



WWU Münster
Institut für Geographie
Hauptseminar „Geographische Probleme Nordeuropas“
Sommersemester 2002
Dozent Dr. Rolf Lindemann
Referenten: Alexander Bietmann, Martin Boll

Vegetationszonen und Vegetationsstufen in Skandinavien

0 Inhaltsverzeichnis

1 Einführung.....	3
1.1 Ausgangsgestein und Böden.....	3
1.2 Die heutige Flora und ihre Herkunft.....	3
1.2.1 Rückwanderungshypothese.....	3
1.2.2 Überwinterungshypothese.....	4
1.2.3 Long distance dispersal.....	4
2 Vegetationszonen.....	4
2.1 Allgemeines.....	4
2.2 Vegetationszonen in Skandinavien.....	4
3 Höhenstufen.....	6
3.1 Allgemeines.....	6
3.2 Unterteilung der Höhenstufen in Skandinavien.....	6
4 Ozeanitäts- und Kontinentalitätsgefälle.....	6
4.1 Allgemeines.....	6
4.2 Unterteilung in Ozeanitäts- /Kontinentalitätsstufen.....	7
5 Spezieller Teil.....	7
5.1 Vegetation der alpinen Stufe und der Arktis.....	7
5.1.1 Vegetation.....	7
5.1.2 Nutzung und Naturschutz.....	8
5.2 Skandinavische Wälder.....	8
5.2.1 Allgemeines.....	8
5.2.2 Grenzen des Baumgrenzökotons.....	8
5.2.3 Borealer fennoskandischer Nadelwald.....	10
5.2.4 Vergesellschaftung von Kiefer, Fichte und Birke.....	10
5.2.4.1 Birkenwälder.....	11
5.2.4.2 Kiefern-beherrschte Wälder.....	13
5.2.4.3 Fichten-beherrschte Wälder.....	13
5.3 Moore.....	14
5.3.1 Allgemeines.....	14
5.3.2 Moorbildung.....	14
5.3.3 Unterteilung der Moorpflanzen.....	15
5.3.4 Verschiedene Moortypen.....	15
5.3.4.1 Moortypen in Skandinavien.....	15
5.3.5 Entwicklung der Moorsysteme.....	17
5.3.6 Vegetation der Moore.....	18
5.3.6.1 Verschiedene Moorgesellschaften.....	18
5.3.6.2 Nutzung, Gefährdung, Schutz.....	18
5.3.6.3 Moorrestitution.....	19
6 Literatur.....	19
7 Anhang.....	20

1 Einführung

1.1 Ausgangsgestein und Böden

In Skandinavien überwiegen basen- und nährstoffarme Ausgangsgesteine, wie z.B. Granite, Gneise, Schiefer und Phyllite. Aus diesen Gesteinen entwickeln sich Böden mit geringer Pufferkapazität:

- wenig ausdifferenzierte Syrosemi (Rohböden aus Festgestein)
- Ranker oder aus diesen hervorgegangene Podsole
- An GW-beeinflussten Standorten entwickeln sich Gleye oder Niedermoortorfe, bei ombrogener Torfbildung Hochmoortorfe.
- Bei günstiger Basenversorgung können basenreiche Braunerden auftreten.
- Der dominierende Bodentyp Skandinaviens ist der Rohhumus-Podsol.
- Skandinavien wird stark von glazialen Ablagerungen geprägt. Das Flach- und Hügelland ist mit 4-8 m mächtigem Grundmoränenmaterial bedeckt, das von fluvioglazialen Ablagerungen unterbrochen wird.

1.2 Die heutige Flora und ihre Herkunft

Im Fröhertiar war das Klima im Vergleich zu heute erheblich wärmer. Es herrschte ein reger Florenaustausch über ein mehr oder weniger geschlossenes Landbrückensystem, sowohl in Süd-Nordrichtung (temperate Wälder), als auch Nord-Südrichtung (borealer Nadelwald). Die Öffnung der Beringsee im frühen Pliozän und pleistozäne Klimaschwankungen haben sich außerdem auf die Vegetation ausgewirkt. Die Wissenschaft, die versucht qualitative und quantitative Verschiebung in der Artzusammensetzung eines Gebietes in bestimmten Zeiträumen zu rekonstruieren, und deren Ursachen zu interpretieren, ist die Paläökologie. Sie bedient sich unter anderem der Pollenanalyse und der C14 Methode. Ein Problem bei Pollenanalyse ist, dass fast ausschließlich der Blütenstaub von windblütigen Arten erfasst wird, und dass bei der Beurteilung von Blatt und Samenresten nicht alle Arten des Gebietes in anaerobe Verhältnisse gelangen sondern bevorzugt die an Feuchtlebensräume angepassten Arten.

Während des letzten Hochglazials ist ganz Skandinavien von Eis bedeckt. Es gab somit keinen Lebensraum für Pflanzen. Für die Wiederbesiedlung des Gebietes gibt es verschiedene Theorien:

1. Nordeuropa war vollkommen vegetationsfrei (tabula rasa) und wurde somit in den Interglazialen und im Postglazial von Süden und Osten neu besiedelt
2. Es existierten Refugien oder kleine aus dem Eis herausragende Nunataks mit Überlebensmöglichkeiten für eine begrenzte Anzahl von kälteadaptiven Arten (Überwinterungshypothese)
3. Widerstandsfähige Samen haben das Eis überdauert und fanden hinterher geeignete Bedingungen vor
4. Fernausbreitung verschiedener Sippen

1.2.1 Rückwanderungshypothese:

Geomorphologische vom Eis überformte Strukturen zeigen, dass Skandinavien von Eis bedeckt war. Weiterhin existieren wenig endemische Arten, was als Beweis für das geringe Alter der heutigen Vegetation gelten kann. Viele heute arktisch-alpine Arten waren damals am Südrand des Inlandeises zu finden. Der Rückgang des Eises kann durch die Warvenchronologie bestimmt werden. Sie untersucht Seesedimente und verfolgt durch die verschiedenen Ablagerungen das Zurückweichen des Eises. Probleme der Rückwanderer waren die hohen Wanderungsgeschwindigkeiten auf Rohböden und ein enormer Konkurrenzdruck.

Desweiteren mussten sie ein plastisches Verhalten gegenüber klimatischen und edaphischen Verhältnissen aufweisen, um den Stressfaktoren standzuhalten.

1.2.2 Überwinterungshypothese:

Zu erwarten ist, dass in Refugialgebieten oder in naher Entfernung zu diesen, disjunkt verbreitete Sippen gehäuft auftreten, die im übrigen Gebiet selten sind. Als Überwinterungsgebiete können der Raum um Sognefjord, das nordskandinavische Fjell vom Polarkreis bis in die Provinzen Troms u. westl. Finnmark angesehen werden. Glaziale Refugien sind keine Botanischen Gärten, vielmehr wird ein Überwintern arktisch-alpin verbreiteter Ubiquisten angenommen mit Ausweitung des Areals im Postglazial. Typen von Überwinterungsgebieten sind isolierte Berggipfel, die aus Inlandeis herausragen (Nunataks). Außerdem waren und sind küstennahe Regionen mit hoher Reliefenergie in der heutigen Arktis bis heute unvergletschert.

1.2.3 Long distance dispersal

Eine weitere Ausbreitungsmöglichkeit ist der Ferntransport über größere Strecken hinweg. Dieser kann mit Meeresströmungen und Luftströmungen, per Zoochorie, oder mit verdrifteten Eisbergen erfolgen.

2 Vegetationszonen

2.1 Allgemeines

Zonale Vegetation: Die natürliche Vegetation ist vorwiegend vom regionalen Klima und der dadurch ausgelösten Bodenentwicklung geprägt. Sie lässt sich in Vegetationszonen, Höhenstufen und Regionen unterschiedlich ausgeprägten ozeanischen bzw. kontinentalen Klimas verfolgen.

Extrazonale Vegetation: Lokale, geomorphologische und hydrologische Gegebenheiten haben teilweise eine größere Bedeutung für die Vegetation als das Allgemeinklima. So kann sich z.B. an mesoklimatisch günstigen Standorten eine thermophytische Vegetation einstellen, in Kaltluftlöchern oder an NE-Hängen eine kälteadaptierte.

Azonale Vegetation: Bei der azonalen Vegetation werden die lokalen Standortverhältnisse durch die speziellen Bodeneigenschaften sehr viel stärker beeinflusst als die zonalen klimatischen Standorteigenschaften. Zu dieser azonalen Vegetation zählt man beispielsweise die Pflanzengesellschaften der Flußauen, Dünen, Moore und Seen.

