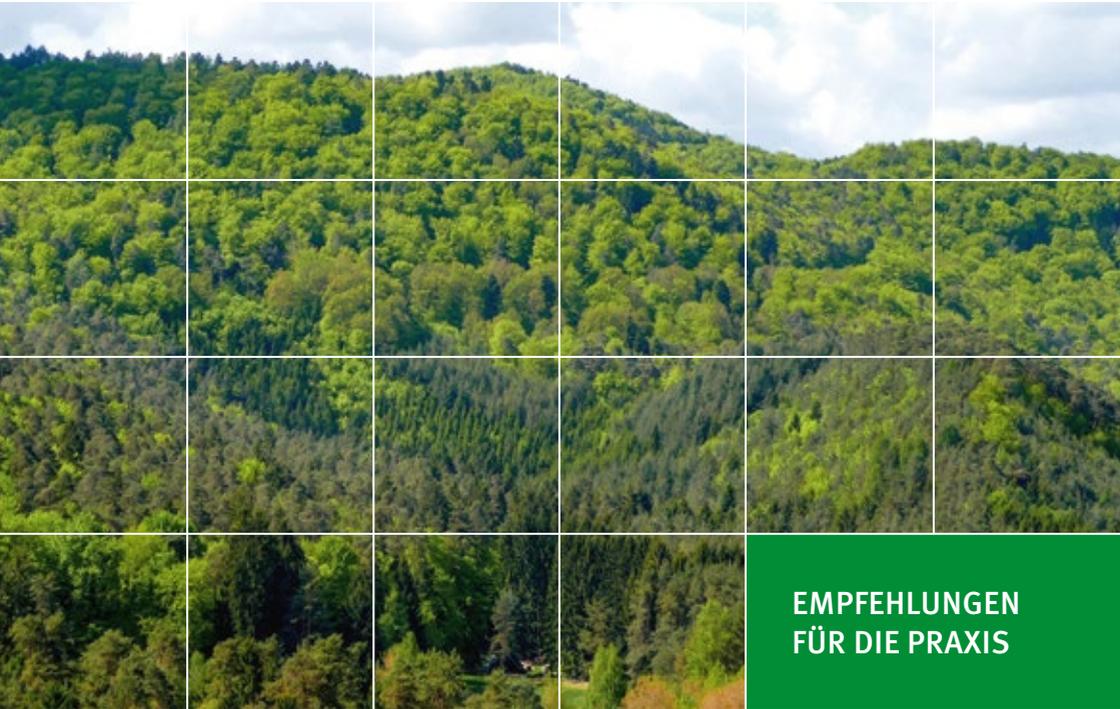


STANDORTANSPRÜCHE DER WICHTIGSTEN WALDBAUMARTEN



**EMPFEHLUNGEN
FÜR DIE PRAXIS**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

OT Gülzow, Hofplatz 1

18276 Gülzow-Prüzen

Tel.: 03843/6930-0

Fax: 03843/6930-102

info@fnr.de

www.fnr.de

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und
Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Text

Prof. Dr. Hans Jürgen Otto ergänzt von Prof. Dr. Sven Wagner: Kapitel 2 |

Prof. Dr. Gebhard Schüler: Kapitel 6 | Dr. Dr. habil. Matthias Noack: Kapitel 3 und 7

Redaktion

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR),

Abteilung Kompetenz- und Informationszentrum Wald und Holz (KIWUH) sowie

Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL), Rainer Schretzmann

Bilder

Titel: globetrotter1/Adobe.Stock

Gestaltung/Realisierung

www.tangram.de, Rostock

Druck

www.mkl-druck.de, Ostbevern

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 1.075

Neuausgabe

FNR 2020

INHALT

1	Vorbemerkung	4
2	Standort und Klimawandel	5
3	Grundsätzliches zu Standort und Baumartenwahl	7
4	Standortbedingungen	9
4.1	Klima	9
4.2	Höhenstufen	9
4.3	Relief	10
5	Regionale Einheiten	12
6	Ausgangsgestein – Böden	13
6.1	Eiszeitliche Decklehme, Löss	13
6.2	Kalkstandorte	14
6.3	Ton- und Schluff-(Silt-)steinstandorte	15
6.4	Sandsteinstandorte	16
6.5	Verwitterungslehme aus Quarziten, Grauwacken, Sandsteinen und Tonschiefern	17
6.6	Basenreiche Silikatstandorte	19
6.7	Eiszeitliche Lehme	19
6.8	Eiszeitliche Sande	20
6.9	Grundwassernahe Sandböden	21
6.10	Holozäne Auenlehme	21
6.11	Bruch-, Quell- und Übergangsmoore	21
7	Eigenschaften und Ansprüche der wichtigsten Waldbaumarten	23
8	Literatur	59

1 VORBEMERKUNG

Die standortgemäße Baumartenwahl legt den Grundstein für stabile und widerstandsfähige Waldbestände. Nur wenn die Ansprüche der jeweiligen Baumarten an den Boden und an die klimatischen Bedingungen des Standorts erfüllt werden, kann eine optimale Bestandsentwicklung erfolgen. In Deutschland gibt es eine Fülle äußerst vielgestaltiger und von Ort zu Ort wechselnder Standortbedingungen.

Ausgangsmaterial, Relief und Klima sind ausschlaggebend für die Standorteigenschaften. Die klimatischen Bedingungen sind jedoch besonders in den letzten Jahrzehnten im Zuge des Klimawandels starken Veränderungen unterworfen. Es wird eine Zunahme von Extremwetterereignissen wie langanhaltende Trockenperioden und Stürme erwartet. Neben den direkten Schäden durch Trockenstress führte die dadurch begünstigte Massenvermehrung von Schädlingen in den letzten Jahren bereits zu einem großflächigen Absterben von Bäumen. Betroffen sind hiervon besonders Fichtenbestände in Tieflagen. Auch bei den Laubbäumen, beispielsweise den Buchen, zeigen sich deutliche Schäden durch eine unzureichende Wasserversorgung. Vorhersagen über die künftige Entwicklung der klimatischen Bedingungen können nur bedingt getroffen werden und sind derzeit noch mit großer Unsicherheit behaftet. Weil sich mit den Klimabedingungen auch die standörtlichen Bedingungen ändern, kann auch die Neubewertung der Anbaufähigkeit bestimmter Baumarten erforderlich werden.

Die Kenntnis der Verhältnisse ist in den vergangenen Jahrzehnten in allen Bundesländern durch die forstliche Standortkartierung erheblich vertieft und präzisiert worden.

Die Standortkartierung liefert die nötigen Informationen zur Ausweisung von Waldentwicklungstypen, und ist die wesentliche Grundlage für Baumartenempfehlungen. Letztere werden derzeit von den Ländern überarbeitet.

Das vorliegende Heft kann folglich nur Aussagen treffen, die in zum Teil beispielhafter Aufzählung einige für bestimmte Baumarten besonders geeignete oder andererseits besonders ungeeignete Standorte beschreiben. Gewisse Verallgemeinerungen, von denen es örtlich Abweichungen geben kann, sind daher unvermeidlich. Besonders hinsichtlich der Standorte, die sich für den Anbau einzelner Baumarten mit großer Wahrscheinlichkeit nicht eignen, besteht jedoch in den Anbauempfehlungen der Bundesländer weitgehende Übereinstimmung. Deshalb wird in dieser Schrift auf einen solchen Negativkatalog besonderer Wert gelegt. Das Heft kann mithin keine für alle Verhältnisse gültigen Anbaueregeln aufstellen, sondern lediglich vor den größten Anbaufehlern schützen.

Im Einzelfall empfiehlt es sich immer, örtliche standortkundliche Untersuchungen und Kartierungsergebnisse zu erfragen und mit den vorhandenen Erfahrungen über den Anbau bestimmter Baumarten zu vergleichen.

2 STANDORT UND KLIMAWANDEL

Der Klimawandel hat auf die Zukunft der Forstwirtschaft größten Einfluss: Wird es bei uns zukünftig wärmer? Wird es feuchter – oder trockener – und wenn ja: wo besonders ausgeprägt? Werden die Winter milder? Oder die Sommer heiß und trocken? Oder werden die Unterschiede zwischen den Extremen größer? Gibt es in Zukunft häufiger starke Nassschneefälle – oder mehr und stärkere Stürme? Diese Fragen werden die waldbauliche Planung für den Zeitraum der nächsten hundert Jahre intensiv beschäftigen. Denn das bisherige Wissen und die Kenntnisse über das Wuchsverhalten unserer Waldbaumarten auf den unterschiedlichen Standorten stehen hier auf dem Prüfstand: Die Einschätzung der natürlichen Waldgesellschaften als Orientierung für einen standortgemäßen naturnahen Waldbau, besonders aber die Beurteilung des einzelnen Standorts und seiner Eignung für bestimmte Baumarten unterliegen einem von außen aufgezwungenen Wandel, dem

sich die Forstwirtschaft dennoch stellen muss. Die Diskussion über die zu erwartenden Veränderungen und ihre Konsequenzen hat inzwischen intensiv begonnen, doch ist es (noch) nicht möglich, konkrete Handlungsempfehlungen auszusprechen. Inwieweit dies überhaupt möglich sein wird, wird sich erst in Zukunft beantworten lassen. Denn die Vorhersage der zukünftigen Entwicklung ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Dennoch lassen sich – unter Berücksichtigung dieser Unsicherheit – grundsätzliche Ansatzpunkte für die Entwicklung von stabilen Waldbeständen formulieren:

- Es sollte die Beteiligung von Pionierbaumarten (Birken, Aspe, Kiefer), Eichen und Douglasie sowie die Beteiligung von Arten, die auf warmtrockene Standorte spezialisiert sind (z. B. Winterlinde, Robinie, Schwarzkiefer), bedacht werden. Bei den Pionierbaumarten reicht ggf. eine sehr extensive Beteiligung am Bestand.



- Der Anbau von Beständen aus Arten mit natürlichem Verbreitungsschwerpunkt in kühl-feuchten Regionen (Fichte) sollte sich auf „sichere“ Standorte beschränken. Vorhandenen Beständen dieser Baumarten sollte besondere Sorgfalt der Risikoabsicherung zuteil werden. Dies lässt sich u. a. durch gezielte Beimischung anderer Arten (s. o.) erreichen.
- Die Zukunft der Buche als der bislang in Mitteleuropa von Natur aus dominierenden Baumart wird je nach Betrachtungsschwerpunkt unterschiedlich beurteilt. Allerdings lässt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten, dass besonders die kühleren und niederschlagsreicheren Regionen auch langfristig für Buchen gute Wuchsbedingungen bieten – aktuelle Berechnungen auf der Grundlage von regionalisierten Klimamodellen sprechen zumindest dafür.¹
- Die Begründung und Entwicklung von Mischbeständen kann aus zweierlei Gründen in Zukunft noch wichtiger werden: Zur Sicherung gegen Zuwachsverluste in der Einzelfläche bei langsam eintretenden Störungen und zur Sicherung der Verjüngung bei Katastrophen.
- Die Mischungen sollten als Trupp- bis Gruppenmischungen (z. B. Buche/Traubeneiche oder Buche/Douglasie) oder durch zweischichtige Bestände realisiert werden, um beim Ausfall einer Baumart keine zu großen Lücken entstehen zu lassen.
- Die Beurteilung von Naturnähe als Orientierung für waldbauliches Handeln wird zunehmend schwieriger, da sich die Zuordnung von natürlichen Waldgesellschaften zu Einzelflächen im Walde verändern wird. Außerdem werden sich bislang stabile naturnahe Ökosysteme verändern und tendenziell an die zukünftigen klimatischen Bedingungen anpassen.

Vor diesem Hintergrund sind die Angaben zu den Standortansprüchen der Waldbaumarten in diesem Heft im Grundsatz weiterhin gültig. Die Beurteilung der Eignung für einen konkreten Standort sollte aber jeweils mit Vorsicht und Bedacht erfolgen, gerade im Hinblick auf mögliche Änderungen der Standortfaktoren, und hier besonders des Wasserhaushalts. Die Baumartenwahl sollte sich daher mit großem Nachdruck auf eine möglichst optimale Standorteignung hin orientieren.

Inzwischen liegen für viele Gebiete aktualisierte Planungsgrundlagen vor. So haben die meisten Bundesländer mittlerweile ihre Wuchsbezirksinformationen zum Klima aktualisiert. Das ist nötig, weil die Bezugsperioden für viele Wuchsbezirksgliederungen von 1901–1950 reichen. Eine Anpassung an aktuellere Werte bringt zumeist deutliche Veränderungen.²

¹ Vgl. *Untersuchungen der bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft für die Wuchsgebiete Bayerns*.

² Ein Beispiel ist die Überarbeitung der forstlichen Klimagliederung Sachsens, im Internet unter: www.waldundklima.de/klima/klima_docs/gemballa_etal_afz_2007_klimagliederung.pdf (Stand 12/2019)

3 GRUNDSÄTZLICHES ZU STANDORT UND BAUMARTENWAHL

In den Katalogen großer Gartenbaubetriebe findet man häufig den Hinweis, dass man für ein gutes Gedeihen dieser oder jener Pflanzenart lockeren, humosen Boden mit guter Wasserhaltekraft, ausreichender Erwärmung und einem ausgewogenen Verhältnis aller Pflanzennährstoffe benötigt. Auch für die in Deutschland hauptsächlich angebaute Waldbaumarten stellen solche Bodenverhältnisse in der Regel ideale Wuchsbedingungen dar. Sie ermöglichen die Erziehung ertragreicher, gesunder, gegen Schädigungen der verschiedensten Art widerstandsfähiger Rein- oder Mischbestände.

Waldstandorte der geschilderten Art kommen in der Natur tatsächlich vor. Sofern zusätzlich die Höhenlage, die klimatischen Verhältnisse und gegebenenfalls das Geländere Relief bestimmten Baumarten zusagen, ist der Waldbesitzer in der Wahl der Baumart frei, das heißt, er kann ohne Risiko eine große Anzahl verschiedener Baumarten zum Anbau vorsehen. Häufig jedoch sind solche idealen Waldstandorte nicht vorhanden. Der praktische Forstmann und Waldeigentümer stehen immer wieder vor der Situation, dass bestimmte Standortbedingungen dieser oder jener Baumart nicht zusagen.

Die meisten einheimischen Baumarten können im weiteren Rahmen ihrer Erbanlagen eine bestimmte Breite verschiedenartiger Standorte besiedeln, ohne direkt zu ver-

kümmern. Standortwidrige Anbauten aber bergen ein besonders hohes Risiko, dass solche Abgänge tatsächlich eintreten.

Jeder Baum ist geprägt durch bestimmte art-eigene Eigenschaften und Bedürfnisse an seine Umwelt. Diese Eigenschaften begrenzen das Vorkommen der Arten auf bestimmte Umweltgegebenheiten. Sie sind die Ursache für verschieden große Verbreitungsgebiete. Sie bedingen in Wechselwirkung mit dem Klima eine höhenstufenmäßige Gliederung des Vorkommens und der Vergesellschaftung mit anderen Pflanzenarten. In optimaler Anpassung an die Standorte sind unsere Baumarten konkurrenzkräftig und vermögen sich gegen andere zu behaupten. Sind sie durch falsche Standortwahl in ihrer Vitalität geschwächt, so unterliegen sie. Es hat dann keinen Zweck, sie mit besser angepassten, konkurrenzstärkeren Arten zu mischen. Forstgenetische Erkenntnisse sind bei der Auswahl der richtigen Herkunft von einer großen Bedeutung, die mit dem Klimawandel noch weiter zunehmen wird.

