen Gewässerabschnitt schützenswerte krautige Pflanzenbestände vorhanden sind, die eine Beschattung nicht vertragen. Falls dem so ist, müssen diese Bereiche von der Bepflanzung ausgenommen werden. Ansonsten ist lediglich darauf zu achten, daß die Gehölze wirklich in der Nähe der Uferlinie gepflanzt werden und nicht weitab vom eigentlichen Gewässer auf die Böschungsoberkante eines Trapezprofils (WEISSBECKER 1993).

Pflanzvorschläge im Bereich des Carici remotae-Fraxinetum: *Alnus glutinosa*, *Corylus avellana*; an basenreicheren Standorten *Fraxinus excelsior*; an nicht vernähten Stellen *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus nigra*. Pflanzvorschläge im Bereich des Stellario nemorum-Alnetum glutinosae: *Alnus glutinosa*, *Sorbus aucuparia*, *Viburnum opulus*, *Salix × rubens*; an nicht vernähten Stellen *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus nigra*. Nicht für Fließgewässer höherer Lagen und für größere Flüsse im Odenwald kommen entgegen offiziellen Pflanzvorschlägen (z.B. UM 1993b) infrage: *Acer campestre*, *Alnus incana*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Salix alba*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*, *Salix viminalis*, *Tilia platyphyllos*, *Viburnum lantana*. Nur vereinzelt auch im Odenwald in der Nähe von Bächen anzutreffen sind die folgenden Arten. Sie sollten jedoch besser nicht gepflanzt werden oder allenfalls nur dann, wenn durch wildlebende Vorkommen in der Umgebung gesichert ist, daß sie standortgemäß sind: *Crataegus spec.*, *Populus tremula*, *Prunus padus*, *Prunus spinosa*, *Quercus robur*, *Rosa canina*, *Salix caprea*, *Salix cinerea*, *Salix fragilis*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra* (WEISSBECKER 1993, dort auch Zitat).

Zur Überflutungstoleranz und evtl. Pflanzvorschlägen vgl. z.B. SPÄTH (1988) und WESTHUS (1986). Eine Übersicht über geeignete Gehölze an Auenstandorten in Bayern geben RINGLER et al. (1994). Zur Bedeutung der Schwarz-Erle als Ufergehölz gibt A. KRAUSE (1978) zahlreiche Argumente.

Unsere Gewässer flößen von Natur aus in weiten Strecken durch Waldland. Dabei hat der Gehölzbewuchs um so größeren Einfluß, je schmaler dieses Gewässer ist. Ein kleiner Bach flösse unter einem mehr oder minder dichten Schirm von Erlen und Baumweiden, während ein breiter Fluß lediglich im Uferbereich von Weiden beschattet würde. Der Gehölzbewuchs hat besondere ökologische Bedeutungen: Beschattung und damit Unterdrückung von dichtem Krautwuchs, Temperatenausgleich (Sommer/Winter), Nährstoffhaushalt (Erlenblätter) und Strukturbildung. Es sollte versucht werden, gerade die Bäche wieder mit einem Gehölzbewuchs zu versehen. Ausnahmen können Niederungsgebiete sein, soweit hier andere Schutzzwecke (z.B. der Wiesenvogelschutz) im Vordergrund stehen. Es stellt sich die Frage, ob die Gehölze gepflanzt werden sollen oder ob man die natürliche Sukzession auf einem ungenutzten Uferstreifen abwartet. Diese Frage kann nur im Einzelfall entschieden werden.

Vorteile der natürlichen Sukzession:

- Das Ufer wird durch eine Pflanzung nicht mechanisch angegriffen.
- Das Ufer kann sich noch weiter entwickeln.
- In der genutzten Landschaft sind Sukzessionsflächen mit Eigendynamik kaum noch vorhanden.
- Der aufkommende Gehölzbewuchs ist von der Artenzusammensetzung und vom Altersaufbau her heterogen (naturnah).

Vorteile der Pflanzung:

- Die Pflanzung besetzt Uferflächen und schützt sie vor anderen „Nutzungen“, wie dem Befahren z.B. mit landwirtschaftlichen Maschinen, der Lagerung von Material, der Freizeitnutzung u.a.
- Die Pflanzung schützt das Gewässer schneller vor Beeinträchtigungen wie Stoffeinträgen u.ä. (DAHL & HULLEN 1989).

Nimmt man die Natur als Vorbild, so wäre für die meisten heimischen Bäche das Ziel: am Bach Schwarz-Erlen gemischt mit Eschen, erst in größerem Abstand vom Ufer Rotbuchen (aber nicht in der Aue selbst; vgl. KOWARIK schriftl. Mitt. 1997). Nicht nur aus ökologischen, sondern auch aus wasserbaulichen Gründen gehören Schwarz-Erlen direkt ans (Uferbefestigung). Die zweite Gehölzrei-

he sollte ein Gemisch von Schwarz-Erlen und Eschen bilden. Für die bachfernste dritte Gehölzreihe bieten sich Silber-Weiden an, deren Fallaub wegen des relativ hohen C/N-Verhältnisses als Nahrungsreservoir für Laubfresser im Bach bis in den Sommer hinein dienen könnte (STATZNER 1986). Diese Konstellation ist aber etwas zu schematisch (KOWARIK schriftl. Mitt. 1997).

Das niedrige C/N-Verhältnis bei Schwarz-Erle und Gewöhnlicher Esche, den dominanten Baumarten unserer natürlichen Bachauwälder, ermöglicht den Fallaubfressern im Bach ein effizientes Wachstum (STATZNER 1986).

Bei der Neubepflanzung ist das Vorbild natürlicher Fluß- und Bachufer maßgebend. An Fließgewässern bilden sich in Abhängigkeit von Eigenschaften des Gewässers und seines Einzugsgebiets natürliche Querschnittstypen heraus. Ihre Vegetation ist in verschiedene Pflanzengesellschaften gegliedert, die sich der Höhe nach am Ufer aufbauen und von der Höhe und Dauer der Niedrig-, Mittel- und Hochwasserstände abhängig sind. Die Anordnung der Bepflanzung im Ausbauquerschnitt richtet sich nach der natürlichen Zonation der Ufervegetation. Die Pflanzenarten und ihr Mischungsverhältnis sind nach dem Beispiel einer vergleichbaren, gut ausgebildeten Ufervegetation auszuwählen. Auf diese Weise wird am besten die geforderte standortgemäße Vegetation (§ 2 Nr. 9 NatSchG) hergestellt. Fehlen Beispiele vergleichbarer Röhrich- und Gehölzbestände, ist die Bepflanzung mit Hilfe einer Standortkartierung auf die standörtlichen Gegebenheiten abzustimmen (WOLF 1977).

Zur Vegetation und HPNV an Fließgewässern in Siedlungsbereichen sowie zu ihrer Renaturierung siehe z.B. KONOLD (1988), ROLLI & KONOLD (1985).

7 Weitergehender Untersuchungsbedarf

Im Maßstabsbereich 1:350.000, der der HPNV-Übersichtskarte zugrunde liegt, müssen feinere vegetationskundliche Unterscheidungen insbesondere im Bereich des Alno-Ulmion unterbleiben. Bevor Maßnahmen durchgeführt werden, sind die Einzelfälle jeweils im größeren Maßstab zu betrachten.

Die Kritik aus der waldbaulichen Praxis kann im Hinblick auf eine pragmatische Umsetzung des theoretischen PNV-Konzepts konstruktiv durchleuchtet werden. Inwieweit sind beim PNV-Konzept die Bestandesphasen, also dann auch eine Sukzession von Wäldern, berücksichtigt? So ist auch die Argumentation von ZERBE (1997) zu hinterfragen: Ist die Vielfalt der realen, anthropogenen Gehölzvegetation erstrebenswerter als eine PNV aus zahlenmäßig weniger Gesellschaften? Wie ist der Wert von „Naturnähe, Natürlichkeit“ zu bewerten? Kann es für den Naturschutz Kriterium sein, eine Entwicklung zu befürworten, die sich aus wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Anforderungen (Holznutzung / Naturschutz und Erholung) und aus ökologischen Kenntnissen ergibt?

Die Auswirkungen von Stauhaltungen auf Auenwälder und auf die HPNV sind offenbar noch nicht hinreichend geklärt (vgl. z.B. KLAGHOFER & MADER 1987, HÜGIN & HENRICHFREISE 1992, HÜGIN 1980, 1981).

Die Geschichte der Vorkommen der Esche (*Fraxinus excelsior*) im Rheingebiet sollte klarer herausgearbeitet und ihre Rolle in der HPNV interpretiert werden (vgl. ELLENBERG 1996, STREITZ 1967, MUSALL 1969, VOLK 1994, DISTER 1985b).

Auch die Bestandsdynamik – Verjüngungsfähigkeit an veränderten Standorten und bei veränderter Schalenwildichte, Krankheiten – anderer Baumarten (Eiche, Ulmen, Pappeln, Weiden) sollte genauer untersucht werden (DISTER 1980b, 1983b, HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT et al. 1988, PHILIPPI 1977, 1978a, 1980b, A. KRAUSE 1975, DISTER 1985b u.a.).

Es sollte eine Untersuchung zur Natürlichkeit der Vorkommen der Grau-Erle durchgeführt werden, um die Art bei Pflanzmaßnahmen nicht fälschlich noch weiter zu verbreiten*, als es ohnehin schon geschehen ist (Apophyt*).

Die HPNV im Wasser der Fließgewässer (Makrophyten) sollte bei Renaturierungsvorhaben ebenfalls betrachtet werden. Eine Fließgewässertypologie auf vegetationskundlicher Grundlage stellt z.B. WEBER-OLDECOP (1977, 1981) vor.

8 Glossar

Definitionen nach GUNKEL 1996a, SCHUBERT & WAGNER 1993, LOHMEYER & SUKOPP 1992, SCHROEDER 1969, SCHROEDER 1974, SCHLICHTING 1986

Adaptation: Anpassungsvermögen an die Umwelt.

Agriophyten: Als A. kann man alle Pflanzensippen bezeichnen, die durch die Tätigkeit des Menschen in ein bestimmtes Gebiet gelangt sind, mittlerweile feste Bestandteile der heutigen natürlichen Vegetation sind und künftig in ihrem Fortbestehen nicht mehr auf menschliche Aktivitäten angewiesen sind. Man unterscheidet zwischen **Neophyten** und **Archaeophyten**, wobei das Jahr 1500 als zeitliche Grenze der Einwanderung definiert wurde (erstere danach, letztere vorher).

Altarm: ehemalige Flußstrecke, mindestens noch einseitig mit dem Fluß verbunden.

Altwasser: abgetrennte ehemalige Flußstrecke, die nur bei Hochwasser mit dem Fluß in Verbindung tritt.

Annuelle: Pflanze, die nach einer Vegetationsperiode abstirbt.

Anthropochoren: Arten, die im Florengbiet nur infolge direkter oder indirekter Mithilfe des Menschen vorkommen.

Anthropoökotop: Räumlicher Bereich eines Ökosystems, der nur infolge direkter oder indirekter Mithilfe des Menschen entstanden ist.

Apophyten: Arten, die zur heimischen Flora gehören, sich aber verstärkt auf anthropogenen Standorten ausgebreitet haben, so daß sie heute weit über ihr natürliches Verbreitungsgebiet hinaus konkurrenzfähig sind.

Assoziation: Pflanzengesellschaft bestimmter floristischer Zusammensetzung (charakteristische Artenkombination), einheitlicher Standortbedingungen und Physiognomie.

autochthon: urwüchsig, einheimisch; wird in der Pflanzengeographie im Gegensatz zu verschleppt verwendet. Gegensatz: **allochthon**.

Böden von Auen: **Rambla:** grobkörniger Auenrohboden mit (A)-C-Profil. **Borowina:** Auen-Rendzina aus kal-

kreichem Flußsediment. **Paternia:** grauer Auenboden der Weichholz-Aue mit A_h-C-Profil. **Vega:** brauner Auenboden der Hartholz-Aue mit A_h-B_v-C/G₀-Profil. **Gley:** mineralischer Grundwasser-Boden unter Bruchwäldern mit A_h-G₀-G_r-Profil. **Anmoor:** mineralischer Grundwasser-Boden unter Bruchwäldern mit A_h-G₀-G_r-Profil und erhöhtem Humusgehalt.

Charakterart: Assoziations-, Verbands-, Ordnungs-, Klassencharakterart

Epökophyten: Pflanzenarten, die erst in historischer Zeit eingewandert sind und auf vom Menschen geschaffene Standorte angewiesen sind.

Gießen: grundwassergespeister Bach in einer Aue, der über das Grundwasser in enger Verbindung mit einem Fluß steht.

Hemerobie: Grad der anthropogenen Beeinflussung von Lebensgemeinschaften.

Hemerochoren: Pflanzensippen, die nur infolge direkter oder indirekter Hilfe des Menschen in das Gebiet gelangt sind. Mehr als 200 von ihnen haben sich als → Agriophyten erwiesen.

Holozän: Alluvium; jüngster Abschnitt der Erdgeschichte; vor etwa 10 000 Jahren beginnend, schließt sich an die letzte Eiszeit an und dauert bis heute.

Hygrophilie: Vorliebe von Pflanzen für feuchte Standorte.

Idiochoren: einheimische Arten oder Sippen, die ohne menschliches Zutun vorhanden sind.

Interzeption: Verdunstungsverlust bei Niederschlägen durch Abgabe von Feuchtigkeit an die Außenluft.

Klimax: die klimatisch bedingte Schlußgesellschaft der Vegetationsentwicklung.

Klimaxformation (Endformation): die natürliche Vegetation, die sich in einem Gebiet unter den heutigen klimatischen Bedingungen ohne menschlichen Einfluß im Laufe der Zeit einstellen würde; z.B. in Mitteleuropa der sommergrüne Laubwald.

Klimaxgesellschaft: Schlußglied einer natürlichen Vegetationsentwicklung in einem klimatisch einheitlichen Gebiet mit mehr oder minder gleichbleibender Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft, z.B. zusammenhängende Waldgebiete.

Klimaxkomplex: Begriff für das Gesellschaftsinventar des Gesamtareals einer Schlußgesellschaft; er umfaßt alle Entwicklungsserien der gleichen Schlußgesellschaft.

Krenal: Quellzone eines Fließgewässers.

Makrophyten: Alle mit bloßem Auge deutlich erkennbaren pflanzlichen Organismen (Makroalgen, Moose, aquatische Blütenpflanzen).

NSG: Naturschutzgebiet

Ökotox: ökologische räumliche Grundeinheit einer Landschaft, gleichbedeutend mit **Biogeocoenose**.

Plagioklimaxgesellschaft: Typ einer Pflanzengemeinschaft, der in seiner Zusammensetzung mehr oder weniger stabil und im Gleichgewicht mit den gegebenen Umweltbedingungen ist. Eine P. hat ihren natürlichen Endzustand aufgrund der durch Umweltfaktoren entstandenen Bedingungen nicht erreicht; z.B. Wiesen unter ständiger Beweidung.

Potamal: Unterlauf eines Fließgewässers. Barbenregion: Epipotamal; Brachsenregion: Metapotamal.

Qualmgewässer: vom Fluß durch einen Deich abgetrennter ehemaliger Flußabschnitt, der nur über das oberflächennahe Grundwasser mit dem Fluß in Verbindung steht.

Rhithral: Oberlauf eines Fließgewässers. Obere Forellenregion: Epirhithral; untere Forellenregion: Metarhithral; Äschenregion: Hyporhithral.

Schlußgesellschaft: Vegetationseinheit, die sich als Endglied der Vegetationsentwicklung auf einem bestimmten Standort einstellt und die ohne menschliche Einwirkung und, von Katastrophen abgesehen, dauernd bestehenbleibt.

Sukzession: umweltbedingtes Ablösen einer Lebensgemeinschaft (z.B. Pflanzengesellschaft) durch eine andere; ist möglich durch Kulturmaßnahmen (z.B. Entwässerung), aber auch durch natürliche Ursachen, wie z.B. durch die Pflanzen selbst bewirkt.

Syndynamik: Lehre von den sich in der Gegenwart abspielenden gesetzmäßigen Abfolgen der Pflanzengesellschaften im Sinne der Sukzession.

Syngenetisch: gleichzeitig entstanden

Taxa: Plural von Taxon; künstlich abgegrenzte Gruppen von Lebewesen (z.B. Stamm, Art) als Einheiten innerhalb der biologischen Systematik.

Totarm: abgetrennter ehemaliger Flußabschnitt, der nicht mit dem Fluß in Verbindung steht.

Zonation: das einem Faktorengefälle entsprechende, regelmäßige und zonenartige Nebeneinander verschiedenartiger Lebensräume, wie es besonders an Ufern oder im Hochgebirge ausgeprägt ist. Die einzelnen Zonen können zu Zonationskomplexen zusammengefaßt werden.