2.2 Unterteilung der Vegetationszonen

Vegetationszonen zeigen das horizontale Klimagefälle in Abhängigkeit von der geographischen Breite an, Höhenstufen dagegen spiegeln das horizontale Klimagefälle wider. Einige der Unterscheidungskriterien der Vegetationszonen sind Temperaturmittelwerte und –extrema, effektive Temperatursummen, Länge der Vegetationsperiode und potentielle Evaporation.

- Die **Temperate (nemorale) Zone** ist gekennzeichnet durch sommergrüne Laubwälder als zonal beherrschender natürlicher Vegetation. Die Gattungen *Fagus*, *Quercus* und *Fraxinus* sind an mittleren Standorten die vorherrschenden Gehölze, unter subkontinentalem Klima auch *Hainbuche (Carpinus)* und *Linde (Tilia)*

- In der **temperat-borealen Übergangszone (hemiboreale Zone)** sind *Fichte (Picea abies)* und *Kiefer (Pinus sylvestris)* die beherrschenden, konkurrenzstärksten Gehölzarten. Darüber hinaus sind auf warmen und basenreichen Standorten *Stieleiche (Quercus robur)*, *Spitzahorn (Acer platanoides)* und *Winterlinde (Tilia cordata)* von lokaler Bedeutung. Als nördliche Grenze dieser Zone wird im allgemeinen die nördliche Verbreitungsgrenze der Stieleiche angesehen.
- Die natürliche Vegetation der **borealen Zone** wird von den beiden Nadelhölzern *Kiefer (Pinus sylvestris)* und *Fichte (Picea abies)* dominiert; darüber hinaus treten frostharte Laubbölzer der Gattungen *Birke (Betula)*, *Pappel (Populus)*, *Erle (Alnus)* und *Weide (Salix)* auf. Diese Klimazone zeichnet sich durch lange, kalte Winter mit langanhaltender Schneedecke und einer kurzen, unter kontinentalen Bedingungen warmen Vegetationsperiode (90-120 Tage) mit gleichmäßig verteilten Niederschlägen aus. Typische Böden sind Podsole, Gleye und Torfe; regional sind neben den Wäldern Moore flächenmäßig die beherrschenden Ökosystemen. Die boreale Zone reicht in Skandinavien im Vergleich mit anderen Gebieten dieser Florenregion Holarktis weiter nach Norden und ist frei von dauerhaftem Permafrost.
 - In der **südlichen borealen Zone** kommen an edaphisch und mesoklimatisch begünstigten Standorten anspruchsvolle Laubbölzer, wie z.B. *Tilia cordata*, *Corylus avellana* und *Acer platanoides* vor. Neben Grünlandbewirtschaftung ist in dieser Vegetationszone noch Getreideanbau möglich.
 - In der **mittleren borealen Zone** ist neben der Milchwirtschaft nur noch Kartoffelanbau möglich. Vielfach werden Hochmoore von Aapamooren abgelöst.
 - Die Abgrenzung der **nordborealen Zone** in Skandinavien entspricht der subalpinen Stufe. Charakteristische Vegetationstypen sind vor allem im Westen Skandinaviens Birkenwälder, Hochstaudenfluren und Weidengebüsch-Gesellschaften.
- Im **Übergangsbereich** zwischen **nordborealer** und **südarktischer Zone** treten Gehölzinseln azonal an edaphisch und klimatisch begünstigten Standorten auf. Die polare Waldgrenze wird oft zur Unterscheidung zwischen **borealer** und **arktischer Zone** verwendet.
 - Somit wird die **untere** oder **südliche Arktis** mit der **subarktischen Tundra** gleichgesetzt. Unter mesophilen Bedingungen sind hier niedrige, aber dichte Gebüsche z.B. der Gattungen *Weide (Salix)*, *Birke (Betula)* und *Heidelbeere (Vaccinium)* vorherrschend.
 - In der **mittleren Arktis** besteht ein struktureller Übergang zu den Zwergsträuchern, der sich analog dem Übergang zwischen unterer und mittlerer alpiner Stufe verhält.
 - Die **nördliche arktische Zone** wird an Standorten mit mittlerer Bodenfeuchte neben den dort vertretenen Blütenpflanzen (Kryptogamen) von Grasartigen und niedrigwüchsigen Zwergsträuchern dominiert.
- Die **arktische Wüste** umfaßt schließlich Regionen, in denen keine Torfbildung und keine nennenswerte Humusakkumulation erfolgt. Das Vorkommen von Flechten und Moosen ist auf zeitweilig schneefreie Stellen an der Küste, auf steile Felswände und Geröllhalden beschränkt.

Vergleiche dazu Abb. 7 im Anhang.

3 Höhenstufen

3.1 Allgemeines

Höhenstufen werden definiert, um den klimatischen und floristischen Gradienten vom Tiefland bis in die alpine bzw. nivale Stufe zu charakterisieren. Im allgemeinen rücken die Höhenstufen vom Äquator zu den Polen zusammen. In der Arktis z.B. entsprechen sich alpine Höhenstufe und arktische Vegetationszone auf Meeresniveau.

3.2 Unterteilung der Höhenstufen in Skandinavien

- Zur **planaren Stufe** gehören ausgedehnte, schwach reliefierte Ebenen unter 100 m NN. Das sind die Landschaften der Marschen, Binnensander und marinen Ablagerungen von Dänemark bis Süd-Schweden.
- Die **kolline Stufe** reicht von der planaren Stufe bis etwa 500 m NN und zeichnet sich im Gegensatz zur planaren Stufe durch größere Reliefunterschiede aus.
- Unter ozeanischen Bedingungen zeichnet sich die **montane Stufe** durch den Aufstau von Wolken als sehr niederschlagsreich aus.
- Vom floristischen Inventar her decken sich in Skandinavien **nordboreale Zone** und **sub-alpine Stufe**, die in West-Skandinavien vornehmlich als Birkenwaldstufe entwickelt ist.
 - Die **untere alpine Stufe** beginnt ab der klimatischen Waldgrenze, die in Süd-Norwegen bei 1250 m NN und an der norwegischen Westküste um 400 m NN liegt. Charakteristisch für diese Stufe sind Zwergstrauchheiden und Weidengebüsche.
 - Die obere Grenze der **mittleren alpinen Stufe** liegt in Süd-Skandinavien bei 1700 m NN, im Fjell entlang der norwegischen Westküste und nördlich des Polarkreises bei 1000-1100 m NN. Dominierende Pflanzengattungen in der mittleren alpinen Stufe sind im allgemeinen Grasartige, wie *Seggen (Carex)*, *Binsen (Juncus)* und *Schwingel (Festuca)*.
 - In der **oberen alpinen Stufe** findet sich keine geschlossene Vegetationsdecke mehr. Neben wenigen Blütenpflanzen dominieren Flechten und Moose auf Solifluktions- und Frostschutt-Böden. Im Gegensatz zu den oberen alpinen Stufen in mittel- und südeuropäischen Gebirgen sind hier höhere Niederschläge im Sommer, geringere Strahlungsintensitäten und eine starke Auswaschung der Böden zu verzeichnen.

4 Ozeanitäts-/Kontinentalitätsgefälle

4.1 Allgemeines

Die Vegetationszonierung wird von den maritimen Klimaeinflüssen (milde Winter, kühle Sommer und gleichmäßig verteilte, hohe Niederschläge) in Meeresnähe und den kontinentalen Klimaeinflüssen (warme Sommer, kalte Winter, geringe Niederschläge) im Inland überdeckt; man findet also Übergangsstufen zwischen dem ozeanischen und dem kontinentalen Klima.

4.2 Unterteilung in Ozeanitäts- /Kontinentalitätsstufen

- 1) Als **hyperozeanische Region** wird der Bereich der Westküste Norwegens genannt, der vor allem durch offene *Calluna*-Heiden gekennzeichnet ist.
- 2) Zur **ozeanischen Region** zählt man neben der hyperozeanischen Region auch noch den Süden und Westen Norwegens, Jütland und Südwest-Schwedens.
- 3) Die **subozeanische Region** wird z.B. in Schonen durch die östliche Verbreitungsgrenze der *Glocken-Heide* (*Erica tetralix*) gekennzeichnet.
- 4) In Schonen und Blekinge wird das **subkontinentale Klima** beispielsweise durch die Westgrenzen der *Kaschuben-Wicke* (*Vicia cassubica*) oder des *Kamm-Wachtelweizens* (*Melampyrum cristatum*) charakterisiert.
- 5) In **kontinentalen Regionen** dominieren Zwergstrauch- und Flechtenheiden, die den Übergang des Baumgrenzökotons zu den alpinen Höhenstufen bzw. zur Tundra darstellen. An Zwergsträuchern sind je nach Schneebedeckung *Zwergbirke* (*Betula nana*; vergl. Abb.) und *Vaccinium*-Arten verbreitet. Darüber hinaus sind, abhängig von den Feuchte- und Schneeverhältnissen, vorwiegend *Cladonia*-Arten aspektbestimmend.

