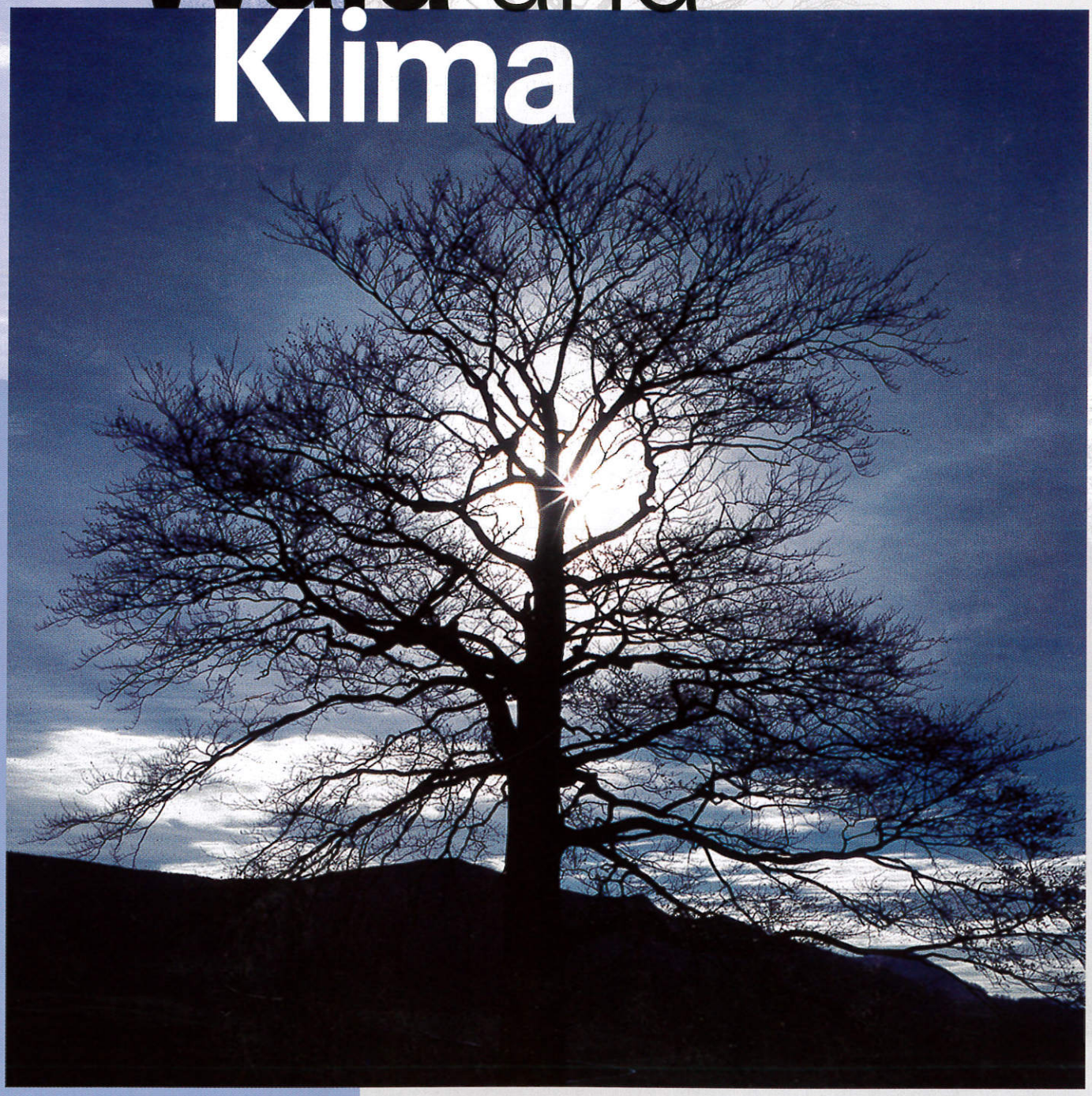
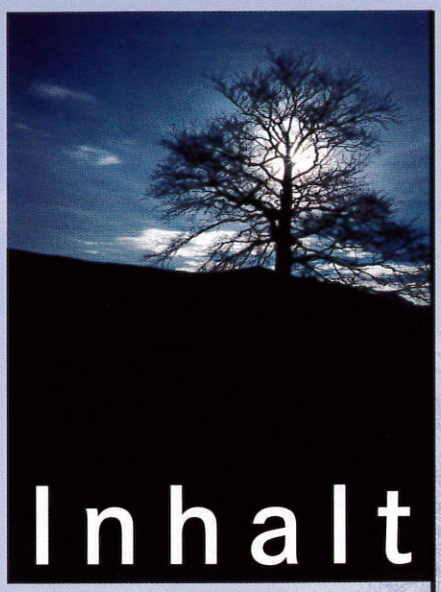
Wald und Klima



Landesforstverwaltung NRW.