Die auf einem bestimmten Standort seit langer Zeit heimischen Baumarten können als besonders anbaueeignet gelten, da sie ausreichend Zeit hatten, sich an die vorherrschenden Wuchsbedingungen ihrer Umwelt genetisch anzupassen. Beim Anbau fremdländischer Baumarten müssen wissenschaftliche Fragen ihrer Anbaueignung



vorab geklärt werden und langfristige praktische Anbauerfahrungen vorliegen. Deshalb werden im vorliegenden Heft nur die wichtigsten dieser Baumarten, bei denen das der Fall ist, aufgeführt.

Für den Waldbauern ist daher zweierlei wichtig. Er muss die **wichtigsten Wuchsbedingungen seines Waldgebietes** kennen und über die **Ansprüche der Baumarten an den forstlichen Standort** und ihr **Konkurrenzverhalten** Bescheid wissen.

Zur Beurteilung der standörtlichen Wuchsbedingungen benötigt der Waldbauer

- die Kenntnis des Großklimas und seiner lokalen Abwandlungen durch Höhenlage und Relief,
- die Kenntnis des geologischen Ausgangsgesteins und der darauf entstandenen Böden,
- die Kenntnis des Wasserhaushalts der Böden,
- die Kenntnis der Vegetation und ihrer Zusammensetzung als Weiser für bestimmte standörtliche Gegebenheiten (Weiserpflanzen),
- die Kenntnis der Konkurrenzstärke der einzelnen Baumarten.

Bezüglich der Standortansprüche der Baumarten sind folgende Punkte wichtig:

- die Kenntnis über ihre natürliche Verbreitung, besonders die horizontale und vertikale Gliederung des Verbreitungsgebietes,
- die Kenntnis ihrer Nährstoffansprüche,
- die Kenntnis ihrer Toleranz gegenüber Bodenversauerung,
- die Kenntnis ihrer Ansprüche an die Wasserversorgung (Klima und Bodenfrische),
- die Kenntnis des Verhaltens ihrer Wurzeltracht unter verschiedenen Standortbedingungen,
- die Kenntnis ihrer Reaktion auf Trockenheit, Kälte (Frost), Nährstoffüberangebot und Nährstoffarmut,
- die Kenntnis ihrer Reaktion auf natürliche und menschlich bedingte Schadfaktoren (z. B. Schneebruch, Luftverunreinigungen, biotische Schäden).

4 STANDORTBEDINGUNGEN

4.1 Klima

Das Klima einer Großregion wird beschrieben durch die Darstellung der

- **Temperaturverhältnisse,**
- **Niederschlagsverhältnisse,**
- **Windverhältnisse.**

Bei den Temperaturverhältnissen werden folgende Daten erfasst: mittlere wirkliche Lufttemperaturen im Jahr und während der forstlichen Vegetationszeit (Mai bis September), im Januar und im Juli, die mittlere Jahresschwankung sowie Temperaturschwellenwerte.

Zu den Niederschlagsverhältnissen gehören folgende Daten: Jahresniederschläge, Niederschläge Mai bis September, Oktober bis April, die Niederschlagsverteilung in den einzelnen Monaten, die Zahl der Tage mit Schneedecke.

Besonders wichtig ist die Kenntnis der Niederschläge in der forstlichen Vegetationszeit, also im Sommerhalbjahr, denn in dieser Zeit wachsen die Bäume und benötigen dafür eine gute Wasserversorgung.

Zu den Windverhältnissen rechnen die Daten über Windrichtung und Windstärke sowie über die Häufigkeit von Stürmen.

Im Allgemeinen lässt sich in der Bundesrepublik Deutschland von Westen nach Osten eine Veränderung des Großklimas vom

maritimen (kühle, regenreiche Sommer, vergleichsweise milde Winter) zum kontinentalen (warme, regenärmere Sommer, kältere, schneereichere Winter, stärkere Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter) feststellen. Besonders in der norddeutschen Tiefebene mit geringen Reliefunterschieden sind diese großklimatischen Veränderungen deutlich ausgeprägt.

In den Mittelgebirgen gibt es dagegen zahlreiche Abwandlungen. Beispielsweise unterscheidet sich an größeren Bergmassiven das Klima der Wind zugewandten Seite (Luv-Seite) von dem der Wind abgewandten Seite (Lee-Seite) deutlich.

4.2 Höhenstufen

In den höheren Mittelgebirgslagen und im Hochgebirge ist eine sehr beachtliche Abwandlung des Klimas nach der Höhe über dem Meer (NHN) zu beobachten, die zur Bestimmung sogenannter Höhenstufen geführt hat. An diese Stufen sind bestimmte Waldgesellschaften gebunden. Sie werden als **Zonalgemeinschaften** bezeichnet.

In diesen Gebieten ist die Prägung der Wuchsbedingungen durch die Höhenlage so stark, dass die Wirkung kleinstandörtlicher Unterschiede zu einem gewissen Grad überlagert wird.

4.3 Relief

Beispiel: So erhebt sich der Harz aus der bis 300 m über NHN (Sonnhänge bis 350 m) reichenden kollinen (hügelförmigen) Eichenmischwaldstufe über die submontane (untere Bergstufe) Buchenwaldstufe mit Eiche bis 450 m (Sonnhänge 500 m), die montane (bergische) Buchenwaldstufe von 450 bis 650 m (Sonnhänge 700 m), die obermontane (obere Bergstufe) Buchen-Fichtenwaldstufe von 650 bis 750 m (Sonnhänge 800 m) bis in die hochmontane (hochgebirgliche) Fichtenwaldstufe von 750 bis rd. 1.000 m.

In diesen Höhenstufen sollten die dort natürlich vorherrschenden Baumarten bei Neu- oder Wiederbegründungen bevorzugt werden.

In allen Waldgebieten erfährt das Großklima durch die Wirkungen des Reliefs mannigfache Abwandlungen.

Lage zum Wind

Hoch gelegene Plateaus, Rücken, Kuppen und Gipfel werden durch den Wind stark beeinflusst. Er wirkt temperaturmindernd und verdunstungssteigernd. In Kuppenlagen sind die Baumkronen besonders durch Eisbruch, regional auch durch Immissionen gefährdet.

Schatt- und Sonnhänge

Nord-, Nordost- und Osthänge fasst man unter dem Begriff **Schattlänge** zusammen. Sie sind luftfeuchter und kühler, was die Ertragsleistung der meisten Baumarten in



niedrigen Lagen begünstigt, in höheren dagegen herabsetzt. In mittleren Lagen tritt häufig Schneebruch auf. Die Wärme liebenden Eichenarten sind hier benachteiligt, während es beispielsweise die Fichte, die häufig allerdings schneebruchgefährdet ist, auf diesen Hängen zu besonders hohen Leistungen bringt. Die Europäische Lärche ist in kühlen Schatthanglagen anfälliger gegen Lärchenkrebs.

Süd-, Südwest- und Westhänge bezeichnet man als **Sonnhänge**. Bei größerer Wärme bieten sie für das Wachstum wärmebedürftiger und/oder Trockenheit ertragender Baumarten gute Voraussetzungen (Eiche, Douglasie). Arten mit hohen Feuchtigkeitsansprüchen reagieren hier mit weniger hohen Ertragsleistungen, sofern die Böden auf diesen Hängen nicht besonders frisch sind. Südliche und westliche Hänge empfangen in der Bundesrepublik Deutschland zwar meistens die stärksten Niederschläge, dafür ist aber auch die Verdunstung auf diesen Hängen hoch, und vor allem sind sie stark dem Wind ausgesetzt. Dies führt zu Einschränkungen bei der Baumartenwahl.

Schneebruchlagen

In mittleren Gebirgslagen sind bestimmte Höhenzonen oft besonders belastet durch häufiges Auftreten von Nassschnee. Diese schwere Last führt periodisch zu Kronenbrüchen, vor allem wenn falsche Baumarten-Herkünfte (z.B. breitkronige statt schmalkronige) verwendet werden. Die örtlichen Erfahrungen sind hier unbedingt zu beachten.

Frostlagen

Täler, Senken und Mulden sind meist schattig, kühl und feucht. Bei geringem Gefälle kann hier durch sogenannten Kaltluftstau (wenn durch ein Hindernis die Luft nicht abfließen kann) ein starker Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht auftreten. Diese Spätfrostlagen (Nachtfröste Mitte Mai, Eiseilige) sind z. B. für Tanne, Buche, Eiche und Douglasie nicht geeignet.

5 REGIONALE EINHEITEN

Die Wirkungen des Großklimas, seine horizontalen, vertikalen und durch die Geländeform bedingten Abwandlungen werden in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland regional in ökologischen Großeinheiten, den Wuchsgebieten und Wuchsbezirken dargestellt.



Serrahner Buchenwald auf basenarmem sandigem Boden im Müritz Nationalpark

Wuchsgebiete sind überwiegend geographisch deutlich von ihrer Umgebung abzugrenzende Großeinheiten. Beispiele: Wuchsgebiet Hunsrück (Rheinland-Pfalz, Saarland), Harz (Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Thüringen).

Wuchsbezirke stellen eine Untergliederung der Wuchsgebiete dar. Sie haben als Rahmen für bestimmte Anbauswerpunkte der Baumarten größeres Gewicht, da sie sich durch ein einheitliches Regional- oder Höhenstufenklima, eine begrenzte Zahl der Bodenausgangsgesteine, eine typische Geländegestaltung, verwandte Waldgesellschaften und eine einheitliche Landschaftsgeschichte auszeichnen.

Beispiel:

Wuchsbezirksgruppe Mittlere Donaulb:

- Mittlerer Jahresniederschlag 825 mm,
- mittlerer Niederschlag Mai bis September (forstliche Vegetationszeit) 425 mm
- mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur 18,0 °C;
- mittlere Jahrestemperatur 7,3 °C;
- mittlere Temperatur Mai bis September 13,9 °C;
- Geologie: Weißer Jura mit Massenkalken, nach Süden tertiäre Süßwasser- und Meeresmolasse;
- Regionalwald: Submontaner Buchenwald
- Vorherrschende Waldgesellschaft: Waldgersten-Buchenwald

Die Dienststellen der öffentlichen Forstverwaltungen verfügen über entsprechende Informationen zum Regionalklima und zu den Wuchsbezirken und können sie zur Verfügung stellen.

6 AUSGANGSGESTEIN – BÖDEN

Waldböden sind einerseits von den äußerst unterschiedlichen geologischen Ausgangssituationen geprägt. Andererseits ist der Zustand der Waldböden auch das Ergebnis von über geologische Zeiträume andauernden Entwicklungsprozessen und von vergleichsweise kurzfristigen Einwirkungen der jeweiligen Umweltbedingungen und der menschlichen Bewirtschaftung.

Um die Funktionen des Waldes für die Holzherzeugung, für die Erzielung von Einkommen, für die Beschäftigung und die Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes optimal zu erfüllen, müssen die ökologischen Bedingungen des Standortes bei der Waldbewirtschaftung berücksichtigt werden.

Die Standortkenntnis ist daher die Voraussetzung für jede Planung der Bewirtschaftung und der Umweltvorsorge im Wald. Diese Kenntnis wird durch eine systematische Standortaufnahme in eine praktisch umsetzbare Entscheidungsgrundlage umgesetzt. Eine gute Standortkenntnis und die Ergebnisse einer Standortkartierung sind wichtige Ratgeber für eine nachhaltige und verantwortungsvolle Waldbewirtschaftung. Damit sind sie für die richtige Baumartenwahl unerlässlich.

6.1 Eiszeitliche Decklehme, Löss

Decklehmauflagen oder deutliche Lösslehmbeimengungen im Oberboden sind in vielen deutschen Mittelgebirgen weit verbreitet. Diese schluffreichen Auflagerungen (schluffige Lehme bis lehmige Schluffe) wurden einst von eiszeitlichen Winden herangetragen.

Je nach Ausgangssubstrat konnten die Lösslehmauflagen bei ihrer Ablagerung gewisse Kalkanteile enthalten, die aber durch Auswaschung inzwischen meist verloren gegangen sind. So entwickelten sich entweder Böden aus reinen Lösslehmauflagen oder periglaziale Gemische aus angewehtem (äolischem) Sediment und den Verwitterungsprodukten des anstehenden Grundgesteins.

Bei größerer Mächtigkeit überlagert der **Decklehm** die Wirkung des Grundgesteins. Der Decklehm neigt zur Tonverlagerung, d. h. feine Tonpartikel können in tiefere Bodenhorizonte eingeschlämmt werden. Es entstehen dann Parabraunerden mit guter Luft- und Wasserführung im Oberboden, aber entsprechender Verdichtung im Unterboden. Je nach der Lage der Decklehme im Relief, zum Beispiel auf ebenen, breiten Plateaus oder weiten Talgründen, kann diese Tonverlagerung zu einem periodischen Wasserrückstau führen. Die Böden zeigen dann eine graue oder rostbraune Fleckung, die typischen Zeichen eines Pseudogleyes



Mächtige, tiefgründige Lösslehm-Parabraunerde

(Staubäseboden). In hängiger Lage sind diese Erscheinungen oft weniger ausgeprägt, da das Überschusswasser hangabwärts, in der Regel im Boden als sogenannter Zwischenabfluss, abfließen kann.

Je stärker die Vernässung ist, umso kritischer wird der Anbau solcher Baumarten, die eine gute Durchlüftung des Bodens benötigen. Fichte, Douglasie und auch die Buche sind zwar unter solchen Bedingungen noch sehr leistungsfähig, aber auch windwurfgefährdet.

Die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen in diesen Böden hängt von der ursprünglichen „Herkunft“, also der geologischen Ausgangssituation in den Ausblasungsgebieten, ab. Ungestörte Decklehmstandorte besitzen aufgrund einer günstigen Porengrößenverteilung ein hohes Wasserspeichervermögen und bieten somit Pflanzen eine gute Wasserversorgung. Sie sind jedoch physikalisch wenig stabil. Daher verursacht die Befahrung dieser Standorte mit schweren Forstmaschinen mechanische Bodenschäden mit irreversibler Zerstörung des ursprüngli-

chen Porengefüges und Bodenverdichtungen mit wurzelfeindlichen, zeitweise anaeroben (Sauerstoffmangel-)Bodenverhältnissen.

6.2 Kalkstandorte

Kalkstandorte können verschiedenen Perioden der Erdgeschichte zugeordnet werden (zum Beispiel Mitteldevon, Zechstein, Muschelkalk, Jura und Kreide). Sie entstanden meistens in einst von Meeren überfluteten Gebieten durch die Ablagerung von Kalkskeletten und aus den Resten von Korallenriffen. Bei dolomitisierten Kalken ist das Calcium im Karbonat teilweise durch Magnesium ersetzt. Je nach der Klüftigkeit des Kalksteines bzw. Dolomits und den Anteilen an anderen Mineralien haben sich mehr oder weniger tiefgründige Böden entwickelt.

Eine **Rendzina** ist ein schwach entwickelter Boden auf kalkhaltigem Fest- oder Lockergestein. Hierbei handelt es sich um relativ karge und trockene Standorte, oft in Karstgebieten, ohne nennenswerten Ertrag. Rendzinen zeichnen sich zwar durch eine hohe Basensättigung aus, aufgrund des schlechten Wasserhaushaltes sind sie aber oft Sonderstandorte für sehr spezialisierte Waldgesellschaften mit Felsenbirnen-, Berberitzen- und Cotoneastergebüsch über Mehlbeeren bis hin zu Seggen-Kalkbuchenwäldern.