Vergleiche dazu Abb. 8 im Anhang.

5 Spezieller Teil

5.1 Vegetation der alpinen Stufe und der Arktis

Für das Überleben in der alpinen Stufe oder der Arktis müssen die Pflanzen spezielle Eigenschaften aufweisen. Anpassung der Pflanzen ist unter anderem Kältetoleranz. Die neu gebildeten Gewebe müssen in der kurzen Vegetationsperiode soweit ausdifferenziert werden, dass diese den Winter ohne Schäden überstehen. Populationen dürfen auch in strengen Wintern eine Mindestpopulation nicht unterschreiten. An windexponierten Standorten besteht im Sommer die Gefahr der Austrocknung. Im Winter wird die Pflanze durch Eis und Schneeabration geschädigt. Eine geschlossene Vegetationsdecke bedeutet somit nicht Dichtestress, wie in den temperaten Regionen, sondern dichteabhängige Erhöhung der Überlebenschance. Niedrige Temperaturen schränken außerdem die Mineralisation und somit die Nachlieferung von Nährstoffen und als Folge die Photosyntheseleistung ein. Im Allgemeinen ist Stresstoleranz wichtiger als Konkurrenzkraft!

Die unterschiedliche Ausbildung der Vegetationsdecke ist Ausdruck der Anpassung an geringfügige Änderungen v.a. der Mikrotopographie, der Bodenfeuchte, des Mikroklimas, sowie begrenzender Faktoren wie Licht, Wasser und Nährstoffe. Die kurze Vegetationsperiode der Arten der borealen Gebirge zwingt sie dazu mit den Kohlenstoffreserven sparsam umzugehen. Die Strahlungsintensität und Exposition der Pflanzen sind des weiteren sehr entscheidend.

5.1.1 Vegetation:

Klasse: Felsspalten und Mauerfugen Gesellschaften (*Asplenieta trichomanis*)
 Schuttflurgesellschaften (*Thalasieta rotundifoliae*)
 Flechtenreiche Alpenazaleen Winterheiden (*Loiseleurio vaccinieta*)
 Nadelwälder (*Vaccinio-piceeta*)
 Zwergstrauchheiden und Magerrasen (*Calluno ulicetea*)

Schneebodenvegetation (*Salicetea herbacea*)
 Subalpine und alpine Hochstaudenfluren (*Betulo-adenostyletea*)

5.1.2 Nutzung und Naturschutz:

Die Vegetation ist stresstolerant aber störungsanfällig. Das Problem ist, dass sich die Regeneration von Pflanzen nach Störungen relativ langsam vollzieht. Demzufolge ist in diesen Gebieten keine ackerbauliche Nutzung, nur die Viehzucht möglich. Aber wegen der raschen Ressourcenverknappung und langsamen Entwicklung der Vegetationsdecke gibt es Probleme.

Bei zu hohem Weidedruck steigt die Erosionsanfälligkeit mit teils extremen Ausmaßen. In Island ist seit der Besiedlung um 870 als Folge von Überweidung der Flächenanteil der Landschaft mit einer geschlossenen Vegetationsdecke von 65% auf unter 25% zurückgegangen. Heute werden erosionsanfällige Gebiete eingezäunt, und es wird versucht durch Düngen und Grasansaat die Vegetation zu halten und die Erosionsschäden einzudämmen.

5.2 Skandinavische Wälder

5.2.1 Allgemeines

- Die Waldverteilung in Skandinavien folgt vor allem einem Nord-Süd- (Vegetationszonen) und einem Höhenstufengefälle.
- Waldfrei sind definitionsgemäß die alpine Stufe und die arktische Vegetationszone. Besonders in der nordborealen Zone konnten sich zum Teil ausgedehnte Moore auf Kosten versumpfter Wälder ausbreiten.
- In der temperaten und borealen Zone sind abgesehen von Gewässern, Blockmeeren, Felsen, Fluss- und Seeufern und dem schmalen Küstenstreifen fast alle übrigen Standorte potentielle Baum- und Waldstandorte.

5.2.2 Grenzen des Baumgrenzökotons

Die **Baumartgrenze** wird von den äußersten Vorposten einer bestimmten Baumart gebildet, wobei die Wuchsform der Pflanzenart (Keimling, Jungpflanze, Busch- oder Baumform) keine Rolle spielt. Daher kann die Artgrenze auch mit der Baum- oder Waldgrenze identisch sein.

Die **Baumgrenze** besteht aus einem Übergangsbereich vom mehr oder weniger geschlossenen Baumbestand bis hin zu den letzten Vorposten der vorkommenden Baumarten. Dieser Übergangsbereich wird auch als Baumgrenzökoton bezeichnet. Im skandinavischen Baumgrenzökoton wird die Pflanzenformation des Moorbirkenwaldes (*Betula pubescens*) von der Formation der baumfreien Tundra bzw. der baumfreien Zwergstrauch-Höhenstufe abgelöst.

Die **Waldgrenze** ist definiert als Übergangsbereich geschlossener Waldbestände in Richtung Baumgrenze, d.h. die höchste bzw. am weitesten polwärts gelegene Grenze zu sammenhängenden Waldes.

Im allgemeinen wird die Lage von Waldgrenzen durch klimatische Faktorenkomplexe (Länge der Vegetationsperiode, Frosteinwirkungen und Schneeschutz) bestimmt. Zusätzlich dazu können Krankheiten, Parasitenbefall und auch anthropo-zoogene Nutzung die Vitalität der Gehölze beeinträchtigen und zu einer Verschiebung der Waldgrenze führen. Unter ozeanischen Klimabedingungen sind die Schwankungen der Jahrestemperaturen ausgeglichener als in kontinentalen Bereichen. Demzufolge sinkt die alpine Waldgrenze mit

zunehmender Ozeanität des Klimas. Ursachen der Waldgrenzenerniedrigung in niederschlagsreichen, meeresnahen Gebieten sind die längere Schneedeckendauer, der stärkere Windeinfluß und der maritime Klimacharakter.

Mit zunehmender geographischer Breite und Höhe über NN wird die Vegetationsperiode kürzer und kühler; dies äußert sich pol- und höhenwärts in der Ausbildung von klimatischen Waldgrenzen.

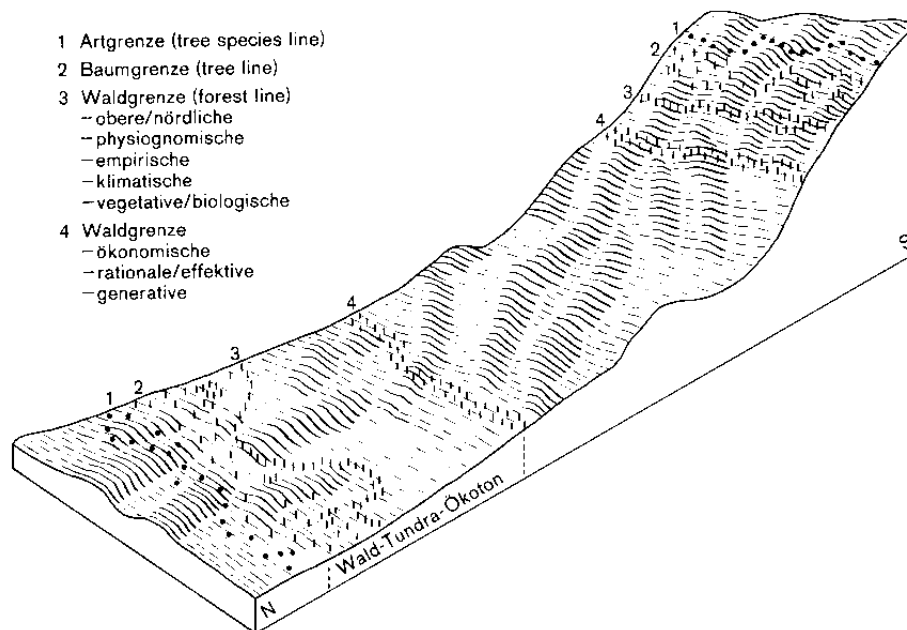


Abb. 1: Schema der vertikalen und horizontalen Anordnung der Wald-, Baum- und Artgrenze in Skandinavien (TRETER 1984).