9 Literaturverzeichnis

- Alberternst, B., W. Konold, R. Böcker (1995): Genetische und morphologische Unterschiede bei der Gattung *Reynoutria*. — In: Böcker, R., H. Gebhardt, W. Konold, S. Schmidt-Fischer (Hg., 1995): Gebietsfremde Pflanzenarten 113-124. Landsberg.
- Albert, G. (1983): Ursachen und ökologische Folgen großräumiger Grundwasserabsenkungen im Rheintalgraben. — Verh. Ges. Ökol. 10, 365-373.
- Alberti, G., B. Hauk, H.-R. Köhler, V. Storch (Hg., 1996): Dekomposition. Qualitative und quantitative Aspekte und deren Beeinflussung durch geogene und anthropogene Belastungsfaktoren. 490 S. Landsberg.
- Anzer-Heinrich, C. (1995): Die submersen Makrophyten des Schwarzwaldflusses Alb. Ein Vergleich der 1979 und 1984 vorgenommenen Kartierungen. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Anselm, R. (1990): Gestaltung und Wirkung der Uferstreifen aus gewässerkundlicher und wasserbaulicher Sicht. — DVWK/Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1990): Uferstreifen an Fließgewässern. Schriftenreihe des DVWK 90, 1-53. Hamburg, Berlin.
- Arnold, O. (1991): Morphologische Veränderungen an der ausgebauten unteren Murr 1977-1990. — In: Arnold, O., H. Buck, F. Bürkle, C.-P. Hutter, W. Kobler, E. Konzelmann, E. Kullak, W. Linder, Th. Müller, P. Rath, F. Wurm (1991): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Landkreis Ludwigsburg 1983-1987, 2. Landesanstalt für Umweltschutz (Hg.). 37-71. Karlsruhe.
- Asmus, U. (1987): Die Vegetation der Fließgewässerränder im Einzugsgebiet der Regnitz. — Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 45, 23-276. Regensburg.
- Bärthel, E.V. (1965): Hie Großtat – da Verderben. Der Einfluß von Rheinkorrektion und Rheinseitenkanal auf die Auenwäldungen am Oberrhein. — Allg. Forstzeitschrift 20, 484-48.
- Baier, H. (1990): Die Situation der Auwälder an Bayerns Flüssen. — Berichte Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) 14, 173-184. Laufen/Salzach.
- Bartsch, J., M. Bartsch (1940): Vegetationskunde des Schwarzwaldes. — Pflanzensoziologie 4, 229 S. Jena.
- Bartsch, J., M. Bartsch (1952): Der Schluchtwald und der Bach-Eschenwald. — Pflanzensoziologie 8, 109 S. Wien.
- Bauer, G. (1973): Potentielle natürliche Vegetation – Kreis Grevenbroich (1:100.000). Kartenbeilage zu: Landschaftsökologische Grundlagen für den Kreis Grevenbroich. — In: Niederrheinisches Jahrbuch XII = Beiträge zur Landesentwicklung Nr. 25, Krefeld-Köln, 71-136.
- Bauer, G. (1990): Ökologische Gliederung und Anforderungen des Naturschutzes an die Landschaftspflege. — DVWK/Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1990): Uferstreifen an Fließgewässern. Schriftenreihe des DVWK 90, 135-239. Hamburg, Berlin.
- Bauer, F. W. (1951): Die Überführung der badischen Auewäldungen in Hochwald. 138 S. Freiburg.
- Bauer, H.J. (1992): Bewertungskriterien für Fließgewässer. — In: Friedrich, G., J. Lacombe (1992): Ökologische Bewertung von Fließgewässern. Limnologie aktuell 3, 35-44. Stuttgart, New York.
- Bauer, M. (1995): Verbreitung neophytischer Knötericharten an Fließgewässern in Baden-Württemberg. — In: Böcker, R., H. Gebhardt, W. Konold, S. Schmidt-Fischer (Hg., 1995): Gebietsfremde Pflanzenarten, 105-111. Landsberg.
- Bauer, M. (1996): Verbreitung neophytischer Knötericharten an Fließgewässern in Baden-Württemberg. — In: Neophyten, Neozoen – Gefahr für die heimische Natur? Beitr. der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 22, 41-48. Stuttgart.
- Baur, K. (1941): Zur Kenntnis einiger Erlengesellschaften. — Veröff. der Württ. Landesstelle für Naturschutz 17, 158-177. Stuttgart.
- Baur, K. (1963, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Baiersbronn, Oberes Murgtal. 1:25.000 (Meßtischblatt 7416 Baiersbronn). — In: Baur, K. (1964): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 7416 Baiersbronn. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 76 S. Stuttgart.
- Baur, K. (1965, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Creglingen (Taubergrund). 1:25.000 (Meßtischblatt 6526 Creglingen). — In: Baur, K. (1965): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 6526 Creglingen. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 46 S. Stuttgart.
- Baur, K. (1968a, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Herlazhofen (Adelegg und Jungmoränengebiet). 1:25.000 (Meßtischblatt 8226 Herlazhofen). — In: Baur, K. (1968): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 8226 Herlazhofen. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 25 S. Stuttgart.
- Baur, K. (1968b, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Isny (Adelegg und Jungmoränengebiet). 1:25.000 (Meßtischblatt 8326 Isny). — In: Baur, K. (1967): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 8326 Isny. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 31 S. Stuttgart.
- Baur, K., G.W. Brielmaier, K. Müller (1969, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Kißlegg (Argental/Jungmoränengebiet). 1:25.000 (Meßtischblatt 8225 Kißlegg). — In: Baur, K. (1968): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 8225 Kißlegg. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 58 S. Stuttgart.
- Baur, K., K. Müller (1972, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Schelklingen. 1:25.000 (Meßtischblatt 7624 Schelklingen). — In: Baur, K. (1958), K. Müller (1954): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 7624 Schelklingen. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 41 S. Stuttgart.
- Beierkuhnlein, C. (1994): Waldquellfluren im Frankenwald. Untersuchungen zur reaktiven Bioindikation. — Bayreuther Forum Ökologie 10, 1-253 S., Anh. Bayreuth.
- Beierkuhnlein, C. (1995): Florenveränderung durch Immissions-einflüsse – Pflanzengeographische Analyse der Vegetation von Waldquellen. — Artenschutzreport 5/1995, 34-43. Jena.
- Bernadotte, Graf L. (1968): Stellungnahme des Deutschen Rates für Landespflege zum Ausbau des Oberrheins von Basel bis Karlsruhe. — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1968): Landespflege am Oberrhein. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 10, 5-8.

- Bertsch, K. (1907): Hügel- und Steppenpflanzen im oberschwäbischen Donautal. — Jh. Ver. vaterl. Naturkunde Württ. 63, 177-196.
- Beug, J. (1995): Die Vegetation nordwestdeutscher Auengewässer – pflanzensoziologische und standortkundliche Untersuchungen im Ems-, Aller- und Leinetal. — Abh. Westf. Mus. Naturkunde 57 (2/3), 3-106. Münster.
- Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege im Regierungsbezirk Nordbaden (1967): Natur- und Landschaftsschutzgebiet "Ketscher Rheininsel" in Gefahr. — Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 35, 164-173. Ludwigsburg.
- BfANL (Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, 1984): Natürliche oder naturnahe Anteile der standortsheimischen Baumarten an den wichtigsten Standorten der Rheinniederung (Alluvium) zwischen Neuenburg und Karlsruhe. Mskr., 6 S., 1 Tab.
- BfANL (Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Hg., 1989): Naturnaher Ausbau, Unterhaltung und Biotoppflege von Fließgewässern. — Dokumentation Natur und Landschaft 29, Sonderheft 12. Bibliographie Nr. 56. 99 S. Bonn.
- Bierkamp, M., J.-U. Meinecke, J. Schedler, D. Weizsäcker (1985): Das Naturschutzgebiet "Kapfhalde", Landkreis Tübingen. — Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 59/60, 175-268.
- Biewer, H. (1992): Moor-, vegetations- und standortkundliche Charakterisierung des Arnegger Riedes (Alb-Donau-Kreis). Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Billmann, S. (1994): Der Engentalbach. Vegetation und Geomorphologie. Diplomarbeit Universität Hohenheim/Universität Tübingen. Unveröff. Mskr.
- Binder, W. (1996): Neue Wege zur Renaturierung von Flüssen und Bächen. — Der Bürger im Staat 46, 46-49. Stuttgart.
- Birkenfeld, H., H. Brachmann (Hg., 1987): Das Blautal; Mosaik einer Tallandschaft. 136 S.
- Blab, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. 4. Aufl. 479 S. Bonn-Bad Godesberg.
- BNL siehe Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege ...
- Böttger, K. (1990): Ufergehölze - Funktionen für den Bach und Konsequenzen ihrer Beseitigung. Ziele eines Fließgewässerschutzes. — Natur und Landschaft 65 (2), 57-62. Bonn.
- Bogenrieder, A., G. Hügin (1978): Zustand des Waldes in der Rheinniederung zwischen Gripheim und Sasbach - Region Südlicher Oberrhein - (1976). Beispiel einer Zustandserfassung. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 11, 237-246. Karlsruhe.
- Bohn, U. (1976): Vegetationskarte der Hohen Rhön – Potentielle natürliche Vegetation. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Bonn-Bad Godesberg.
- Bohn, U., mit Beiträgen von D. Korneck, K. Meisel (1996): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000. Potentielle natürliche Vegetation. Blatt CC 5518 Fulda. 2. erw. Aufl. (1. Aufl. 1981) — Schr. Reihe Vegetationskunde 15. 346 S. Bonn-Bad Godesberg.
- Bohn, U. (1992): Zum internationalen Projekt einer Karte der natürlichen Vegetation Europas im Maßstab 1:2,5 Mio. Konzept, Inhalt, Erarbeitung, kartographische Darstellung und Anwendungsmöglichkeiten. — Natur und Landschaft 67, 476-480.
- Bohn, U. (1995): International Project for the construction of a map of the natural vegetation of Europe at a scale of 1:2.5 Million – its concept, problems of harmonization and application for nature protection. — In: Géhu, J.-M. (Hg., 1995): Large area vegetation surveys. Colloques Phytosociologiques 23, 23-45. Bailleul 1994.
- Bostelmann, R., J. Baumgart, mit einem Beitrag von U. Drehwald (1991): Typologische Untersuchung naturnaher Fließgewässer und Auen in Baden-Württemberg. Gemeinsamer Zwischenbericht der beteiligten Fachgruppen, Teil G: Gewässer- und Auenvegetation. 209 S. Projekt Wasser-Abfall-Boden (PWAB, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 1991). Unveröff. Gutachten. Karlsruhe.
- Brand, B. (1993): Die Vegetation von Quellfluren im Tal der Wolfegger Ach. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Braun, P., B. Kügel, W. Kraier, J. Hartmann (1996): Ökologisch begründete Sanierungskonzepte kleiner Fließgewässer. Fallbeispiel Vils/Oberpfalz. — Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 26. 167 S. München.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. 865 S. Wien, New York.
- Brechtel, F., C. Schmid-Egger, C. Neumann, F. Baum (1995): Die Trockenauen am südlichen Oberrhein. — Naturschutz und Landschaftsplanung 27, 227-236.
- Briem, E., K. Kursawe, H.-J. Zylka (1992): Tal- und Gewässermorphologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg, 1:500.000. Karlsruhe. — In: Forschungsgruppe Fließgewässer (1993): Fließgewässertypologie. Ergebnisse interdisziplinärer Studien an naturnahen Fließgewässern und Auen in Baden-Württemberg mit Schwerpunkt Buntsandstein-Odenwald und Oberrheinebene. 225 S. Landsberg/Lech.
- Brzeziecki, B., F. Kienast, O. Wildi (1993): A simulated map of the potential natural forest vegetation of Switzerland. — Journal of Vegetation Science 4, 499-508. Uppsala.
- Brzeziecki, B., F. Kienast, O. Wildi (1995): Modelling potential impacts of climate change on the spatial distribution of zonal forest communities in Switzerland. — Journal of Vegetation Science 6 (2), 257-268. Uppsala.
- Buchmann, H., W. Binder (1976): Gestaltung des Neckartalraumes und Erhaltung der Seen von Neckartenzlingen bis Rottenburg. 44 S.
- Buchmann, H., C.-P. Herr, C.-P. Hutter, W. Linder, K. Rimpp, R. Wolf (1982): Die Feuchtgebiete der Region Mittlerer Neckar. – Versuch einer ökologischen Bilanz. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 30, 1-91. Karlsruhe.
- Buchwald, K. (1968): Die Auswirkungen wasserbaulicher Eingriffe auf Naturhaushalt und Landschaftsstruktur der südlichen und mittleren Oberrheinebene. — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1968): Landespflege am Oberrhein. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 10, 35-41.
- Buchwald, K., W. Engelhardt (1968): Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz. Bd. 2. Pflege der freien Landschaft. 502 S. München, Basel, Wien.
- Buchwald, R., B. Höppner, W. Röske (1989): Gefährdung und Schutzmöglichkeiten grundwasserbeeinflusster Wiesenbäche und -gräben in der Oberrheinebene. — Natur und Landschaft 64, 398-403. Bonn.

- Bücking, W. (1989): Naturwaldreservate der badischen Rheinaue. Konzept der Zustandserfassung und Ausblick auf die zukünftige Entwicklung. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 14, 957-979. Freiburg.
- Bücking, W., F. Kramer (1982): Wenn der Wald zum Urwald werden soll. Bann- oder Schonwald Mannheimer Reißinsel. — Allg. Forstzeitschrift 37, 677-681.
- Bücking, W., G. Mühlhäußer (1996): Waldgesellschaften für die Waldbiotopkartierung auf standörtlicher Grundlage. — Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 38, 47-66.
- Bücking, W., W. Reinhardt (1984): Vegetationskundliche Forschung im neuen Bannwald im Naturschutzgebiet Taubergießen. — Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 59/60, 116-174.
- Bückle, E. (1989): Vegetationskarte Winnenden 1:25.000. — Z. f. Natur- und Umweltschutz im Rems-Murr-Kreis 9, 1-16. Remshalden-Buoch.
- Bückle, F. (1989): Naturnahe Behandlung von Fließgewässern: Beispiel Murr. — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1989): Wege zu naturnahen Fließgewässern. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 58, 873-877. Bonn.
- Bürkle, F. (1991): Einführung, wichtige Ergebnisse und abschließende Gedanken. — In: Arnold, O., H. Buck, F. Bürkle, C.-P. Hutter, W. Kobler, E. Konzelmann, E. Kullak, W. Linder, Th. Müller, P. Rath, F. Wurm (1991): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Landkreis Ludwigsburg 1983-1987, 2. Landesanstalt für Umweltschutz (Hg.). 7-12. Karlsruhe.
- Bunzel, M. (1987): Ausbau, Renaturierung und Schutz von Fließgewässern. — Geographische Rundschau 39 (6), 343-349.
- Bunzel-Drüke, M., J. Drüke, H. Vierhaus (1995): Wald, Mensch und Megafauna. — LÖBF-Mitteilungen 20, (4) 43-51. Recklinghausen.
- Burrichter, E. (1973): Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht – Erläuterungen zur Übersichtskarte 1:200.000. — Landeskundliche Karten und Hefte der Geographischen Kommission für Westfalen. Reihe Siedlung und Landschaft in Westfalen 8, 1-58. Münster/Westf.
- Burrichter, E., R. Pott, H. Furch (1988): Begleittext zum Doppelblatt potentielle natürliche Vegetation aus dem Themenbereich II Landesnatur. Geographisch-landeskundlicher Atlas von Westfalen. Hg. von der Geographischen Kommission für Westfalen Landschaftsverband Westfalen-Lippe. 42 S. Münster.
- Bushart, M., K. Michielin (1994): Constructing the map of potential natural vegetation 1:500.000 in FRG. — Géhu. J.-M. (Hg., 1995): Large area vegetation surveys. Colloques Phytosociologiques 23, 559-564. Bailleul 1994.
- Butin, H. (1983): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. 172 S. Stuttgart, New York.
- Carbiener, R. (1974): Die linksrheinischen Naturräume und Waldungen der Schutzgebiete von Rhinau und Daubensand (Frankreich): eine pflanzensoziologische und landschaftsökologische Studie. — In: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hg., 1974): Das Taubergießengebiet – eine Rheinauenlandschaft. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 7, 438-536. Ludwigsburg.
- Clemens, G. (1981): Ökologische Standortkartierung im Ach- und Blautal. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Clements, F.E. (1916): Plant succession. An analysis of the development of vegetation. — Carnegie Inst., Publ. 242. 512 S. Washington.
- Colloques phytosociologiques 9, 739-743. La Végétation des Forêts alluviales. Straßbourg 1980. Vaduz 1984.
- Conrad-Brauner, M. (1994): Naturnahe Vegetation im Naturschutzgebiet "Unterer Inn" und seiner Umgebung. Eine vegetationskundlich-ökologische Studie zu den Folgen des Staustufenbaus. — Berichte Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) Beih. 11. 175 S. Laufen/Salzach.
- Council of Europe/Commission of the European Communities (1987): Map of the natural vegetation of the member countries of the European Community and the Council of Europe. 1:300.000. 2nd Ed. 80 S. 4 Karten. Straßbourg.
- Dahl, H.J., M. Hullen (1989): Studie über die Möglichkeiten zur Entwicklung eines naturnahen Fließgewässersystems in Niedersachsen (Fließgewässerschutzsystem Niedersachsen). — Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 18, 5-120. Hannover.
- Davis, F.W., S. Goetz (1990): Modeling vegetation pattern using digital terrain data. — Landscape Ecology 4, 69-80. Den Haag.
- Demuth, S. (1994): *Balsaminaceae*. — In: Sebold, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1992): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 4, 198-204. Stuttgart.
- Denz, O. (1991): Die Vegetation des Zastler Tales im Südlichen Schwarzwald. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 15, 331-365. Freiburg.
- Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1989): Wege zu naturnahen Fließgewässern. Gutachterliche Stellungnahme. — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1989): Wege zu naturnahen Fließgewässern. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 58, 727-747. Bonn.
- Diener, U. (1989): Vegetation des Gießbachtals im württembergischen Allgäu in Abhängigkeit von Nutzung und Standort. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Dierschke, H. (1968): Zur Abgrenzung von Einheiten der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation in waldarmen Gebieten Nordwestdeutschlands. — In: Tüxen, R. (Hg., 1974): Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde in Rinteln 1968, 305-325. Lehre.
- Dierschke, H. (1976): Reale und heutige potentiell natürliche Vegetation im Bereich des unteren Aller- und Leinetals. 53 S. Anh. Unveröff. Mskr. Göttingen.
- Dierschke, H. (1981): Schutz der letzten Reste europäischer Auenwälder. — Natur und Landschaft 56, 303-304. Bonn.
- Dierschke, H. (1984): Natürlichkeitsgrade von Pflanzengesellschaften unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation Mitteleuropas. — Phytocoenologia 12, 173-184. Stuttgart, Braunschweig.
- Dieterich, H., S. Müller, G. Schlenker (1970): Urwald von morgen. 174 S. Stuttgart.
- Dilger, R., V. Späth (1985): Kartierung und Bilanzierung schutzwürdiger Bereiche der Rheinniederung im Regierungsbezirk Karlsruhe. — Natur und Landschaft 60, 435-440. Bonn.
- Dister, E. (1980a): Bemerkungen zur Ökologie und soziologischen Stellung der Auenwälder am nördlichen Oberrhein (hessische Rheinaue). — Géhu. J.-M. (Hg., 1984): La végétation des