ISBN 3-00-008262-X



Inhalt

Vorwort 3

Vegetation und Klima, Nätürliche und anthropogen beeinflußte Änderungen der Vegatation 4

- 1. Einleitung 4
- 2. Grundlegende Faktoren, die die Vegetatrion beeinflussen 4
- 3. Einteilung der Vegetation nach klimatischen Gesichtspunkten 5
- 4. Historische Entwicklung von Vegetation und Klima 5
- 5. Konsequenzenfür die heutige Gestaltung der Landdchaft 8
- 6. Literatur 9

Von der Dendrochronologie zur Dendroökologie Jahrringe als Umweltarchiv 10

- Einleitung und Grundlagen 10
- Die Daten – das europäische Netz von Jahrringchronologien 11
- Was macht man mit all den Daten? 12
- Dendroklimatologie 12
- Zeiztliches und räumliches Verteilungsmuster subfossiler Eichen 12
- Maikäferfraß und Waldgeschichte 14
- Holzanatomie 14
- Waldschadensforschung 15
- Danksagung 15
- Literatur 15

Ändert sich das Klima? Welche Rolle spielt der Mensch? 16

- Klimadefinition und bisherige Klimaänderungen 16
- Steuerungselemente des Klimas 16
- Komponenten des Klimasystems 16
- Wasserkreislauf 16
- Strahlung 16
- Treibhauseffekt und Treibhausgase 17
- Methoden der Klimamodellierung 18
- Meeresspiegelanstieg 19
- Verursacher 19

Impressum

Herausgeber:
Forstliche Dokumentationsstelle der Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen, Herbreme 2, 59821 Arnsberg/Obereimer
Stand November 2000

Redaktion:
Forstliche Dokumentationsstelle
OFR Dr. Offenberg

Gestaltung und Druck:
Moeker Merkur, Köln

Gedruckt auf
100 % Recyclingpapier, chlorfrei

Symposien der Forstlichen Dokumentationsstelle der Landesforstverwaltung NRW

Symposium 1999
Baum, Wald, Landschaft, Mensch, Kulturlandschaft, Erbe und Zukunft von und für Generationen, in Kulturlandschaft, Zeitschrift für angewandte historische Geographie, Heft 2, 1999

Symposium 2000
Wald und Klima

Das Heft kann bezogen werden über:

Forstliche Dokumentationsstelle der Landesforstverwaltung NRW beim Jugendwaldheim Obereimer des Staatl. Forstamtes Arnsberg, Herbreme 2, 59821 Arnsberg

ISBN-3-00-008262-X

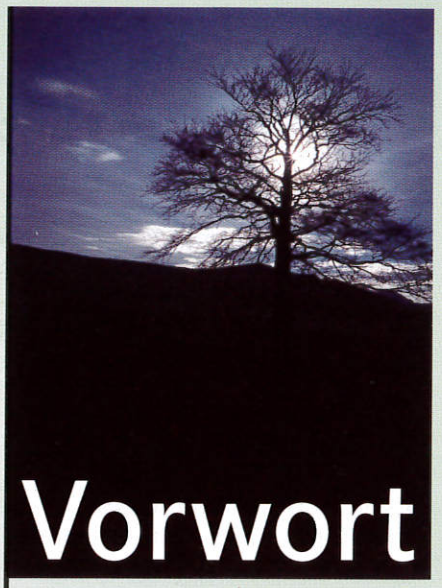
Die Forstliche Dokumentationsstelle der Landesforstverwaltung Nordrhein-Westfalen veranstaltet regelmäßig Symposien aus den Themenbereichen und deren Verknüpfung von Forst- beziehungsweise Waldgeschichte und Gegenwart. Die gehaltenen Referate sollen nicht nur dem Teilnehmerkreis, sondern allen Interessierten zur Verfügung stehen. Daher werden die Referate im nachhinein veröffentlicht. Die Referate des Symposiums 1999 mit dem Schwerpunkt „Baum, Wald, Landschaft, Mensch, Kulturlandschaft" wurden in dem Heft Kulturlandschaft, Zeitschrift für angewandte historische Geographie, Heft 2, 1999 abgedruckt. Die Referate des Symposiums 2000 mit dem aktuellen Thema über „Klima und Wald" stehen in diesem Sonderheft der Forstlichen Dokumentationsstelle zur Verfügung.

Symposium Klima und Wald

Einführungsreferat von Dr. Klaus Offenberg

Sehr geehrte Damen und Herren.
Wald und Klima, ein Thema, das aus der Sicht der Wald- oder Forstgeschichte, aber auch aus der Sicht der Gegenwart und Zukunft betrachtet werden kann und zur Zeit hochaktuell ist. Hier soll nun heute versucht werden Geschichte, Gegenwart und Zukunft miteinander zu verbinden, wobei der Schwerpunkt, wie kann es anders sein, bei der Geschichte liegen soll.