Die **alpine**, **polare** und **kontinentale Wald-** und **Baumgrenze** sind klimatischer Natur. Die maritime Waldgrenze wird durch die unmittelbare Meeresnähe bedingt und ist eine untere Waldgrenze, so auch die kontinentale Waldgrenze, die in niederschlagsarmen Gebieten durch Trockenheit verursacht wird. Die alpine Wald- und Baumgrenze ist eine obere Höhengrenze, die durch mit der Höhe abnehmende Temperatur bestimmt wird, während die polare Wald- und Baumgrenze durch die Temperaturabnahme mit zunehmender geographischen Breite verursacht wird. Als Auslöser polarer und alpiner Baumgrenzen gelten vier ökophysiologische Einflussgrößen: unausgeglichene C-Bilanz der Gehölze, unvollständig abgeschlossener phänologischer Entwicklungszyklus, eingeschränkte Nährstoffverfügbarkeit und als deren Folge eine verringerte Toleranz gegenüber größeren Witterungsschwankungen.

Unter **polarer Baumgrenze** versteht man im allgemeinen die Linie der nördlichsten Vorposten im Wald-Tundra-Übergangsbereich auf der Nordhemisphäre. In N-Skandinavien liegt aufgrund der Reliefverhältnisse auf der 200-300 m hoch gelegenen Rumpfflächenlandschaft die polare Baumgrenze als Höhengrenze vor, die jedoch vom subarktischen Klima beeinflusst wird.

Siehe auch Abb. 8 im Anhang-

5.2.3 Borealer fennoskandischer Nadelwald

Die borealen Nadelwälder Skandinaviens lassen sich folgendermaßen gliedern:

a) In Bezug auf die Feldschicht unterscheidet man bei Wäldern in Skandinavien vier verschiedene Strukturtypen:

- Zwergstrauch-beherrschte Wälder,
- Zwergstrauch-beherrschte Wälder mit Eichenfarn,
- Zwergstrauch-beherrschte Wälder mit mesophytischen Kräutern und
- Kräuter- bzw. Stauden-beherrschte Wälder.

Diese Gliederung entspricht den Nährstoffstufen nährstoffarm, mäßig nährstoffarm, mäßig nährstoffreich und nährstoffreich.

b) Ost-West-Differenzierung:

- **Westliche-ozeanische Ausbildung** (Norwegen) in niederschlagsreichen Gebieten mit mildem Winter: Weitestes Vordringen der *Birke*. Charakterarten: *Lophozia lycopodioides* und *Listera cordata*; ozeanische Kennarten: *Hypericum pulchrum* und *Galium hircynicum*.
- **Östliche-kontinentale Ausbildung** (Schweden und Finnland) in niederschlagsärmeren Gebieten mit kälterem Winter: *Fichte* ist sehr dominant. Kontinentale Kennarten (z.B. *Ledum palustre*).

c) Nord-Süd-Differenzierung

- **Hochborealer Nadelwald:** Einheitliche Waldgesellschaften mit Flechten-Heide, *Sphagnum*- und *Zwergbirken*-Hochmoor, begrenztes Fichtenvorkommen auf besseren Standorten; *Kiefern-Heidewald*, *Kiefern-Reisermoorwald* und *Heide-Birkenwald* sind dominierend.
- **Boreale Ausbildung:** Im Vergleich zum hochborealen Nadelwald höherer Mooranteil, viele *Ericaceen*. Die *Fichte* ist hier auf durchschnittlichen Standorten dominant und verdrängt *Kiefer* auf ärmere und extremere Standorte.
- **Subboreale Ausbildung** (mit längerer Vegetationszeit im Vergleich zur borealen Ausbildung): charakteristisch sind bodensaurer *Fichten*- und *Kiefernwald*, artenreicher *Fichten-Hainwald*, auf nährstoffreicheren Böden auch mit Edellaubbäumen, wie *Esche*, *Ahorn*, *Ulme*. *Heide*- und *Moor-Nadelwald* sind dagegen selten.

5.2.4 Vergesellschaftung von Kiefer, Fichte und Birke

Birke, *Kiefer* und *Fichte* sind an der westlichen und nördlichen Waldgrenze unterschiedlich konkurrenzstark und haben somit verschiedene ökologische Verbreitungsschwerpunkte. *Kiefer* und *Fichte* sind im allgemeinen mit etwa gleichen Flächenanteilen die beherrschenden Baumarten. Sie sind in der **borealen Zone** und **azonal** auf stark sauren, tiefgründigen und nassen Standorten konkurrenzstärker als die meisten Laubbäume (Ausnahmen sind besonders reproduktionsfähige Pionierholzarten wie *Birke* und *Zitterpappel*). An nährstoffreichen Standorten ist die *Fichte* durchweg konkurrenzstärker als die *Kiefer*. Jedoch wird die *Kiefer* nach Waldbränden weniger geschädigt als die *Fichte* und kann sich daher rascher verjüngen.

Als Pionierpflanzen kommen *Kiefer* und *Birke* vor, auf nährstoffreichen und frischen Standorten tritt die *Fichte* als Klimax-Baumart auf. Die fichtenreiche bis fichtenreine Klimaxvegetation ist anfällig gegenüber Feuer-, Schnee- und Sturmkatastrophen. Nach dem Zerfall der

Fichtenbestände bilden sich initiale *Kiefern*- und *Birken*-Pionierbestände, in die im Laufe der Zeit die *Fichte* einwandert. Diese Sukzessionsabfolge dauert auf trockeneren Standorten 300 bis 600 Jahre, auf feuchteren Standorten 200 bis 300 Jahre.

- Das Verbreitungsgebiet der *Birke* konzentriert sich auf nordskandinavische Tieflagen und Fjellstandorte (Fjellbirkenwälder) bis zur Waldgrenze hinauf. In 200 bis 300 (z.T. auch bis 500) m Höhe kommt der Fjell-Birkenbuschwald-Gürtel vor. Die Birke ist v.a. auf armen Böden dominant, wie z.B. in Hochmooren, auf Rohböden und Sandstandorten.
- Die *Fichte* besetzt vorwiegend süd- und mittelnorwegische Gebirge, sowie Berg- und Hügellagen in Mittelschweden und Finnland. Die Fichte findet sich vorwiegend auf Flachmooren, frischen bis feuchten, lehmigen Böden und feuchten Blockstandorten.
- Das Hauptverbreitungsgebiet der *Kiefer* liegt auf Extremstandorten in Norwegen (z.B. Gletscherschliffe), Schweden und Lappland. Habitats der Kiefer sind neben Hochmooren und kiesigen Moränen auch trockene Blockstandorte und Gletscherschliffe.

5.2.4.1 Birkenwälder

Birkenwälder charakterisieren in Fennoskandien und auf Island den Übergangsbereich zwischen **nordborealer** und **südlicher arktischer Zone**. Die Baumgrenze in Nordskandinavien wird von *Betula tortuosa* (nahe verwandt mit *Betula alba*) gebildet. Birkenwälder kommen, abgesehen vom Birkengürtel entlang der polaren Waldgrenze und den Birkenwäldern, im Gebirge innerhalb der borealen Nadelwaldzone und den küstennahen Bereich des Nordmeeres vor. Bei der Wuchsform unterscheidet man zwischen einstämmigen (monokormen) und vielstämmigen (polykormen) Birken. Für monokorme Birken konnte mit Hilfe von dendrochronologischen Untersuchungen ein verhältnismäßig hohes Alter von 100-200 Jahren festgestellt werden. Die Vielstämmigkeit ist in der Fähigkeit zur Ausschlagbildung genetisch festgelegt. Große Schneemächtigkeiten bewirken eine liegende Form der polykormen Birken, indem hangabwärtsgeneigte Stämme umgebogen werden. Die norwegische NW-Küste ist wegen der kühlen Sommer und der sehr starken Winde waldlos. In Küstennähe kommen krüppelige Birken mit Windfahnenkronen vor, erst weiter landeinwärts zeigen sie bei ausreichendem Windschutz Normalwuchs.

Der **Subarktisch-subalpine Birkenwald** kommt im maritimen NW Norwegens mit milden und niederschlagsreichen Wintern vor.