Kalk- bzw. Dolomitverwitterungslehme zeichnen sich durch hohe Kationenaustauschkapazitäten und durch hohe Basensättigungen aus. Charakteristisch ist hier



Rendzina, charakteristischer Bodentyp auf Kalkgestein

auch das reiche Bodenleben und infolge dessen der sehr gute Humuszustand (Mull). Nachteilig ist bei Karstränage (senkrechte Klüfte im Kalkgestein, die das Niederschlagswasser nach unten wegführen) die zuweilen mangelhafte Wasserversorgung. Mit zunehmender Beimengung anderer Mineralien vergrößert sich die Verwitterungstiefe des Kalkgesteins und damit das Wasserspeichervermögen. Staunasse Kalkverwitterungslehme vervollständigen die Spreite der Kalkstandorte.

Unter den subtropischen bis tropischen, warmfeuchten Verwitterungsbedingungen des Tertiärs konnten sich besondere Standortsformen entwickeln, die sich bis heute erhalten haben („Reliktböden“). Bei der **Terra rossa** (Kalksteinrotlehm) wurden die im Ausgangssubstrat enthaltenen Karbonate ausgewaschen, während sich die Eisenanteile gleichzeitig relativ angereichert haben. Dies zeigt die rote Farbe an. Terra

rossa-Böden sind gute Standorte, die zwar oberflächlich austrocknen, aber aufgrund ihrer Mächtigkeit genügend Wasser speichern können. **Terra fusca**-Böden sind entkalkt und reagieren demgemäß schwach sauer. Typisch ist auch ein stark tonhaltiger B-Horizont und vereinzelt aufkonzentriertes Eisenoxid, welches ursprünglich im Kalk fein verteilt war. **Mergelböden** haben sich aus Sedimentgesteinen entwickelt, wenn gleichzeitig Kalk und Schluff oder Ton abgelagert wurde. Entsprechend dem Kalkgehalt werden Kalkmergel bzw. Schluff- oder Tonmergel ausgewiesen. Tonmergelbänke können zu schweren Mergelböden verwittern. Für Kalkstandorte sind Kalkbuchenwälder mit hoher Wertleistung typisch. Bei besserem Wasserhaushalt treten auch zunehmend Edellaubmischwälder mit Esche an die Stelle der reinen Kalkbuchenwälder.

6.3 Ton- und Schluff-(Silt-) steinstandorte

Ton- und Schluffsteine sind aus der Zertrümmerung anderer Gesteine entstanden und gehören daher zu den klastischen Sedimenten. Tonsteine sind Sedimentgesteine, die überwiegend aus Ton bestehen, die aber auch Gemenge aus Quarz, Feldspäten oder Karbonaten enthalten. Farblich variieren sie aufgrund der Beimengungen von Limonit, Hämatit, Chlorit und organischen Kohlenstoffverbindungen von hell- bis dunkelgrau, schwarz, rot und grün.

Die sehr unterschiedliche Zusammensetzung der tonigen Ausgangsgesteine und die

häufigen Wechsellagerungen von Sand-, Schluff- und Tonsteinen führen bei der Bodenbildung zu einer breiten Palette von sehr nährstoffreichen bis zu sehr nährstoffarmen Standorten. In der Mehrzahl der Fälle sind sie tiefgründig, lassen jedoch Mängel im Luft und Wasserhaushalt und bei der Erwärmung erkennen.

Tonige Böden sind gekennzeichnet durch Quellung bei Wasserüberschuss und Schrumpfung bei Wassermangel. Als Bodentypen entstehen Pelosole, die bei höherem Basen- und Nährstoffreichtum, sofern sie eine gute Bodenstruktur aufweisen, einen günstigen Lufthaushalt und eine ausreichende Erwärmung besitzen (Röt, reiche Tone des Unteren und Mittleren Jura). Bei ungünstiger Bodenstruktur dagegen öffnen sich für die Baumwurzeln nur wenige Klüfte. Die Böden sind dann zwar in ihrer Verwitterungstiefe als tiefgründig zu bezeichnen, wegen des Mangels an Spalten und der damit verbundenen Luftarmut und mangelhaften Erwärmung aber nur flach durchwurzelbar (z. B. ärmere Kreidetone). Wurzelinensive Baumarten, wie die Weißtanne oder die Stiel- und Traubeneiche, können hier angebaut werden.

6.4 Sandsteinstandorte

Sandsteine sind entweder (küstennahe) Meeresablagerungen, wie der Elbsandstein, oder es sind fluviatile (von Flüssen abgelagerte) bzw. äolische (vom Wind angewehrte) Festlandsedimente wie der Buntsandstein. Sandsteine bestehen aus miteinander ver-

kitteten, zwischen den Fingern deutlich spürbaren Quarzkörnern. Diese Quarzkörner haben sich im Laufe der Zeit verfestigt (sogenannte Diagenese), entweder durch die Einwirkung von starkem Druck oder durch die Einlagerung von kieseligen Kittsubstanzen (Quarzsandsteine), Tonmineralen (Tonsandsteine), Eisenoxiden (Eisensandsteine) oder Calcit (Kalksandsteine), wobei die Kalksandsteine ihren Kalkgehalt durch Auswaschung bereits verloren haben können.

Die mit roten Oxiden und Oxidhydraten des Eisens überzogenen Sandkörner des weit verbreiteten Buntsandsteines enthalten als Kittsubstanzen auch wenig verwitterte Tonminerale, Feldspäte und Glimmer. Feinwurzeln in den Klüften des Buntsandsteines deuten daraufhin, dass sich die Bäume auch dort, d.h. im tiefer anstehenden Grundgestein, mit Nährelementen versorgen können.

Auf Grund der hohen Quarzanteile entstehen aus Sandsteinen meist nährstoffarme, versauerte Ranker, Braunerden, podsolige Braunerden, Podsol-Braunerden, Braunerde-Podsole oder Podsole.

Böden aus Sandsteinen mit einem kalkigen oder stark tonigen Bindemittel oder mit Einlagerungen von kalkigen oder tonigen Schichten sind meist nährstoffreicher, zum Beispiel die Sandsteinstandorte des Keupers in Süddeutschland oder die Standorte des Oberen Buntsandsteins.

In den Mittelgebirgen liegen die Böden der Sandsteinstandorte häufig unter einer Decklehmauflage (Höhenlehme), und im



Podsol aus Konglomerat des Oberen Buntsandsteins, stark versauert und nährstoffarm. Unter der schwarzbraunen organischen Bodenauflage ist der typische Bleichhorizont deutlich erkennbar. Darunter liegt der intensiv rotbraune Anreicherungshorizont, der harte Eisenverkrustungen (= „Ortstein“) aufweisen kann, die das Wurzelwachstum behindern und wasserstauend wirken.

Fälle ihrer Ausbildung als Fließerden sind sie mit der Decklehmauflage soliflukktiv durchmischt.

Mit Ausnahme von Edellaubbaumarten sind alle Baumarten auf diesen Standorten denkbar. Sie bieten insbesondere anspruchslosen Baumarten – je nach Wasserangebot

und Entwicklungstiefe des Bodens – gute bis befriedigende Wuchsbedingungen. Je nährstoffärmer, sandiger und flachgründiger die Böden sind, desto stärker wird die Baumartenwahl eingeschränkt. In Kiefern-, Douglasien- und Fichtenbeständen auf ärmeren Standorten dienen Buchen und Eichen, aber auch alle vereinzelt vorkommenden sonstigen Laubbaumarten mit leicht zersetzbarer Streu (wie Weiden, Ebereschen, Birken und Aspen) dem Bodenschutz und der Erhaltung der Mineralbodenhumusvorräte im Rahmen natürlicher Nährstoffkreisläufe.

6.5 Verwitterungslehme aus Quarziten, Grauwacken, Sandsteinen und Ton-schiefern

Besonders im Bereich der Mittelgebirge haben sich Verwitterungslehme aus oft sehr alten, meist basenarmen Gesteinen (Quarzit, Grauwacken, Sandstein und Ton-schiefer) entwickelt:

Quarzit entsteht unter hohem Druck und hoher Temperatur sowie mechanischer Belastung (Metamorphose) aus rekristallisierten quarzreichen Sandsteinen. Quarzit ist sehr hart und widerstandsfähig gegenüber äußeren Einwirkungen.

Grauwacke besteht aus Quarz und Feldspäten in einer tonigen Grundsubstanz (Tonminerale, Chlorit und Glimmer). Die Grauwacke hat meist eine dunkel(grün)graue Färbung.

Sandstein entsteht durch die Verkittung (Zementation) von lockerem Sand (s.o.) und ist klastischen Ursprungs, d. h. es ist aus der mechanischen Zerstörung des Ausgangsgesteins entstanden.

Tonschiefer entwickeln sich unter Druck und Temperatur aus Tonsteinen zu metamorphen Schiefergesteinen.

Die aus Quarziten, Grauwacken, Sandsteinen und Tonschiefern entstandenen Verwitterungslehme besitzen oft geringe bis mittlere Austauschkapazitäten und geringe Basensättigungen. Wenn die Quarzbestandteile überwiegen, entstehen im Allgemeinen nährstoffarme Böden, die zur Versauerung neigen. Nur bei stärkerer Einmischung von Tonschiefern kann die Basensättigung ansteigen. Je nach Wasserangebot und Entwicklungstiefe des Bodens findet man Ranker, Braunerden oder Podsole.

Die Böden sind oft durch zwischeneiszeitliches und periglaziales Bodenfließen umgelagert (sog. Solifluktion: sehr langsames, flächiges Bodenfließen auch an nur schwach geneigten Hängen). Ein hoher Skelettanteil (Steinanteil) im Boden, z.B. in den Boden eingearbeiteter Hangschutt, stabilisiert die physikalisch meist nur wenig belastbaren Verwitterungsprodukte und fördert eine tiefere Durchwurzelung. Andererseits verdichten sich die Böden durch die Solifluktion. Dann können sich staunasse und damit für die Durchwurzelung und Pflanzenernährung nur flachgründig nutzbare Böden ausbilden (Pseudogley, Stagnogley).

Unter den warm-feuchten Verwitterungsbedingungen des Tertiärs (Paläogen) entwickelten sich aus diesen Böden auch **kaolinitreiche Grau- und Buntlehme**, die während der Eiszeiten z.T. mehrmals durch Solifluktion umgelagert wurden. Sofern sie während der Eiszeiten nicht abgetragen wurden, sind sie als tertiäre Restdecken erhalten. Hieraus entwickelten sich Pseudogley und Pseudogley-Braunerden. Typisch für die dicht gelagerten Bodenhorizonte ist die gegenüber dem meist aufliegenden Decklehm und dem zeitweilig durchlüfteten Oberboden höhere Basensättigung.

Stärkere Differenzierungen werden bei all diesen Standorten durch ein unterschiedliches Wasserspeichervermögen in den durchwurzelbaren Bodenhorizonten ersichtlich.

Die Böden aus diesen Substratreihen schließen Edellaubmischwälder aus, ansonsten sind alle Baumarten denkbar. Zur Förderung der Naturnähe sollten Fichten- und

Pseudogley-Braunerde aus silikatärmerem Buntsandstein als Fließerde über Tongestein



Douglasienreinbestände auf diesen Standorten durch Laubbaumarten, insbesondere die Buche, aufgewertet werden. Bei besserer Wärmeversorgung eignet sich auch die Traubeneiche als Baumart. Die Fichte sollte auf extremer staunassen Standorten wegen ihrer erheblichen Windwurfgefährdung nicht angebaut werden. Je nach der Staunässeausprägung und Nährstoffversorgung bieten sich Buche, Eiche, Schwarzerle sowie Sand- und Moorbirke als Alternativen an. Wichtig ist auf diesen Standorten der Anbau relativ tief wurzelnder Baumarten, zumindest in bedeutsamen Beimischungen, damit die Bäume als Basenpumpe wirken und Nährelemente aus den tieferen besser basenversorgten Bodenhorizonten in einen großen Nährstoffkreislauf einspeisen.

6.6 Basenreiche Silikatstandorte

Die Ausgangsgesteine dieser Standorte (Basalt, Bims, Gabbro, Diabas) entstehen aus Gesteinsschmelzen in der Tiefe. Während Vulkanite (Ergussgesteine) rasch an der Erdoberfläche abkühlten, sind die Plutonite langsam in der Tiefe erkaltet und wurden erst sehr viel später durch Hebung und Erosion freigelegt. Vulkanite sind zum Beispiel basenreiche basaltische Aschen, Tuffe, Schlacken oder Basalte, während Gabbro plutonischen Ursprungs ist.

Basalt ist ein basisches Ergussgestein aus einer Mischung von Eisen- und Magnesiumsilikaten mit Pyroxen (Augit), calciumreichem Feldspat (Plagioklas) und Olivin. Diabase

und Melaphyr, die auch als Paläobasalte bezeichnet werden, bestehen vorwiegend aus Olivin, Augit, der zum Teil in Chlorit umgewandelt ist, und Plagioklasen mit einem hohen Calcium-Anteil.

Gabbro entspricht in der chemischen Zusammensetzung in etwa dem Basalt, weist aber als Tiefengestein eine harte, kompakte und grobkörnigere Struktur auf. Gabbro hat eine grauschwarze, gelegentlich auch blaugrüne Farbe, die von dem hohen Anteil dunkelfarbiger Minerale wie Pyroxen und Olivin herrührt.

Auf den basenreichen Silikatgesteinen entstehen meist tiefgründige, lehmige und nährstoffreiche Böden vom Typ der Braunerden. Die Mehrzahl aller Baumarten können auf diesen Verwitterungslehmen gute Massen- und Wertleistungen erbringen. Typischerweise sind sie der Standort für hervorragende Buchen-Edellaubmischbestände mit Esche, Bergahorn, Bergulme, Traubeneiche, Linde und Vogelkirsche. Das Wirtschaftsziel bestimmt hier die Baumartenwahl. Allerdings sollten Fichtenbestände auf diesen Standorten mittel- bis langfristig in Edellaubbaummischbestände umgewandelt werden, um das Potenzial der Böden auszunutzen.

6.7 Eiszeitliche Lehme

Diese sehr verschieden mächtigen Substrate weisen meist folgende Eigenschaften auf: Sie sind tiefgründig, besitzen verschiedene Korngrößen bis hin zu hohem Steinanteil (Geschiebe), haben eine unterschiedlich gute

Nährstoffausstattung und sind relativ sauer. Je mehr Korngrößen nebeneinander vorkommen, desto besser ist die Wasserdurchlässigkeit und die Durchlüftung und desto freier ist man in der Baumartenwahl.

Eiszeitliche Lehme im Alpenvorland zeigen zum Beispiel in ebener Lage so starke Veräussungserscheinungen, dass teilweise nur noch die Roterle angebaut werden kann. Zahlreiche Standorte müssen dort auch durch die Einbringung von Weißtannen stabilisiert werden. Bei höheren Niederschlagsmengen kann auf solchen Standorten eine Moorbildung, ja sogar die Bildung von Hochmooren, einsetzen. In diesem Falle sollte man von einer systematischen Bewirtschaftung der Standorte absehen und die Entwicklung der Hochmoorbildung durch einen gezielten Wasserrückhalt fördern.

6.8 Eiszeitliche Sande

Diese besonders im norddeutschen Flachland verbreiteten, sehr tiefgründigen Lockersedimente verwittern entsprechend ihrem ursprünglichen Silikatanteil zu lehmigen bis schwach anlehmigen Sanden. Der Lehmannteil und die Verlehmungstiefe bestimmen die Wasserhaltekapazität dieser Böden, was sich auf die Wachsfreudigkeit der Baumarten auswirkt. Meist liegen bei einer derartigen Bodenbildung ein begrenztes Nährstoffangebot und schlechte Wasserversorgung bei allgemeiner Basenarmut vor. Damit wird die Baumartenwahl stark eingeschränkt. Insbesondere anspruchsvolle Laubbaumarten, wie Esche, Bergahorn, Ulme und



Pseudogley-Braunerde auf eiszeitlichem Geschiebedecksand über Geschiebelehm

Schwarzpappel, aber auch Tannenarten sind hier nicht mehr zum Anbau geeignet. Auf Standorten mit besserer Nährstoff- und Wasserversorgung kann außer Kiefer noch Buche, vor allem aber Eiche und Douglasie stocken. Der Anbau der Fichte bedingt mindestens 300 mm Niederschlag von Mai bis September.