Der Wald beeinflusst das Klima, das Klima beeinflusst aber auch den Wald.
Bevor wir Menschen großflächig in das Ökosystem Wald eingriffen, war der Wald ein ausgleichender Faktor für das Klima. Das galt für Mitteleuropa, das gilt heute noch für die Tropen oder die borealen Wälder in Skandinavien und Asien.
Aber auch in vergangenen Epochen griff das Klima oder das Wetter auf den Wald und seine Bäume ein. Für das Heft 7 der Landesforstverwaltung „Bäume als Zeitzeugen, Ausgewählte Beispiele aus dem Forstamt Steinfurt" habe ich versucht, aus den vielen Daten und Informationen über Witterungserscheinungen im Norddeutschen Raum die herauszufiltern, die aus meiner Sicht extrem waren. Ich betone aus meiner Sicht, im Sinne des Waldes oder eines Baumes sicher subjektiv.
Denn so war meine Überlegung, nur extreme Witterungserscheinungen können den Wald oder einen einzelnen Baum nachhaltig Schaden zufügen. Normale Winter, normale Sommer ohne große Kälte, Hitze, Regen, Eis oder Sturm erträgt der Wald sicher einfacher als das Gegenteil.
Die Daten, die ich zusammengestellt habe, beginnen um 1200, ein Datum, das mit dem Alter einer solitären Eiche im Kreis Steinfurt zu tun hat. Diese Eiche soll angeblich 800 Jahre alt sein. Meine Frage war, wieviel Witterungsunbilden musste der Baum in 800 Jahren aushalten? Waren es drei oder zehn im Jahrhundert, oder vielleicht mehr?
Zum Ergebnis:
180 extreme Witterungserscheinungen konnte ich nachweisen, dass bedeutet nicht, das die Liste vollständig ist. Dass ergibt durchschnittlich 23 Witterungsextreme pro Jahrhundert. Wer hätte das gedacht? Ich bei meinen Recherchen nicht. Ein Wald, ein Baum muss schon mehr Witterungsextreme vertragen, als landläufig angenommen wird.
Doch kurz zurück zur Tabelle im Heft der Landesforstverwaltung: Das Heft „Bäume als Zeitzeugen" wurde von den Lesern gut angenommen, dass die Tabelle in diesem Heft ein Renner wurde, hätte ich nicht erwartete. So entstand der Gedanke, das Thema Klima und Wald in einem Symposium näher zu erläutern und zu diskutieren. Ausschlaggebend für dieses Symposium war eine kleine Tabelle.
Die Einführung in das Thema mit besonderem Blick auf Klimaregionen und Vegetation gibt Dr. Helmut Dalitz von der Universität Bielefeld.
Es folgt das Referat von Dr. Hubertus Leuschner.
Nach der Mittagspause wird der Klimaspezialist vom Deutschen Wetterdienst, Diplom Meteorologe Ulrich Otte, uns aus der Vergangenheit in die Gegenwart und Zukunft führen. Da tauchen dann so Fragen auf, ob wir eine ganz andere Baumartenwahl vornehmen müssen.
Nun noch kurz zum Tagungsort: Wir tagen heute im Jugendwaldheim Obereimer. Das Jugendwaldheim Obereimer ist eines von fünf Jugendwaldheimen in NRW. Kinder und Jugendliche können hier eine Woche wohnen und von Fachleuten das Ökosystem Wald kennen lernen und tatkräftig im Wald mitarbeiten.



Vorwort

Der neue Leiter des Jugendwaldheimes ist Forstamtmann Ralf Neuheuser. Die Forstliche Dokumentationsstelle der Landesforstverwaltung NRW ist hier ebenfalls untergebracht. Die Dokumentationsstelle ist für die forstliche Öffentlichkeitsarbeit zuständig. In Zusammenarbeit mit den Staatsarchiven NRW verwaltet die Forstliche Dokumentationsstelle die Akten der Forstverwaltung. Gleichzeitig befindet sich hier eine forstfachliche Bibliothek mit 11.000 Einzelexemplaren.

Vegetation und Klima

Natürliche und anthropogen beeinflußte Änderungen der Vegetation

Dr. Helmut Dalitz, Fakultät für Biologie, Abteilung Ökologie, Universität Bielefeld

1. Einleitung

„Das Klima beeinflußt die Vegetation eines Gebietes." Diese allgemeine Aussage bedarf insbesondere unter Aspekten der Anwendungsorientierung einer nachhaltigen Präzisierung und möglicherweise auch Einschränkung. Die Aspekte der Anwendungsorientierung erfordern z.B. für Neuanpflanzungen in Forsten oder für Fragen der Pflege von Kulturlandschaften eine genaue Kenntnis der Faktoren, die ein nachhaltiges Wachstum der Anpflanzungen oder eine nachhaltige Entwicklung geschützter oder gepflegter Gebiete gewährleisten. Daß für eine genaue Analyse nicht allein klimatische Faktoren in Betracht gezogen werden können, liegt auf der Hand. Die historische Entwicklung eines Gebietes, die Nutzungsgeschichte, die Bodeneigenschaften, mikroklimatische Modifikationen des Großklimas und der Einfluß resp. die Nutzung durch den Menschen müssen in die Analyse mit einfließen, damit der Anspruch der Nachhaltigkeit erfüllt werden kann. Hierbei spielen natürlich auch ökonomische Notwendigkeiten oder forstpolitische Festlegungen eine nicht unerhebliche Rolle.

Mitteleuropa kann auf eine ca. 10000-jährige Neubesiedlungsgeschichte durch Pflanzen seit der letzten Eiszeit zurückblicken, die in diesem Zeitraum durchaus nicht linear verlaufen ist. Dies unterscheidet Mitteleuropa zum Beispiel sehr deutlich vom tropischen Regenwald Amazoniens, der weitgehend unbeeinflußt durch die Eiszeiten geblieben ist. Ob diese Neubesiedlungsgeschichte bereits abgeschlossen ist, bzw. wie das heutige Klima die Besiedlungsdynamik modifiziert, ist eine der Fragen, die unmittelbaren Einfluß auf die Entscheidung haben sollten, in welcher Weise der Mensch in ein Gebiet eingreifen sollte.