Einige Birkenwald-Gesellschaften:

- **Krähenbeer-Heide-Birken-Buschwald** (*Empetro-Betuletum tortuosae*)
- **Flechten-Heidebirkenwald**
- **Heidelbeer-Heide-Birkenwald** (*Myrtillo-Betuletum*)
- **Hochstauden-Heide-Birkenwald** (*Geranio sylvatici-Betuletum*)
- **Moltebeeren-Birkenwald** (*Rubo chamaemori-Betuletum*)



Abb. 2: Zwergbirke (*Betula nana*) (Foto: Martin Boll 2002)

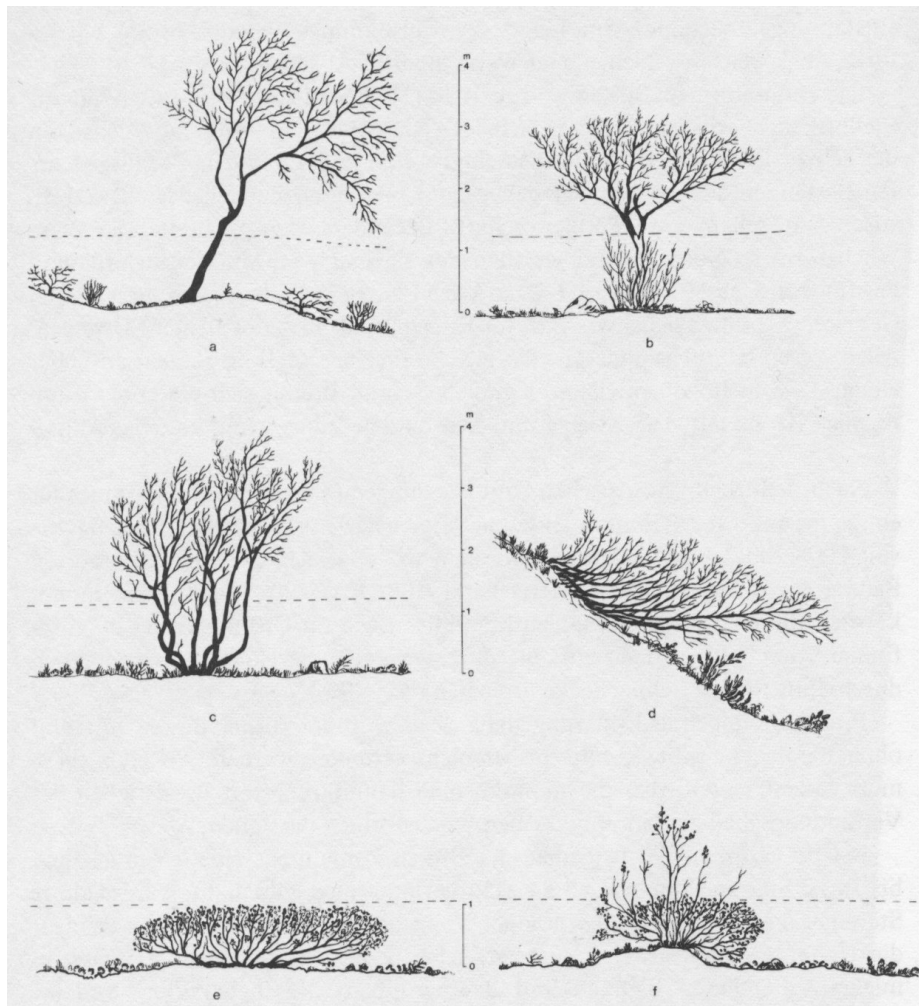


Abb.3: Wuchsformen der Birken an der Baumgrenze: a) monokorme Wuchsform, b) monokorme Wuchsform mit Basaltrieben, c) polykorme Wuchsform, d) polykorme, liegende Wuchsform, e) Tafel- bzw. Tischbirke, f) Wipfeltischbirke. – Die gerissene Linie gibt die durchschnittliche Schneemächtigkeit an (TRETER 1984).

5.2.4.2 Kiefern-beherrschte Wälder

Die *Kiefer* ist die vorherrschende Gehölzart der ärmeren Böden des borealen Nadelwaldgürtels. Wie alle Nadelhölzer ist die *Kiefer* im Vergleich zu Laubbäumen stressadaptiert, insbesondere kälte- und trockenheitstolerant und an Nährstoffarmut angepasst. Die Wald- und Baumgrenze in Nordost-Skandinavien wird von der *Kiefer* gebildet.

Einige Kiefernwald-Gesellschaften:

- **Reitgras-Kiefernwald** (*Calamagrostio lapponicae-Pinetum*)
- **Spitzmoos-Kiefernwald** (*Lophozio lycopodioides-Pinetum lapponicae*)
- **Peitschenmoos-Kiefernwald** (*Bazzanio trilobatae-Pinetum*)
- **Flechtenreicher Kiefernwald** (*Cladonio arbusculae-Pinetum boreale*)
- **Preiselbeer-Kiefernwald** (*Dicrano-Pinion; Vaccinio vitis-ideae-Pinetum boreale*)
- **Reiser-Torfmoos-Kiefern-Moorwald** (*Vaccinio oxycocci-Pinetum sylvestris*)

5.2.4.3 Fichten-beherrschte Wälder

Die Fichtenwälder Skandinaviens sind durchweg charakteristisch für die nährstoffreicheren Böden der **borealen Nadelwaldstufe**. In Süd-Skandinavien rücken Fichtenwälder bis zum **subalpinen** Birkenwald vor. Ausnahmen sind flachgründige und trockene, magere Standorte in Regionen mit subkontinentalem Klima, wo die *Fichte* aus edaphischen Gründen nicht vorkommt. In der **nordborealen Zone** in Norwegen und Schweden liegt die Verbreitungsgrenze für die *Fichte* im allgemeinen unterhalb und südlich des Verbreitungsgebietes von *Moorbirke* und *Kiefer*. Die nördliche Verbreitungsgrenze der *Fichte* liegt in Norwegen etwas südlich des Polarkreises, in Schweden reicht das Verbreitungsgebiet der *Fichte* bis in den äußersten Norden. Großflächige Fichtenwälder reichen in der skandinavischen Florenprovinz vom subskandinavischen Laubwaldgebiet bis zum **subarktischen, subalpinen Birkenwaldgürtel**. In niederschlagsarmen Regionen, an Hochmoorrändern und auf sauren, nährstoffarmen Sandböden fehlt der Fichtenwald aber kleinflächig. Auf nicht allzu nährstoffarmen Böden mit relativ ausgeglichenem Wasserhaushalt kommen boreale Fichtenwälder als Klimax-Waldgesellschaft vor.

Einige Fichtenwald-Gesellschaften:

- **Heidelbeer-Fichtenwald** (*Myrtillo-Piceetum*)
- **Krautreicher Perlgras-Fichtenwald** (*Melico nutantis-Piceetum*)
- **Hochstauden-Fichtenwald** (*Aconito septentrionalis-Piceetum*)
- **Moltebeeren-Fichtenbruchwald** (*Chamaemoro-Piceetum*)

5.3 Moore

5.3.1 Allgemeines

Moore gehören neben dem borealen Nadelwald zu den flächenmässig bedeutendsten Vegetationseinheiten in Skandinavien.

Das Klima der borealen Zone ist humid, d.h. die Niederschläge übertreffen die potentielle Evaporation. Die Folge ist eine positive Wasserbilanz. Ist der Abfluss des Wassers zu den

Flüssen erschwert, steigt der Grundwasserspiegel und es kommt zur Vermoorung. Die Böden in der borealen Zone sind recht sauer (Podsole). Auch das Grundwasser weist sehr niedrige pH-Werte auf, und es ist durch Huminstoffe oft braun gefärbt, ideale Ausgangsbedingungen für die Ansiedlung von Sphagnum. Da die Gebiete der borealen Zone meist eben sind, ist der GW Spiegel sehr hoch. Solange er den größten Teil des Jahres unter 50cm unter GOK liegt, können noch Bäume wachsen, sonst treten Moore in den Vordergrund.

Moore sind im geologischen Sinne Lagerstätten von Torf mit Mächtigkeit von mindestens 20 – 30 cm, wenn die Torfschicht geringer ist, spricht man von Anmooren.

Moore im ökologischen Sinn sind Lebensgemeinschaften, die an hohes Grundwasser gebunden sind unabhängig von der Mächtigkeit der Torfschicht, auf der sie wachsen. Es herrscht eine positive Kohlenstoffbilanz, was bedeutet, dass die Phytomasse unvollständig abgebaut wird. Ionengehalt, Menge, und Strömungsgeschwindigkeit des Wassers bestimmen die Ablagerungs- und Zersetzungsgeschwindigkeit der Torfe und steuern die Zusammensetzung der Vegetationsdecke, die wieder die Beschaffenheit der Torfe bedingt. Landschaftsökologisch betrachtet bilden Moore Senken für die während der Torfbildung immobilisierten Stoffe. Bei Entwässerung oder Torfabbau gelangen diese Stoffe zurück in die Stoffkreisläufe der Ökosysteme.