- forêts alluviales. Colloques phytosociologiques 9, 343-363. Straßbourg 1980. Vaduz 1984.
- Dister, E. (1980b): Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. Forschungsauftrag der Obersten Naturschutzbehörde des Landes Hessen an die Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e.V. (HGON). Diss. Univ. Göttingen. 170 S. Tabb. Worms-Herrnsheim.
- Dister, E. (1983a): Anthropogene Wasserstandsänderungen in Flußauen und ihre ökologischen Folgen. — Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 11, 89-100.
- Dister, E. (1983b): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten. — Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 10, 325-336. Mainz.
- Dister, E. (1985a): Erhaltung von Auelebensräumen bei Flußausbauten unter besonderer Berücksichtigung der Retentionsfunktion. — Laufener Seminarbeiträge. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) 3/85, 74-90. Laufen/Salzach.
- Dister, E. (1985b): Zur Struktur und Dynamik alter Hartholzauenwälder (Quercus-Ulmetum Issl. 24) am nördlichen Oberrhein. — Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 123, 13-32. Wien.
- Dister, E. (1991b): Folgen des Oberrheinausbaus und Möglichkeiten der Auen-Renaturierung. — Laufener Seminarbeiträge. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) 4/91, 115-123. Laufen/Salzach.
- Dister, E., E. Schneider, E. Schneider, H.-G. Fritz, S. Winkel, E. Flößer (1992): Großflächige Renaturierung des "Kühkopfes" in der hessischen Rheinaue – Ablauf, Ergebnisse und Folgerungen der Sukzessionsforschung. — In: Auen – gefährdete Lebensadern Europas. Renaturierung von Flußauen. Beitr. der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 13b, 20-36. Stuttgart.
- Döring-Mederake, U. (1990): Alnion forests in Lower Saxony (FRG), their ecological requirements, classification and position within Carici elongatae-Alnetum of Northern Central Europe. — Vegetatio 89 (2), 107-120. Den Haag.
- Döring-Mederake, U. (1991): Feuchtwälder im nordwestdeutschen Tiefland; Gliederung – Ökologie – Schutz. — Scripta Geobotanica 19, 1-122. Göttingen.
- Doll, U. (1993): Die Morphologie und Vegetation der Bäche im Rottenacker Ried (Alb-Donau-Kreis). Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- DVWK/ Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1991): Hydraulische Berechnung von Fließgewässern. — DVWK-Merkblätter 220. Hamburg.
- DVWK/ Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1996): Ökomorphologie von Fließgewässern. — Naturschutz und Landschaftsplanung 28, 164.
- Eckmüllner, O. (1940): Der oberrheinische Sanddornbusch. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde Naturschutz N.F. 4, 157-168, 185-205, 229-243. Freiburg i. Br.
- Ehls, K. (1987): Die Bedeutung der Altrheine und ihre Regelung. — In: Naturschutzgebiet Limberg am Kaiserstuhl. Führer Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 2, 219-226. 2. Aufl. Karlsruhe.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. 1095 S. Stuttgart.
- Encke, B.G. (1983): Taubergießen – beispielhaftes deutsch-französisches Naturschutzprojekt. — Allg. Forstzeitschrift 38 (20), 511-515.
- Eser, U., C. Grözinger, W. Konold, P. Poschlod (1992): Naturschutzstrategien. — Veröff. Projekt "Angewandte Ökologie" 2. 103 S. Karlsruhe.
- Eskuche, U. (1955): Vergleichende Standortuntersuchungen an Wiesen im Donauried bei Herberlingen. — Veröff. der Württ. Landesstellen für Naturschutz und Landschaftspflege in Ludwigsburg und Tübingen 23, 33-135.
- Faber, A. (1937): Erläuterungen zum pflanzensoziologischen Kartenblatt des mittleren Neckar- und Ammertalgebietes. 44 S. Stuttgart.
- Faber, A. (1958): Vegetationskundliche Karte Reutlingen, Alb und Albvorland. 1:25.000 (Meßtischblatt 7521 Reutlingen). Staatl. Museum f. Naturkunde und Schwäbischer Albverein. Stuttgart.
- Faber, A., D. Heugel (1938): Pflanzensoziologisches Kartenblatt des mittleren Neckar- und Ammertalgebietes (Tübingen, Schönbuchrand und Rammert). 1: 25.000. — In: Faber, A. (1937): Erläuterungen zum pflanzensoziologischen Kartenblatt des mittleren Neckar- und Ammertalgebietes. 44 S. Stuttgart.
- Faber, T.F. (1989): Die Luftbildauswertung, eine Methode zur ökologischen Analyse von Strukturveränderungen bei Fließgewässern. — Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 31. 119 S. Bonn-Bad Godesberg.
- Felkel, K. (1981): Flußbauliche Maßnahmen am Oberrhein – Absichten und Folgen. — Pfälzische Landeskunde 1.
- Firbas, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 2 Bde. Jena.
- Fischer, A. (1995): Forstliche Vegetationskunde. 315 S. Berlin, Wien.
- Fischer, H.S. (1990): Simulating the distribution of plant communities in an alpine landscape. — Coenoses 5, 37-43.
- Fischer, H.S. (1994): Simulation der räumlichen Verteilung von Pflanzengesellschaften auf der Basis von Standortskarten. Dargestellt am Beispiel des MaB Testgebietes Davos. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stift. Rübel Zürich 122. 143 S. Diss. ETH Nr. 9292. Zürich.
- Foessler, F., W. Bohle (1992): Fließgewässer und ihre Auen – prädestinierte Standorte ökologischer und naturschutzfachlicher Grundlagenforschung. — In: Henle, K., G. Kaule (Hg., 1992): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. Berichte aus der ökologischen Forschung 4, 236-266. Jülich.
- Forschungsgruppe Fließgewässer (1993): Fließgewässertypologie. Ergebnisse interdisziplinärer Studien an naturnahen Fließgewässern und Auen in Baden-Württemberg mit Schwerpunkt Buntsandstein-Odenwald und Oberrheinebene. 225 S. Landsberg/Lech.
- Frank, C., R. Asang-Soergel, A. Teiwes (1995): Umfang von Umweltverträglichkeitsstudien in Auengebieten: Studie Fauna und Flora. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 101/Large Rivers 9, 565-572. Stuttgart.
- Frenzel, B., A.K. Gliemeroth (1995): Zur Vegetationsgeschichte Mitteleuropas. Alpen-Mittelgebirge-Tiefland. — Angew. Landschaftsökologie 4, 15-50. Bonn-Bad Godesberg.
- Friedrich, G. (1980): Funktionen von Gehölzen. — Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 41, 237-245. Frankfurt/Main.

- Friedrich, G. (1986): Was bedeutet Renaturierung von Fließgewässern? — Aktuelle Fragen der Unterhaltung von Fließgewässern. LWA-Materialien 3/86, 23-31. Düsseldorf.
- Friedrich, G. (1992): Ökologische Bewertung von Fließgewässern — eine unlösbare Aufgabe? — In: Friedrich, G., J. Lacombe (Hg., 1992): Ökologische Bewertung von Fließgewässern. Limnologie aktuell 3, 1-7. Stuttgart, New York.
- Fritz, R. (1994): Flora und Vegetation der Brenz und der Hürbe (Ostalb). Ihre Entwicklung von 1987 bis 1993. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Fuchs, A. (1978): Sukzessionsstufen in perennierenden Rheinauengewässern — Bestandsaufnahmen in zwei Feuchtbiosphären. Staatsexamensarbeit. Zool. Inst., Universität Heidelberg.
- Fukarek, F. (1987): Pflanzen in Ausbreitung. Gefährdete Arten — gefährliche Arten. — Bot. Rundbr. Bez. Neubrandenburg 19, 3-8.
- Gallusser, W. A., A. Schenker (Hg., 1992): Die Auen am Oberrhein. 192 S. Basel.
- Gebhardt, H. (1980): Sukzessionsstufen in perennierenden Rheinauengewässern. Datenerfassung im 2. und 3. Jahr. Staatsexamensarbeit. Zool. Inst., Universität Heidelberg. 177 S.
- Gebhardt, K. (1996): Die Entwicklung aquatischer Lebensräume nach Umgestaltung der Donau im Bereich des Blochinger Sandwinkels. Diplomarbeit Universität Tübingen. Unveröff. Mskr.
- Gerhardt, K., G. Gotzhein, R. Petermichl (1988): Erfassung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern. — Umweltplanung, Arbeits- und-Umweltschutz 75, 7-28. Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden.
- Gerken, B. (1980): Über Tiergemeinschaften der Rheinaue — Zur Bedeutung des Wasserhaushalts und des Zustands der Waldvegetation. — In: Tüxen, R. (Hg., 1980): Ephemorie. Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde 1980, 351-372. Vaduz.
- Gerken, B., A. Henrichfreise, D. Korneck, W. Krause, W. Trautmann (1980): Vegetationskundlich, gewässerkundlich und avifaunistisch vorrangig erhaltenswerte Flächen der badischen Rheinaue. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Institut für Vegetationskunde. 70 S. Karten. Bonn-Bad Godesberg.
- Gerken, B., U. Schwarz (1988): Auen — verborgene Lebensadern der Natur. 132 S. Freiburg i. Br.
- Gerken, B., W. Winski (1983): Führer zur Exkursion der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 18.09.1982 in die südliche Oberrheinaue. — Ber. Dt. Bot. Ges. 96, 323-341.
- Gerlinger, W., M. Punzel (1991): Vegetationskundliche Untersuchungen an neuangelegten Kleingewässern im Raum Sigmaaringen. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Gießbübel, J. (1993): Erfassung und Bewertung von Fließgewässern durch Luftbildauswertung. — Schr. Reihe Landschaftspflege Naturschutz 37, 3-77. Karten. Bonn-Bad Godesberg.
- Gliemeroth, A.K. (1995): Paläoökologische Untersuchungen über die letzten 20.000 Jahre in Europa. Paläoklimaforschung 18, 252 S. Stuttgart, Jena, New York.
- Göhringer, S. (1988): Waldbiotopkartierung Bühl. Biotopbewertung in Wäldern der Rheinaue. — Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 140, 119 S. Freiburg.
- Görs, S. (1974): Nitrophile Saumgesellschaften im Gebiet des Taubergießen. — In: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hg., 1974): Das Taubergießengebiet — eine Rheinauenlandschaft. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 7, 325-354. Ludwigsburg.
- Göttlich, Kh. (1966): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 8122 Weingarten. — In: Göttlich (1967): Erläuterungen zu Blatt Weingarten L 8122. 64 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Südwürttemberg-Hohenzollern, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., O. Stumpp (1968): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 8124 Bad Waldsee. — In: Göttlich (1968): Erläuterungen zu Blatt Bad Waldsee L 8124. 64 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Südwürttemberg-Hohenzollern, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., F. Klötzli (1971): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 8320 Konstanz. — In: Göttlich, Kh., F. Klötzli (1972): Erläuterungen zu Blatt Konstanz L 8320. 79 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Südwürttemberg-Hohenzollern, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., E. Hohenstatter (1971): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 8324 Wangen im Allgäu. — In: Göttlich, Kh., E. Hohenstatter, W. Winterhoff (1971): Erläuterungen zu Blatt Wangen im Allgäu L 8324. 100 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Südwürttemberg-Hohenzollern, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., O. Stumpp (1972): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 7924 Biberach. — In: Göttlich, Kh., J. Werner (1976): Erläuterungen zu Blatt Biberach L 7924. 57 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Württemberg-Hohenzollern, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., O. Stumpp, F. Klötzli, A. Schläfli, S. Züst, Chr. Roth, M. Meyer, J. Burnand (1975): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 8318 Singen (Hohentwiel). — In: Göttlich, Kh., F. Klötzli, J. Werner (1975): Erläuterungen zu Blatt Singen (Hohentwiel) L 8318. 86 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Tübingen, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., O. Stumpp (1975): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 8322 Friedrichshafen. — In: Göttlich, Kh., J. Werner (1975): Erläuterungen zu Blatt Friedrichshafen L 8322. 66 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Tübingen, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., O. Stumpp (1976): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 8118 Tuttlingen. — In: Göttlich, Kh., J. Werner (1976): Erläuterungen zu Blatt Tuttlingen L 8118. 51 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Tübingen, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., O. Stumpp (1977): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Westliche Teile der Blätter L 7926, 8126, 8326 Östliches Württembergisches Allgäu und Illergebiet. — In: Göttlich, Kh., J. Werner (1977): Erläuterungen zum Sonderblatt Östliches Württembergisches Allgäu und Illergebiet Westliche Teile der Blätter L 7926, 8126, 8326. 51 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Tübingen, Abt. Wasserwirtschaft.

- Göttlich, Kh., O. Stumpp (1978): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt Die Baar. — In: Göttlich, Kh., A.G. Benzing, K. Münzing (1978): Erläuterungen zum Sonderblatt Die Baar L 7916 (Südhälfte) und 8116. 55 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Tübingen, Abt. Wasserwirtschaft.
- Göttlich, Kh., O. Stumpp, J. Ditrach (1980): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50.000. Blatt L 7526 Günzburg. — In: Göttlich, Kh., A.G. Benzing, W. Schloz (1979): Erläuterungen zum Blatt Günzburg L 7526. 45 S. Tab., Abb. Hg. Landesvermessungsamt Baden-Württemberg und Regierungspräsidium Tübingen, Abt. Wasserwirtschaft.
- Gradmann, R. (1898/1950): Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. 2 Bde. Stuttgart.
- Greulich, K. (1992/93): Das Autmüttal bei Großbottlingen. Diplomarbeit FH Nürtingen, Fachbereich Landespflege. Unveröff. Mskr.
- Griese, F. (1987): Untersuchungen über die natürliche Wiederbewaldung von Heideflächen im Niedersächsischen Flachland. Diss. Universität Göttingen. 163 S. Göttingen.
- Grüttner, A., R. Warnke-Grüttner (1996): Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes Federsee (Oberschwaben. — Zustand und Wandel. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 86, 1-314. Karlsruhe.
- Gunkel, G. (1996a): Renaturierung kleiner Fließgewässer. 471 S. Jena, Stuttgart.
- Gunkel, G. (1996b): Gewässermorphologie. — In: Gunkel, G. (1996a): Renaturierung kleiner Fließgewässer 15-24. Jena, Stuttgart.
- Gunkel, G. (1996c): Grundlagen der Limnologie ausgebauter und renaturierter Gewässer. — In: Gunkel, G. (1996a): Renaturierung kleiner Fließgewässer 64-139. Jena, Stuttgart.
- Gunkel, G. (1996d): Stand der Gewässerrenaturierung in der BRD. — In: Gunkel, G. (1996a): Renaturierung kleiner Fließgewässer 402-414. Jena, Stuttgart.
- Gwinner, W.H. (1848): Praktische Anleitung für Ortsvorsteher und Gutsbesitzer zur Holzzucht außerhalb des Waldes. 48 S.
- Hagelauer, P. (1989): Bachauen im Kraichgau. Die Vegetation im "Neibsheimer Grund" in Abhängigkeit von Boden, Grundwasserstand und Nutzungsgeschichte. Diplomarbeit Universität Hohenheim/Universität Stuttgart. Unveröff. Mskr.
- Härdtle, W. (1989): Potentielle natürliche Vegetation – Ein Beitrag zur Kartiermethode am Beispiel der Topographischen Karte 1623 Owschlag. — Mitt. der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg 40. 72 S. Kiel.
- Härdtle, W. (1990): Potentielle natürliche Vegetation. Überlegungen zum theoretischen Konzept und zur Methode der Kartierung (dargestellt am Beispiel der Topographischen Karte 1623 Owschlag). Diss. Universität Kiel. 87 S. Kiel.
- Härdtle, W. (1995): On the theoretical concept of the potential natural vegetation and proposals for an up-to-date modification. — *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 30 (3), 263-276. Praha.
- Haffner, W. (1968): Die Vegetationskarte als Ansatzpunkt zu landschaftsökologischen Untersuchungen. — *Erdkunde. Archiv für wissenschaftliche Geographie* 22, 215-225. Bonn.
- Hard, G. (1975): Vegetationsdynamik und Verwaldungsprozesse auf den Brachflächen Mitteleuropas. — *Die Erde* 106, 243-276.
- Hartmann, E., W. Konold (1990): Möglichkeiten zur Entwicklung und Förderung natürlicher Landschaftselemente (Primärbiotope) am Beispiel kleiner Fließgewässer und deren Talauen. Literaturstudie im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg. Unveröffentlicht.
- Hartmann, E., H. Schuldes, R. Kübler, W. Konold (1995): Neophyten. Biologie, Verbreitung und Kontrolle ausgewählter Arten. 302 S. Landsberg.
- Hassler, D. (1995): Tausend Jahre Mühe und kein Ende: Die Geschichte des Bachbaus in Kraichgau, Hardt und Bruhrain. — In: Hassler, D., M. Hassler, K.-H. Glaser (Hg., 1995): Wässerwiesen. Geschichte, Technik und Ökologie der bewässerten Wiesen, Bäche und Gräben in Kraichgau, Hardt und Bruhrain. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 87, 40-61. Karlsruhe.
- Hassler, M. (1995): Flora und Vegetationskunde. — In: Hassler, D., M. Hassler, K.-H. Glaser (Hg., 1995): Wässerwiesen. Geschichte, Technik und Ökologie der bewässerten Wiesen, Bäche und Gräben in Kraichgau, Hardt und Bruhrain. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 87, 137-164. Karlsruhe.
- Hassler, D., M. Hassler, K.-H. Glaser (Hg., 1995): Wässerwiesen. Geschichte, Technik und Ökologie der bewässerten Wiesen, Bäche und Gräben in Kraichgau, Hardt und Bruhrain. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 87, 1-432. Karlsruhe.
- Hauff, R. (1962): Vegetationskundliche Karte Weingarten, Würmmoräne des Rheingletschers (Schussenbecken und Umrandung). 1:25.000 (Meßtischblatt 8123 Weingarten). — In: Hauff, R. (1964): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 8123 Weingarten. 47 S. Stuttgart.
- Hauff, R., O. Sebald (1977, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Wehingen (Südwestalb und Vorland). 1:25.000 (Meßtischblatt 7818 Wehingen). — In: Hauff, R., O. Sebald (1977): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 7818 Wehingen. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 53 S. Stuttgart.
- Hausrath, H. (1899): Zum Vordringen der Kiefer und Rückgang der Eiche in den Waldungen der Rheinebene. — *Verh. Naturw. Ver. Karlsruhe* 13.
- Hegg, O., C. Béguin, H. Zoller (1993): Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz. Hg. Bundesamt Umwelt, Wald u. Landschaft. Textbd. 159 S. + Atlas. Bern.
- Heller, H. (1963): Struktur und Dynamik von Auenwäldern. Promotionsarbeit Eidgen. Techn. Hochschule Zürich. 72 S. Bern. und: *Beitr. geobot. Landesaufnahmen Mitt.* 5, 42, H. 44, 75 S.
- Heller, H. (1969): Lebensbedingungen und Abfolge der Flußauenvegetation in der Schweiz. — *Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen* 45 (1), 1-124. Zürich.
- Henrichfreise, A. (1980): Zum Naturschutzwert der Wälder in der badischen Rheinaue. — In: Géhu, J.-M. (Hg., 1984): *La végétation des forêts alluviales. Colloques phytosociologiques* 9, 633-640. Straßbourg 1980. Vaduz 1984.
- Henrichfreise, A. (1981): Zum Naturschutzwert der Wälder in der badischen Rheinaue. — *Natur und Landschaft* 56, 359-362. Bonn.
- Henrichfreise, A. (1988): Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein im Raum Breisach. Zur Prüfung der Umweltverträglichkeit. Standort, Vegetation, Fauna. *Landschaftsbild. Bundes-*

- forschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Institut für Vegetationskunde. 148 S. Anlagen. Bonn-Bad Godesberg.
- Henrichfreise, A., B. Gerken, A. Winkelbrandt (1990): Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein im Raum Breisach. Zur Prüfung der Umweltverträglichkeit. Auswirkungen von Hochwassern außerhalb der Vegetationsperiode auf Standort, Vegetation, Fauna und Landschaftsbild. Ergänzung. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Institut für Vegetationskunde. 17 S. Anlagen. Bonn-Bad-Godesberg.
- Hessische Landesanstalt für Umwelt, Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe, Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftspflege (BFANL) (1988): Biotopsystem nördliche Oberrheinniederung. 137 S. Bonn, Karlsruhe, Oppenheim, Wiesbaden.
- Herbst, L.D. (1992): Ausgebaute Fließgewässer des Mittelalters und der frühen Neuzeit in Oberschwaben als Lernfelder der historischen Geographie. — Weingartener Hochschulschriften 17. 204 S. Weingarten.
- Hertstein, U., H.-J. Jäger (1995): Wirkungen der sich ändernden Atmosphäre (CO₂, O₃, verstärkte UV-Strahlung) auf die Vegetation. — Angew. Landschaftsökologie 4, 59-81. Bonn-Bad Godesberg.
- Hinterlang, D. (1992): Vegetationsökologische Aspekte der Weichwasser-Quellgesellschaften zentraleuropäischer Mittelgebirge unter besonderer Berücksichtigung der Synsystematik. — Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 4, 105-121. Hannover.
- Hölzel, N. (1996): Erico-Pinetea. — Dierschke, H., 1996: Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands 1 (H6), 11-49. Göttingen.
- Hoffmann, J. (1995): Einfluß von Klimaänderungen auf die Vegetation in Kulturlandschaften. — Angew. Landschaftsökologie 4, 191-211. Bonn-Bad Godesberg.
- Hofgärtner, M. & M. Strohmayer (1996): Beispielskartierungen naturnaher Fließgewässer in Baden-Württemberg. Unters. i.A. der Landesanstalt f. Umweltschutz, 22 S. Anhang (unveröff.)
- Hofmann, G. (1995): Wald, Klima, Fremdstoffeintrag – ökologischer Wandel mit Konsequenzen für Waldbau und Naturschutz, dargestellt am Gebiet der neuen Bundesländer Deutschlands. — Angew. Landschaftsökologie 4, 165-189. Bonn-Bad Godesberg.
- Hohenester, A. (1978): Die potentielle natürliche Vegetation im östlichen Mittelfranken (Region 7). — Mitt. Fränk. Geogr. Ges. 23/24, 1-57. Erlangen./Erlanger Geogr. Arbeiten 38. 57 S. Erlangen.
- Hohmann, J., W. Konold (1992): Flußbaumaßnahmen an der Wutach und ihre Bewertung aus ökologischer Sicht. — Wasserwirtschaft 82, 434-440.
- Hohmann, J., W. Konold (1995): Renaturierung von Fließgewässern. Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung an der Enz bei Pforzheim. 152 S. Landsberg.
- Hohmann, J., W. Konold, B. Leisner, P. Wattendorf (1993): Vegetationsstrukturen an der naturnah umgestalteten Enz in Pforzheim. — Unveröff. Mskr. 12 S. Inst. für landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim.
- Hohmann, J., W. Konold, B. Leisner, P. Wattendorf (1994): Unterhaltungskonzept zur naturnahen Umgestaltung der Enz bei Pforzheim unter ökologischen und hydraulischen Gesichtspunkten. — Unveröff. Mskr. 23 S. Inst. für landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim.
- Huber, E. (1977): Die Auewälder des oberrheinischen Tieflandes – insbesondere ihre Überführung in Hochwald und deren betriebswirtschaftliche Folgen. — Der Forst- und Holzwirt 32, 1-7.
- Huber, E. (1987): Zur Geschichte der Auenwälder im oberrheinischen Tiefland. — Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 65, 265-335.
- Hügin, G. (1963): Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. — Beiträge zur Landespflege 1, 185-250. Stuttgart.
- Hügin, G. (1980): Die Auenwälder des südlichen Oberrheintales und ihre Veränderung durch den Rheinausbau. — In: Géhu, J.-M. (Hg., 1984): La végétation des fo-rêts alluviales. Colloques phytosociologiques 9, 677-706. Strasbourg 1980. Vaduz 1984.
- Hügin, G. (1981): Die Auenwälder des südlichen Oberrheintales – ihre Veränderungen und Gefährdung durch den Rheinausbau. — Landschaft + Stadt 13, 78-91. Stuttgart.
- Hügin, G. (1985): Vegetations- und gewässerkundliches Gutachten über die Rheinaue zwischen Neuenburg und Breisach. Hg. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie. 21 S. Anlagen. Bonn-Bad Godesberg.
- Hügin, G. (1990): Die Mooswälder der Freiburger Bucht – Wahrzeichen einer alten Kulturlandschaft. Gestern – heute...morgen? — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 29, 1-88. 2. Aufl. [1. Aufl. 1982]. Karlsruhe.
- Hügin, G., A. Henrichfreise (1992): Naturschutzbewertung der badischen Oberrheinaue. Vegetation und Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes. — Schriftenreihe für Vegetationskunde 24, 48 S. Bonn-Bad Godesberg.
- Imboden, Ch. (1976): Leben am Wasser. 240 S. Basel.
- Jäger, E.J. (1995): Klimabedingte Arealveränderungen von anthropochoren Pflanzen und Elementen der natürlichen Vegetation. — Angew. Landschaftsökologie 4, 51-57. Bonn-Bad Godesberg.
- Jahn, G., G. Mühlhäußer, W. Hübner, W. Bücking (1990): Zur Frage der Veränderung der natürlichen Waldgesellschaften am Beispiel der montanen und hochmontanen Höhenstufe des westlichen Nordschwarzwaldes. — Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 35, 15-25.
- Jahn, G. (1992): Zum Stande der Diskussion um die potentielle natürliche Vegetation. — Schriftenreihe der Landesanstalt für Forstwirtschaft Nordrhein-Westfalen. Heft 4. Welche Natur wollen wir? 13-28. Arnsberg.
- Jahn, G. (1996): Von der ursprünglichen zur heutigen potentiellen natürlichen Vegetation. — Natur- und Kulturlandschaft 1, 16-20. Höxter.
- Jalas, J. (1953): Hemerokorit ja hemerobit. — Luonnon Tutkija 57, 12-16.
- Jalas, J. (1955): Hemerobe und hemerochrome Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. — Acta Soc. Fauna Flora Fenn. 72, 1-15.
- Janssen, A. (1989): Potentielle natürliche Vegetation und Freiraumplanung in Städten. — Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 18, 163-166.
- Janssen, A. (1990): Transektkartierung der potentiellen natürlichen Vegetation in Bayern. — Berichte Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) 14, 61-77. Laufen/Salzach.

- Janssen, A. (1991): Einsatz von Karten der potentiellen natürlichen Vegetation für eine umweltverträgliche Landwirtschaft und naturnahe Aufforstung von Stilllegungsflächen. Dargestellt an Beispielen aus Bayern. — Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 19, 49-57.
- Janssen, A., P. Seibert (1991): Potentielle natürliche Vegetation in Bayern. Anmerkungen zur Arbeitsmethode der Transektkartierung und Auswertung der Ergebnisse. — Hoppea 50, 151-188. Regensburg.
- Janssen, A., M. Bushart (1993): Transektkartierung der potentiellen natürlichen Vegetation in Bayern. — Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Schriftenr. 121, 75-93. München.
- Jöst, M. (1984): Vegetation, Nutzung und Belastung des Aitrach-Altwassers und der Laubener Brunnen bei Altmannshofen (Landkreis Ravensburg). Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Johnson H.B., H.W. Polley, H.S. Mayeux (1993): Increasing CO₂ and plant-plant interactions: effects on natural vegetation. — Vegetatio 104/105, 157-170. Den Haag.
- Jordan, H. (1978): Der Wald am Rußheimer Altrhein. — In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hg., 1978): Der Rußheimer Altrhein, eine nordbadische Auenlandschaft. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 10, 77-83. Karlsruhe.
- Jung, P. (1989): Brigach, Breg und oberste Donau. Eine Untersuchung zur Verbreitung und Ökologie der Makrophyten. Diplomarbeit Universität Tübingen/Universität Hohenheim. 98 S. Unveröff. Mskr.
- Kämmer, F., M. Dienst (1982): Zum Vorkommen der Flaumeiche (*Quercus pubescens* Willd.) in der trockengefallenen südlichen Oberrheinaue. — Carolinea 40, 49-64. Karlsruhe.
- Kahnt, U. (1988): Untersuchung der Verbreitung submerser Makrophyten in den Fließgewässern Lone, Hürbe und Brenz auf der Ostalb. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Kaiser, T. (1996): Die potentielle natürliche Vegetation als Planungsgrundlage im Naturschutz. — Natur und Landschaft 71, 435-439.
- Kalytta, T. (1994): Pilotprojekt: Naturnahe Umgestaltung des Brettenbachs/Emmendingen. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 16, 125-142. Freiburg.
- Kappus, B. (1989): Vergleichende faunistisch-ökologische Untersuchungen zwischen naturbelassenen, naturnah umgestalteten und hart verbauten Abschnitten des Fließgewässers Eyach bei Balingen. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Karthus, G. (1990): Zur ornitho-ökologischen Bedeutung von Bachufergehölzen in der Kulturlandschaft. — Natur und Landschaft 65 (2), 51-57. Bonn.
- Kaufmann, B. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen am Fließgewässersystem Schmiech im Vergleich zu deren Erstkartierung. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Kern, K. (1986): Ziele, Möglichkeiten und Grenzen naturnaher Umgestaltung – Einführung aus wasserbaulicher Sicht. — Mitt. Inst. f. Wasserbau und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe 174, 1-14. Karlsruhe.
- Kern, K. (1991): Grundsätze naturgemäßer Gewässergestaltung – Erfahrungen aus Baden-Württemberg. — Mitt. Inst. f. Wasserbau und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe 180, 116-134. Karlsruhe./ auch in: Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM, Hg., 1990): Naturgemäße Gestaltung von Fließgewässern. Handbuch Wasserbau 3, 19-27. Kolloquium am 3. Mai 1990. Stuttgart.
- Kern, K., R. Bostelmann, G. Hinsenkamp (1992): Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern. Teil I Leitfaden, Teil II Dokumentation ausgeführter Projekte. Handbuch Wasserbau 2. Kolloquium am 3. Mai 1990. 228 S. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM, Hg.). Stuttgart.
- Kern, K. (1995): Morphodynamik. — In: Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/95, 49-57. München.
- Kersting, G. (1986): Die Pflanzengesellschaften des unteren Schwarza- und Schlüchttales im Südostschwarzwald. Diplomarbeit Universität Freiburg i. Br. 160 S. Unveröff. Mskr.
- Kienast, D. (1978): Die spontane Vegetation der Stadt Kassel in Abhängigkeit von bau- und stadtstrukturellen Quartierstypen. — Urbs et regio 10, 1-411.
- Kienast, F. (1991): Simulated effects of increasing atmospheric CO₂ and changing climate on the successional characteristics of Alpine forest ecosystems. — Landscape Ecology 5, 225-238. Den Haag.
- Kienast, F., B. Brzeziecki, O. Wildi (1995): Simulierte Auswirkungen von postulierten Klimaveränderungen auf die Waldvegetation im Alpenraum. — Angew. Landschaftsökologie 4, 83-101. Bonn-Bad Godesberg.
- Kienast, F., N. Kräuchi (1991): Simulated successional characteristics of managed and unmanaged low-elevation forests in central Europe. — Forest Ecology and Management 42, 49-61. Amsterdam.
- Kienast, F., B. Brzeziecki, O. Wildi (1996): Long-term adaptation potential of Central European mountain forests to climate change: a GIS-assisted sensitivity assessment. — Forest Ecology and Management 80, 133-153. Amsterdam.
- Kinzelbach, R. (1978): Veränderungen der Fauna des Oberrheins. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 11, 291-301. Karlsruhe.
- Kirchner, O. (1888): Flora von Stuttgart und Umgebung. 767 S. Stuttgart.
- Kirchner, O. v., J. Eichler (1900): Exkursionsflora für Württemberg und Hohenzollern. 1. Aufl. 440 S. Stuttgart.
- Kirchner, O. v., J. Eichler (1913): Exkursionsflora für Württemberg und Hohenzollern. 2. Aufl. 479 S. Stuttgart.
- Klaghofer, E., K. Mader (1987): Grundwasserstandsveränderungen im Bereich von Flußkraftwerken und deren Auswirkung auf den Auwald. — Österreichische Wasserwirtschaft 39 (7/8), 198-202. Petzenkirchen, Austria.
- Klemmen, G. (1981): Ökologische Standortskartierung im Ach- und Blautal. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Klepser, H.-H. (1994a): Naturschutz, Landschaftspflege und Biotopvernetzung in der Donauaue. — Limnologie aktuell 2, 351-359. Stuttgart, Jena, New York.
- Klepser, H.-H. (1994b): Die naturnahe Umgestaltung der Donau bei Blochingen, Stadt Mengen, Landkreis Sigmaringen, Land Baden-Württemberg. — Lebensraum Donau – Europäisches Ökosystem. Beitr. d. Akad. f. Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 17, 240-247. Stuttgart.
- Klink, H.-J., E. Mayer (1983): Vegetationsgeographie. Braunschweig.

- Klink, H.-J., S. Slobodda (1994): Vegetation. — In: Liedtke, H., J. Marcinek (Hg., 1994): Physische Geographie Deutschlands, 158-196. Gotha.
- Knapp, R. (1946): Karte der Landschaften der nordöstlichen Oberrheinebene. 1:100.000. (5 Teilkarten. Rechtes Rheinufer.) — In: Knapp, R. (1946): Wälder und Landschaften der nordöstlichen Oberrheinebene. Heidelberg. Als Mskr. vervielfältigt.
- Knapp, R. (1970): Beiträge zur Vegetationskunde von Hessen. — Ber. Oberhess. Ges. Natur-Heilk. N.F. Naturwiss. Abt. 37, 119-130.
- Knöller, K. (1986): Naturnaher Ausbau des Goldbachs in Sindelfingen. — Mitt. Inst. f. Wasserbau und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe 174, 195-208. Karlsruhe.
- Kögler, H. (1990): Die Vegetation der Donauaue im Bereich Hundersingen. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Koenis, H., V. Glavac (1979): Über die Konkurrenzfähigkeit des Indischen Springkrauts (*Impatiens glandulifera*) am Fuldaufer bei Kassel. — *Philippia* 4, 47-59.
- Kohlhepp, D. (1984): Die Wutachschlucht. 139 S. Freiburg i. Br.
- Kolb, W. (1980): Vegetationskundliche Untersuchungen im geplanten Naturschutzgebiet "Riedwiesen" im Großen Lautertal (Schwäbische Alb). Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Konold, W. (1984): Zur Ökologie kleiner Fließgewässer: verschiedene Ausbaumarten und ihre Bewertung. — Agrar- und Umweltforschung i. Baden-Württemberg 6, 262 S. Stuttgart.
- Konold, W. (1987): Oberschwäbische Weiher und Seen. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 52 (1), 1-200, (2), 201-634. Karlsruhe.
- Konold, W. (1988): Städtische Fließgewässer – Geschichte, Ökologie, Renaturierung. — Laufener Seminarbeiträge. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) 8/86, 62-72. Laufen/Salzach.
- Konold, W. (1993): Der Wandel von Landschaft und Vegetation an der Donau in Württemberg. — Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Universität Hohenheim 2, 205-220. Stuttgart.
- Konold, W. (1994): Der Wandel der Donau und ihrer Aue in Baden-Württemberg – Rückblick und Ausblick. — Lebensraum Donau – Europäisches Ökosystem. Beitr. d. Akad. f. Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 17, 99-122. Stuttgart.
- Konold, W. (1996): Fließgewässer. — Der Bürger im Staat 46, 2-6. Stuttgart.
- Konold, W., W. Obermann (1983): Die Auswirkungen wasserwirtschaftlicher Maßnahmen in historischer und vegetationskundlicher Sicht. — Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 24, 117-127.
- Konold, W., R. Pfeilsticker, M. Jöst, W. Schütz, C. Osswald, C. Leba (1989): Donausanierung zwischen Sigmaringen und Zwiefältendorf. Landschaftsökologischer Teil. Abschlußbericht an das Regierungspräsidium Tübingen. Institut für Landeskultur und Pflanzenökologie, Universität Hohenheim. Unveröff.
- Konold, W., C. Leba-Wührl, C. Osswald, R. Pfeilsticker-Jöst, M. Jöst, A. Hackel, U. Teckentrup (1991): Donausanierung zwischen Zwiefältendorf und Ulm. Landschaftsökologischer Teil. Bericht an das Regierungspräsidium Tübingen. Stuttgart.
- Konold, W., C. Osswald, C. Leba-Wührl, M. Jöst, R. Pfeilsticker-Jöst, J. Homann (1991): Ökologisches Gutachten zur geplanten Intensivierung der Hochwasserrückhaltung an der Donau zwischen Scheer und Riedlingen. Bericht an das Regierungspräsidium Tübingen. Stuttgart.
- Konold, W., R. Pfeilsticker, M. Jöst (1991): Vegetationskartierung mit Hilfe von Farbinfrarot-Luftbildern. — Mitt. Inst. f. Wasserbau und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe 180, 158-176. Karlsruhe.
- Konold, W., C. Leba-Wührl, C. Osswald (1992): Der Gewässerpflegeplan Aich (Gewässer I. Ordnung). Teil I. Unter Mitarbeit von M. Wolf, B. Kappus, P.-C. Quetz. Im Auftrag des Amts für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Kirchheim unter Teck. 169 S. Unveröff. Mskr. Stuttgart-Hohenheim.
- Konold, W., C. Leba-Wührl, C. Osswald, U. Löber (1994): Landschaftsökologische Erhebungen zum Integrierten Donauprogramm.
- Kordt, A. (1989): Die Vegetation der Elzdämme (zwischen Buchholz und Riegel) unter Berücksichtigung der angrenzenden Wiesen und der Ufervegetation. Staatsexamensarbeit Universität Freiburg i. Br. 132 S. Unveröff. Mskr.
- Korneck, D. (1974): Erläuterungen zur Vegetationskarte 1:100.000 (Potentielle natürliche Vegetation) der Region Planungsgemeinschaft Untermain. Unveröff. Bonn-Bad Godesberg.
- Kowarik, I. (1987): Kritische Anmerkungen zum Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation mit Anregungen zu einer zeitgemäßen Modifikation. — *Tuexenia* 7, 53-67. Göttingen.
- Kowarik, I. (1988): Zum menschlichen Einfluß auf Flora und Vegetation. Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West). — Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin 56, 1-280.
- Kowarik, I., H. Sukopp (1984): Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf die spontane Vegetation (Farn- und Blütenpflanzen). — *Angew. Botanik* 58, 157-170.
- Kowarik, I., H. Sukopp (1986): Ökologische Folgen der Einführung neuer Pflanzenarten. — In: Kollek, R., B. Tappeser, G. Altner (Hg., 1986): Die ungeklärten Gefahrenpotentiale der Gentechnologie. *Gentechnologie* 10, 111-135. München.
- Kramer, K. (1995): Phenotypic plasticity of the phenology of seven European tree species in relation to climatic warming. — *Plant, Cell & Environment* 18 (2), 93-104.
- Kramer, W. (1978): Waldstandorte am Rußheimer Altrhein und auf der Insel Elisabethenwörth. — In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hg., 1978): Der Rußheimer Altrhein, eine nordbadische Auenlandschaft. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 10, 85-102. Karlsruhe.
- Kramer, W. (1987): Erläuterungen zu den Standortskarten der Rheinauenwälder zwischen Mannheim und Karlsruhe. — Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg 65, 7-264.
- Krause, A. (1972): Vegetationskarte Simmern – Potentielle natürliche Vegetation. — In: Laubwaldgesellschaften im östlichen Hunsrück. *Diss. Bot.* 15, 115 S.
- Krause, A. (1975): Über die natürliche Verjüngung von Uferweiden an der Ahr. — *Schr. Reihe Vegetationskunde* 8, 99-104. Bonn-Bad Godesberg.