In einem so dicht besiedelten Gebiet wie der Bundesrepublik, das seine zur Verfügung stehenden Räume in vielfältiger Weise nutzt, und das über nur wenige Einzelstandorte verfügt, die vom Menschen unbeeinflußt geblieben sind, stellt sich daher die Frage, in welcher Weise die bereits erfolgten Eingriffe weitergeführt werden. Eine Abkehr z.B. der Forstwirtschaft von reinen Monokulturen zu sogenannten naturnahen Forsten hat bereits begonnen und wirft nun Fragen auf, wie naturnahe Forste aussehen sollen, wie ökonomischer Nutzen bei gleichzeitiger Anwendung ökologischer Erkenntnisse möglich ist und wie Bedürfnisse der Bevölkerung z.B. nach Erholung angemessen berücksichtigt werden können. Hierbei spielen natürlich auch soziologische Fragen eine nicht unerhebliche Rolle. Auch kann ein naturnaher Waldbau durchaus auf Widerstand stoßen, wenn z.B. der Totholzanteil im Wald ein Maß überschreitet, das den ästhetischen (historisch gewachsenen?) Anschauungen der Bürger widerspricht.

In diesem Betrag wird versucht, die ökologischen Grundkenntnisse des Verhältnisses zwischen Klima und Vegetation zu beschreiben und einen kurzen Überblick über die Klimageschichte Mitteleuropas bzw. einer tropischen Region (Amazonien) zu geben. Darüberhinaus werden einige der bereits angesprochenen Fragen neu aufgegriffen und in den ökologischen Kontext gestellt.

2. Grundlegende Faktoren, die die Vegetation beeinflussen

Die Vegetation eines floristisch einheitlichen Gebietes wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflußt, die zum Teil direkt, zum Teil indirekt wirken können. Die Zusammensetzung von Pflanzengemeinschaften ändert sich durch Unterschiede der Konkurrenzkraft einzelner Arten, die durch geogene, klimatische, biogene und anthropogene Faktoren bedingt sein können. Für die einzelne Pflanze ist dabei ausschließlich von Bedeutung, inwieweit ihre für eine hohe Konkurrenzkraft notwendigen Bedürfnisse ausreichend gedeckt werden: ob die notwendige Wasserversorgung z.B. durch eine günstige Niederschlagsverteilung (klimatischer Faktor) oder durch günstige Bodeneigenschaften bei niedriger Verdunstung an einem Nordhang gedeckt wird, ist für die Pflanze ohne Belang. Das bedeutet, daß eine Analyse zur Beurteilung der Standorteigenschaften den Aspekt der Skalierung von Faktoren berücksichtigen muß: die Niedersschlagsverteilung kann großräumigere Auswirkungen haben als die Boden- oder Verdunstungseigenschaften eines bestimmten Kleinstandortes (z.B. Nordhang). Beide Faktorengruppen können

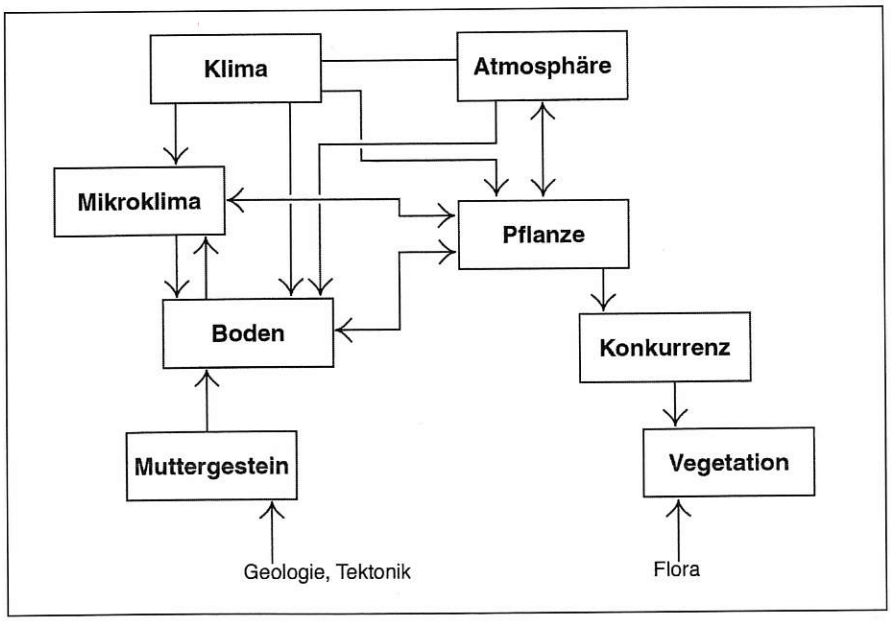


Abb. 1: Schema der Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Umweltbereichen und den pflanzlichen Organismen. Leicht verändert nach Walter & Breckle (1999).

