

Aktuelle Waldverbreitung Mitteleuropas

*Sabine Abend
Anja Heubach
Tanja Hain
Ulrike Walter*

*Fach Waldökologie
Forstreuter
SS 2000*

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis.....	1
1. Einleitung.....	2
1.1 Lebensbereiche der wichtigsten Baumarten (Ökogramme).....	2
1.2 Überblick über die natürlichen Waldgesellschaften.....	3
1.2.1 Zonale, extrazonale und azonale Vegetation.....	3
1.2.2 Höhenstufen der Waldvegetation.....	4
2. Buchen- und Buchenmischwälder.....	8
2.1 Pflanzensoziologische Einteilung.....	8
2.2 Verbreitung der Buche in Europa.....	9
2.3 Charakterisierung der einzelnen Gesellschaften.....	10
2.3.1 Buchenwaldgesellschaften der Tieflagen bis unteren Berglagen.....	10
2.3.2 Buchen- und Tannen-Buchenwald-Gesellschaften in mittleren bis hohen Berglagen.....	14
2.3.3 Subalpine Bergahorn-Buchenwälder (Unterverband <i>Aceri-Fagetum</i>).....	15
3. Nadelwälder und Nadelbaum-beherrschte Mischwälder.....	16
3.1 Einführung.....	16
3.2 Weißtannenwälder.....	17
3.2.1 Tannenwald-Gesellschaften der Alpen und des Alpenvorlandes.....	18
3.2.2 Tannenwälder der Mittelgebirge und des Flachlandes.....	18
3.3 Fichtenwälder.....	18
3.3.1 Natürliche Verbreitung und Standorte der Fichtenwälder in Mitteleuropa.....	18
3.3.2 Standortbedingungen in verschiedenen Fichten-Gesellschaften.....	19
3.3.3 Montane und subalpine Fichtenwälder.....	19
3.4 Subalpine Lärchen-Arvenwälder.....	20
3.4.1 Lebensbedingungen der Lärche und Arve in den Zentralalpen.....	20
3.5 Kiefernwälder.....	21
3.5.1 Gesellschaften der aufrechten Bergkiefern.....	21
3.5.2 Standortliche Gruppen von Kiefernwäldern in Mitteleuropa (außerhalb der Moore und Flußauen).....	22
3.5.3 Sandkiefernwälder des Flachlandes.....	23
4. Sonderstandorte.....	24
4.1 Einführung.....	24
4.2 Hochmoore.....	24
4.3 Dünen.....	24
4.4 Flußauen und ihre Vegetation.....	25
4.4.1 Lebensbedingungen und Pflanzenformationen in Flußauen.....	25
4.5 Bruchwälder und verwandte Gesellschaften.....	29
4.5.1 Wesen und Entstehung der Bruchwälder.....	29
4.5.2 Schwarzerlenbruchwälder.....	31
4.5.3 Birken-, Kiefern- und Fichtenbruchwälder.....	32
Literatur.....	33

1. EINLEITUNG

Anknüpfend an das vorhergehende Referat "Waldentstehung und -veränderung" wollen wir in knapper Form die heute vorzufindende Waldverbreitung in Deutschland bzw. Mitteleuropa darstellen.

Wenn man die untenstehende Karte mit der natürlichen Vegetation Mitteleuropas betrachtet, ist die nahezu hundertprozentige Bedeckung mit Wald auffällig. Durch die Einwirkungen des Menschen wurde die Waldfläche auf ca. ein Drittel der Fläche zurückgedrängt, i.d.R. auf die weniger ertragreichen Standorte, während die ertragreicheren Böden landwirtschaftlich genutzt wurden. Die Artenzusammensetzung der Waldstandorte wurde durch die Forstwirtschaft anfänglich zugunsten der Eiche und schließlich vorwiegend durch den Einsatz von Nadelbäumen verändert.

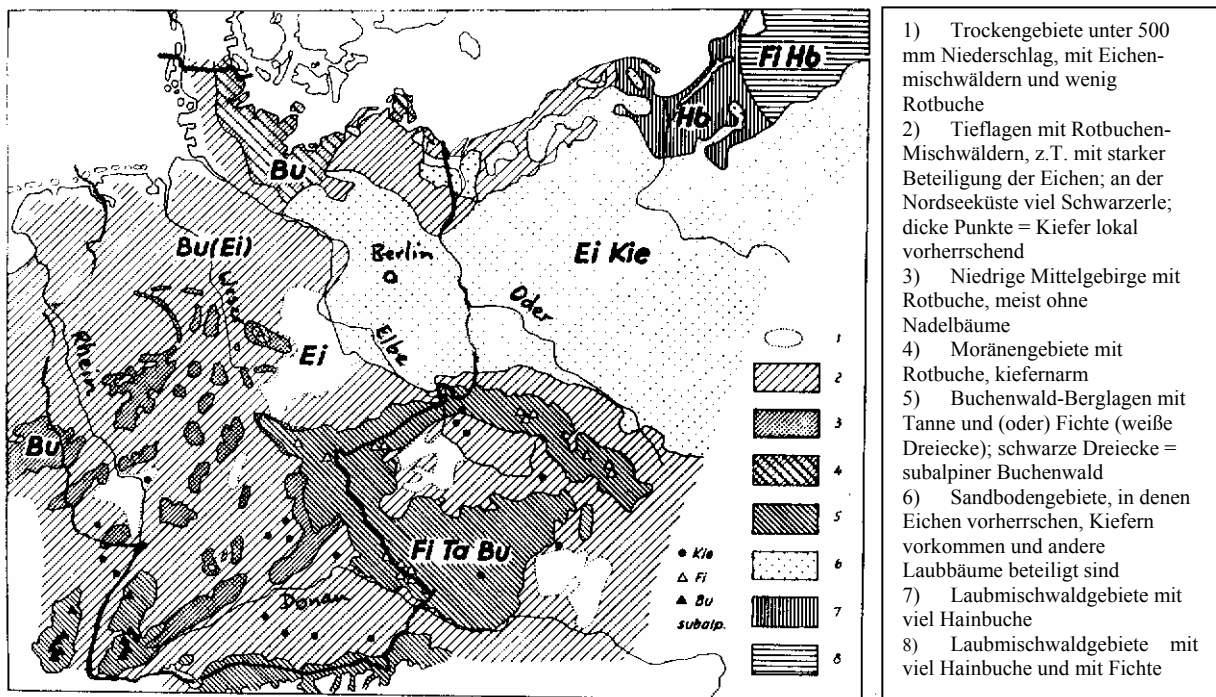


Abb. 1: Großgliederung der natürlichen Vegetation Mitteleuropas (ohne die Alpen) um Christi Geburt, d.h. vor stärkeren Eingriffen des Menschen (aus: ELLENBERG 1986)

1.1 Lebensbereiche der wichtigsten Baumarten (Ökogramme)

Um besser zu verstehen, warum an welchen Standorten natürlicherweise welche Baumarten dominant sind, ist es hilfreich, das Verhalten der Baumarten ohne und mit Konkurrenten zu betrachten (s. Abb. 2) (vgl. im folgenden ELLENBERG 1978). Auf der linken Seite sind die Potenz- und Herrschaftsbereiche der wichtigsten Baumarten dargestellt. Dabei fällt auf, daß sich die Potenzbereiche stark überlagern, wobei die Trocken- bzw. Nässegrenze des Waldes nicht von allen Baumarten erreicht wird.

Zur Dominanz kommen die Baumarten aber zumeist nicht in ihrem Optimalbereich, nur die **Rotbuche** ist in ihrem Potenzoptimum dominant. Gründe hierfür sind die Schattenverträglichkeit der Buche, ihre starke Wuchskraft und ihre Fähigkeit, Schatten zu spenden. Dort, wo die Leistungskraft der Buche wegen ungünstiger Standortbedingungen nachläßt, können sich andere Baumarten durchsetzen.

Auf sehr sauren, nährstoffarmen oder sehr trockenen sowie feuchten Bedingungen ist die **Stieleiche** dominant, die sich auch durch ihr hohes Alter lange an einem Standort halten kann. Findet man eine gute Nährstoffausstattung verbunden mit viel Feuchtigkeit vor, kommt die **Esche** zum Zuge durch ihre große Verjüngungskraft und Wuchspotenz.

Wo die Wuchsbedingungen für andere Baumarten wegen sehr niedrigen pH-Werten und großer Feuchtigkeit zu schlecht sind, ist die **Moorbirke** verbreitet.

Noch nassere Standorte – also auf anmoorigen oder moorigen Böden -, kann nur noch die **Schwarzerle** ertragen, nahe der eigenen physiologischen Nässegrenze.

Die **Waldkiefer** kommt auf fast allen Extremstandortkombinationen vor:

- sehr sauer und sehr feucht: z.B. Moorränder
- sehr arm und trocken: nährstoffarme Sande
- basisch und trocken: Föhnprallhänge der Alpen, Steilabfälle des Jura

Die **Fichte** bildet die obere Waldverbreitungsgrenze im Gebirge; sie kann kurze Vegetationsperioden und rauhes Klima ertragen.

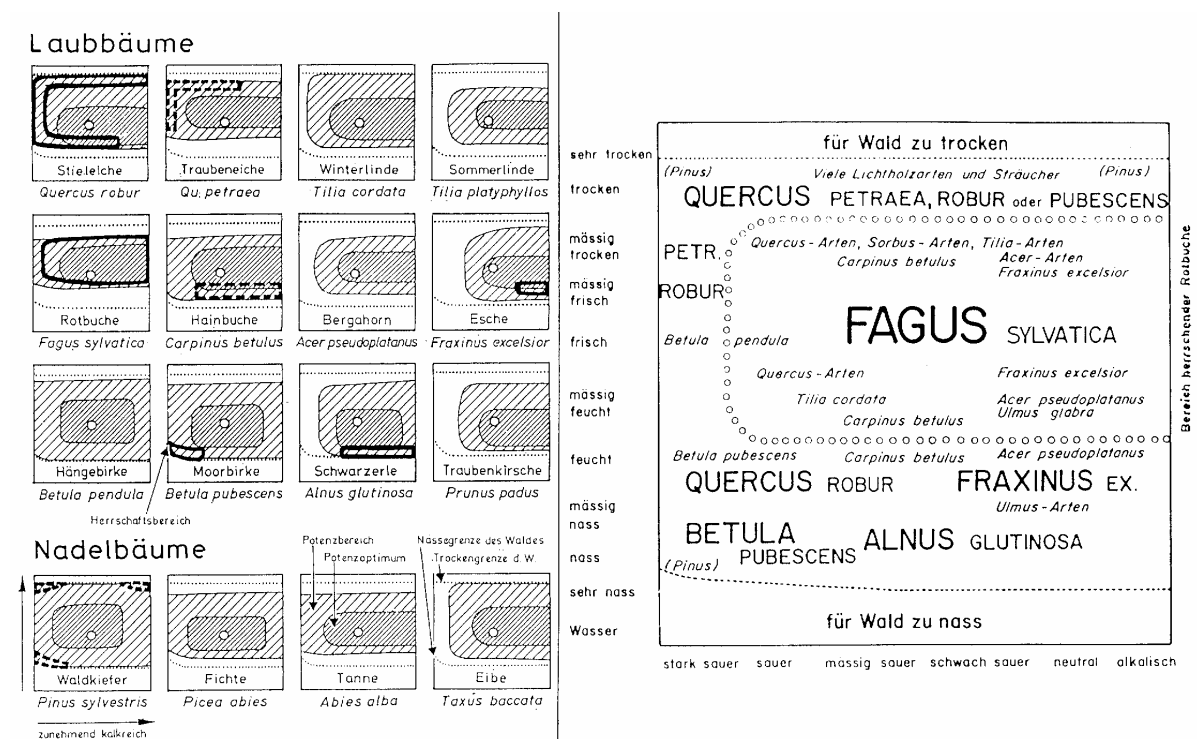


Abb. 2: Verhalten der wichtigsten Baumarten ohne und mit Konkurrenz (aus: ELLENBERG 1978)

1.2 Überblick über die natürlichen Waldgesellschaften

1.2.1 Zonale, extrazonale und azonale Vegetation

Nach ELLENBERG (1978) kann man die Vegetationsgesellschaften in folgende Gruppen unterteilen (s.a. Abb. 3):

- die „Normalvegetation“ des herrschenden Allgemeinklimas (**zonale Vegetation**),
- die durch trocken-warmes oder kühl-feuchtes Lokalklima anders ausgeprägte Vegetation (**extrazonale Vegetation**) und
- die Vegetation an Sonderstandorten (**azonale Vegetation**).

a) Zonale Vegetation

Die zonale Vegetation findet sich an Normalstandorten, die keine Extrembedingungen aufweisen, wie z.B. Grundwasservernässung, Überschwemmungsereignisse, starke Trockenheit oder Nährstoffmangel. Die Vegetation spiegelt das Allgemeinklima wider, das in der betreffenden Gegend oder Zone herrscht.

Je nach Ausgangsgestein sind das

- Buchenwälder (in Nordwestdeutschland auf karbonathaltigen Böden)
- Eichen-Buchenwälder (auf lehmigen Böden)
- Buchenärmere Birken-Eichenwälder (auf sandigen Böden)

b) Extrazonale Vegetation

Extrazonale Vegetation stellt sich bei Abwandlung des Lokalklimas durch lokale Gegebenheiten, insbesondere durch das Relief, ein.