- Krause, A. (1978): Die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*), wichtigstes Ufergehölz an Flachland- und Mittelgebirgsbächen. — *Landschaft + Stadt* **10**, 44-45. Stuttgart.
- Krause, A. (1992): Zur Natürlichkeit von Fließgewässern. Eine Annäherung anhand botanischer Kriterien bei der Bewertung von Wasserläufen. — In: Friedrich, G., J. Lacombe (1992): *Ökologische Bewertung von Fließgewässern*. *Limnologie aktuell* **3**, 9-18. Stuttgart, New York.
- Krause, A., L. Schröder (1979/1994): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000. Potentielle natürliche Vegetation. Blatt CC 3118. Hamburg-West. — *Schr. Reihe Vegetationskunde* **14**, 3-138 + 1 Karte, 1 Tab. 2. unveränd. Aufl. (1. Aufl. 1979). Bonn-Bad Godesberg.
- Krause, U. (1992): Die Vegetation der Gräben der Singener Aach-Niederung nach Pflege und Ausbaumaßnahmen. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Krause, W. (1963): Eine Grünland-Vegetationskarte der südbadischen Rheinebene und ihre landschaftsökologische Aussage. Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Ebene und seine Empfindlichkeit gegen Eingriffe. — *Arbeiten zur Rhein. Landeskunde* **20**. 77 S., 3 Karten. Bonn.
- Krause, W. (1974b): Die Wasservegetation im Taubergießengebiet vor Inbetriebnahme des Rheinseitenkanals mit Ausblicken auf die künftige Entwicklung. — In: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hg., 1974): *Das Taubergießengebiet – eine Rheinauenlandschaft*. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs **7**, 306-324. Ludwigsburg.
- Krause, W. (1980): Vorrangig erhaltenswerte Gewässer der Badischen Rheinaue und ihre Vegetation. Vegetationskundlich, gewässerkundlich und avifaunistisch vorrangig erhaltenswerte Flächen der Badischen Rheinaue. — Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie. Bonn.
- Küchler, A.W. (1964): Potential Natural Vegetation of the conterminous United States. — *American Geographical Society, Special Publication* **36**. New York.
- Kühn, A., V. Späth (1993): Untersuchungen zur natürlichen Verjüngungsdynamik und zur Pflege von Silberweidenwäldern im Bereich des Illinger Altrheins. Auftragsarbeit LfU Karlsruhe.
- Kuhn, N. (1967): Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich. — *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* **40**. 84 S. Zürich.
- Kunz, E. (1975): Von der Tullaschen Rheinkorrektur bis zum Oberrheinausbau. — *Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege* **24** ("Naturschutz und Gewässer Ausbau"), 59-78. Bonn-Bad Godesberg.
- Kunz, E. (1977): Flußbauliche Maßnahmen am Oberrhein von Tulla bis heute mit ihren Auswirkungen (auch Diskussion). — In: Hailer, N. (Hg., 1982): *Natur und Landschaft am Oberrhein. Versuch einer Bilanz*. *Ber. Pfälz. Ges. Förd. Wiss.* **34-50**. Speyer.
- Kunz, E. (1982): Flußbauliche Maßnahmen am Oberrhein von Tulla bis heute mit ihren Auswirkungen. — In: Hailer, N. (Hg., 1982): *Natur und Landschaft am Oberrhein. Versuch einer Bilanz*. *Ber. Pfälz. Ges. Förd. Wiss.* **70**, 34-50. Speyer.
- Kunz, E. (1987): Von der Tullaschen Rheinkorrektur bis zum Oberrheinausbau. — In: *Naturschutzgebiet Limberg am Kaiserstuhl. Führer Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ.* **2**, 193-217. 2. Aufl. Karlsruhe.
- Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (LÖLF) und Landesamt für Wasser und Abfall (LWA) (1985): *Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern*. Recklinghausen und Düsseldorf.
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hg., 1974): *Das Taubergießengebiet – eine Rheinauenlandschaft*. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs **7**. 644 S. Ludwigsburg.
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hg., 1978): *Der Rußheimer Altrhein, eine nordbadische Auenlandschaft*. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs **10**. 622 S. Karlsruhe.
- Landesanstalt für Umweltschutz (1991a): *Wasser- und Abfallwirtschaft. Atlas 1:50.000*. 2 Bände.
- Landesanstalt für Umweltschutz (1991b): *Flutungen der Polder Altenheim I und II. Zusammenfassung der bisherigen Untersuchungen*. Stand Juli 1991. Heft 2. Anlagen.
- Landesanstalt für Umweltschutz (1996a): *Gewässerentwicklung, Gewässerstruktur und Wasserbau – Zentraler Fachdienst*. Mskr.
- Landesanstalt für Umweltschutz (1996b): *Arten- und Biotopschutzprogramm Baden-Württemberg*. 3. Erg.-Lieferung.
- Landesanstalt für Umweltschutz (Hg., 1996c): *Pappeln an Fließgewässern*. *Handbuch Wasser* **2**, 30. Karlsruhe, 140 S.
- Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg. 1999): *Die Gewässerlandschaften Baden-Württembergs*. Reihe: *Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie*, Bd. 53, Karlsruhe.
- Lang, G. (1969): Die Ufervegetation des Bodensees im farbigen Luftbild. — *Schriftenfolge des Instituts für Landeskunde in der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung* **8**. 74 S. Bad Godesberg.
- Lang, G. (1990): *Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes*. 2. Aufl. 462 S. Stuttgart, New York.
- Lang, G., E. Oberdorfer (1960): *Vegetationskundliche Karte des oberen Wutachgebietes (Ostschwarzwald-Baar)*. 1:25.000 (Meßtischblatt 8115 Lenzkirch). Karlsruhe.
- Lang, G., G. Philippi (1972, Hg. *Landessammlungen f. Naturkunde Karlsruhe*): *Vegetationskundliche Karte Karlsruhe-Nord (Nördliche Oberrheinebene)*. 1:25.000 (Meßtischblatt 6916 Karlsruhe-Nord). Stuttgart.
- Lang, U. (1990): *Naturschutzgebiet "Kirchheimer Wasen"*. Landkreis Ludwigsburg. Der letzte Auenwald am Neckar. — *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* **55**, 1-200. Karlsruhe.
- Lauterborn, R. (1910): *Die Vegetation des Oberrheins*. — *Verh. naturk.-med. Ver. Heidelberg N.F.* **4**, 450-502.
- Lauterborn, R. (1917): *Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes II*. — *4. Sitz. Ber. Heidelb. Akad. Wiss., math.-nat. Klasse B* **5**. 70 S.
- Lauterborn, R. (1927): *Beiträge zur Flora der oberreinhischen Tiefebene und der benachbarten Gebiete*. — *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F.* **2**, 77-88. Freiburg.
- Lauterborn, R. (1930): *Der Rhein. Naturgeschichte eines deutschen Stromes*, 1. Bd., 1. Hälfte, Abt. 1. — *Ber. Naturforsch. Ges.* **30**, 1-311. Freiburg i. Br.

- Lauterborn, R. (1934): Der Rhein. Naturgeschichte eines deutschen Stromes. 1. Bd., 2. Hälfte, Abt. 1. — Ber. Naturforsch. Ges. 33, 324 S. Freiburg i. Br.
- Lauterborn, R. (1938): Der Rhein. Naturgeschichte eines deutschen Stromes, 1. Bd., 2. Hälfte, Abt. 2. — 439 S. Ludwigshafen.
- Leba, C. (1989): Die Veränderung der Makrophytenvegetation in der Fils, der Kleinen Lauter und der Schmiech zwischen 1977 und 1987. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Libbert, W. (1939): Pflanzensoziologische Untersuchungen im mittleren Kocher- und Jagstale. — Veröff. Württ. Landesstelle Naturschutz 15, 65-102.
- Lindacher, R. (1996): Verifikation der potentiellen natürlichen Vegetation mittels Vegetationssimulation. — Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 57, 5-143.
- Litzelmann, E. (1955a): Wandlungen im Vegetationsgepräge der oberbadischen Stromlandschaft seit 1870. — Natur und Landschaft 30, 11-14.
- Litzelmann, E. (1955b): Auswirkungen von Rheinkorrektion und Rheinseitenkanal auf die Vegetation der oberbadischen Stromlandschaft. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 22, 433-438.
- Lörch, Ph. J. (1891): Die Flora des Hohenzollers und seiner nächsten Umgebung. II. Teil. Hechingen.
- Lohmeyer, W. (1957): Der Hainmieren-Schwarzerlenwald (Stellario-Alnetum glutinosae Kästner 1938). — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 6/7, 247-257. Tab. Stolzenau/W.
- Lohmeyer, W. (1961): Die pflanzensoziologische Karte als Grundlage für Bepflanzung und Ansaat im Straßenbau. — Angew. Pflanzensoziologie 17, 29-31. Stolzenau/Weser.
- Lohmeyer, W., A. Krause (1974): Über den Gehölzbewuchs an kleinen Fließgewässern Norddeutschlands und seine Bedeutung für den Uferschutz. — Natur und Landschaft 49, 323-330. Bonn.
- Lohmeyer, W., Trautmann, W. (1974): Zur Kenntnis der Waldgesellschaften des Schutzgebietes "Taubergießen" – Erläuterungen zur Vegetationskarte. — In: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hg., 1974): Das Taubergießengebiet – eine Rheinauenlandschaft. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 7, 422-437. Ludwigsburg.
- Lohmeyer, W., H. Sukopp (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. — Schr. Reihe Vegetationskunde 25, 185 S. Bonn-Bad Godesberg.
- Lott, H. (1993): Ökomorphologische und vegetationskundliche Untersuchungen an Zuflüssen zur Wolfegger Ach. Diplomarbeit Universität Tübingen/Universität Hohenheim. 138 S. Anh. Unveröff. Mskr.
- Lottausch, W. (1979): Vegetationskundliche Untersuchungen kryptogamenreicher Gebirgsbäche. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Ludemann, Th. (1992): Im Zweribach – Vom nacheiszeitlichen Urwald zum "Urwald von morgen". — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 63, 1-268. Karlsruhe.
- Ludwig, W. (1979): Untersuchung und Bewertung des naturnahen Gehölzbestandes an 3 Fließgewässern im Bereich des Alvorlandes und der Schwäbischen Alb. — Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 49/50, 65-106. Karlsruhe.
- Lutz, W., Th. Soldner (1991): Die naturnahe Umgestaltung der Donau bei Blochingen. — Die Wasserwirtschaft 81, 567-571. Stuttgart.
- Maas, D., A. Kohler (1983): Die Makrophytenbestände der Donau im Raum Tuttlingen. — Landschaft + Stadt 15, 49-60.
- Mangelsdorf, J., K. Scheuermann (1980): Flußmorphologie. Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. 5-261. Wien.
- Mantel, K. (1990): Wald und Forst in der Geschichte. 518 S. Alfeld, Hannover.
- Martens, G.v., C.A. Kemmler (1865): Flora von Württemberg und Hohenzollern. 2. Aufl. 844 S. Tübingen.
- Matuszkiewicz, W. (1984): Die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Polen. — Braun-Blanquetia 1, 99 S., 1. Karte. Camerino.
- Mayer, A. (1904): Flora von Tübingen und Umgebung. 315 S. Tübingen.
- Mayer, B. (1993): Wassermoose als Versauerungsindikatoren im Gebiet der Rechtmurg und Rotmurg. Diplomarbeit Universität Freiburg i. Br./Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Meisel, K. (1979): Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Schleswig-Holstein und Hamburg. — Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie: Manuskriptkarte 1:500.000. Bonn-Bad Godesberg.
- Meißner, M. (1989): Ökologische Zustandskartierung der Riß unter besonderer Berücksichtigung der Makrophytenvegetation als Belastungsindikator. Diplomarbeit Universität Hohenheim/Universität Tübingen. Unveröff. Mskr.
- Messmer, F. (1960): Das Beispiel eines naturnahen Bachausbaues. — Veröff. Landesst. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. und der württ. Bezirksstellen in Stuttgart und Tübingen 27/28, 178-187. Ludwigsburg.
- Messmer, F. (1961): Natur- und landschaftsnaher Bau von Fließgewässern, Überblick und Beitrag. — Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 29, 100-125. Ludwigsburg.
- Messmer, F. (1969): Der Ufersaumwald, ein Wasserbauelement. — Natur und Landschaft 44, 140-142. Bonn.
- Meusel, H., E. Jäger, E. Weinert (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. 1b. Jena.
- Michiels, H.G. (1986): Erhebung der potentiell natürlichen Vegetation im Bereich der Inn-Jungmoräne unter Verwendung von Unterlagen und Karten der forstlichen Standortserkundung. Diplomarbeit 98 S. München. Unveröff. Mskr.
- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM, Hg., 1988a): Biotopsystem nördliche Oberrheinniederung. — Materialien zum integrierten Rheinprogramm 2, 137 S.
- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM, Hg., 1990): Naturgemäße Gestaltung von Fließgewässern. Handbuch Wasserbau 3. Kolloquium am 3. Mai 1990. 122 S. Stuttgart.
- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM, Hg., 1991): Gütezustand der Gewässer in Baden-Württemberg 6. Entwicklung des biologisch-ökologischen und chemisch-physikalischen Gewässergütezustands der Fließgewässer. Stand 1990. 50 S. Karlsruhe.
- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM, Hg., 1993a): Naturgemäße Bauweisen. Ufer- und Böschungssicherungen. Handbuch Wasserbau 5, 101 S. Stuttgart.

- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM, Hg., 1985/1988/1993b): Aktiver Umweltschutz. Bachpatenschaften. 39 S. Stuttgart.
- Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM, Hg., 1995): Umweltschutz in Baden-Württemberg. Wasser. 35 S. Stuttgart.
- Mohr, R.-M. (1990): Verbreitung und Ökologie höherer Wasserpflanzen in oberschwäbischen Fließgewässern Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Moor, M. (1958): Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. — Mitt. Schweiz. Anstalt forstl. Versuchswesen 34, 221-360. Tabb. Birmensdorf bei Zürich.
- Moor, M. (1969): Zonation und Sukzession am Ufer stehender und fließender Gewässer. — *Vegetatio* 17, 26-32. Den Haag.
- Moravec, J., R. Neuhäusl und Mitarb. (1991): Natural vegetation of the territory of the capital city Prague and its reconstruction map (tschechisch mit engl. Zusammenfassung). Academia Praha. Textband. 200 S. Karte 1:25000 in 4 Blättern.
- Müller, G., G. Philippi (1978): Probleme und Zielvorstellungen des Naturschutzes im Gebiet des Rußheimer Altrheins. — In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hg., 1978): Der Rußheimer Altrhein, eine nordbadische Auenlandschaft. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 10, 599-612. Karlsruhe.
- Müller, N. (1995a): River dynamics and floodplain vegetation and their alterations due to human impact. — *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 101/Large Rivers 9, 477-512. Stuttgart.
- Müller, N. (1995b): Zum Einfluß des Menschen auf Flora und Vegetation von Flußauen. — *Schr. Reihe Vegetationskunde* 27, 289-298. Bonn-Bad Godesberg.
- Müller, Th. (1967): Die geographische Gliederung des Galio-Carpinetum und des Stellario-Carpinetum in Südwestdeutschland. — *Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland* 26, 47-65. Karlsruhe.
- Müller, Th. (1974): Gebüschgesellschaften im Taubergießengebiet. — In: Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg (Hg., 1974): Das Taubergießengebiet – eine Rheinauenlandschaft. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 7, 400-421. Ludwigsburg.
- Müller, Th. (1981): Klasse: Artemisietea vulgaris Lohm., Prsg. et Tx. in Tx. 50. — In: Oberdorfer, E. (Hg., 1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III, 135-277. 3. Aufl. Jena, Stuttgart, New York.
- Müller, Th. (1985a): Die Vegetation. — In: Buck, H., F. Bürkle, C. Ganzhorn, C.-P. Hutter, R.G. Knittel, W. Kobler, E. Konzelmann, E. Kullak, W. Linder, Th. Müller, P. Rath, G. Schade (1985): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Landkreis Ludwigsburg 1977-1982, 1. Landesanstalt für Umweltschutz (Hg.). 113-194. Karlsruhe.
- Müller, Th. (1985b): Das Ribeso-Fraxinetum Lemée 1937 corr. Pass. 1958 in Südwestdeutschland. — *Tuexenia* 5, 395-412. Göttingen.
- Müller, Th. (1990): Die Eichen-Hainbuchen-Wälder (Verband Carpinion betuli Issl. 31 em. Oberd. 53) Süddeutschlands. — *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* 2, 121-184. Hannover.
- Müller, Th. (1991): Die Vegetation. — In: Arnold, O., H. Buck, F. Bürkle, C.-P. Hutter, W. Kobler, E. Konzelmann, E. Kullak, W. Linder, Th. Müller, P. Rath, F. Wurm (1991): Ökologische Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr, Landkreis Ludwigsburg 1983-1987, 2. Landesanstalt für Umweltschutz (Hg.). 113-183. Karlsruhe.
- Müller, Th. (1992a): 4. Ordnung: Fagetalia sylvaticae Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski et Wallisch 28. — In: Oberdorfer, E. (Hg., 1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsch. Textband 138-139. Jena, Stuttgart, New York.
- Müller, Th. (1992b): 2. Verband: Carpinion betuli Issl. 31 em. Oberd. 57. — In: Oberdorfer, E. (Hg., 1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsch. Textband 157-172. Tabellenband 312-364. Jena, Stuttgart, New York.
- Müller, Th., S. Görs (1958): Zur Kenntnis einiger Auenwaldgesellschaften im Württembergischen Oberland. — *Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland* 17, 88-165. Karlsruhe.
- Müller, Th., E. Oberdorfer, unter Mitarbeit von G. Philippi (1974): Die potentielle natürliche Vegetation von Baden-Württemberg. — Beihefte Veröff. Landesstelle Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 6, 3-45. Ludwigsburg.
- Murmann-Kristen, L. (1987): Das Vegetationsmosaik im Nord-schwarzwälder Waldgebiet. — *Dissertationes botanicae* 104, 290 S. Anh. Berlin, Stuttgart.
- Musall, H. (1969): Die Entwicklung der Kulturlandschaft in der Rheinniederung zwischen Karlsruhe und Speyer vom Ende des 16. bis zum Ende des 19. Jahrhunderts. — *Heidelb. geogr. Arbeiten* 22, 279 S. Heidelberg.
- Musall, H. (1977): Die Veränderungen des Oberrheinlaufs zwischen Seltz im Elsaß und Oppenheim vom 16. Jh. bis zum Beginn der Tullaschen Korrektion. — In: Hailer, N. (Hg., 1982): Natur und Landschaft am Oberrhein. Versuch einer Bilanz. *Ber. Pfälz. Ges. Förd. Wiss. Speyer.* 70, 21-33.
- Nebel, M. (1986): Vegetationskundliche Untersuchungen in Hohenlohe. — *Dissertationes botanicae* 97, 253 S. Berlin, Stuttgart.
- Nebel, M. (1990): Betulaceae. — In: Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1990b): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 1, 342-356. Stuttgart.
- Neuhäusl, R. (1975): Kartierung der potentiell natürlichen Vegetation in der Kulturlandschaft. — *Preslia* 47, 117-128. Praha.
- Neuhäusl, R. (1980): Chemischer Zustand der Atmosphäre in Industriegebieten und die natürliche Vegetation. — *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 26, 139-142. Budapest.
- Neuhäusl, R. (1984): Umweltgemäße natürliche Vegetation, ihre Kartierung und Nutzung für den Umweltschutz. — *Preslia* 56, 205-212. Praha.
- Neuhäusl, R. (1990): Unified classification of European natural forests: The approach of the vegetation map of Europe. — *Vegetatio* 89 (2), 173-181. Den Haag.
- Neuhäusl, R. (1991): Vegetation Map of Europe: First results and current state. — *J. Veg. Sci.* 2, 131-134.
- Neuhäuslova, Z., U. Bohn (1993): Vegetation Map of Europe: Current state. — *Folia Geobot. Phytotax.* 28, 211-214.
- Nörpel, M., H. Lesser (1995): Renaturierung der Fließgewässer, geht das überhaupt? Empfehlungen zum ökologisch orientierten Rückbau der Fließgewässer. 104 S. Freiburg i. Br.
- Oberdorfer, E. (1936): Vegetationskundliche Karte des Oberrheingebietes bei Bruchsal. 1:25.000. Und: Der ursprüngliche Waldzustand im Untersuchungsgebiet (ca. 1:115.000). —