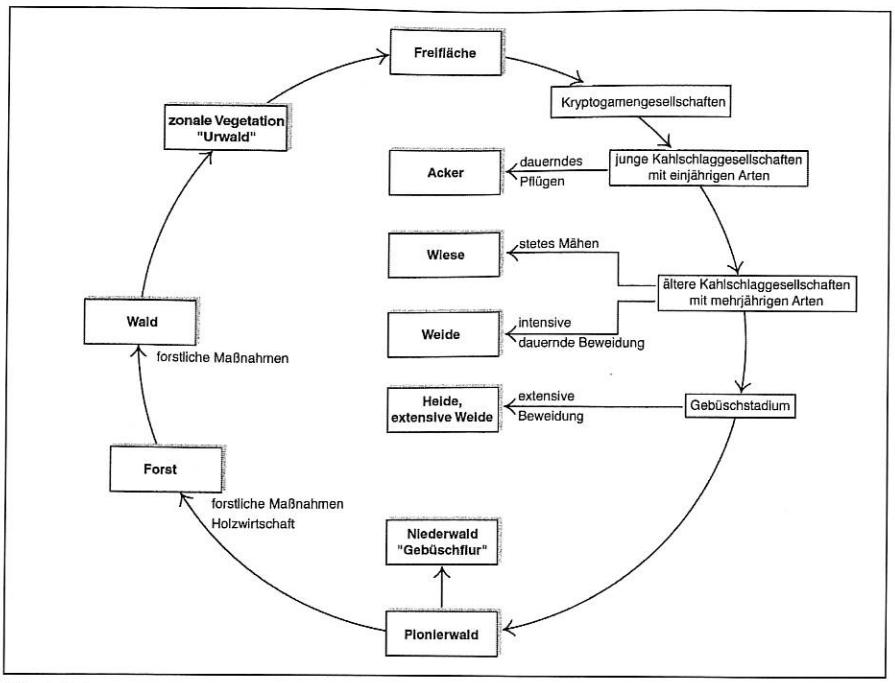


Abb. 2: Schema des Sukzessionszyklus der anthropogenen Formationen in Mitteleuropa, mit Angabe der wesentlichen Einflußfaktoren. (Nach Walter & Breckle 1999).

allerdings die gleiche Auswirkung haben. Abbildung 1 verdeutlicht die wechselseitigen Zusammenhänge. Das Klima hat sowohl Auswirkungen auf die mikroklimatischen Verhältnisse eines Standortes (die z.B. durch orographische Gegebenheiten modifiziert werden) als auch auf direkt auf die Pflanzen selbst. Die Einzelpflanze eines bestimmten Florengebietes unterliegt hingegen weiteren Einflüssen: dem atmosphärischen Eintrag (Deposition) von Wasser und (Nähr-)Stoffen, dem Mikroklima, den Bodeneigenschaften (pH, Leitfähigkeit, Wasserleiteigenschaften des Bodens, Bodenluft und Bodenwärme) sowie der Konkurrenz durch andere Pflanzen. All diese Faktoren bestimmen in ihrer Gesamtheit die Konkurrenzeigenschaften einer Pflanze oder Art an einem gegebenen Standort.

Für anthropogen genutzte Standorte gelten darüberhinaus noch weitere Mechanismen, die in Abbildung 2 illustriert werden: in dem dargestellten Sukzessionszyklus erreicht man durch stete Eingriffe Vegetationsformationen wie Acker, Wiese, Weide und Heide. Auch der Wald, wenn er Eingriffen ausgesetzt ist, kann bei verschieden starker Nutzung unterschiedliche Ausprägungen am selben Standort einnehmen. Insbesondere Pflanzungen, die eine Art (z.B. Buche oder Fichte) stark begünstigen, führen zu Veränderungen der Flora des Standortes, auf Dauer auch zu Veränderungen der Bodeneigenschaften. Beispiel hierfür sind die durch den langsamen Abbau von Fichtennadeln bei hoher Säurebelastung hervorgerufenen Veränderungen der Bodenfauna und der Ausbildung von Rohhumus-Böden, deren stark saure Bodenreaktion eine Ansiedlung von nicht säure-toleranten Arten weitgehend ausschließt.

Die Einflußfaktoren, die durch den Begriff „Klima" subsumiert werden, wirken je nach Lage des Standortes auf der Erdkugel in verschiedener Weise (und werden z.B. in Walter & Breckle 1999 ausführlich dargestellt):

A) Strahlung und Licht:
Die breitengradabhängigen Einstrahlungswinkel führen zu unterschiedlichen Jahresgängen der Einstrahlung. An den Polen ist der Unterschied im Jahresverlauf am größten, während in den Tropen nahezu kein Jahresgang der Einstrahlung vorkommt. Im Tagesverlauf ändert sich die Einstrahlung deutlich und ruft ständige Änderungen der Lufttemperatur hervor. Dies hat Konsequenzen für den relativen Energiegewinn der Pflanzen, der um die Mittagszeit am größten ist, während der Energieverlust nach Sonnenuntergang drastisch zunimmt.

B) Temperatur:
Temperaturextreme werden von verschiedenen Organismen unterschiedlich gut toleriert (Walter & Breckle 1999). Hohe Temperaturen können Pflanzen durch Strahlungsreflexion, durch Transpirationskühlung oder auch durch physiologische Vorgänge (Hitzeschockproteine) recht gut kompensieren. Die maximalen Temperaturen liegen zwischen 50 und 60 °C.
Die Kälteresistenzgrenze ist jedoch sehr unterschiedlich: neben tropischen Pflanzen, die abkühlungs- und erkältungsempfindlich sind, gibt es gefrierempfindliche Pflanzen, die durch Erhöhung der Zellsaftkonzentration Eisbildung in den Geweben vermeiden sowie gefriertolerante Pflanzen, die mit vielen kleinen Vakuolen Membranschäden durch Eiskristalle einzugrenzen vermögen.
Der Einfluß der Kälte (weniger der Hitze) ist für viele Pflanzen ein wesentlichen Faktor, der darüber entscheidet, ob eine Erweiterung des Areals möglich ist oder nicht. Als Beispiel seien hier aus mediterranen Gebieten eingeführte oder eingewanderte Pflanzen genannt, die nördlich der deutschen Mittelgebirge ihre nördliche Verbreitungsgrenze aufweisen, jedoch in Küstennähe (z.B. in Nordfrankreich und England, Irland) deutlich weiter nach Norden vordringen können. Dies wird durch die temperaturausgleichende Wirkung der atlantischen, durch den Golfstrom noch erwärmten Strömung ermöglicht.