Als Bodentyp sind Podsol-Braunerden weit verbreitet. In den ärmsten Sanden dieser Gruppe findet keine Verlehmung mehr statt. Dort entwickeln sich Podsole mit mehr oder weniger ausgeprägten Eisen-/Humus-Verfestigungshorizonten (Ortstein). Die Kiefer ist dort vor allem in subkontinentalen Klimaräumen die einzige lohnende Wirtschaftsbaumart.

6.9 Grundwassernahe Sandböden

Vor allem in weiten Niederungen des Flachlandes, aber auch in breiten Flusstälern werden sandige Substrate vom hoch anstehenden Grundwasser, dessen jahreszeitlichen Schwankungen und horizontalen Bewegungen und seinem Nährstoffgehalt beeinflusst. Herrscht sehr oberflächennahes, kalk- und nährstoffarmes, wenig bewegtes Grundwasser vor, so ist damit Luftarmut verbunden. Empfindliche Baumarten, wie Fichte und Douglasie, wurzeln hier entsprechend flach und sind windwurfgefährdet. Auf diesen Standorten eignet sich die Birke (bei oberflächennahem, nährstoffreichem Grundwasser die Roterle). Liegt der Grundwasserspiegel dagegen tiefer und ist vor allem das Wasser kalkreicher, so werden damit arme Bodensubstrate verbessert, der durchwurzelbare Bodenraum tiefer und damit die Möglichkeiten der Baumartenwahl, insbesondere für Laubbäume (Stieleiche, Birke, verschiedene Pappelarten) vergrößert.

6.10 Holozäne Auenlehme

In den letzten 10.000 Jahren seit dem Ende der letzten Eiszeit erodierten besonders in Hanglagen die verwitterten Erdoberflächen. An den Hangfüßen, in Senken und in Bach- und Flusstälern erfolgte (und erfolgt auch heute noch) eine (Wieder-) Sedimentation (Kolluvium). Die Böden dort reichen vom Gley mit vielfältigen Übergängen bis zum autochthonen braunen Auenboden (Vega). Werden die braunen Auenböden nur kurze

Zeit vom Wasser gesättigt, sind aber ansonsten gut durchlüftet, so haben diese Böden eine homogene, meist braune Färbung. Erst im Bereich des Grundwassers zeigen sich die rostbraunen Gleyflecken.

Nährstoffreichere, tonige und lehmige Auensedimente sind Standorte für Edellaubholz (Esche, Ulme, daneben Stieleiche). In einem weiten Bereich können hier auch Pappeln (Schwarzpappeln) angebaut werden. Bei extrem hoch anstehendem Grundwasser mit hohem Kalkgehalt kann eine mächtige Bruchmoortorfauflage entstehen. Dann sind Roterlen gut geeignet. In weniger reichen Bachauen eignen sich Roterlen als bachbegleitende Gehölze und Eschen, Stieleichen und Hainbuchen als Baumarten der Bachauen (Bach-Eschen-Erlen-Wälder).

6.11 Bruch-, Quell- und Übergangsmoore

Hangbrücher sind typische Mittelgebirgs-Moorbildungen in Form von Quellmooren mittlerer und oberer Hanglagen. Der Moortyp wird in diesem Fall als Übergangs- oder Zwischenmoor bezeichnet. Hangabwärts entwässern sie meist in kleine Bäche. Verschiedene Bodenbildungsprozesse überlagern sich in den vernässten Bereichen in unterschiedlich ausgeprägter Form. Oft können unter dem Torf über dem Mineralboden und im Mineralboden über dicht gelagerten Zwischenlagen deutlich sichtbare laterale Wasserabflüsse beobachtet werden. Im Mineralboden sind diese lateralen (seitlichen) Wasserflüsse oft mit dem Auftreten von mor-

phologischen Gleymerkmalen verbunden. Unterbrechungen im normalerweise von oben nach unten durchgängigen Porensystem des Bodens (sog. Porendiskontinuitäten) wirken – wie eine Art „Sperrschicht“ – wasserstauend. Dies kann trotz Hanglage zu Pseudogley- und Stagnogley-Merkmalen führen, die bei länger andauernder Wassersättigung mit Sauerstoffarmut und dann mit wurzelseindlichen Bedingungen verbunden sind. Als Bodentypen können sich hier bei dauerhaftem Wasserstau Zwischenmoor-Böden oder Übergangs-Bodentypen wie Gley-Braunerden oder Hangpseudogley-Hangmoorgleye entwickeln.

Die hoch sensiblen Bruchstandorte sind wichtige Biotopflächen für spezialisierte Tier- und Pflanzengesellschaften. Außerdem leisten sie einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Regulierung des Landschaftswasserhaushalts, indem der äußerst wasserspeicherfähige Torfkörper die aufgenommenen Niederschlagsmengen zeitlich verzögert wieder abgibt.

Die Eigenschaften und Funktionen der Bruchstandorte als Rückhalteflächen für Wasser können sich jedoch nur entwickeln, wenn eventuell vorhandene Drainagesysteme aufgelassen und sogar zurückgebaut werden.

Die Fichte wurzelt in den Hangbrüchern oft nur in der Torfaufgabe. Daher ist sie in Trockenphasen extrem trockenis- und borckenkäfergefährdet, in Nassphasen jedoch windwurfgefährdet. Dort ist langfristig ein Umbau in naturnahe, stabile, von Moorbirken, Erlen und Torfmoosen geprägte Wälder anzustreben, auf sauerstoffreichen Kalkquellstandorten auch mit Eschen (Riesenschachtelhalm-Eschenwald).

Roterlen eignen sich in den stärker wasserzügigen und mineralischeren Bereichen, unter nährstoffreicheren Verhältnissen auch Eschen. Neben einer von ökologischen Gesichtspunkten dominierten Zielsetzung kann eine waldbauliche Konzeption auch die Produktion und Nutzung einzelner wertvoller starker Birken, Erlen und Eschen vorsehen.

7 EIGENSCHAFTEN UND ANSPRÜCHE DER WICHTIGSTEN WALDBAUMARTEN

Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	24
Stieleiche (<i>Quercus robur</i> L.)	27
Traubeneiche (<i>Quercus petraea</i> Liebl.)	29
Roteiche (<i>Quercus rubra</i> L.)	32
Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	34
Esche (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	36
Schwarz- oder Roterle (<i>Alnus glutinosa</i> [L.] Gärtn.)	38
Winterlinde (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	40
Pappeln (<i>Populus</i>)	42



Fichte (<i>Picea abies</i> Karst.)	43
Sitkafichte (<i>Picea sitchensis</i> [Bong.] Carr.)	45
Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	46
Schwarzkiefer (<i>Pinus nigra</i> Arnold)	48
Weymouthskiefer oder Strobe (<i>Pinus strobus</i> L.)	49
Europäische Lärche (<i>Larix decidua</i> Mill.)	50
Japanische Lärche (<i>Larix kaempferi</i> Carr.)	52
Douglasie (<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco)	53
Weißtanne (<i>Abies alba</i> Mill.)	55
Große Küstentanne (<i>Abies grandis</i> Lindl.)	57



ROTBUCHE (*Fagus sylvatica* L.)

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Rotbuche umfasst ganz Mittel- und Westeuropa. Im Osten fällt die Grenze zusammen mit der der Traubeneiche.

Mit ihrem Schwerpunkt in Mittel- und Westeuropa stellt die Rotbuche eine Baumart atlantischer bis subkontinentaler Klimabedingungen dar. Entsprechend ihren hohen Ansprüchen an Feuchtigkeit gibt es deshalb innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes große Lücken durch trockene Standorte.

Mit zunehmend wärmer und trockener werdenden Klimabedingungen im Südosten Deutschlands verliert die Buche auch auf besseren Standorten zunehmend an Vitalität und Konkurrenzkraft. Für ihren Anbau in Mischungen, z. B. mit Traubeneiche und Kiefer, ist dies aber eher ein Vorteil.

Im nördlichen Teil Deutschlands kommt die Rotbuche bis an die Küste mit ständig steigender Vitalität vor. Sie kennt also keine untere Höhengrenze. Weiter im Süden ist sie eher ein Baum des Hügel- und Berglandes. Im Nordharz geht sie bis auf etwa 600 m NHN, im südlichen Harz bis 800 m. Im Schwarzwald reicht sie von 150 bis 1.500 m, im Bayerischen Wald bis 1.300 m und in den Nordalpen bis 1.700 m.

Aufgrund ihrer Konkurrenzkraft herrscht die Rotbuche in Bergwäldern in vielen natürlichen Waldgesellschaften vor (Buchenwaldgesellschaften, Hochstauden-Bergahorn-Buchenwald). In der norddeutschen Ebene



Buchenaltbestand mit felmelartiger Naturverjüngung

gibt es äußerst leistungsstarke und qualitativ hochwertige Buchenwälder auf kräftigen eiszeitlichen Mergeln und Lehmen. Aber auch auf anheimigen Sanden entwickelt sie noch eine beachtliche Wuchskraft. Die Rotbuche liebt gut mit Feuchtigkeit versorgte Böden. Tiefgründige, nachhaltig frische, gut durchlüftete, möglichst basen- und nährstoffreiche Böden ohne Stauwasser bilden die Voraussetzung für ein gutes Wachstum. Dagegen meidet sie Böden mit hohem Grundwasserstand, Nährstoffarmut und Trockenheit.

Mit ihrem typischen Herzwurzelsystem erreicht sie tiefere Schichten (Muschelkalk). Bei Bodenverfestigungen und vor allem bei Wasserrückstau und extremer Versauerung wurzelt sie dagegen nur in den oberen Bodenschichten und ist dann nicht mehr stabil. Sie ist spätfrostgefährdet, und auf trockenen Standorten, wie durchlässigem Sand, flach anstehenden, stark erwärmten klüftigen Kalkgesteinen, können Schäden durch Trockenheit auftreten.

Ungeeignete Standorte

- Gebiete mit Niederschlägen unter 250 mm zwischen Mai und Ende September und mit einer Vegetationszeit unter fünf Monaten
- Standorte mit hoch anstehendem Grundwasser
- Böden der Niederungen, die periodische oder gelegentliche Überflutungen erfahren
- ausgeprägte Stauwasserstandorte (Pseudogley und Stagnogley, kalkärmere Pelosole)
- zu trockene Standorte, wie Sandpodsole, kaum verlehnte eiszeitliche Braunerden und Parabraunerden
- flachgründige Böden ohne Möglichkeiten zur Spaltendurchwurzelung (Kämme, Kuppen, Oberhangkanten von Sandsteingebirgen)



Geeignete Standorte

- Geschiebemergel und nicht pseudovergleyte Geschiebelehme im atlantischen Klimabereich der norddeutschen Ebene
- anlehmgige und schwach lehmige Sande vor allem im stärker atlantischen Nordwesten der norddeutschen Ebene
- ausreichend niederschlagsversorgte oder bodenfrische Standorte im Gebirge ohne Bindung an bestimmte Expositionen mit mineralkräftigen, basenärmeren Verwitterungsböden des Silikatgesteins. Hierzu zählen u. a. nicht pseudovergleyte Lösslehme über Sandstein- und Tonschieferverwitterung, sandige Feinlehme, leichte Tonböden, Schichtlehme, Glimmersande (auf einer Reihe dieser Standorte ist eine Lössbeimengung oder -überlagerung wuchsentscheidend)
- frische bis mäßig frische basen- und nährstoffreiche Standorte ohne Bindung an Expositionen auf basischem Grundgestein; Hierzu zählen alle Kalkstandorte, vor allem solche mit Kalksteinverwitterungslehm, tief entwickelte Mullrendzinen, lössüberdeckte Kalkgesteine, Basalt-, Diabas- und Gabbroböden



Auf Böden mit Silikatgestein kann die Rotbuche mit zahlreichen Baumarten, wie beispielsweise Fichte, Europäischer Lärche, Douglasie, Kiefer, Bergahorn, gemischt werden. Auf Böden aus basischem Gestein sollten vor allem Edel(Bunt-)laubebäume, wie Esche, Bergahorn, Kirsche und Elsbeere, beigemischt werden. Im Bayerischen Wald und in den Alpen werden Böden aus basen- und silikatreichen Gesteinen allerdings von Fichten-Tannen-Buchenwäldern und Fichten-Tannenwäldern eingenommen. Je ärmer und je trockener die Böden werden, um so mehr muss beim Anbau der Rotbu-

che auf verbessernde Bedingungen durch das Klima geachtet werden. Dabei kann sie z.B. auf sandigen, nicht lössüberdeckten Buntsandsteinhängen in Schatthanglage noch befriedigende Leistungen erbringen, ebenso auf flacheren Mull- oder Moderrendzinaböden. Auf besonders der Verdunstung ausgesetzten flachgründigen, stark erwärmten Hangkanten, Kuppen und Kämmen der Kalkgebirge muss oft der Rotbuchenanbau eingeschränkt werden. In Bayern wird in diesem Fall vermehrt Europäische Lärche beigemischt.



Rotbuchenwald bei Bad Lauterberg im Harz

STIELEICHE (*Quercus robur* L.)

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Stieleiche liegt im mitteleuropäischen gemäßigt kontinentalen Raum. Ihren Verbreitungsschwerpunkt hat sie in tiefen Lagen, wobei sie allerdings der typische Baum großer Auengebiete und bodenfeuchter Ebenen ist. Im Harz steigt sie bis über 490 m NHN, im Bayerischen Wald auf 700 m, in den Bayerischen Alpen sogar bis auf 950 m.

Innerhalb des Arealzentrums der Tieflandgebiete und der subkontinentalen Räume gibt es bei der Stieleiche zwei Verbreitungsschwerpunkte: einmal in Hartholzauen und Stieleichen-Hainbuchenwäldern auf schweren Böden, zum anderen in bodenfeuchten, eher sandigen und sauren Eichen- und Birkenwäldern und Kiefern-Stieleichenwäldern. Bei vielfachen Überlappungen mit dem Gebiet der Traubeneiche überwiegt die Stieleiche auf boden- und staufeuchten Lehmen, Tonen und im Bereich mit hoch anstehendem Grundwasser. Im Grenzbereich zwischen der norddeutschen Ebene und den Mittelgebirgen ist die Stieleiche neben der Hainbuche der typische Baum schwerer Geschiebelehme über Tonen. Gegenüber der Traubeneiche gilt sie generell als feuchtigkeits- und nährstoffbedürftiger. Ihre Wärmeansprüche sind aber mindestens ebenso hoch. Auch sie ist spätfrostempfindlich, was ihren Anbau in Mulden und Talkesseln verbietet. Mit wenigen Ausnahmen standörtlicher Besonderheiten sind beide Eichenarten intensive Tiefwurzler mit gutem Bodenaufschluss.



*Stieleichen-Hainbuchenwald im
Frühjahrs-Anemontenteppich*

Innerhalb der Verbreitungsschwerpunkte sollte man die Stieleiche nicht in submontanen Lagen anbauen, dagegen vorzugsweise in wärmeren Lagen der Hangfüße, Talungen und Tiefebene. Zwischen 300 und 400 m NHN kann die Stieleiche auf staufeuchten, im Übrigen sehr wärmebegünstigten Lagen hin und wieder noch in Frage kommen.





Ungeeignete Standorte

- höhere Berglagen
- trockenere Sonnhänge
- in der Ebene mäßig frische bis trockene arme Sande

Noch möglich ist ihr Anbau in der Ebene auf sehr sauren Sanden mit tiefer anstehendem Grundwasser, das aber einen nicht zu niedrigen Kalkgehalt haben sollte.