Auf Süd- bis Westhängen, die ein trockeneres und wärmeres Lokalklima aufweisen, finden sich Artenkombinationen ein, die in einem südlich oder südöstlich sich anschließenden Gebiet zonal sind. Dagegen kommen auf den kühleren und feuchteren Nordhängen eher boreal geprägte Artenkombinationen vor.

c) Azonale Vegetation

Auf Sonderstandorten wie Flußauen, nassen Böden, Moor, Dünen oder Felsen ist die Vegetation eher durch die - relativ extremen - Bodenbedingungen geprägt als durch die Klimabedingungen. Man spricht daher von azonaler Vegetation, weil man ähnliche Artenkombinationen sowohl in kontinental als auch in subozeanisch geprägten Gebieten findet.

1.2.2 Höhenstufen der Waldvegetation

An der untenstehenden Abbildung 3 ist nicht nur die unterschiedliche Ausprägung der zonalen, extrazonalen und azonalen Vegetation der jeweils gleichen Klimazone dargestellt, sondern auch die Abhängigkeit der Artenzusammensetzung von der jeweiligen Höhenstufe. So nimmt der Anteil an Nadelbäumen (Kiefer, Tanne und Fichte) mit zunehmender Höhe zu, und zwar im kontinentaleren östlichen Mitteleuropa schon bei geringeren Höhen als im subozeanischen westlichen Mitteleuropa. Eichen kommen in den höheren Lagen nicht mehr vor, die Buche ist dagegen in der zonalen Vegetation (fast) bis an die Waldgrenze an der Waldzusammensetzung beteiligt.

Die planar-colline Stufe zeichnet sich durch relativ hohe Durchschnittstemperaturen und geringe Niederschläge aus, so daß im subozeanischen Bereich die Eiche verbreitet ist und im kontinentalen Bereich die Kiefer.

In der *submontanen Stufe (300-500m ü NN)* findet sich eine meist buchenreiche Waldvegetation.

In der *montanen Stufe (ab 500-900m ü NN)* ist die Durchschnittstemperatur etwa 3°C geringer als in den Tieflagen, aber durch das Abfließen der Kaltluft besteht eine geringere Nachtfrostgefahr. Der meist buchenreichen Waldvegetation sind zunehmend Nadelbäume beigemischt.

Bei der azonalen Vegetation werden in den Auen die Eichen und Weiden der tieferen Stufen von der Grauerle abgelöst, und auf Torfböden verdrängen Nadelhölzer die Schwarzerle.

In *der subalpinen Stufe* herrscht für die meisten Baumarten ein ungünstiges Klima. Es tritt eher extrazonale als zonale Vegetation auf, da die Artenkombinationen stark durch Relief und Sonderstandorte geprägt sind.

A Z O N A L

EXTRA-ZONAL

ZONAL

STANDORTS-CHARAKTER: + SUBOZEANISCH + KONTINENTAL

ALLGEMEIN KURZ- BEZEICHNUNG	SAND S		LEHM L		KALK K		SCHATT- HANG		SONN- HANG		FLUSSAUE		DÜNE	BRUCH	MOOR	SEE	
	Sand (Silikatar) Sandstein u.a.	stark saure Braunerde	Löß Moräne Silikat- gesteine	Parabr.-u Braunerde	Mull	Rendzina	Mod	Mull	Mod	Mull	Aue- lehm sand, Kies	Flug- sand	Ranker Podsol	Carri Fen	(Torf) Trophiegrad	(Torf)	(Wasser)
Reife Bodentypen																	
Humusform unter Laubwald																	
HÖHENSTUFE subalpin	Fi	AhFiBu		Mull	AhBu												
montan	TaFiBu	TaBu			(Ta)Bu	Fi Ta	Bu(Fi)Ta	(Kie)(Ta)Bu									
submontan	EiBu	(Ei)Bu			Bu	Bu Ta	TaBu	(Kie) EiBu									
collin-planar	BuEi	EiBu			(Ei)Bu	Bu Li u.a. (Bu)	Li u.a. (Bu)	(Kie) Submedit. Ei-Mischw.									
HÖHENSTUFE montan	(Bu)(Ta)Fi	(Bu)TaFi			(Fi)TaBu	Fi		(Kie)TaFi									
submontan	EiBuKie	KieFiEiBu			EiBu	Fi Kie Bu	FiTaBu	Kie Ei									
collin-planar	(Ei)Kie	LiEiHb			EiHb	(Bu) Ei Kie	(Bu) Ei FiHb	Kie Ei kontin. Ei-Mischw.									

Ah=Bergahorn, Bi=Moorbirke, Bu=Rotbuche, Ei=Eichen, Fi=Fichte, Kie=Waldkiefer, Hb=Hainbuche, Li=Linden, Ta=Weißtanne, Wei=Weiden

Abb. 3: Herrschende Baumarten in der zonalen, extrazonalen und azonalen Vegetation von der Ebene bis ins Gebirge im westlichen (subozeanischen) und östlichen (mehr oder minder kontinentalen) Bereich Mitteleuropas (aus: ELLENBERG 1978)

Im folgenden werden die einzelnen Gruppen von Waldgesellschaften der zonalen und der azonalen Vegetation genauer vorgestellt. Diese sind:

- Buchen- und Buchenmischwälder
- Laubmischwälder außerhalb der Flußauen und Sümpfe
- Nadelwälder
- Waldgesellschaften der Sonderstandorte (Hochmoore, Dünen, Flußauen, Bruchwälder)

2. BUCHEN- UND BUCHENMISCHWÄLDER

2.1 Pflanzensoziologische Einteilung

Tab. 1: Pflanzensoziologische Einteilung

Kategorie (Namensendung)	Hierarchie
Klasse (-etea)	Querco-Fagetea, Reichere Laubwälder und Gebüsche
Ordnung (-etalia)	Fagetalia, Edellaubmischwälder
Verband (-ion)	Fagion sylvaticae, Rotbuchenwälder
Unterverband (-enion)	Luzulo-Fagenion, Galio-odorati- Cephalantero- Hainsimsen- Fagenion, Fagenion, Buchenwälder Waldmeister- Seggen- Buchenwälder Hang- Buchenwälder
Assoziation (-etum)	

Der größte Teil der Laubwälder Mitteleuropas gehört zur Klasse *Querco-Fagetea* und zur Ordnung der Edellaubmischwälder (*Fagetalia*). In den Wäldern dieser Ordnung herrschen die Baumarten der Gattung *Acer*, *Carpinus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Tilia* und *Ulmus* sowie andere „anspruchsvollere“ Arten vor. Edellaubmischwälder würde sich naturnah in Mitteleuropa als Klimaxstadium auf fast allen Waldböden ausbreiten; außer auf Podsolen und extrem nassen Böden. Am besten gedeihen dann die Pflanzengesellschaften dieser Ordnung bei einer mittleren Jahrestemperatur von 4-12°C und einem mittleren Jahresniederschlag von 400-2000 mm.

Der Ordnung *Fagetalia* sind mehrere Verbände untergeordnet. Der Vertreter der Buchen- und Buchenmischwälder ist der Verband der Rotbuchenwälder (*Fagion sylvaticae*). Dazu gehören sämtliche buchenbeherrschende Waldgesellschaften sowie ein Teil der tannen- und ahornreichen Wälder Mitteleuropas.

Dieser Verband lässt sich pflanzensoziologisch in Unterverbände, diese wiederum in Assoziationen unterteilen. Die jeweilige Ausbreitung der dazugehörigen Gesellschaften orientiert sich an der geographischen Lage und den Bodentypen.

Den jeweiligen Waldgesellschaften werden Charakterarten und Differentialarten zugeordnet, um sie besser bestimmen zu können. Charakterarten sind Arten, die sich in ihrem Vorkommen auf jeweils eine Vegetationseinheit beschränken, d.h. sie kommen ausschließlich dort vor. Im Gegensatz dazu sind Differentialarten Arten, die zwar in mehreren Gesellschaften vorkommen können, trotzdem aber zu besseren unterscheiden von

Gesellschaften untereinander herangezogen werden. Der gesamte *Fagion*-Verband, als wichtigste Vegetationseinheit in Mitteleuropa, besitzt nur fünf Charakterarten (Waldmeister, Waldschwingel, Netzwurz, Zwiebel-Zahnwurz, Hasenlattich).

2.2 Verbreitung der Buche in Europa

Die Buche ist in Europa sehr weit verbreitet. Sie kommt unter den verschiedensten Bedingungen zur Herrschaft, da sie als Schattholzart auf allen nicht zu nassen, nicht zu trockenen, nicht übermäßig nährstoffreichen und nicht zu kalten Standorten den anderen Baumarten Mitteleuropas auf Dauer überlegen bleibt. Sie dominiert sogar noch dort, wo sie durch ungünstige Lebensbedingungen zum Krüppelwachstum gezwungen ist.

Die natürliche Gesamtverbreitung der Buche lässt sich der Abbildung 4 entnehmen.

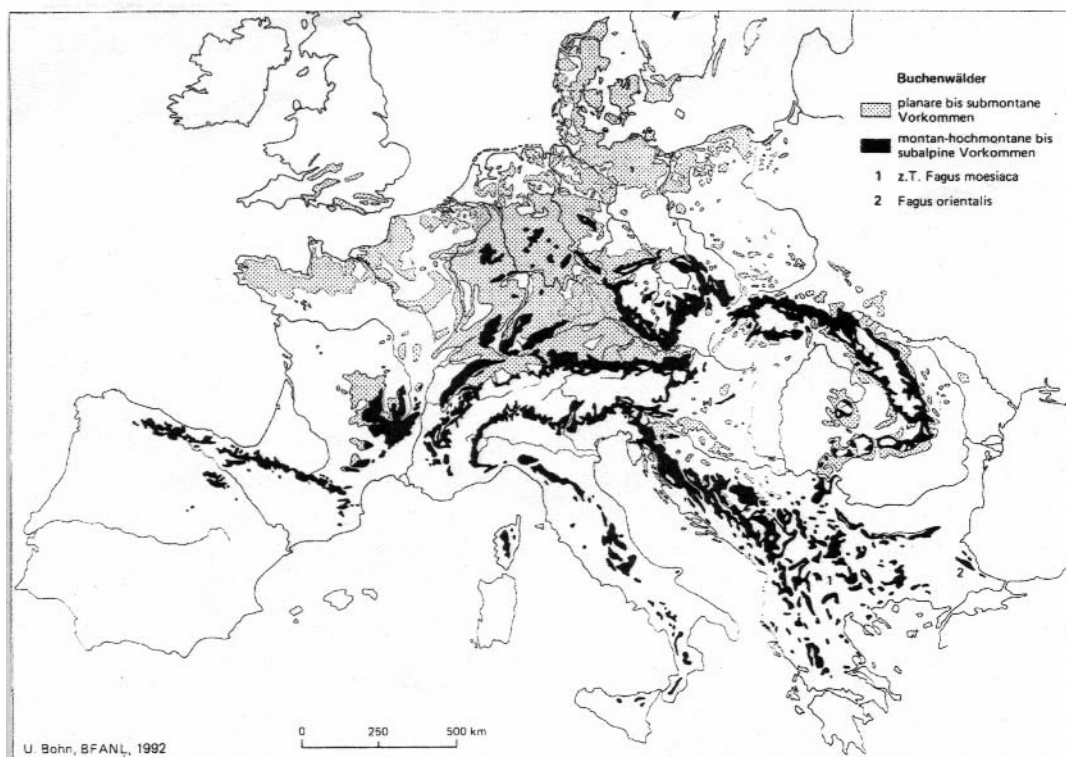


Abb. 4: Natürliche Gesamtverbreitung der Buchenwälder in Europa heute, differenziert nach planaren bis submontanen und montanen bis subalpinen Vorkommen (ELLENBERG 1996)

Die Ausbreitung der verschiedenen Buchenwaldgesellschaften des *Fagion*-Verbandes soll im Folgenden zum einen in Abhängigkeit von der Höhenlage und zum anderen in Abhängigkeit vom Kalkgehalt des Bodens dargestellt werden. Eine Übersicht dazu bietet die Abbildung 5. Dort werden die wichtigsten Buchenwald-Gesellschaften dargestellt. Neben diesen gibt es noch zahlreiche andere Gesellschaften, die hier nicht behandelt werden.