- In: Oberdorfer, E. (1936): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte des Oberrheingebietes bei Bruchsal (6817). — Beitr. z. Naturdenkmalpflege 16 (2), 1-126. Neudamm.
- Oberdorfer, E. (1937): Vegetationskarte von Baden. — Heimatlös der Südwestmark Baden. 2. Aufl. S. 11. Karlsruhe.
- Oberdorfer, E. (1938): Vegetationskundliche Karte des Hornsgrindegebietes im Nordschwarzwald 1:25.000. — In: Oberdorfer, E. (1938): Ein Beitrag zur Vegetationskunde des Nordschwarzwalde. Erläuterungen der vegetationskundlichen Karte Bühlertal-Herrenwies (Bad. Meßtischblatt 73 [TK25 7315]). — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 3 (2), 149-270. Karlsruhe.
- Oberdorfer, E. (1949): Die Pflanzengesellschaften der Wutachschlucht. — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 8, 22-60. Karlsruhe.
- Oberdorfer, E. (1950): Beitrag zur Vegetationskunde des Allgäu. — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 9, 29-98. Karlsruhe.
- Oberdorfer, E. (1952): Die Vegetationsgliederung des Kraichgaus. — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 11, 12-36. Mit Karte: Die natürlichen Vegetationsgebiete des Kraichgaus. 1:500.000. Karlsruhe.
- Oberdorfer, E. (1953): Der europäische Auenwald. — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 12, 23-70. Karlsruhe. [inhaltlich z.T. überholt]
- Oberdorfer, E. (1954): Kurze Bemerkung zum vegetationskundlichen Kartenblatt des Oberrheingebietes bei Ettligen-Karlsruhe (Schwarzwaldrand). — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 13 (2), 109-110. Karlsruhe.
- Oberdorfer, E. (1956): Botanische Neufunde aus Baden (und angrenzenden Gebieten). — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 6, 278-284. Freiburg.
- Oberdorfer, E. (1957): Eine Vegetationskarte von Freiburg i. Br. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 47, 139-144.
- Oberdorfer, E. (1971): Die Pflanzenwelt des Wutachgebietes. — In: Die Wutach. Naturkundliche Monographie einer Flußlandschaft. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 6, 261-321. Freiburg i. Br. Darin auch: Lang, G., E. Oberdorfer (1960): Vegetationskundliche Karte des oberen Wutachgebietes (Ostschwarzwald-Baar). 1:25.000 (Meßtischblatt 8115 Lenzkirch). Karlsruhe.
- Oberdorfer, E. (1972/73): Klasse: Epilobietea angustifolii Tx. et Prsg. in Tx. 50. — In: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II, 299-328. 3. Aufl. Jena, Stuttgart, New York.
- Oberdorfer, E. (1973): Klasse: Betulo-Adenostyletalia Br.-Bl. et Tx. 43. — In: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II, 329-341. 3. Aufl. Jena, Stuttgart, New York.
- Oberdorfer, E. (Hg., 1992a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsch. Textband 282 S. Tabellenband 580 S. Jena, Stuttgart, New York.
- Oberdorfer, E. (1992b): Klasse: Alnetea glutinosae Br.-Bl. et R. Tx. 43. — In: Oberdorfer, E. (Hg., 1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsch. Textband 25-32. Tabellenband 34-46. Jena, Stuttgart, New York.
- Oberdorfer, E. (1992c): Klasse: Querco-Fagetea Br.-Bl. et Vlieg. 37 em. Text zur Klasse. — In: Oberdorfer, E. (Hg., 1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsch. Textband 81-82. Jena, Stuttgart, New York.
- Oberdorfer, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 1050 S. Stuttgart.
- Oberdorfer, E., unter Mitarbeit von A. Fischer, A. Hölzer, G. Philippi, P. Thomas (1982): Vegetationskundliche Karte Feldberg (Südlicher Schwarzwald). 1:25000 (Meßtischblatt 8114 Feldberg). — In: Oberdorfer, E. (1982): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte Feldberg 1:25.000 Blatt 8114 Feldberg. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 27, 1-86. Karlsruhe.
- Oberdorfer, E., G. Lang (1952): Vegetationskundliches Kartenblatt des Oberrheingebietes bei Ettligen-Karlsruhe (Schwarzwaldrand) 1:25.000 (Meßtischblatt 7016 Ettligen). Darin: Oberdorfer, E., G. Lang (1952): Naturlandschaftskarte (für den Bereich des Meßtischblatts Ettligen). 1:135.000. Dazu: Oberdorfer, E. (1954): Kurze Bemerkung zum vegetationskundlichen Kartenblatt des Oberrheingebietes bei Ettligen-Karlsruhe (Schwarzwaldrand). — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 13 (2), 109-110. Karlsruhe.
- Oberdorfer, E., G. Lang (1957): Vegetationskarte des Südschwarzwalde bei Freiburg i. Br. 1:25.000. Blatt 8013. — In: Oberdorfer, E. (1957): Eine Vegetationskarte von Freiburg i. Br. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 47 (2), 139-145.
- Obergföll, F.-J., H.-H. Klepser, G. Pfeffer (1992): Europas Lebensadern in Gefahr: Wie können die Auen als europäisches Naturerbe in das nächste Jahrtausend gerettet werden? — In: Auen – gefährdete Lebensadern Europas. Renaturierung von Flußauen. Beitr. der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 13b, 49-64. Stuttgart.
- Obergföll, F.-J. (1994): Extensivierung und Renaturierung am Beispiel des Donauabschnittes zwischen Riedlingen und Munderkingen (Exkursionspunkte 6, 7, 8 und 10). — Lebensraum Donau – Europäisches Ökosystem. Beitr. d. Akad. f. Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 17, 309-320. Stuttgart.
- Olschowy, G. (1968): Deutsch-französisches Naturreiservat am Oberrhein (Schutzgebiet Taubergießen). — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1968): Landespflege am Oberrhein. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 10, 52-54.
- Otto, A. (1991): Grundlagen einer morphologischen Typologie der Bäche. — In: Larsen, P.: Beiträge zur naturnahen Umgestaltung von Bächen. Mitt. Inst. f. Wasserbau und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe 180, 1-94. Karlsruhe.
- Otto, A., U. Braukmann (1983): Gewässertypologie im ländlichen Raum. — Schriftenreihe des BMELF, Reihe A, Angew. Wissenschaft 288, 1-61. Münster.
- Otto, H.-J. (1993, 1994): Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten. — AID-Broschüre, Nr. 1095.
- Ozenda, P., A. Norfalise, R. Tomaselli, W. Trautmann/ European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources (1979): Vegetation map of the Council of Europe member States. Scale 1:3.000.000. 99 pp., 3 Maps. Straßbourg.
- Paetsch, G. (1983): Wasserökologische Untersuchungen an Schaich und Aich im Gebiet Neuenhaus. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Pedrotti, F. (1989): La vegetazione. — In: Ministero Ambiente (ed.): Relazione sullo stato dell'ambiente 69-77. Ist. Poligrafico Stato. Roma.
- Pedrotti, F. (1993): Vegetation mapping in Italy. — Vegetatio 109 (2), 187-190. Den Haag.
- Peter, M., B. Wohlrab (1990): Auswirkungen landwirtschaftlicher Bodennutzung und kulturtechnischer Maßnahmen. —

- DVWK/ Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (1990): Uferstreifen an Fließgewässern. Schriftenreihe des DVWK 90, 55-133. Hamburg, Berlin.
- Peterjohn, W.T., D.L. Correll (1984): Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. — *Ecology* 65, 1466-1475.
- Peterken, G.F. (1981): Woodland conservation and management. 210 S. London, New York.
- Petith (1929): Begründung und Verjüngung der standortgemäßen Hartholzarten im Auwald, insbesondere auf der Rheininsel Kückkopf. — *Silva* 17, 81-85.
- Pfadenhauer, J. (1990): Renaturierung von Agrarlandschaften – Begründung, Konzepte, Maßnahmen als Aufgabe ökologischer Naturschutzforschung. — Laufener Seminarbeiträge. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) 3/90, Laufener/Salzach.
- Pfadenhauer, J., G. Eska (1985): Auswirkungen der Inn-Staustufe Perach auf die Auenvegetation. — *Tuexenia* 5, 447-453. Göttingen.
- Pfänder, J. (1994): Die naturnahe Umgestaltung der Donau bei Blochingen. — Lebensraum Donau – Europäisches Ökosystem. Beitr. d. Akad. f. Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 17, 299-308. Stuttgart.
- Pflug, W. (1989): Flächenanspruch von naturnah gestalteten Fließgewässern im Vergleich zu konventionell ausgebauten Fließgewässern – rückblickend aus der Sicht verschiedener Autoren. — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1989): Wege zu naturnahen Fließgewässern. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 58, 820-823. Bonn.
- Philippi, G. (1969c): Pflanzenwelt der Rheinaue um Rastatt. — Zwischen Rhein und Murg, Jahreshft 1969.
- Philippi, G. (1972): Vegetationskundliche Karte Schwetzingen (Nördliche Oberrheinebene). 1:25.000 (Meßtischblatt 6617 Schwetzingen). — In: Philippi, G. (1972): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 6617 Schwetzingen. 60 S. Stuttgart.
- Philippi, G. (1977): Änderungen der Flora und Vegetation am Oberrhein (auch Diskussion). — In: Hailer, N. (Hg., 1982): Natur und Landschaft am Oberrhein. Versuch einer Bilanz. Ber. Pfälz. Ges. Förd. Wiss. 87-105. Speyer.
- Philippi, G. (1978a): Die Vegetation des Altrheingebietes bei Rußheim. — In: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hg., 1978): Der Rußheimer Altrhein, eine nordbadische Auenlandschaft. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 10, 103-267. Karlsruhe.
- Philippi, G. (1978b): Veränderungen der Wasser- und Uferflora im badischen Oberrheingebiet. — Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 11, 99-134. Karlsruhe.
- Philippi, G. (1980a): Die Vegetation des Altrheins Kleiner Bodensee bei Karlsruhe. — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 39, 71-114. Karlsruhe.
- Philippi, G. (1980b): Les modifications de la végétation riveraine rhénane en pays de bade septentrional I. — In: Géhu, J.-M. (Hg., 1984): La végétation des forêts alluviales. Colloques phytosociologiques 9, 731-738. Straßbourg 1980. Vaduz 1984.
- Philippi, G. (1982a): Erlenreiche Waldgesellschaften im Kraichgau und ihre Kontaktgesellschaften. — *Carolina* 40, 15-48. Karlsruhe.
- Philippi, G. (1982b): Änderungen der Flora und Vegetation am Oberrhein. — Veröff. Pfälz. Ges. Förderung Wiss. Speyer 70, 87-100.
- Philippi, G. (1983a, Hg. Landessammlungen f. Naturkunde Karlsruhe): Potentielle natürliche Vegetation des unteren Taubergebietes. Aufgenommen 1969-1974. 1:100.000. — In: Philippi, G. (1983): Erläuterungen zur Karte der potentiellen natürlichen Vegetation des unteren Taubergebietes. Hg. Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe. 83 S. Stuttgart.
- Philippi, G. (1983b, Hg. Landessammlungen f. Naturkunde Karlsruhe): Vegetationskundliche Karte Tauberbischofsheim-West (Unteres Taubergebiet). 1:25.000 (Meßtischblatt 6323 Tauberbischofsheim-West). — In: Philippi, G. (1983): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 6323 Tauberbischofsheim-West. Hg. Landessammlungen f. Naturkunde Karlsruhe. 200 S. Stuttgart.
- Philippi, G. (1990): Onagraceae. — In: Sebold, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1990b): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 2, 33-64. Stuttgart.
- Pinay, G., H. Decamps (1988): The role of riparian woods in regulating nitrogen fluxes between the alluvial aquifer and surface water: a conceptual model. — *Regulated Rivers: Research & Management* 2, 507-516. Chichester, Sussex.
- Plattner, G. (1986): Einfluß des Donaukraftwerkes Altenwörth auf die Auwaldvegetation untersucht zwischen Stromkilometer 1977 und 1984. Diplomarbeit. Unveröff. Mskr. Wien.
- Plit, J. (1982): General map of potential natural vegetation of Poland. Warschau, Polen.
- Pott, R. (1988): Entstehung von Vegetationstypen und Pflanzengesellschaften unter dem Einfluß des Menschen. — *Düsseldorfer Geobot. Kolloq.* 5, 27-54.
- Pott, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. 622 S. Stuttgart.
- Preisling, E. (1956): Erläuterungen zur Karte der natürlichen Vegetation der Umgebung von Göttingen. Mit 1 fbg. Karte 1:25.000. — *Angewandte Pflanzensoziologie* 13, 44-55. Stolzenau/Weser.
- Preisling, E. (1978): Karte der potentiell natürlichen Pflanzendecke Niedersachsens. (Vergrößerter Nachdruck der Karte "Natürliche Pflanzendecke 1:800.000" aus Deutscher Planungsatlas – Niedersachsen und Bremen – Hannover 1961). — *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Sonderreihe A* 1, 11-14.
- Quezel, P., M. Barbero (1985): Carte de la végétation potentielle de la région méditerranéenne. 69 S. Paris.
- Quinger, B. (1995): Pflanzenwelt. — In: Alpeninstitut (1995): Naturpark Obere Donau. Mskr. München.
- Raabe, W. (1968): Wasserbau und Landschaftspflege am Oberrhein. — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1968): Landespflege am Oberrhein. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 10, 24-31.
- Reck, H., W. Konold, M. Bräunicke, G. Hermann, B. Kappus, T. Peissner, K. Schweineköper, P. Seiffert (1994): Durchführbarkeitsstudie "Heidenwuh". Teil I. Im Auftrag der Stadt Säckingen. 205 S. Anh. Stuttgart.
- Reichelt, G. (1972): Die natürlichen Landschaften um Villingen und der anthropogene Wandel ihrer Bedingungen. — Veröff. d. Alemannischen Instituts 32, 9-25. Bühl.

- Reichelt, G. (1995): Die Baar 1945 bis 1995. Landschaftswandel im ländlichen Raum. 223 S. Villingen-Schwenningen.
- Reif, A. (1992): Anmerkungen zu Forschungsstand und Forschungsbedarf im Arten- und Biotopschutz, Bereich: Wälder, Strauchformationen, Wacholderbestände. — In: Henle, K., G. Kaule (Hg., 1992): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. Berichte aus der ökologischen Forschung 4, 267-276. Jülich.
- Reinelt, P. (1994): Die Donau in Baden-Württemberg. — Lebensraum Donau – Europäisches Ökosystem. Beitr. d. Akad. f. Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 17, 10-17. Stuttgart.
- Renners, M. (1991): Geoökologische Raumgliederung der Bundesrepublik Deutschland. — Forschungen z. deutschen Landeskunde 235. 121 S. Trier.
- Riecken, U., U. Ries, A. Ssymank (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. — Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 41. 184 S. Bonn-Bad Godesberg.
- Riehl, J. (1991): Die submersen Makrophyten des Mittel- und Unterlaufs der Mindel, ihres Seitenarms Kleine Mindel und der Gräben Krebsgraben und Krautgartengraben in Abhängigkeit von der Nährstoffbelastung. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Riesbeck, J. (1994): Flora und Vegetation der Herrlinger Lauter, der Blau und der Kirchheimer Lauter, Fließgewässer der Mittleren Schwäbischen Alb. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Ringler, A., G. Rehding, M. Bräu (1994): Lebensraumtyp Bäche und Bachufer. – Landschaftspflegekonzept Bayern, Bd. II.19. 340 S. Hg. StMLU und Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). München.
- Rochow, M. v. (1951): Vegetationskarte des Kaiserstuhls 1:25.000. — In: Rochow, M. v. (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. Pflanzensoziologie 8, VIII + 137 S. Jena.
- Rodi, D. (1960): Die Vegetations- und Standortgliederung im Einzugsgebiet der Lein (Kreis Schwäbisch-Gmünd). — Veröff. der Landesstelle f. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 27/28, 76-167. Ludwigsburg.
- Rodi, D. (1975): Die Vegetation des nordwestlichen Tertiär-Hügellandes (Oberbayern). MB 7433 Schrobenhausen. — Schr.-R. Vegetationskunde 8, 21-78.
- Rodi, D. (1976/77): Die Vegetation der Region Ostwürttemberg. — Regionalverband Ostwürttemberg (Hg.): Raumordnungsbericht Bd. 2: Naturraum, 49-77 + Farbkarte 1:20.000.
- Rodi, D., H. Mayer, P. Aleksejew (1979): Standorte und Vegetation des Auwaldes Remswasen. — Lupe 79, Mitt. d. Naturkundevereins Schwäbisch-Gmünd 9, 4-13.
- Rohierse, A. (1995): Die Quellen des nördlichen Schönbuchrandes – eine vegetationskundliche Untersuchung. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Rolli, E., W. Konold (1985): Der Weg zum "natürlichen" Dorfbach – ökologische und gestalterische Wiederbelebung unserer Dörfer. — Landschaft und Stadt 17.
- Rosenbauer, A. (1991): Vegetation und Morphologie eines naturnahen Baches im schwäbischen Keuperbergland. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Roth, S. (1994): Moor-, vegetations- und standortkundliche Charakterisierung des Osterrieds (Landkreis Biberach). Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Rubner, K., F. Reinhold (1953): Das natürliche Waldbild Europas. 288 S. Hamburg, Berlin.
- Ruthsatz, B. (1995): Welche Naturschutzmaßnahmen lassen sich schon heute aufgrund vermutlicher anthropogener Klimaänderungen empfehlen? Ein Beitrag aus vegetationskundlicher Sicht. — Angew. Landschaftsökologie 4, 213-223. Bonn-Bad Godesberg.
- Sandermann, H., A.R. Wellburn, R.L. Heath (Eds., 1997): Forest Decline and Ozone. 398 S., Berlin, Heidelberg.
- Sauer, M. (1989): Die Pflanzengesellschaften des Goldersbachtals bei Bebenhausen (Stadt Tübingen) im Bereich des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 64/65, 441-507. Karlsruhe.
- Sauerland, J. (1984): Vegetationskundliche Untersuchungen an den Fließgewässern Fils und Lauter im Vergleich zu deren Erstkartierung. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Schäfer, W. (1973a, b, c, d, e, f): Der Oberrhein, sterbende Landschaft? — Natur und Museum 103, 1-29, 73-81, 110-123, 137-153, 177-192, 312-319. Frankfurt/M.
- Schäfer, W. (1973g): Altrhein-Verbund am nördlichen Oberrhein. — Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 7, 1-63. Frankfurt.
- Schäfer, W. (1974a, b, c, d): Der Oberrhein, sterbende Landschaft? — Natur und Museum 104, 248-252, 297-305, 331-343, 358-363.
- Schäfer, W. (1975): Der Oberrhein, sterbende Landschaft? — Natur und Museum 105, 72-84.
- Scheifele, M. (1968): Aufforstungsfragen im Oberrheingebiet. — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1968): Landespflege am Oberrhein. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 10, 44-46.
- Scherzinger, W. (1996): Naturschutz im Wald. 447 S. Stuttgart.
- Schlenker, G. (1940): Pflanzensoziologische Karte Blatt 43 Bietigheim (Nr. 7020). 1:25.000. — In: Schlenker, G. (1940): Erläuterungen zum pflanzensoziologischen Kartenblatt Bietigheim. 80 S. Tübingen.
- Schlichting, E. (1986): Einführung in die Bodenkunde. 2. Aufl. 131 S. Hamburg, Berlin.
- Schlüter, H. (1987): Der Natürlichkeitsgrad der Vegetation als Kriterium der ökologischen Stabilität der Landschaft. — In: Vegetation Ecology and Creation of New Environments, 93-102. Tokyo.
- Schmid, J. (1993): Morphologie und Vegetation der Bäche und Gräben der Riedbaar. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Schmidt, G. (1969): Vegetationsgeographie auf ökologisch-soziologischer Grundlage. Leipzig.
- Schmithüsen, J. (1950): Das Klimaxproblem, vom Standpunkt der Landschaftsforschung aus betrachtet. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 2, 176-182.
- Schmithüsen, J. (1959, 1961, 1968): Allgemeine Vegetationsgeographie. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie IV. 1.-3. Aufl. 262 S. Berlin.