Geeignete Standorte

- sandige Lehme, schwere Lehme und alle Tonstandorte mit mehr oder weniger ausgeprägtem Wasserrückstau (Pseudogley, Stagnogley, Pelosol)
- feuchte bis nasse Standorte der Ebenen bis hin zum Rand von Niederungs- und Übergangsmooren, wobei Standorte mit bewegtem Grundwasser, das hoch ansteht und einen gewissen Nährstoffreichtum besitzt, für eine Starkholzproduktion vorzuziehen sind
- mildere, weniger stauwasserbeeinflusste Lehme (Geschiebelehm, Lösslehm und andere Feinlehme) und kalkreichere Pelosole (Juratone, Röt); sie bieten Anbaumöglichkeiten für beide Eichenarten

Als Mischbaumart zur Stieleiche empfiehlt sich auf strengeren Lehmen und Tönen und auf reicheren Grundwasserböden die Hainbuche; auf Lehm und Ton kann auch die Rotbuche beigemischt werden, wenn Staunässeinflüsse im Boden zurücktreten. In subkontinentalen Gebieten ist auch die Winterlinde eine sehr geeignete Mischbaumart.

Echte Mischbaumarten (produktionsgleichwertige Mischungen) sind in den Hartholzauen Norddeutschlands die Esche, weiter südlich auch die Ulme. Allerdings muss infolge des bedrohlichen Ulmen- und Eschensterbens beim Anbau dieser Baumarten zur Vorsicht geraten werden.



© Pirello/Heike Hering

TRAUBENEICHE (*Quercus petraea* Liebl.)

Die Traubeneiche ist nach ihrer natürlichen Verbreitung ein Baum des gemäßigten Klimas mit deutlicher Bevorzugung wärmebegünstigter Gebiete. Stärker kontinentale und nordische Klimabedingungen sind für sie ausgeschlossen. Ihr natürliches Vorkommen ist so nach Norden auf den äußersten Süzipfel von Schweden und nach Osten auf den westlichen Teil Weißrusslands begrenzt. In Mitteleuropa tritt sie gemeinsam mit der Stieleiche auf, mit einem deutlich mitteleuropäisch-subatlantisch-westlichen Schwerpunkt (Spessart, Pfälzer Wald, Zentral- und Westfrankreich).

Aus genetischer Sicht wird in der neueren Literatur die Trennung in die beiden Arten Traubeneiche und Stieleiche teilweise in Zweifel gezogen oder sogar verneint. Dennoch eignen sich die bisher für eine Unterscheidung herangezogenen äußeren Merkmale, wie vor allem die Blattform, die Blüten- bzw. die Fruchtanordnung und deren Form für eine Beschreibung von Verbreitungs- und Anbaugebieten und von lokalen, für den Anbau geeigneten Standorten auch weiterhin. Denn die genannten morphologischen Merkmale decken sich ausreichend genau mit dem Vorkommen auf bestimmten Standorten und es ist in dieser Beziehung unerheblich, ob es sich bei den beiden Eichen um Arten oder z. B. Unterarten handelt.

Als Baum mit vergleichsweise hohen Wärmeansprüchen ist die Traubeneiche in den nördlichsten Gebirgen des oben beschriebenen Verbreitungsgebietes nur an den un-



*Gut mit Buche umfüttertes
Traubeneichen-Baumholz*

teren Berghängen und in den Ebenen zu finden. Weiter südlich steigt sie bei besserer Wärmeversorgung (mehr als 15 °C von Mai bis September) auch höher in die Gebirge auf. Die obere, zum Teil schon nicht mehr wirtschaftliche Grenze liegt im Südharz bei 580 m über NN, im Bayerischen Wald bei 700 m, in den Bayerischen Alpen bei 900 m und in den Zentralalpen zwischen 1.200 und 1.800 m. Diese Eingrenzung, besonders der höhenzonalen Verbreitung,



lässt einen Anbau in Norddeutschland über 400 m und in weiter südlichen Regionen oberhalb 500 m problematisch erscheinen. Innerhalb des Anbaubereichs ist es vorteilhaft, der Traubeneiche die wärmeren Sonnhanglagen wegen ihrer höheren Verdunstung bei ausreichenden Niederschlägen zuzuweisen. Mulden und andere luftabflusslose Lagen sollten wegen ihrer Spätfrostgefährdung ausscheiden.

Sind die klimatischen Voraussetzungen günstig, so stellt die Traubeneiche an die Güte des Bodens keine großen Ansprüche. Gegenüber der Stieleiche konzentriert sich die Traubeneiche aber auf bodentrockenere Standorte. Sie vermag mit sehr wenig Feuchtigkeit auszukommen, braucht dann allerdings zur Erzeugung von starkem Holz oft besonders lange Umtriebszeiten. Für eine

Wertholzerzeugung sind Böden mit Stau-nässe wenig geeignet. Eine besonders hohe Furniererzeugung kann man auf sogenannten „Zweischichtenböden“ erwarten, wo ein sandiger bis schwach lehmiger Oberboden von mildem, durchlässigen Lehm unterlagert wird. Je höher die Wasserversorgung aus dem Boden ist und vor allem je erheblicher die Schwankungen im Wasserhaushalt zwischen Vernässung im Winter und Austrocknung im Sommer werden, um so mehr schränken sich die Möglichkeiten für eine Furnierholzproduktion zugunsten der Erzeugung noch wertvollen Schneideholzes ein.

Stark bodenfeuchte, pseudovergleyte oder vergleyte Standorte sollten für den Anbau ausgeschlossen werden. Sie sind besser mit Stieleiche zu bestocken.



Bodensaurer Traubeneichen-Mischwald



Ungeeignete Standorte

- Niederungs- und Talungsböden mit hohen und stärker schwankenden Grundwasserständen (Niederungsmoore, Auen, Grundwasserebenen mit Grundwasserpegeln mit weniger als 190 cm unter Flur)
- stark ausgeprägte Pseudogleye und Stagnogleye

Der Anbau der Traubeneiche ist auch nicht mehr sinnvoll auf den ärmsten Standorten, etwa Podsolen (unverlehmten Sanden des norddeutschen Pleistozän, extrem flachgründiger Sandsteinverwitterung im Bergland) sowie auf kalkärmeren, stärker quellenden und reißenden Tonen (ärmere Kreidetone).

Zur Wertholzerzeugung benötigt die Traubeneiche stets eine Mischung mit anderen Laubbaumarten. In der Mehrzahl der Fälle, vor allem auf sandigen oder nur schwach lehmhaltigen Böden, empfiehlt sich hier die Rotbuche, bei steigendem Lehmanteil und in niedrigen Lagen auch die Hainbuche. In besonders warmen Gegenden und auf besseren Böden ist die Winterlinde als dienende Mischbaumart und zur Schaftpflege der Eiche geeignet.



Geeignete Standorte

- im Flachland tiefgründig verlehmte, mindestens schwach anlehmige eiszeitliche Sande über unverlehmten, möglichst silikatreichen Sanden mit beschränktem, aber gleichmäßigem Wasserangebot (Verlehmungsfront über 80 cm = hohe Furniererwartung)
- im Flachland milde eiszeitliche Lehme (Geschiebelehme) ohne Stau-nässe sowie vor allem Geschiebelehme unter anlehmigen Sanddecken (Zweischichtenböden) (sehr hohe Furniererwartung), wobei die direkte Küstenzone auszuschließen ist
- im Bergland bevorzugt Sonnhang- und Plateaulagen bis etwa 400 bis 500 m über NHN auf mäßig frischen, mäßig nährstoffversorgten sandigen, sandig-lehmigen bis mild-lehmigen Standorten, Bereich Buntsandstein, Schilfsandstein und andere Sandsteinformationen (sehr hohe Furniererwartung)
- im Bergland Feinlehme (Lösslehm) oder Sandsteinverwitterung, auch über wenig stauendem tonigen Unterboden (Zweischichtenböden), sofern in den Feinlehmen durch günstige Lage im Relief ein Wasserrückstau wenig spürbar ist (Schneideholz- und auch noch Furnierholzstandorte)



ROTEICHE (*Quercus rubra* L.)

Die amerikanische Roteiche stammt aus dem östlichen Laubwaldgebiet der USA. Sie ist nahe der kanadischen Grenze an niedrig über dem Meeresniveau gelegene Ebenen und Hügelregionen gebunden, während sie im Süden der Appalachen bis 1.500 m über NHN ansteigt. Diese zonale Verbreitung geht darauf zurück, dass sie Wärme liebend ist. Die Niederschläge im natürlichen Verbreitungsgebiet schwanken zwischen 600 und 1.800 mm, die Vegetationszeit beträgt 100–220 Tage. Große Toleranz zeigt sie auch gegenüber sehr verschiedenartigen Böden.



Roteichenbestand im Bruderwald bei Bamberg

Kühlfeuchtere Lagen und Regionen, wie höhere Zonen der Mittelgebirge und deutlich atlantisch geprägte Gegenden, sollten vom Anbau der Roteiche ausgeschlossen werden.

Die Roteiche benötigt Böden mit guter Nährstoffversorgung, die nicht zu trocken sind. Dagegen gedeiht sie schlecht auf Stauwasserböden oder zu hoch anstehendem Grundwasser (Pseudogley und Gley), ebenso wenig auf ausgesprochenen Kalkstandorten. Sie verträgt keinerlei Überschwemmungen. Außer auf schlecht durchwurzelbaren Böden besitzt die Roteiche ein ausreichend tiefes, eher herzförmiges Wurzelwerk. Ihre Streu ist leicht zersetzbar.

Ungeeignete Standorte

- Standorte in Höhenlagen über 400 bis 500 m NHN, wenn dort die Temperatur der Vegetationszeit (Mai bis September) im Durchschnitt unter 15 °C liegt
- Standorte mit freiem Kalk im Oberboden
- verdichtete und Wasser rückstauende Standorte des Typs Pseudogley, Stagnogley und ähnliche Böden, wie z. B. zähe Ton- und Lettenböden
- vernässende Standorte (hochreichende Gleye)
- zu trockene Standorte



Geeignete Standorte

- sommerwarme Standorte mit einer Vegetationszeittemperatur um 15 °C oder darüber
- milde, nicht verdichtete und Wasser rückstauende Lehme und Sande
- Tonstandorte, wenn diese wenig stauend sind und keinen freien Kalk enthalten
- Sande im Pleistozän, die mäßig frisch bis nachhaltig frisch sind und arme Sande der Niederungsbereiche mit Grundwasser nicht höher als 80–100 cm

Auf den genannten Standorten ist die Roteiche mit Douglasie und Rotbuche gut mischbar. Die Roteiche besitzt die Eigenschaft des Stockausschlages und vermag so nach Durchforstungen u.U. ihren eigenen Zwischen- und Unterstand zu bilden.



© 2 x W. Pförtisch

oben: Roteichen Jungpflanzen
unten: Stamm und Blätter



BERGAHORN (*Acer pseudoplatanus* L.)

Der Bergahorn kommt in ost-, mittel- und südeuropäischen Gebirgen, aber auch auf basenreicheren eiszeitlichen Böden der norddeutschen Tiefebene vor. Er besiedelt buchenreiche Bergwälder und subalpine Nadelwälder mit Fichte und Tanne. In Bergahorn-Schluchtwäldern, Waldgeißbart-Bergahornwäldern, hochmontanen Bergahorn-Buchenwäldern und Bergahorn-Eschenwäldern ist er häufig vertreten, daneben auch in Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwäldern und Eichen-Eschenwäldern. Im Harz geht er auf 850 m über NHN, im Bayerischen Wald bis 1.300 m, im Schwarzwald bis 1.400 m und in den Alpen bis über 1.600 m. Bevorzugt wird ein hochmontanes bis submontanes, ausreichend warmes Klima mit eher subatlantisch-humidem Charakter. Spezialstandorte des Bergahorns sind Kalkhangschuttböden oder Grobblockschutthalden.

Der Bergahorn stellt relativ hohe Ansprüche an die Frische und die Nährstoffversorgung der Standorte. Dagegen kann der Basengehalt des Bodens etwas weniger hoch sein als bei der Esche. Stark wechselfeuchte, sehr saure und trockene Standorte werden gemieden. Die hohen, aus Luftverunreinigungen stammenden Stickstoffeinträge begünstigen den Bergahorn. Er dehnt daher gegenwärtig seine Verbreitung auf Standorte aus, auf denen er früher nicht vorkam.



© O. von Drehtenfels



© C. Neophytou

oben: Bergahorn-Eschen-Mischwald mit Bärlauch auf staufeuchtem, basenreichen Standort (mittelaltes Baumholz)

unten: Bergahorn-Zukunftsbäume. Beim Z-Baum-Konzept werden wenige ausgewählte Bäume besonders gefördert



Ungeeignete Standorte

- basenärmere Grundwasserböden
- eiszeitliche Sande
- ärmere Geschiebelehme der norddeutschen Ebene
- stärker pseudovergleyte Böden des Berglandes
- sehr silikatarne Grundgesteine



Geeignete Standorte

- basenreiche Böden, z.B. Basaltverwitterungsböden, auf Diabas, Gabbro, Granit, Geschiebemergel, auf Kalkstein bei ausreichend mächtiger Lehmdecke, wie Kalksteinverwitterungslehm, Lösslehm, Feinlehm, Lösslehm über Kalk, toniger Kalkverwitterung, milden Tonen, wie Röt, Lias und Dogger
- weniger basenreiche, aber gleichmäßig bis tiefgründig frische Standorte, wie tiefgründige, nicht pseudovergleyte Lösslehme, Schichtlehme, Feinlehme, lehmiger Sandstein und Tonschieferverwitterung
- silikatreichere Blockhalden, Schluchtwälder, Rinnen und Senken, sofern hier kein Stauwasser und keine zeitweiligen Überschwemmungen vorkommen



Außer auf Blockhalden sollte der Bergahorn vor allem in Buchenbeständen als Mischbaumart eingebracht werden. Auf reicheren Standorten aber kann er auch als Hauptbaumart bei guter Pflege rasch wertvolle Dimensionen erreichen.



ESCHE (*Fraxinus excelsior* L.)

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Esche entspricht ungefähr dem der Stieleiche. Demnach ist sie eine Baumart der subatlantischen bis submediterranen Klimabereiche mit deutlichen Schwerpunkten in den Tiefebenebenen sowie in der kollinen und der submontanen Berglandstufe. Im Harz geht sie bis etwa 700 m über NHN, im Bayerischen Wald bis auf 900 m, in den Alpen bis etwa 1.400 m. In natürlichen Wäldern ist sie auf Spezialstandorten, den sogenannten Schluchtwäldern (Bach-Eschenwald, Bergahorn-Eschenwald, Kalk-Eschenwald) beheimatet. Aber auch in bodenfeuchten Buchen- und Eichen-Hainbuchenwäldern, im Fichten-Tannen-Buchenwald, im Lindemischwald und sogar in reicheren Erlen-Eschen-Bruchmooren ist sie zu finden.

Im submontan-kollinen und wärmebegünstigten Klimabereich, den die Esche bevorzugt, kommt sie vor allem auf frischen bis feuchten Standorten vor. In Norddeutschland ist sie beispielsweise auf mäßig trockenem, klüftigen Kalkgestein gegenüber der Rotbuche deutlich zu bevorzugen, während vor ihrem Anbau auf ausgeprägt trockenen Standorten gewarnt wird. Nachhaltig frische, feuchte, feinerdereiche, auch Wasser stauende, basenreiche und tiefgründige Böden geben ihr besonders gute Wachstumsvoraussetzungen.