1. Buchenwald-Gesellschaften (Tiefland bis untere Berglagen)
a) Trockenhang-Kalkbuchenwälder (<i>Cephalanthero-Fagenion</i>), <ul style="list-style-type: none"> • Seggen-Hangbuchenwald (Orchideen-Buchenwälder) • Blaugras-Hangbuchenwald
b) Mull-Buchenwälder (<i>Galio odorati-Fagenion</i>) <ul style="list-style-type: none"> • Frischer Kalkbuchenwald Bärlauchreicher Mullbuchenwald • Braunmull-Buchenwald Mäßigfeuchter Buchenmischwald
c) Moder-Buchenwälder (<i>Luzulo-Fagenion</i>) <ul style="list-style-type: none"> • Hainsimsen-Buchenwald • Artenärmster Moderbuchenwald
2. Buchen-und Tannen-Buchenwald-Gesellschaften (mittlere bis hohe Berglagen)
a) Alpigener Mullbuchenwald
b) Tannenbuchenwald
3. Subalpine Bergahorn-Buchenwälder

Abb. 5: Systematische Übersicht der mitteleuropäischen Buchenwald-Gesellschaften (aus: ELLENBERG 1996; verändert und ergänzt)

2.3 Charakterisierung der einzelnen Gesellschaften

2.3.1 Buchenwaldgesellschaften der Tieflagen bis unteren Berglagen

a) Trockenhang-Kalkbuchenwälder (Unterverband *Cephalanthero-Fagenion*)

Seggen-Trockenhangbuchenwälder (Assoziation *Carici-Fagetum*) breiten sich auf niederschlagsarmen Gebieten mit Kalkunterlage (weiches Gestein) und Lössboden aus. Diese Buchenwälder sind meist nur charakteristisch an Hängen entwickelt. In Deutschland lassen sie sich beispielsweise am Kaiserstuhl finden. Auf den dortigen kalkreichen Lössböden herrscht ein trockenes, warmes Klima. Weiterhin findet man den Seggen-Trockenhangbuchenwald auch im südwestlichen Mitteleuropa (Schweizer Jura). Weiter nördlich werden diese Wälder artenärmer.

Entscheidender Faktor für die Ausbildung des Seggen-Trockenhangbuchenwaldes ist weniger der Bodentyp sondern eher die verfügbare Wassermenge. Warum wächst die Buche, die

relativ trockenempfindlich ist, auf solchen Standorten? Ein Grund dafür ist die Wurzelungstiefe. Bäume und hier insbesondere die Buche wurzeln bis in tiefere noch Wasser führende Schichten und können so ihren Wasserbedarf decken. Außerdem ist die Dominanz der Buche auch nur in der submontanen und montanen Stufe gegeben. In tieferen Lagen würde sich auf den beschriebenen Standorten die trockenheitsresistentere Eiche ausbilden.

Der Seggen-Trockenhangbuchenwald hat eine verhältnismäßig lockere Baumkrone und ist reich an Sträuchern und Jungbaumwuchs. In der Strauch- und Krautschicht findet man Arten, die gelegentliche Trockenheit überstehen können (z.B. *Sorbus aria*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana* und die Seggen *Carex digitata*, *Carex flacca*, *Carex montana*, *Carex alba*). Vereinzelt findet man die Traubeneiche, Bergahorn, Linde, Esche und andere Licht- und Halbschattengehölze.

Der Seggen-Trockenbuchenwald wird auch als Orchideen-Buchenwald bezeichnet, da Seggen und Orchideen durch gleiche Standortbedingungen begünstigt werden.

Mit abnehmendem Kalkgehalt des Bodens auf trockenen flachgründigen Hängen mit festem Kalk- und Dolomitgestein, kommt es zur Ausbildung der Blaugras-Hangbuchenwälder (Assoziation *Seslerio-Fagetum*). Die Verbreitung dieser Wälder ist eng an das Vorkommen des Blaugrases (Rügen, Polen, Tschechien, Slowakei, Ungarn) gekoppelt. Die Wuchsorte des Blaugrases sind Ausläufer des alpinen Hauptgebiets, d.h. Relikte aus kühleren, waldärmeren Zeiten.

Das Blaugras hat eine große Bedeutung für den Blaugras-Hangbuchenwald, da durch das Wurzelwerk des Grases die Feinerde festgehalten wird. Die Buche wächst sehr langsam und knorrig mit lichtem Kronendach. Diese Gesellschaft wird deswegen auch als Krüppelbuchenwald bezeichnet. Auf dem flachgründigen Boden sind Sträucher selten, denn der durchwurzelbare Bodenraum und das verfügbare Wasser werden von der Buche in Anspruch genommen.

b) Mull-Buchenwälder (Unterverband *Galio odorati-Fagenion*)

Die Verbreitung der Mull-Buchenwälder ist auf der folgenden Karte (Abb. 6) dargestellt.

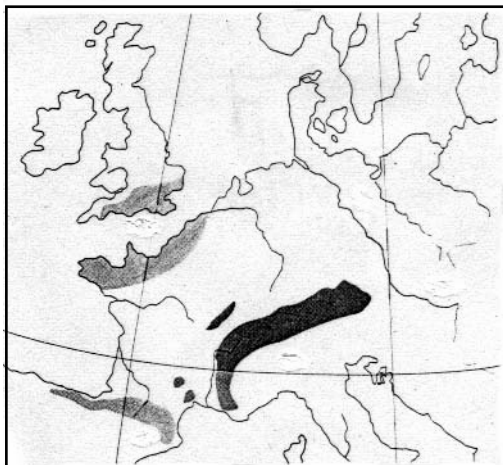


Abb. 6: Verbreitung der Mullbuchen-Unterverbände (ELLENBERG 1996)

Der bekannteste Vertreter ist der frische Kalkbuchenwald (Assoziation *Hordelymo-Fagetum*). Er ist vorwiegend an Hängen der Kalkgebirge, im Schweizerischen, Schwäbischen, Fränkischen Jura, auf den Kalkbergen Mitteldeutschlands, Südpolens, Nordtschechiens, der

Slowakei und auf den kalkhaltigen Moränen und Kalken (z.B. Rügen) verbreitet. Man kann sagen, dass dieser Kalkbuchenwald die häufigste naturnahe Waldgesellschaft der unteren Montanstufe (600-900 m) ist.

Auf dem Kalkgestein bildeten sich im Laufe der Bodenentwicklung Mullrendzinen aus, die meist noch nicht verbraunt sind. Verbraunende Tendenzen weisen die Böden in Nordwestdeutschland auf. Dort ist die Flora artenärmer als im Süden. Das Kalkgestein steht noch relativ dicht unter der Bodenoberfläche an, so dass der Wurzelraum ist ca. 20-30 cm mächtig ist. Die sich darauf ausbildenden frischen Kalkbuchenwälder vertragen keine Staunässe. Zur besten Ausbildung kommen die Kalkbuchenwälder an Hanglagen, die nicht zu trocken sind. Auf Ebenen oder in leicht geneigter Lage ist der Boden mit Lößlehm überdeckt, der den Basenreichtum mindert. Die Böden sind neutral bis schwach sauer und mäßig nährstoffreich. Deshalb findet man oft Basenzeiger, die ein saures Milieu meiden z.B. *Hordelymus europaeus*, das gleichzeitig Charakterart im frischen Kalkbuchenwald ist. Die Buchen wachsen unter den beschriebenen Bedingungen so gut, dass sie einen Hallenbuchenwald ausbilden, dessen Strauchschicht nur sehr spärlich vorhanden ist.

Die Untergesellschaft des frischen Kalkbuchenwaldes, den bärlauchreiche Mullbuchenwald, findet man auf Böden mit größerer Feuchtigkeit ohne Staunässe und höherem Nährstoffreichtum. Sie sind verbreitet in den niederschlagsreichen Teilen des nordwestlichen Berglands und im westlichen Mitteleuropa, wo das Klima noch ausgeprägtere ozeanische Tendenzen hat als in den reinen Kalkbuchenwäldern.

Wie der Name schon sagt, spielt der Bärlauch und weitere Geophyten (Lerchensporn, Anemone) eine wichtige Rolle. Diese Geophyten sind sehr nährstoffbedürftig, raschlebig sowie empfindlich gegen Austrocknung. Sie verschwinden relativ schnell, sobald sich der Boden erwärmt. Nach ihrem Rückzug ist dann der Bärlauchbuchenwald kaum vom frischen Kalkbuchenwald zu unterscheiden. Es bildet sich auch ein sehr dichtes Kronendach aus, das das Aufkommen von Sträuchern schwierig macht.

Auf Braunerden und Parabraunerden mit Mullaufgabe kommt es zur Ausbildung der Braunmull-Buchenwälder (Assoziation *Galio odorati-Fagetum*). Die Böden haben eine sehr gute Nährstoffversorgung und eine höhere Wasserhaltefähigkeit mit geringerem Kalkgehalt als die frischen Kalkbuchenwälder. Auf diesen leistungsfähigen Böden würden theoretisch die meisten Baumarten gut gedeihen, aber die Buche setzt sich durch. Auch für den Ackerbau sind die Braunerden und Parabraunerden sehr gut geeignet und demzufolge wurden in der Vergangenheit die Braunmull-Buchenwälder verstärkt gerodet. Ein naturnahes Vorkommen dieser Wälder ist deshalb nur beschränkt möglich. Beispielsweise findet man im westlichen Europa, entlang der baltischen Jungmoräne von Dänemark bis Pommern, in Südschweden und im Alpenvorland Braunmull-Buchenwälder.

Das Erscheinungsbild dieser Gesellschaft ist durch das dichte Kronendach der Buche geprägt. Im moos- und straucharmen Unterwuchs kommen zum Teil die Esche und der Berg- und Spitzahorn auf. Im Gegensatz zum frischen Kalkbuchenwald verschwinden die Kalk- und Trockenzeiger.

Die feuchtere Untergesellschaft des Braunmull-Buchenwaldes ist der mäßigfeuchte Buchenmischwald. Diese Buchenwaldgesellschaft breitet sich auf den Geschiebelehmen des norddeutschen Flachlandes aus. Der Boden unter diesen Wäldern ist, wie der Name schon sagt, mäßig feucht, in tieferen Schichten sogar zum Teil vergleht. Nimmt die Vergleyung noch stärker zu, kommt es zur Ausbildung von Eichen-Hainbuchenwäldern.

In der Krautschicht findet man Feuchtezeiger z.B. das Springkraut und Nitratzeiger. Allerdings wachsen hier nicht die die mäßige Feuchte liebende Geophyten wie der Bärlauch.

Da die Standorte feucht sind, kommt auch vereinzelt die Esche auf. Für die beschriebene Gesellschaft gibt es unterschiedliche botanische Bezeichnungen, da andere Mischbaumarten häufig vertreten sind (u.a. Eiche, Hainbuche).

c) Moder-Buchenwälder (größtenteils Unterverband *Luzulo-Fagenion*)

Auf Böden mit geringem Kalkgehalt bilden sich Moder-Buchenwälder aus. Sie gedeihen auf basenarmen Silikatgesteinen z.B. auf Graniten, Gneisen, Sandsteinen oder Tonschiefern, sowie auf lehmigen und sandigen Ablagerungen der Glazialzeiten. Im Vergleich zum Mull, auf dem die Mull-Buchenwälder gedeihen, wird in der Moderauflage die Blattstreu weniger gut umgesetzt. Die Böden besitzen einen ausgeprägten humosen A-Horizont mit einem pH-Wert zwischen 3 und 4. Das C/N-Verhältnis liegt bei 20.

Moder-Buchenwälder herrschen in Uslar im Weserbergland, im Harz und im Thüringer Wald vor. Viele der Flächen, auf denen sich dieser Buchenwaldtyp als Endstadium entwickeln würde, wurden in landwirtschaftliche Flächen umgewandelt oder während der letzten 150 Jahre mit Fichten und anderen Nadelhölzern aufgeforstet. Vor allem im Erzgebirge, Fichtelgebirge und den Sudeten griff die Verfichtung stark um sich.

Der bodensaure Buchenwald ist ein durch das „Sollingprojekt“ der DFG sehr gut erforschtes Waldökosystem.

Bodensaure Moder-Buchenwälder treten im gesamten Areal der Rotbuche in Mitteleuropa auf. Der Faktor Moder ist für das Vorkommen dieser Gesellschaft ausschlaggebender als die großklimatischen Einflüsse. Allerdings zeigen sich trotzdem gewisse klimabedingte Unterschiede. Die Moderbuchenwälder Mitteleuropas werden in fünf große Gruppen geteilt. Auf sie soll hier aber nicht weiter eingegangen werden.

Kennzeichnende Spezies der Moder-Buchenwälder ist die Hainsimse (*Luzula luzuloides*), die nur auf Moder gedeiht. Ihr Verbreitungsgebiet zeigt die Abbildung 7.

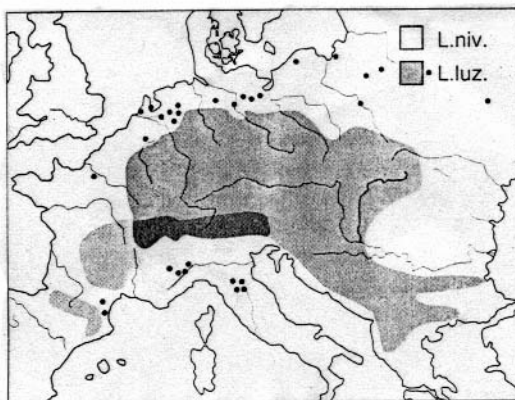


Abb. 7: Verbreitung der mitteleuropäischen Hainsimse (*Luzula luzuloides*) und der ihr ähnlichen Schneesimse (*Luzula nivea*) (ELLENBERG 1996)

Neben der Hainsimse gedeihen im Moder-Buchenwald weitere Säurezeiger, die als Differentialarten gelten. Fast alle Charakterarten des Fagion-Verbandes fehlen im Moder-Buchenwald.

