

**BERICHTE AUS DER BAYERISCHEN LANDESANSTALT
FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT**

Auwälder in Südbayern

**Standörtliche Grundlagen
und Bestockungsverhältnisse
im Staatswald**



Bayerisches
Staatsministerium
für Ernährung,
Landwirtschaft
und Forsten



Titelbild: Auwald an der Donau (V. Zahner)

ISSN 0945 - 8131

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Verfasser: **Hans-Jürgen Gulder**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Hohenbachernstraße 20
85354 Freising

Verantwortlich: Der Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Schriftleitung: Dr. Peter Pröbstle

Zu beziehen über: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft,
Hohenbachernstraße 20, 85354 Freising

Mai 1996

Vorwort

Flußauen gehören zu den artenreichsten, biologisch produktivsten und vielfältigsten Lebensräumen in Bayern. Jahrhundertelanger Rodungsdruck sowie eine rasche Zunahme der Bevölkerung und die fortschreitende Industrialisierung seit dem 19. Jahrhundert haben sie ihrer ursprünglichen Dynamik weitgehend beraubt. Heute zählen die Auen vielfach zu den am stärksten von Menschen beeinflussten und veränderten Ökosystemen. Häufig sind sie in wesentlichen Grundfunktionen wie z.B. der Hochwasserrückhaltung empfindlich gestört.

Aus diesen Gründen ist es das oberste Ziel einer verantwortungsbewußten Waldbewirtschaftung, die heute noch verbliebenen Auwaldflächen an der Donau und ihren südlichen Zuflüssen zu erhalten und ihre Funktionstauglichkeit zu verbessern. Gut strukturierte, artenreiche Mischbestände aus standortsgerechten Baum- und Straucharten sind zu begründen, zu erhalten und zu pflegen. Dies setzt eine genaue Kenntnis der vielgestaltigen Standortverhältnisse im Auwald voraus.

Der vorliegende Bericht liefert die standörtlichen Grundlagen für die Bewirtschaftung der südbayerischen Auwälder (Staatswald). Er enthält Angaben zur Geologie, Bodenentwicklung, Waldernährung und zum Klima. Die Ergebnisse der Standortserkundung und die daraus abgeleiteten Bestockungsziele werden vorgestellt. Die Naturnähe der heutigen Bestockung läßt sich im Vergleich mit den ursprünglichen Waldgesellschaften abschätzen. Die Erhebungen zum Waldwachstum verdeutlichen das Leistungspotential der Auenböden.

Der Bericht ist das Ergebnis einer umfassenden Literaturlauswertung in Kombination mit den Erfahrungen aus langjähriger Kartier- und Beratungstätigkeit. Er ist als Nachschlagewerk gedacht und soll allen Forstleuten und Waldbesitzern, die mit dem Auwald arbeiten, Hilfestellung geben. Zusätzlich dient er als Entscheidungsgrundlage in Fragen der Landesplanung, Landschaftspflege und des Naturschutzes im Wald.

Freising, im Januar 1996

Dr. Braun

Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Situation	1
2 Lage und Größe	3
3 Geologie	7
4 Hydrologie	8
5 Böden	10
5.1 Bodentypen	10
5.2 Verbreitung der Bodentypen	12
6 Nährstoffgehalte	14
6.1 Boden	14
6.2 Nadeln und Blätter	17
7 Klima	18
7.1 Niederschläge	18
7.2 Temperatur	19
8 Natürliche Waldgesellschaften	19
9 Naturwaldreservate	24
10 Die Standortkartierung im Auwald	25
10.1 Entwicklung und aktueller Stand der Standortkartierung im Auwald.....	25
10.2 Methodik der Standortkartierung.....	25
10.3 Die Standortseinheiten im Auwald	29
10.3.1 Der Auwald in Schwaben	31
10.3.2 Der Auwald in Oberbayern.....	32
10.3.3 Der Auwald in Niederbayern.....	33
10.4 Standortliche Eignung und Gefährdung der wichtigsten Baumarten	34
10.5 Bestockungsziele.....	37
11 Aktuelle Bestockung	42
11.1 Baumartenverteilung	42
11.2 Verbreitungsschwerpunkte der wichtigsten Baumarten.....	43
11.3 Entwicklung der Baumartenverteilung in den letzten 40 Jahren.....	43
11.4 Ergebnisse der langfristigen Forstbetriebsplanung	44

12 Waldwachstum	45
12.1 Ergebnisse der Forstinventur in den oberbayerischen Auwäldern.....	45
12.2 Waldwachstum in den Auwäldern des Forstamtes Freising	46
12.3 Waldwachstum in der Donauau	49
12.4 Stieleichenbestände auf grundwasserbeeinflussten Standorten	51
12.5 Einfluß von Grundwasserentnahmen auf das Waldwachstum.....	51
13 Forstwirtschaft und Naturschutz im Auwald	52
14 Zusammenfassung	55
15 Abstract	57
16 Literaturverzeichnis	58
17 Anhang	61
17.1 Verschlüsselung der Standortseinheit	61
17.2 Ergebnisse der langfristigen Forstbetriebsplanung	62
17.3 Baumartenverteilung nach Forstämtern	64
17.4 Baumartenverteilung nach Altersklassen	65

1 Allgemeine Situation

Auen sind Lebensräume, die in ihren ökologischen Bedingungen vorwiegend durch uneingeschränkten Kontakt mit dem schwankenden Wasserstand eines Fließgewässers geprägt sind. Sie umfassen nicht nur die überschwemmte Au mit ihren periodischen und episodischen Überflutungen, sondern auch die "Grundwasserauen", deren Grundwasserkörper die Wasserstandsschwankungen der Fließgewässer zeitverzögert und gedämpft nachvollziehen.

Die Auen lassen sich nach der Höhe des Wasserspiegels über Mittelwasser und nach der Überflutungsdauer in die Weichholzaue, die Tiefe Hartholzaue und die Hohe Hartholzaue gliedern. Zeit, Häufigkeit, Dauer, Intensität (Fließgeschwindigkeit) und maximale Höhe von Überflutungen sind von besonderer Bedeutung für die Lebensfähigkeit der natürlich in der Au vorkommenden Baumarten.

Die Auen der geschiebearmen Flüsse aus den nordbayerischen Mittelgebirgen wurden teilweise schon im Mittelalter umgestaltet und für Besiedlung, Verkehr und Landwirtschaft genutzt. Sie nehmen daher heute nur noch geringe Flächen ein (v.a. Main mit Nebenflüssen, Wörnitz, Altmühl und Naab). Im Gegensatz dazu sind an der Donau und ihren südlichen Zuflüssen noch in größerem Umfang Auwälder erhalten geblieben. Dies liegt an den hohen Wasserständen im Sommer, die einer landwirtschaftlichen Nutzung einschließlich der Grünlandwirtschaft entgegenstehen. Die Sommerhochwässer sind darauf zurückzuführen, daß die Donau und ihre Zuflüsse einen erheblichen Teil ihres Einzugsgebietes im Alpenraum besitzen, wo die winterlichen Niederschläge überwiegend als Schnee zurückgehalten werden und erst allmählich im Frühjahr und Sommer in den Abfluß eingehen. Zusätzlich verstärkend wirken noch die ergiebigen Sommerregenfälle in den Alpen und ihrem Vorland.

Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts, teilweise sogar bis vor wenigen Jahrzehnten, befanden sich die gestaltenden Kräfte und die Ökologie der natürlichen Wildflußlandschaft in einem dynamischen Gleichgewicht. Durch die Hochwässer unterlag die Talaue ständigen Veränderungen. Die forstliche Nutzung war extensiv. Nur in zugänglicheren Teilen entstanden wegen der großen Ausschlagfähigkeit der natürlichen Auwaldbaumarten Nieder- und Mittelwälder (v.a. Weiden, Weißerlen und Schwarzpappeln). In den Donauauen gab es an einigen Stellen auch Mittelwälder mit Stieleichen im Oberholz. Die Waldweide war verbreitet.

Zum Schutz der Siedlungen und Verkehrswege vor der zerstörerischen Kraft der Flüsse wurden bereits in früheren Jahrhunderten regellose Schutzbauten ausgeführt. Massive Eingriffe in die Flüsse und ihre Umgebung haben seit Mitte des 19. Jahrhunderts, teilweise bereits ab 1806 (Isar), die ursprüngliche Situation stark verändert. Ziel der damaligen Ausbaumaßnahmen war

eine Verkürzung des Flußlaufs und die Festlegung des Flußbettes. Damit erhöhte sich die Abflußgeschwindigkeit. Die Folgen waren ausbleibende Umlagerungen und starke Eintiefungen der Flußsohle (Isar nördlich von München maximal 8,5 Meter, im Durchschnitt 3-6 Meter) die eine raschere Reifung der Böden und Grundwasserabsenkungen bewirkten und dadurch die Standorte nachhaltig veränderten.

Zunehmende Beeinträchtigungen erfuhren die Flußauen durch Eindeichungen, Stauseebau, Uferbefestigungen, Schwebstoffeintrag, Wasserausleitungen, Abwasser- und Abwärmeeinleitungen.

Mit diesen Eingriffen änderte sich auch die menschliche Wirtschaftsweise im Auwald. Große Flächen wurden gerodet und landwirtschaftlich genutzt (Ackerbau und Grünland). Die Stockausschlag- und Mittelwälder wurden in Hochwälder umgebaut. Damit verbunden war die Begründung von Fichten- und Kiefernreinbeständen. Daneben setzte die Edellaubbaum- und Pappelwirtschaft (ab etwa 1920, verstärkt in der Nachkriegszeit) ein. Weide-, Gras- und Streunutzung, aber auch Faschinengewinnung¹, wurden noch lange Zeit betrieben.

Die Summe der menschlichen Eingriffe hat örtlich zu einer deutlichen Veränderung der Auenv egetation hinsichtlich Artenzusammensetzung und Struktur geführt. Zusätzlich wurden in den letzten Jahrzehnten die natürlichen Pflanzengesellschaften des Auwaldes durch die Einwanderung gesellschaftsfremder Elemente (z.B. Solidago-Arten, Indisches Springkraut) verändert.

Oft wird übersehen, daß die auch heute noch vielfach anzutreffende Wildnis der Flußauen in hohem Maße vom Menschen gemacht ist [SEIBERT 1962].

Größerflächige, relativ naturnahe Auwälder finden sich heute an der Mündung der Tiroler Ache in den Chiemsee, an der Isar bei Wolfratshausen, an der Donau bei Gundelfingen und Neuburg sowie im Mündungsgebiet der Isar in die Donau.

¹ Faschine = Bündel aus Weidenruten zur Uferbefestigung

2 Lage und Größe

An den bayerischen Flüssen, die eine Gesamtlänge von rund 5.000 km aufweisen, liegen insgesamt circa 300.000 Hektar Flußauen [SCHREINER 1991]. Das sind etwas über 4% des Staatsgebietes. Die 15 größten südbayerischen Flußauen nehmen zusammen knapp 200.000 ha ein.

BIRKEL und MAYER [1992] kartierten für das *Bayerische Landesamt für Umweltschutz* am Mittel- und Unterlauf von Donau, Lech, Iller, Isar, Salzach und Inn 89.000 ha Flußauen (vgl. Tab. 1). In diesen Gebieten beträgt der Waldanteil noch durchschnittlich 32% bei einer Schwankungsbreite von 21% an der Donau bis 56% am Lech. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß viele südbayerische Auwälder nur noch spärliche Reste in weitgehend ausgeräumten Landschaften darstellen. An kleineren Flüssen wurde der Auwald oft von der Landwirtschaft auf die engsten Uferbereiche zurückgedrängt oder ist sogar völlig verschwunden.

Tab. 1: Nutzungsverteilung der Auenbereiche an den Flüssen Iller, Lech, Isar, Inn, Salzach und Donau [BIRKEL und MAYER 1992]

Fluß	Iller		Lech		Isar		Inn		Salzach		Donau		Gesamt	
Flußabschnitt	Aitrach bis Mündung		Landsberg-Stausee bei Feldheim		Bad Tölz-Mündung		Kiefersfelden bis Passau		Freilassing bis Mündung		Ulm bis Jochenstein			
Fluß-km	56-0		81,5-3,5		201,7-0		217,5-0		60-0		2.583-2.202		994	
Nutzung	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Auwald	1.871	54	3.956	53	7.290	46	4.596	32	1.058	51	9.255	20	28.501	31
Brennen und brennenartige Bestände	8	-	237	3	499	3	24	-	29	1	294	1	1.093	1
Sonstige Gehölze	93	3	283	4	1.038	6	1.140	8	40	2	1418	3	4.025	4
Gewässer	531	15	1.179	16	3.053	19	5.212	36	761	37	10.619	23	21.510	24
Landwirtschaft 66% Acker 34% Grünland	668	19	1.147	15	2.867	18	2.873	20	174	8	20.164	44	28.714	32
Siedlung, Verkehr, Industrie	295	8	618	9	1.189	7	490	4	20	1	3.679	8	6.554	7
Abbau im Betrieb	19	1	21	-	69	1	43	-	-	-	233	1	400	1
Summe	3.485	100	7.441	100	16.005	100	14.378	100	2.082	100	45.662	100	89.053	100

Die **Staatswälder** im Auwald Südbayerns nehmen eine Fläche von 8.980 ha ein (Tab. 2). Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt an den Mittel- und Unterläufen der größten Alpenvorlandflüsse (8.100 ha = 90%). Unter Berücksichtigung der dort vorkommenden Auwaldflächen (30.000 ha) ergibt sich für diese Flußgebiete ein Staatswaldanteil von circa 27%.

Tab. 2: Flächenverteilung der Auwälder nach Forstämtern und Flüssen (Staatswald)

Forstamt	Donau	Iller	Lech	Isar	Ammer, Amper	Inn	Salzach	Tiroler Ache, Traun, Alz, Mangfall	Summe	
									(ha)	(%)
Illertissen		310							310	3,5
Dillingen	638								638	7,1
Weißenhorn	571	246							817	9,1
Aichach			5						5	0,1
Neuburg	775								775	8,6
Landsberg			58						58	0,6
Freising				2.602	143				2.745	30,6
München				721					721	8,0
Weilheim					84				84	0,9
Wolfratshausen				842					842	9,4
Rosenheim						95		117	212	2,3
Wasserburg						64			64	0,7
Traunstein							33	447	480	5,3
Altötting								83	83	0,9
Landau				15					15	0,2
Landshut				609					609	6,8
Deggendorf	8								8	0,1
Simbach						236			236	2,6
Griesbach						278			278	3,1
Summe	1.992	556	63	4.789	227	673	33	647	8.980	100

Der Staatswald in den südbayerischen Auen verteilt sich auf 19 Forstämter. Er nimmt in den großen Flußtälern teilweise nennenswerte Flächenanteile ein, ist jedoch oft stark parzelliert oder begleitet den Fluß lediglich als schmales Band.

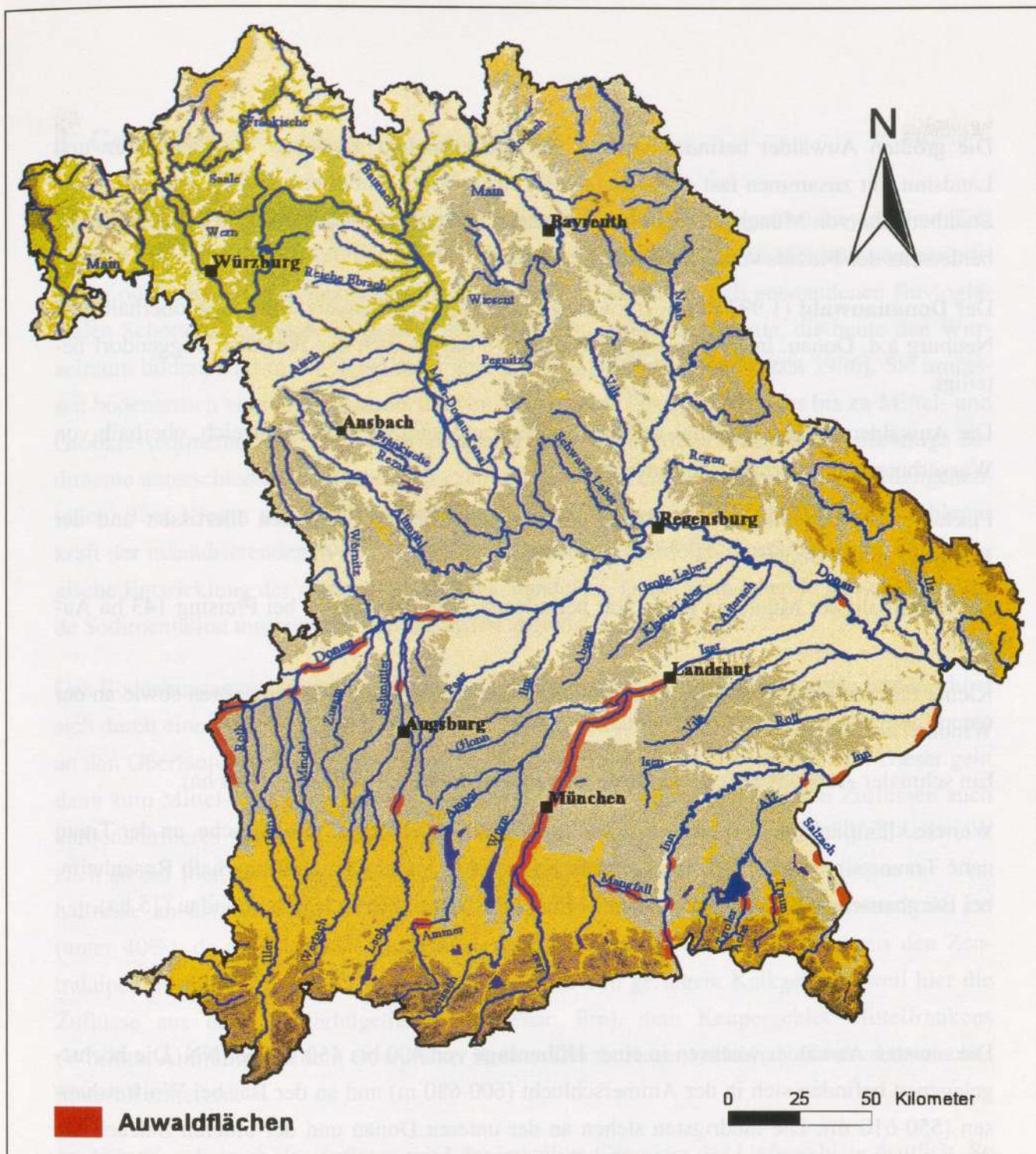


Abb. 1: Lage der Auwälder in Südbayern (Staatswald)

Die größten Auwälder befinden sich an der **mittleren Isar** zwischen Wolfratshausen und Landshut mit zusammen fast 4.800 ha (siehe Tabelle 2 und Abbildung 1). Mit Ausnahme des Stadtbereichs von München bilden sie ein nahezu lückenloses, wenn auch oft schmales Band beiderseits des Flusses von annähernd 100 km Länge.

Der **Donauauwald** (1.992 ha) liegt zwischen Neu-Ulm und Donauwörth sowie oberhalb von Neuburg a.d. Donau. In ganz geringem Umfang (8 ha) ist auch das Forstamt Deggendorf beteiligt.

Die Auwälder am **Inn** (673 ha) wachsen an der Landesgrenze nach Österreich, oberhalb von Wasserburg und unterhalb von Simbach.

Flächenmäßig bedeutsam ist auch der **Illerauwald** (556 ha) zwischen Illertissen und der Mündung in die Donau.

Kurz oberhalb der Mündung in die Isar befinden sich an der **Amper** bei Freising 143 ha Auwald.

Kleine Flächen (63 ha) sind am **Lech** unterhalb Landsberg und bei Thierhaupten sowie an der Windach anzutreffen.

Ein schmaler Auwaldstreifen steht in der **Ammerschlucht** bei Peißenberg (84 ha).

Weitere kleinflächige Vorkommen liegen im Mündungsgebiet der Tiroler Ache, an der Traun nahe Traunstein, an der Salzach unterhalb Freilassing, an der Mangfall oberhalb Rosenheim, bei Burghausen an der Alz (zusammen 647 ha) und an der unteren Isar bei Landau (15 ha).

Die meisten Auwälder wachsen in einer **Höhenlage** von 400 bis 450 m über NN. Die höchstgelegenen befinden sich in der Ammerschlucht (600-680 m) und an der Isar bei Wolfratshausen (550-610 m). Die niedrigsten stehen an der unteren Donau und der unteren Salzach bei 300-330 m Meereshöhe.

3 Geologie

Auensedimente als flußnahe Ablagerungen treten innerhalb der heutigen südbayerischen Talauen in mehreren Stufen auf. Sie wurden im Alpenvorland im jüngeren Holozän von periodischen oder zumindest episodischen Hochwässern auf den eiszeitlich entstandenen fluvioglazialen Schottern der Niederterrasse abgesetzt. Die fluviatilen Sedimente, die heute den Wurzelraum bilden, sind in der Regel nicht älter als etwa 800 Jahre [KREUTZER 1986]. Sie umfassen bodenartlich eine weite Spanne, die von Tonabsätzen des Ruhigwassers bis zu Mittel- und Grobkiessedimenten der starken Strömungsbereiche reicht. Meist findet man feinkörnige Sedimente unterschiedlicher Mächtigkeit (Schluff, Ton und Feinsand in wechselnden Mengenteilen) über Kiesen mit sandigen Zwischenmitteln, entsprechend der abnehmenden Schleppkraft der mäandrierenden Wasserläufe. Die Sedimentationsabfolge repräsentiert die chronologische Entwicklung der Auflandung und des Standortes. Dabei kann jahrzehntelang andauernde Sedimentation unvermittelt durch Erosion abgelöst werden.