Aktuell leidet die Esche fast in ganz Europa massiv unter dem sogenannten Eschentriebsterben. Krankheitserreger ist das Falsche



Edellaubholzmischung von Esche und Kirsche

Weißer Stängelbecherchen (*Hymenoscyphus fraxineus*). Der Pilz verursacht triebumfassende Nekrosen, die die Wasserversorgung des Astes unterbrechen. Die Folge ist das akute Absterben junger Eschen und eine zunehmende Verlichtung, damit Schwächung älterer Bäume. Die Schadsymptome treten unabhängig vom Standort auf. Aufgrund der aktuell starken Befallsituation der Esche wird auf Weiteres eine Pflanzung der Esche nicht empfohlen.



Ungeeignete Standorte

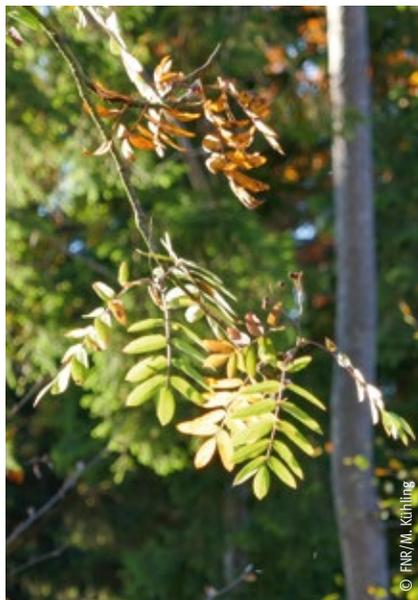
- basenarme, eiszeitliche Sand- und Lehmstandorte
- ausgeprägt trockene und basenarme Silikatverwitterungsböden des Berglandes
- Standorte mit Kaltluftstau



Geeignete Standorte

- gut wasserversorgte, kalkreiche Grundwasserböden der Ebenen, wie Hartholzauen, Übergänge zum reichen Erlenbruchwald
- wasserführende, tiefgründige, nährstoffreiche Schluchten, Rinnen und Täler im unteren Bergland
- Schluff-, Lehm- und Tonböden auf basenreichem Grundgestein, wie bodenfrische, artenreiche Braunerdeböden auf Basalt, frische Hänge im Buchen-Ahornwald und Buchenhangwald auf Schatthängen
- Kalkgesteine mit tiefgründigen Verwitterungsdecken wie Kalksteinverwitterungsböden, Löss oder feinlehmüberdeckte Kalkböden, tiefgründige, gut entwickelte Rendzinen und Mergeltone

Auf den mäßig trockenen Teilen der Kalkgebirge, insbesondere sonnseitigen Oberhanglagen, Plateaus, Hangkanten, Kuppen und Kämmen, ist die Esche zwar nicht mehr so leistungsfähig, sie setzt sich in der Konkurrenz jedoch häufig durch. Dies führt dann zur Ausbildung dichter Grasteppiche unter lichtem Schirm. Aus diesem Grund wird sie zum Beispiel in Norddeutschland bevorzugt mit Sommerlinde, auch Kirsche und Elsbeere gemischt. Zu den genannten Mischbaumarten treten dort noch Rotbuche und Bergahorn, auch Hainbuche als dienende Baumart.



SCHWARZ- ODER ROTERLE (*Alnus glutinosa* [L.] Gärtn.)

Die Schwarzerle kommt in ganz Europa, vorwiegend in der Ebene und unteren Bergstufe, vor. Im Bergland erreicht sie teilweise den montanen Bergbereich. Eine Meereshöhe von 800 m über NHN überschreitet sie nur selten. In Skandinavien geht sie über die südlichen bis allenfalls mittleren Landesteile nicht hinaus. Sie fehlt auch im Norden Russlands.

Rasches Wachstum mit frühen Erträgen (bis Alter 60 oder 90 Jahre) gut vermarktbares Holz, intensive Durchwurzelung auch vernässter Böden (Gleye, Pseudogleye), gute Humusbildung, sehr intensives Wurzelwerk und geringe Schadanfälligkeit durch Frostschäden machen die Schwarzerle auf geeig-

neten Standorten zu einer wirtschaftlich und ökologisch sehr interessanten Baumart. Auf gute Herkünfte ist unbedingt zu achten!

Wegen ihrer ausgesprochenen Lichtbedürftigkeit wird sie von konkurrenzstärkeren Baumarten oft verdrängt, sodass ihre tatsächliche Standortsbreite nur näherungsweise bekannt ist. Dank ihres Vermögens, mit Hilfe von Knöllchenbakterien die Böden mit Stickstoff anzureichern, ist sie auch als echter Pionier auf biologisch untätigen Rohböden oft erfolgreich gewesen und verhilft so in der Mischung auch anderen Baumarten zu besserem Wachstum. In Erlenbruchwäldern (z. B. dem Spreewald), auf Niedermoor (Erlenbruchmoor) sowie in Bach-Erlenwäldern



Nährstoffreicher Erlenbruch mit Seggen



und Bach-Erlen-Eschenwäldern ist sie eine die natürliche Waldgesellschaft bestimmende Baumart. Nur auf Kalkböden und auf trockenen Standorten versagt sie.

Ungeeignete Standorte

- trockene oder nur mäßig frische Sandböden
- Kalkstandorte sowie andere reichere geologische Substrate

Geeignete Standorte

- Bruchwaldstandorte
- Niedermoore bis reichere Übergangsmoore (Erlen-Birkenbruch)
- frische bis feuchte Lehm- und Sandböden mit mindestens mittlerer Nährstoffversorgung

Als Besiedler von Problemstandorten ist sie geeignet auf:

- frischen bis feuchten Grundwasserböden (Gleyböden)
- Stauwasserböden (Pseudo- bis sogar Stagnogleye), z. B. Tertiärlenten, degradierte Lösslehme, stauwasserbeeinflusste Geschiebelehme, kalte und nasse Tonböden
- Kippen, Halden, gepflügten Mooren, sofern Grundwasser wurzelerreichbar ist (bis 1,50 m Bodentiefe)

Die Schwarzerle ist gut als Vorwaldbaumart zu gebrauchen und kann dann erfolgreich z. B. mit Fichte, Weißtanne und fremdländischen Tannenarten gemischt werden. Wie auch die Grauerle kann sie bei der Sanierung verdichteter Böden helfen.

WINTERLINDE (*Tilia cordata* Mill.)

Die Winterlinde besiedelt den größten Teil West-, Mittel- und Osteuropas. Nur in Spanien und im südlichen Teil Skandinaviens kommt sie nicht vor. Ein ökologisches Optimum kann man im Baltikum feststellen. In Deutschland gibt es wichtige Vorkommen an der norddeutschen Berglandschwelle, im Niederrheingebiet westlich von Köln, im Vogelsberg und Westerwald. Die Linde ist ein Baum der Ebenen und unteren Berglagen, doch steigt sie im Bayerischen Wald noch bis auf 600 m und in den Alpen bis auf 1.300 m NHN.

Als typischer Baum in Laubmischwäldern ist sie mit Eiche, Esche, Ahorn, Hainbuche und auch Buche zu finden. Sie weicht in vielen Gebieten dem Konkurrenzdruck der Buche aus und erlangt deshalb größere Bedeutung in Gebieten mit harten Wintern und warmtrockenen Sommern, was ihre wachsende Bedeutung in Osteuropa und im Regenschatten mitteleuropäischer Gebirge erklärt. Auch mäßige Stau- und Grundfeuchte erträgt sie besser als die Buche. Sie fehlt in bodensauren Eichen- und Buchenwäldern. Dagegen ist sie ein häufiger Begleiter in Stieleichen-Hain-



Winterlinden-Mischwald (Mittelwald)

buchenwäldern auf mittel bis gut basenversorgten, nicht übermäßig stark ausgeprägten Stauwasserböden, aber auch in trockeneren Eichenwäldern. Neben einem Vorkommen in Hartholz-Auenwäldern ist sie in allen lichten und warmen Laubmischwäldern heimisch, im Osten z.B. in Linden-Hainbuchen- und Linden-Eichenwäldern. In Buchenwäldern auf Kalk und Basalt sowie in Schlucht- und Geröllwäldern ist sie seltener.

Sie hat mittlere bis hohe Nährstoff- und Basengehalt-Ansprüche. Ihr helles, liches, gut verwertbares Holz ist auf dem Markt gesucht. Ihre gute Streuzersetzung, hohe Wurzelenergie, Eignung als Bienenweide und ihr Schattenertragnis machen sie auch ökologisch-waldbaulich sehr interessant.

Ungeeignete Standorte

- eiszeitliche basenarme Sedimente, wie Sande, sandige Lehme und lehmige Sande (Geschiebelehm)
- kalkarme Stau- u. Grundwasserböden
- ausgeprägte Nassstandorte
- basenarme Silikatgesteinsböden des Berglandes



Geeignete Standorte

- Geschiebemergel des norddeutschen Flachlandes
- wechselfeuchte Tonmergel und Moränenmergel in Süddeutschland
- alle mittel- bis tiefgründigen, lockeren, mineralkräftigen Böden des Berglandes mindestens mittleren Basengehaltes
- erdmittelalterliche reichere Tone des Jura und der Kreide
- stark wasserdurchlässige Diluvialsande der Oberrheinebene
- bessere Lösslehmböden, vor allem mit Kalk im Unterboden
- trockene Rendzinen in Süddeutschland bis Oberhessen
- Basalt- und Diabasböden
- reichere Hangskelettböden in unteren Lagen der Mittelgebirge
- mittlere bis bessere Standorte im Auenwaldbereich



PAPPELN (*Populus*)

Von den fünf Sektionen der Pappel (mit mehr als dreißig Arten), die auf der Erde vorkommen, sind vor allem Balsampappeln („Waldpappeln“) für den Anbau im Walde geeignet. Daneben kommen auch Sorten der Weißpappeln, vor allem Aspen, in Frage. Schwarzpappeln dagegen sind außerordentlich empfindlich gegenüber der Konkurrenz anderer Bäume. Sie sind daher keine eigentlichen Waldbäume, sondern werden zur Aufforstung von Wiesen u. ä. verwendet.

Schwarzpappelhybriden sind im Allgemeinen außerordentlich feuchtigkeits- und nährstoffbedürftig. Nährstoffreiche Wiesen auf frischen Böden, Auenwaldstandorte, Erlenbruchmoore reicherer Ausprägung sowie alle Standorte mit warmem Klima (Flusstäler, Niederungen), gleichmäßig guter und kalkreicher Grundwasserversorgung unter Ausschluss von stagnierender Nässe gewährleisten einen erfolgreichen Anbau.

Weißpappeln, insbesondere Aspen und ihre Kreuzungen, sind erheblich boden- und klimunabhängiger als die Schwarzpappeln. Bei sehr guter Anpassung an verschiedenartige Verhältnisse besiedelt die Aspe sowohl Sandböden als auch zeitweise überschwemmte, dichte, feinerdereiche Böden. Gute Wachstumsleistungen werden auf frischen, lehmigen, mineralstoffreichen Standorten erreicht, wobei die Ansprüche an den Basengehalt des Bodens und des Bodenwassers deutlich geringer sind als bei der Schwarzpappel. Auf armen Sandböden kann die Aspe wichtige Pionierfunktionen als Vorwald erfüllen.



Einjähriger Balsampappelvorwald aus Setzstangen über starker Calamagrostis- und Goldrutenkonkurrenz bei Schwäbisch Hall.

Balsampappeln und ihre Bastarde mit Schwarzpappeln liegen mit ihren Standortansprüchen ungefähr zwischen Schwarzpappeln und Aspen. In Deutschland eignen sich vor allem schwere Böden (Lehme und Tone) auch mit mäßigem Stauwassereinfluss in mäßig saurem bis schwach saurem Boden für ihren Anbau. Wegen der geringeren Konkurrenzempfindlichkeit sind sie für Mischungen geeignet.

FICHTE (*Picea abies* Karst.)

Die Fichte ist wegen ihres raschen Wachstums und ihrer hohen Massenleistung bei großer Nutzholzausbeute in Deutschland auf vielen Standorten angebaut worden, ohne ihre ökologischen Ansprüche ausreichend zu berücksichtigen. Ihre bestechenden Eigenschaften führen aber nur dann zum Erfolg, wenn ein standortgerechter Anbau betrieben wird.

Die Fichte kommt in drei Teilgebieten vor: im mitteleuropäisch-südeuropäischen, im nordosteuropäischen und im sibirischen Fichtengebiet. Ihr Anbauoptimum liegt im Gebiet des kühl-kontinentalen Klimas mit relativ guter Wasserversorgung. Ihre große Standorttoleranz (auch Standortbreite) erlaubt eine Ausweitung dieser natürlichen Gebiete durch künstlichen Anbau auf für die Fichte geeigneten Standorten.

Eine höhenzonale Begrenzung der Anbaumöglichkeiten ist nicht gegeben. So ist ihr künstlicher Nachbau bis zur Baumgrenze möglich.

Sommerliche Trockenheit, verbunden mit einem geringen Wasserangebot aus dem Boden, schränkt die Wuchskraft der Fichte ein und erhöht das Risiko von Borkenkäferbefall. Der Nährstoffbedarf der Fichte ist dagegen nicht hoch, wenn ausreichend Feuchtigkeit vorhanden ist.

Die Erfolgsaussichten der Fichte werden vor allem durch das Ausmaß natürlicher Gefährdungen – heute auch Schadstoffbelastungen – begrenzt. In mittleren Berg-

lagen, auf Schatthängen, ist sie durch Schneebruch, in höheren Lagen auch durch Eisbruch bedroht. Die Schneebruchgefahr kann neben richtiger Herkunftswahl durch eine gezielte waldbauliche Behandlung, wie Erziehung in freiem Stand und vor allem rechtzeitige und fortwährende Durchforstung, stark vermindert werden.

Auf kalkhaltigen Böden zeigt die Fichte oft durch Nadelverfärbung eine unausgeglichene Nährstoffversorgung an. Eine Bedrohung der Fichte geht von verdichteten, luftarmen Böden mit Wasserrückstau aus. Da die Wurzel der Fichte sehr luftbedürftig ist, führen sauerstoffarme Böden immer zu Flachwurzelligkeit mit entsprechender Windwurfgefährdung. Beim Anbau der Fichte auf diesen Böden muss grundsätzlich mit vorzeitigen Ausfällen und hohen Folgekosten gerechnet werden. Außerdem sind bei einem dennoch erfolgenden Anbau Folgeschäden u. a. für die Bodenfruchtbarkeit sehr ernst zu nehmen.

Fichten-Buchen-Mischbestand, eine häufige Waldform des Berglandes



© H. J. Otto





Ungeeignete Standorte

- im Flachland in unmittelbarer Küstennähe wegen dauernder Windbeeinflussung, Sturmbruch, Blattwespenbefall
- im subkontinentalen trockenen östlichen Teil des Flachlandes bei fehlender Wasserversorgung aus dem Boden, auf unverlehnten oder kaum verlehnten eiszeitlichen Sanden wegen Minderleistung
- im Flachland auf Böden mit hoch anstehendem, wenig bewegtem sauerstoffarmen Grundwasser und auf pseudovergleyten Lehmen und Tonen wegen Flachwurzeligkeit und Windwurfgefährdung
- auf allen Aueböden
- im Bergland: stärker verdichtete, pseudovergleyte oder sonstige sauerstoffarme Böden, wie Wasser stauende Lösslehme in ebener abflussloser Lage, strenge gefüge- und luftarme Tone
- im Bergland: trockene, flachgründige Kalkstandorte wegen Minderleistung und Rotfäulegefährdung
- im Bergland: extrem flachgründige, im Sommer austrocknende Sonnhanglagen, wie Hangkanten und Geröllfelder, vor allem kontinentale, sommertrockene Gegenden wegen Minderleistung



Fichten-Hochlagenbestand in langfristiger Verjüngung



Geeignete Standorte

Bei ausreichend guter Wasserversorgung:

- sehr tiefgründig verlehnte Sande und milde Geschiebelehme
- Sande mit Anschluss an das Grundwasser im tiefen Unterboden des eiszeitlichen Flachlandes
- sandige bis lehmige Verwitterungsböden aus silikatischem Grundgestein im Bergland (Buntsandstein, Kreidesandstein, Grauwacken- und Tonschieferböden)
- Lösslehme und andere Feinlehme mit wenig Pseudovergleyung (hängige Lagen, tiefgründige und mittelgründige Kalkverwitterungslehme)
- milde, gefügereiche und daher ausreichend belüftete Tone

SITKAFICHTE (*Picea sitchensis* [Bong.] Carr.)