Diese Buchenwaldgesellschaft bildet straucharme Hallenwälder, in denen nur an gelichteten Stellen Buchenjüngwuchs hochkommt. Oft ist die Strauchschicht mit Eichen durchsetzt. Die Mooschicht fehlt oder tritt nur kleinräumig hervor.

Früher wurde in diesen Wäldern die Streu entnommen. Das führte zur Bodenverarmung und damit verbunden zur Bildung von echtem Rohhumus und zur Podsolierung. Durch

menschliches Einwirken konnten sich daran angepasste Pflanzen (Drahtschmiele, Heidelbeere) breitmachen.

Die Einordnung in das pflanzensoziologische System ist bei den artenärmsten Moder-Buchenwäldern schwierig, da sie weder Charakterarten des Verbandes Fagenion noch der Ordnung Fagetalia besitzen. An Hand alter Karten lässt sich aber feststellen, dass diese Moder-Buchenwälder in Nordwestdeutschland häufig vorkamen. Das heißt, dass die Buche auch auf sehr armen Standorten durchsetzungsfähig ist. Allgemein gesagt sind alle saaleiszeitlichen Substrate in Nordwestdeutschland als potentiell buchenfähig anzusehen, außer die Böden mit Staunässe.

In den artenärmsten Buchenwäldern gedeiht wenig Unterwuchs. Auf Grund des sauren Bodenmilieus wachsen meist nur Säurezeiger.

2.3.2 Buchen- und Tannen-Buchenwald-Gesellschaften in mittleren bis hohen Berglagen

a) Alpiger Mullbuchenwald (Unterverband *Lonicerae alpigenae-Fagenion*)

Die Gesellschaft des alpinen Mullbuchenwaldes ähnelt dem Kalkbuchenwald, liegt aber viel höher als dieser. Sichtbar wird das insbesondere in der Veränderung der Bodenvegetation. Außerdem verschlechtert sich die Wuchsleistung der Rotbuche. Dieses Laubgehölz hat meist nur in der unteren bis mittleren montanen Stufe ihre beste Wuchsqualität. Je höher man kommt, umso schlechter wird ihre Wuchsleistung. Sie behält aber trotz der verminderten Wuchsleistung in einigen Regionen ihre Vorherrschaft. Nadelbäume treten nicht auf.

Der Boden, auf dem alpine Mullbuchenwälder gedeihen, ist nährstoffreich, relativ feucht, aber nicht nass.

Auf weniger fruchtbaren Böden in der oberen Montanstufe der Alpen und alpennahen Mittelgebirge mit gemäßigt-subozeanischem Montanklima bilden sich die im Folgenden beschriebenen Buchenwälder aus.

b) Tannenbuchenwälder (Assoziation *Abieti-Fagetum*)

Tannenbuchenwälder gedeihen z.B. in den Sudeten zwischen 500-1000 m Höhe, im östlichen Schwarzwald zwischen 500-900 m Höhe, in den Südalpen und den Vogesen. Vereinzelt kommen diese Wälder sogar noch als Urwälder vor.

Tannenbuchenwälder breiten sich genau wie die frischen Kalkbuchenwälder an geneigten Hängen am besten aus. Allerdings wachsen neben der Buche verstärkt Tannen und Fichten. Naturverjüngung und Sträucher treten wenig in Erscheinung. Die Krautschicht beherbergt montane und subalpine Pflanzen. Die Moosschicht ist besser ausgeprägt als in den Kalkbuchenwäldern, da durch Tanne und Fichte der Boden stärker belichtet wird.

Auf Grund der immer ungünstiger werdenden Lebensbedingungen für die Buche, stellt sich die Frage, warum die Nadelgehölze (insbesondere die Tanne) die Buche nicht ablösen. Die Tannenbuchenwälder gedeihen auf kalkhaltigen Böden, die immer noch laubbaumfördernd sind. Dieser Fakt begünstigt die Buche. Würde der Untergrund weniger kalkhaltig sein, würde sich die Tanne etablieren. Ein weiterer Grund für die Buchendominanz ist die höhere Stabilität der Buche gegen Windbruch.

Heutzutage werden in vielen Bereichen dieser Wälder die Buchen und Tannen durch die Fichte dominiert, da durch eine frühere Waldweidenwirtschaft die Buche stark verbissen wurde.

2.3.3 Subalpine Bergahorn-Buchenwälder (Unterverband *Aceri-Fagenion*)

Steigt man im Gelände noch höher, möchte man vermuten, dass der Buchenwald von Tannen, Fichten oder anderen Nadelhölzern abgelöst wird. Ganz im Gegensatz zu dieser Vermutung tritt in submediterranen und mediterran-atlantischen Bereichen die Buche in Vergesellschaftung mit dem Bergahorn und anderen Laubbäumen wieder in den Vordergrund.

Es kommt in Gebieten mit wintermildem, schneereichem Klima zur Ausbildung von subalpinen Bergahorn-Buchenwäldern. Man findet solche Gesellschaften beispielsweise in den Vogesen, im westlichen Jura, zum Teil in den Westalpen und anderen mitteleuropäischen Gebirgen.

Die Gründe für die Dominanz der Buchen in den hohen Berglagen sind noch nicht genau bekannt. Das Auftreten der Buche könnte man auf das warme Klima zurückführen. Denn hier sind die Laubgehölze raschwüchsiger als die Nadelgehölze und somit konkurrenzstärker. Weiterhin dominiert die Buche, da sie schneebruchfester ist als beispielsweise die Tanne und somit die schneereichen Winter besser überleben kann. Ein dazukommender Fakt ist die Empfindlichkeit der immergrünen Nadeln der Nadelbäume gegen einen Pilz, der auf den Nadeln parasitiert. Diese Schädigungen schwächen die Koniferen im Wettbewerb mit den winterkahlen Baumarten.

Der gewaltige Schneedruck im Winter prägt ganz entscheidend das Aussehen der Bergahorn-Buchenwälder. Der Schnee drückt auf die jungen Stämmchen und rutscht nach unten. Erst, wenn die Stämme stark genug sind, wachsen sie nach oben. So entsteht die charakteristische, säbelförmige Wuchsform der beiden Baumarten. Die Strauchschicht ist reich an Hochstauden. Diese wachsen sehr üppig, denn die Schneedecke schützt den Boden vor Frost, so dass Tiere und Bakterien aktiv sind und für eine gute Nitrifikation und Durchfeuchtung des Bodens sorgen. Insbesondere großblättrige Nitratpflanzen gedeihen sehr gut. Neben den guten Bodenverhältnissen spielt auch das Licht eine Rolle. Buche und Ahorn bilden ein lichtiges Kronendach, das den Wuchs von Krautigen begünstigt.

3. NADELWÄLDER UND NADELBAUM-BEHERRSCHTE MISCHWÄLDER

3.1 Einführung

In diesem Abschnitt sollen die in Mitteleuropa sowie in den Alpen vorkommenden Nadelwälder betrachtet werden. Insbesondere geht es um die Verbreitung der Tanne, Fichte, Kiefer und Lärche.

Von Natur aus spielen die Nadelgehölze wegen der starken Konkurrenzkraft der Buche und anderer Laubgehölze eine eher untergeordnete Rolle in Mitteleuropa. Jedoch haben sie flächenmäßig in den letzten 200 Jahren durch die moderne Forstwirtschaft stark an Bedeutung zugenommen. So wurde die Fichte z.B. in den vom Klima her eher ozeanisch geprägten Gebirgen Mitteleuropas und teilweise sogar im Flachland zu einer der häufigsten Nutzholzarten gemacht. Im Folgenden liegt der Schwerpunkt allerdings auf der vom Menschen nahezu unbeeinflussten Verbreitung der Nadelgehölze.

Allgemeiner Überblick über die natürliche Verteilung der Nadelhölzer in Mitteleuropa

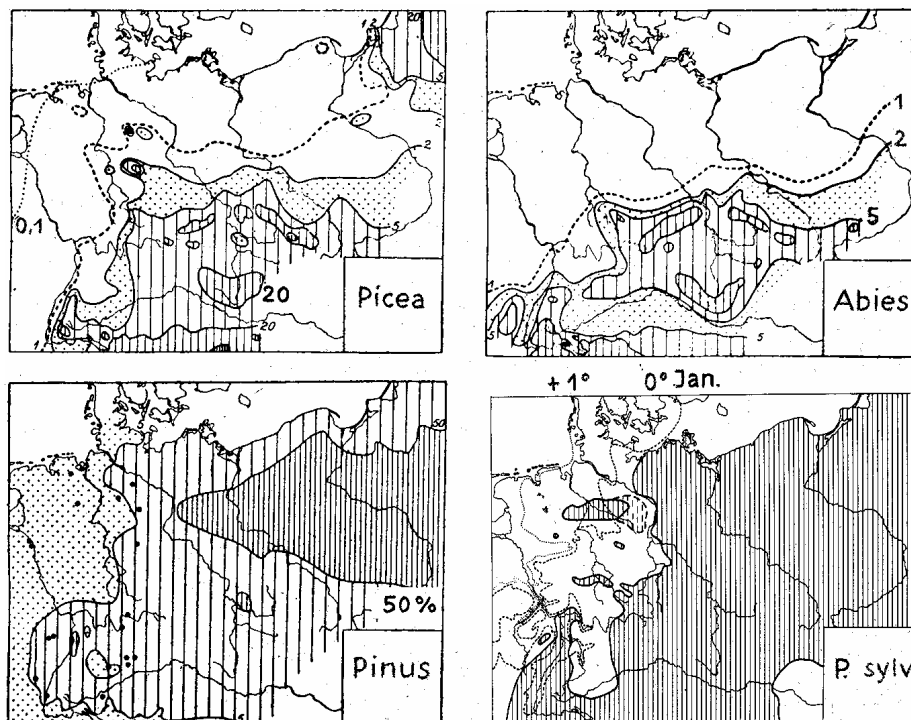


Abb.8: Übersichten zur natürlichen Verteilung der Nadelhölzer in Mitteleuropa außerhalb der Alpen (aus: ELLENBERG, 1978, in Anlehnung an FIRBAS, 1949)

Tannen (*Abies alba*) und Fichten (*Picea abies*) finden sich vorwiegend in den Mittelgebirgen und in den Alpen, wobei die Tanne in den Zwischenalpen dominiert und die Fichte dort an Bedeutung gewinnt, wo die Tanne aus klimatischen Gründen oder wegen ungünstiger Bodenverhältnisse zurücktritt. Z.T. greifen Tannen und Fichten aber im östlichen Mitteleuropa auch aufs Flachland über. Zirbelkiefern (*Pinus cembra*) und Lärchen (*Larix decidua*) finden sich z.B. in der hochmontanen und subalpinen Stufe der Zentralalpen. Die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) bevorzugt eher flachere Lagen.

Tab.2: Grobe Einteilung der Nadelwaldgesellschaften Mitteleuropas

<p>Heidelbeer-Nadelwälder (<i>Vaccinio-Piceetea</i>, <i>Vaccinio-Piceetalia</i>) Auf stark sauren Böden mit mächtiger Rohhumusdecke verbreitet, meist von Fichte oder Waldkiefer beherrscht</p>	<p>Besiedeln alle Höhenstufen; Ausdehnung ist in Mitteleuropa aber geringer als in Nord- und Osteuropa</p>
<p>Schneeheide-Kiefernwälder (<i>Erico-Pinetea</i>, <i>Erico-Pinetalia</i>) Auf kalkreichem Gestein in relativ trockener Klimalage</p>	<p>Schwerpunkt in den Kalkalpen, auf Sonderstandorte beschränkt</p>
<p>„Buchenwaldverwandte Nadelwälder“ Relativ gut mit Nährstoffen und Wasser versorgt, vor allem von Tanne oder Fichte beherrscht</p>	<p>Arten des Unterwuchses wie bei Fagetalia, aber aus klimatischen Gründen sind weder Buchen noch andere Edellaubhölzer enthalten</p>

(aus: ELLENBERG, 1986; verändert)

3.2 Weißtannenwälder

Im Gegensatz zu Fichten, Kiefern und Lärchen, die ihr Schwergewicht im Norden und Osten Europas bzw. sogar im nördlichen Asien haben, ist das Vorkommen der Weißtanne nahezu ganz auf Mitteleuropa beschränkt. Tannenwälder zeichnen sich zudem durch eine gewisse floristische Verwandtschaft mit dem Fagion aus. Da die Weißtanne sehr häufig mit der Rotbuche Mischbestände bildet, wird sie laut ELLENBERG 1986 von vielen Autoren sogar als Charakterart des Fagion-Verbandes angesehen. Jedoch sind Buche und Tanne trotz allem nur lose miteinander verknüpft; im Prinzip ähneln die Areale der Fichte und Tanne einander im mitteleuropäischen Bereich viel mehr als dem der Buche, da beide eine stark montane Verbreitungstendenz aufweisen. Besonders in den Ostalpen und östlichen Mittelgebirgen treten sie fast immer gemeinsam auf. Auch physiognomisch und lichtökologisch ähneln die Tannen- den Fichtenwäldern.

In der Höhenstufung vermittelt die Tanne oft zwischen Buche und Fichte. Gleiches gilt für den Kontinentalitätsgrad des Klimas, auch hier nimmt die Tanne eine Mittelstellung ein.