Das Bodenausgangsmaterial stammt zum überwiegenden Teil aus den Kalkalpen und zeichnet sich durch einen sehr hohen Karbonat- bzw. Dolomitgehalt aus. So weisen die Auensedimente an den Oberläufen von Iller, Isar und Lech einen Karbonatgehalt von 90-95% auf. Dieser geht dann zum Mittel- und Unterlauf auf Werte von 60-70% zurück, weil von den Zuflüssen auch karbonatärmeres Material antransportiert wird. An Wertach, Amper und Mangfall, teilweise auch an der Iller, fallen die Gehalte auf durchschnittlich 40-60% ab. Ähnlich liegen die Verhältnisse an der Salzach. Die Innsedimente weisen deutlich geringere Karbonatanteile auf (unter 40%), da der Fluß viel silikatisches und quarzitisches Gesteinsmaterial aus den Zentralalpen mitführt. Auch die Donauauen haben zum Teil geringere Kalkgehalte, weil hier die Zuflüsse aus dem Tertiärhügelland (z.B. Paar, Ilm), dem Keupergebiet Mittelfrankens (Wörnitz, Altmühl) und dem Oberpfälzer Becken (Naab, Regen) reichlich nichtkarbonatisches Material anliefern.

Im Mündungsbereich der Zuflüsse wird der jeweilige Charakter der Liefergebiete deutlich. So sind z.B. die Amperauen am Unterlauf sehr stark von Bodenmaterial aus dem Tertiärhügelland mitbestimmt (glimmer- und quarzkieselreiche Sande) und im Oberboden entkarbonatisiert.

Wo der Oberlauf der kalkalpinen Flüsse im Einflußbereich zentralalpiner Gletscher liegt (z.B. Loisach oder Fernpaß), wird kristallines und kieseliges Gesteinsmaterial zugeführt (Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Quarz). Da die Flüsse vor allem am Alpenrand die Molasseschichten durchstoßen, nehmen sie von dort silikatreiches, grobkörniges wie auch toniges Material auf.

Daneben enthalten die Sedimente Bodenabspülungen, die in vor- und frühgeschichtlicher Zeit durch Waldrodungen und heute durch erosionsfördernden Landbau begünstigt werden. Die reiche Geschiebeführung ist ein typisches Merkmal von Gebirgsflüssen. Sie hängt neben dem relativ starken Gefälle auch mit der regen Gesteinsverwitterung im alpinen Bereich zusammen. So erreichte der Inn vor dem Bau der Staudämme unterhalb der Salzachmündung eine Geschiebeführung von 200.000 m³/Jahr. An seiner Mündung in die Donau beträgt sie heute noch etwa 60.000 m³/Jahr. Für die Schwebstoffführung des Inn (Teilchen < 1 mm Durchmesser) wurden 3 Mio. Tonnen (= 2 Mio. m³) pro Jahr errechnet. Dies erklärt die Ablagerung der teilweise sehr mächtigen Hochflutlehmdecken.

4 Hydrologie

Die hydrologischen Verhältnisse im Auwald werden durch das Ausmaß der Überschwemmungen entscheidend bestimmt. Diese beeinflussen auch die Schwankungen des Grundwasserspiegels, der zeitverzögert und bei zunehmender Entfernung zum Fluß auch mit abnehmender Intensität auf die Schwankungen im Flußbett reagiert.

Veränderungen der flußmorphologischen und hydrologischen Gegebenheiten haben in mehr oder weniger ausgeprägter Form in den letzten Jahrzehnten zu einer deutlichen Verringerung oder zum völligen Verlust der typischen Auwalddynamik geführt. Davon betroffen sind die autotypischen Vegetationseinheiten. Staustufenbau und Uferbefestigungen haben den Geschiebebetrieb eingeschränkt oder völlig unterbunden; die Flüsse müssen ihr Geschiebedefizit nun durch Aufnahme von Material aus der Sohle ausgleichen und graben sich auf diese Weise immer tiefer ein. Diese Eintiefung der Flußsohle bewirkt, daß große Flächen in der Au soweit über der Mittelwasserlinie liegen, daß sie heute nur noch höchst selten überflutet werden. Damit haben sie ihren Auencharakter verloren. Häufig beeinflussen auch Wasserableitungen den Flußwasserhaushalt in ganz erheblichem Maße.

Hinsichtlich der Häufigkeit von Überschwemmungen lassen sich die Auwälder heute in 4 Kategorien einteilen (Flächenumfang als grobe Schätzung):

1. Ufersäume, Bäche, Gräben, Rinnen, Altwasser:	240 ha	(2,7%)
2. Periodisch überfluteter Auwald:	1.075 ha	(12,0%)
3. Episodisch überfluteter Auwald:	883 ha	(9,8%)
4. Auwald ohne Überflutung:	6.780 ha	(75,5%)

Regelmäßig überflutete Auwälder nehmen damit nur geringe Flächen ein (rund 15%). Sie befinden sich schwerpunktmäßig an der Donau unterhalb von Dillingen und oberhalb von Neuburg sowie an der Isar bei Freising. Die überschwemmungsfreie Au dominiert jedoch mit einem Flächenanteil von 76%. Bei starken Hochwässern zeigt diese Form der Au durch den Anstieg des oft stark strömenden Druckwassers in den tiefstgelegenen Bereichen zumindest noch teilweise die typische Auendynamik.

Die Kommunikation des Flußwasserstandes mit den benachbarten Grundwasserpegeln nimmt durch den Bau der hermetisch abdichtenden Dämme jedoch stark ab. Geringe durchdrückende Wassermengen werden meist von den Vorflutern aufgenommen.

In den letzten Jahren sind zusammen mit den Wasserwirtschaftsämtern erste erfolgreiche Renaturierungsmaßnahmen durch das Öffnen von Dämmen eingeleitet worden (z.B. an Iller und Isar). Auch die zunehmende Ausbreitung des Bibers hat auf begrenzter Fläche vielerorts zu einer merklichen Veränderung des Wasserhaushaltes von Auwäldern geführt. Der Grundwasserspiegel steigt an, seine Schwankungsbreite und die Strömungsgeschwindigkeit nehmen ab. Der Einfluß des Bibers auf den Standort und die Waldbestände ist gegenwärtig Thema eines Forschungsvorhabens an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Ein typisches Beispiel für nachteilige Eingriffe stellt die Isarau dar, in der seit dem Bau des Sylvensteinspeichers (1959) größere Hochwässer ausbleiben. Außerdem entfällt die Geröllzufuhr aus dem Alpenraum seit dem Bau der Staustufe bei Bad Tölz (1962) praktisch völlig. Nördlich der Landeshauptstadt hat sich die Isar aus diesen Gründen bereits bis zu 8,5 Meter eingetieft. Abschnittsweise räumt der Fluß bereits die alluviale Überdeckung ab und legt den leicht erodierbaren Tertiärflinz frei. Die zunehmende Flußeintiefung führt zu verstärkten Hangabbrüchen, die wiederum entsprechende wassertechnische Gegenmaßnahmen erfordern. Zusätzlich leidet der Fluß am Oberlauf an Wasserausleitungen durch das Walchenseekraftwerk und in München durch den Betrieb der Kläranlage und der Kühlung von Kraftwerksanlagen.

Mit dem Staustufenbau wird der Grundwasserspiegel oberhalb der Stauhaltung über das Jahr gesehen stark angehoben. Außerdem werden die auentypischen Schwankungen von z.T. mehreren Metern auf wenige Dezimeter reduziert. Das Grundwasser strömt somit wesentlich langsamer und wird zunehmend sauerstoffärmer, weshalb eine ausreichende Sauerstoffversorgung der Baumwurzeln nicht mehr gewährleistet ist (z.B. für Esche und Bergulme). Unterhalb der Staustufen erfolgt im Bereich besonders hoher Fließgeschwindigkeiten eine rasche Eintiefung des Flußbettes und eine Absenkung des Grundwasserspiegels in der Umgebung, sofern keine hermetisch abdichtenden Dämme vorhanden sind. Die Grundwasserverhältnisse werden somit im Bereich der Aufstauungen nicht mehr vom Fluß, sondern von den Vorflutern und den austreichenden Grundwasserströmen bestimmt (z.B. im Tertiär).

5 Böden

Die Auenböden in den Tälern der Alpenvorlandflüsse und an der Donau zeichnen sich durch einen teilweise äußerst engräumigen, teilweise auch wieder großflächigen Wechsel in der Kornzusammensetzung aus. Kiese, Sande und Schluffe, in Altwasserrinnen und Stillwasserbereichen auch Tone, wechseln einander ab. Die Grenzen der Standortseinheiten verlaufen vielfach mit den Geländestufen. Häufig bilden auch Hochflutrinnen markante Grenzen zwischen verschiedenen Einheiten. Ein Wechsel der standörtlichen Verhältnisse auf engstem Raum ergibt sich, wenn sich das Relief auf wenigen Metern verändert. Trotz der geringen Höhenunterschiede von oft nur 50-100 cm, unterscheiden sich die Standorte in ihren Eigenschaften grundlegend. Der ständige Substratwechsel bedingt häufige Veränderungen der bodenphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften wie Wasserkapazität und Nährstoffangebot.

5.1 Bodentypen

Im Auwald treten 2 Gruppen von Grundwasserböden auf: **Gleye** und **Auenböden**. In Abhängigkeit von der Bodenentwicklung und der Stärke der Grundwasserbeeinflussung werden in den südbayerischen Flußauen folgende Bodentypen bzw. deren Subtypen oder Varietäten unterschieden [FETZER et. al. 1986, z.T. verändert]:

Die **Gleye** kommen bevorzugt auf orographisch niedrigeren, flußferneren Standorten vor. Sie entstehen unter dem Einfluß eines relativ hoch anstehenden Grundwassers, dessen Spiegel im Durchschnitt des Jahres oft nicht tiefer als 80-100 cm unter der Geländeoberfläche liegt. Der kapillare Aufstieg reicht deshalb in den Hauptwurzelraum hinein. Die Schwankungsamplitude des Grundwasserspiegels variiert vielfach zwischen 50 und 100 cm. Stärkere Spiegelschwankungen gibt es gewöhnlich nur in klimatisch extremen Jahren. Das Solum der Gleye ist daher stärker durch Grundwasser geprägt als das der typischen Auenböden. Die Hydromorphie tritt vielfach schon zwischen 20 und 60 cm unter der Geländeoberfläche auf [REHFUESS 1992]. Als Folge der Grundwasserabsenkungen zeigen die heutigen Böden nicht mehr die aktuellen Grundwasserverhältnisse an. Die Hydromorphiemerkmale sind dann reliktsch.

Gleyböden: aAh/(aIC,aM)/aGo/aGr-Profil

Meist in ehemaligen Altwasserrinnen, in flachen Mulden und im Verlandungsbereich offener Gewässer. Hochliegender Grundwasserspiegel, das heißt nicht tiefer als 80 cm unter der Geländeoberfläche. Die Schwankungsamplitude des Grundwassers variiert kaum stärker als 50 bis 100 cm. Kapillarer Aufstieg bis in den Hauptwurzelraum. Auenlehmauflage meist mächtig. Karbonathaltig.

Der Wasserhaushalt **typischer Auenböden** ist dagegen im wesentlichen durch vier Merkmale gekennzeichnet:

1. Regelmäßige periodische Überflutungen, in flußferneren Bereichen auch episodisch
2. Starke Schwankungen des Grundwasserspiegels (in der Regel 150-300 cm)
3. Erst in größerer Tiefe zwischen 80 und 150 cm in stärkerem Umfang vom Grundwasser beeinflusst
4. Rasch strömendes und i.d.R. reichlich sauerstoff- und nährstoffbefruchtetes Grundwasser

Auenkarbonatrohboden (Kalkrambla): aAi/aIC/aG-Profil

Entstanden aus jüngsten, kiesigen und sandigen Flußablagerungen. Häufig noch überflutet. Flache, humusarme Oberbodenhorizonte sowie gelegentlich geringmächtige Auenlehmauflage. Diese Böden treten selten in reiner Form auf, sondern lediglich als Übergangsstufe zur

Auenpararendzina (Kalkpaternia): aAh/aelC/aG-Profil

Ältere Bodenentwicklung mit stärkerer Anreicherung von organischer Substanz im obersten Mineralboden. Das gesamte Solum ist stark karbonathaltig. Zeitweilig besteht Grundwasseranschluß. In Abhängigkeit vom Reifegrad bzw. Humusgehalt läßt sich eine Unterteilung in die Subtypen "Hellgraue", "Graue" und "Braungraue Auenpararendzina" vornehmen. Da die Vor-alpenflüsse an ihrem Mittel- und Unterlauf karbonatreiches Lockermaterial (Karbonatgehalt meist < 75%) sedimentierten, entwickelten sich aus der Kalkrambla Auenpararendzinen und keine Auenrendzinen. Auenrendzinen beschränken sich auf kurze, besonders kalkreiche Talabschnitte am Oberlauf der Flüsse.

Humusreiche Auenpararendzina (Borowina): aAa, aAh/aelC/aG-Profil

Humusreiche bis anmoorige Sonderform der Auenpararendzina. Bevorzugt am Fuß älterer Terrassenstufen, wo früher die Bodenbildung durch hochstehendes und zeitweise austretendes Grundwasser beeinflusst wurde. Bei Hochwasser kam es zu einem Rück- und Aufstauen des zufließenden Grundwassers, was die Anmoorbildung begünstigte. Es bestehen vielfach Übergänge zu kalkigem Anmoor wie auch zur Tschernitza. Karbonatgehalt z.T. über 75%.

Tschernitza (Schwarzerdeähnlicher Auenboden): aA_{xh}/aC/aG-Profil

Entstanden aus ursprünglich anmoorigen Auenböden, die in früheren Zeiten wiederholt vom ausufernden Fluß erreicht und mit frischem Sediment bedeckt wurden.

Braune Auenpararendzina (Braune Kalkpaternia):

Nur mehr selten überflutet. Leitet über zu den terrestrischen Böden. Entkalkung mit Tonfreisetzung ist weiter fortgeschritten, ebenso hat die Braunfärbung zugenommen.

Auenkalkbraunerde (Autochthone Kalkvega): aAh/aM/(II)aG-Profil

Außerhalb des heutigen Überflutungsbereiches. Aus überwiegend unverwittert sedimentiertem, zerkleinertem Gesteinsmaterial. Sie stellt die Weiterentwicklung der Braunen Auenpararendzina dar. Neben der deutlichen Horizontdifferenzierung ist eine fortgeschrittene Entkalkung und Tonfreisetzung festzustellen.

Brauner, kalkhaltiger Auenboden (Allochthone Kalkvega): aAh/aM/(II)aG-Profil

Nur noch von sehr starken Hochwässern erreicht. Aus karbonatreichen, vorwiegend feinkörnigen Flußablagerungen. Enthält reichlich schluffig-lehmigen Feinsand von erodierten Böden und braunem, vorverwittertem Molassematerial.

Daneben finden sich alle möglichen Subtypen zwischen Pararendzina- und Gleyböden wie z.B. die Gley-Kalkpaternia. Lokal, vor allem am Rand der Aue, wo das Hochufer oder das höhergelegene Umland einspeisen, werden auch Anmoore und Flachniedermoore festgestellt. Sie weisen eine lehm durchsetzte Seggentorfschicht von wenigen Dezimetern über dem mineralischen Substrat auf. An der Amper haben sich oberflächlich bis tiefgründig entkalkte, quarzkieselreiche Auen-Parabraunerden entwickelt, die teilweise schwach podsolig sind.

5.2 Verbreitung der Bodentypen

Da die Ablagerungen der Alpenvorlandflüsse in pedogenetischer Hinsicht nahezu gleichaltrig und zudem meist sehr karbonatreich sind, herrschen die verschiedensten Ausprägungsformen der **Kalkpaternien** vor. Sie sind charakteristisch für größere Flußgebiete von Iller, Lech und Isar. An Mangfall, Tiroler Ache und Traun sind sie ebenfalls weit verbreitet. Die Auenrohböden (**Kalkrambla**) beschränken sich in der Regel auf die ufernahen Kiesbänke. Die typologisch weiterentwickelte **Kalkvega** findet sich bevorzugt an der Donau, aber auch an der Ammer, der Mangfall und am Inn. Die **Borowina** wurde an Lech, Amper und Isar kartiert. Die **Tschernitza** tritt nur selten, so z.B. an der unteren Isar auf. Die **Auengleye** mit ihren Übergangsformen kommen in allen größeren Flußgebieten vor und sind an Hochflutrinnen und Altwasserarme gebunden. Verbreitet sind sie auch im Einflußbereich von Stauhaltungen.

Abbildung 2 zeigt eine für die flußnahen Bereiche der Voralpenflüsse typische Bodenvergesellschaftung (Catena):

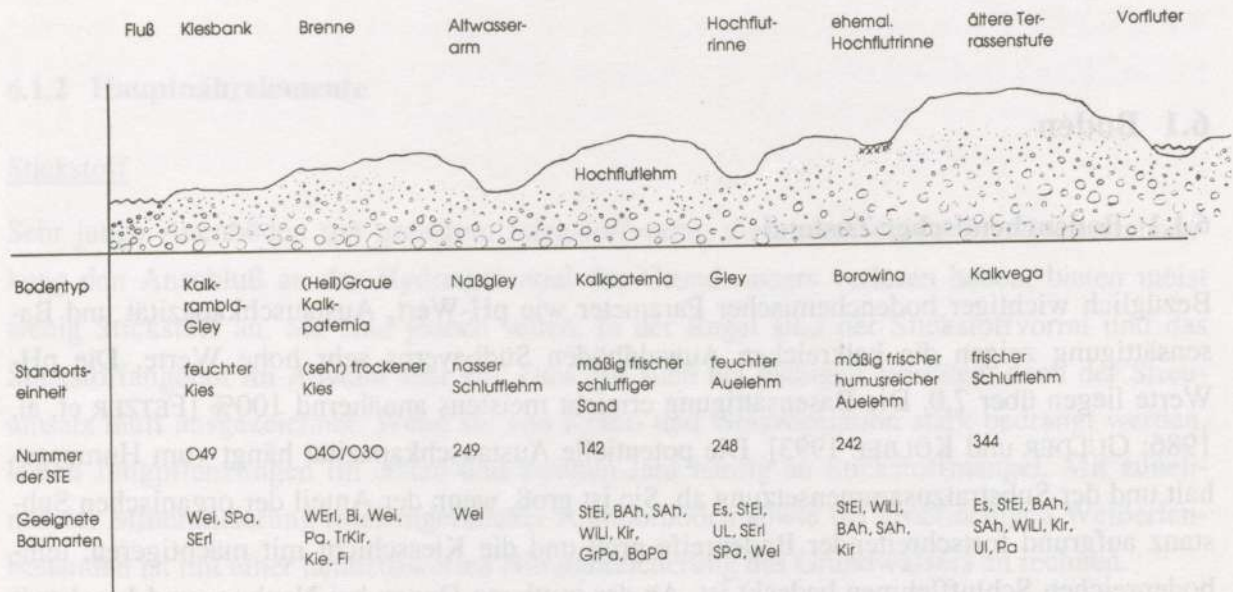


Abb. 2: Bodenvergesellschaftung (Catena) an einem größeren Voralpenfluß (schematisiert)

6 Nährstoffgehalte

Die mit dem Hochwasser transportierten und in den Auen sedimentierten Schwebstoffe und organischen Substanzen enthalten beträchtliche Mengen an Nährstoffen [KREUTZER 1986, GULDER und KÖLBEL 1993]. Als Folge dieser natürlichen Düngung zählen die heimischen Auwälder zu den produktivsten Ökosystemen in Mitteleuropa [DISTER 1993].

6.1 Boden

6.1.1 Bodenchemischer Zustand

Bezüglich wichtiger bodenchemischer Parameter wie pH-Wert, Austauschkapazität und Basensättigung zeigen die kalkreichen Auwaldböden Südbayerns sehr hohe Werte. Die pH-Werte liegen über 7,0. Die Basensättigung erreicht meistens annähernd 100% [FETZER et. al. 1986; GULDER und KÖLBEL 1993]. Die potentielle Austauschkapazität hängt vom Humusgehalt und der Substratzusammensetzung ab. Sie ist groß, wenn der Anteil der organischen Substanz aufgrund fortschreitender Bodenreife groß und die Kiesschicht mit mächtigeren, feinkbodenreichen Schlufflehmen bedeckt ist. An der mittleren Donau bei Neuburg und Ingolstadt liegen die durchschnittlichen Werte bei 200 $\mu\text{mol IÄ/g}$.

Auch die Böden der "kalkärmeren" Flüsse wie z. B. Inn und Salzach besitzen meist pH-Werte um 7 und Basensättigungen nahe der 100%-Marke. Erst bei stärkerer Verbraunung (Vega) als Folge silikatreicherer oder bereits an anderer Stelle vorverwitterter Beimengungen (allochthones Material) oder auf älteren Terrassen läßt sich eine meist leichte Versauerung feststellen. In diesen Fällen sind die Ernährungsbedingungen für die Bäume insgesamt ausgewogener, da die Blockade von P, K, Fe und Mn aufgehoben oder zumindest reduziert ist.

Am stärksten versauert sind die Böden an der Amper, wo bei fehlendem Kalk im Oberboden pH-Werte¹ zwischen 4,5 und 4,8 gemessen werden. Erst im tieferen Mineralboden ab circa 50 cm steigen sie auf Werte über 5. Die effektive Austauschkapazität erreicht dort im obersten humosen Mineralboden stets mehr als 100 $\mu\text{mol IÄ/g}$, um in den tieferen, humus- und feinstanzarmen Schichten häufig auf 20 - 40 $\mu\text{mol IÄ/g}$ abzusinken. Die Basensättigung liegt im Ah-Horizont stets über 25 %, in tieferen Schichten beträgt sie dagegen nur 10 - 20 %.

¹ pH-Messung in KCl

Aufgrund der meist gegebenen hohen Kationenaustauschkapazität und Basensättigung verfügen die südbayerischen Auenböden über eine hohe Elastizität gegenüber Versauerungsschüben. Ihre Filterwirkung für Schadstoffe wie z. B. Schwermetalle ist groß.

Im Regelfall werden günstige Mull-Humusformen mit leicht zersetzlicher Streu (C/N-Verhältnis < 15) angetroffen. Dies gilt selbst für Fichtenreinbestände, wo sich im ungünstigsten Fall eine geringmächtige Of-Lage einstellt.

6.1.2 Hauptnährelemente

Stickstoff

Sehr junge Auenböden mit geringem Stickstoffvorrat, die zudem durch Grundwasserabsenkung den Anschluß an das Hydratpotential des Grundwassers verloren haben, bieten meist wenig Stickstoff an. Sie sind jedoch selten. In der Regel sind der Stickstoffvorrat und das Stickstoffangebot im Auwald sehr gut. Dies gilt auch bei mäßigen Vorräten, denn der Streuumsatz läuft ausgezeichnet. Wenn sie von Kraut- und Grasvegetation stark bedrängt werden, leiden Jungpflanzungen im ersten und zweiten Jahr häufig an Stickstoffmangel. Mit zunehmender Mineralisierung trockengefallener Anmoorböden sowie bei großflächigen Weißerlenbeständen ist mit einer nennenswerten Nitratanreicherung des Grundwassers zu rechnen.