C) Wasser:
Während Licht während der Wachstumsperioden von Pflanzen nirgends im Minimum vorliegt, trifft dies auf den Wasserfaktor in verschiedenen Gebieten dieser Erde sehr deutlich zu. Die jährlichen Niederschlagsmengen schwanken von ca. 12000mm bis praktisch Null in den extremsten Wüsten. Doch je nach orographischer Situation können die Verteilungsmuster des Niederschlages bei gleicher Jahressumme zwischen zwei Gebieten völlig unterschiedlich sein: z.B. Winter- bzw. Sommerregengebiete in Südafrika. Diese Ungleichverteilung der Niederschläge wirkt hochgradig differenzierend auf die Vegetation. Als Beispiel sei hier aus Walter & Breckle (1999) die Formationsgliederung und Lebensformenverteilung in den Tieflagen des Andenvorlandes entlang eines Klimagradienten dargestellt (Abbildung 3). Entlang des deutlichen Niederschlagsgradienten von perhumid zu perarid fallen eine ganze Reihe von Veränderungen auf: zum einen erhöht sich in der Mitte des Jahres die Temperatur an den Standorten, an denen weniger Regen fällt. Die Vegetationszusammensetzung ändert sich vom geschlossenen immergrünen Regenwald zu lichteren, halbimmergrünen Formationen bis hin zu wüstenartigen Vegetationsformationen. Auch im Lebensformspektrum gibt es deutliche Besonderheiten: Während im perhumiden bis subhumiden Bereich z.B. Lianen und Epiphyten vorkommen (und außerhalb nicht), finden sich Hemikryptophyten und Thero-Geophyten nur an trockeneren Standorten.

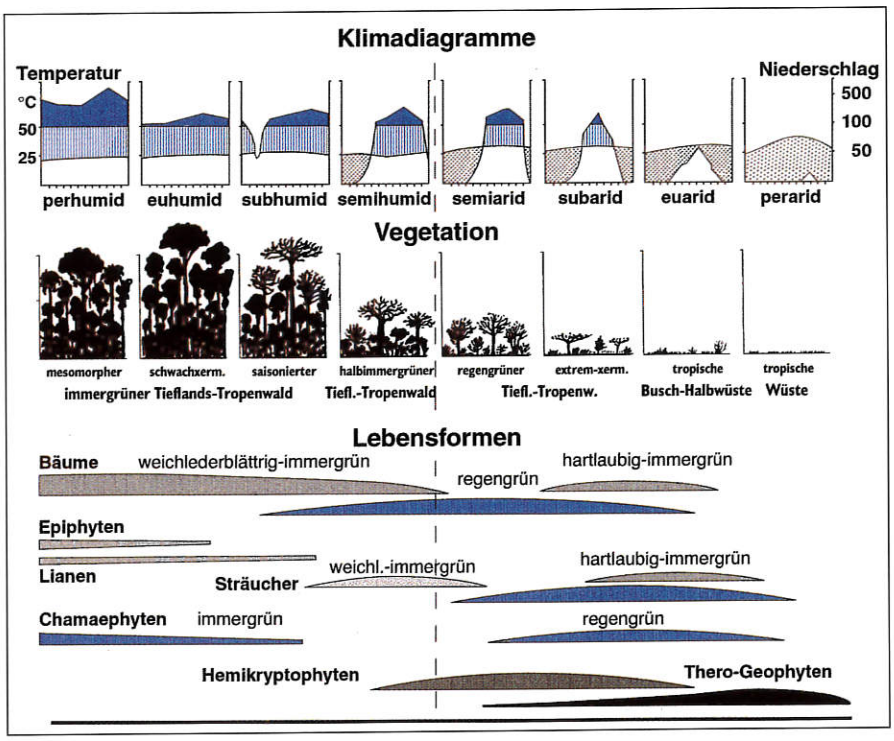


Abb. 3: Formationsgliederung und Lebensformenverteilung in den Tieflagen des Andenvorlandes entlang eines Klimagradienten. (aus Walter & Breckle 1999).

3. Einteilung der Vegetation nach klimatischen Gesichtspunkten

Die Einteilung der Vegetation kann sich beispielsweise an der großklimatischen Einteilung orientieren (Zonobiome). Diese nach Walter & Breckle (1999) insgesamt 9 Zonobiome können durch Klimadiagramme eindeutig charakterisiert werden und beschreiben die zonale Abfolge von Vegetation. Dort, wo orographische oder pedologische Faktoren die zonale Gliederung modifizieren, kommen im gleichen großklimatischen Raum mehrere Vegetationstypen vor, die je nach kleinklimatischen, orographischen, pedologischen u.a. Bedingungen kleinräumig untereinander abwechseln können. Als ein Beispiel für einen Kontinent, der eine klare zonale Gliederung aufweist, andererseits an der Westküste durch den Höhenzug der Anden sowie den marinen Humboldtstrom eine von Nord nach Süd reichende Struktur aufweist, die die zonale Gliederung des Kontinents unterbricht, wird hier Südamerika aufgeführt (Abbildung 4). Während im Norden im Äquatorbereich das Zonobiom I (mit Tageszeitenklima, tropisch humid) vorherrscht, finden wir, je weiter wir nach Süden vordringen, einen Übergang von Zonobiom I zu II (tropisches Sommerregengebiet, humido-arid), Zonobiom III (mit spärlichen Niederschlägen) bis hin zum Zonobiom IX (antarktisches Klima mit sehr kurzen Sommern). Durch den Höhenzug der Anden getrennt, finden wir auf der Westseite dieser die Atacama-Wüste, die sich über mehrere tausend Kilometer entlang der Küste zieht und zu den extremsten Wüsten zählt (siehe auch Abbildung 5).