Tannenwälder sind relativ arm an Frühlingsblühern, dagegen aber reich an sommergrünen Arten und Moosen, die von Nadelstreu nicht so stark behindert werden, wie von Laubstreu.

Reine bzw. nahezu reine Tannenwälder finden sich unter natürlichen Verhältnissen nur auf folgenden Standorten:

1. in **subkontinental** getönten Klima auf mehr oder weniger **basenreichen** Böden in planarer bis montaner Höhenlage (*stehen den Buchenwäldern floristisch am nächsten, Buche selbst fehlt aber aus klimatischen Gründen; gehören zur Ordnung Fagetalia*)
2. in montanem bis subalpinem, **niederschlagsreichem** Klima auf **tonigen oder kalkarmen** Böden (*gehören ebenfalls größtenteils zur Ordnung Fagetalia*)
3. auf **staunassen, sauren** Böden in niederschlagsreichem Submontan- oder Montanklima

3.2.1 Tannenwald-Gesellschaften der Alpen und des Alpenvorlandes

Die Tannen besiedeln hier, wie in den übrigen Teilen Mitteleuropas, recht verschiedene Standorte, woraus sich eine floristische Vielfältigkeit ergibt.

Neben der ausgeprägten Moosschicht gedeihen auch andere Sauerhumus-Bewohner, wie z.B. *Vaccinium myrtillus*, *Luzula sylvatica*; in den „reicheren“ Tannenwald-Gesellschaften wachsen sie sogar in unmittelbarer Nähe zu anspruchsvollen Arten, wie *Sanicula europaea*. Ermöglicht wird dies durch den Auflagehumus, der sich aus der Nadelstreu und vermoderndem Holz bildet. Die Humusspezialisten wurzeln nur flach, während sich die Mullbewohner tiefere Bodenschichten erschließen.

Zwischen den „ärmeren“ Abieteten und den Piceeten besteht eine relativ nahe Verwandtschaft, die sich daraus ableiten läßt, daß die meisten Sauerhumuspflanzen, die in den Piceion-Verbänden auftreten, auch in den bodensauren Tannenwäldern vertreten sind.

Jedoch weisen die Abieteten im Gegensatz zu den Piceeten auch einige Arten auf, die auf bessere Ernährungsbedingungen schließen lassen (z.B. *Sambucus racemosa*, *Veronica officinalis*). Diese Arten lassen sich als lokale Differentialarten gegenüber den Piceeten verwenden.

Die Tannenwälder selbst haben nur die Weißtanne und allenfalls *Galium rotundifolium* als Charakterarten.

3.2.2 Tannenwälder der Mittelgebirge und des Flachlandes

Bodensaure und „mittlere“ Tannenwälder kommen außerhalb der Alpen und ihres Vorlandes im gesamten Areal der Weißtanne vor.

Auch Kalktannenwälder (Piceo-Abietetum) kommen in verschiedenen Mittelgebirgen, z.B. Schweizer Jura, südwestliche Schwäbische Alb, Fränkisches Jura, vor.

Da die Weißtanne kontinentale Klimabedingungen besser erträgt als die Rotbuche, findet man sie in den am weitesten nach Norden und Osten vorgeschobenen Teilen ihres Areals sogar in der Ebene (südöstlich von Warschau). Im polnischen Flachland treffen sich Tanne und Eiche und die Tanne wird zum Bestandteil buchenfreier Eichen-Hainbuchenwälder.

Die Höhen- und Kontinentalitätsgrenzen der Tannenwälder hängen offenbar mit den Wintertemperaturen zusammen. Abieteten finden sich selten in Gebieten, deren Januar-Temperaturmittel tiefer als -3.5°C liegt (Ausnahmen inbegriffen). In Lagen mit höheren Januar-Temperaturmitteln als etwa -2.5°C kann sich die Tanne nur auf staunassen Böden gegen die Buche durchsetzen (ELLENBERG, 1986).

3.3 Fichtenwälder

3.3.1 Natürliche Verbreitung und Standorte der Fichtenwälder in Mitteleuropa

Die Fichte meidet allzu trockene Standorte und ist als Flachwurzler in Trockenzeiten stärker gestreßt als andere Baumarten. Von Ostdeutschland zum polnischen Binnenland hin wirkt sich deshalb wohl auch die Niederschlagsarmut standortbegrenzend aus. In den übrigen Teilen Mitteleuropas ist jedoch das Klima feucht genug für die Fichte. Allerdings begünstigt die nach Westen zunehmende Ozeanität das Aufkommen der Laubhölzer, denn die Fichte kann hier weder Vorteile aus ihrer Kältefestigkeit noch aus ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Frostrocknis ziehen.

So wurde die Fichte durch die starke Konkurrenz der Buche sowie anderer Gehölze auf die relativ kältesten und kontinentalsten Lagen bzw. andere Standorte mit ungünstigen Bodenverhältnissen verdrängt.

Nach ELLENBERG 1986 finden sich natürliche Fichtenwälder in Mitteleuropa deshalb unter sehr verschiedenen Bedingungen:

a) Als zonale Vegetation auf Gesteinen aller Art

1. in der unteren subalpinen Stufe der Karpaten und Alpen sowie der Mittelgebirge östlich der Linie Harz-Frankenwald
2. in der montanen Stufe der relativ kontinentalen inneren Alpentäler (für Buche und Tanne zu kontinental)

Je nach Basenreichtum des Substrats entweder Ordnung *Fagetalia* oder *Vaccinio-Piceetalia*

b) Auf örtlich begrenzten Sonderstandorten

1. auf ruhenden Blockhalden und schmalen Felsbändern
2. in Kaltlufttälern und Dolinen der montanen bis hochmontanen Stufe
3. auf „Eiskellern“ der montanen Stufe (schattige, feinerdefreie Blockhalden, in deren Hohlräumen kalte Luft abfließt)
4. an Hochmoorrändern in der montanen Stufe kalkarmer Gebirge
5. an manchen feuchten Standorten in mehr oder weniger kühlem und kontinentalem Klima (nicht mehr überschwemmte Flußauen und feuchte Mulden der montanen Stufe) Fichtenreiche Auenwälder stehen systematisch den benachbarten Laubwaldgesellschaften nahe.

3.3.2 Standortbedingungen in verschiedenen Fichten-Gesellschaften

Bei Fichtenreinbeständen sorgen das immergrüne Kronendach und die schwer zersetzbare Nadelstreu für die Ausbreitung säureertragender Moose und Zwergsträucher sowie Sauerklee (*Oxalis acetosella*), der in keiner anderen Gesellschaft so häufig und regelmäßig auftritt.

Fichtenwälder besiedeln durchaus unterschiedliche Bodentypen (Eisenpodsole, Ranker, Rendzinen), denen lediglich die Humusaufgabe gemeinsam ist. Die durchschnittliche Mächtigkeit der Humusdecke nimmt mit zunehmender Bodentrockenheit ab. Nicht nur die Fichte kommt als Streulieferant in Frage, sondern auch andere Coniferen sowie Ericaceen und Moose, können unter gleichen klimatischen und geologischen Bedingungen gleichwertige Humusaufgaben schaffen. Gemeinsam ist ihren Rotteprodukten ein weites, also für den Stickstoffkreislauf ungünstiges C/N-Verhältnis (30 bis 40).

Je besser die N-Ernährung (NH_4^+ , NO_3^-), desto mehr Schattenblätter bildet die Fichte und desto mehr Nadeljahrgänge bleiben erhalten. Somit steigt auch der Blattflächenindex. Stickstoffreiche Nadeln transpirieren ökonomischer. Außerdem ist der Stickstoff-Faktor wie in den Laubwäldern mit ausschlaggebend für das Konkurrenzgeschehen am Waldboden.

Auch die Bodenfauna und damit die Streuzersetzung und Humusbildung werden von ihm mitgeprägt.

3.3.3 Montane und subalpine Fichtenwälder

Die montanen Piceeten der zentral- und zwischenalpinen Trockentäler besiedeln Höhenlagen und Böden, die in den äußeren Alpentälern von Tannen- oder Buchengesellschaften eingenommen werden würden. Das kontinentale Klima läßt hier aber nur die Fichte zu.

Der Schutz der Kronen dämpft das extreme Allgemeinklima, so daß sich auf basenreicher Unterlage viele krautige Pflanzen ansiedeln können, die sonst in Tannen- und Laubmischwäldern beheimatet sind, z.B. die von *Galium rotundifolium* angeführte Gruppe. In den zentralalpinen Fichtentälern herrschen basenarme Gesteine vor, so daß anspruchsvolle Arten fehlen. Auf trockenen Hängen entwickeln sich hier Perlgras-Fichtenwälder (*Melico-Piceetum*), auf etwas feuchteren Ehrenpreis-Fichtenwälder (*Veronico urticifoliae-Piceetum*). Im Gegensatz zu den montanen beherbergen die subalpinen Fichtenwälder meist nur wenige Arten, dafür aber mit größerer Stetigkeit und teilweise auch in großer Menge (z.B. *Oxalis acetosella*, *Vaccinium myrtillus*). Diese monotonen Fichtenwälder sind auch außerhalb der Alpen weit verbreitet. Ähnlich wie beim montanen Fichtenwald gibt es ebenfalls klimatisch „feuchtere“ und „trockenere“ Subassoziationen, die sich durch Zunahme der Kontinentalität von den Randketten zu den zentralen Massiven in der subalpinen Stufe ausbildet. Den subalpinen und montanen Fichtenwald-Gesellschaften der Schweizer Alpen entsprechen recht ähnliche in den weiter östlich gelegenen Alpenteilen. Es treten nur wenige Arten von südlicher und südöstlicher Verbreitung hinzu, und auch nur auf basenreichen Böden (z.B. *Helleborus niger*). Hingegen fehlen in den ostalpinen Fichtenwäldern einige ozeanische Elemente. Die Ähnlichkeit der Fichtenwälder auf kalkarmen und –reichen Böden liegt in der langsamen Zersetzung der Nadelstreu begründet. Je nach darunterliegendem Mineralboden unterscheidet sich aber der Stoffhaushalt des Auflagehumus.

3.3.4 Fichtenwälder in tieferen Lagen

Die Fichte ist als beigemischte Baumart von Natur aus bis weit ins Tiefland hinein verbreitet. Dies gilt nicht nur für Nordosteuropa sondern für ganz Mitteleuropa mit einigen kleinen Ausnahmen. Auf konkurrenzarmen Sonderstandorten (Hochmoorränder, saure Bruchwälder) kann sie in der submontanen und planaren Stufe sogar zur Herrschaft gelangen. Solche weit in Richtung Meer vorgeschobenen Fichteninseln gibt es z. B. im nordwestdeutschen Flachland sowie in der Lausitz.

Je mehr man im Alpenvorland nach Osten kommt, desto größer wird der natürliche Fichtenanteil auf den verschiedensten Standorten. Besonders häufig tritt sie in den Laubwäldern und Laub-Nadelmischwäldern der Ostalpen auf.

Durch die Nieder- und Mittelwaldwirtschaft des Mittelalters und der frühen Neuzeit sowie des Schneitelbetriebs war sie aber aus den Tieflagen fast verschwunden, da sie den Beschädigungen weniger gewachsen war als die meisten Laubbäume (vgl. ELLENBERG, 1986).

3.4 Subalpine Lärchen-Arvenwälder

3.4.1 Lebensbedingungen der Lärche und Arve in den Zentralalpen

Dort, wo in der oberen subalpinen Stufe überhaupt noch Wälder gedeihen können, handelt es sich um Lärchen (*Larix decidua*) oder Arven/Zirben (*Pinus cembra*). Im Kontinentalklima der inneralpiner Nadelholzzone haben sie die Baumgrenze bis auf über 2200m, teilweise sogar 2450m angehoben. Unempfindlichkeit gegenüber scharfen Frösten ist dafür eine Voraussetzung (-20 bis -30°C). Die Lärche hat sich zur Anpassung an die rauen Hochgebirgsbedingungen einen besonderen Schutzmechanismus angeeignet, indem sie alljährlich ihre Nadeln im Herbst abwirft (endogener Rhythmus). Ihre Strategie liegt in einer kurzen, aber physiologisch hochaktiven Vegetationsphase. Die aktiv zur Photosynthese

genutzte Periode beträgt nur 110-130 Tage. Dafür liegt die Assimilationsrate aber doppelt so hoch wie bei der Arve (OTTO, 1994, 149).

Die Arve hingegen ist ein immergrünes Gehölz. Im abgehärteten Zustand können die Nadeln Temperaturen von unter -40°C ertragen. Die Frosthärte schwankt aber im Laufe des Jahres, im Juli z.B. beträgt sie nur noch wenige Grad unter Null. Der Rhythmus der Frosthärte bei der Arve scheint ebenso wie der Belaubungsrhythmus der Lärche von inneren Faktoren abzuhängen. Der Jahresrhythmus der Frosthärte wird vor allem von der Tageslänge gesteuert. Die meisten Pflanzen des Unterwuchses in Arven-Gesellschaften sind frostempfindlicher als die Arve selbst. So auch die Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*), die höchstens -28°C erträgt und auf Schneeschutz angewiesen ist.