Phosphor

Das Phosphorangebot ist nicht immer optimal. Durch die intensive mikrobielle Tätigkeit wird zwar Phosphat aus organischer Bindung laufend freigesetzt, wegen der hohen Calciumionenaktivität besteht jedoch eine starke Tendenz zu dessen Festlegung. Kalkärmere Auenböden wie z.B. an manchen Abschnitten der Donau bieten dagegen eine bessere Phosphorversorgung. Dies gilt vor allem für die oberen Bodenhorizonte, in denen die Entkarbonatisierung am weitesten fortgeschritten ist. Zeitweilige Nässe bzw. Grundwasseranschluß fördern die Phosphatlösung und damit die Verfügbarkeit. Die Phosphatausstattung des geologischen Ausgangssubstrats ist landesweit gesehen oft unterdurchschnittlich.

Kalium

Auf kalkreichen Substraten mit hohen pH-Werten ist Kalium nur wenig mobil und daher häufig im Mangelbereich. Auf feinkörnigen Böden ist die Versorgung in der Regel besser als auf grobkörnigeren. Bei den feinkörnigen Donausedimenten ist das Kaliumangebot teilweise sogar ausgezeichnet. Insgesamt ist aber die Kaliumausstattung des Bodens oft sehr gering.

Calcium und Magnesium

Aufgrund der Herkunft des geologischen Ausgangssubstrates ist die Versorgung mit Calcium und Magnesium stets ausgezeichnet. Die Bevorratung erreicht für bayerische Verhältnisse Spitzenwerte.

Eisen und Mangan

In den kalkhaltigen Auenböden ist das Angebot an Eisen und Mangan durch die hohen pH-Werte stark eingeschränkt. Günstiger stellt sich die Situation in den kalkärmeren Inn- und Donauauen mit im Durchschnitt höheren Anteilen an silikatischem Material dar.

6.1.3 Schwermetalle

Die sechs im Rahmen der Bayerischen Waldbodeninventur [GULDER und KÖLBEL 1993] untersuchten Auwaldstandorte (2 x Isar, Donau, Lech, Traun, Loisach) weisen nur in einem Fall für Cadmium und Zink nennenswerte Belastungswerte auf (Loisach).

Generell haben die Ausgangsmaterialien der Talsedimente und -böden an der Donau und ihren Nebenflüssen niedrige natürliche Schwermetallgehalte [BAYER. GEOLOG. LANDESAMT 1988]. Analysen der Überflutungssedimente vom Frühjahrshochwasser 1988 ergaben ebenfalls niedrige Gehalte. Dabei enthalten feinkörnige Sedimente mehr Schwermetalle als grobkörnige. Ablagerungen innerhalb der Dammbereiche sind stärker belastet als jene außerhalb. Vereinzelt werden jedoch in rezent überfluteten Auenbereichen deutliche anthropogene Anreicherungen gemessen.

In Stillwasserzonen mit erheblichen Vorbelastungen und hohen Anteilen an Ton und Humus sind Überschreitungen der Grenzwerte denkbar.

Wegen der niedrigen Grundgehalte der Schwermetalle und der hohen pH-Werte ist ein nennenswerter Übergang der Metalle in das Grundwasser oder in die Pflanzen kaum zu erwarten.

6.2 Nadeln und Blätter

Probleme in der Nährelementversorgung treten meist nur bei hoher Kalksättigung des Bodens auf. Die Kalktoleranz der einzelnen Baumarten ist sehr unterschiedlich [KREUTZER 1986]. Selbst innerhalb der Arten treten starke, vermutlich genetisch bedingte Schwankungen im Ernährungszustand auf ein- und demselben Substrat auf. Bezüglich der Phosphat-, Eisen- und Manganversorgung ist vor allem der Humusgehalt entscheidend, da er die Wasserspeicherkapazität und damit über eine bessere Durchwurzelung die Nährstoffaufnahme fördert.

Auf kalkgesättigten Böden leidet die *Fichte* häufig unter Phosphor- und Kaliummangel. Trotz meist guter Bevorratung sind Ernährungsschwächen bei Stickstoff weit verbreitet. Als Grund dafür könnte möglicherweise die mangelnde Mykhorrizierung der Feinwurzeln bei Kalküberschuß angesehen werden.

Kiefern sowie bestimmte *Balsampappelklone* zeigen des öfteren Eisen- und Manganmangel (Chlorosen).

Stieleichen weisen meist niedrige Mangangehalte auf. Phosphor, Eisen und Zink sind häufig im suboptimalen bis mangelhaften Bereich [ZOLLNER 1995, pers.Mitt.]. Auffällig sind die weiten Schwankungen von bestimmten Nährelementen zwischen den einzelnen Individuen auf gleichem Standort [DIETRICH 1995, pers.Mitt.].

Die *Schwarzerle* hat einen hohen Phosphorbedarf und benötigt daher Grundwasserböden, die eine Phosphatlösung begünstigen.

Die Schwefelwerte zeigen in der Regel eine mittlere Belastung an. Chlor spielt keine Rolle.

Ein *Eschenbestand* an der Donau bei Neuburg ist bezüglich der Hauptnährelemente gut bis optimal ernährt (Standort: Grundfeuchter Lehm) [KNORR 1987].

7 Klima

Der gesamte südbayerische Raum außerhalb der Alpen besitzt eine gemäßigt subkontinentale Klimatönung. Dies ergibt sich aus den hohen jährlichen Schwankungen der Lufttemperatur von 18 bis 20°C und einem Maximum der Niederschläge im Sommerhalbjahr (Tab. 3). Die Kontinentalität nimmt nach Osten zu und erreicht ihr Maximum im östlichen Niederbayern.

Tab. 3: Klimadaten

Flußgebiet	Mittlerer Niederschlag (mm)		Mittlere Lufttemperatur (°C)		Mittlere Jahres-schwankung der Lufttemperatur (°C)	Tage > 10°C
	Jahr	Forstl. Veg.zeit ¹	Jahr	Forstl. Veg.zeit		
Iller und Donau im Raum Ulm/ Dillingen	700-750	400-450	8	15,5	18,5-19	160-165
Donau bei Neuburg	700	385	8	15-16	19,5	160
Isar bei Landshut	780	420	7,5-8	15-15,5	19,5	160
Isar bei Wolfratshausen	1.100	650	7-7,5	14,5	19	140-145
Inn bei Rosenheim	1.100-1.200	700	8	15,5	19-19,5	160-165
Tiroler Ache und Traun im Chiemseegebiet	1.400-1.600	750-850	7-7,5	15	19,5	150
Unterer Inn bei Simbach	850	500	7,5-8	15,5-16	20	160-165

7.1 Niederschläge

Die jährlichen Niederschläge schwanken von circa 670 mm bis 1.400 mm. Die regenärmsten Gebiete befinden sich im Donaauraum, wo sich der Regenschatten der Schwäbischen und Fränkischen Alb bemerkbar macht. Aufgrund der Stauwirkung der Alpen nehmen die Niederschläge nach Süden zu und erreichen am Alpenrand in den Auwäldern von Traun und Tiroler Ache die höchsten Werte. Auch nach Südosten ist eine allmähliche Zunahme zu beobachten. In der Forstlichen Vegetationsperiode von Mai bis September fallen im Durchschnitt 55-60% des Jahresniederschlags.

¹ Forstl. Veg. zeit = Forstliche Vegetationszeit (Mai - September)

7.2 Temperatur

Die Jahresdurchschnittstemperaturen schwanken zwischen 7,3°C am Alpenrand und 8,3°C im Donautal (Ingolstadt). Es werden meist 150-160, im Donauraum auch 165 Forstliche Vegetationstage gemessen. Spürbar verlängert wird die Vegetationszeit durch den Einfluß des Föhns.

Nachteilige Auswirkungen der Witterung auf das Waldwachstum ergeben sich insbesondere durch die häufig auftretenden Frost- und Nebelereignisse. Besonders betroffen sind dabei flachgründige Kiesstandorte. Weitere Gefahren stellen Frühjahrstrocknis (v.a. Donautal) und Schneebruch bzw. -druck in Höhenlagen über 400 m dar. Mit zunehmender Annäherung an die Alpen sind auch die nachteiligen Wirkungen des Föhns zu spüren (Stürme, Frosttrocknis).

8 Natürliche Waldgesellschaften

In Abhängigkeit von Höhenlage und Klima, Geländemorphologie sowie Reifegrad der Böden und Dynamik des Grundwassers sind in den ursprünglichen südbayerischen Auwäldern unterschiedliche natürliche Waldgesellschaften anzutreffen (Abb. 3 und 4).

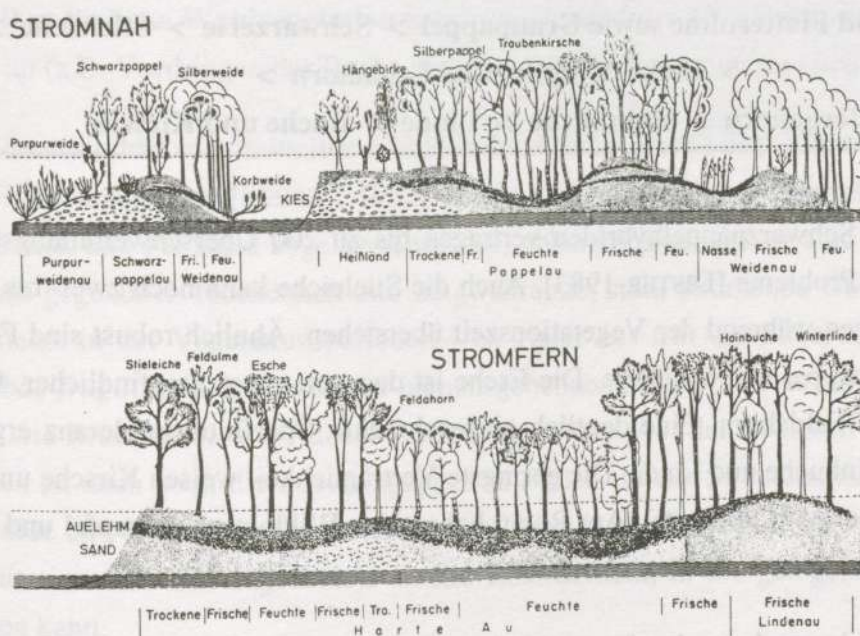


Abb. 3: Naturnahe Waldgesellschaften vom Donauufer bis zum landseitigen Teil der Aue bei Wien, halbschematisch. [nach MARGL 1971, etwas verändert; aus ELLENBERG 1982].

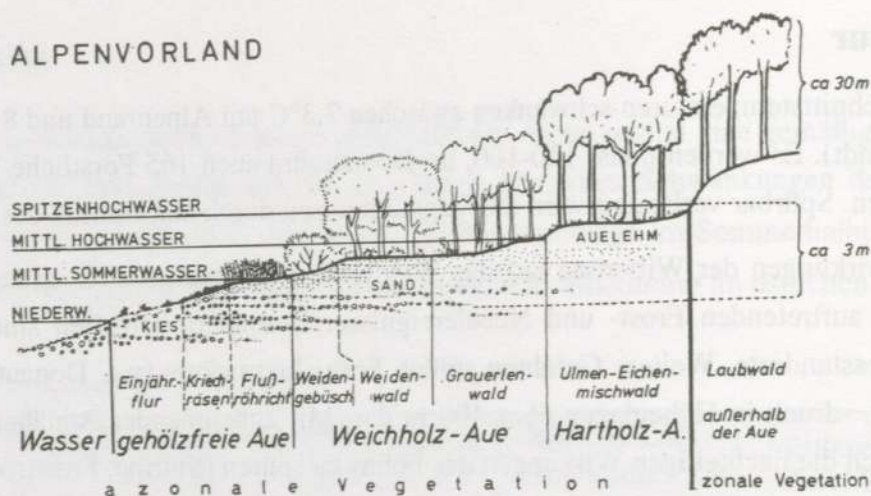


Abb. 4: Schematischer Querschnitt durch die vollständige Serie der Auenvegetation am Mittellauf eines Flusses im Alpenvorland [ELLENBERG 1982]

Von entscheidender Bedeutung für die Verteilung der Baumarten im Auwald ist deren Überflutungsresistenz. Diese nimmt in folgender Reihe ab [DISTER 1983]:

Silberweide > Schwarzpappel > Weißerle >
> Feld- und Flatterulme sowie Graupappel > Schwarzerle > Stieleiche >
> Esche > Spitz- und Feldahorn >
> Bergahorn > Hainbuche > Linde > Buche und Kirsche

Silberweiden und Schwarzpappelhybriden vertragen bis zu 200 Überschwemmungstage pro Jahr ohne größere Probleme [DISTER 1983]. Auch die Stieleiche kann noch zwei- bis dreimonatige Überflutungen während der Vegetationszeit überstehen. Ähnlich robust sind Feld- und Flatterulme, Graupappel und Weißerle. Die Esche ist dagegen etwas empfindlicher. Gleiches gilt für Spitz- und Feldahorn. Eine deutlich eingeschränkte Überflutungstoleranz ergibt sich für Bergahorn, Hainbuche und Linde. Die geringste Verträglichkeit weisen Kirsche und Buche auf (etwa eine Woche im Sommer). Am Rhein haben sich Wildbirne, Holzapfel und Walnuß als ausgesprochen tolerant erwiesen.

Die Überflutungstoleranz kann durch verschiedene Einflüsse erheblich verändert werden. Neben der Jahreszeit spielt das Baumalter eine große Rolle. Jüngere Bestände sind oft empfindlicher. Naturverjüngungen sind robuster als gepflanzte Bestände. Wesentlich ist auch die Häufigkeit und Stärke von Folgehochwassern, die ein Ausheilen der Schäden verhindern. Lang-

sam fließendes, sauerstoffärmeres Hochwasser in flußfernen Bereichen kann bei gleicher Überflutungsdauer für eine Baumart ungünstiger sein wie rasch bewegtes und daher sauerstoffreiches Wasser.

Längere Überflutungsperioden bedeuten bei den Bäumen sowohl mechanische (Zug und Druck) wie auch physiologische (Sauerstoffmangel im Wurzelraum) Belastungen. Die Erlen und Weiden der Weichholzaue haben dafür mehrere Überlebensstrategien entwickelt [nach FEY 1995]:

- Effektives Belüftungssystem in der Rinde und den Wurzeln über Lentizellen und Belüftungssysteme sowie Adventivwurzeln
- Sauerstofftransport in die Wurzeln über Thermoosmose
- Geringer Wasserwiderstand durch schmale Blätter und biegsame Zweige (Weiden)
- Soll-Bruchstellen an den Ästen (z.B. Bruchweide)
- Rasche vegetative Vermehrung
- Schnellwüchsigkeit

In intakten Auwäldern bestimmten Grundwasserstand und Überschwemmungsverhältnisse die Zusammensetzung der natürlichen Waldgesellschaften. Durch die Flußdynamik wurde die Bodenreifung immer wieder unterbrochen und damit auch die Vegetationsentwicklung gestört. Mit den Flußregulierungen beschleunigte sich jedoch der Reifeprozeß der Böden und die **potentiell natürliche Waldvegetation** nahm zunehmend den Charakter von Landwaldgesellschaften an (z.B. Vordringen der Buche, höheres Durchschnittsalter und höhere Stammzahl).

Die **Weidenau** bildet in unmittelbarer Fluß- oder Altwassernähe den ersten Hochwald auf den jungen Flußablagerungen [SEIBERT 1962]. Sie ist von regelmäßigen Überschwemmungen, bei denen Schlick und Feinsand abgelagert werden, abhängig und verfügt über eine hohe Widerstandskraft gegenüber Trockenheit und langwährende, stark strömende Überflutungen (mehr als 4 Monate in der Vegetationsperiode). Von Natur aus tritt die Silberweidenau auf (*Salicetum albae-fragilis*), in der neben der namensgebenden Silberweide auch baumförmige Weidenarten wie Bruchweide und Rubensweide vorkommen. Auf den höchsten und "trockensten" Standorten ist auch noch die Schwarzpappel zu finden. In der Strauchschicht dominieren oft Purpurweide und Reifweide. Sie werden bis zu 10 m hoch (Reifweide z.T. bis 20 m) und bilden damit eine schwach angedeutete zweite Baumschicht, in die gelegentlich die Weißerle eindringen kann.

In Bereichen außerhalb regelmäßiger Erosions- und Sedimentationsvorgänge entwickelt sich die Weidenau zur Grauerlenau weiter, da die ausgesprochen lichtbedürftigen Weiden von der konkurrenzkräftigeren Weißerle überschattet werden [CONRAD-BRAUNER 1994].

Der **Grauerlenauwald** (*Alnetum incanae*) bildet den Übergang von der Weichholz- zur Hartholzaue. Er wächst meist auf trockenen, verhältnismäßig unreifen Böden (Hellgraue Kalkpaternia) mit geringmächtiger Auflage über Kies. Örtlich treten auch Ausbildungen auf Grundwasserböden (Kalkgley) auf. Wichtigste Baumarten sind Weißerle, Traubenkirsche, Bergulme, Esche, Schwarzpappel, Aspe sowie verschiedene Weidenarten (z.B. Silberweide). Fichte und Kiefer stellen sich als "Alpenschwemmlinge" ein.

Ganz im Gegensatz zum Eichen-Ulmenwald entwickeln sich aus Silberweiden wie auch aus Weißerlen gleichaltrige, einschichtige Reinbestände.

Der **Eichen-Ulmen-Auwald** (*Quercu-Ulmetum*) ist der Hartholzauwald der größeren Flußtäler Süddeutschlands [SEIBERT 1987]. An den Unterläufen der größeren Alpenvorlandflüsse und an der gesamten Donau ist er weit verbreitet. Er stockt auf den älteren und flußferneren, oft am höchsten gelegenen Auenterrassen mit meist reiferen, feinkörnigeren und frischeren Standorten. Er besiedelt sowohl die ausgesprochen kalkreichen Auenböden (Graubraune Kalkpaternia an Iller, Lech und Isar) wie auch stärker silikatisch beeinflusste Standorte an Donau, Inn und Salzach (Vega). Bestimmte Ausbildungen wachsen auch auf niedrigerem Geländeniveau und stehen dort bis zu 3 Monate im Jahr unter Wasser [DISTER 1983].

In der Sukzession gehen dem Eichen-Ulmen-Auwald Waldgesellschaften voraus, die aus Weidenarten oder aus Weißerle zusammengesetzt sind. Beim Ausbleiben der Hochwässer geht die Entwicklung weiter in Richtung Eichen-Hainbuchenwald, z.T. auch zum Kiefernwald (Münchner Schotterebene, Pupplinger Au).

In ihren verschiedenen süddeutschen Teilräumen lassen sich die Eichen-Ulmenauwälder aufgrund der unterschiedlichen standörtlichen und klimatischen Verhältnisse floristisch-soziologisch deutlich voneinander unterscheiden. Die wichtigsten Baumarten sind Stieleiche, Esche, Feldulme, Winterlinde, Traubenkirsche, Bergulme und Flatterulme. Daneben sind Spitzahorn, Bergahorn und Hainbuche, Wildobst sowie verschiedene Pappeln- und Weidenarten vertreten. Die Weißerle tritt stark zurück.

Die lichtdurchlässigen Hauptbaumarten wie Stieleiche und Esche begünstigen auf mittlerem bis höherem Geländeniveau das Aufkommen eines reichen Unter- und Zwischenstandes von Bäumen und Sträuchern. Diese Eichen-Ulmenwälder sind außerordentlich gehölzartenreich, vielstufig und ungleichaltrig [DISTER 1988]. Gestörte Verjüngungen bei häufiger Überflutung führen dagegen zu struktur- und artenärmeren Ausbildungen.

Bei stark schwankendem, aber hochstehendem Grundwasserstand und damit auf (Naß)Gley- bis Anmoorböden wächst der **Traubenkirschen-Erlen-Eschen-Auwald** (*Pruno-Fraxinetum*). Wichtigste Baumarten sind hier die Esche, Schwarzerle, Traubenkirsche, Feld- und Flatterulme, Stieleiche, Hainbuche, Sandbirke, Weißerle und Silberweide. Diese Waldgesellschaft ist an allen Alpenvorlandflüssen von der Donau bis zum Rand der Alpen zu finden.

Zu den Auenwäldern zählen auch noch die **Bach-Erlenwälder** (*Stellario-Alnetum*) an kleinen Fließgewässern und die **Bach-Erlen-Eschenwälder** (*Carici remotae-Fraxinetum*) an kleinen Rinnsalen und Quellstandorten.

Auf den größeren Schotterfluren des Lechs südlich von Augsburg und an der Isar bei Wolf- ratshausen werden als Besonderheiten aufgelockerte bis lichte **Reliktföhrenwälder** (*Erico- Pinetum*) ausgeschieden. Dabei entwickelt sich auf feinerdearmen, trockenen Kiesböden der **Erdseggen-Schneeheide-Kiefernwald** (*Calamagrostio variaae-Pinetum*, FISCHER 1995) mit einer Baumschicht aus Kiefer, Fichte, Weißerle und Lavendelweide. In der Strauchschicht kommen überwiegend Trocken- und Magerheitszeiger sowie Rohbodenbesiedler vor.

Auf sandüberdeckten Schottern stellt sich mit Kiefer, Fichte, Vogelbeere, Mehlbeere, Laven- delweide, Stieleiche, Bergahorn, Esche und Weißerle der **Pfeifengras-Schneeheide-Kiefern- wald** (*Molinio-Pinetum*) ein.

In den alpenrandnahen, steileren und tiefer eingeschnittenen Bach- und Flußtälern finden sich häufig Anklänge an den **Ahorn-Eschen-Wald** mit Esche, Berg- und Spitzahorn, Bergulme, Sommerlinde, Weißerle, Stieleiche, Buche, Winterlinde, Traubenkirsche sowie Hainbuche und Fichte.