4. Historische Entwicklung von Vegetation und Klima

Die historische Entwicklung von Vegetation und Klima kann prinzipiell auf verschiedenen Zeitskalen dargestellt werden. Als ein erstes Beispiel sei hier aus Schroeder (1998) die Entwicklung der Angiospermen in der Kreidezeit dargestellt (Abbildung 6). Während des Campan bis zum mittleren Eozän kann der wärmste Klimaabschnitt seit der Frühzeit der Erde, dem Präkambrium verzeichnet werden. Die Temperaturen lagen deutlich höher als heute, auch der Temperaturgradient vom Äquator zum Pol war flacher als heute. Dies hatte einen breiten Tropengürtel zur Folge, an dessen Rändern die adaptive Radiation der Angiospermen wohl ihren Anfang nahm. Sowohl die Anzahl der Familien als aus der Gattungen nahm rapide zu, was einen dramatischen Anstieg der pflanzlichen Biodiversität bedeutet. Auch für das obere Cenoman läßt sich eine deutliche Vegetationszonierung erschließen: In den Tropen ein niedriger, teils xeromorpher, vielfach offener Hartlaubwald, nördlich davon ein extratropischer immergrüner Hartlaubwald resp. Lorbeerwald. Weiter nördlich ein polarer sommergrüner Laubwald mit teils auch rezenten Gehölzsip-

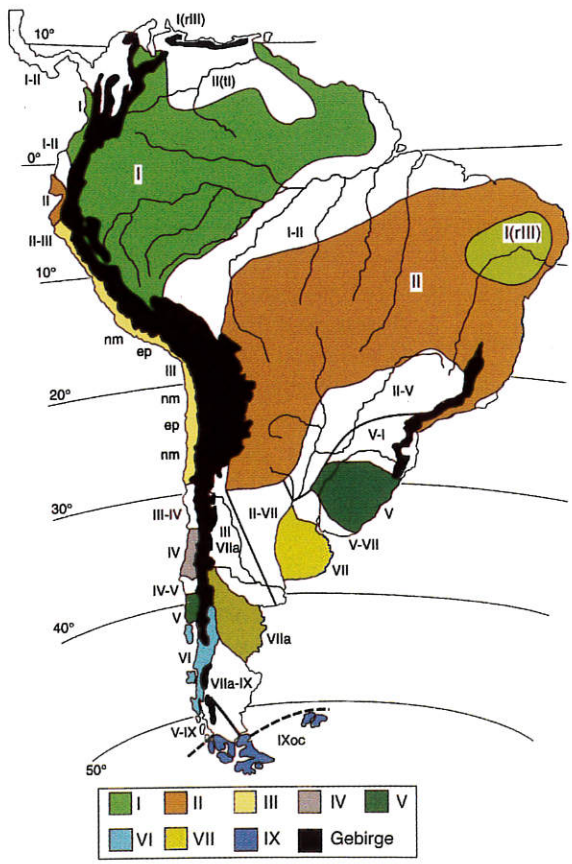


Abb. 4: Südamerika mit den Zonobiomen I bis VII und IX. Nach Walter & Breckle (1999).

ep = episodische Niederschläge in extremen Wüsten;
nm = nicht meßbare Niederschläge durch Tau oder Nebel in Wüsten;
(rIII) = Regen so gering wie in Zonobiom III;
oc = im außertropischen Gebiet ein ozeanisch getöntes Klima;
a = für das betreffende Zonobiom relativ arid;
(tI) = Temperaturkurve wie in Zonobiom I.

Abb. 5: Typische Vegetation im mittleren Bereich der Atacama-Wüste bei Chucicamata, Chile. Bei einem episodischen Regen gekeimte Pflanze, die nur in einer Rinne genügend Wasser für ein weiteres Wachstum gefunden hat.

pen. Im weiteren Verlauf der Erdgeschichte, d. h. im Tertiär setzte dann die Entstehung und Ausbreitung tropischer Regenwälder ein, die an deutlich humide Klimate gebunden waren und sind.

Nach Colinvaux et al. (2000) persistierte dieser Regenwald in den Grundzügen bis heute, war demnach nicht von den nachfolgenden Eiszeiten (die etwa im Oligozän begannen) betroffen (zumindest im südamerikanischen Raum). Dies kann als Argument für die enorme Formen- und Artenfülle hinzugezogen werden, hatte doch dieser Analyse zufolge die Vegetation einen langen Zeitraum zur Verfügung, in der evolutionär immer neue Arten entstehen konnten. Verglichen mit der Situation in Mitteleuropa ergeben sich wohl daher die enormen Artenzahlen in den Tropen (z.B. Abbildung 7; Costa Rica ca. 12000 Arten, Kolumbien ca. 45000 Arten). In Mitteleuropa wurde durch die Eiszeiten ein drastischer Klimawandel ausgelöst, der viele Arten zwang, aus diesem Gebiet „auszuwandern" oder sich auf Sonderstandorte zurückzuziehen. Erst nach dem Ende der Eiszeiten konnten die Arten wieder einwandern, dies aber mit sehr unterschiedlichen Ausbreitungsstrategien.