- Schober, M. (1988): Ökosysteme und Biotope, in die keine Eingriffe mehr vorgenommen werden sollten. — Dt. Rat Landschaftspflege 55, 435-438.
- Schoder, G. (1978): Verbreitung und Ökologie von submersen Makrophyten der Fließgewässer Erms, Lauter und Fils (Schwäbische Alb). Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Schork, M. (1985): Vegetationskundliche Untersuchungen an den Fließgewässern Erms und Echaz (Schwäbische Alb). Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Schroeder, D. (1992): Bodenkunde in Stichworten. 5. Aufl. 175 S. Berlin, Stuttgart.
- Schroeder, F.-G. (1969): Zur Klassifizierung der Anthropochoren. — Vegetatio 16, 225-238. Den Haag.
- Schroeder, F.-G. (1974): Zu den Statusangaben bei der floristischen Kartierung Mitteleuropas. — Gött. Flor. Rundbriefe 8, 71-84.
- Schröder, L. (1984): Kartenübersicht zur potentiellen natürlichen Vegetation und realen Waldvegetation in der Bundesrepublik Deutschland. — Natur und Landschaft 59, 280-283.
- Schubert, R., G. Wagner (1993): Botanisches Wörterbuch. 11. Aufl. 645 S. Stuttgart.
- Schübler, G., G. v. Martens (1834): Flora von Württemberg. 695 S. Tübingen.
- Schüchen, G. (1972): Zur Ökologie der Quellen und Quellfluren im Einzugsbereich der Schiltach (Mittelschwarzwald). — Schr. Ver. Gesch. Naturgesch. Baar 24, 104-144. Donau-eshingen.
- Schütz, W. (1990): Vegetation und Flora der Fließgewässer der Schwäbischen Alb. — Jh. Ges. Naturkunde Württ. 145, 221-237.
- Schütz, W. (1991): Der Donau-Altarm bei Laiz. — Carolea 49, 9-12. Karlsruhe.
- Schütz, W. (1992): Struktur, Verbreitung und Ökologie der Fließwasserflora Oberschwabens und der Schwäbischen Alb. — Dissertationes botanicae 192. 205 S. Berlin, Stuttgart.
- Schütz, W. (1993): Verbreitung und floristisch-ökologische Zonierung der Wasserpflanzen in der badischen Oberrheinaue nach dem Bau des Rheinseitenkanals. — Ber. Inst. Landschafts-Pflanzenökologie Universität Hohenheim 2, 139-158. Stuttgart.
- Schuhwerk, F. (1973): Die Vegetation des Bannwaldes Wehratal im Südschwarzwald. — Staatsex. arb. Freiburg i. Br. 70 S. Freiburg i. Br.
- Schuldes, H., R. Kübler (1990): Ökologie und Vergesellschaftung von *Solidago canadensis* et *gigantea*, *Reynoutria japonica* et *sachalinense*, *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. Anhang.
- Schuldes, H. (1996): Das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*): Biologie, Verbreitung, Kontrolle. — In: Neophyten, Neozoen – Gefahr für die heimische Natur? Beitr. der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 22, 29-35. Stuttgart.
- Schulz, V. (1993): Morphologische und vegetationskundliche Erhebungen an ausgewählten Abschnitten von Enz, Nagold und Würm. Diplomarbeit Universität Hohenheim. 140 S. Anh. Unveröff. Mskr.
- Schulz, V., J. Hohmann, W. Konold (1995): Zur Verbreitung von *Impatiens glandulifera* und *Reynoutria japonica* an Enz, Nagold und Würm unter morphologischen und vegetationskundlichen Gesichtspunkten. — Ber. Inst. Landschafts-Pflanzenökologie Universität Hohenheim 4, 151-171. Stuttgart.
- Schwabe-Braun, A. (1979): Die Pflanzengesellschaften des Bannwaldes "Flüh" bei Schönau (Schwarzwald). — "Waldschutzgebiete" im Rahmen der Mitt. der Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 1, 1-67. Freiburg i. Br.
- Schwabe, A. (1985a): Zur Soziologie *Alnus incana*-reicher Waldgesellschaften im Schwarzwald unter besonderer Berücksichtigung der Phänologie. — Tuexenia 5, 413-446. Göttingen.
- Schwabe, A. (1985b): Monographie *Alnus incana*-reicher Waldgesellschaften in Europa. Variabilität und Ähnlichkeiten einer azonal verbreiteten Gesellschaftsgruppe. — Phytocoenologia 13, 197-302. Stuttgart, Braunschweig.
- Schwabe, A. (1987): Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald. — Dissertationes botanicae 102. 368 S. Anh., Tab. Berlin, Stuttgart.
- Schwabe, A., A. Kratochwil (1991): Gewässerbegleitende Neophyten und ihre Beurteilung aus Naturschutzsicht unter besonderer Berücksichtigung Südwestdeutschlands. — Ber. NNA 4, 14-27.
- Schwabe-Kratochwil, A. (1986): Naturnahe Vegetation als Grundlage für die Ufergestaltung von Fließgewässern. — Weiterbildung Wasser- und Kulturbau Wassermengenwirtschaft, 20. Lehrgang, 123-148.
- Schwarz, G. (1941): Die natürlichen Pflanzengesellschaften des unteren Neckarlandes. Ein Beitrag zur Urlandschaftsfrage. — Beitr. naturk. Forsch. Oberrheingeb. 6, 5-114. Karten, Tab. Karlsruhe.
- Schwickerath, M. (1933): Die Vegetation des Landkreises Aachen und ihre Stellung im nördlichen Westdeutschland. — Aachener Beitr. Heimatk. 13. 135 S.
- Schwineköper, K., P. Seiffert (1993): Veränderungen im Gewässersystem der Wolfegger Ach. — Ber. Inst. Landschafts-Pflanzenökologie Universität Hohenheim 2, 221-230.
- Sebald, O. (1966, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Blatt Sulz/N. (Oberer Neckar). 1:25.000 (Meßtischblatt 7617 Sulz). — In: Sebald, O. (1966): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 7617 Sulz. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 107 S. Stuttgart.
- Sebald, O. (1969): Vegetationskundliche Übersichtskarte des Landkreises Tübingen 1:50.000. Beilage in: Jh. Ges. Naturkde. Württ. 123. Stuttgart 1969.
- Sebald, O. (1974, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Sulzbach/Murr (Mainhardter Wald). 1:25.000 (Meßtischblatt 6923 Sulzbach/Murr). — In: Sebald, O. (1974): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 6923 Sulzbach/Murr. 100 S. Stuttgart.
- Sebald, O. (1983, Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart): Vegetationskundliche Karte Mühlheim a.d. Donau (Südwestliche Donaualb und oberes Donautal). 1:25.000 (Meßtischblatt 7919 Mühlheim a.d. Donau). — In: Sebald, O. (1983): Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte 1:25.000 Blatt 7919 Mühlheim a.d. Donau. Hg. Staatl. Museum f. Naturkunde Stuttgart. 87 S. Stuttgart.
- Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1990a): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 1. 613 S. Stuttgart.

- Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1990b): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 2. 442 S. Stuttgart.
- Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1992a): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 3. 483 S. Stuttgart.
- Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1992b): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 4. 442 S. Stuttgart.
- Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi, A. Wörz (Hg., 1996a): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 5. 539 S. Stuttgart.
- Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi, A. Wörz (Hg., 1996b): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 6. 577 S. Stuttgart.
- Seibert, P. (1962): Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. — Landschaftspflege u. Vegetationskunde 3. 124 S. München.
- Seibert, P. (1968a): Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern, 1:500.000, mit Erläuterungen. — Schr. Reihe Vegetationskunde 3. 84 S. Bad Godesberg.
- Seibert, P. (1968b): Vegetation und Landschaft in Bayern. Erläuterungen zur Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern. — Erdkunde 294-313. Bonn.
- Seibert, P. (1969): Über das Aceri-Fraxinetum als vikariierende Gesellschaft des Galio-Carpinetum am Rande der bayerischen Alpen. — Vegetatio 17, 165-175. Den Haag.
- Seibert, P. (1975): Veränderung der Auenvegetation nach Anhebung des Grundwasserspiegels in den Donauauen bei Offingen. — Beitr. zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 34 (Oberdorfer Festschrift), 329-343. Karlsruhe.
- Seibert, P. (1978): Vegetation. — In: Buchwald, K., W. Engelhardt (Hg., 1978): Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt 2, 302-344.
- Seibert, P. (1992a): Klasse: Salicetea purpureae MOOR 58. — In: Oberdorfer, E. (Hg., 1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsche. Textband, 15-23. Tabellenband, 11-33, 247. Jena, Stuttgart, New York.
- Seibert, P., unter Mitarbeit von M. Conrad (1992b): 1. Verband: Alno-Ulmion BR.-BL. et Tx. 43. — In: Oberdorfer, E. (Hg., 1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsche. Textband 139-156. Tabellenband 245-311. Jena, Stuttgart, New York.
- Seibert, P., M. Conrad-Brauner (1995): Konzept, Kartierung und Anwendung der potentiellen natürlichen Vegetation mit dem Beispiel der PNV-Karte des unteren Inntrales. — Tuexenia 15, 25-43. Göttingen.
- Seiffert, P., H. Schweineköper, W. Konold (1995): Analyse und Entwicklung von Kulturlandschaften. Das Beispiel Westallgäuer Hügelland. 456 S. Anh. Landsberg.
- Seiffert, P., S. Stabrey, H. Lott (1993): Helo- und Hydrophyten an fünf Bachläufen im Einzugsgebiet der Wolfegger Ach (Oberschwaben). — Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Universität Hohenheim 2, 159-170. Stuttgart.
- Seubert, M. (1880): Exkursionsflora für das Großherzogtum Baden. 3. Aufl. 376 S. Stuttgart.
- Seubert, M., L. Klein (1905): Exkursionsflora für das Grossherzogtum Baden. 6. Aufl. 454 S. Stuttgart.
- Seybold, S. (1992): *Rosaceae*. — In: Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1992b): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 2, 27-226. Stuttgart.
- Seybold, S. (1996a): *Solidago*. — In: Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi, A. Wörz (Hg., 1996b): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 6, 61-67. Stuttgart.
- Seybold, S. (1996b): *Helianthus*. — In: Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi, A. Wörz (Hg., 1996b): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 6, 128-130. Stuttgart.
- Solmsdorf, H., W. Lohmeyer, W. Mrass (1975): Ermittlung und Untersuchung der schutzwürdigen und naturnahen Bereiche entlang des Rheins (Schutzwürdige Bereiche im Rheintal). 2 Bd. — Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 11; Textband 186 S., Kartenband 165 Kt. Bonn-Bad Godesberg.
- Soltau, J. (1989): Morphologie und Vegetation eines Kalkbachsystems am Nordrand der Schwäbischen Alb. Diplomarbeit Universität Hohenheim. 115 S. Unveröff. Mskr. Stuttgart.
- Soltau, J. (1993a): Die Vegetation an Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung der Pflanzenstrategien. — Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Universität Hohenheim 2, 189-204. Stuttgart.
- Soltau, J. (1993b): Die Vegetation an Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung der Wuchs- und Lebensformen. — Dissertationes botanicae 210. 176 S. Berlin, Stuttgart.
- Späth, V. (1987): Vorschläge für die Entwicklung und Pflege von Auenwäldern im Naturschutzgebiet Rastatter Rheinaue. Gutachten im Auftrag der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe. 28 S. Ötigheim.
- Späth, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen. — Natur und Landschaft 63 (7/8), 312-315. Bonn.
- Ssymank, A. (1991): Das Vegetationsmosaik eines Waldgebietes der Emmendinger Tafelbergzone bei Freiburg – Beziehungen zwischen Geologie, Böden und Vegetation. — Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. 79, 219-296. Freiburg i. Br.
- Stabrey, S. (1992): Ökomorphologische und vegetationskundliche Kartierung an drei Bachläufen im Westallgäuer Hügelland. Diplomarbeit Universität Hohenheim. 130 S. Anh. Unveröff. Mskr.
- Starfinger, U. (1992): Nicht-einheimische Pflanzenarten als Problem für den Artenschutz. — In: Henle, K., G. Kaula (Hg., 1992): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. Berichte aus der ökologischen Forschung 4, 225-233. Jülich.
- Statzner, B. (1986): Fließgewässerökologische Aspekte bei der naturnahen Umgestaltung heimischer Bäche. — Mitt. Inst. f. Wasserbau und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe 174, 56-95. Karlsruhe.
- Steiner, L., A. Bogenrieder (1989): Zur Ökologie des Sandornbusches am südlichen Oberrhein. — Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. 77/78, 49-66. Freiburg i. Br.
- Storm, Ch. (1996): Eine Fallstudie zur Voraussage von Vegetationsmerkmalen auf der Grundlage von Standortdaten. — Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 8, 99-125. Hannover.
- Strain, B.R., J.D. Cure (Eds., 1985): Direct effects of increasing carbon dioxide on vegetation. United States Department of Energy. 286 S. Durham.
- Strecker, W. (1989): Vegetationskartierungen an der Donauauen zwischen Riedlingen und Binzwangen. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.

- Streitz, H. (1967): Bestockungswandel in Laubwaldgesellschaften des Rhein-Main-Tieflandes und der Hessischen Rheinebene. Diss. Hann. Münden. 304 S. Hann. Münden
- Stumpp, J., A. Szeptycki (1989): *Eosentomon rusekianum*, new species of Protura (Arthropoda: Insecta) from southwest Germany. — *Carolinea* 47, 141-146. Karlsruhe.
- Stumpel, A.H.P., J.T.R. Kalkhoven (1978): A vegetation map of the Netherlands, based on the relationship between ecotyps and types of potential natural vegetation. — *Vegetatio* 37, 163-173. Den Haag.
- Sukopp, H. (1961): Neophyten in natürlichen Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. — In: Tüxen, R. (Hg., 1966): Anthropogene Vegetation. Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde in Stolzenau/Weser 1961, 275-291. Den Haag.
- Sukopp, H. (1963): Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation und zur Terminologie anthropogener Vegetationseinheiten. — In: Tüxen, R. (Hg., 1968): Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie. Berichte über das 7. Internationale Symposium in Stolzenau/Weser 1963 der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde, 65-74. Den Haag.
- Sukopp, H. (1969): Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation. — *Vegetatio* 17, 360-371. Den Haag.
- Sukopp, H. (1996): Gefährdung von Flora und Vegetation durch Neophyten? — In: Neophyten, Neozoen – Gefahr für die heimische Natur? Beitr. der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 22, 7-18. Stuttgart.
- Sykes, M.T., I.C. Prentice, W. Cramer (1996): A bioclimatic model for the potential distribution of north European tree species under present and future climates. — *Journal of Biogeography* 23, 203-233.
- Tamm, J. (1984): Die Flora und Fauna der jahresperiodisch trockenliegenden Überschwemmungsfluren der Edertalsperre – eine Auenbiozönose? — *Verh. Ges. Ökol.* 12, 355-360.
- Tansley, A.G. (1935): The use and abuse of vegetational concepts and terms. — *Ecology* 16, 284-307.
- Teckentrup, U. (1991): Die Vegetation der Griesflächen im Donautal zwischen Blochingen und Riedlingen. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Theis, M., E. Walter (1992): Potentielle natürliche Vegetation und naturräumliche Einheiten als Orientierungsrahmen für ökologisch-planerische Aufgabenstellungen in Baden-Württemberg. — Untersuchungen zur Landschaftsplanung 21, 1-26. Hg. LfU Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- Thomasius, H. (1991): Mögliche Auswirkungen einer Klimaveränderung auf die Wälder im Mitteleuropa. — *Forstw. Cbl.* 110, 305-330.
- Tittizer, T., F. Krebs (Hg., 1996): Ökosystemforschung: Der Rhein und seine Auen. 468 S. Berlin, Heidelberg.
- Tomschi, A. (1993): Auswirkungen einer Stauhaltung (Hochwasserrückhaltebecken Herrenbachtal) auf die Fließgewässer-Biozönose. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Trautmann, W. (1966): Erläuterungen zur Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000. Blatt 85 Minden. — Schr. Reihe Vegetationskunde 1, 3-137 + 1 Karte. Bad Godesberg.
- Trautmann, W. (1972a): Vegetation (potentielle natürliche Vegetation). — Veröff. Akad. Raumforschung Landesplanung Deutscher Planungsatlas Bd. I. Nordrhein-Westfalen, Lieferung 3. 29 S. Hannover.
- Trautmann, W. (1972b): Die Vegetationskarte als ökologische Grundlage der Planung. — *Landschaft + Stadt* 4, 35-36.
- Trautmann, W. (1974): Die Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1:200.000. — *Geogr.-Rundsch.* 26, 217-223. Braunschweig.
- Trautmann, W. (1976): Veränderungen der Gehölzflora und Waldvegetation in jüngerer Zeit. — *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 10, 91-108. Bonn-Bad Godesberg.
- Trautmann, W., unter Mitarbeit von A. Krause, W. Lohmeyer, K. Meisel, G. Wolf (1973): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000. Potentielle natürliche Vegetation. Blatt CC 5502 Köln. — Schr. Reihe Vegetationskunde 6, 3-172 + 1 Karte. Bonn-Bad Godesberg.
- TU (Technische Universität) Berlin (1989/90): Projekt Oberrheinauen. Bericht des Hauptstudienprojektes "Oberrheinauen" im SS/WS 1989/90 am Fachbereich Landschaftsentwicklung (14) der TU Berlin. 126 S; Anhang. Unveröff. Mskr. Berlin.
- Türk, W. (1993): Entwurf einer Karte der potentiellen natürlichen Vegetation von Oberfranken. — *Tuexenia* 13, 33-55.
- Tüxen, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. — *Angew. Pflanzensoziologie* 13, 5-42. Stolzenau/Weser.
- Tüxen, R. (1960): Über Bildung und Vergehen von Pflanzengesellschaften. — *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 8, 342-344. Stolzenau/W.
- Tüxen, R. (1963): Typen von Vegetationskarten und ihre Erarbeitung. — In: Tüxen, R. (Hg., 1963): Bericht über das Internationale Symposium Vegetationskartierung in Stolzenau/Weser 1959, 139-150. Weinheim.
- Tüxen, R., R. Straub (1966): Bibliographie der Vegetationskarten – Germania. — *Excerpta Botanica sectio B – Sociologica* 7, (2) 116-160, (3) 161-177.
- UM siehe Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg.
- Umweltministerium Baden-Württemberg (1995): Gehölze an Fließgewässern. Handbuch Wasser 2, Heft 6, Stuttgart, 95 S.
- Vetter, E. (1992): Renaturierung von Flußauen in Europa. — In: Auen – gefährdete Lebensadern Europas. Renaturierung von Flußauen. Beitr. der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 13b, 8-19. Stuttgart.
- Voggesberger, M. (1992): *Aceraceae*. — In: Sebold, O., S. Seybold, G. Philippi (Hg., 1992): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs 4, 135-145. Stuttgart.
- Volk, H. (1994): Wie naturnah sind die Auewälder am Oberrhein? — *Naturschutz und Landschaftsplanung* 26, 25-31.
- Vollrath, H. (1965): Das Vegetationsgefüge der Itzaue als Ausdruck hydrologischen und sedimentologischen Geschehens. *Landschaftspflege und Vegetationskunde* 4. 125 S. Tabb. Karten. München.
- Wächter, K. (1988): Untersuchung der Ausdehnung und der Zusammensetzung der Makrophytenbestände im Rhein auf dem Abschnitt Stein am Rhein bis Basel und in der Aare, 1985-1987. Gutachten. Wasserwirtschaftsverband Aare-Rhein, unveröff.
- Wagner, H. (1972): Regionale Einheiten der Waldgesellschaften in Niederösterreich 1:500.000. Atlas von Niederösterreich. 2. Aufl. Wien.