Trotz der immergrünen Nadeln ist die Vegetationsperiode der Arve in der oberen subalpinen Stufe fast ebenso kurz wie die der Lärche. Im Winter bleiben die Spalten der Nadeln geschlossen. Die trotzdem eintretenden geringen Transpirationsverluste können durch die Wasseraufnahme tiefstreichender Wurzeln ersetzt werden.

Im Juli erreicht der Gasaustausch sein Maximum und schon im September nimmt er wegen der Nachtfroste wieder stark ab.

Günstige Wuchsbedingungen herrschen meist nur drei Monate pro Jahr, und so vergehen mindestens 100 Jahre, bis eine Arve in der oberen subalpinen Stufe 10m Höhe erreicht. Das Holz ist deshalb sehr engringig und dadurch widerstandsfähig gegen Schädlinge. Insgesamt kann die Arve ein Alter von bis zu 1000 Jahren erreichen.

Die Lärche wächst etwas schneller und wird selten älter als 300 bis 400 Jahre.

In wärmerem Klima gedeihen beide Arten wesentlich besser (die Lärche wird auch in collinen und planaren Lagen angebaut).

Lärchen und Arven können sowohl auf basischen als auch auf sauren Unterlagen gedeihen, solange die äußeren Bedingungen erträglich sind.

Die Ursache, weshalb Arven und Lärchen nur in den Innen-, aber nicht in den Voralpen eine besondere Waldstufe aufbauen konnten, liegt in den sommerlichen Strahlungsverhältnissen begründet (Kontinentalitätsgrad des Klimas). In den Randalpen haben die Bäume ähnlich harte Winter zu ertragen, genießen aber nicht den Ausgleich größerer Sommerwärme. So kann die kurze Vegetationsperiode weniger intensiv zum Stoffgewinn genutzt werden. Oberhalb der Fichtengrenze existieren auf den Voralpen daher Arven und Lärchen nur noch in schmalen Gürteln.

Die Verbreitung der Lärchensamen erfolgt über den Wind. Die Samen sind zur Keimung aber auf Rohböden angewiesen, denn schon Humus- und Moosdecken über 2 cm behindern die Keimung. Die Arve bildet schwere Nüsse, deren Verbreitung außerhalb des Kronenbereiches nur durch Tierverschleppung erfolgt. Reine Lärchenwälder sind in der Natur selten, da sie im Verbreitungsgebiet der Arve früher oder später von dieser unterwandert und dann verdrängt werden. Die Lärche ist also eher als Pionier zu bezeichnen, wohingegen die Arve als Baum der Optimal- und Altersphase einzuordnen ist.

3.5 Kiefernwälder

3.5.1 Gesellschaften der aufrechten Bergkiefern

In der oberen subalpinen Stufe der Alpen wird der Lärchen-Arvenwald stellenweise durch Bergkieferngesellschaften ersetzt. Westlich der Linie Bodensee-Comersee hauptsächlich aufrecht wachsende (8-20m) Formen von *Pinus mugo*. In den Ostalpen und anderen östlichen Hochgebirgen bilden niederliegende Formen (Schneeschutz) mehr oder minder ausgedehnte

Gebüsche oberhalb der Waldgrenze. Sie sind beide bodenvag und müssen als konkurrenzschwache Lichthölzer mit nährstoffarmen Standorten vorlieb nehmen.

3.5.2 Standörtliche Gruppen von Kiefernwäldern in Mitteleuropa (außerhalb der Moore und Flußauen)

Die beiden von Natur aus kiefernreichsten Landschaften Mitteleuropas sind der Alpenraum und das nordostdeutsche sowie polnische Flachland.

In der Vielfalt der von ihr besiedelten Standorte übertrifft die Kiefer alle anderen Baumarten Mitteleuropas. Dieser Standortvielfalt entspricht eine Fülle von Wuchsformen. In wintermildem Klima herrschen gedrungene Rassen, in winterkaltem Klima sind aufstrebende häufiger.

Wegen des weiten Pollenflugs stehen die Populationen über ganz Europa im Austausch, so daß man nur selten bestimmte Wuchsrassen mit bestimmten Standorten fest verbunden findet. In stark ozeanisch getöntem Klima, z.B. Holland/Nordwestdeutschland kann sich die Kiefer selbst auf den ärmsten Böden nicht gegen Birken und Eichen behaupten. Sie ist aber in großen Teilen des niedersächsischen Flachlandes durch Bevorzugung bei Heideaufforstungen zur landschaftsbeherrschenden Baumart geworden. Auch in anderen Teilen Mitteleuropas ist die Kiefer wegen ihres raschen Wuchses und gut verwertbaren Holzes forstwirtschaftlich sehr begehrt.

In ihrem Hauptareal, dem großräumigen nordeuropäisch-sibirischen Nadelwaldgebiet bewährt sie sich besonders als Pionier nach Waldbränden. *Pinus sylvestris* bildet eine dicke Borke, die besonders im Alter Schutz gegen Bodenlauffeuer bietet, so daß nach einem Brand genügend Samenbäume übrigbleiben.

Die Unterscheidung und systematische Ordnung von Kiefernwaldgesellschaften gestaltet sich laut ELLENBERG sehr schwierig (Standortvielfalt, Begünstigung durch den Menschen etc.) Auch finden sich kaum eigene Charakterarten in den weit verbreiteten Gesellschaften.

Die von *Pinus sylvestris* beherrschten Gesellschaften in Mitteleuropa teilt ELLENBERG 1986 wie folgt ein:

1. **Steppen-Föhrenwälder** der wärmsten Lagen in den inneralpinen Trockentälern (*Pulsatilla-Pinetea*)
2. Wärmeliebende **Eichen-Kiefern-mischwälder** der collinen Stufe und niederschlagsarmer Teile des nordöstlichen Flachlandes (*Quercion pubescenti-petraeae*)
3. **Pfeifengras-Mergelhang-Föhrenwälder** wechsellückiger Mergelhänge der submontanen bis montanen Stufe in Alpennähe (*Molinio-Pinetum*)
4. **Schneeheide-Föhrenwälder** mehr oder minder kalkreicher Trockenhänge und Schotterflächen in submontaner bis hochmontaner Lage (*Erico-Pinion*)
5. Bodensaure **Sandkiefernwälder** der subkontinentalen nordöstlichen Diluviallandschaften (*Dicrano-Pinion*)
6. **Dünen-Kiefernwälder** als Endstadien der natürlichen Dünenfixierung (*Corynephorion*)
7. **Kiefern-Moor- und Bruchwälder** der Hochmoorränder und Waldhochmoore sowie kalkarmer Sümpfe in subkontinentalem Klima (*Sphagnion magellanicum*)

5-7: „Sauerhumus-Kiefernwälder“, siedeln auf sehr sauren Substraten und beherbergen nur acidotolerante und acidophile Arten.

3.5.3 Sandkiefernwälder des Flachlandes

Die Sandkiefernwälder des Flachlandes bilden sich auf sauren bis stark sauren Böden. Zumeist handelt es sich um silikatarmer Sande verschiedener Herkunft (z.B. Talsande).

Von Holland über Nordwestdeutschland und Brandenburg bis hin zum östlichen Polen steigt der Anteil der Kiefer mit zunehmendem Kontinentalitätsgrad des Klimas. In diesem Klimagefälle ändert sich aber auch das Artengefüge der Strauch-, Kraut- und Moosschicht. Im niederschlagsarmen Nordhavelland bildet sich auf armen, trockenen Sanden natürlicher Eichen-Kiefernwald. Im Bereich des märkischen Eichen-Kiefernwaldes gelegentliches Auftreten von *Holcus mollis*, *Avenella flexuosa*, *Fagus*. Weiter ostwärts fehlt die Buche ganz, jedoch kommt es nicht zur Bildung völlig laubholzfreier Kieferbestände.

Die Eiche (*Quercus robur*) behält selbst im mittleren und östlichen Polen eine Begleiterrolle. Je nach Bodengüte (Grundwasserverfügbarkeit, Tongehalt des Sandbodens) und Kontinentalitätsgrad herrschen also im Flachland des nördlichen Mitteleuropa entweder Kiefern oder Eichen oder anspruchsvolle Laubhölzer vor.

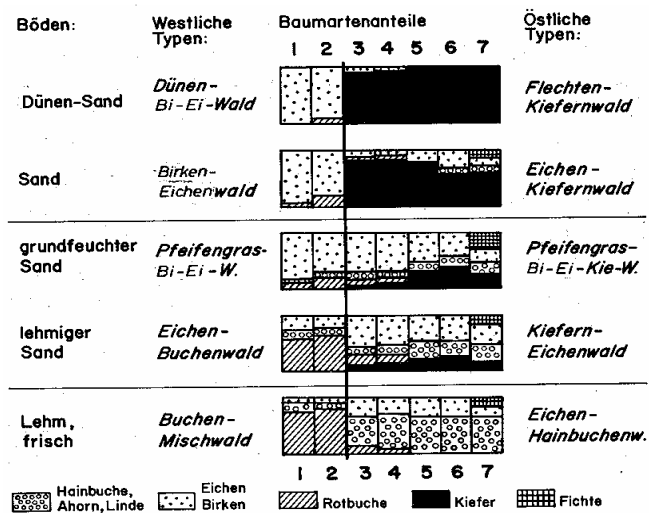


Abb.9: Ungefährer Anteil der Kiefer und anderer Baumarten am Aufbau natürlicher Wälder auf Böden zunehmenden Lehmgehaltes im altdiluvialen Flachland von Holland bis Ostpolen (aus: ELLENBERG, 1978)

Es gibt im nördlichen Mitteleuropa noch zahlreiche andere Kiefernwälder, z.B. in Mecklenburg und Pommern Buchen-Kiefernwälder (selten), Tannen-Kiefernmischwald (zwischen Lysa Gora und Warschau) sowie Wacholder-Kiefernwald (entstand durch Beweidung mit Schafen und Ziegen, Zwergsträucher und Moose wurden zerstört, Eichen etc. ausgemerzt, nur Wacholder kam ungeschoren davon), der sich vor allem in der Nähe größerer Siedlungen in Brandenburg sowie Polen findet. Diese Gesellschaften werden aber zunehmend durch die Forstwirtschaft verdrängt (ELLENBERG, 1986).

4. SONDERSTANDORTE

4.1 Einführung

Der folgende Abschnitt betrachtet die herrschenden Pflanzengesellschaften bzw. Baumarten der sogenannten „azonalen“ Vegetation, von der Ebene bis ins Gebirge im westlichen (subozeanischen) und östlichen (mehr oder minder kontinentalen) Bereich Mitteleuropas.

Unter **azonaler Vegetation** werden Pflanzenkombinationen verstanden, die in mehreren Zonen mit verschiedenem Allgemeinklima in ungefähr gleicher Form auftreten, weil sie von den gleichen extremen Bodenfaktoren geprägt werden. Sie sind aber keineswegs vom Allgemeinklima unabhängig, sondern wandeln sich durch Klimaeinflüsse weniger stark und offensichtlich als die zonalen Einheiten (ELLENBERG 1978, 74).

Einen Überblick über die herrschenden Baumarten der azonalen Vegetation gibt Abb. 3. In diesem Zusammenhang werden die Schwerpunkte der Ausarbeitung auf die Naturvegetation der Flußauen und Bruchwälder gesetzt. Zur azonalen Vegetation gehören jedoch auch Seen und Niedermoore, die nach Ellenberg als gehölzfrei bezeichnet werden und deswegen hier keine Beachtung finden, sowie Hochmoore, Dünen und Felsen.

4.2 Hochmoore

Während Niedermoore unter Grundwassereinfluss entstehen und dadurch mineralstoffreich sind, entwickeln sich **Hochmoore** durch hohe Niederschläge und in Verbindung mit einem entsprechenden Staukörper im Boden. Sie sind in ihren wesentlichen Eigenschaften als nährstoffarm und sauer zu charakterisieren. Hochmoore kommen in Deutschland heute nur noch in wenigen Naturschutzgebieten der Küstenregionen sowie der Alpen vor, etwas gehäuft in den Mittelgebirgen. Sie wurden überwiegend entwässert und fielen dem Torfabbau zum Opfer. Als Baumarten überwiegen in den submontanen, collin-planaren Höhenstufen Kiefer und Moorbirken, in den montanen Lagen Bergkiefern und Fichten (ebd. 1978).

4.3 Dünen

Dünenstandorte treten nur in submontaner und collin-planarer Lage auf und werden in Küstendünen und Binnendünen unterschieden.

Die **Küstendünen** der deutschen Nordseeinseln sind überwiegend waldfrei, da sie nach ELLENBERG 1978 einerseits noch relativ jung sind und starken Veränderungen unterliegen, und andererseits durch die dichte Besiedelung der Inseln eine Weiterentwicklung von Dünenbüschen zu Wäldern verhindert wird. Theoretisch wäre hier - wie auf vergleichbaren holländischen Standorten - eine Weiterentwicklung zu bodensauren Eichenwäldern möglich. Die Ostseeküste steht überwiegend unter kontinentalem Klimaeinfluss und hier zeigt sich bei Bewaldung der Dünen als herrschende Baumart die Waldkiefer (z.B. an der Odermündung).