Skandinavien ist aufgrund der klimatischen Voraussetzungen sehr moorreich. Zur nordborealen Zone hin wird die Landschaft mit den abfallenden Temperaturen und der geringeren Evapotranspiration zunehmend moorreicher (Beispiel: Finnland: Süden: 20%, Norden: 60%)

5.3.2 Moorbildung:

Allgemeine Prozesse der autogenen Moorbildung:

Verlandung:

- Wasserkörper wird mit Sedimenten gefüllt, organ. Substanzen akkumulieren sich bei zu geringem Sauerstoffgehalt zu subhydrisch abgelagerten Mudden, und mit fortschreitender Verlandung zu Torfen,

Versumpfung:

- Von Mineralböden, bei ansteigendem Grundwasser oder unzureichender Entwässerung oder Evapotranspiration
- Unterhalb des Kapillarsaums keine vollständige Mineralisierung der anfallenden Phytomasse, oberhalb Auftreten von Sphagnen

Sphagnum

Kontrolliert das chemische Milieu des Lebensraumes durch intensiven Ionenaustausch (H^+ -Abgabe), Versauerung der aufgebauten Torfe, aufgrund der Anatomie ist es möglich Wasser über durchlässigem Substrat zu speichern, durch Inkrustation der Zellwände Widerstand gegen mikrobiellen Abbau, in torfmoosreichen Hochmooren 1,5 mm Zuwachs pro Jahr, Pilze gewinnen gegenüber Bakterien als Destruenten an Bedeutung.

5.3.3 Unterteilung der Pflanzenarten:

Phreatophyten:	Wurzeln liegen obligat oder fakultativ im Moorwasserbereich
Aphreatophyten:	Wurzeln liegen oberhalb des Kapillarsaums

Oder:

Azidophyten:	Arten auf sauren Standorten
Basiphyten:	Arten auf basischen Standorten
Ombrophyten:	Arten der Regenwasserstandorte sind am besten an Mineralstoffmangel und Azidität angepasst

5.3.4 Verschiedene Moortypen:

Unterscheidung nach Herkunft des Wassers im Moorboden.

Topogene Moore

An sehr hohe GW Spiegel gebunden, treten an den tiefsten Stellen des Reliefs auf, dort wo Quellwasser austritt, Niedermoore

Ombrogene Moore

Durch Niederschlagswasser gespeist, über Umgebung erhaben, Hochmoore

Soligene Moore

Auch durch Niederschläge vernässt, aber nicht über Umgebung erhaben, und werden von Schneeschmelzwässern überrieselt

Feingliederung

Verlandungsmoore, Überflutungsmoore (Flußauen), Versumpfungsmoore, Durchströmungsmoore (an Hängen an Quellen), Quellmoore, Kesselmoore (z.B. in Toteislöchern),

5.3.4.1 Moortypen in Skandinavien:

Aapamoore

Mischmoor, beherrschender Moortyp der mittleren und nördlichen borealen Zone, offene fast baumfreie Moore mit minerotrophen Wasserzustrom, bestehen aus trockenen Strängen und langgestreckte vertiefte Rinnen (Rimpis), durch Frostwechselprozesse entstanden



Abb. 4: Aapamoor (www.vyh.fi/eng/environ/project/lifelap/eng.htm vom 24.10.02)

Palsamoore

Außerhalb der borealen Zone in der Waldtundra, enthalten Permafrostkern, Wasser dringt auf leicht erhöhten Stellen leichter in den Boden ein aufgrund geringerer Schneedecke, Eisschichten ziehen Wasser aus Moorboden an, Eislinse bildet sich, die auch im Sommer nie ganz abschmilzt, Torfhügel mit Eiskern wächst, Oberfläche der Palsas wird aberodiert



Abb. 5: Palsamoore in Schweden (Foto: Martin Boll 2002)

Ombrogene Regenwassermoore

v.a. im Süden Skandinaviens, Entwicklung: Bsp.: finnische Seenplatte: limnische Sedimente – basenreiche Niedermoortorfe – Aapamoore – Hochmoore, meist aus Atlantikum

Kermi Hochmoore

Schild Hochmoore, Torfkörper ist schwach kuppelförmig aufgewölbt, Rand geht allmählich in konvexe Hochfläche über, Schlenken und Bulte (Kermis) haben sich symmetrisch um höchsten Punkt des Moores angeordnet

Deckenmoore

Bei stärkerem Relief, v.a im Bergland, Torfkörper überzieht gleichmäßig mehr oder weniger reliefiertes Gelände

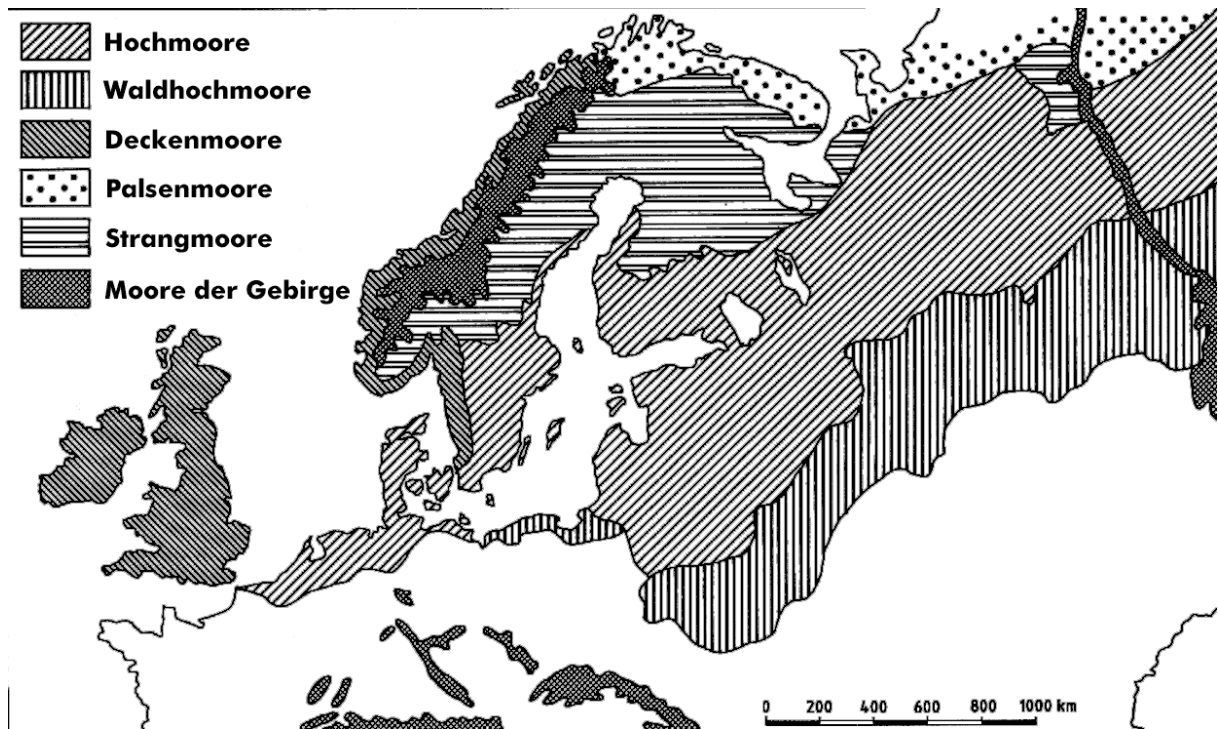


Abb. 6: Verbreitung der verschiedenen Moortypen in Europa (www.ispa.uni-vechta.de/publications/VMG/vmg6.html vom 24.10.02)

5.3.6 Entwicklung der Moorsysteme:

- 10% der Moore sind aus Seeverlandungen hervorgegangen, Rest aus Versumpfung der Wälder
- 1. basenreich mesotrophe Verlandungs- und Niedermoore
- 2. torfmoosbeherrschte mesotrophe Seggenrieder
- 3. Moore mit teils ombrotrophem Status
- 4. Hochmoore

Wesentliche Standortfaktoren:

Wasser- und Nährstoffhaushalt sind von besonderer Bedeutung, denn sie bestimmen die Vegetationsentwicklung.

Es wird in 5 Wasserstufen unterschieden: Kolke, Torfschlammshlenken, Teppich Horizont, Rasenhorizont, Bulte. An den hydrologischen Gradienten ist Aziditätsgradient gebunden. Die Wasserversorgung hängt vom Klima und, bei Niedermooren, vom Einzugsgebiet des zuströmenden Wassers ab.

Abbauprozesse:

Die Mikrobiologie von Mooren ist sehr bedeutsam, weil das Ausmaß der mikrobiellen Aktivität bestimmt, wie die organische Substanz abgebaut wird. Bakterien und Pilze sind maßgeblich an der Festlegung und Freisetzung von Nährstoffen beteiligt. Die Abbauprozesse sind temperaturabhängig, über 25°C wird mehr CO₂ freigesetzt als in der Phytomasse festgelegt. Das erklärt das hohe torfbildende Potential der borealen Zone.