Ihre Heimat ist das maximal 150 km breite Küstenband von Alaska bis Nord-Kalifornien. Damit ist sie eine extrem maritim geprägte Art. In ihrem Heimatgebiet ist sie vor allem an die küstennahe Nebel-Sprühwolkenzone gebunden. Das bedeutet milde, mäßig kalte Winter und kühle Sommer mit reichlich Niederschlag in der forstlichen Vegetationszeit.

Auch in Europa gedeiht sie vor allem in Küstengegenden. Sie benötigt humose, wasserführende Böden mit bewegtem Boden-

wasser. Die Standorte sollten vor allem mit Phosphorsäure, Kalium und Calcium ausreichend versorgt sein. Staunässeböden sind eher ungeeignet, auch wenn die Sitkafichte auf Pseudogley-Böden mehr Wurzelabsenker von Seitenwurzeln ausbildet als die Fichte. Sie ist sehr empfindlich gegen lang anhaltende Staunässe wie auch gegen Mangel an Feuchtigkeit.



Sitkafichten-Altbestand auf mineralischem, armem Nassstandort (Sand-Gleypodsol)

Ungeeignete Standorte

- trockene oder nur mäßig feuchte Standorte
- Stagnogleye und Pseudogleye mit hoch stehender und lang anhaltender Staunässe
- basische Grundgesteine, vor allem auf Kalkgesteinen

Geeignete Standorte

- küstennahe Standorte mit hoher Luftfeuchte, tiefgründigen, wasserführenden, lockeren und mindestens mittel nährstoffversorgten eiszeitlichen Sedimentböden ohne Stauwasser
- kühl-feuchte Standorte der Mittelgebirge mit basenärmeren, aber mineralstoffreichen Böden ohne ausgeprägte Stauwassererscheinungen

KIEFER (*Pinus sylvestris* L.)

Die Kiefer ist eine besonders anspruchslose, an subkontinentale bis kontinentale Klimabedingungen angepasste Baumart. Ihr riesiges euro-asiatisches natürliches Verbreitungsgebiet findet seine westliche Begrenzung in der Lüneburger Heide und von dort weiter nach Südwesten mit bestimmten Schwerpunkten über die Vorberge des Thüringer Waldes und des nördlichen Bayerns, die Rhein-Main-Ebene, den Schwarzwald und den Pfälzer Wald.

Höhenmäßig reicht ihr Vorkommen von der Ebene bis ins Hochgebirge. Die Kiefer stellt an den Boden keine bestimmten Ansprüche. Von Moorrandbereichen über Grundwasser-

böden mit Ausnahme reicher Auenlehme über alle Sand- und Lehmstandorte vermag sie auf strenge Lehme und Tone vorzudringen. Die recht kräftige Durchwurzelung des Bodens befähigt sie, auch auf mäßig ausgeprägten Pseudogleyen und Podsolen zu wachsen. Erst auf trockenen humusarmen Böden und starken Pseudogleyen, Stagnogleyen und strengen Tonen sowie auf Podsolböden mit sehr harten Orterde- bis Ortsteinhorizonten wird ihre Wurzelbildung eingeschränkt. Hervorzuheben ist ihre Frosthärte. Die Anbaumöglichkeiten der Kiefer werden wegen ihrer großen Standortbreite weniger von Standortfaktoren eingengt als von natürlichen Gefährdungen.



Blaubeer-Kiefernforst auf einem grundwasserfernen, mäßig nährstoffhaltigem Sandstandort



Kiefernzapfen

Ungeeignete Standorte

Auf Standorten mit freiem Kalk im Oberboden oder mit wurzelerreichbarem Kalkspiegel im Unterboden ist im höheren Alter Dürre zu befürchten. In Gebieten mit hoher Luftfeuchte wird die Kiefer durch Schütte, Hallimasch und Kiefernknospenwickler gefährdet. Ferner sind alle Schneebruchlagen ungeeignete Kieferstandorte.



Geeignete Standorte

- Wegen fehlender Anbaumöglichkeiten anderer Baumarten ist die Kiefer im norddeutschen Flachland in subkontinentalen bis schwach atlantischen Bereichen auf allen Sandstandorten mit oder ohne Grundwasser zu bevorzugen.
- Vor allem auf unverlehmtten podsoliierten Sanden (auch im Küstenbereich) ist die Kiefer auf den ärmsten Standorten, wie Dünen, Auswehungsmulden und Moorrandbereichen, die einzige wirtschaftlich sinnvolle Anbaumöglichkeit, ebenso auf armen Grundwasserböden mit langer Nassphase.
- im Bergland vor allem im Bereich ärmerer Silikatgesteine, wie Buntsandstein in wärmerer, sonnseitiger und weniger schneebruchgefährdeter Hanglage sowie auf sandigen Böden
- größere, sandige Talniederungen, ärmere Moränen- und Schmelzwassersande sowie trockene Lehme
- im Flach- und Bergland vor allem in wärmeren, regenärmeren Bereichen mäßig ausgeprägter Pseudogleye



SCHWARZKIEFER (*Pinus nigra* Arnold)

Die zahlreichen Teilareale im Verbreitungsgebiet der Schwarzkiefer im Mittelmeerraum haben markante Herkunftsunterschiede hervorgebracht. Die korsische Schwarzkiefer ist zwar besonders starkwüchsig und geradschaftig, aber nicht völlig frostresistent. Die österreichische Herkunft ist zwar ziemlich frohart, aber nicht besonders wüchsig. In den verschiedenen Höhenstufen der Mittelmeerbergländer ist die Schwarzkiefer an große Sommerwärme und Trockenheit angepasst. Sie wächst dort häufig auf Kalkgesteinen, aber auch auf Urgesteinsböden. Da sie besonders auf Extremstandorten gut gedeiht, ist sie vor allem hier als eine interessante Art anzusehen.



Vermutlich autochtones Vorkommen von Pinus nigra in Niederösterreich



Ungeeignete Standorte

- kühl-feuchte Lagen, wie z. B. Schattenhänge, Täler und Mulden
- Klimabereiche mit strengen Winterfrösten



Geeignete Standorte

In wintermilden Gebieten ist die Schwarzkiefer anbaufähig u. a.

- auf sehr armen und trockenen Sanden (auch Dünen),
- im Bereich starker, salzhaltiger Seewinde (Küste),
- auf sonstigen armen, degradierten Standorten,
- auf Rohböden,
- auf trockenen, steinigen Kalkgesteinen (Rendzina-Böden),
- auf Böden mit stauender Nässe,
- auf trockenen, warmen, flachgründigen Sonnhängen des Berglandes.

Beispiele gelungener Anbauten auf lösslehmüberlagertem Buntsandstein sowie auf gut nährstoffversorgten Braunerde-Pseudogleyen aus Geschiebemergel und mergeligen Juratonen zeigen, dass mit der obigen Aufzählung die standörtlichen Möglichkeiten der Schwarzkiefer nicht erschöpft sind.

WEYMOUTHSKIEFER ODER STROBE (*Pinus strobus* L.)

Die amerikanische Weymouthskiefer stammt aus dem östlichen und nordöstlichen Nordamerika zwischen Minnesota, Süd Carolina und Neufundland. Sie hat ein mäßiges Wärmebedürfnis. Deshalb kommt sie im Norden ihres natürlichen Verbreitungsgebietes vom Meeresniveau bis etwa 500 m NHN vor. In ihrem Hauptverbreitungsgebiet in den südlichen Appalachen stockt sie zwischen 400 und 1.200 m NHN.

Die waldbaulichen Eigenschaften der Weymouthskiefer sind positiv zu werten: Starkes Wachstum, vor allem auch in der Jugend, hohe Konkurrenzkraft, relativ gute Schattentoleranz, festes, tief reichendes Wurzelwerk, Frosthärte, reichliche Naturverjüngung und günstige Holzeigenschaften (leichtes Holz) zeichnen sie in besonderem Maße aus.

Weymouthskiefer-Bestand bei Roßlau auf mäßig nährstoffversorgtem, mittelfrischem Standort



© D. Anofick

Dennoch lässt ein entscheidender Faktor ihre weite Verbreitung in Deutschland kaum zu: Sie ist von dem Pilz Weymouthskieferr-Blasenrost (*Cronartium ribicola*) stark bedroht. Da dieser Pilz als Zwischenwirt vor allem Johannisbeerarten benötigt, ist ein Anbau in der Nähe von Gärten und Johannisbeerplantagen kaum zu vertreten.

Die Standortsamplitude der Weymouthskiefer ist sehr weit, sie kann nährstoffarme, durchlässige Böden, Böden mit stärkerer Staunässe, ja sogar trockengelegte Torfböden ausnutzen.



Ungeeignete Standorte

- Kalkstandorte
- extrem trockene Böden (Dünen u. ä.)
- Waldstandorte in der Nähe von Siedlungsbereichen



Geeignete Standorte

Als Besiedler von Problemstandorten ist der Anbau möglich

- auf trockengelegten organischen Böden (Torfböden),
- auf Stauwasserböden (Pseudogleye bis Stagnogleye),
- auf Grundwasserböden mit hoch anstehendem, kalkarmem u. sauerstoffarmem, wenig bewegtem Grundwasser.

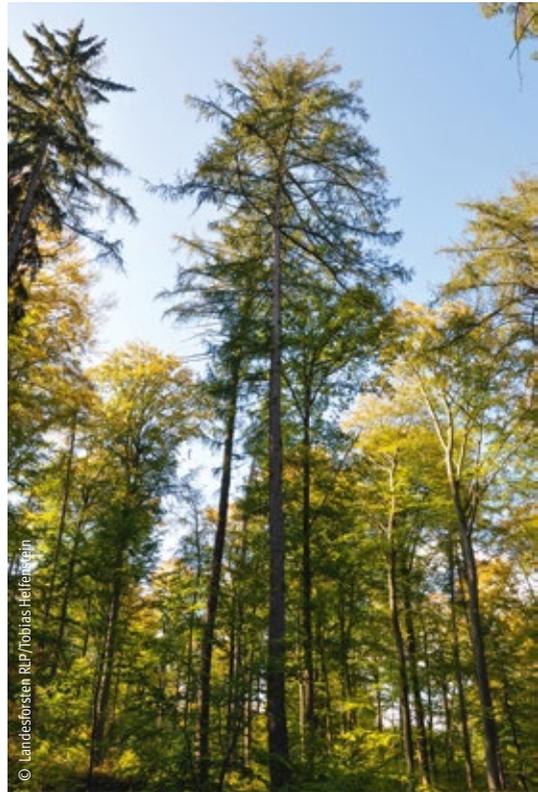


EUROPÄISCHE LÄRCHE (*Larix decidua* Mill.)

Das kleine natürliche Areal der Europäischen Lärche zerfällt in drei Teilgebiete: die Alpen, die Sudeten und die Tatra. Ihr größtes Teilareal liegt in den Alpen in Hochlagen über 1.000 m NHN bis an die Baumgrenze. In den Ostalpen ist die Lärche zwischen 400 und 600 m vertreten, am Ostalpenrand in Höhen von 500 m. In der Tatra kommt die Lärche zwischen 600 und 1.500 m vor, in den Sudeten zwischen 300 und 800 m.

Für den Anbau außerhalb dieser natürlichen Verbreitungsgebiete sind die Herkünfte des Pflanzgutes ausschlaggebend. Saat- und Pflanzgut aus der polnischen Tiefebene, dem Alpenostrand (Wiener Wald) und den Sudeten sind dabei vor allem den Westalpenherkünften überlegen. Die drei natürlichen Verbreitungsgebiete besitzen ein stärker kontinental ausgeprägtes Klima. Bei künstlichen Anbauten sind Räume mit ähnlichen Klimabedingungen zu bevorzugen.

Regenschattenlagen der Gebirge, Ost- und Südabdachungen der Mittelgebirge bis zu einer Höhe von 300 bis 400 m über NHN, das Flach- und Hügelland mit kontinentalem Klimateinschlag (keine Spätfrostlagen) geben besonders günstige Wachstumsbedingungen für die Europäische Lärche. Im Alpenvorland kann sie zwischen 450 und 900 m NHN gut als Mischbaumart in Buchenbeständen angebaut werden.



Europäische Lärchen im Soonwald (Hunsrück)

Zu beachten ist aber, dass die Lärche auf Osthängen regional unter Schneedruck leiden kann. In allen **kühl-feuchten Schatt-hanglagen** ist sie außerdem sehr anfällig gegen den Lärchenkrebs. Ausgesprochene Spätfrostlagen und atlantische Flachlandgebiete sind für die Lärche ungeeignet.

Wenn die klimatischen Voraussetzungen erfüllt sind, kann die Lärche auf einer Vielzahl von Böden stocken. Ihre Feuchtigkeitsansprüche entsprechen, wenn ein gutes Wachstum gewährleistet werden soll, denen der Fichte, die Nährstoffansprüche sind gleich hoch oder höher.

Bei ausreichender Wärme kann sie auch auf basischen Kalksteinböden gedeihen, hat allerdings ihr bestes Wachstum auf Lössböden und lössbeeinflussten Mischböden sowie z. B. auch auf Bimsböden des Westwaldes. Hervorzuheben ist ihre der Kiefer ähnliche, kräftige Bodendurchwurzelung auch noch auf mäßig dichten Böden.

Ungeeignete Standorte

- auf allen strengen Tonen
- auf stark ausgeprägten Pseudogleyen, Stagnogleyen, Gleyen und ärmsten Sanden
- in allen kalt-feuchten Lagen wegen der hohen Krebsgefahr



Geeignete Standorte

- im subkontinentalen norddeutschen Flachland, besonders auf nicht stark pseudovergleyten Lehm- oder Tonböden und Lösslehmböden der Berglandschwelle
- auf durchlässigen, tiefgründigen Lehmen, in wärmebegünstigten Hanglagen des Berglandes, zum Beispiel Lösslehm oder besserem Buntsandsteinlehm
- auf mäßig trockenem bis mäßig frischem Feinlehm, Feinlehm-(Lösslehm-) Decken über Kalkverwitterung, Kalkverwitterungslehmen, Tonlehmen (z. B. des Keupers), Lettenkeuper-Mischlehmen, Schichtlehmen, auf Jurahängen, milden Tonen, Tertiärhängen, sandig-kiesigen Moränenlehmen in subkontinentalen Wuchsräumen

Wenn die standörtlichen Voraussetzungen erfüllt sind, stellt die Lärche vor allem in Buchenwäldern eine sehr geeignete Mischbaumart dar.



JAPANISCHE LÄRCHE (*Larix kaempferi* Carr.)

Die Japanische Lärche hat in Anbauversuchen bisher keine einschneidenden herkunftsmäßigen Unterschiede gezeigt.