- Wahl, P. (1985): Arten- und Biotopschutz in der Rheinaue. — Wasserbau-Mitteilungen der TH Darmstadt 24, 93-102. Darmstadt.
- Walsemann, E. (1967): "Potentielle natürliche Vegetation". Gedanken zur Wortbedeutung und Grammatik. — Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 12, 243-244. Todenmann.
- Walter, H. (1954): Klimax und zonale Vegetation. — Festschr. Erwin Aichinger. Band I, 144-150. Angew. Pflanzensoz. Wien.
- Walz, K. (1996): Standortkundliche Wiederholungskartierung der Riß mit besonderer Berücksichtigung der submersen Makrophyten. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Wassergesetz für Baden-Württemberg in der Fassung vom 1. Juli 1988 (GBl. S. 269), zuletzt geändert durch Gesetz vom 13. November 1995 (GBl. S. 773).
- Weber-Oldecop, D.W. (1977): Fließgewässertypologie auf vegetationskundlicher Grundlage. — Mitt. Flor.-Soz. Arb.-Gem. N.F. 19/20, 135-137. Todenmann, Göttingen.
- Weber-Oldecop, D.W. (1981): Eine Fließgewässer-Typologie. — *Limnologica* 13, 419-426. Jena, Stuttgart.
- Weiss, G. (1991): Die Vegetation der Gräben im Wurzacher Ried. Diplomarbeit Universität Hohenheim. Unveröff. Mskr.
- Weißbecker, M. (1993): Fließgewässermakrophyten, bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Odenwald – eine Fließgewässertypologie. — Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz 150, 156 S., Anh. Wiesbaden.
- Werth, W. (1987): Ökomorphologische Gewässerbewertung in Oberösterreich (Gewässerzustandskartierungen). — Österreichische Wasserwirtschaft 39, 122-128. Wien, Austria.
- Werth, W. (1989): Ökomorphologische Gewässerbewertung. — In: Deutscher Rat für Landespflege (Hg., 1989): Wege zu naturnahen Fließgewässern. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 58, 802-806. Bonn.
- Westermann, K., G. Scharff (1988): Auen-Renaturierung und Hochwasserrückhaltung am südlichen Oberrhein. — Naturschutzforum 1/2, 95-158. Stuttgart.
- Westhus, W. (1986): Beobachtungen zur Überflutungstoleranz von Gehölzen und daraus abgeleitete Pflanzvorschläge. — *Hercynia* N.F. 23 (3), 346-353.
- Wiegleb, G. (1989): Theoretische und praktische Überlegungen zur ökologischen Bewertung von Landschaftsteilen, diskutiert am Beispiel der Fließgewässer. — *Landschaft + Stadt* 21, 15-20.
- Willerdig, U. (1960): Beiträge zur jüngeren Geschichte der Flora und Vegetation der Flußauen. — *Flora* 149, 435-476.
- Willerdig, U. (1962). Beiträge zur jüngeren Geschichte der Flora und Vegetation der Flußauen. — In: Tüxen, R. (Hg., 1967): Pflanzensoziologie und Palynologie. Berichte über das Internationale Symposium in Stolzenau/Weser 1962 der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde, 71-77. Den Haag.
- Wilmanns, O. (1977): Verbreitung, Soziologie und Geschichte der Grün-Erle (*Alnus viridis* [Chaix] DC.) im Schwarzwald. — Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20, 323-342. Todenmann-Göttingen.
- Winterhoff, W. (1993): Die Vegetation des Eriskircher Rieds. — In: Winterhoff, W., unter Mitarbeit von F. Begenat, A. Bock, G. Knötzsch, C. Leushacke, A. Zarybnicky (1993): Die Pflanzenwelt des NSG Eriskircher Ried am Bodensee. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 69, 13-156. Karlsruhe.
- Wolf, G. (1980): Zur Gehölzansiedlung und -ausbreitung auf Brachflächen. — *Natur und Landschaft* 55, 375-380.
- Wolf, H. (1977): Naturgemäßer Wasserausbau. — Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 46, 259-320. Karlsruhe.
- Zentraler Fachdienst Wasser, Boden, Abfall bei der LfU Baden-Württemberg (Hg., 1991): Handbuch Wasser 2 2. Bauweisen des naturnahen Wasserbaus. Umgestaltung der Enz in Pforzheim. Stuttgart.
- Zentraler Fachdienst Wasser, Boden, Abfall bei der LfU Baden-Württemberg (Hg., 1994a): Handbuch Wasser 2 10. Kontrolle des Japan-Knötterichs an Fließgewässern. I. Erprobung ausgewählter Methoden.
- Zentraler Fachdienst Wasser, Boden, Abfall bei der LfU Baden-Württemberg (Hg., 1994b): Handbuch Wasser 2 15. Übersichtskartierung des morphologischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg 1992/93, Übersichtskarte 1:350.000. Karlsruhe.
- Zerbe, S. (1997): Stellt die potentielle natürliche Vegetation (PNV) eine sinnvolle Zielvorstellung für den naturnahen Waldbau dar? — *Forstw. Cbl.* 116, 1-15. Berlin.
- Zimmermann, P. (1992): Das geplante Natur- und Landschaftsschutzgebiet "Wolfachtal mit Seitentälern". Ein wertvolles Schwarzwaldtalsystem im Landkreis Freudenstadt. — Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 67, 165-204. Karlsruhe.
- Zwicker, E., H. Winkler (1989): Einige Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die Vogelwelt der Ufersäume von Augewässern. — Österreichische Wasserwirtschaft 41, 215-218. Wien, Austria.

Danksagungen

Für die ausführlichen Korrekturen und Anregungen danken wir Herrn Prof. Dr. TH. MÜLLER, Steinheim. Die Herren Prof. Dr. H. SUKOPP und Dr. S. ZERBE, beide Technische Universität Berlin, Prof. Dr. I. KOWARIK, Universität Hannover, Dr. U. BOHN, Dr. A. KRAUSE und Dr. L. SCHRÖDER, alle Bundesamt für Naturschutz Bonn, lasen ein Zwischenmanuskript und gaben ergänzende Kommentare. Hierfür sei ihnen herzlich gedankt. Herr Dipl.-Biol. M. BUSHART vom Institut für Vegetationskunde und Landschaftsökologie in Hemhofen-Zeckern stellte Teile seiner PNV-Kartierung 1:200.000 in Baden-Württemberg zur Verfügung. Hierfür sei auch ihm gedankt. Für weitere Hinweise oder zur Verfügung gestelltes Material danken wir herzlich den Herren Dr. A. HENRICHFREISE, Bonn, Dr. K. DRUMM, M. ENGELHARDT und Dipl.-Biol. A. STÄRR, alle Tübingen, Frau Dipl.-Biol. U. KAMPWERTH, Freiburg i. Br., Dipl.-Biol. M. HOFGÄRTNER und Dipl.-Ing. Sc.agr. M. STROHMAYER, beide München, für ihre Mitarbeit im Gelände.

Veröffentlichungen
Reihe Handbuch Wasser 2 – Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie

ISSN 0946 – 0675

Titel	Band	Jahr der Herausgabe	Preis (falls lieferbar)
Gewässerkundliche Beschreibung Abflußjahr 1990	1	1991	vergriffen
Bauweisen des naturnahen Wasserbaus Umgestaltung der Enz in Pforzheim	2	1991	30,00 DM
Gewässerentwicklungsplanung -Leitlinien -	3	1992	30,00 DM
Übersichtskartierung der morphologischen Naturnähe von Fließgewässern (Methode) - Vorinformation -	4	1992	vergriffen
Regionalisierung hydrologischer Parameter für Niederschlag-Abfluß-Berechnungen - Grundlagenbericht - - Programmdiskette -	5	1992	vergriffen (50,00 DM) (40,00 DM)
Ökologie der Fließgewässer Niedrigwasser 1991	6	1992	40,00 DM
Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung - Arbeitsanleitung - - Programmdiskette -	7	1992	50,00 DM 40,00 DM
Verkrautung von Fließgewässern Einflußfaktoren, Wechselwirkungen, Kontrollmaßnahmen - Literaturstudie -	8	1993	vergriffen
Gewässerkundliche Beschreibung Abflußjahr 1992	9	1993	30,00 DM
Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern I. Erprobung ausgewählter Methoden	10	1994	30,00 DM
Gewässerrandstreifen	11	1994	30,00 DM
Gewässerkundliche Beschreibung Hochwasser Dezember 1993	12	1994	25,00 DM

Handbuch der stehenden Gewässer in Baden-Württemberg Regierungsbezirke Freiburg, Karlsruhe und Stuttgart	13	1994	vergriffen
Handbuch der stehenden Gewässer in Baden-Württemberg Regierungsbezirk Tübingen	14	1994	vergriffen
Übersichtskartierung des morphologischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg 1992/93	15	1994	25,00 DM
Umweltverträglichkeitsprüfung bei Wasserbauvorhaben nach § 31 WHG Leitfaden Teil 1: Verfahren	16	1994	vergriffen
Morphologischer Zustand der Fließgewässer in Baden-Württemberg Auswertung und Interpretation der Ergebnisse der Übersichtskartierung 1992/93	17	1995	25,00 DM
Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern II. Untersuchungen zu Biologie, und Ökologie der neophytischen Knöterich-Arten	18	1995	30,00 DM
Gesamtkonzept naturnahe Unterhaltung von Fließgewässern Möglichkeiten, Techniken, Perspektiven	19	1995	15,00 DM
Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern Teil III: Dokumentation der Entwicklung ausgewählter Pilotvorhaben, erste Zwischenberichte der Erfolgskontrolle	20	1995	30,00 DM
Umweltverträglichkeitsprüfung bei Wasserbauvorhaben nach § 31 WHG Leitfaden Teil III: Bestimmung des Untersuchungsrahmens, Untersuchungsmethoden	21	1995	24,00 DM
Schadstoffdatei Rhein Dokumentation	22	1996	vergriffen
Schadstofftransport bei Hochwasser Neckar, Rhein und Donau im Januar 1995	23	1996	30,00 DM
Schwermetalle in den Sedimenten der Fließgewässer Baden-Württembergs	24	1996	15,00 DM
Bauweisen des naturnahen Wasserbaus Dokumentation und Bewertung am Pilotprojekt Enz/Pforzheim 1990-1995	25	1996	21,00 DM

Entwicklung der Fließgewässerbeschaffenheit – chemisch, physikalisch, biologisch Stand 1995	26	1996	21,00 DM
Das Abflußjahr 1994 – ein Hochwasserjahr	27	1996	30,00 DM
Pilotprojekt “Konfliktarme Baggerseen (KaBa)” - Statusbericht -	28	1997	12,00 DM
Meßnetz-Zentrale Meßnetzprogramm	29	1996	30,00 DM
Pappeln an Fließgewässern	30	1996	30,00 DM
Rechtsgrundlagen der Gewässerunterhaltung Teil I: Überblick	31	1996	15,00 DM
Baggerseeuntersuchungen in der Oberrheinebene Auswertung der Sommerbeprobung 1994 und Frühjahrsbeprobung 1995	32	1997	15,00 DM
Nährstoff- und Schadstoffeinträge in Baggerseen (Literaturstudie)	33	1996	30,00 DM
Biologische Freiwasseruntersuchungen Rhein-Neckar-Donau - Planktonentwicklung - Bioaktivitäten - Stoffumsätze – 1994	34	1997	12,00 DM
Untersuchung der gentoxischen Wirkung von Gewässern und Abwässern	35	1997	18,00 DM
Dammscharten in Lockerbauweise bei Hochwasserrückhaltebecken	36	1997	24,00 DM
Ökologische Bewertung von Fließgewässern in der Europäischen Union und anderen Ländern (Literaturstudie)	37	1997	15,00 DM
Saisonale, horizontale und vertikale Zooplanktonverteilungsmuster Eine Fallstudie für den Grötzinger Baggersee	38	1997	12,00 DM
Methodologische Untersuchungen zur Ermittlung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs des Sediments und des Wasserkörpers in den Baggerseen der Oberrheinebene	39	1997	12,00 DM
Biologische Freiwasseruntersuchungen in Rhein, Neckar, Donau Berichtsjahr 1995-1996	40	1997	12,00 DM

Regionale Bachtypen in Baden-Württemberg	41	1997	36,00 DM
Arbeitsweisen und exemplarische Ergebnisse an Keuper- und Gneisbächen			
Statistische Untersuchung langfristiger Veränderungen des Niederschlags in Baden-Württemberg	42	1997	36,00 DM
Studie über ökohydraulische Durchlaßbauwerke für regulierbare Hochwasserrückhalteräume	43	1998	18,00 DM
Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg	44	1998	-
Teil II: Gewässerentwicklungskonzept - Loseblattsammlung -			

**Die Reihe "Handbuch Wasser 2" wird unter der Bezeichnung
"Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie" fortgesetzt**

ISSN 1436-7882

Rauhe Rampen in Fließgewässern	45	1998	27,00 DM
Gewässergeometrie	46	1998	27,00 DM
Bauweisen zur Hochwasserschadensbeseitigung	47	1998	24,00 DM
Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg	48	1998	21,00 DM
Teil I: Grundlagen und Faltblatt			
Gewässergütekarte Baden-Württemberg	49	1998	42,00 DM
Beschaffenheit der Fließgewässer	50	1998	60,00 DM
Jahreskatalog 1997; CD-Rom			
Fließgewässerversauerung im Schwarzwald	51	1999	27,00 DM
Ökologische Bewertung auf der Basis des Diatomeenbenthos			
Ab- und Umbauprozesse in Baggerseen und deren Einfluß auf das Grundwasser	52	1999	18,00 DM
- Literaturlauswertung -			
Die Gewässerlandschaften Baden-Württembergs	53	1999	27,00 DM
Hochwasserabfluß-Wahrscheinlichkeit in Baden Württemberg	54	1999	80,00 DM

Unterhaltung und Pflege von Gräben	55	1999	21,00 DM
Hydrochemische und biologische Merkmale regionaler Bachtypen in Ba- den-Württemberg	56	1999	60,00 DM

Heutige potentielle natürliche Vegetation an Fließgewässern in BADEN-WÜRTTEMBERG 1999

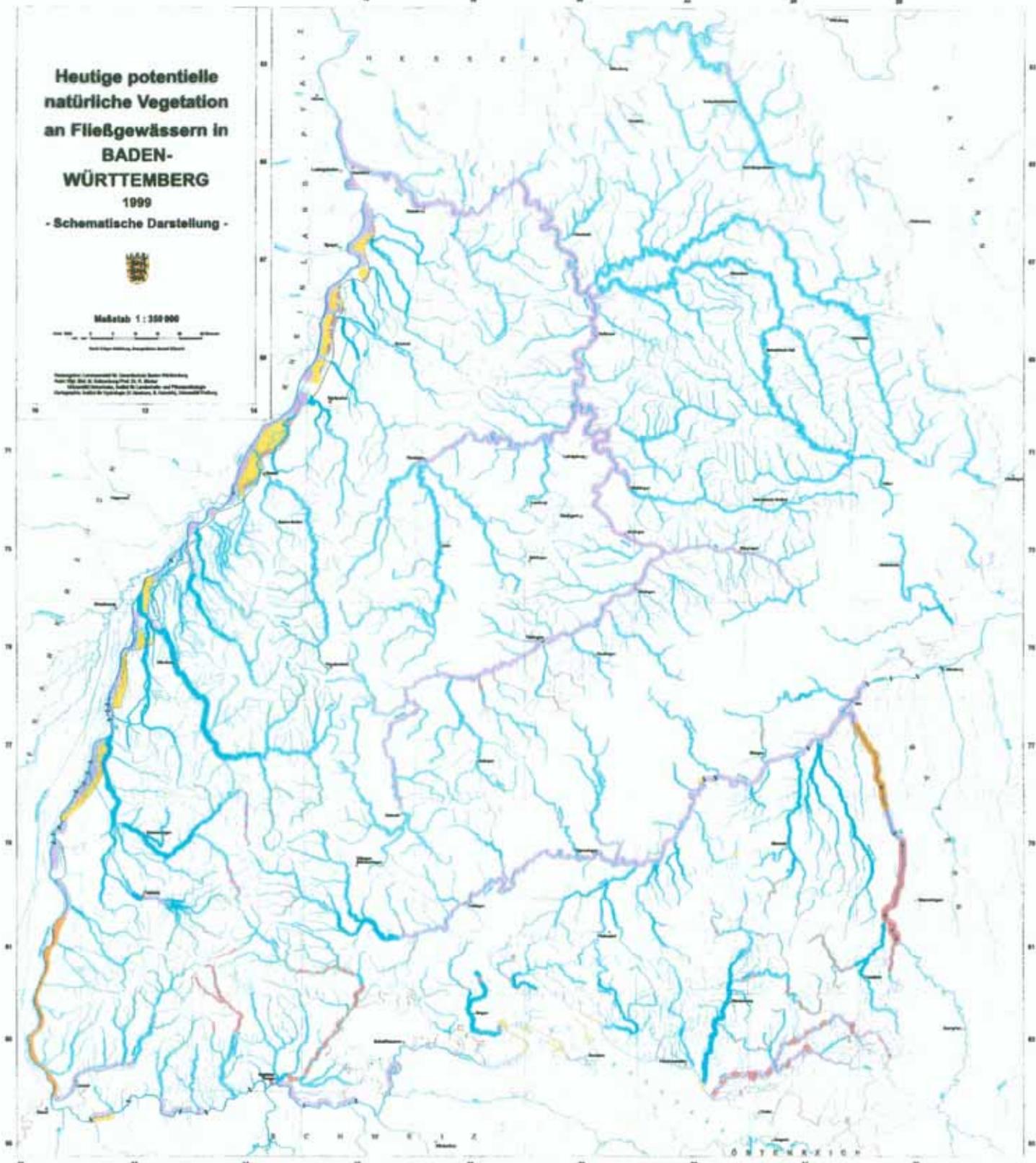
- Schematische Darstellung -



Maßstab 1 : 350 000



Herstellung: Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg
 Herausgeber: Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg
 Fachbereich: Wasser, Luft, Lärmschutz und Naturdenkmalschutz
 Fachbereich: Wasser, Luft, Lärmschutz und Naturdenkmalschutz



Legende

- | | | | |
|--|--|--|--|
| <p>Hydrologische Klassifizierung der oberirdischen Hauptfließgewässer</p> <ul style="list-style-type: none"> — I. Ordnung — II. Ordnung — III. Ordnung — IV. Ordnung — V. Ordnung — VI. Ordnung — VII. Ordnung — VIII. Ordnung | <ul style="list-style-type: none"> — Keine Bänke (Bänkearmlos) — Keine größere Bänkearmlos — Keine Bänkearmlos mit Bänken — Keine Bänkearmlos mit Bänken — Keine Bänkearmlos mit Bänken | <ul style="list-style-type: none"> — Keine Bänkearmlos — Keine Bänkearmlos — Keine Bänkearmlos — Keine Bänkearmlos — Keine Bänkearmlos | <p>Hydrologische Klassifizierung der Uferzone</p> <ul style="list-style-type: none"> — Keine Bänkearmlos — Keine Bänkearmlos — Keine Bänkearmlos — Keine Bänkearmlos |
|--|--|--|--|