9 Naturwaldreservate

Naturwaldreservate sind Waldflächen, die noch heute einen natürlichen oder weitgehend naturnahen Aufbau aufweisen. Sie bleiben der natürlichen Entwicklung überlassen und werden daher nicht bewirtschaftet. So können sich über Jahrzehnte wieder Urwaldstrukturen ausbilden. Die Erkenntnisse aus der Beobachtung dieser vom Menschen unbeeinflussten Entwicklung sollen vor allem für eine naturnahe Waldbehandlung der Wirtschaftswälder genutzt und umgesetzt werden. Daneben haben die Naturwaldreservate Naturschutz- und Bildungsaufgaben zu erfüllen. Die mittlerweile 150 Reservate repräsentieren einen Großteil der in Bayern vorkommenden Waldgesellschaften mit ihren charakteristischen Lebensgemeinschaften.

In den südbayerischen Auwäldern wurden insgesamt 8 Naturwaldreservate ausgewiesen (vgl. Tabelle 4). Sie liegen schwerpunktmäßig im Donautal (FoA Dillingen 2, FoA Weißenhorn 1, FoA Neuburg 1) und an der Isar (FoA Freising 1, FoA Wolfratshausen 2). Sie umfassen eine Gesamtfläche von insgesamt 273,8 ha. Die Größe der einzelnen Reservate schwankt zwischen 8,9 und 95 ha. Die durchschnittliche Größe beträgt 34,2 ha und entspricht damit dem Durchschnitt aller bayerischen Naturwaldreservate.

Tab. 4: Naturwaldreservate in südbayerischen Auwäldern

Naturwaldreservate	Forstamt	Fluß	Größe (ha)	Waldgesellschaft
Karolinenwörth	Dillingen	Donau	25,1	Esche-Ulme mit Kiefer u. Weide
Neugeschüttwörth	Dillingen	Donau	38,1	Esche-Ulme
Dreiangel	Weißenhorn	Donau	16,2	Esche-Ulme
Mooser Schütt	Neuburg	Donau	33,8	Esche, Eiche, Pappel, Weide, Feldulme
Isarau	Freising	Isar	17,2	Weide, Weißerle, Pappel mit Fichte
Ascholdinger Au	Wolfratshausen	Isar	95	Kiefer-Laubbäume
Pupplinger Au	Wolfratshausen	Isar	39,5	Kiefer, Weißerle, Fichte, Weide
Neukreut	Rosenheim	Kaltenbach	8,9	Edellaubbäume mit Eiche

Die 8 Reservate decken nahezu die gesamte Spannweite an natürlich im Auwald vorkommenden Waldgesellschaften ab. Die trockene Ausprägung mit Kiefer, Fichte, Weißerle, Weide und wenigen Edellaubbäumen (z.B. Pupplinger Au) ist genauso vertreten wie der frische Eschen- Ulmenauwald (Neugeschüttwörth) und die feuchte Variante mit Schwarzpappeln, Weißerlen und Weiden (Isarau).

10 Die Standortkartierung im Auwald

10.1 Entwicklung und aktueller Stand der Standortkartierung im Auwald

Die Standortkartierung im Staatswald der südbayerischen Auwälder begann bereits Mitte der 50er Jahre (z.B. FoA Rosenheim) und war in den 60er Jahren vielfach abgeschlossen (Forstämter Freising, Landshut, München, Griesbach, Simbach). Zuletzt wurde 1986 das Forstamt Neuburg a.d. Donau kartiert.

In den letzten Jahren zeigte sich jedoch, daß die Altkartierungen nur mehr in begrenztem Umfang den heutigen Anforderungen genügen. Dies betrifft insbesondere eine Differenzierung der Auelehmdecken nach Bodenarten und die Anschätzung des Wasserhaushalts. Daneben wurden einige Altkartierungen in einem zu groben Raster durchgeführt und gleichzeitig die Aussagekraft der Bodenvegetation oft zu stark betont. Aus diesen Gründen begann 1989 im Forstamt Weißenhorn an Iller und Donau die Überarbeitung der Altkartierung. Es folgte der Auwald an der Iller im Bereich des Forstamtes Illertissen. 1994/95 liefen die Arbeiten in der Isarau nördlich von München (FoA Freising).

10.2 Methodik der Standortkartierung

10.2.1 Die Ausscheidung der Standortseinheiten im Auwald

Um den ökologischen Anforderungen der Baumarten im Auwald gerecht zu werden, bieten sich folgende Merkmale für die Ausscheidung von Standortseinheiten (StE) an:

1. Grundwasseranschluß: Trennung der Böden nach typischen Aueböden und Gleyböden (bzw. Anmoore und Niedermoore).

2. Bodenart: Aufteilung der Böden nach Kiesen, Sanden, Lehmen, Schluffen und Tonen. Aufgrund der besonderen Sedimentationsbedingungen im Auwald mit dem oft raschen Wechsel der Bodenart auf kleinstem Raum treten häufig Übergänge in der KorngröÙenzusammensetzung auf. Bei der Kartierung müssen diese jedoch einer bestimmten Bodenart zugeordnet werden.

3. Mächtigkeit der Auflage (entscheidender Einfluß auf den Wasserhaushalt):

Dabei hat sich folgende Gliederung bewährt :

Standortseinheit	Auflagemächtigkeit über Kies (cm)
Trockene Sande und Kiese	< 20
Mäßig trockene Sande	20 - 40
Mäßig frische Sande	40 - 70
Ziemlich frische Sande	70 - 120
Frische Sande	> 120
Trockene Schluffe und Lehme	< 10 - 15
Mäßig trockene Schluffe und Lehme	10 - 30
Mäßig frische Schluffe und Lehme	30 - 60
Ziemlich frische Schluffe und Lehme	60 - 100
Frische Schluffe und Lehme	> 100

Die für die Ausscheidung der Wasserhaushaltsstufen maßgeblichen Mächtigkeitsbereiche der Auflage können im konkreten Fall in einem gewissen Rahmen schwanken. Dieser ist abhängig von den Faktoren Substrat, Korngröße, Ton- und Humusgehalt sowie der Menge und Verteilung der Niederschläge. Insbesondere im trockeneren Bereich ist der Anteil der organischen Substanz von großer Bedeutung. Höhere Humusgehalte bessern die Nährstoffversorgung und den Wasserhaushalt auf und müssen bei der Kartierung entsprechend Berücksichtigung finden, indem z.B. die Trophiestufe "humusreich" ausgeschieden wird.

Im Bereich der Standorte mit Grundwasseranschluß ergibt sich folgende Gliederung:

Standortseinheit	Grundwasserspiegel (cm unter GOF ¹) (geschlossener Kapillarsaum)
Sehr frische bis grundfrische Standorte	> 160
Grundfeuchte Standorte	80 - 160
Feuchte Standorte	40 (30) - 80
Nasse Standorte	< 40 (30)

Die Tiefenangaben beziehen sich nicht auf den mittleren Grundwasserspiegel während der Vegetationszeit, sondern auf die Höhe des geschlossenen Kapillarsaums (= scheinbarer Grundwasserstand). Dies ist der vollständig mit Wasser gefüllte Bodenraum oberhalb der Grundwasseroberfläche. Die Mächtigkeit des wassergefüllten Kapillarsaums hängt vorwiegend von der Porengrößenverteilung ab. Die kapillare Aufstiegshöhe beträgt bei einer täglichen Nachlieferungsrate von 1 mm im Kies weniger als 30 cm, bei kiesigem Sand 45 cm, bei Feinsand 105 cm und bei lehmigem Sand über 115 cm.

¹ GOF = Geländeoberfläche

4. Mineralogische Zusammensetzung: Die Trennung in kalkreiches oder silikatreiches Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist hinsichtlich der Nährstoffversorgung und damit der Baumarteneignung der einzelnen Standorte von größter Bedeutung. Sie beeinflusst aber auch z.B. die Verwitterungsgeschwindigkeit und damit die Tiefgründigkeit des Bodens.

10.2.2 Feldarbeit

Die Standortskartierung geht im Gelände zunächst im 50 x 50 m Raster vor und bohrt bis zu einer Tiefe von maximal 100 cm. Aufgrund der kleinräumig stark wechselnden Standortverhältnisse im Auwald muß dieses Raster in der Regel noch enger gelegt werden. Als Kriterium für eine zusätzliche Bohrung ist vorrangig das Relief zu nennen. Bereits geringe Höhenunterschiede bzw. Veränderungen in der Topographie können deutliche Unterschiede in der Ausprägung des Standorts bedingen. Hochflutrinnen, zeitweise trockengefallene Altwasserarme und Terrassenstufen sind besonders zu beachten.

In naturnahen Beständen ist auch die Bodenvegetation von brauchbarem Aussagewert und kann als Abgrenzungsmerkmal Verwendung finden.

Die Anlage repräsentativer Bodenprofile und regelmäßige Pegelmessungen in Grundwasserprofilen dienen der zusätzlichen Absicherung der Geländearbeit.

10.2.3 Darstellung der Kartiерergebnisse

Die Ergebnisse der Feldarbeit werden auf einer farbigen Standortskarte dargestellt (Abb. 5). Dabei wird jede Standortseinheit mit einer bestimmten Farbe und zusätzlich mit einer dreiziffrigen Verschlüsselungszahl dargestellt. Die erste Ziffer der Schlüsselzahl drückt dabei die Bodenart aus (z.B. 2 = Lehm), die zweite Ziffer die Trophiestufe oder andere Besonderheiten (z.B. 4 = Kalk im Oberboden) und die dritte Ziffer die ökologische Feuchtestufe (z.B. 2 = mäßig frisch) (sh. Anhang 17.1). Zusätzliche wichtige standörtliche Besonderheiten werden auf der Standortskarte mit Signaturen oder Schraffuren hervorgehoben.

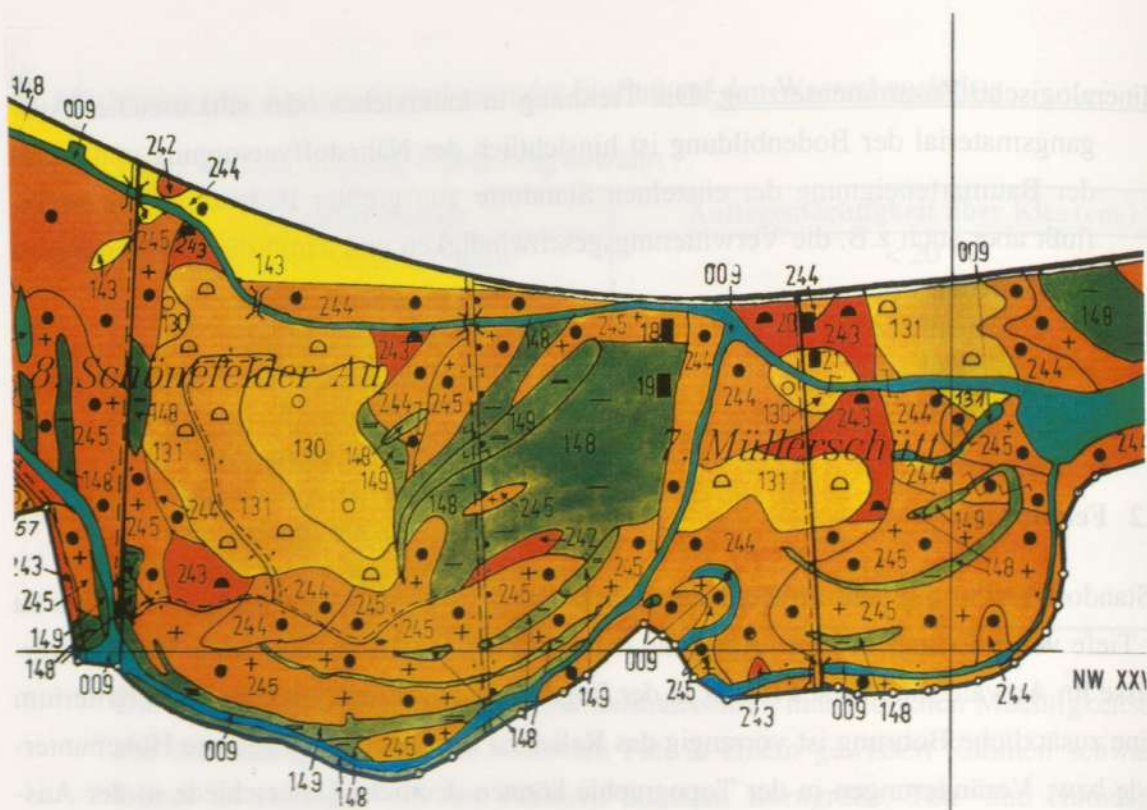


Abb. 5: Beispiel einer Standortkarte im Auwald (Forstamt Neuburg)

10.3 Die Standortseinheiten im Auwald

Insgesamt hat die Standortskartierung im südbayerischen Staatswald 8.980 ha Auwald ausgewiesen. Die meisten Flächen liegen in Oberbayern (67,5%). Schwaben verfügt über einen Anteil von 19,7% und Niederbayern von 12,8%.

Über alle 3 Oberforstdirektionen sind 33 verschiedene Standortseinheiten definiert (Tab. 5). Die hohe Zahl ist in der Verteilung der Auwälder auf mehrere Naturräume in drei Oberforstdirektionen und dem unterschiedlichen Alter der Kartierungen begründet. Viele Standortseinheiten stehen sich allerdings in ihren ökologischen Eigenschaften so nahe, daß sie problemlos zusammengefaßt werden können.

Tab. 5: Flächenverteilung der Standortseinheiten¹ im Auwald (Staatswald)

Standortseinheit		Fläche (ha)	Fläche (%)
030 / 040	(sehr) trockener Kies	551	6,1
031 / 130 / 140 / 141 ²	mäßig trockener Kies und Sand	1221	13,6
131 / 141 ³	mäßig trockener bis mäßig frischer Sand	1.692	18,8
142 / 152 / 172 / 143	mäßig frischer schluffreicher Sand	1.659	18,5
232 / 242 / 252 / 342 / 332	mäßig frischer (humusreicher) Lehm/Schlufflehm	382	4,3
153 / 243 / 253 / 343	ziemlich frischer (nährstoffreicher) (lehmiger) Sand/ sandiger Lehm/Schlufflehm, z.T. Kalk im Unterboden	650	7,2
244 / 344 / 334 / 364	(grund~)frischer (humusreicher/tongründiger) Schlufflehm/Lehm/Sand	1.206	13,4
154 / 155 / 245 / 345	grundfeuchter (lehmiger) Sand/Lehm/Schlufflehm	470	5,2
158 / 248 / 258	feuchter lehmiger Sand/Lehm	581	6,5
249	nasser Lehm	151	1,7
Wasserflächen / nicht kartiert		419	4,7
Summe		8.980	100

Die mit jeweils rund 19% Flächenanteil häufigsten Standortseinheiten sind die *mäßig trockenen bis mäßig frischen Sande* (StE 131/141) und die *mäßig frischen schluffreichen Sande* (StE 142/152/172/143). Weit verbreitet sind auch noch die *(grund~) frischen Lehme und Sande* (StE 244/344/334/364) und die *mäßig trockenen Kiese und Sande* (StE 031/130/140/141) mit je rund 13,5%.

¹ Die Bezeichnungen der Standortseinheiten aus älteren Kartierungen vor 1987 wurden in das heute gebräuchliche Dreiziffernsystem übersetzt.

² Die Standortseinheit 1.4.1 tritt zweimal und mit unterschiedlicher Bedeutung auf

Mehrere Standortseinheitengruppen verfügen über 5-8% Flächenanteil. Dazu gehören die *(sehr) trockenen Kiese* (StE 030/ 040), die *feuchten Sande und Lehme* (StE 158/ 248/ 258), die *ziemlich frischen Sande und Lehme* (StE 153/ 243/253/343) sowie die *grundfeuchten Sande und Lehme* (StE 154/155/ 245/ 345).

Insgesamt überwiegen die trockeneren Standortsausprägungen (zusammen 38,5%). Die optimal bis gut wasserversorgten Standorte (Wasserhaushaltsstufen grundfeucht, frisch, grundfrisch, ziemlich frisch) erreichen Flächenanteile von 25,8%. Eine verminderte Wasserspeicherkapazität (Stufe mäßig frisch) kennzeichnet 22,8% der Böden. Als Folge starker Vernäsung (1,7%), bzw. geringer Wasserspeicherkapazität (6,1%) scheiden 7,8% der Auwälder vollkommen von jeglicher forstwirtschaftlicher Nutzung aus.

Der entscheidende Parameter für die Höhenwuchsleistung und das Ertragsniveau der Bestände ist im Auwald die nutzbare Wasserspeicherkapazität des Bodens. Für eine übersichtliche Darstellung der Flächenverteilung der Standortseinheiten bietet sich daher eine Differenzierung lediglich nach dem Wasserhaushalt an (Abb. 6).

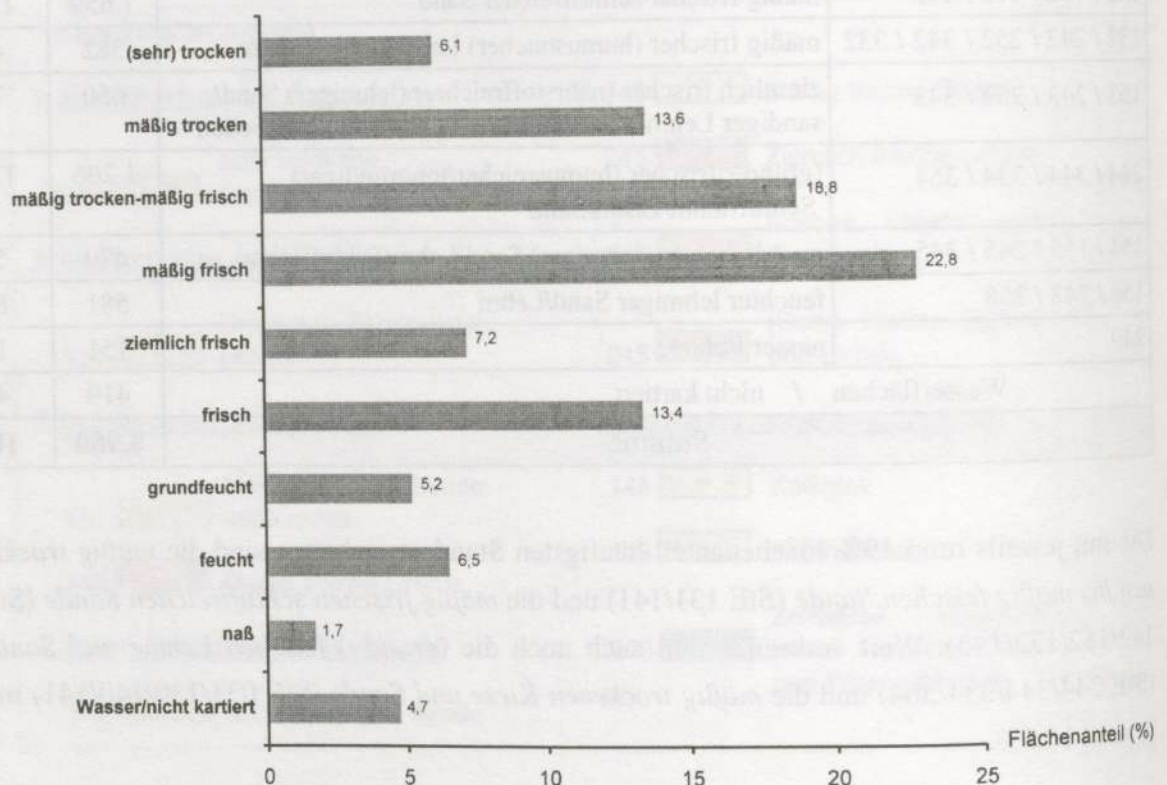


Abb. 6: Flächenverteilung der Standortseinheiten in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt

10.3.1 Der Auwald in Schwaben

Im schwäbischen Auwald ist der *frische Schlufflehm* mit einem Anteil von 28,8% die mit Abstand flächenbedeutsamste Standortseinheit (vgl. Tab. 6). Mit deutlichem Abstand folgen die *mäßig frischen Lehme und Schlufflehme* (18,0%), die *mäßig frischen Sande* (16,7%), die *ziemlich frischen Lehme und Schlufflehme* (9,0%) und die *mäßig trockenen Kiese* (7,0%). Die *(sehr) trockenen Kiese* erreichen einen Flächenanteil von 1,5%.

Tab. 6: Standortseinheiten im Auwald Schwabens

Standortseinheit	Dillingen	Illertissen	Weißenhorn	Aichach	Summe	
					(ha)	(%)
040 sehr trockener Kies		4,4	18,1		22,5	1,2
030 trockener Kies	1,9		2,7	0,4	5,0	0,3
031 mäßig trockener Kies	67,5	13,0	43,3		123,8	7,0
140/141 mäßig trockener schluffreicher Sand	1,4	2,9	15,6		19,9	1,1
142/143 mäßig (ziemlich) frischer schluffreicher Sand	114,7	30,8	68,6	1,9	216,0	12,2
172 mäßig frischer (lehmiger) Sand	80,4				80,4	4,5
232 mäßig frischer humusreicher Lehm		11,5	9,6		21,1	1,1
342 mäßig frischer Schlufflehm	102,7	83,4	111,6		297,7	16,8
332 mäßig frischer humusreicher Schlufflehm			1,6		1,6	0,1
343 ziemlich frischer Schlufflehm		158,5			158,5	9,0
344 frischer Schlufflehm	84,3		413,3	2,3	499,9	28,3
334 frischer humusreicher Schlufflehm			4,3	0,6	4,9	0,3
364 frischer humusreicher tongründiger Schlufflehm			4,1		4,1	0,2
154 grundfeuchter lehmiger Sand	22,2				22,2	1,2
345 grundfeuchter Schlufflehm	19,9	2,3	40,2		62,4	3,5
248 feuchter Lehm	21,8	3,0	9,8		34,6	1,9
258 feuchter Lehm	37,7				37,7	2,1
249 nasser Lehm	27,4		7,7		35,1	2,0
Wasserflächen	55,8		66,4		122,2	6,9
Summe	638	310	817	5	1.770	100

10.3.2 Der Auwald in Oberbayern

Die oberbayerischen Auwälder sind im Vergleich zu Schwaben wesentlich stärker der trockeneren Ausprägung zuzuordnen (Tab. 7). So nehmen die *mäßig trockenen bis mäßig frischen Sande* einen Flächenanteil von 24,3% und die *trockenen und mäßig trockenen Sande und Kiese* 21,6% ein. Die *mäßig frischen Sande* erreichen 22,4%. Hervorzuheben sind noch die *frischen Lehme* mit 9,8%. *Feuchte Sande und Lehme* ergeben zusammen 4,3%.