In ihrem natürlichen japanischen Verbreitungsgebiet ist das Klima durch sehr warme und feuchte Sommer, eine Vegetationszeit von 120 bis 180 Tagen, hohe relative Luftfeuchte, hohe Niederschläge sowie kalte und zum Teil schneereiche Winter gekennzeichnet.

Auch in Europa ist sie an maritime Verhältnisse gebunden. Sie ist vor allem sehr empfindlich gegen Trockenheit, so dass sie in ausgeprägten Trockensommern auch in

atlantisch beeinflussten Wuchsgebieten oft ausfällt. Ihre Nährstoffansprüche sind dagegen nicht hoch, wenn ihr Feuchtigkeitsbedarf gedeckt ist. Je saurer und physikalisch ungünstiger die Standorte, desto besser das Höhenwachstum gegenüber der Fichte.



Ungeeignete Standorte

- Gebiete mit sommertrockenem subkontinentalen Klima
- extrem arme und trockene Standorte, wie unverlehnte Sande im Pleistozän
- trockene Kuppen, Hänge und flachgründige Berglandstandorte



© M. Noack

Japanlärchenforst auf einem grundwasserfernen, nährkräftigem Moränenstandort



Geeignete Standorte

- im atlantisch ausgeprägten küstennahen norddeutschen Flachland, vorzugsweise auf anlehmigen Sanden, Sanden über Lehm oder Ton, ärmeren bis reicheren Geschiebelehmen und Tonen sowie auf Grundwasserböden mit bewegtem Grundwasser
- in kühleren, regenreicheren Mittelgebirgslagen, z.B. auch oberhalb der für den Anbau der Europäischen Lärche geeigneten Lagen, auf mäßig frischen bis sehr frischen, hangwasserdurchrieselten, tiefgründigen Sanden, sandigen Lehmen und Lehmen, jedoch ohne stärkere Staunässe

DOUGLASIE (*Pseudotsuga menziesii* Franco)

Das ausgedehnte natürliche Verbreitungsgebiet der Douglasie hat eine große Anzahl von Anpassungsformen an bestimmte Umweltgegebenheiten hervorgebracht. Für den Anbau in Deutschland haben sich vor allem küstennahe Herkünfte westlich der Kammlinie der Kaskaden und der kanadischen Küstengebirge bis in eine Seehöhe von etwa 600m aus den Staaten Oregon, Washington und (Südwest-) British Columbia bewährt. In diesen Gebieten ist die Douglasie an ein mehr oder weniger humides, maritimes, ohne große Temperaturschwankungen ausgestattetes Klima angepasst. Teilweisen Niederschlagsmangel während der Vegetationszeit kann die Douglasie auch auf trockenen Standorten gut aushalten. In Amerika erzielt die Douglasie ihre höchsten Massenleistungen auf tiefgründigen, lockeren und frischen Mischlehmen bei mittlerer Nährstoff- und Basenversorgung. In ihren Feuchtigkeitsansprüchen ist sie zwischen Fichte und Kiefer einzuordnen. Wie in Amerika wird das Wachstum der Douglasie auch in Deutschland durch milde Winter, mäßig warme Sommer und eine lange Vegetationszeit besonders gefördert. Mit zunehmender Frische des Standortes (Niederschlag und Bodenwasser) steigt ihre Massenleistung. Gegen Sauerstoffarmut im Boden ist sie ähnlich empfindlich wie die Fichte und verträgt vor allem keine Überflutungen.



oben: Alte Douglasien / unten: Douglasie in Mischung mit Buche, eine wertschöpfende Bestandesform im Bergland auf allen frischen, sehr frischen, nachhaltig frischen und hangwasserdurchrieselten, tiefgründigen, nicht pseudovergleyten Sand- und Lehmstandorten, hier allerdings in Anbaukonkurrenz mit Fichte, Buche, Tanne und Bergahorn





Ungeeignete Standorte

Im norddeutschen Flachland sollte sie vom Anbau ausgeschlossen werden

- auf allen zu trockenen Standorten, vor allem den unverlehmtten podsolierten Sanden des östlichen Flachlandes,
- auf allen Böden mit hoch anstehendem, sauerstoffarmem Grundwasser,
- auf allen pseudovergleyten Lehmen und Tonen,
- im Bergland auf allen pseudovergleyten Standorten,
- auf schweren, dichten Lehmen und Tonen,
- in wassererfüllten Talauen und Kalkstandorten mit hoch stehender Kalklösungsfront, insbesondere allen Rendzinen,
- in ausgeprägten Spätfrostlagen.



Geeignete Standorte

- im Flachland in küstennahen bis subkontinentalen Klimaräumen, auf anlehmgigen, tiefgründigen, mäßig frischen bis frischen Sanden, milden, nicht oder kaum pseudovergleyten Geschiebelehmen sowie Sanden mit tief anstehendem bewegtem Grundwasser
- im Flachland in ausgeprägt subkontinentalen Räumen auf gut wasserführenden, aber nicht pseudovergleyten Böden, wie z. B. gut verlehmtten Sanden und Geschiebelehmen

- im Bergland vorzugsweise auf mäßig trockenen bis mäßig frischen sonnenseitigen Hanglagen, vor allem auf basenarmem, aber mindestens in Klüften tiefgründigem, sandigem bis lehmigem Material aus Silikatgesteinen und Urgesteinen. Die unteren Lagen dieses Anbaubereichs sind etwa deckungsgleich mit guten Traubeneichen-Standorten, die höheren mit schwächeren Fichten- und/oder Buchenstandorten. Die Douglasie reicht von der Ebene bis zum hochmontanen Bereich. In norddeutschen Gebirgen sollte sie über 600m NHN nicht mehr angebaut werden.
- im Bergland auf allen frischen, sehr frischen, nachhaltig frischen und hangwasserdurchrieselten, tiefgründigen, nicht pseudovergleyten Sand- und Lehmstandorten, hier allerdings in Anbaukonkurrenz mit Fichte, Buche, Tanne und Bergahorn
- im Bergland auf entkalkten, mindestens 25 cm mächtigen, nicht pseudovergleyten Lehmdecken über kalkhaltigem Untergrund. Je tiefer der Kalkhorizont steht, desto tiefer vermag die Douglasie zu wurzeln. Z. B. in Rheinland-Pfalz und Niedersachsen wird auf kalkgründigen Lehmen kein Douglasienanbau empfohlen.

WEISSTANNE (*Abies alba* Mill.)

Gegenüber den meisten anderen bisher beschriebenen Baumarten beschränkt sich das natürliche Verbreitungsgebiet der heimischen Weißtanne auf Bergslagen des südlichen Westeuropas, des südlichen Mitteleuropas und Südosteuropas, in Süddeutschland auch auf Hügel- und Flachlandteile im Moränen- und Juragebiet. Außerhalb dieser natürlichen Vorkommen sind künstliche Anbauten z. B. an der Nordseeküste, in Rheinland-Pfalz, in Dänemark und in der Normandie erfolgreich gewesen.

Im Norden ihres Areals beginnt sie auf einer Höhe von 50 m über NHN, im Thüringer Wald und im Erzgebirge steigt sie bis 800 m, im Bayerischen Wald und im Schwarzwald bis auf 1.100 bzw. bis auf 1.300 m, im Schweizer Jura und den nördlichen Ostalpen bis auf 1.400 m. In den Bayerischen Alpen kommt sie vereinzelt noch in Höhenlagen über 1.400 m vor.

Das Hauptvorkommen der Weißtanne in diesen Bergländern sind zwischenalpine Fichten-Tannenwälder, Fichten-Tannen-Buchenwälder und Buchen-Tannenwälder (Buchen-Eichen-Tannenwälder). Nur in wenigen dieser Mischwaldtypen ist die Weißtanne vorherrschend. Die Weißtanne benötigt für ein gutes Wachstum eine bessere Wärmeversorgung als Fichte und Kiefer. Sie ist gegen starke Winterfröste und Spätfröste empfindlich, was ihre Verbreitung in kontinentalen Klimagebieten begrenzt. Hervorzuheben ist ferner ihr hoher Feuchtigkeitsbedarf während der Vegetationszeit.



© H. J. Otto

Alte Weißtanne

Die westdeutschen Herkünfte gedeihen besonders gut bei Jahresniederschlägen von 1.000 bis 2.500 mm. Herkünfte aus östlichen Klimabereichen kommen auch mit 600 bis 1.000 mm Niederschlag aus. Aus diesem Grund spielen Herkünfte aus diesen Gegenden beim künstlichen Anbau außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes eine große Rolle. Bei ausreichender Wasserversorgung sind die Nährstoffansprüche der Weißtanne nicht besonders hoch. Ihre höchsten Leistungen erzielt sie auf mindestens mit N, P und K mittelversorgten Böden. Auf ausreichend feuchten Kalksteinlehmen wächst sie ebenfalls sehr gut.



Hervorzuheben ist bei der Tanne ihre außerordentlich intensive Tiefenverwurzelung. Dies macht sie zu einer sicheren, stabilisierenden Baumart u. a. auf Pseudogleyen, Tonen, Rohhumus- und Gleyböden.



Geeignete Standorte

Innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes hat die Tanne vor allem in gemäßigt warmen und regenreichen Gebirgen ihr Optimum. Dort ist sie besonders wüchsig auf allen Lehmen, wechselfeuchten und tonigen Substraten, aber auch auf tiefgründigen lockeren, mehr sandigen Hangböden. Schwach versauerte Moränenlehme, schluffige Lehme, grundfrische lehmige Tone, versauerte lehmige Kiese, kiesige Lehme, mäßig frische Steilhänge, Rutschhänge, Schlucht- und Tobelwälder, frische Talauen, nährstoffreiche Senken und quellige, feuchte Lagen geben nur einen Ausschnitt aus der Vielfalt der standörtlichen Anbaumöglichkeiten.



Ungeeignete Standorte

Ausgenommen sind in solchen Gebieten trockene Standorte, wie trockenere Steilhänge, Kuppen und Rücken, Terrassensande und -kieslehme, der Klimabereich der Tiefebene (Auen), in Baden-Württemberg der Hügellandbereich mit Ausnahme frischer Standorteinheiten sowie stark saurer Standorte.

Im Regenschatten der Gebirge bei zunehmend kontinentalen Klimabedingungen engt sich die Anbaumöglichkeit der Tanne weiter ein.

In diesen Gebieten können beispielsweise aber tiefgründige, frische Kalksteinlehme, tiefgründige Tone und ähnlich gut feuchtigkeitsversorgte und verdunstungsgeschützte Standorte noch für den Anbau geeignet sein.

Stets kommt es darauf an, die Tanne nicht als Reinbestand anzubauen.

Außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes kommt der Herkunftswahl beim Anbau der Weißtanne eine entscheidende Bedeutung zu. Was die Standortwahl angeht, gelten auch hier die genannten bodenkundlichen Voraussetzungen.

Die oft genannte Grenze der Niederschlags- höhe von 800 mm pro Jahr für den Anbau der Weißtanne verliert bei der Auswahl geeigneter Herkünfte an Bedeutung, wie die Ergebnisse der IUFRO-Herkunftsversuche insbesondere mit erfolgreichen südosteuropäischen Provenienzen zeigen.

Hinweis: Die Weißtanne litt in den 1980er Jahren stark unter schwefelhaltigen Abgasen aus Industrie und Verkehr. Nach Wirksamwerden von Luftreinhaltemaßnahmen erholte sie sich.

GROSSE KÜSTENTANNE (*Abies grandis* Lindl.)

Die Große Küstentanne ist ein häufiger Begleiter und z.T. auch bestandesbildender Baum im großen westamerikanischen Nadelholzgürtel. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich in Küstennähe vom mittleren Kalifornien bis hinauf nach Vancouver Island. Im nördlichen Oregon und im Staat Washington dehnt sich ihr Verbreitungsge-

biet östlich bis ins Kaskadengebirge aus. In den nördlichen Rocky Mountains der USA hat sie einen weiteren Verbreitungsschwerpunkt. In ihrem westlichen Verbreitungsareal ist die Küstentanne ein Baum niedriger Lagen. Sie konzentriert sich dort bisweilen durch Konkurrenzausschluss auf Flussuferbänke und -terrassen. Im Regenschatten der Küstengebirge kann sie bestandesbildend werden, da sie mehr Trockenheit verträgt als ihre konkurrierenden Baumarten. Bekannt ist ihre hohe Wurzelenergie und ihre Trockenheitstoleranz auf ärmeren Sanden und Grauwackeböden. Höhenmäßig steigt sie von 300 m NHN an der Küste bis auf 1.600 m auf der Ostabdachung der Westkaskaden an. Insgesamt ist sie ein Baum des mildozeanischen bis ausgesprochen kontinentalen Klimas und besitzt eine breite Standortamplitude. Frische, lehmige und tiefgründige Böden werden bevorzugt, Feinsande mit geringem Lehmgehalt, vulkanische Aschen und selbst flache und steinige Böden werden toleriert.

In der Bundesrepublik Deutschland stehen wüchsige Küstentannenbestände auf Lösslehmstandorten, reichen Lehmen und Tonen, aber auch anlehmigen Sanden, ärmeren Schluffen und Tonen sowie armen Grundwasserböden. Dank ihrer tiefen Pfahlwurzel ist sie auch noch auf mittel ausgeprägten Pseudogleyen zu finden. Dagegen sind extreme Stagnogleye („Molkenböden“) auch für sie problematisch.



Küstentannen auf einer Versuchsfläche im Revier Veringenstadt, Landkreis Sigmaringen



Bei ihrer weiten ökologischen Amplitude sind für die Große Küstentanne nur wenige Grenzstandorte zu nennen.



Ungeeignete Standorte

- Standorte in einer Höhenlage oberhalb 600 bis 850 m NHN
- Standorte, die weniger als „mäßig frisch“ eingestuft werden
- extrem ausgebildete Stagnogleye
- Böden mit flach anstehendem Kalkgestein (Rendzina)



Geeignete Standorte

- Böden mit nicht zu hoch anstehendem Grundwasser (ab 60 cm unter Flur)
- mindestens mäßig frische Sand-, Lehm- und Tonböden
- Stauwasserstandorte mit Ausnahme extremer Stagnogleye
- quellende Standorte (Pelosole)

Die Große Küstentanne ist eine gute, stabilisierende Mischungsbaumart zusammen mit Douglasie und Rotbuche.

8 LITERATUR

Waldbau auf ökologischer Grundlage

Röhrig, E.; Bartsch, N.; v. Lüpke, B.;
Verlag Eugen Ulmer, 7. vollständig aktuali-
sierte Auflage, Stuttgart 2006

Grundriss des Waldbaus

Burschel, P.; Huss, J.; Verlag Eugen Ulmer,
3. Auflage, Stuttgart 2003

Forstliche Standortaufnahme

Arbeitskreis Standortkartierung in der Ar-
beitsgemeinschaft Forsteinrichtung; IHW-
Verlag, 7. Auflage, Eching 2016

Waldökologische Naturräume Deutschlands – Forstliche Wuchs- gebiete und Wuchsbezirke

Mitteilungen des Vereins für Forstliche
Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung
Nr. 43/2005

Bundesweiter Überblick über Naturräume,
Geologie, Substrate, Klima, Wuchsbedingun-
gen, Waldgesellschaften und aktuelle Besto-
ckung bis auf die Ebene der Wuchsbezirke
(z. B. „Unteres Lahntal“ oder „Kyffhäuser“), so-
wie einführende Erläuterungen zu den insge-
samt 82 Großlandschaften (Wuchsgebieten).

Als Download verfügbar

(Stand: November 2019) unter:

www.vfs-freiburg.de

(Publikationen → VFS-Artikel-Recherche →

Stichwort: 43)

Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-300
Fax: 03843/6930-102
info@kiwuh.de
www.kiwuh.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 1.075
mediathek.fnr.de
FNR 2020