5.3.7 Vegetation der Moore

5.3.7.1 Verschiedene Moorgesellschaften:

Sauergras beherrschte Moorgesellschaften nasser Lebensräume (*Scheuchzerio-Caricetae nigrae*)

- Holarktisch verbreitete Vegetationstypen mit Schwerpunkt in der borealen Zone
- Feldschicht: *Cyperaceen*, *Kryptogame*, *Sphagnum*
- Stark saure bis neutrale Bodenreaktion
- Planare bis subalpine Stufe
- für Durchströmungs und Quellmoore bezeichnend

Arten: *Carex nigra*, *Carex panicea*, *Equisetum palustre*, *Sphagnum phallax*, *Drosera longifolia*, *Scheuchzeria palustris*, *Pinguicula vulgaris*,

Zwergstrauch beherrschte Gesellschaften mäßig nasser saurer Moorstandorte (*Oxycocco-Sphagnetea*)

- Vegetationstypen von Bulten, Strängen der ombrotrophen Moore der Holarktis
- Artenzusammensetzung ist an den Standorten recht einheitlich, geringe Unterschiede aufgrund des unterschiedlichen hydrologischen Gradienten
- Bei Kryptogamen: Torfmoose; bultbildende Arten, Flechtengemeinschaften, Laubmoose
- Feldschicht: *Cyperaceen*, an den Bulträndern: *Ericaceen*

Arten: *Drosera rotundifolia*, *Vaccinium oxycoccos*, *Erica tetralix*, *Potentilla erecta*

5.3.7.2 Nutzung, Gefährdung, Schutz:

Das Ziel der Moornutzung ist die Überführung von Mooren in land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen. Torf wird als Heizmaterial, im Gartenbau und als Baumaterial genutzt. Moore sind besonders durch Beeinflussung des Wasserhaushalts, durch einerseits Entwässerung (höhere Mineralisation – gesteigerte Produktivität), andererseits durch Rodung von Flächen im Einzugsgebiet von Niedermooren und Erhöhung der jährlichen Abflussraten und der damit verbundenen Akkumulation von Nährstoffen in die ansonsten minerotrophen Systeme gefährdet. Desweiteren stören atmosphärische Einträge (besonders Stickstoff) die Lebensgemeinschaften. Die Trittbelastung durch Besucher oder Viehtrieb ist ebenfalls nicht zu unterschätzen.

Ein höherer Anteil an Nährstoffen hat eine dicker werdende Feldschicht zur Folge und damit verbunden einen rapiden Rückgang, insbes. der Torfmoose. Konkurrenzstärkere Arten setzen sich bei dem verbesserten Nährstoffangebot durch. Ein hoher Gehölzanteil bedingt eine höhere Beschattung und somit die Ansiedlung moorfremder Arten im Zuge der Sekundärsukzession. Auch hydrologisch weitgehend ungestörte Moore werden in intensiv bewirtschafteten Räumen durch das chemische Klima beeinträchtigt (atmosphärische N-Einträge).

5.3.6.3 Moorrestitution:

Zur Moorrestitution gehört das Sichern von unter Naturschutz -Aspekt hochbewerteten Flächen genügender Größe. Wiedervernässungsmaßnahmen und die Stabilisierung von Wasser und Nährstoffhaushalt sind weitere wichtige Maßnahmen zum Erhalt dieser einzigartigen Ökosysteme. Durch Vernässungsmaßnahmen soll die Torfzehrung unterbunden und

Torfbildung initialisiert werden. Restitutionsmaßnahmen müssen individuell auf das jeweilige Gebiet zugeschnitten sein.

Die Wiedervernässung mit zu nährstoffreichem Wasser eutrophiert oligotrophe Systeme und führt zu Röhrichtbildung. Ein weiteres Problem ist die Oligotrophisierung von eutrophierten Moorstandorten. Sind die Nährstoffe einmal in einem Gebiet, ist es schwer sie zu entfernen. Um produktionskräftige Arten zu verdrängen muss der Minimumfaktor (Liebig) begrenzt werden.

6 Literaturverzeichnis

- WALTER, HEINRICH (1990⁶): Vegetation und Klimazonen. Ulmer, Stuttgart
- DIERßEN, KLAUS (1996): Vegetation Nordeuropas. Ulmer, Stuttgart
- FREY, W.; LÖSCH, R. (1998): Lehrbuch der Geobotanik. Gustav Fischer, Stuttgart
- MAYER, HANNES (1986): Europäische Wälder. Gustav Fischer, Stuttgart
- TRETER, UWE (1984): Die Baumgrenzen Skandinaviens. Steiner Verlag, Wiesbaden
- MOEN, ASBJØRN (1999²): Nasjonalatlas for Norge. Statens kartverk, Hønefoss
- LESER, HARTMUT (Hrsg.)(1997): Wörterbuch Allgemeine Geographie. Dtv, München
- ELLENBERG, HEINZ (1996⁵): Vegetation Mitteleuropas und den Alpen. Ulmer, Stuttgart
- www.ispa.uni-vechta.de/publications/VMG/vmg6.html (vom 24.10.02)
- www.vyh.fi/eng/environ/project/lifelap/eng.htm (vom 24.10.02)