Binnendünen entstanden während und direkt nach der Eiszeit und sind in den eiszeitlich geprägten Landschaften häufiger anzutreffen (z.B. in Brandenburg). Die mögliche Waldentwicklung kann in Richtung eines Birken-Eichenwaldes verlaufen, östlich der Elbe - unter kontinentalerem Einfluss - beteiligt sich die Waldkiefer entsprechend stärker (ebd., 490ff).

4.4 Flußauen und ihre Vegetation

4.4.1 Lebensbedingungen und Pflanzenformationen in Flußauen

Auwälder sind Dauergesellschaften im Überschwemmungsgebiet der Flüsse. Die Häufigkeit und Dauer der Überschwemmungen hängen weitgehend vom jeweiligen Niveau der Gesellschaft über dem mittleren Wasserstand und der Schwankungshöhe zwischen Nieder- und Spitzenhochwasser ab. Charakteristisch sind somit kontinuierliche und plötzliche Standortsveränderungen durch Anlandung und Erosion, so dass Auwälder einer sehr differenzierten Entwicklungsdynamik unterliegen (MAYER 1986, 178f). Die Vegetation muss einerseits mit wechselnden, teilweise völlig unberechenbaren Bedingungen klarkommen (Überflutungen, Trockenperioden), profitiert jedoch andererseits von besonderen Ernährungsbedingungen (nährstoffreiche Spülsäume bieten v.a. Lebensräume für raschlebige, annuelle Nitratpflanzen) (ELLENBERG 1978, 333f).

Des Weiteren wird die Zusammensetzung der Auwaldvegetation entscheidend durch das montane, submontane und kollin-planare Klima beeinflusst. **Tab. 3** gibt diesbezüglich eine Übersicht der Morphologie und Vegetation mitteleuropäischer Flussauen von den Alpen bis zur Nordseemündung, wobei zu berücksichtigen ist, dass es sich um eine schematische Darstellung handelt, die sich auf natürliche Bedingungen bezieht, die heute nur noch selten anzutreffen sind.

Auwälder, wie sie im folgenden geschildert werden, sind durch menschliche Eingriffe zurückgedrängt worden. Flussbegradigungen, Eindeichungen, Grundwasserabsenkungen und Abholzungen haben dazu geführt, dass die nährstoffreichen Auen heute überwiegend landwirtschaftlich genutzt werden (die Folgen können in diesem Zusammenhang nicht diskutiert werden). Während im Hochgebirge aufgrund des Sommerhochwassers (Schneesmelze) überwiegend Viehweiden oder Wälder den relativ schmalen Auenbereich dominieren, herrscht entlang der Mittelgebirgsflüsse heute Wiesenanbau vor. In den ausgedehnten Auenbereichen z.B. des Rheins, wird großflächiger Ackerbau betrieben (ebd., 332ff).

Bei einem im Gebirge entspringenden Fluss unterscheidet ELLENBERG in Anlehnung an MOOR (1958) 5 Abschnitte:

1. Der Quellauf ist schmal und kerbt sich mehr oder minder rasch in das Gestein ein. Er wird zeitweise von hygrophilen Staudenfluren oder anderen Nässe ertragenden Gesellschaften begleitet, bildet aber nur vor Felsschwellen oder anderen Hindernissen kleine Auen aus.

2. Der Oberlauf ist durch eine schmale oder gar fehlende Aue gekennzeichnet. Das rasch strömende Wasser setzt vorwiegend Kies und Sand ab und überflutet die Aue nur flach. Auf Kiesbänken im Flussbett können regenerationsfähige Sträucher siedeln, die Aue wird von „Weichhölzern“ insbesondere der Grauerle besiedelt.

3. Am **Mittellauf** (beginnend in den Gebirgstälern oder am Gebirgsrand) kann außer dem Flussbett bereits eine „Weichholzaue“ und eine „Hartholzaue“ unterschieden werden.

4. Der **Unterlauf** hat ein geringes Gefälle und mäandriert deshalb noch stärker. Die Aue ist breiter und in ihrer Vegetationsabfolge differenzierter. Durch feinkörnigere Ablagerungen geprägt weist sie verstärkt Altläufe auf, die seenartig verlanden. Die auf hohe Sommerwasserstände angewiesenen Grauerlen fehlen.

5. Der **Mündungslauf** eines Flusses kann weit in das Landesinnere reichende Trichtermündungen ausbilden, wenn ein starker Einfluss durch Ebbe und Flut besteht (Nordsee, z.B. an der Elbe), Röhrichte leben hier unter ganz besonderen Verhältnissen. Schwankt der Meeresspiegel hingegen gering, bildet sich unter natürlichen Verhältnissen ein breites Delta aus, in dem Röhrichte und Weiden-Auenwälder fruchtbare Schlick-Standorte vorfinden (ebd., 335f).

Die Stufenfolge der Formationen, die von der Flussmitte bis zum Rande der Aue aufeinander folgen, ist in der mittleren und unteren Laufstrecke am vollständigsten, also in dem Bereich, in dem der Fluss mehr sedimentiert als erodiert. **Abb.10** zeigt einen schematischen Querschnitt durch die vollständige Serie der Auenvegetation am Mittellauf eines Flusses im tiefmontanen und collinen Alpenvorland, um die folgenden Erläuterungen bildlich zu verdeutlichen.

Tab. 3: Morphologie und Vegetation mitteleuropäischer Flußauen von den Alpen bis zur Nordsee (nach ELLENBERG 1978 verändert)

	FLUSSABSCHNITT			
MORPHOLOGIE	Alpentäler	Alpenvorland	Flachland	Nordseemündung
Allgemein	Meist Ober- oder Mittellauf Überwiegend Erosion	Meist Mittellauf, z.T. Unterlauf Erosion und Sedimentation	Unterlauf Überwiegend Sedimentation	Mündungslauf Überwiegend Sedimentation
Strömung	Rasch	mittel	langsam	langsam
Hauptsediment	Kies	Sand	Lehm	Schlick, Sand
Hochwasser	Sommer	Frühsommer, Winter	Winter (Sommer)	Winter
Gestalt des Laufes	Viele kleine Rinnen	Mehrer Arme, mäßig mäandrierend	Wenige Arme, viele weite Schlingen	Breite Trichtermündung
Bezirke mit Stillwasserverlandung	fehlen	selten (große Altläufe)	zahlreich (Altläufe)	fehlen
VEGETATION				
Stufung (hoch)	-	Hartholzwald	Hartholzwald	Hartholzwald
(tief)	Grauerlen oder Grünerlen Buschweiden Kräuter	Grauerlen oder Baumweiden Flussröhricht Annuelle	- Baumweiden Flussröhricht Annuelle	- Baumweiden Tiederöhricht -
Im Flussbett	<i>Chondriletum</i>	<i>Polygono-Chenopodietum</i> und (oder) <i>Polygono-Bidentetum</i>		-
Unterer Auenrand	<i>Chondriletum</i>	<i>Agropyro-Rumicion-Gesellschaften</i>		<i>Bolboschoenetum maritimi</i>
Übergangszone	<i>Salici-Myricarietum</i>	<i>Phalaridetum</i>	<i>Phalaridetum</i> , <i>Phragmitetum</i> ,	<i>Tide-Phragmitetum</i> , <i>Phalaridetum</i>
Weichholzaue, Weiden	<i>Salicetum elaeagnodaphnoides</i>	<i>Salicetum triandro-viminalis</i> und <i>Salicetum albo-fragilis</i> , <i>Populetum</i>		Desgl. Aber ohne Pappeln
Grauerlen	<i>Calamagrosti-Alnetum incanae</i>	<i>Equiseto-</i> <i>Alnetum incanae</i>	-	-
Hartholzaue, unten	-	<i>Ulm</i> etum u.a. Mischwälder		Desgl. Ohne Ulmen
oben	-	<i>Ulmo-Quercetum</i>		
In Altläufen	-	Stellenweise wie rechts	Verlandungsreihe zum <i>Alnetum glutinosae</i>	Stellenweise wie links

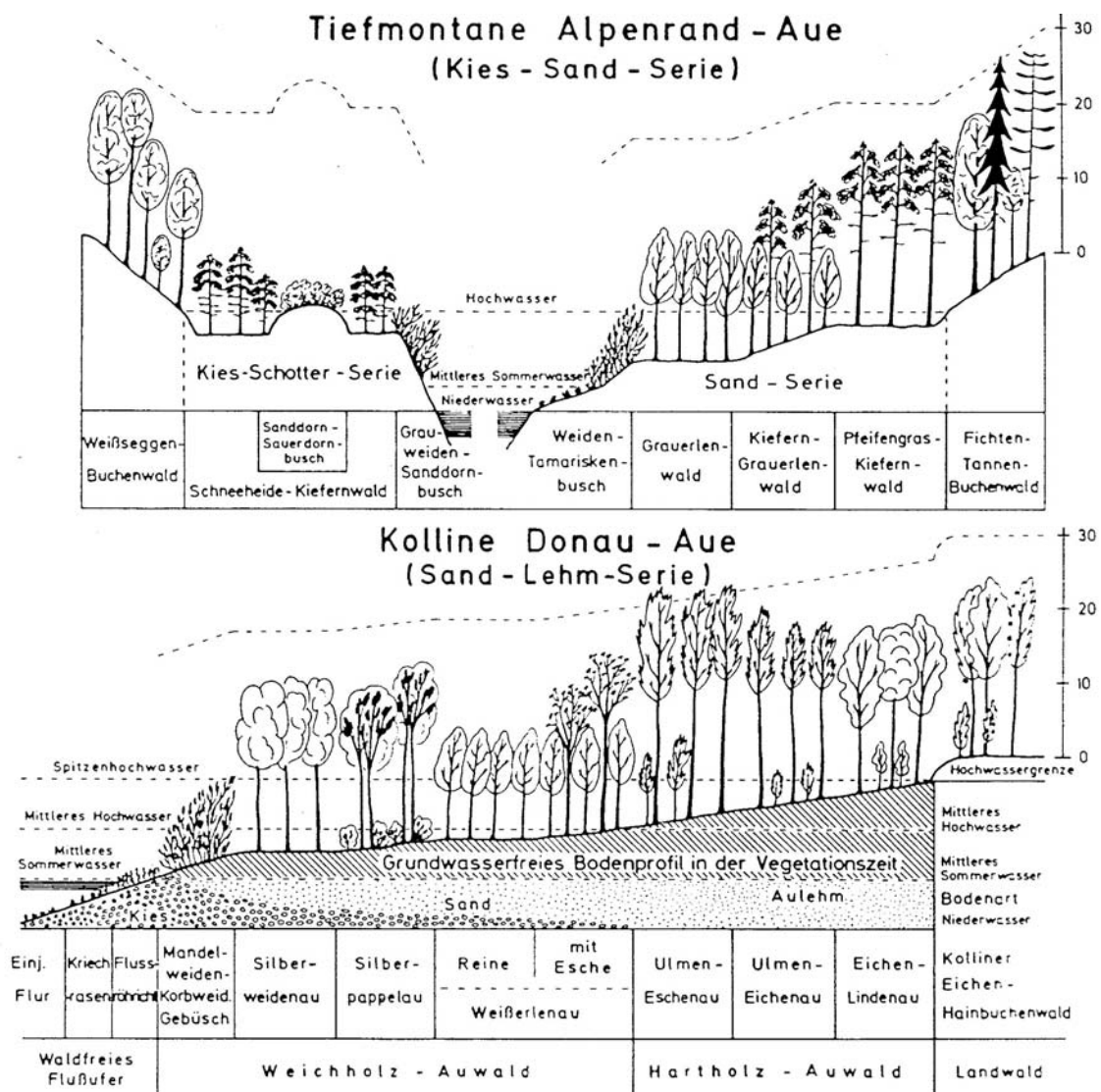


Abb. 10: Schematischer Querschnitt durch die vollständige Serie der Auenvegetation am Mittellauf eines Flusses im tiefmontanen und kollinen Alpenvorland in Abhängigkeit vom grundwasserfreien Bodenprofil in der Vegetationszeit (MAYER 1986, Abb. 99)

a) Flussbett

Im eigentlichen Flussbett können sich keine ausdauernden Landpflanzen halten, meist fehlen selbst höher organisierte Wasserpflanzen.

b) Gehölzfreies Ufer

Der sogenannte amphibische Uferbereich ist häufig überflutet, fällt aber zeitweise recht trocken. Hier siedeln raschlebige, annuelle Pflanzen, v.a. Chenopodium- und Polygonum-Arten (auf Schotter, Kies, Sand) sowie Bidens-Arten (im schlickreichen Uferstreifen des Unterlaufes). Die Übergangszone wird von raschwüchsigen Gräsern und Kräutern dominiert, deren Ausbreitung von den Wasserstandsschwankungen abhängig ist. Hochwüchsige Gräser können erst oberhalb einer bestimmten Überflutungsdauer Fuß fassen. Am Mittel- und auch am Unterlauf herrscht das Flussröhrch vor, wobei das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*)

durch biegsamere Halme das Geknickt werden durch die Strömung besser verträgt als das Schilf (*Phragmites australis*).

c) Weichholzaue

Hier wachsen Bäume, deren rasch gewachsenes Holz wenig haltbar und verhältnismäßig leicht ist. Dies sind im Uferbereich vor allem Weidenbüsche als Pioniere des Auenwaldes (z.B. *Salix purpurea*, *S. triandra*), die sich durch eine große Formenvielfalt und hervorragende vegetative Vermehrungseigenschaften auszeichnen. Der eigentliche Weichholzaue-Wald in Mitteleuropa (ohne Gebirge) ist durch Weidenarten wie *S. alba*, *S. gracilis*, *S. rubens*, *S. triandra* geprägt. Die Rolle der Pappeln insbesondere von *Populus nigra* und *alba* sind laut ELLENBERG 1978 nicht definiert.

d) Hartholzaue

Die Hartholzaue wird nur durch außergewöhnliche Hochwässer überflutet. Hier wachsen kräftige, dauerhafte Baumarten z.T. mit waldähnlichem Unterwuchs. Da sie selten überschwemmt und sehr fruchtbar ist, wurde sie auch im Gebirgsvorland gerodet und in landwirtschaftliche Kultur genommen. Die meisten heute noch vorhandenen Waldreste sind von der Esche beherrscht. In den oberen Teilen der Hartholzaue spielen Ulmenarten (*U. glabra*, *laevis*) und die Stieleiche eine Rolle, während die sonst so kampfkraftige Buche nur in Ausnahmefällen innerhalb des Überschwemmungsbereiches von Flüssen vorkommt.