Tab. 7: Standortseinheiten im Auwald Oberbayerns

Standortseinheit	Neu- burg	Frei- sing ¹	Mün- chen	Lands- berg	Wolfrats- hausen ²	Weil- heim	Rosen- heim	Traun- stein	Alt- ötting	Wasser- burg	Summe ha	%
030 (sehr) trockener Kies	3	89 ³	29 ³		188	9	25	5	51		399	6,6
031/130 mäßig trockener Sand und Kies	30	356 ³	119 ³	2	259	17	96	11	20		909	15,0
131/141 mäßig trockener - mäßig frischer Sand	38	1.145	262					29			1.473	24,3
142/143 mäßig frischer (schluffreicher/ lehmiger) Sand	17	706	245	2	215	21	29		10		1.245	20,5
152 mäßig frischer lehmiger Sand		48						49		22	118	1,9
242 mäßig frischer Lehm	25										25	0,4
252 mäßig frischer sandiger Lehm								37			37	0,6
153 ziemlich frischer lehmiger Sand		18						6			24	0,4
243 ziemlich frischer Lehm	44	296	40	7			42	18	3		451	7,4
253 ziemlich frischer sandiger Lehm										18	18	0,3
244 frischer Lehm	232	14	26		158	32	12	119			594	9,8
155 grundfeuchter lehmiger Sand		33								14	47	0,8
345 grundfeuchter Schlufflehm	215										215	3,5
158 feuchter lehm. Sand		4								11	15	0,2
248 feuchter Lehm	73	30					8	135			246	4,1
249 nasser Lehm	27	6				5		72			109	1,8
Wasser	72				22				0,2		94	1,5
Nicht kartiert				47							47	0,8
Summe	775	2.745	721	58	842	84	212	480	83	64	6.065	100

¹ Die Standortseinheiten im Amperauwald (FoA Freising) wurden nach ökologischen Gruppen zusammengefaßt (überwiegend StE 152, 153, 155, 158)

² Für die Isarau im Forstamt Wolfratshausen liegt nur eine Kartierung nach Vegetationstypen vor. Diese wurden daher gutachtlich vier Standortseinheiten zugewiesen (StE 030, 031, 142, 244).

³ Die Standortseinheitenverteilung im trockenen Bereich der Isarau (StE 030, 031, 130 Freising&München) wurde aufgrund der Erfahrungen aus der aktuellen Überarbeitung der Altkartierung gutachtlich geringfügig verändert.

10.3.3 Der Auwald in Niederbayern

Wesentlich gleichmäßiger ist dagegen das Standortsspektrum in Niederbayern, wobei auch hier die trockenere Fazies erhebliche Flächenanteile besitzt (25,4%) (vgl. Tab.8). Die *mäßig trockenen bis mäßig frischen Sande* nehmen 19,1% ein. Die *(grund-)frischen Lehme* weisen 9,0% und die *grundfeuchten Lehme* 10,7% auf. Die feuchte Ausprägung ist hier von allen Oberforstdirektionen relativ am stärksten vertreten (21,7%).

Tab. 8: Standortseinheiten im Auwald Niederbayerns

Standortseinheit	Griesbach	Landau	Landshut	Simbach	Deggendorf	Summe	
						(ha)	(%)
030 trockener Kies	0,3		122,9	0,3		123,5	10,7
031 mäßig trockener Kies	0,4		162,1	5,6		168,1	14,7
141 mäßig trockener bis mäßig frischer Sand			209	9,6		218,6	19,1
244 (grund)frischer Lehm	13,6		61,9	21,2	6	102,7	9,0
245 grundfeuchter Lehm	52,3			68,4	2,1	122,8	10,7
248 feuchter Lehm	126,0		52,6	69		247,6	21,7
249 nasser Lehm	2,1			4		6,1	0,5
Wasser / nicht kartiert	83,0	15,4		57,7		156,1	13,6
Summe	278	15	609	236	8	990	100

Die im Oberboden entkarbonatisierten Böden an Donau, Amper, Inn und Salzach umfassen 398,9 ha (4,4% der Gesamtfläche) (StE 152, 153, 154, 155, 158, 172, 252, 253, 258).

10.4 Standörtliche Eignung und Gefährdung der wichtigsten Baumarten

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten ökologischen Eigenschaften und Gefährdungen der Hauptbaumarten im Auwald in knapper Form dargestellt. Zusätzlich werden für jede Baumart die Standortseinheiten aufgeführt, die für einen erfolgreichen Anbau geeignet sind.

	Baumweiden (Silberweide, Bruchweide, Reifweide, Rubensweide)
Wasserhaushalt	grundfeuchte bis nasse, stark wasserzügige Standorte
Nährstoffe	mittel - hoch
Kalktoleranz	sehr groß
Streuqualität	sehr gut
Gefährdungen	Staunässe
Überflutungstoleranz	extrem hoch
Sonstiges	keine stark sauren Standorte
Geeignete Standortseinheiten	158, 248, 258, 249

	Schwarzpappel	Graupappel	Balsampappel	Silberpappel	Aspe
Wasserhaushalt	grundfeucht bis feucht	mäßig trocken bis frisch	mäßig (ziemlich) frisch bis grundfeucht	ziemlich frisch bis grundfeucht	mäßig trocken bis feucht
Nährstoffe	sehr hoch	mittel	mittel bis hoch	hoch	gering
Kalktoleranz	sehr groß	sehr groß	mäßig bis sehr groß (klonabhängig)	sehr groß	groß
Streuqualität	sehr gut				
Gefährdungen	Staunässe, Trockenis, Spätfrost, Sturm, Krebs		Kalkchlorose v.a. bei fehlendem Grundwasseranschluß, Schnee, Sturm		Wuchsstörung bei Trockenstreß und/oder Wechselfeuchte bei pH < 4 bzw. pH > 6
Überflutungstoleranz	sehr hoch	hoch	mittel	gering	gering
Sonstiges	hohes Wärmebedürfnis bis max. 400m >150 Veg.tage	weniger wärmebedürftig; bis 500m; >140 Veg.tage, sturmfest, verträgt Staunässe	weniger wärmebedürftig; bis 500m NN; >130 Veg. tage, verträgt Staunässe	hoher Wärmebedarf	Pionierbaumart, frosthart, verträgt Staunässe
Geeignete Standortseinheiten	grundfeucht bis feucht (154, 155, 158, 245, 248, 258, 345)	alle StE außer Trocken- und Feuchtstandorte (030, 031, 040, 130, 140, 131, 141, 158, 248, 258, 249)	mäßig frisch bis grundfeucht (142, 152, 172, 232, 242, 252, 332, 342, 153, 243, 253, 343, 154, 244, 344, 334, 364, 155, 245, 345)	gut wasserversorgte Standorte (153, 243, 253, 343, 154, 244, 344, 334, 364, 155, 245, 345)	alle StE außer Trocken- und Naßstandorte (030, 040, 249)

	Schwarzerle	Weißerle
Wasserhaushalt	stark wasserzügige, feuchte Standorte (Bachufer, Hochflutrin- nen, feuchte bis nasse Anmoore)	trocken bis feucht
Nährstoffe	mittel	gering
Kalktoleranz	gering, abhängig vom Wasseranschluß	sehr hoch
Streuqualität	sehr gut	sehr gut
Gefährdungen	Phosphormangel bei hohem Kalkgehalt	Trocknisgefahr auf flachgründigen Standorten in niederschlagsarmen Gebieten (Donauraum)
Überflutungstoleranz	mittel bis groß	sehr groß
Sonstiges	meidet stark saure Standorte benötigt v.a. Phosphor und Calcium; bevorzugt Humusreichtum	
Geeignete Standortseinheiten	Standorte mit ziehendem Grund- wasser (bei Anmooren auch stagnierendes Grundwasser) (155, 245, 345, 158, 248, 258)	alle Standortseinheiten außer den Naß- standorten (249)

	Stieleiche
Wasserhaushalt	mäßig trocken bis feucht
Nährstoffe	mäßig
Kalktoleranz	mäßig
Streuqualität	mäßig
Gefährdungen	Schneedruck, Spätfrost, bei hohem Karbonatgehalt Chlorosegefahr
Überflutungstoleranz	mittel bis hoch
Sonstiges	bedingt geeignet für feuchte bis nasse Böden, bevorzugt Humusreichtum
Geeignete Standortseinheiten	1) Standorte mit Grundwasseranschluß (154, 244, 155, 245, 345, 158, 248, 258) 2) alle kalkärmeren Böden (Kalk < 50% , v.a. Donau, Inn, Iller), jedoch keine trockenen und nassen StE (030, 040, 249)

	Esche
Wasserhaushalt	ziemlich frisch bis feucht
Nährstoffe	hoch
Kalktoleranz	sehr hoch
Streuqualität	sehr gut
Gefährdungen	Staunässe, Grundwasserabsenkungen, Frost, Krebs
Überflutungstoleranz	mittel
Sonstiges	Krebsgefahr in höheren Lagen mit hoher Luftfeuchte
Geeignete Standortseinheiten	143, 153, 154, 243, 244, 253, 245, 248, 258, 334, 343, 344, 364, 345

	Bergulme	Feldulme	Flatterulme
Wasserhaushalt	ziemlich frisch bis feucht	mäßig frisch bis feucht	mäßig frisch bis feucht
Nährstoffe	hoch	sehr hoch	hoch
Kalktoleranz	groß	groß	mäßig
Streuqualität	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Gefährdungen	Ulmensterben, Dürre	Ulmensterben, Dürre	Ulmensterben, Dürre
Überflutungstoleranz	gering	groß	groß
Sonstiges	im feuchten Bereich eingeschränkt	wärmebedürftiger als Bergulme, daher mehr in Donau-nähe; benötigt viel Phosphor	wärmebedürftiger als BUL, daher mehr in Donaunähe, geringste Standortansprüche
Geeignete Standortseinheiten	alle ziemlich frischen bis feuchten StE (153, 243, 343, 253, 154, 155, 244, 245, 344, 334, 364, 345, 158, 248, 258) (Feldulme auch StE 232, 242, 342, 352)		

	Bergahorn	Spitzahorn	Feldahorn
Wasserhaushalt	mäßig trocken bis grundfeucht	mäßig trocken bis feucht	trocken bis frisch
Nährstoffe	mittel bis hoch		
Kalktoleranz	sehr groß		
Streuqualität	gut		
Gefährdungen	Überflutung, Staunässe, Dürre	auf trockenen Standorten in niederschlagsärmeren Gebieten (< 700 mm) et- was dürreempfindlich	
Überflutungstoleranz	gering	gering bis mittel	
Sonstiges	auf trockeneren Standorten nur bei höheren Niederschlägen in der Vegetationszeit	frosthart, weiteste standörtliche Amplitude	wärmebedürftiger
Geeignete Standortseinheiten	alle StE außer trockene (030, 040, 031) und feuchte oder nasse (158, 248, 258, 249)	alle StE außer Naßstandorten (249)	alle StE außer feuchte oder nasse Standorte (158, 248, 258, 249)

	Winterlinde	Sommerlinde
Wasserhaushalt	mäßig trocken bis feucht	mäßig trocken bis grundfeucht
Nährstoffe	gering bis mittel	mittel bis groß
Kalktoleranz	mäßig	groß
Streuqualität	gut	gut
Gefährdungen		Spätfrost
Überflutungstoleranz	gering	gering
Sonstiges	frosthärter	bevorzugt kühle bis feuchte Lagen (Bach- und enge Flußtäler in Jungmoräne und Tertiärhügel-land), auch in Föhntälern. Verträgt weniger hoch anstehendes Grundwasser
Geeignete Standortseinheiten	alle StE außer trockene und feuchte bis nasse StE (030, 040, 031, 249)	alle StE außer trockene und feuchte oder nasse StE (030, 040, 031, 158, 248, 258, 249)

	Vogelkirsche	Traubenkirsche
Wasserhaushalt	mäßig trocken bis grundfeucht	mäßig trocken bis feucht
Nährstoffe	hoch	hoch
Kalktoleranz	hoch	hoch
Streuqualität	gut	gut
Gefährdungen	Staunässe, Windwurf, Frost	
Überflutungstoleranz	sehr gering	groß
Sonstiges		weitere standörtliche Amplitude, auch auf feuchten bis nassen Standorten
Geeignete Standortseinheiten	alle StE außer trockene und feuchte oder nasse StE (030, 040, 031, 158, 248, 258, 249)	alle StE außer trockene und nasse StE (030, 040, 031, 249)

10.5 Bestockungsziele

Die Ergebnisse der Standortskartierung im Auwald sind Grundlage für eine Vielzahl von Entscheidungen innerhalb des Forstbetriebes. Sie sind für die optimale Erfüllung der Waldfunktionen unverzichtbar. Die Kartierungsergebnisse finden sowohl in der mittel- und langfristigen Betriebsplanung, als auch in der jährlichen Betriebsausführung Anwendung. Schwerpunkte sind die Empfehlung standortsgerechter Baumarten und optimaler Bestockungsziele [ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1996 i. Druck].

Außerhalb des Forstbetriebes wird von den Ergebnissen der Standortskartierung in vielen Bereichen der Landesplanung, der Biotopkartierung, des Boden- und Umweltschutzes und bei Umweltverträglichkeitsprüfungen Gebrauch gemacht.

Bei der Formulierung des optimalen Bestockungszieles¹ werden vorrangig ökologische Gesichtspunkte berücksichtigt und abgewogen (Humusqualität, chemischer und physikalischer Bodenzustand). Zusätzlich müssen aber auch die Wuchs- und Wertleistung sowie das Betriebsrisiko beachtet werden. Örtlich und dies gilt besonders für den Auwald, spielen auch Forderungen aus der Sicht der Landespflege und des Naturschutzes eine wichtige Rolle (Biotop- und Artenschutz, Landschaftsbild). In Abhängigkeit von der Qualität und dem Gefährdungspotential einer Standortseinheit sind diese Einzelziele unterschiedlich zu gewichten.

¹ Bestockungsziel = angestrebte Baumartenmischung für die forstliche Standortseinheit

Für die nicht mehr überschwemmten Standortgruppen haben sich folgende grundsätzlichen Überlegungen zur Auswahl optimaler Bestockungsziele bewährt:

- Alle *ziemlich frischen, frischen und grundfeuchten Standorte* (Anteil gesamt 25,8%) garantieren hinsichtlich Wasser- und Nährstoffversorgung gute bis sehr gute Wuchsbedingungen. Stieleichenmischbestände (kalkärmere Böden) oder Edellaubbäume (Esche, Ahorn, Linden, Kirschen und Ulmen) erreichen hier die höchsten Wuchsleistungen bei geringer Gefährdung. Gleiches gilt für alle Pappelarten außer der Schwarzpappel.
- In der Gruppe der *mäßig frischen Sande und Lehme* (22,8%) hingegen sind die waldbaulichen Möglichkeiten etwas eingeschränkt. Der Großteil der Baumarten wächst zwar noch befriedigend, einige wie Esche, Bergulme oder Schwarzerle zeigen jedoch zunehmend Probleme mit der eingeschränkten Wasserversorgung oder dem unausgewogenen Nährstoffangebot. Frühzeitige Alterung, eingeschränkte Konkurrenzkraft, erhöhte Krankheitsanfälligkeit und mangelnde Qualität bis hin zu Ausfällen in Trockenjahren können die Folge sein. Die waldbaulichen Empfehlungen zielen daher auf die Verwendung und Förderung standortsangepaßter Baumarten wie der "trockeneren Variante" der Edellaubbäume (Bergahorn, Spitzahorn, Winterlinde und Kirsche) ab. Auf kalkärmeren Standorten gehört auch die Stieleiche zu dieser Gruppe.
- Auf *mäßig trockenen Kiesen und Sanden* sowie auf *mäßig trockenen bis mäßig frischen Sanden* (32,4%) entspricht das Spektrum geeigneter Baumarten weitgehend jenem der Standortgruppe „*mäßig frische Sande und Lehme*“. Allerdings sind die Wuchsbedingungen deutlich schlechter und die Gefährdungen durch Trockenstreß oder Ernährungsstörungen groß. Das schließt nicht aus, daß bei solchen Verhältnissen gelegentlich einzeln beigemischte, mattsüchtige, jedoch gesunde Eschen, Ulmen und Baumweiden, aber auch Fichten und Kiefern angetroffen werden.

Als Konsequenz aus der standörtlichen Ungunst muß bei der Bestandesbegründung größter Wert auf angepaßte Verjüngungsverfahren, geeignetes Pflanzenmaterial, weite Pflanzabstände sowie sorgfältige Pflanzenbehandlung und Pflanzung gelegt werden. Die Pflege hat frühzeitig und kräftig zu erfolgen, um das knappe Wasser- und auch Nährstoffangebot (P, K, Fe, Mn) optimal zu verteilen. Startdüngungen können hilfreich sein.

Werden mäßig trockene Standorte längere Zeit waldfrei gehalten, entwickeln sich darauf Pflanzengesellschaften der Halbtrockenrasen und Arten wärmeliebender Wälder und Gebüsche. Es entsteht somit der Eindruck einer für Brennen¹ charakteristischen Vegetation, die ein falsches Bild von den Möglichkeiten und der Leistungskraft dieses Standorts in waldbaulicher Hinsicht vermittelt. Ähnliche Verhältnisse lassen sich mitunter sogar auf mäßig frischen Standorten feststellen.

¹ Brenne = Feinerde- und humusarmer, sehr trockener Kiesboden

- Als eigentliche Brennenstandorte sind die (*sehr*) *trockenen Kiese* (6,1%) zu bezeichnen. Das natürliche Baumartenspektrum besteht aus Weißerle, Birke, Stieleiche, Weiden- und Pappelarten, Spitzahorn, Bergahorn, Esche sowie "Alpenschwemmlingen" von Fichte und Kiefer. Oft wachsen nur Sträucher und einige wenige schwachwüchsige Baumexemplare. Es handelt sich um arten- und strukturreiche Biotope, die nicht oder nur behutsam steuernd bewirtschaftet werden. Die natürliche Sukzession hat Vorrang.
- Erheblichen Einschränkungen ist die Waldwirtschaft auch beim anderen Extrem der *feuchten* und *nassen Standorte* unterworfen (zusammen 8,2%). Im *feuchten Bereich* eignen sich nur noch wenige Baumarten wie Esche, Stieleiche, Flatterulme, Feldulme, Schwarzpappel, Baumweide, Schwarzerle und Traubenkirsche; mit Einschränkungen auch Winterlinde und Bergulme. *Nasse Böden* (1,7%) ertragen allenfalls noch die Baumweiden (Reifweide, Silberweide, Bruchweide) und die Weißerle. Sie bleiben daher der natürlichen Sukzession überlassen oder werden zu möglichst naturnahen Beständen umgebaut.

Konkret lassen sich als Ergebnis der standörtlichen Ausgangssituation, der natürlichen Waldgesellschaften, der Eignung und Gefährdung der einzelnen Baumarten sowie der waldbaulichen Erfahrungen für die einzelnen Standortseinheitengruppen im Auwald folgende **Bestockungsziele (BZ¹)** formulieren. Diese besitzen Gültigkeit für alle *nicht mehr periodisch bzw. episodisch überschwemmten Standorte* mit wurzelerreichbarem Kalk (=76% aller Standorte).

I. Standorte mit Grundwasseranschluß

Grundfrisch bis grundfeucht	Feucht	Naß	Zeitw. trockenfallende Alt- wasser und Hochflutrinnen
Edellaubbäume <u>Esche, Bergahorn,</u> <u>Winterlinde (Ulmen)</u>	Edellaubbäume <u>Esche</u> (Winterlinde, Ulmen)	Baumweiden- bestand oder	Natürliche Sukzession, i.d.R. baumlos
Stieleiche- Edellaubbäume <u>Stieleiche, Esche,</u> <u>Bergahorn, Spitzahorn,</u> <u>Winterlinde (Ulmen)</u>	Stieleiche- Edellaubbäume <u>Stieleiche, Esche,</u> <u>Winterlinde,</u> (Feldulme, Flatterulme)	natürliche Sukzession	Bei stärkerem Wasserzug in Hochflutrinnen auch Esche, Baumweide, Schwarzpappel, Schwarzerle
Balsampappel	Baumweide		
	Schwarzerle		
	Schwarzpappel (Donauraum)		

¹ - Alle unterstrichenen Baumarten werden als führend empfohlen.
 - In Klammern aufgeführte Baumarten sind meist nur zu geringen Prozentsätzen (kleiner 10%) beigemischt.
 - Fichte und Kiefer können mit Ausnahme der stärker grundwasserbeeinflussten Standorte in Einzelmischung beteiligt sein.

II. Standorte ohne Grundwasseranschluß

Trocken	Mäßig trocken	Mäßig frisch	Ziemlich frisch	Frisch
Natürliche Sukzession aus Sträuchern und Bäumen (Weißerle, Birke, Weiden, Pappeln, Bergahorn, Spitzahorn, Stieleiche, Esche, Kiefer, Fichte) Lichter Trockenauwald	Trockenauwald mit Spitzahorn, Bergahorn, Feldahorn, Winterlinde, Kirsche, Weißerle, Stieleiche (Hainbuche, Esche, Wildbirne, Weide, Birke, Pappel, Kiefer, Fichte) Extensive Bewirtschaftung	Edellaubbäume <u>Bergahorn</u> <u>Winterlinde</u> Esche, Kirsche, Spitzahorn, (Stieleiche, Feldahorn, Hainbuche, Wildobst)	Edellaubbäume Esche, Bergahorn, <u>Spitzahorn</u> , <u>Winterlinde</u> , <u>Kirsche</u> , (Feldahorn, Ulmen, Hainbuche, Wildobst)	Edellaubbäume <u>Esche</u> <u>Bergahorn</u> , <u>Winterlinde</u> ; <u>Spitzahorn</u> , <u>Kirsche</u> (Ulmen, Stieleiche, Feldahorn, Hainbuche, Wildobst)
		Balsam- oder Graupappel	Balsam- oder Graupappel	Balsam- oder Graupappel
		<i>Kalkärmere Standorte:</i> Stieleiche - Edellaubbäume <u>Stieleiche</u> <u>Bergahorn</u> , <u>Spitzahorn</u> , <u>Winterlinde</u> Esche, Kirsche (Feldahorn, Hainbuche, Wildobst)	<i>Kalkärmere Standorte:</i> Stieleiche - Edellaubbäume <u>Stieleiche</u> <u>Esche</u> , <u>Bergahorn</u> , <u>Spitzahorn</u> , <u>Winterlinde</u> , <u>Kirsche</u> (Ulmen, Feldahorn, Hainbuche, Wildobst)	<i>Kalkärmere Standorte:</i> Stieleiche - Edellaubbäume <u>Stieleiche</u> <u>Esche</u> , <u>Bergahorn</u> , <u>Spitzahorn</u> , <u>Winterlinde</u> , <u>Kirsche</u> (Ulmen, Feldahorn, Hainbuche, Wildobst)

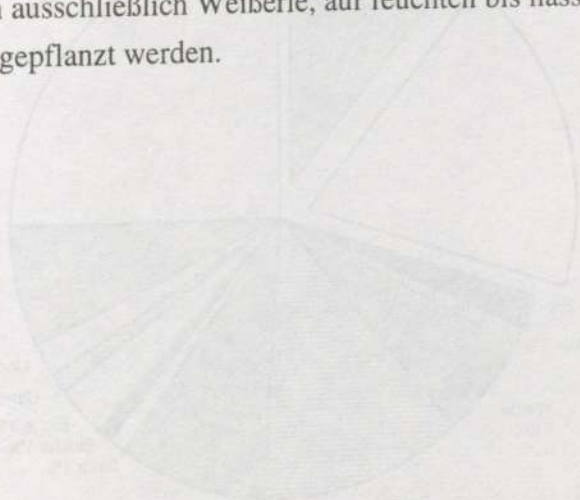
Die empfohlenen Bestockungsziele gelten für Auwaldbereiche, die nicht mehr oder nur noch kurzfristig episodisch überflutet werden. Für Auen, die noch periodisch und länger anhaltend mit Hochwasser in Kontakt kommen, sind sie entsprechend der Überschwemmungstoleranz der einzelnen Baumarten (Kapitel 8) abzuändern. Auch müssen Planungen berücksichtigt werden, die eine Wiederaufführung von Hochwässern vorsehen (Renaturierung, Polderung).

Die Begründung von Hybridpappeln führt aus standörtlicher Sicht zu keinen Nachteilen. Die Streu ist relativ rasch zersetzlich, so daß die darin enthaltenen Nährstoffe schnell dem Boden zugeführt werden. Durch ihr enormes Wachstum in Verbindung mit einer entsprechend schnellen Entwicklung des Wurzelwerks können sie z.B. auf Freiflächen wirksam Witterungsextrema wie Spätfröste abmildern, den Bodenwasserhaushalt über die Humusbildung stabilisieren und die Nährstoffauswaschung auf grobkörnigeren Substraten vermeiden.

Die Buche war in der ursprünglichen Au nicht oder kaum vertreten. Sie ist jedoch eine bekannt kalktolerante Baumart, von der keinerlei nachteilige Auswirkungen auf die Waldböden zu erwarten sind. Ihre etwas schlechter zersetzliche Streu beschleunigt die Karbonatlösung und ist daher eher als Vorteil zu werten. Aufgrund ihrer hohen Schattentoleranz eignet sie sich ganz hervorragend als Nebenbestandsbaumart oder zum Aufbau stufiger Bestandesstrukturen.

Fichte und Kiefer sind als Alpenschwemmlinge von Natur aus auf vielen Standorten in den südbayerischen Auwäldungen vorhanden. Beide sind als Schwemmlinge (Einzelbäume) kalktolerant und erreichen auch höhere Alter bei guter Gesundheit. Künstlich begründete Fichtenbestände leiden hingegen unter Chloroseerscheinungen und Rotfäule. Sie lösen sich oft schon ab einem Alter von 50 Jahren allmählich auf. Auch Kiefer und Douglasie leiden häufig unter Chloroseerscheinungen, die v.a. im Jugendstadium zu deutlichen Schwächungen bis hin zu Ausfällen führen können. Auf den kalkführenden Auenböden stellen sich jedoch auch unter reiner Fichte und Kiefer ökologisch günstige F-Mull-Humusformen ein. Die saure Streu führt im gewissen Umfang zu einer Karbonatlösung in der obersten Bodenzone [KREUTZER 1986] und einer Erhöhung der Humosität, so daß sich insgesamt eine ausgewogenere Ernährungssituation einstellt. Die Gefahr einer Bodenversauerung ist jedoch nicht zu befürchten, da der hohe Kalkgehalt auch auf lange Sicht noch seine Wirkung als gut funktionierender Puffer gegen Säureeintrag erfüllen kann [GULDER und KÖLBEL 1993].

Um das rasante Wachstum der Krautvegetation abzumildern, als Schaftpflanze und zur Erhöhung der Windruhe im Bestand wird zur Hauptbaumart auch ein **dienender Nebenbestand** eingebracht. Dafür bieten sich Winterlinde, Hainbuche, Weißerle und Traubenkirsche und verschiedene Straucharten an. Auch Feldahorn und Feldulme sind möglich. Alle genannten Baumarten eignen sich fast für das gesamte Spektrum an Standortseinheiten im Auwald. Lediglich auf trockeneren Böden können ausschließlich Weißerle, auf feuchten bis nassen Standorten zusätzlich auch Traubenkirsche gepflanzt werden.



11 Aktuelle Bestockung

11.1 Baumartenverteilung

Die Forstinventur hat die Baumartenverteilung auf insgesamt 7.615 ha Auwald ermittelt. Einige kleinere Flächen konnten aus FE-technischen Gründen nicht berücksichtigt werden.

Abbildung 7 zeigt, daß die Esche die häufigste Baumart im Auwald ist (24,7 %). Der Fichtenanteil ist mit 18,7 % etwas geringer. Mit deutlichem Abstand folgen Pappel (12,4 %) und Kiefer (10,5%). Die Weißerle nimmt mit 8,9 % den 5. Rang ein. Häufig werden auch noch Bergahorn (6,6 %) und Weide (5,9 %) angetroffen. Die übrigen Baumarten spielen eine untergeordnete Rolle. Hervorzuheben sind hier noch Eiche, Linde und die "Sonstigen Laubbäume" (Kirsche, Hainbuche, Spitzahorn, Feldahorn, Aspe, Nuß, Robinie, Roteiche, Wildobst, Vogelbeere) mit 2,4 bis 3,2 %. Bemerkenswert ist das Auftreten der Buche (0,9 %) und der gleich hohe Ulmenanteil. Die im ungestörten Auwald früher weitverbreitete Ulme ist als Folge des verbreiteten Ulmensterbens nahezu ohne Bedeutung.

Insgesamt ist die Verteilung Laubbäume zu Nadelbäumen 70 % zu 30 % und damit annähernd umgekehrt wie im Gesamtwald Bayerns.

Die Flächenanteile aller Baumarten getrennt nach Forstämtern kann dem Kapitel 17.3 entnommen werden. Esche, Bergahorn, Eiche und Linde sind in den schwäbischen Auwäldern relativ häufig. Eiche, Weißerle, Weide und Pappel dagegen in Niederbayern. Die oberbayerischen Auwälder sind durch hohe Anteile von Fichte und Kiefer geprägt.

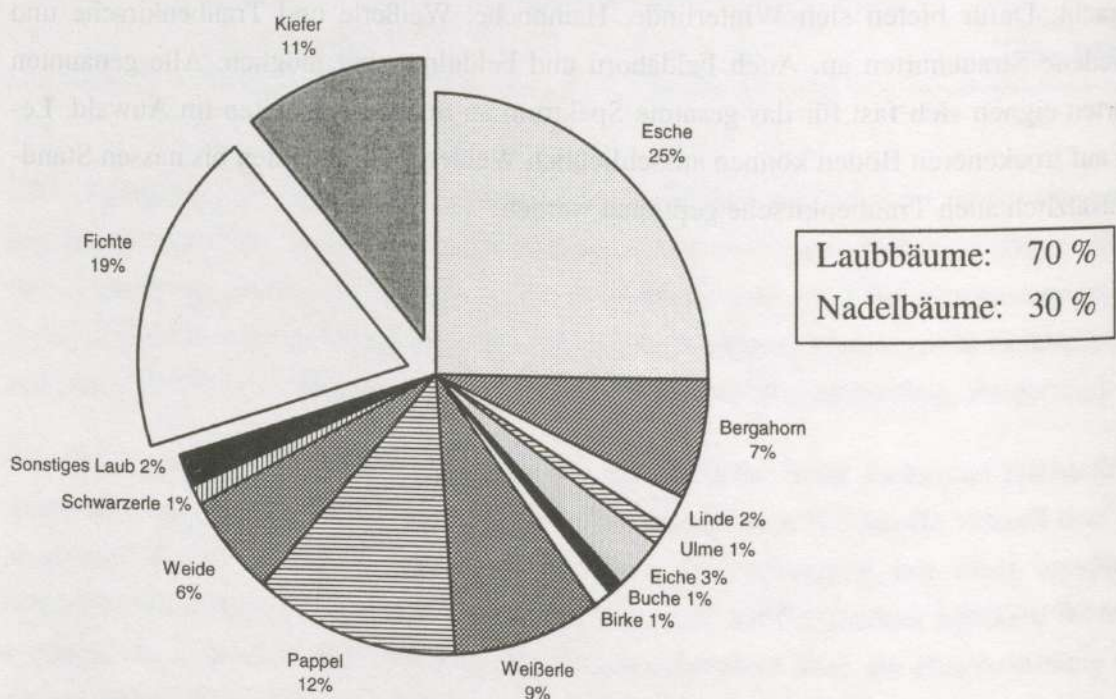


Abb. 7: Baumartenverteilung im südbayerischen Auwald

11.2 Verbreitungsschwerpunkte der wichtigsten Baumarten

Eschenreiche Auwälder finden sich an der Isar (FoÄ Freising, Landshut, München) und an der Donau (FoÄ Dillingen, Neuburg, Weißenhorn). Der **Bergahorn** ist gehäuft im Mündungsbereich von Iller und Donau sowie an der Isar bei Freising anzutreffen. Nennenswerte **Eichen**anteile verzeichnen die Forstämter Freising, Neuburg und Weißenhorn. Größere Verbreitung hat die **Linde** in Freising und Weißenhorn. Der Schwerpunkt des **Pappelanbaus** liegt an der Isar bei Freising und an der mittleren Donau (FoA Neuburg). Die **Weißerle** hat sich in größerem Umfang noch an der mittleren Isar (FoA Freising und FoA München) sowie an Tiroler Ache, Traun und Salzach (FoA Traunstein) erhalten. Größere **Weiden**anteile besitzen noch die Forstämter Freising und Neuburg. An der Isar zwischen Wolfratshausen und Freising prägen in weiten Bereichen **Fichten** bzw. fichtenreiche Bestände das Waldbild. Die **Kiefer** tritt in nennenswertem Umfang nur an der Isar bei Wolfratshausen und Freising auf.

11.3 Entwicklung der Baumartenverteilung in den letzten 40 Jahren

Die Entwicklung der Baumartenverteilung in den letzten 40 Jahren verdeutlicht Tabelle 9. Bei den Laubbäumen ist die starke Zunahme des Anbaus von Bergahorn, Linde und Eiche in der Altersklasse bis 20 Jahre hervorzuheben. Trotz geringfügiger Zunahme erreicht der Anteil der Esche bei weitem nicht ihren Gesamtanteil von fast 25%. Die Pappeln sind weit überdurchschnittlich in den beiden jüngsten Altersklassen vertreten, was unter anderem eine Folge der kürzeren Umtriebszeit ist. Die Tendenz ist leicht rückläufig. Auch Weißerle und Weide zeigen eine leichte Abnahme, bewegen sich aber noch im Rahmen der Gesamtverteilung. Am auffälligsten ist der starke Rückgang von Fichte und Kiefer. Bei einem Gesamtanteil von 29,2 % erreichen sie in der jüngsten Altersklasse nur noch 12,5 %. Aus heutiger Sicht der standörtlichen und waldbaulichen Gegebenheiten wird sich dieser Anteil langfristig noch weiter verringern.

Tab. 9: Baumartenverteilung (%) in den Altersklassen 0-20 und 21-40 Jahre

Alter	Esche	Berg- ahorn	Linde	Eiche	Sonstige Laubbäume	Pappel	Weiß- erle	Weide	Fichte	Kiefer
0-20	16,3	14,9	8,7	5,2	2,2	18,3	9,8	4,7	7,2	5,3
20-40	13,5	5,3	3,2	0,6	1,1	21,1	13,8	6,6	16,9	12,3
Gesamt- anteil	24,7	6,6	2,4	3,2	2,5	12,4	8,9	5,9	18,7	10,5

11.4 Ergebnisse der langfristigen Forstbetriebsplanung

Nachfolgend werden einige Ergebnisse der langfristigen Forstbetriebsplanung zum Stichtag 01.01.1994 dargestellt. Weitere Angaben dazu enthalten Kapitel 12 und **Anlage 3** (Flächenstand, Flächenwerte der Baumarten und Altersklassen).

Holzvorrat gesamt:	1.209.035 fm
Holzvorrat je ha:	146 fm
Zuwachs gesamt:	39.306 fm
Zuwachs je ha:	4,7 fm
Umtriebszeit:	98 Jahre
Haubarkeitsertrag:	267 fm
Gesamthiebssatz:	22.200 fm
Hiebssatz je ha Holzbodenfläche:	2,7 fm
Bestockungsgrad:	0,93

Die Werte gelten nur für die Forstämter, die eine eigene Betriebsklasse Auwald ausgeschieden haben (= 7.223 ha Wirtschaftswald). Es fehlen somit Rosenheim und Griesbach sowie die Forstämter mit geringen Flächenanteilen.

Mit 146 fm liegt der Hektarvorrat damit deutlich unter dem entsprechenden Wert für Gesamtbayern mit 333 fm. Dies liegt neben dem relativ geringen Fichtenanteil vor allem an der weiten Verbreitung trockener und damit wenig leistungsfähiger Standorte. Der Zuwachs je Hektar wird nur gut zur Hälfte genutzt. Dies hat seine Gründe zum Teil darin, daß größere Auwaldbereiche nicht oder nur extensiv bewirtschaftet werden. Außerdem ist die Vorratsanreicherung ein wichtiges Ziel.

12 Waldwachstum

Entsprechend der breitgestreuten standörtlichen Gegebenheiten in den Auwäldern Südbayerns weisen auch die Baumarten bzw. Bestände sehr unterschiedliche Wuchsleistungen auf.

Der Versuch, anhand der im Rahmen der Forstinventur erhobenen ertragskundlichen Daten statistisch abgesicherte ertragskundliche Auswertungen vorzunehmen, schlägt fehl, weil aufgrund der standörtlichen Vielfalt, der breiten Palette an Baumarten und der Unterschiede hinsichtlich Alter, Mischung, Aufbau und Struktur zu wenig vergleichbare Bestände vorhanden sind [OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN 1996, unveröffentlicht]. Im folgenden werden daher die Ergebnisse einiger spezieller, ertragskundlich orientierter Untersuchungen an der Donau und den Voralpenflüssen vorgestellt.

12.1 Ergebnisse der Forstinventur in den oberbayerischen Auwäldern

Der Einfluß des Wasserhaushalts und damit der Bodenart und der Gründigkeit auf die Wuchsleistung der Auwaldbestände kommt in einer Auswertung der Oberforstdirektion München zum Ausdruck [OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN 1996]. In der Donauau mit ihrem hohen Anteil an frischen Standorten besitzt die Eiche im Durchschnitt über alle Standorte eine **Bonität** von I,8, der Bergahorn von I,7 und die Esche von I,4. In der Isarau bei Wolfratshausen mit ihrer Vielzahl an trockenen Standorten betragen die Bonitäten der gleichen Baumarten hingegen III,4, II,8 und III,6. Diese unterschiedlichen Wachstumsverhältnisse äußern sich somit z.B. bei der Esche in einem Höhenrahmen von 20 bis 27 m, bezogen auf das Alter 100.

Ein interessantes Ergebnis erbringt der Vergleich zwischen den Kalkauen von Tiroler Ache, Mangfall, Alz und Traun mit den silikatreicheren Böden der Inn- und Salzachau. Bei letzteren ist die Wuchsleistung von Fichte und Kiefer deutlich besser, jene von Esche, Bergahorn und Eiche etwas schlechter als auf den kalkreichen Aueböden.

Die **Vorräte** für alle Baumarten und über alle Altersklassen liegen in einem Bereich zwischen 150-250 Vfm/ha. Sie befinden sich damit deutlich unter dem bayerischen Durchschnitt für den Wirtschaftswald mit 333 Vfm/ha. Die Vorräte der Eichenbestände mit 150 Vfm/ha erreichen hingegen fast den bayerischen Durchschnitt von 165 Vfm/ha. Zählt man Esche und Bergahorn bei der Betrachtung der Ergebnisse der Bundeswaldinventur in Bayern [KRÜGER et. al. 1995] zu den "Sonstigen Laubbäumen", so bewegt sich im Auwald der Bergahorn exakt auf bayerischem Niveau, die Esche liegt um etwa 50% darüber.

Der höchste **laufende jährliche Zuwachs** im Auwald mit rund 10 Vfm/ha läßt sich bei der Fichte verzeichnen. Es folgt die Kiefer mit rund 6,5 Vfm/ha. Esche, Bergahorn, Eiche und Pappel bewegen sich zwischen 4,5 und 5,5 Vfm/ha. Über alle Baumarten liegt der laufende jährliche Zuwachs bei knapp 6,5 Vfm/ha.

Die Auswertung zeigt, daß die Wuchsverhältnisse zum einen von standörtlichen Gegebenheiten, zum anderen aber auch vom Anteil der Fichte an der Gesamtbestockung und dem Alter der Bestände abhängen. So können höhere Fichtenanteile auf wuchsschwächeren Standorten die geringe Leistung der Laubbäume kompensieren, zum Teil sogar überkompensieren. Andererseits kann ein geringer Fichtenanteil und ein hoher Anteil älterer Bäume einen unter dem Durchschnitt liegenden Zuwachs bewirken (z.B. Donauau bei Neuburg). Erwartungsgemäß liegen die schlechtesten Zuwachsleistungen auf den trockenen Standorten mit hohem Laubbaum- und Kiefernanteil und einem hohen Durchschnittsalter von deutlich über 100 Jahren (beispielsweise die Isarau bei Wolfratshausen mit knapp 3 Vfm/ha).

Bei den guten Wuchsleistungen der Fichte darf nicht übersehen werden, daß sie im Reinbestand wegen frühzeitiger Auflöseerscheinungen und hoher Instabilität durch Rotfäule äußerst kritisch zu bewerten ist (Kap. 10.5).

12.2 Waldwachstum in den Auwäldern des Forstamtes Freising

Eine relativ detaillierte Auswertung der **Inventurdaten der Forsteinrichtung** konnte aus statistischen Gründen lediglich für den größten südbayerischen Auwald an Isar und Amper im FoA Freising durchgeführt werden. Mittelhöhen und Vorrat wurden jeweils auf das Alter 70 bezogen. Ein höheres Alter schied als Bezugsbasis aus, weil der Flächenanteil älterer Bestände über 80 Jahre nur sehr gering ist.

12.2.1 Höchstalter im Auwald

Im Auwald erreichen die wichtigsten Baumarten folgende **Alter**:

Esche:	Größtenteils nicht älter als 80 Jahre, einige bis 110, maximales Alter 180
Bergahorn:	Größtenteils bis 80 Jahre, in der Regel nicht älter als 110, maximal 130 Jahre
Linde:	Maximal 150 Jahre
Pappel:	Meist 60-70 Jahre, vereinzelt bis 120
Weißerle:	Meistens 60 Jahre, vereinzelt 110
Fichte:	Größtenteils bis 70/80 Jahre, Alpenschwemmlinge öfter bis 150, max. 200 Jahre
Kiefer:	Größtenteils bis 80, maximal 140 Jahre

12.2.2 Höhenwuchsleistung

Nachdem im Isar- und Amperauwald die frischeren Standorte nur gering vertreten sind, ergeben sich lediglich für die trockenen bis einschließlich mäßig frischen Standorte statistisch absicherbare Aussagen (Standortseinheit 030 bis 142). Die Mittelhöhe im Alter 70 zeigt nur für Fichten, Pappeln und Eschen eine Abhängigkeit vom Wasserhaushalt (Abb. 8).

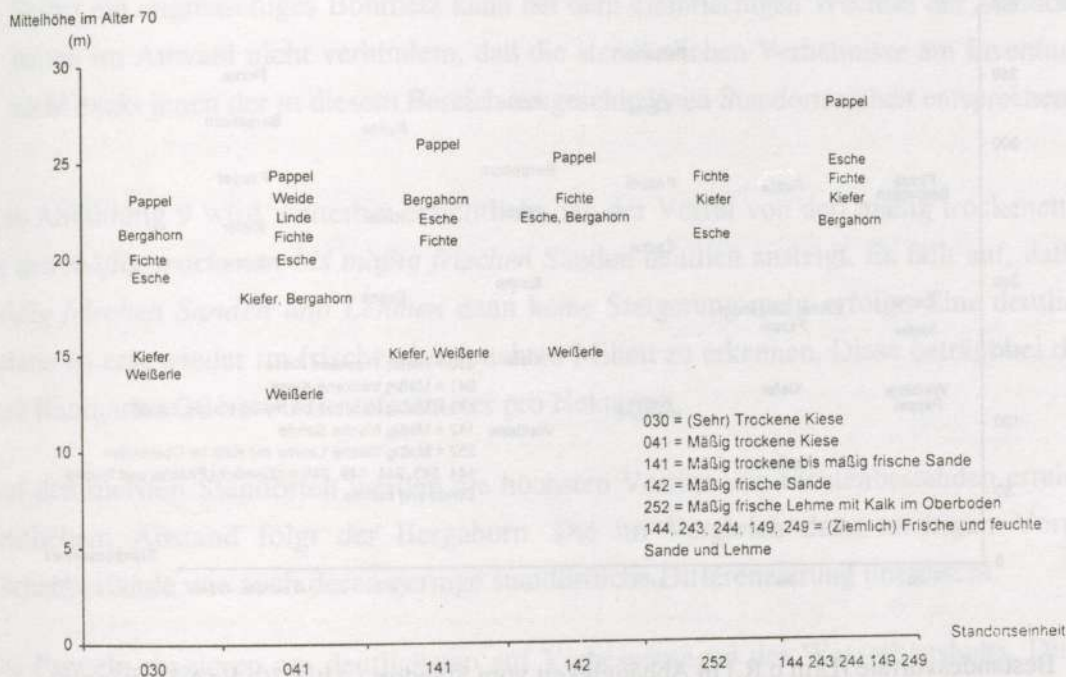


Abb. 8: Höhenwuchsleistung in Abhängigkeit vom Standort (Mittelhöhe im Alter 70; FoA Freising)

Im trockenen und mäßig trockenen Bereich ist der Bergahorn meist der Esche überlegen. Auf mäßig frischen Sanden schließt er mit der Esche gleich, im frischeren Milieu fällt er zurück. Bei mäßig frischem Wasserhaushalt übertrifft die Fichte etwas die Esche und den Bergahorn. Auch auf frischeren Standorten liegt die Fichte nur geringfügig hinter der Esche. Bei oberflächlicher Entkarbonatisierung ist sie sogar die höchste Baumart (StE 252).

Eine baumartenunabhängige Betrachtung der Wuchsleistung auf den einzelnen Standortseinheiten ergibt insgesamt eine steigende Mittelhöhe mit besserem Wasserhaushalt. Trotzdem bewegen sich die Höhenunterschiede für die einzelnen Baumarten von den trockenen hin zu den frischen Standorten in einem Rahmen von meist nicht mehr als 5 bis 6 m. Damit ist eine wesentlich geringere Schwankungsbreite als im Landwald gegeben.

Da die Höhenwuchsleistung ein entscheidendes Kriterium für die Ausscheidung von verschiedenen Standortseinheiten darstellt, muß angesichts dieser Ergebnisse die Frage gestellt werden, ob die differenzierte Ausscheidung von Standortseinheiten im Bereich der trockeneren Standorte gerechtfertigt ist.

12.2.3 Bestandesvorräte

Unabhängig von der Baumart ist eine Zunahme der Vorräte von den trockenen zu den frischen Standorten ersichtlich (Abb. 9).

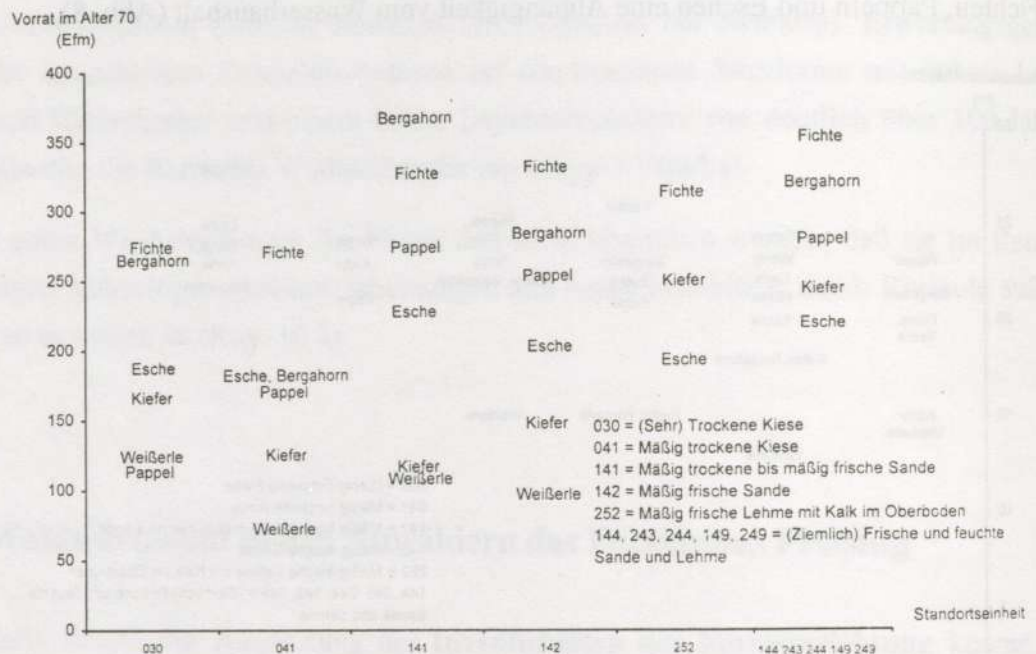


Abb. 9: Bestandesvorräte [Efm o.R.] in Abhängigkeit vom Standort (Alter 70; FoA Freising)

Die Entwicklung der Vorräte zwischen den einzelnen Wasserhaushaltsstufen und auch innerhalb der Baumarten stellt sich sehr uneinheitlich dar. Gründe dafür könnten sein:

1. Die Standortseinheit 030 setzt sich im FoA Freising aus trockenen wie auch aus mäßig trockenen Standorten zusammen. Dies kann eine Erklärung dafür sein, warum sich die Vorräte auf den Standortseinheiten 030 und 041 (*mäßig trockene Kiese und Sande*) auf gleichem Niveau bewegen.
2. Die Standorte im frischen bis feuchten Bereich weisen nur einen geringen Stichprobenumfang auf, so daß die Ergebnisse nur eingeschränkt repräsentativ sind.
3. Bei Fichte und Kiefer sind die Bestockungsgrade in den einzelnen Altersklassen oft stark schwankend. Die Kiefernbestände weisen meist nur Bestockungsgrade zwischen 0,65 und 0,8 auf, woraus sich deren geringe Vorräte leicht erklären lassen. Dagegen liegen die Bestockungsgrade der Laubbaumbestände bis zur 5. Altersklasse meist über 0,9, so daß hier verlässlichere Aussagen getroffen werden können.

4. Von erheblichem Einfluß ist auch der Pflegezustand der Bestände. Aus verschiedenen Gründen, oft ist es die mangelhafte Erschließung, finden sich zahlreiche ungepflegte Bestände, die das Ertragsniveau der Standorte nur eingeschränkt zum Ausdruck bringen.
5. Auch der Anteil der beigemischten Baumarten dürfte eine erhebliche Rolle für die Vorratsentwicklung spielen, konnte aber im Rahmen der Untersuchung nicht ermittelt werden.
6. Selbst ein engmaschiges Bohrnetz kann bei dem kleinflächigen Wechsel der Standortseinheiten im Auwald nicht verhindern, daß die standörtlichen Verhältnisse am Inventurpunkt nicht exakt jenen der in diesem Bereich ausgeschiedenen Standortseinheit entsprechen.

Aus Abbildung 9 wird weiterhin ersichtlich, daß der Vorrat von den mäßig trockenen Kiesen zu den *mäßig trockenen bis mäßig frischen* Sanden deutlich ansteigt. Es fällt auf, daß zu den *mäßig frischen Sanden und Lehmen* dann keine Steigerung mehr erfolgt. Eine deutliche Zunahme ist erst wieder im frischen bis feuchten Milieu zu erkennen. Diese beträgt bei den meisten Baumarten 20 bis 30 Erntefestmeter pro Hektar.

Auf den meisten Standorten werden die höchsten Vorräte von Fichtenbeständen erreicht. Mit deutlichem Abstand folgt der Bergahorn. Die im Vergleich dazu niedrigen Vorräte der Eschenbestände wie auch deren geringe standörtliche Differenzierung überrascht.

Die Pappeln reagieren am deutlichsten auf Verbesserungen des Wasserhaushalts. Die niedrigen Vorräte der Kiefern erklären sich auch aus den geringen Bestockungsgraden. Erwartungsgemäß bildet die Weißerle das Schlußlicht. Ihre Vorratsentwicklung scheint vom Wasserhaushalt weitgehend unabhängig zu sein.

12.3 Waldwachstum in der Donauau

DETSCH [1990] führte intensive waldwachstumskundliche Erhebungen im Donauauwald 15 km östlich von Regensburg durch. Für frische bis feuchte Standorte kam er dabei zu folgenden Ergebnissen:

- Über alle Bestandesformen hinweg zeichnet sich eine ausgesprochene Wuchskraft der untersuchten Hauptbaumarten Stieleiche, Esche, Ahorn, Fichte, Pappel und, in abgeschwächter Form, auch der Erle ab. Dies ist aus den jeweils wuchskräftigsten Beständen der Tabellen 10 und 11 ersichtlich.
- Der ertragssteigernde Einfluß der Pappel-Beimischung kann schon bei geringen Stammzahlprozenten der Pappel auf vielen Flächen nachgewiesen werden.

- Neben einer Zuwachsleistung von 12 Vfm/ha/a in 130-jährigen Eichenbeständen fällt besonders die hohe Massenleistung auf, die mit einem entsprechenden, auf Qualität ausgerichteten waldbaulichen Erziehungskonzept eine zusätzliche Wertsteigerung bewirken könnte.
- Bei einem Vergleich mit zutreffenden Ertragstafeln liegen alle Reinbestände in ihren Zustands- und Leistungsgrößen über oder im Bereich der ersten Bonität, wobei jedoch die Fichte eine gewisse Bonitätsverschlechterung im hohen Alter aufzeigt
- Die günstigen Standortsfaktoren erlauben es auch weniger wuchsdynamischen Baumarten wie der Linde und der Ulme¹, sich neben den hochvitalen Lichtbaumarten selbst im undurchforsteten Mischbestand zu behaupten.. Lediglich die feuchtigkeitsbedürftige Schwarzerle sieht sich in den Mischbeständen einem zunehmenden Konkurrenzdruck der typischen Vertreter der Hartholzau wie Stieleiche, Ahorn und Esche ausgesetzt.

Tab. 10: Ertragskundliche Daten der wuchskräftigsten Reinbestände des Untersuchungsgebietes, [nach DETSCH 1990]

Reinbestände				
	Alter	Grundfläche/ha (qm)	Vorrat/ha (VfmD)	laufender Zuwachs/ha/a (VfmD)
Fichte	35	61,5	550	34,2
Ahorn	35-40	38,0	272	20,1
Eiche	60-70	33,6	432	11,2
Erle	35	30,1	213	11,0
Esche	35	29,3	267	16,1

Tab. 11: Ertragskundliche Daten der wuchskräftigsten Mischbestände des Untersuchungsgebietes, [nach DETSCH, 1990]

Mischbestände				
	Alter	Grundfläche/ha qm	Vorrat/ha (VfmD)	laufender Zuwachs /ha/a (VfmD)
"echte" Mischbestände	40-60	39,4	496	14,7
Mischbestände mit viel Esche	30-60	39,2	473	21,8
Mischbestände mit viel Erle	30-60	31,9	353	15,6
Zweischicht-Mischbestände	130/150	34,8	522	12,2

¹ hier allerdings Ausfälle durch Ulmensterben

12.4 Stieleichenbestände auf grundwasserbeeinflußten Standorten

RÖHLE [1984] wertete ertragskundliche Merkmale von Stieleichen-Mischbeständen auf grundwasserbeeinflußten Standorten in den Auwaldgebieten Südbayerns aus. Er untersuchte 21 Bestände an Donau, unterer Isar und in den Amperauen bei Freising. Hinsichtlich ihrer Wuchskraft kam er zu überraschenden Ergebnissen. So sind in unregelmäßig gestuften Eichen-Mischbeständen und in Eichen-Hainbuchenbeständen **Vorräte** bis zu 541 Vorratsfestmeter und Grundflächen bis zu 37 Quadratmeter zu finden. Die meisten Bestände weisen 350-450 Vfm/ha auf. Auch die hohen **Zuwachswerte** bis zu 8 Vfm/ha bei mittleren Bestandesaltern von über 150 Jahren verdeutlichen die außerordentliche Vitalität der Auwaldbestände. Der durchschnittliche Zuwachs liegt zwischen 5,5 und 7,5 Vfm/ha. Die über 100-jährigen Stieleichen erreichen **Höhen** bis zu knapp 30 Meter.

12.5 Einfluß von Grundwasserentnahmen auf das Waldwachstum

[PREUHSLER 1990] untersuchte den Einfluß von Grundwasserentnahmen auf die Entwicklung der Waldbestände an der Mündung des Lechs in die Donau. Dabei ließ die enge Beziehung zwischen Grundwasseranschluß und Bonität erkennen, daß das Grundwasser wie auch regelmäßiger Einstau bzw. Überflutung eine eindeutige und direkte Auswirkung auf die Wachstumsleistung der Bestände haben.

Bestände mit langfristigem Grundwasseranschluß wiesen **Bonitäten** besser als I.5 auf. Die Esche war im Alter 110-120 max. 34 m hoch. Bei lediglich kurzzeitigem Grundwasseranschluß lagen die Bonitäten zwischen I.0 und II.0, bei fehlendem Anschluß zwischen II.5 und V.5. Weiter wurde eine laufende Zuwachsleistung festgestellt, die bei fast allen untersuchten Beständen weit über den Ertragstafelwerten lag. In Abhängigkeit vom Grundwasseranschluß zeigten die Bestände jedoch unterschiedliche Trends im Zuwachsverlauf:

Die Bestände ohne Grundwasseranschluß blieben bei einer Absenkung des Grundwassers ohne Reaktion. Die Gruppe mit kurz- oder langfristigem Grundwasseranschluß und geringer Absenkung reagierte auf die ersten starken Entnahmen mit Zuwachsrückgang. Anschließend wurde wieder eine steigende Zuwachstendenz beobachtet. Die Gruppe mit Grundwasseranschluß und starker Absenkung ergab deutliche Zuwachseinbußen seit Beginn der Grundwasserentnahmen.

13 Forstwirtschaft und Naturschutz im Auwald

(aus standörtlicher Sicht)

Die ausgedehnten Flußregulierungen waren die Grundlage für eine geregelte Forstwirtschaft in den Auwäldern. Damit setzte auch der flächige Anbau von Baumarten ein, die in den natürlichen Waldgesellschaften nur selten vertreten waren. So wurden Fichten- und Kiefernreinbestände begründet und der Pappelanbau stark gefördert. Dabei fanden neben den Graupapeln auch viele ausländische Pappelhybriden Berücksichtigung. Auch Klone der Silberweide und Zuchtformen der Aspe wurden angebaut.

Diese Veränderung der natürlichen Auwaldbestockung führt nach wie vor zu Konflikten zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz. Letzterer bezeichnet Wälder mit deutlichen Veränderungen im Artenspektrum und in der Struktur als **entfernt naturnah** [EDER & MAYER 1990].

Als **naturferne Wälder** sind aus der Sicht des Naturschutzes Aufforstungsbestände aus überwiegend auwaldfremden Gehölzen wie z.B. Rotbuchen, Nadelbäumen und Reinbestände aus Hybridpappeln und -weiden charakterisiert. Nach einer ökologischen Zustandserfassung der sechs größten Vorlandflüsse werden 34% der Auwälder der Kategorie "entfernt naturnah" und 14% der Gruppe "naturferne Wälder" zugeordnet [BIRKEL und MAYER 1992] (Tab. 12).

Tab. 12: Ökologische Bewertung der Wälder an den Flüssen Iller, Lech, Inn, Salzach und Donau [BIRKEL und MAYER 1992]

Fluß	Iller		Lech		Isar		Inn		Salzach		Donau		Gesamt
Flußabschnitt	Aitrach-Mündung		Landsberg-Stausee bei Feldheim		Bad Tölz-Mündung		Kiefersfelden bis Passau		Freilassing bis Mündung		Ulm bis Jochenstein		
Fluß-km	56-0		81,5-3,5		201,7-0		217,5-0		60-0		2.583-2.202		994
Nutzung	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha %
Naturnahe Auwälder und Brennen	70	3	614	14	2.468	28	436	8	85	8	2.079	19	5.754 17
Bedingt naturnahe Auwälder	762	39	1.233	27	1.946	22	1756	30	372	33	1.721	16	7.860 23
Entfernt naturnahe Auwälder	782	40	1637	37	1.918	16	2.208	38	437	39	4.305	39	11.443 34
Naturferne Wälder	265	13	709	16	1.457	16	220	4	193	17	1.444	13	4.537 14
Sonst. Gehölze	93	5	283	6	1.038	12	1.140	20	40	3	1.418	13	4.025 12
Summe	1.972	100	4.476	100	8.827	100	5.760	100	1.127	100	10.967	100	33.129 100

Der aufgezeigte Konflikt läßt sich lösen oder zumindest entschärfen, wenn sich die Bewirtschaftung der Auwälder konsequent an den Eigenschaften des jeweiligen Standorts orientiert. Daraus ergeben sich dann unterschiedliche Intensitätsstufen in der waldbaulichen Vorgehensweise. Dabei gelten für alle Intensitätsstufen folgende **allgemeine Grundsätze**:

- Aus landschaftspflegerischen, ökologischen und naturschützerischen Gründen werden die Auwälder in möglichst naturnahem Aufbau und in ihrer Struktur- und Artenvielfalt erhalten bzw. dahin zurückgeführt [BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 1988, 1992].
- Die Waldwirtschaft orientiert sich an den natürlichen Abläufen. Die Pflegeeingriffe erfolgen schonend. Die spezifischen Lebensbedingungen der heimischen Tier- und Pflanzenwelt werden dabei stets berücksichtigt (z.B. Brut- und Aufzuchtzeit, Samenreife).

Hinsichtlich der **Intensität der Waldbewirtschaftung** können aus standörtlicher Sicht folgende Abstufungen vorgenommen werden:

Stufe 1:

Rohböden bzw. unreife Böden an Ufersäumen, Bächen, Gräben und Rinnen (2,7% der Gesamtstaatswaldfläche im Auwald in Südbayern)

Hier läuft noch die charakteristische Auwalddynamik ab. Anlandung und Abtragung verändern ständig die Standorte und damit auch die Vegetationsentwicklung. Es gedeihen nur wenige hochspezialisierte Arten der Barbarakrautflur, des Rohrglanzgrasröhricht und der Weidenau.

Diese Standorte werden nicht bewirtschaftet. Aus Gründen des Ufer- und Gewässerschutzes können Pflegemaßnahmen notwendig sein. Entlang von Bächen und Gräben werden standortswidrige Nadelbaumbestockungen zurückgenommen.

Trocken- und Naßstandorte

(7,8 %)

Trockene Kies- und Sandböden (StE 030, 040) sowie Naßbereiche (StE 249). Diese Standorte sind geprägt durch eine artenreiche, gut entwickelte Strauchvegetation und eine lichte bis lückige, mattwüchsige Baumschicht (trockene Variante) bzw. Seggenriede oder Rohrglanzgrasröhricht mit einzelnen Weidengruppen (nasse Variante).

Bei natürlichem bzw. naturnahem Entwicklungszustand finden keine forstwirtschaftlichen Maßnahmen statt. In naturfernere Bestände wird behutsam regulierend eingegriffen mit dem Ziel, sie naturnäher zu gestalten.

Stufe 2:

Periodisch überflutete Auenböden mit fortgeschrittener Bodenreife

(12,0%)

Ausgeprägte Auwalddynamik mit periodischen Überflutungen. Günstigerer Bodenzustand durch feinkörnige Flutlehmauflagen über Kies und höherem Humusgehalt. In Abhängigkeit vom Wasserhaushalt mehr oder weniger wüchsige Waldbestände mit hoher Überflutungsresistenz.

Ab der Wasserhaushaltsstufe "mäßig frisch" bis einschließlich "feucht" ist eine intensive, aber trotzdem naturnahe Waldwirtschaft mit Baumarten möglich, die längerfristige Überflutungen problemlos vertragen (z.B. Schwarzpappel, Graupappel, Feld- und Flatterulme, Stieleiche).

Stufe 3:

Episodisch überflutete Auenböden

(9,8%)

Nur noch gelegentliche Hochwässer von meist kurzer Dauer. Hoher Artenreichtum. Die Palette standortstauglicher Baumarten wird um weniger überflutungsresistente Arten erweitert (z.B. Esche, Spitz- und Feldahorn).

Neben möglichst naturnahen Baumartenmischungen sind kleinflächig auch leistungsstarke Hybridpappelbestände geeignet.

Stufe 4:

Nicht überflutete Auwälder

(76%)

Fortgeschrittene Bodenreife. Landwaldcharakter mit entsprechenden Waldgesellschaften (z.B. Eichen-Hainbuchenwälder oder Kiefern-Eichenwälder).

Breitestens Spektrum an geeigneten Baumarten (sh. Stufe 3). Auf lange Sicht werden hier die Auwaldbaumarten in der natürlichen Dynamik der konkurrenzkräftigeren Buche weichen müssen.

14 Zusammenfassung

Die Flußauen gehören zu den vielfältigsten Lebensräumen in Südbayern. Starker Rodungsdruck hat die Auwälder auf flußnahe Bereiche zurückgedrängt. Daher beträgt der Waldanteil an den größten Alpenvorlandflüssen heute nur noch rund 30%. Zusätzlich hat eine Vielzahl technischer Maßnahmen den Auwald seiner ursprünglichen Dynamik weitgehend beraubt. So ist der Anteil des periodisch überschwemmten Auwaldes auf lediglich 15% abgesunken (Staatswald). Episodische Überflutungen finden auf 10% der Fläche statt.

Der meist stark parzellierte Staatswald nimmt in den südbayerischen Flußtälern einschließlich des Donautales eine Fläche von 8.980 ha ein. Sein Hauptvorkommen liegt an der Isar zwischen Wolfratshausen und Landshut mit einer Größe von fast 4.800 ha.

Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung stammt zum überwiegenden Teil aus den Kalkalpen. Dementsprechend hoch sind wichtige bodenchemische Kennwerte wie der pH-Wert, die Basensättigung und die Basenvorräte und somit die Pufferkapazität und die Filterkraft der Böden. Größere Anteile an silikatischem Material finden sich an Inn und Salzach sowie im Mündungsbereich der Zuflüsse aus dem Tertiären Hügelland und aus Nordbayern. Vorherrschende Bodentypen sind Kalkpaternien und Gleye.

Die Ernährungsbedingungen der standortsheimischen Baumarten sind meistens gut. Die mangelnde Verfügbarkeit von Phosphor, Kalium, Eisen oder Mangan auf Kalkstandorten kann jedoch bei Stieleiche, Schwarzerle, Fichte und Kiefer zu Ernährungsstörungen führen. Gefährdungen durch Schwermetalle in Boden oder Pflanze wurden bisher nicht festgestellt.

Die Zusammensetzung der Waldgesellschaften in der ursprünglichen Au wird entscheidend durch die Überflutungsresistenz der einzelnen Baumarten bestimmt. Als Folge der ausbleibenden Überschwemmungen nimmt die potentielle natürliche Waldvegetation zunehmend den Charakter von Landwaldgesellschaften an. Die wichtigsten südbayerischen Auwaldgesellschaften sind in 8 Naturwaldreservaten mit insgesamt 217 ha Fläche repräsentiert.

Für sämtliche staatliche Auwälder in Südbayern liegt eine Standortserkundung vor. Ältere Kartierungen werden derzeit überarbeitet. Wesentliche Merkmale zur Ausscheidung von Standortseinheiten sind der Grundwasseranschluß, die Bodenart sowie die Auflagemächtigkeit und damit der Wasserhaushalt. Mit einem Flächenanteil von 55% überwiegen die mäßig trockenen und mäßig frischen Standorte. Der Trockenauwald wächst auf 6% der Fläche. Ein Viertel der Böden verfügt über eine hohe Wasserspeicherkapazität bei günstiger Luftführung und garantiert den meisten Baumarten optimale Wuchsbedingungen. Grundwasseranschluß haben 14% der Standorte, wobei 2% als naß zu bezeichnen sind.

Viele Laubbaumarten (Stieleiche, Ahorne, Linden, Kirsche, Hainbuche, Weißerle, Birke, Aspe) sind in der überschwemmungsfreien Au in einem weiten Bereich zwischen den Wasserhaushaltsstufen mäßig trocken und grundfeucht anbauwürdig. Dies gilt auch für einzeln eingemischte Fichten und Kiefern aus Naturverjüngung. Stieleichen auf Kalkböden, Eschen, Ulmen, Schwarzerlen und Schwarzpappeln sind hingegen auf frische oder feuchte Standorte beschränkt bzw. nur dort konkurrenzfähig.

In der heutigen Bestockung ist die Esche mit einem Anteil von 25% die führende Baumart. Häufiger sind auch noch Pappel (12%), Weißerle (9%), Bergahorn und Weide (je rund 6%). Die ursprünglich weit verbreitete Ulme ist durch das Ulmensterben drastisch zurückgegangen. Der Nadelbaumanteil beträgt noch 30% (Fichte, Kiefer). In den letzten 20 Jahren ist er stark rückläufig. Dafür wurden vermehrt Bergahorn, Linde, Stieleiche und verschiedene Pappelarten eingebracht.

Der durchschnittliche Holzvorrat im Auwald beträgt 146 Vorratsfestmeter. Der laufende jährliche Zuwachs von rund 4,7 Festmeter wird zu etwa der Hälfte genutzt. Die Wachstumsleistung auf den frischen und grundfeuchten Standorten ist beachtlich. So verzeichnen Eichen-Mischbestände Vorräte bis zu 540 und Zuwächse bis zu 12 Vorratsfestmeter je Hektar. Eschen, Pappeln und Fichten können bis zu 35 Meter, Eichen und Ahorne bis zu 31 Meter hoch werden. Linde, Ulme, Bergahorn und Kiefer werden bis zu 150 Jahre, Esche und Fichte aus Naturverjüngung sogar bis zu 200 Jahre alt.

Die Waldbauplanung der Bayerischen Staatsforstverwaltung orientiert sich im Auwald an natürlichen Abläufen. Die Bestände werden in möglichst naturnahem Aufbau belassen bzw. bei gestörten Verhältnissen wieder dahin zurückgeführt. Wesentliche Orientierungshilfe sind dabei die standörtlichen Gegebenheiten. Davon abhängig lassen sich verschiedene Intensitätsstufen der Waldbehandlung ableiten: Gewässerränder sowie Trocken- und Naßstandorte bleiben der natürlichen Sukzession überlassen. In periodisch überfluteten Bereichen werden Bestände mit hochwassertoleranten Baumarten gepflegt und begründet. Nicht oder nur episodisch überschwemmte Standorte bieten den größten waldbaulichen Spielraum.

15 Abstract

Since the 19th century the influence of flooding and the function of the ecosystems in the southern bavarian floodplain forests were reduced by anthropological interference. 8980 ha of these forests (=10%) belong to the Bavarian State Forest Administration. They are spread over 19 forest offices.

The soil is mostly rich of lime. Thus important chemical soil parameters as pH-value and base-saturation and also the buffer - capacity are high.

Most of the natural tree species have a good nutrient supply. But some as English Oak or Norway Spruce show disharmonies.

As a consequent effect of the missing flooding the natural forest communities are changing.

Site mapping has been done in all floodplain forests. Mostly sites with low water-capacity occur.

Deciduous tree stands can be found more often than conifer stands. Ash, Norway Spruce and Poplar are the most frequent trees species.

On sites with high water-capacity the yield of mixed stands with oak trees can be very good.

Silviculture in floodplain forests must protect or develop mixed stands which guarantee the original heterogeneity of species and communities. Besides the specific site conditions and the ecological demands of the different tree species must be taken into account.

16 Literaturverzeichnis

- AINERDINGER, H. (1984): Vorläufige Sorten- und Anbauempfehlungen für Pappeln und Baumweiden für den südbayerischen Raum. Die Holzzucht, 38. Jg: 10 - 12.
- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1980): Forstliche Standortsaufnahme. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 4. Aufl..
- BAYER. GEOLOGISCHES LANDESAMT (1988): Schwermetallgehalte in Böden des Donautales. Fachbericht Nr. 4
- KRÜGER, S.; MÖSSMER, R.; BÄUMLER, A. (1994): Der Wald in Bayern: Ergebnisse der Bundeswaldinventur 1986-1990. Berichte aus der LWF 1.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1982): Richtlinien für die mittel- und langfristige Forstbetriebsplanung in der Bayer. Staatsforstverwaltung.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1988): Hinweise zu ökologisch besonders wertvollen Waldbiotopen.
- BIRKEL, I. et al. (1991): Ökologische Zustandserfassung der Flußauen an der Isar zwischen Bad Tölz und der Mündung. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, München.
- BREITWIESER, H. (1981): Probleme der Pappelwirtschaft in südbayerischen Flußauen, dargestellt am Beispiel des Lehrforstamtes Freising. AFZ 15: 352-355.
- CONRAD-BRAUNER, M. (1994): Naturnahe Vegetation im Naturschutzgebiet "Unterer Inn" und seine Umgebung. Beiheft 11 zu den Berichten der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen.
- DETSCH, R. (1990): Waldwachstumskundliche Merkmale der Auewaldbestände im Fürstlichen Forstamt Schierling. Diplomarbeit der Forstw. Fakultät d. Universität München.
- DISTER, E. (1983): Zur Hochwassertoleranz von Auwaldbäumen auf lehmigen Standorten. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Bd.X: 325 - 335.
- DISTER, E. (1988): Ökologie der Auenwälder. Wilhelm-Münker-Stiftung, Heft 19.
- DISTER, E. (1991): Situation der Flußauen in der Bundesrepublik Deutschland. Laufener Seminarbeiträge 4/1991, S. 8-16. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege Laufen.
- EDER, R. U. MAYER, A. (1990): Die Situation der Flußauen in Bayern und ihre Erfassung nach ökologischen Gesichtspunkten. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Heft 99, München.
- ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

- FEY, M. (1995): Auen - Lebensräume zwischen Ökologie und Ökonomie.
Unterricht Biologie 203/19. Jahrg.: 4-13.
- FETZER, K. D. et al. (1986): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50.000, München - Augsburg und Umgebung. Bayer. Geologisches Landesamt München.
- FISCHER, A. (1995): Forstliche Vegetationskunde. Pareys Studentexte 82.
- GULDER, H. J. u. KÖLBEL, M. (1993): Waldbodeninventur in Bayern.
Forstliche Forschungsberichte München, Nr.132.
- GOETTLING, H. (1968): Die Waldbestockung der bayerischen Innauen. Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt, Heft 29. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- HARTMANN, W. (1981): Der Auwald in Schwaben. AFZ 39: 1007-1008.
- JERZ, H.; SCHAUER, T.; SCHEUERMANN, K. (1986): Zur Geologie, Morphologie und Vegetation der Isar im Gebiet der Ascholdingen und Pupplinger Au.
Jahrbuch Verein zum Schutz der Bergwelt e.V., München.
- KNORR, A. (1987): Ernährungszustand, Standortsansprüche und Wuchsleistung der Esche in Bayern.
Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 82.
- KREUTZER, K. (1986): Die standörtlichen Verhältnisse im Auwald.
Schriftenreihe des Bayerischen Forstvereins.
- MÜLLER, N. (1990): Die übernationale Bedeutung des Lechtals für den botanischen Arten- und Biotopschutz und Empfehlungen zu deren Erhaltung.
Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Heft 99, München.
- OBERFORSTDIREKTION AUGSBURG (1978): Rahmenrichtlinien Waldbauplanung.
- OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN (1992): Forsteinrichtung Auwald - Forstamt Freising.
- OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN (1996) (in Vorbereitung): Waldbau-Rahmenrichtlinien für die Auwälder in Oberbayern.
- OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN (1986): Standortoperat Forstamt Neuburg.
- OBERFORSTDIREKTION REGENSBURG (1993): Standortserkundung Forstamt Landshut.
- REHFUESS, K.E. (1990): Waldböden. Parey Verlag Hamburg, 2. Aufl., 294 S.
- RÖHLE, H. (1984): Ertragskundliche Merkmale von Stieleichen-Mischbeständen auf grundwasserbeeinflussten Standorten in den Auewaldgebieten Südbayerns.
Forstwissenschaftliches Centralblatt 103, Heft 6: 330 - 349.
- PREUHSLER, T. (1990): Einfluß von Grundwasserentnahmen auf die Entwicklung der Waldbestände im Raum Genderkingen bei Donauwörth. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 101.

- SCHREINER, J. (1991): Die Situation der Flußauen in Bayern. Laufener Seminarbeiträge 4/1991: 17-32. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen.
- SEIBERT, P. (1958): Die Pflanzengesellschaft im Naturschutzgebiet "Pupplingerau". Landschaftspflege und Vegetationskunde, Heft 1, München.
- SEIBERT, P. (1962): Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. Landschaftspflege und Vegetationskunde, Heft 3, München.
- SEIBERT, P. (1987): Der Eichen-Ulmen-Auwald in Süddeutschland. Natur und Landschaft 62. Jg., Heft 9: 347-352.
- SPÄTH, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen. Natur und Landschaft, 63. Jg., Heft 7/8
- WALDHERR, M. (1987): Möglichkeiten und Grenzen des Pappelanbaus in Wald und Flur. Schriftenreihe des Bayerischen Forstvereins Heft 8.

17 Anhang

17.1 Verschlüsselung der Standortseinheit

1. Ziffer SUBSTRAT und SCHICHTUNG	0	Kies, Sand
	1	lehmiger Sand, sandiger Lehm
	2	Lehm
	3	Feinlehm
	4	Tonlehm, milder Ton
	5	*
	6	*
	7	*
	8	*
	9	Anmoor
2. Ziffer BESONDERE STANDORTSMERKMALE	0	normal
	1	nährstoffarm, podsolig
	2	nährstoffreich
	3	humusreich ¹
	4	Kalk oberhalb 50 cm
	5	Kalk in 50-100 cm Tiefe
	6	tongründig ²
	7	Verdichtung im Unterboden ³
	8	*
	9	anmoorig ⁴
3. Ziffer WASSERHAUSHALT	0	(sehr) trocken
	1	mäßig trocken, mäßig trocken bis mäßig frisch
	2	mäßig frisch, mäßig grundfrisch
	3	ziemlich frisch, grundfrisch
	4	(sehr) frisch
	5	grundfeucht
	6	*
	7	wechselfeucht
	8	feucht
	9	naß

* = Ziffer im Auwald nicht besetzt

- ¹ humusreich = Anteil der organischen Substanz im Boden 5-30% (bei Feuchtböden max. 15%) und Humusmineralbodenhorizont mindestens 10 cm mächtig
- ² tongründig = Tonhorizont tiefer als 60 cm anstehend
- ³ Unterboden = Boden tiefer als 60 cm
- ⁴ anmoorig = Gehalt an organischer Substanz im Boden 15-30%

17.2 Ergebnisse der langfristigen Forstbetriebsplanung

Auswertung Auwald in Südbayern

Stichtag: 01.01.1994

Holzbodenfläche	8.275,5 ha
Wirtschaftswald i.r.B.	7.222,6 ha
Hochwald	6.210,0 ha
Wald in langfristiger Behandlung und Plenterwald	993,4 ha
unbestockte Flächen	19,2 ha
Wirtschaftswald a.r.B.	1.052,8 ha
Nichtholzbodenfläche	354,2 ha
Forstbetriebsfläche	8.629,7 ha
sonstige Flächen	1.266,6 ha
Gesamtfläche	9.896,3 ha

Flächen mit besonderem Rechtsstatus	
Schutzwald nach Art. 10 Bay WaldG*)	467,7 ha
Bannwald *)	4.043,4 ha
Naturwaldreservate *)	267,1 ha
Nationalpark *)	0 ha
Naturschutzgebiete *)	2.298,8 ha
Naturdenkmäler *)	5,6 ha
Naturpark *)	0 ha
Landschaftsschutzgebiete *)	2.293,2 ha

Flächen mit besonderer Bedeutung für	
Bodenschutz	346,9 ha
Wasserschutz	2.734,1 ha
Lawinenschutz	0 ha
Klimaschutz	5.542,4 ha
Immissionsschutz	36,6 ha
Straßenschutz	64,1 ha
Lärmschutz *)	363,7 ha
Sichtschutzwald *)	8,6 ha
Erholung Stufe I *)	1.664,5 ha
Stufe II *)	1.897,3 ha
Sonderfunktionen	
Biotopschutz *)	1.869,2 ha
Landschaftsschutz *)	2.014,7 ha
Lehre und Forschung *)	14,6 ha

*) Es sind nur Flächen der ab 1990 eingerichteten Forstämter berücksichtigt!

Fläche der Nutzungsarten - Jährliche Nutzung: Vollhiebsatz

Nutzungsart	Fläche der Nutzungsart [ha]	zu pflegende Fläche		Jährlicher Vollhiebsatz		Massensoll je ha [fm]	Anteil End- nutzung %	Anteil Gesamt %
		ha	Umlauf	Masse [fm]	Fläche [ha]			
VJ	1.237,70	-	-	10.265	-	-	77	47
LB	995,9	475,8	0,7	2.025	49	41,3	15	9
PL	-	-	-	85	-	-	1	
UB	187,1	-	-	890	7	127,1	7	4
Summe Endnutzung	2.420,70			13.265			100	60
AD	1.062,70	833,5	1,1	2.695	90	29,9	30	12
JD	3.065,10	2.417,7	1,1	6.102	278	21,9	68	27
JP	655,3	613,1	1,2	138	93	1,4	2	1
Summe Vornutzung	4.783,10			8.935			100	40
U	19,2							

Holzvorrat Auwald

gesamt: 1.209.035 fm
je ha: 146 fm

Zuwachs

gesamt: 39.306 fm
je ha: 4,7 fm

HE je ha:

267 fm

Umtriebszeit:

98 Jahre

Jährliche Abnutzungsfläche

normal: 60 ha
festgesetzt: 36 ha

Hiebssatz:

gesamt: 22.200 fm
je ha Holzbodenfläche: 2,7 fm

17.3 Baumartenverteilung nach Forstämtern

	Es	Bah	Ei	Ul	Li	Sah	Fah	Kir	Bi	As	Werl	Serl	Wei	Pa	Bu	Hbu	Wo	SLb	Fi	Kie	SNb
Dillingen	130	47	22	11,8	16,6	11,8	-	-	26,1	1,3	6,9	9,1	35,3	60,8	4,4	1,0	1,6	14,4	64,9	52,8	15,4
Illertissen	99	22,9	2,9	12,2	14,4	12,6	-	1,6	9,8	6,3	24,7	-	17,1	30,5	1,1	1,4	-	1,8	6,6	1,9	-
Weilhorn	274,5	140,2	59,7	9,8	37,8	-	-	0,2	9,6	1,2	23,9	-	10,6	22,2	14,3	2,8	0,1	0,7	32,4	16,6	0,2
Summe Augsburg	503	210	85	34	69	24	-	1,8	46	8,9	56	9	63	114	20	5	2	17	104	71	16

Freising	568,5	131	62,1	10,7	70,9	12,5	0,2	6,8	21,9	17,8	150,4	25,8	81,4	338,2	3,4	4,6	-	1	742,4	252	1,8
München	180,4	28	1,1	2,3	9,1	8,6	-	-	17	0,6	109,4	-	3	33	4	-	-	1,1	216	35	-
Neuburg	223,5	36	48,8	10,1	5,8	3,5	0,1	0,1	11,3	1,8	5,8	1,1	79,7	220,4	0,3	0,1	0,3	3,7	20,3	8,3	0,2
Rosenheim	54,5	17,7	12,7	4,3	4,5	-	-	0,1	0,5	1,0	4,5	1,5	6,9	10,3	2,3	0,6	-	1,4	35	8	0,1
Traunstein	70,9	6	7,4	1	0,4	-	-	-	0,4	0,7	107,9	6,4	24,9	43,9	0,1	-	-	0,4	11,5	0,5	-
Wasserburg	39,1	8,8	7,6	1	0,2	-	-	0,3	1,8	-	6,2	-	0,5	1	-	1,5	-	0,8	0,4	-	0,8
Wolfrahausen	18,1	19,4	0,3	0,4	0,5	-	-	0,1	4,4	-	71,4	-	92,4	2,3	40,7	-	-	5,7	217,6	411,1	5,3
Summe München	1156	247	140	30	92	25	0,3	7	57	21	456	35	289	649	51	7	0,3	14	1.243	715	8

Griesbach	11,7	2,6	0,4	-	1,5	0,1	-	-	-	0,3	33,5	-	40,9	92,9	-	-	-	6	-	-	-
Landshut	208,8	44	14,7	0,9	17,2	5,2	0,4	0,5	0,6	0,1	70,4	3	18,9	44	0,2	1,2	4,2	4,8	79,1	9,5	0,5
Simbach	4,9	2,8	3,9	-	1,3	-	-	0,3	-	-	64	-	37	49	-	0,3	-	13	1,1	-	-
Summe Regensburg	225	49	19	1	20	5	0,4	0,8	0,6	0,4	168	0,3	97	186	0,2	2	4	24	80	10	0,5

südbay. Auwald (Staatswald)	1.884	506	244	65	181	54	1	10	104	31	679	47	449	949	71	14	6	55	1.427	796	25
Anteil (%)	25	6,6	3,2	0,9	2,4	0,7	0,1	0,1	1,3	0,4	8,9	0,6	5,9	12,4	0,9	0,1	0,1	0,7	18,7	10,5	0,3

SLB = sonstige Laubbäume (Nuß, Robinie, Vogelbeere),

Wo = Wildobst (Birne, Apfel)

SNb = Sonstige Nadelbäume (Tanne, Lärche, Strobe, Schwarzkiefer, Douglasie)

17.4 Baumartenverteilung nach Altersklassen

Baumart	I 1-20	II 21-40	III 41-60	IV 61-80	V 81-100	VI 101-120	VII 121-140	VIII über 140	Flächenanteil der Baumart [%]
Fi	6	26	21	25	10	3	4	5	18,7
Kie	8	46	13	10	9	3	9	2	10,5
Stro		6	12	76	6				0,0
SKie		100							0,0
Spir				100					0,0
Ta	83		17						0,0
ELä		3	22	75					0,2
JLä			95	5					0,0
Dgl		100							0,0
Bu	4	22	26	13	31		4		0,9
HBu	26	22	7	8	32	3		2	0,1
Li	46	383	6	5	2	3			2,4
Es	8	16	22	25	25	3	3	1	25,3
BAh	25	27	10	15	18	4	1	1	6,6
SAh	29	57	9	4	1				0,7
FAh	57		29		14				0,1
Rob		67	33						0,0
Kir	76	18	4	1	1				0,1
WOb	10	75		5	5	5			0,1
Ei	22	4	5	21	41	5	1	1	3,2
REi				75	25				0,0
Ul	15	23	5	28	26	2			0,9
Bi	9	50	18	14	8	1			1,3
Vobe	65	22	13						0,0
Kast	50		50						0,0
Nuss	100								0,0
WErl	15	49	27	5	4				8,9
As	32	46	10	8	3	1			0,4
Pa	19	47	15	12	6	1			12,6
Wei	18	40	20	16	5	1			6,0
SErl	21	22	13	18	24	1		1	0,6
Nadelholz	19	31	37	19	37	21	40	10	29,5
Laubholz	81	31	63	18	63	17	60	16	70,5
alle Baum- arten	12,7	31	18	18,4	13,9	2,5	2	1,5	
Flächendurch- schnittsalter	12	32	51	72	90	110	134	167	54 (alle BA, alle AKI)
Bestockungs- grad	0,87	0,99	0,92	0,92	0,9	0,92	0,89	0,67	0,93 (alle BA; alle AKI)

Bisher sind in der Reihe „Berichte aus der LWF“ folgende Hefte erschienen:

Nr. 1	1994	S. Krüger R. Mößmer A. Bäumler	Der Wald in Bayern: Ergebnisse der Bundeswaldinventur 1986-1990
Nr. 2	1995	A. König R. Mößmer A. Bäumler	Waldbauliche Dokumentation der flächigen Sturmschäden des Frühjahrs 1990 in Bayern und meteorologische Situation zur Schadenszeit
Nr. 3	1995	H. Reiter R. Hüser S. Wagner	Auswirkungen von Klärschlammapplikation auf vier ver- schiedene Waldstandorte
Nr. 4	1995	A. Schubert R. Butz-Braun K. Schöpke K.H. Mellert	Waldbodendauerbeobachtungsflächen in Bayern Standarduntersuchungen, Aufnahme der Humusformen, Tonmineralogische Untersuchungen, Aufnahme der Bodenfauna (Regenwürmer, Collembolen)
Nr. 5	1995	V. Zahner	Der Pflanzen- und Tierartenbestand von Waldweiherlebens- räumen und Maßnahmen zu deren Sicherung
Nr. 6	1996	A. Zollner	Düngeversuche in ostbayerischen Wäldern
Nr. 7	1996	S. Nüßlein	Einschätzung des potentiellen Rohholzaufkommens in Bay- ern auf der Grundlage der Ergebnisse der Bundeswaldinventur von 1987