Eine andere zeitliche Skala zugrunde gelegt, die den Zeitraum von der letzten Eiszeit bis heute umfaßt, ergibt eine deutliche Beeinflussung der Vegetation vom Menschen und damit auch eine teilweise Abkopplung vom Klima (Abbildung 8). Insbesondere die großflächigen Waldformationen, die etwa im Atlantikum vor ca. 5000 Jahren, einer deutlichen Wärmeperiode, in Mitteleuropa entstanden sein dürften, wurden durch die Umgestaltung und Nutzung der Landschaft durch den Menschen stark dezimiert. Spätestens seit dem frühen Mittelalter sind die noch ursprünglichen Wälder in Mitteleuropa auf Restflächen zurückgedrängt worden, die enorme Bevölkerungsentwicklung (und auch Wanderungsbewegungen der Menschen) führte zu einer regionalen Übernutzung der Vegetation. Auch der zunehmende Abbau von Bodenresourcen (Dalitz & Jensen 1994, Schwermetalle z.B. im Harz, im Erzgebirge) sorgte für eine Bedürfnis-orientierte Waldwirtschaft (Fichten zum Ausbau von Stollen, zur Befeuerung der Verhüttungsöfen, Herdfeuer). Auch Sonderstandorte wie Torflagerstätten (Moore) wurden seit dem Mittelalter stark in die Nutzung einbezogen (z.B. im Harz, in der Norddeutschen Tiefebene).

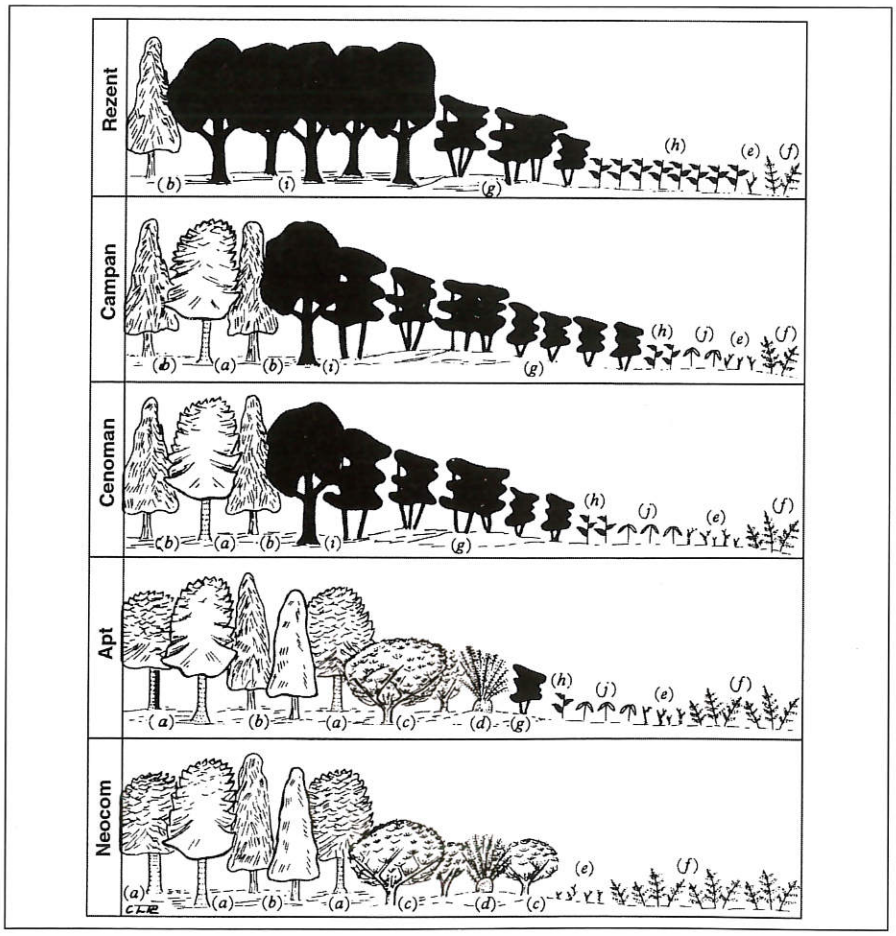


Abb. 6: Die kreidezeitliche Ausbreitung der Angiospermen (schwarz) in der Vegetation der Erde auf Kosten der übrigen Zone (Situation etwa in der Meridionalen Zone).
a, b Koniferen (a „araukarioid", b „taxodioid"); c, d Cycadeen und Bennettiteen; e Lykophyten; f Pteridophyten; g, h, i Angiospermen (g Strauch, h Kraut, i Baum); j Gnetumartige (die Fossilüberlieferung dieser Gruppe ist allerdings sehr lückenhaft). Aus Schroeder 1998.

Abb. 7: Unterwuchs in einem tropischen, prämontanen Bergregenwald Costa Ricas. Höhe üNN 800 m; jährliche Niederschläge bei 4000 mm, Jahresmitteltemperatur bei 20 °C.