7 Anhang

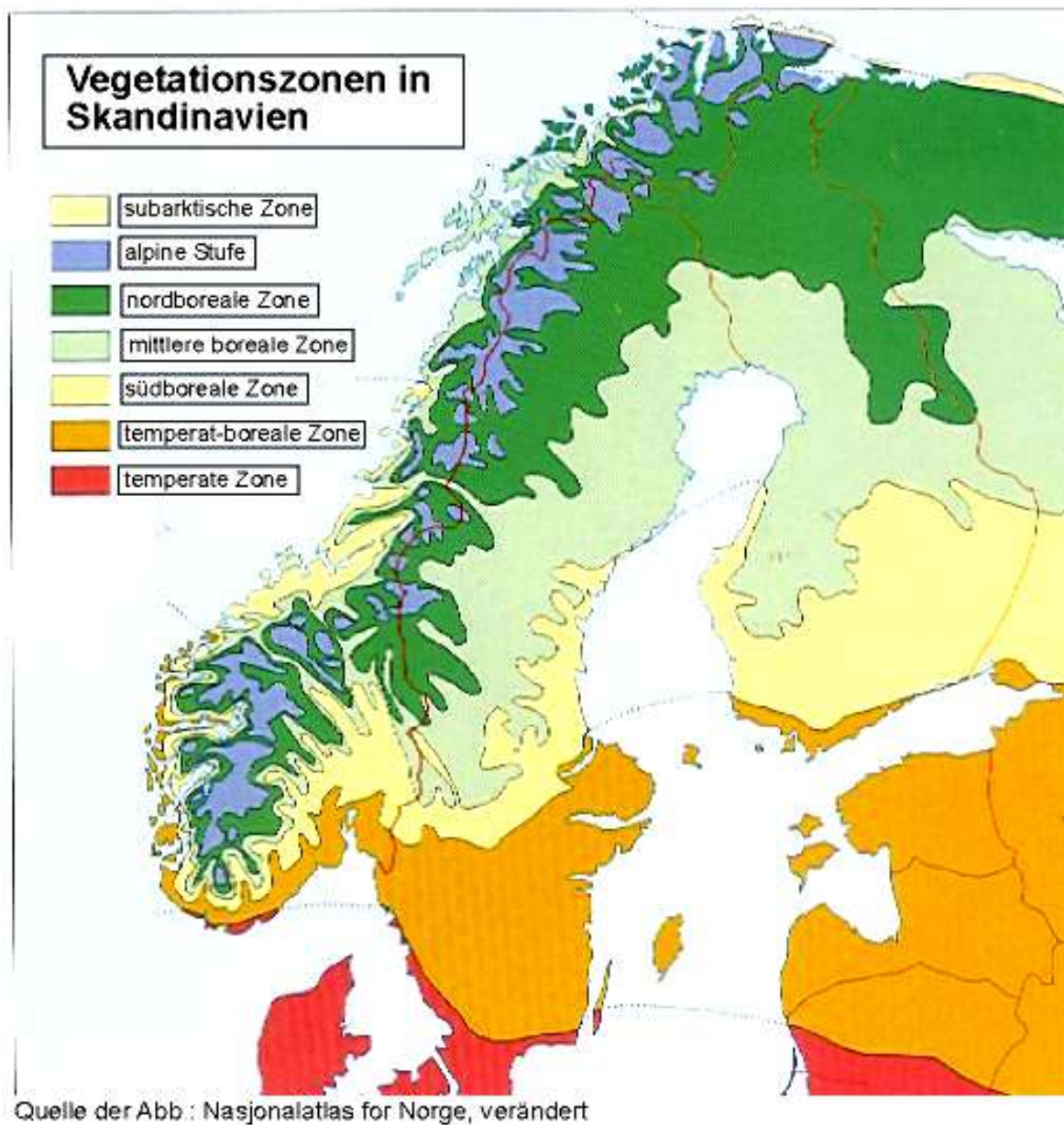
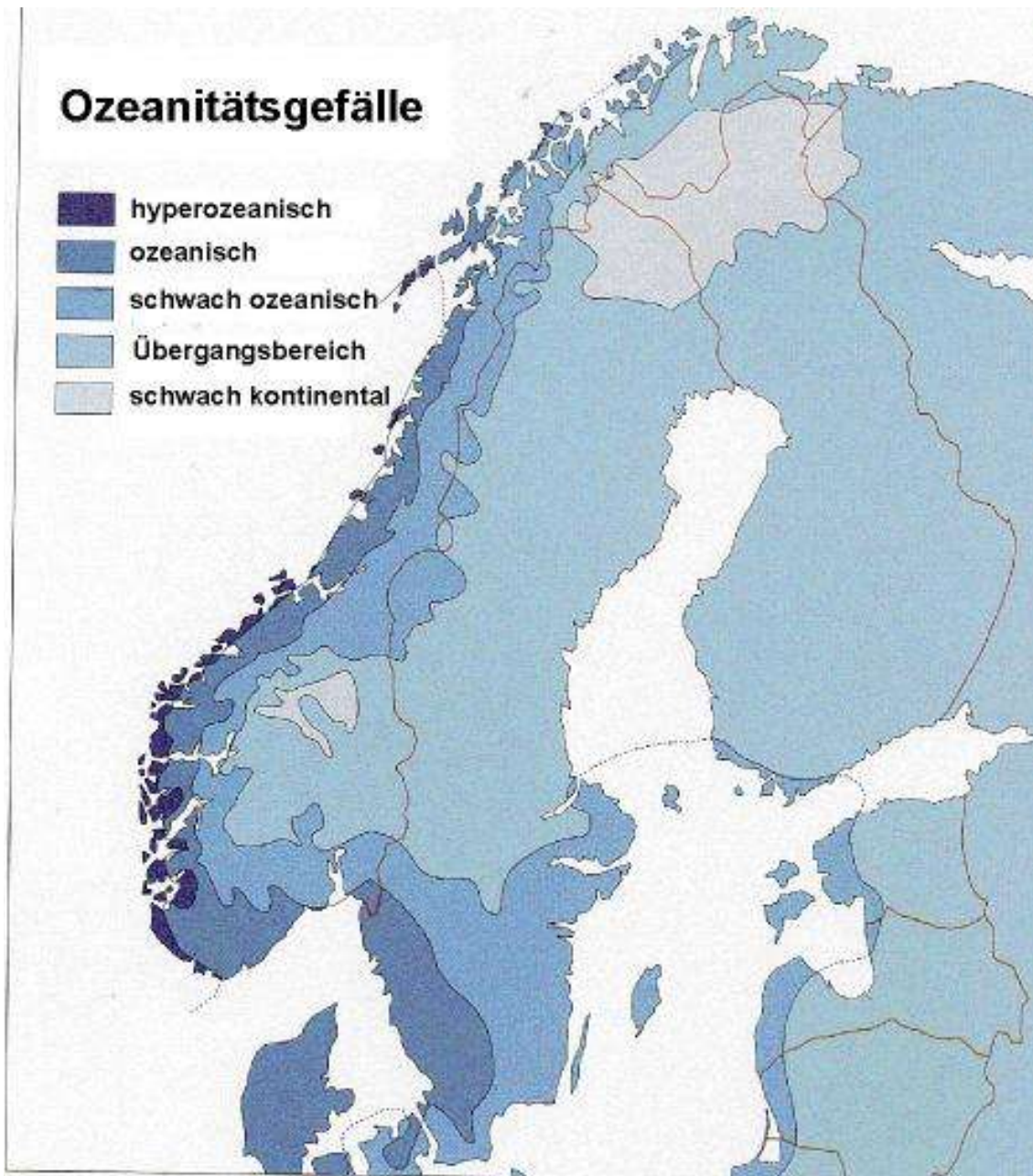


Abb. 7: Vegetationszonen in Skandinavien (Nasjonalatlas for Norge 1999, verändert)



Quelle der Abb.: Nasjonalatlas for Norge, verändert

Abb. 8: Ozeanitätsstufen in Skandinavien (Nasjonalatlas für Norge 1999, verändert)

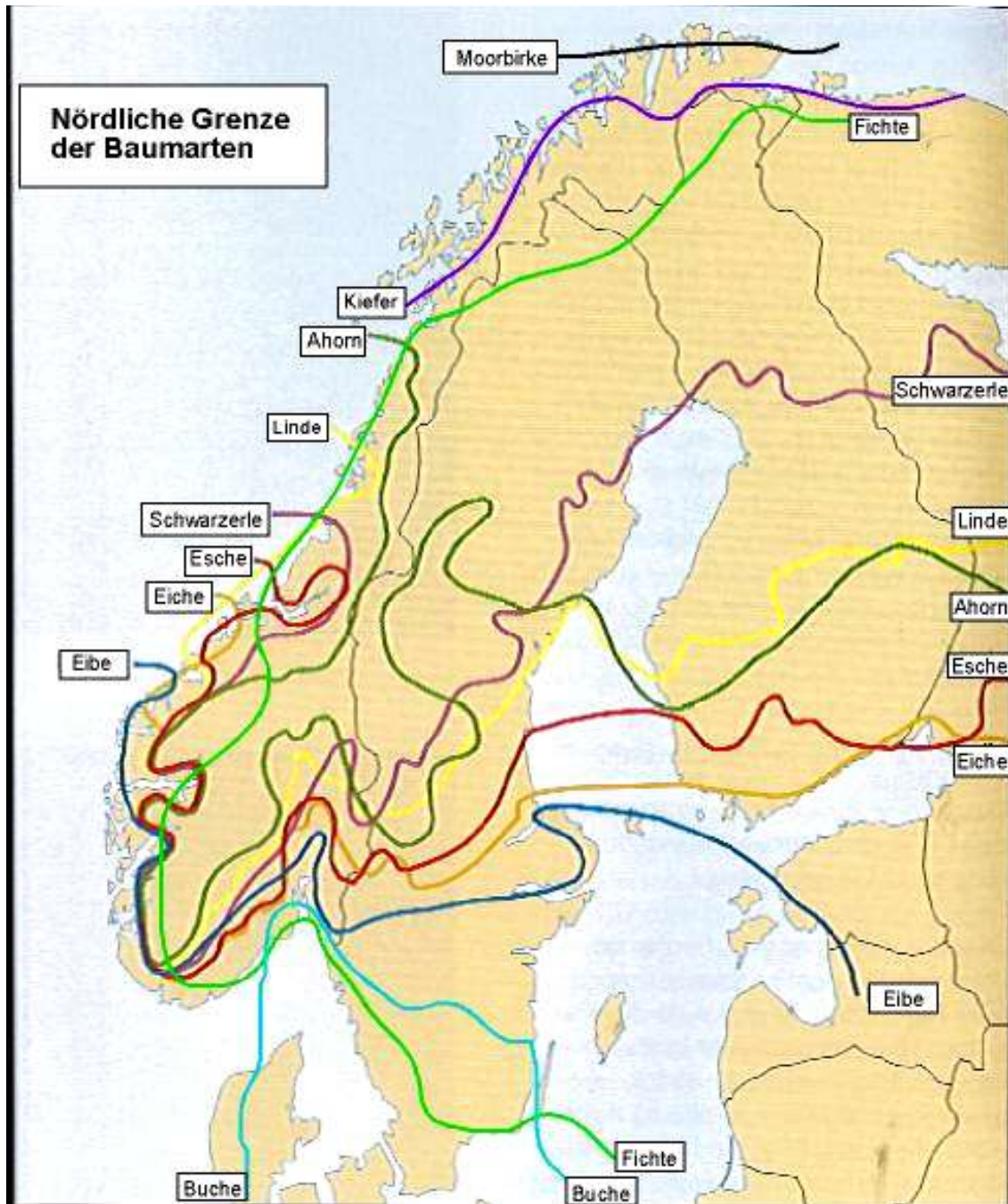


Abb.9: Verbreitungsgrenzen ausgewählter Baumarten (Nasjonalatlas for Norge 1999 und DIERSEN 1996, verändert)