An die Hartholzaue schließt sich schließlich die **zonale Vegetation** an.

Die schematische Schilderung der Vegetationsabstufung am Ober-, Mittel- und Unterlauf der Ströme gilt nicht nur für Mitteleuropa, sondern in den Grundzügen auch für alle anderen von Natur aus mit Laubwäldern bedeckten humiden Gebiete der Erde, insbesondere für die breiten Flußauen im Bereich des tropischen Regenwaldes.

4.5 Bruchwälder und verwandte Gesellschaften

4.5.1 Wesen und Entstehung der Bruchwälder

Bruchwälder entstehen durch die Verlandung von Seen siehe **Abb. 11**, aber auch in abgeschnittenen Flussarmen und vernässten Randzonen breiter Täler sind sie zu finden (hier vor allem der Schwarzerlenbruchwald), so dass häufig eine Verwechslung mit dem Auenwald erfolgt. Der Schwarzerlenwald ist jedoch ein Bruchwald, als Auenwald kann er nur in Form des Eschen-Erlenwaldes entlang von Bachufern bezeichnet werden.

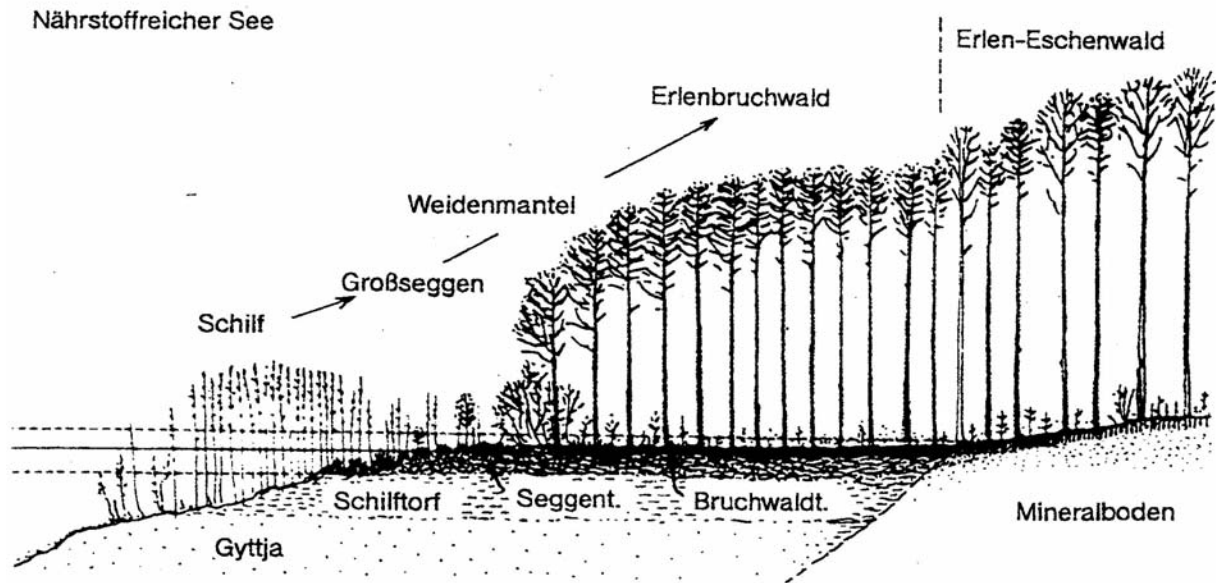


Abb. 11: Nässegrenze des Waldes an einem nährstoffreichen See - Verlandung eines Sees (ELLENBERG 1978)

Durch Bildung von Schlamm (Gyttja) oder Torfen tragen die Uferpflanzen zur Verlandung des Sees bei, so dass die von der Schwarzerle gehaltene Nässefront allmählich seewärts vorrückt. Über den Schwankungsbereich des Wassers hinaus wird kein Torf gebildet. Der **Erlenbruchwald stellt daher das Endstadium der Verlandung** dar, zumal er sich unter gleichbleibenden Bedingungen nicht weiter zur zonalen Vegetation entwickeln würde. Nur wenn der Wasserspiegel abgesenkt, d.h. der Standort entscheidend verändert wird, ist eine solche Abfolge möglich. Greift der Mensch durch Wasserstandssenkungen ein, so werden aus Bruchwäldern Eschen-Erlen-Mischwälder, feuchte Eichen-Hainbuchenwälder und schließlich vom Grundwasser unabhängige Waldgesellschaften.

In der Natur kommen verschiedene **Übergangsformen von Bruchwald zu Auenwald** vor, d.h. Zwischenstufen, die zu den Waldgesellschaften der nicht überfluteten mineralischen Nassböden überleiten (z.B. feuchte Eichen-Hainbuchenwälder, feuchte Birken-Eichenwälder, Bach-Eschenwälder).

Wesentliche Merkmale der Standortbedingungen im Bruchwald:

- Der Grundwasserstand befindet sich stets nahe der Oberfläche und die Wasserstandsschwankungen erreichen nur ausnahmsweise 1m.
- Bruchwaldböden sind gewöhnlich nur im zeitigen Frühjahr überschwemmt (Schneesmelze) und bleiben dann relativ lange nass. Überschwemmungen bringen nur wenig oder gar keinen Sand und Schlack, tragen also nicht durch anorganische Sedimente zur Aufhöhung und zur chemischen Bereicherung ihres Bodens bei.
- Echte Bruchwälder stocken auf mindestens 10-20 cm Bruchwaldtorf, einem von ihnen selbst erzeugten, vorwiegend organischen Oberboden. Dieser kann normalerweise nicht über das mittlere Niveau des Grundwassers emporwachsen.
- Unter dem Bruchwaldtorf, der sich durch Holz- und Zapfenreste sowie durch hohen Zersetzungsgrad auszeichnet, befinden sich „tote“ Torfschichten, die von Seggen oder Schilfbeständen gebildet wurden und z.T. noch deren Wurzeln, Scheiden und Rhizome enthalten.

- Der Erlenbruchwald ist auf den Kalkgehalt des Grundwassers bzw. der zufließenden Schmelz- und Regenwässer angewiesen, sind diese Bedingungen nicht gegeben, entstehen nährstoffarme, saure Torfe und es herrschen Moorbirken und Kiefern vor.
- Proben des im Torf befindlichen Wassers enthalten keinen Sauerstoff. Nur ganz nahe der Oberfläche oder in unmittelbarer Nähe von Quellen und rasch strömenden Bächen (sowie in humusfreien Kies- und Sandschichten) ist Sauerstoff im Grundwasser nachweisbar. Der Hauptgrund liegt darin, dass der Humus und die im Oberboden lebenden Mikroorganismen ihn aufzehren. Die Sauerstoff-Versorgung der Wurzeln auf wasserdurchtränkten Torfböden ist somit ein entscheidender Minimumfaktor.

4.5.2 Schwarzerlenbruchwälder

Besondere Ordnung: *Alnetalia glutinosae*

Verband: *Alnion glutinosae*

Charakterarten: *Alnus glutinosa*, *Salix cinerea*, *S. aurita*, *S. pentandra*, *Ribes nigrum*, *R. spicatum*, *Lycopus europaeus*, *Calamagrostis canescens*, *Solanum dulcamara*, *Sphagnum squarrosum*, *Trichocolea tomentella*

4 Assoziationen: mittel-, west-, nordost- und osteuropäischer Erlenbruch

Letztendlich sind die Erlenbruchwälder Europas einander so ähnlich, dass man nur zwei Assoziationen unterscheiden kann: das Atlantische *Carici laevigatae-Alnetum* und das Subatlantische bis Subkontinentale *Caricilongatae-Alnetum glutinosae* mit den Subassoziationen *medieuropeum*, *oriental* und *boreal*.

Schwarzerlenbruchwälder zeichnen sich durch extrem nasse Böden aus, auf denen die meisten Laubwaldarten nicht gedeihen können. Begünstigend wirken ziehendes Grundwasser und oberflächlich rasch abfließende Überschwemmungen

Die große Bodennässe und die hohe Luftfeuchte im Bestandesinneren mit der günstigen Nährstoffversorgung lassen alle anderen Faktoren so sehr zurücktreten, dass das Artengefüge der Erlenbruchwälder von der Biskaya bis nach Weißrußland und von Kroatien bis nach Finnland im wesentlichen gleich bleibt. Es gibt im Tiefland keine einzige Waldgesellschaft, die so wenig auf die Variationen des Allgemeinklimas anspricht wie diese. Somit ist der Erlenbruchwald ein Musterbeispiel für azonale Vegetationseinheiten und wird dies bezüglich nur von Wasserpflanzen-Gesellschaften überboten.

Die Schwarzerle kann mit diesen Bedingungen gut umgehen: sie besitzt weiche Wurzeln mit viel Luft im Xylem und steht über große Lentizellen in der Rinde des unteren Stammabschnittes mit der Außenluft in Verbindung. Überflutungen stellen somit kein Problem dar.

Weidenarten haben z.T. auch ein lufthaltiges Xylem. Sie bilden bei Überflutung Adventivwurzeln, die sich aus dem Oberflächenwasser mit O₂ versorgen. Solche Weidenarten und Schwarzerlen wurzeln auch an Bachufern bis tief in das Grundwasser hinein und festigen dadurch die Ufer.

Der günstige Einfluss bewegten Grundwassers auf die Moor- und Bruchwaldvegetation wird in seinem Gehalt an gelösten Mineralstoffen, besonders an Basen vermutet. Diese neutralisieren die durch anaerob lebende Organismen erzeugten Säuren und beugen der Versauerung des Torfes vor. Erlenbruch-Torf ist infolgedessen stets weniger sauer als Birkenbruch-Torf, dem weder oberflächlich noch unterirdisch Wasser zufließt. Dementsprechend ist er reicher an Bakterien und enthält sogar zahlreiche Regenwürmer, die

hier leben können, sobald das Grundwasser den Oberboden freigibt. Die Aktivität der Bodenorganismen ist so groß, dass Erlentorf kaum noch Pflanzenstrukturen erkennen lässt.

4.5.3 Birken-, Kiefern- und Fichtenbruchwälder

Wird ein Minimum von etwa 0,1 mg CaO / l unterschritten, kann *Alnus glutinosa* nicht mehr mit *Betula pubescens* oder *Pinus sylvestris* konkurrieren, aufgrund des Basenmangels herrscht somit ein Birken-Kiefernbruchwald vor. Kiefern und Moorbirken nehmen mit stagnierendem Wasser vorlieb. Die bodensauren Standorte bedingen eine lockere Baumschicht mit vereinzelt Sträuchern (*Frangulus alnus*, *Sorbus aucuparia*). Der Bodenbewuchs zeichnet sich durch üppig schattenertragende Zwergsträucher wie *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus* und *V. vitis-idaea* und hygrophile Moose aus.

Es gibt diverse Übergänge zwischen den Kiefernbrüchen, den Randwäldern der Hochmoore oder den Kiefern auf Waldhochmooren.

Klimatisch bedingt herrscht im Nordwesten Europas die Moorbirke vor, im Nordosten kann die Fichte beitreten und im kontinentalen Osten die Kiefer. Fichtenbrüche sind vor allem Erscheinungen der montanen bis subalpinen Stufe in den Gebirgen sowie in den hochliegenden Teilen des Alpenvorlandes, aber auch im Nordosten Mitteleuropas in tieferen Lagen und im Randbereich der ausgedehnten Fichtenwaldgebiete der borealen Zone sind sie anzutreffen (ELLENBERG 1978, 372ff).

LITERATUR

ELLENBERG, Heinz (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen - in ökologischer Sicht. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

ELLENBERG, Heinz (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

MAYER, Hannes (1986): Europäische Wälder: ein Überblick und Führer durch die gefährdeten Naturwälder. Stuttgart.

ELLENBERG, Heinz (1996): Die Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer-Verlag. Stuttgart.

OTTO, Hans-Jürgen (1994): Waldökologie. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart