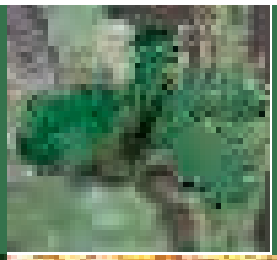
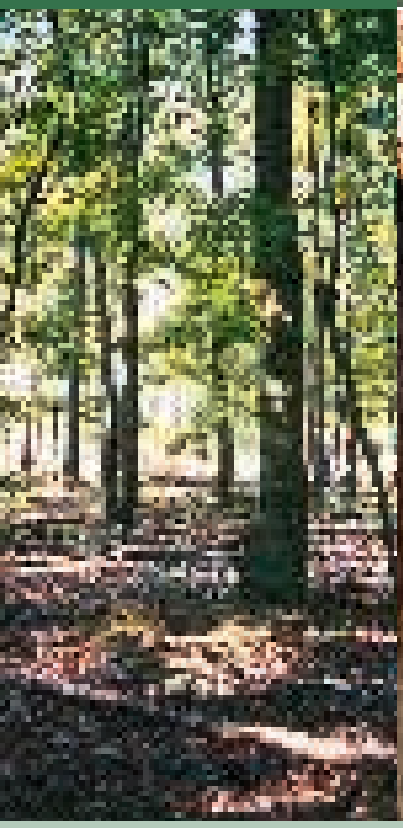
LAND BRANDENBURG

Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung

Forst





EBERSWALDER FORSTLICHE SCHRIFTENREIHE BAND XIX

Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung des Landes Brandenburg

Hinweise für die Waldbewirtschaftung

FORST Brandenburg
Landesforstanstalt Eberswalde

Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung des Landes Brandenburg

Hinweise für die Waldbewirtschaftung

Entnahme volumengerechter Bodenproben aus der Profilwand mit Hilfe von Stechzylindern

Eberswalder Forstliche
Schriftenreihe
Band XIX

Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung des Landes Brandenburg

Hinweise für die Waldbewirtschaftung

Autoren:
Prof. Dr. Winfried Riek
Dr. Falk Stähr

unter Mitwirkung von
Dr. Björn Strohbach
FM Martin Grüll
Prof. Dr. Karl-Willi Lockow
Dipl. Forst-Ing. (FH) Jan Skurek
Dipl. Agr.-Ing. (FH) Betina Heisterberg
Dipl. Forst-Ing. (FH) Ulrich Finger
Regina Schönfelder

In der Eberswalder Forstlichen Schriftenreihe sind bereits erschienen:

Band I	Paul-Martin Schulz: „Biographie Walter Pfalzgraf, des ersten Leiters des Zentralforstamtes in der Sowjetischen Besatzungszone von 1945–1948“	ISBN 3-933352-02-9
Band II	Horst Mildner/Ekkehard Schwartz: „Waldumbau in der Schorfheide, zum Andenken an Oberlandforstmeister Dr. phil. Erhard Hausendorff“	ISBN 3-933352-06-1
Band III	Dieter Heinsdorf u.a.: „Forstliche Forschung im Nordostdeutschen Tiefland (1992-1997)“	ISBN 3-933352-07-X
Band IV	Hans Hollender u.a.: „Planung der Waldentwicklung im Land Brandenburg, Vorträge zur Fachtagung am 4. November 1998 in Eberswalde“	ISBN 3-933352-10-X
Band V	Ralf Kätzel u.a.: „Forstsaatgutprüfung in Eberswalde 1899-1999, Grundlage für eine nachhaltige Forstwirtschaft“	ISBN 3-933352-12-6
Band VI	Dieter Heinsdorf: „Das Revier Sauen – Beispiel für erfolgreichen Waldumbau“	ISBN 3-933352-22-3
Band VII	Klaus Höppner u.a.: „Ökologische und ökonomische Gesichtspunkte der Waldbewirtschaftung im südlichen Brandenburg“	ISBN 3-933352-24-X
Band VIII	Hubertus Kraut/Reinhard Möckel: „Forstwirtschaft im Lebensraum des Auerhuhns, ein Leitfaden für die Waldbewirtschaftung in den Einstandsgebieten im Lausitzer Flachland“	ISBN 3-933352-23-1
Band IX	Ralf Kätzel u.a.: „Die Birke im Nordostdeutschen Tiefland; Eberswalder Forschungsergebnisse zum Baum des Jahres 2000“	ISBN 3-933352-30-4
Band X	Sonderband; Abteilung Forstwirtschaft des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: „Landeswaldbericht 1997 und 1998, mit einem Sonderkapitel zur Naturalplanung in Brandenburg“	ISBN 3-933352-31-2
Band XI	Hans-Friedrich Joachim: „Die Schwarzpappel (Populus nigra L.) in Brandenburg“	ISBN 3-933352-32-0
Band XII	Christian Brueck u.a.: „Zertifizierung von Forstbetrieben. Beiträge zur Tagung vom 5. November 1999 in Fürstenwalde/Spree (Brandenburg)“	ISBN 3-933352-34-7
Band XIII	Dieter Heinsdorf: Joachim-Hans Bergmann, „Sauen 1994 – ein gelungener Waldumbau ...“	ISBN 3-933352-35-5
Band XIV	Sonderband; Abteilung Forstwirtschaft des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: „Landeswaldbericht 1999 mit einem Sonderkapitel ‘Regionaler Waldbericht für die Zertifizierung der Waldbewirtschaftung in Brandenburg’“	ISBN 3-933352-37-1
Band XV	Winfried Riek u.a.: „Funktionen des Waldes und Aufgaben der Forstwirtschaft in Verbindung mit dem Landschaftswasserhaushalt“	ISBN 3-933352-47-9
Band XVI	Carsten Leßner u.a.: „Privatwald in Brandenburg – Entwicklung, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation“	ISBN 3-933352-48-7
Band XVII	Autorenkollektiv: „Die Schwarz-Erle (Alnus glutinosa [L.] GAERTN.) im nordostdeutschen Tiefland“	ISBN 3-933352-52-5
Band XVIII	Autorenkollektiv: „Zertifizierung nachhaltiger Waldbewirtschaftung in Brandenburg“	ISBN 3-933352-53-3

Impressum

Herausgeber:
- **Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**
  Heinrich-Mann-Allee 103, 14473 Potsdam
  Tel: (0331) 8667237 und 8667017, Fax: (0331) 8667018
  Internet: www.mlur.brandenburg.de
  E-Mail: pressestelle@mlur.brandenburg.de
- **Landesforstanstalt Eberswalde, Alfred-Möller-Straße 1, 16225 Eberswalde**
  Tel: (03334) 650, Fax: (03334) 65206
  Internet: www.lfe.brandenburg.de
  E-Mail: lfe@lfe-e.brandenburg.de

Gestaltung: **PoWer/DesignThing, Werbeagentur Berlin-Potsdam**
Druck: **K+L Offset, Berlin**
Auflage: **2000 Exemplare**
ISBN: **3-933352-56-8**
Eberswalde, im Mai 2004

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Brandenburg herausgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien, noch von Wahlwerbern, noch von Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landes-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Unabhängig davon, wann, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Schutzgebühr: 10 EUR

Inhalt

Vorwort 7

1 Einleitung 9

2 Datengrundlage und Methoden 10

Allgemeiner Teil

3 Rahmenbedingungen für die Bodenbildung im Land Brandenburg

3.1 Klima 13

3.2 Landschaftseinheiten und Höhenlage 17

3.3 Glaziale Prägung 18

3.4 Periglaziäre Prozesse 20

3.5 Ausgangssubstrate der Bodenbildung 21

4 Entstehung und Entwicklung der Waldböden

4.1 Frühe Bodenbildungen 22

4.2 Entwicklung der Waldböden im Holozän 23

4.3 Anthropogene Einflüsse im 20. Jahrhundert 25

4.3.1 Atmosphärische Stoffeinträge 26
4.3.2 Mechanische Bodenveränderungen ... 28
4.3.3 Landschaftswasserhaushalt 29
4.3.4 Waldumbau 31

Spezieller Teil

5 Darstellung der verschiedenen Waldbodentypen

5.1 Einführung 33

5.2 Braunerden 33
5.2.1 Profilbeschreibung und Entstehung 33
5.2.2 Bodenökologische Bewertung 34
5.2.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung .. 35
5.2.4 Beispiele für Braunerden 36

5.3 Fahlerden und Parabraunerden (Lessivés) 88
5.3.1 Profilbeschreibung und Entstehung 88
5.3.2 Bodenökologische Bewertung 89
5.3.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung .. 90
5.3.4 Beispiele für Lessivés 91

5.4 Podsole 122
5.4.1 Profilbeschreibung und Entstehung 122
5.4.2 Bodenökologische Bewertung 123
5.4.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung .. 123
5.4.4 Beispiele für Podsole 125

5.5 Stauwasserböden 135
5.5.1 Profilbeschreibung und Entstehung 135
5.5.2 Bodenökologische Bewertung 136
5.5.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung .. 136
5.5.4 Beispiele für Stauwasserböden 137

5.6 Gleye 153
5.6.1 Profilbeschreibung und Entstehung 153
5.6.2 Bodenökologische Bewertung 154
5.6.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung .. 154
5.6.4 Beispiele für Gleye 155

5.7 Sonstige Böden 165
5.7.1 Ah-C-Böden 165
5.7.2 Kolluvien 165
5.7.3 Auenböden 165
5.7.4 Moore 166

6 Literatur 167

7 Anhang

7.1 Erläuterungen zur Bezeichnung von Bodenhorizonten 170

7.2 Glossar 174

Vorwort

Die Forstwirtschaft Brandenburgs steht mit dem großflächigen Waldumbau vor einer Generationenaufgabe. Sie wird ihr nur mit strikter Beachtung der standörtlichen Voraussetzungen gerecht werden.

Diese Herangehensweise an die Lösung waldbaulicher Aufgaben forderte bereits vor 150 Jahren der Begründer der Eberswalder Forstwissenschaften, Altmeister PFEIL. Mit knappen Worten umreisst später A. DENGLER das Ziel des standortgerechten Waldbaus: „Wie weit wir vom Wege der Natur abweichen dürfen, ohne uns selbst zu schädigen, das ist die große Frage, aber auch die große Kunst des Waldbaus."

Seitdem sind die gesellschaftlichen Ansprüche an unsere Wälder deutlich gestiegen. Forderungen nach mehr Naturnähe, nach höherer Wirtschaftlichkeit u.a. machen dies deutlich. In der Nutzanwendung der Dengler'schen Worte verlangt das nach weitgehender Nutzung der Gratiskräfte der Natur.

Den im Wald Tätigen werden damit in zunehmendem Maße vertiefte Kenntnisse zum forstlichen Standort und seinen Komponenten, zu seinen waldbaulichen Möglichkeiten und Grenzen abverlangt. Die Vielfalt der natürlichen Bedingungen verbietet generelle Regeln. Standortspezifische Lösungen sind gefragt.

Die Landesforstanstalt Eberswalde hat in einem durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt umfangreiches Datenmaterial zu wichtigen Waldböden des Nordostdeutschen Tieflandes gewonnen. Spezialisten der Standortskunde, der Bodenkunde, der Waldwachstumskunde und des angewandten Waldbaus haben in fruchtbarem interdisziplinären Zusammenwirken dieses und weiteres Material in der vorliegenden Schrift aufgearbeitet. Sie charakterisieren die waldbaulich wichtigen Eigenschaften der Böden und verdeutlichen ihre Potenziale für den Waldumbau.

Die Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung werden durch die physikalischen und chemischen Bodenparameter untersetzt. Es werden die Bezüge zu dem gerade für Brandenburg entscheidenden Aspekt des Wasserhaushaltes hergestellt. Die standörtlichen Eigenschaften führen zu den Vorschlägen für die richtige Baumartenwahl und die waldbaulichen Empfehlungen zum Aufbau der Zielbestände (Bestandeszieltypen). Sie bilden die Basis für die strategischen Zielstellungen des ökologischen Waldbaus der Brandenburger Landesforstverwaltung. Hinweise auf die zu erwartenden Leistungen der Zielwälder runden die Schrift ab. Sie führt damit von einer reinen Situationsdarstellung zur praktischen Nutzanwendung der Ergebnisse. Die vielfältigen Aktivitäten beim Waldumbau erhalten eine weitere sichere Grundlage.

Die vorliegende Schrift soll das Handeln in allen Eigentumsarten unterstützen und Anregungen geben. Ich wünsche ihr deshalb eine weite Verbreitung und intensive Benutzung zum Wohle der Wälder unseres Landes.

Karl-Heinrich von Bothmer
Abteilungsleiter Forst im Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung Brandenburg

1 Einleitung

Der Waldanteil macht in Brandenburg mit ca. 1,1 Mio. ha rund 37 % der Gesamtlandesfläche aus. Brandenburg weist damit den vierthöchsten Bewaldungsgrad aller Bundesländer auf. Mit 80 % des Brandenburger Waldes sind es vorwiegend Kiefernbestände, die das heutige Waldbild prägen. Von Natur aus wäre die Kiefer jedoch nur auf ärmsten und trockensten Böden zu finden und auf ca. 12 % der heutigen Waldfläche bestandesbildend. Waldbau auf ökologischer Grundlage ist heute das forst- und umweltpolitische Ziel der Landesforstverwaltung Brandenburgs. Daraus ergeben sich als zentrale Aufgaben der Umbau von reinen Nadelholzbeständen in mehrschichtige Mischbestände sowie der Erhalt bzw. Aufbau von stabilen, naturnahen Bestandesstrukturen auf standörtlicher Grundlage. Vor diesem Hintergrund soll der vorliegende Band einen Beitrag zum Verständnis von Böden leisten, welches für den standortsbezogenen Wald(um)bau eine der wesentlichsten Voraussetzungen ist.

Das eiszeitlich geprägte Nordostdeutsche Tiefland weist einen hohen Formenschatz an Standortsmosaiken mit kleinräumig variierenden bodenökologischen Eigenschaften auf. Für die waldbauliche und forstplanerische Entscheidungsfindung ist es daher wichtig, anhand der konkreten Bodenansprache Aussagen zu den wesentlichen Standortseigenschaften treffen zu können. Im vorliegenden Band werden zunächst Bodengenese und Standortsbedingungen im Tiefland allgemein und dann jeweils anhand von exemplarischen Böden konkret erläutert. Das Anliegen ist, einen Einblick in das Zusammenwirken von bodenbildenden Faktoren, die in Böden ablaufenden Prozesse und daraus resultierenden Bodeneigenschaften, wie Wasser- und Nährstoffhaushalt zu geben. Böden sind als wandelbare Systeme zu begreifen, deren Eigenschaften sich im Zuge der Bodengenese verändern. Damit unterliegen auch die Standortsbedingungen der Waldbäume einer ständigen Dynamik. Der Mensch kann aktiv Einfluss nehmen auf diese Dynamik. Durch sein waldbauliches Handeln trägt er entweder zur Degradation von Böden bei oder aber zur nachhaltigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Steigerung der positiven Einflüsse von Wäldern auf den Landschaftswasserhaushalt.

Der vorliegende Band richtet sich an die Forstpraktiker in den Oberförstereien und Revieren, an die in der Ausbildung befindlichen Forststudenten sowie an Privatwaldbesitzer, die an boden- und standortskundlichem Grundlagenwissen interessiert sind und dieses waldbaulich anwenden wollen. Eine weitere Zielgruppe bildet die anwendungsbezogene Wissenschaft, der beispielsweise für den Einsatz von Wasser- und Stoffhaushaltsmodellen Eingangsdaten in Form von bodenphysikalischen und -chemischen Kennwerten typischer Waldböden des Nordostdeutschen Tieflands zur Verfügung gestellt werden.

Der Brückenschlag zwischen dem Verständnis der Bodengenese, der Ableitung von Standortseigenschaften und waldbaulich-forstplanerischen Schlussfolgerungen wird anhand von insgesamt 38 über ganz Brandenburg und das südliche Mecklenburg-Vorpommern verteilten Eichenstandorten exemplarisch veranschaulicht. Die Beispiele sind so breit gefächert, dass sie den Großteil der Zusammenhänge zwischen Standort und Bestand in Brandenburger Wäldern abdecken und sich die getroffenen Kernaussagen auf verschiedene Fragestellungen der forstlichen Praxis übertragen lassen.

Prof. Emil Ramann legte 1893 mit seinem Fachbuch „Forstliche Bodenkunde und Standortslehre“ den Grundstein für die Entwicklung der Wissenschaft „Bodenkunde“, insbesondere der Forstbodenkunde und der daran geknüpften forstlichen Standortslehre. Er erkannte, dass Böden als Resultat von bodenbildenden Faktoren, namentlich des Zusammenspiels von Klimafaktoren, geologischem Ausgangssubstrat und Pflanzenwelt, zu begreifen sind. Von seinem umfassenden Lehrbuch erhoffte er sich, dass es „anspornend wirken möge, die forstliche Standortslehre auf die Höhe zu bringen, welche sie erreichen muss, um für die Forstwissenschaft zu sein, wozu sie berufen ist, die naturwissenschaftliche Begründung des Waldbaus“ (RAMANN, 1893).

2 Datengrundlage und Methoden

Der vorliegende Band basiert auf umfangreichen bodenkundlichen Erhebungen, die im Rahmen von verschiedenen Forschungsvorhaben und Fachexkursionen in den letzten drei Jahren an der Landesforstanstalt Eberswalde durchgeführt worden sind. Die vorgestellten Bodenprofile stammen größtenteils aus Untersuchungen im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundprojekts *„Möglichkeiten und Grenzen der Strukturierung naturnaher Waldbauformen auf der Grundlage ökologischer Wuchsreihen von Eichen im Nordostdeutschen Tiefland“*. Die **Auswahl der Standorte** erfolgte in diesem Vorhaben unter Berücksichtigung von Klimastufen, Wuchsgebieten sowie Nährkraft- und Feuchtestufen des Nordostdeutschen Tieflandes. Für die vorliegende Schrift wurden aus dem umfangreichen Datenfundus 38 von insgesamt 87 untersuchten Standorten ausgewählt und hinsichtlich ihrer forstlich relevanten Bodenmerkmale gekennzeichnet.

Zur **Bodenansprache** wurden auf allen Untersuchungsflächen Profilgruben angelegt. Die Kennzeichnung der Bodenmerkmale im Gelände erfolgte nach der Vorschrift zur bundesweit einheitlichen Kartierung von Böden (AG BODEN, 1996; AK STANDORTSKARTIERUNG, 1996 sowie AK BODENSYSTEMATIK, 1998). Die Humusformen wurden nach morphologischen Kriterien im Gelände abgeleitet. Die forstliche **Bewertung** der Bodeneigenschaften beruht auf den Bewertungsrahmen der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (WOLFF & RIEK, 1997) und der „Anleitung für die forstliche Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland – SEA 95“ (SCHULZE, 1996).

Die **Bodenprobenentnahme** für die Bestimmung der physikalischen Eigenschaften erfolgte horizontweise am Bodenprofil mit zwei Stechzylindern zu 250 cm³ je Horizont. Für die bodenchemischen Untersuchungen wurde auf jeder Probenahmefläche ein Transekt angelegt, auf dem im Abstand von 10 m insgesamt fünf Bohrstockeinschläge durchgeführt wurden. Der Mineralboden wurde tiefenstufenweise für die Tiefenspannen 0–10 cm, 10–30 cm, 30–60 cm und 60–90 cm beprobt und zu einer Mischprobe pro Tiefenstufe zusammengeführt.

Die Entnahme der Humusauflage erfolgte flächenbezogen mit Mischproben von zehn Stechrahmen bei den Humusformen Of-Mull und mullartigem Moder sowie fünf Stechrahmen bei allen anderen Humusformen.

Die Humusproben wurden luftgetrocknet und anschließend manuell durch ein 2 mm-Sieb gerieben. Eine Teilprobe wurde in einer Schwingscheibenmühle gemahlen. Die Mineralbodenproben wurden ebenfalls luftgetrocknet. Die Gewinnung der Feinerde (Fraktion <2 mm) erfolgte durch manuelles Sieben.

Die **Laboranalysen** umfassen die folgenden chemischen Parameter:

pH-Wert	KCl-Extraktion (1,0 m), Messung mit Glaselektrode
C-Gehalt	nasse Oxidation mit Kaliumdichromat und Schwefelsäure; Messung titrimetrisch
N-Gehalt	Kjeldahl-Aufschluss; Messung mit FIA
pflanzenverfügbares K, Ca, Mg, Na, Al, Fe, Mn	Ammoniumchlorid-Extraktion (0,5 m); Messung mit ICP
„Gesamtaustauschazidität“ (G-AZ)	Hausmethode; KCl-Extraktion (1,0 m); Messung titrimetrisch
V-Wert nach KAPPEN-ADRIAN	HCl–Extraktion (lt. SEA 86); Messung titrimetrisch

Aus den austauschbaren Elementgehalten wurde die effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) als Ionenäquivalentsumme der Elemente Ca, K, Mg, Na, Al, Fe, Mn und H berechnet, wobei die Protonenkonzentration über die Austauschazidität ermittelt wurde. Die Basensättigung (BS) gibt den prozentualen Anteil der „basischen" Kationen Ca, Mg, K und Na an der KAK_{eff} an. Der sog. V-Wert nach Kappen-Adrian ist ebenfalls ein Maß für die Sättigung mit „basischen" Kationen, bezieht sich aber nicht auf die effektive, sondern näherungsweise auf die potenzielle Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot}). Dieser Wert wird konventionell in der Standortserkundung verwendet.

Die **Korngrößenverteilung** wurde nach der „SEA" (1983) bestimmt und anhand der Körnungssummenkurve grafisch dargestellt (Kap. 5). Da die organische Substanz bei diesem Verfahren nicht zerstört wird, ist bei den in Kap. 5 dargestellten Tongehalten von einer tendenziellen Überschätzung auszugehen. Dies dürfte die Erklärung für das relativ häufige Auftreten der Bodenart St2 (schwach toniger Sand) sein.

An den ungestörten Stechzylinderproben wurde die **Porengrößenverteilung** (Porung, pF-Kurve) mittels Ku-pF-Apparatur und Drucktopftechnik ermittelt (Abb. 1). Der Kurvenausgleich der pF-Kurven erfolgte nach MUALEM (1976). Die pF-Kurven typischer Horizonte sind in Kap. 5 zusammen mit den jeweiligen Körnungssummenkurven dargestellt. Die pflanzenverfügbaren Bodenwassermengen wurden anhand der horizontweisen nutzbaren Feldkapazitäten aus den pF-Kurven (Wassergehalt bei pF 1,8 bis pF 4,2)

Abb. 1: Bodenphysikalischer Arbeitsraum der LFE

für unterschiedliche effektive Durchwurzelungstiefen (1,0 m, 1,5 m und 2,0 m) abgeleitet. Die Bestimmung des kapillaren Aufstiegs bei Grundwasserböden erfolgte nach AG BODEN (1996).

Die verwendeten **Klimazeitreihen** wurden im Rahmen von zwei Forschungsvorhaben an der Fachhochschule Eberswalde generiert und basieren auf Daten, die vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) zur Verfügung gestellt worden sind (SCHRÖDER & RIEK, 2002; WELLBROCK et al., 2003). Durch räumliche Interpolation und unter Berücksichtigung der Höhenabhängigkeit der Kennwerte (HUTCHINSON, 1995) konnten für alle Untersuchungsstandorte Klimaangaben auf monatlicher Basis gewonnen werden. Die Daten für den Zeitraum von 1930 bis 1960 stammen aus der Cramer-Leemans-Datenbank (PRENTICE et al., 1992; SYKES et al., 1996). Den Klimaangaben in Kap. 3.1 liegen 151 Waldstandorte zugrunde, welche für die Waldfläche in Brandenburg repräsentativ sind (Rasterstichprobe der Bodenzustandserhebung im Wald).

Die **Bewertung des Wasserhaushaltes** der in Kap. 5 vorgestellten Beispielstandorte basiert auf der Gegenüberstellung von kumuliertem „Wasserdefizit“ in der Vegetationsperiode und pflanzenverfügbarer Bodenwassermenge. Der als „Wasserdefizit“ bezeichnete Kennwert charakterisiert den atmosphärischen Verdunstungsanspruch in Relation zum Niederschlag und wurde analog zur Klimatischen Wasserbilanz als Differenz von Bestandesniederschlag und potenzieller Verdunstung berechnet. Der Bestandesniederschlag wurde hierbei vereinfacht durch den Term „0,75 * Freilandniederschlag“ bestimmt. Dargestellt sind jeweils drei Kurven: der langjährige mittlere Verlauf (Median im Zeitraum 1930 – 2000), der Verlauf in einem typischen Feucht- sowie in einem typischen Trockenjahr. Die Trocken- bzw. Feuchtjahre wurden anhand der Häufigkeitsverteilungen für den genannten Zeitraum ermittelt und entsprechen dem 10- bzw. 90-Perzentil. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass die dargestellten beispielhaften Trocken- bzw. Feuchtjahre mit einer statistischen Erwartungswahrscheinlichkeit von jeweils einmal in 10 Jahren auftreten. Wenn der Kennwert „Wasserdefizit“ am Ende der Vegetationsperiode der pflanzenverfügbaren Bodenwassermenge entspricht, kann davon ausgegangen werden, dass der klimatische Verdunstungsanspruch aus dem im Boden gespeicherten Winterniederschlag näherungsweise gedeckt wird. Ist der Betrag des Wasserdefizits indes deutlich größer (negativere Werte), so besteht Wassermangelstress, d.h. durch Spaltenschluss wird die sommerliche Verdunstung eingeschränkt, da nicht ausreichend Wasser verfügbar ist.

Die Hinweise zur **waldbaulichen Bewirtschaftung** basieren auf den boden- und sonstigen standortskundlichen Kenngrößen. Sie orientieren sich ferner an den natürlichen Waldgesellschaften (HOFMANN, 2003) und sind mit den für die Bewirtschaftung im des Landeswaldes in Brandenburg formulierten Ökogrammen (Entwurf „Grüner Ordner Waldbau“, 2003) abgestimmt. Die jeweils empfohlenen Bestandeszieltypen (BZT) sind für die nachhaltige Erfüllung der gesellschaftlichen Anforderungen an den Wald (Waldfunktionen) geeignet. Der an erster Stelle genannte (fett gedruckte) BZT lässt unter den jeweils beschriebenen Standortsverhältnissen das Erreichen der Waldentwicklungsziele und die nachhaltige Erfüllung der Waldfunktionen in optimaler Weise erwarten.

Die **Leistungsbeurteilung** der Eichenbestände erfolgte im Rahmen des o.g. BMBF-Verbundprojekts (LOCKOW et al., 2003). Dargestellt sind für jeden untersuchten Standort die Bestandesoberhöhen der Eichen, die in Verbindung mit dem ebenfalls angegebenen Bestandesalter die Ableitung der Höhenbonität ermöglicht. Es ist hierbei zu beachten, dass junge Bestände tendenziell bessere Bonitäten als Altbestände aufweisen, da sich die Wachstumsbedingungen in den vergangenen Jahrzehnten – bedingt durch bessere Stickstoffversorgung, höhere CO_2-Gehalte in der Luft sowie aus möglichen klimatischen und waldbaulichen Gründen – verbessert haben und die Bonität eine über das ganze Baumalter integrierende Größe darstellt. Ein Vergleich der Bonität mit dem Ziel, auf die Standortsqualität zu schließen, ist mithin strenggenommen nur für Bestände gleichen Alters erlaubt.

Die Ausführungen im Allgemeinen Teil basieren auf Darstellungen von BORK & DALCHOW (2003), GRENZIUS (1987), KOPP (1970), KUNDLER (1965), MARCINEK et al. (1995), SCHMIDT (2003), SCHLAAK (1999) und SCHROEDER (1994).

Allgemeiner Teil

3 Rahmenbedingungen für die Bodenbildung im Land Brandenburg

3.1 Klima

Das Klima stellt einen wesentlichen bodenbildenden Faktor dar. Es wirkt sich über die Komponenten Niederschlag, Temperatur und Luftfeuchte auf die Entwicklung und ökologischen Eigenschaften der Waldböden aus. Unter Brandenburger Klimabedingungen wird die Bodenentwicklung vor allem durch regionale Unterschiede im Wasserhaushalt, d.h. durch unterschiedliche Niederschläge und Verdunstungsraten, modifiziert. Anhand der Klimatischen Wasserbilanz als Differenz dieser beiden Kenngrößen lässt sich die Humidität eines Standorts charakterisieren. Ausgeprägte Humidität bedeutet höhere Bodendurchfeuchtung und damit relativ starke **Intensität der Bodenbildungsprozesse,** wie Verwitterung, Tonmineralneubildung, Lessivierung und Podsolierung. In trockeneren Klimaten ist dagegen die Verwitterung weniger stark ausgeprägt sowie die Basenverarmung und Versauerung geringer, weil weniger Stoffe mit dem Sickerwasserstrom das System verlassen können. Hinzu kommt ein indirekter Einfluss des Klimas auf die Bodenentwicklung über die Lebewelt. Die **biologische Bodenaktivität** und damit die Intensität von Mineralisations- und Humifizierungsprozessen, wie auch die **Biomassen-** und **Streuproduktion**

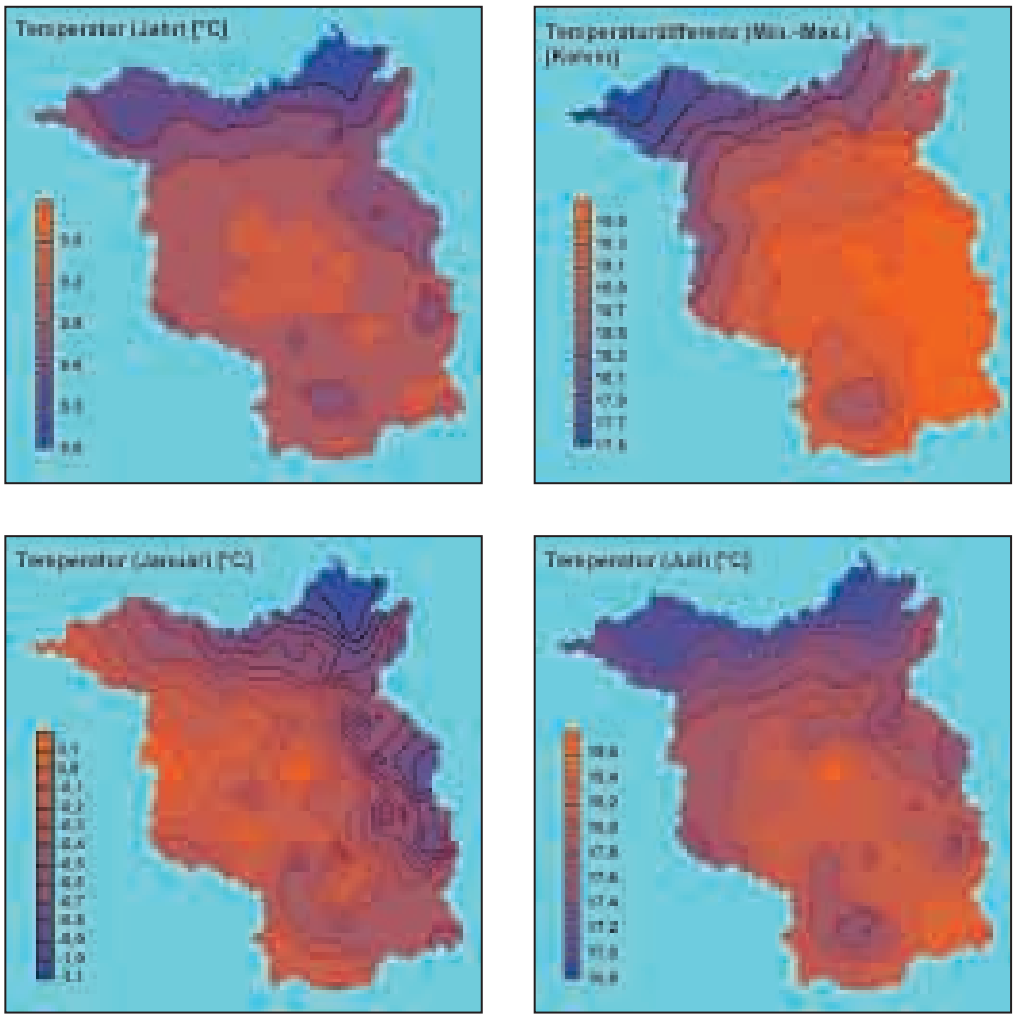


Abb. 2: Langjährige Temperaturkennwerte in Brandenburg (Zeitraum 1930–2000)

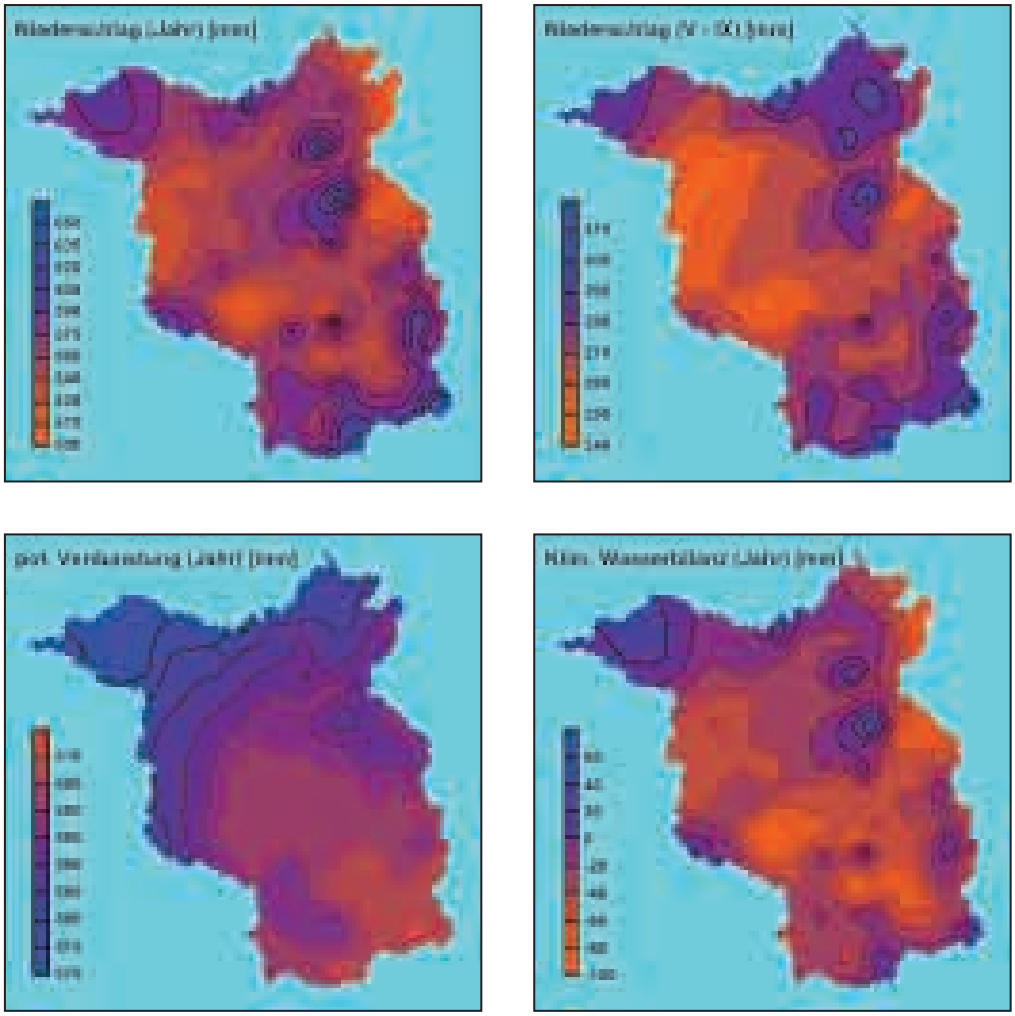


Abb. 3: Langjährige Wasserhaushaltskennwerte in Brandenburg (Zeitraum 1930–2000)

hängen eng mit dem Wasser- und Wärmehaushalt des Standorts zusammen und sind wichtige Einflussgrößen für die Prozesse in Waldböden.

Brandenburg liegt im Grenzbereich zwischen ozeanisch und kontinental geprägtem Klima. Die durchschnittliche **Jahrestemperatur** beträgt im langjährigen Mittel ca. 8,9 °C. Regional treten Durchschnittstemperaturen zwischen < 8,6 °C und > 9,2 °C (10- bzw. 90-Perzentil) auf (Abb. 2). Die mittlere **Januartemperatur** liegt bei −0,4 °C, die **Julitemperatur** bei 18,0 °C. Die Kontinentalität des Klimas kommt durch die **Temperaturspanne** zwischen kältestem und wärmstem Monat zum Ausdruck. Sie beträgt im Mittel aller Waldstandorte Brandenburgs 18,9 K und variiert regional zwischen dem eher kontinental geprägten Südosten mit > 19,3 K und dem atlantisch geprägten Nordwesten mit < 18,2 K (10- bzw. 90-Perzentil). Die langjährigen **Niederschlagsmittelwerte** liegen bei 570 mm mit regionalen Unterschieden zwischen < 540 mm und > 610 mm (Abb. 3). Den Niederschlägen stehen potenzielle **Verdunstungsraten** von durchschnittlich 600 mm mit räumlichen Schwankungen zwischen < 580 mm und > 610 mm gegenüber. Die **Klimatische Wasserbilanz** als Differenz von langjährigem Niederschlag und potenzieller Verdunstung beträgt etwa -30 mm. In den trockenen Gebieten liegt sie bei Werten < -60 mm, in den regenreicheren Waldregionen bei Werten > +10 mm (Abb. 3). Alle Angaben beruhen auf der flächenrepräsentativen Stichprobe der Bodenzustandsinventur im Wald (BZE) mit 151 Stichprobepunkten in Brandenburg (KONOPATZKY & KALLWEIT, 1999). Die genannten Wertespannen beziehen sich jeweils auf die 10- bzw. 90-Perzentile der kumulativen Häufigkeitsverteilung und kennzeichnen damit ca. 80 % der Waldfläche Brandenburgs.

Das Klima ist nicht nur einer der bodenbildenden Faktoren, es wirkt sich auch maßgeblich direkt auf das Waldwachstum aus. Eine zentrale Steuergröße ist die Wasserversorgung der Bestände, die sich aus der Witterung (potenzielle Verdunstung, Niederschlag), den Bodenverhältnissen (Grundwasserstand, Wasserspeicherfähigkeit) und der Durchwurzelung (effektiver Wur-

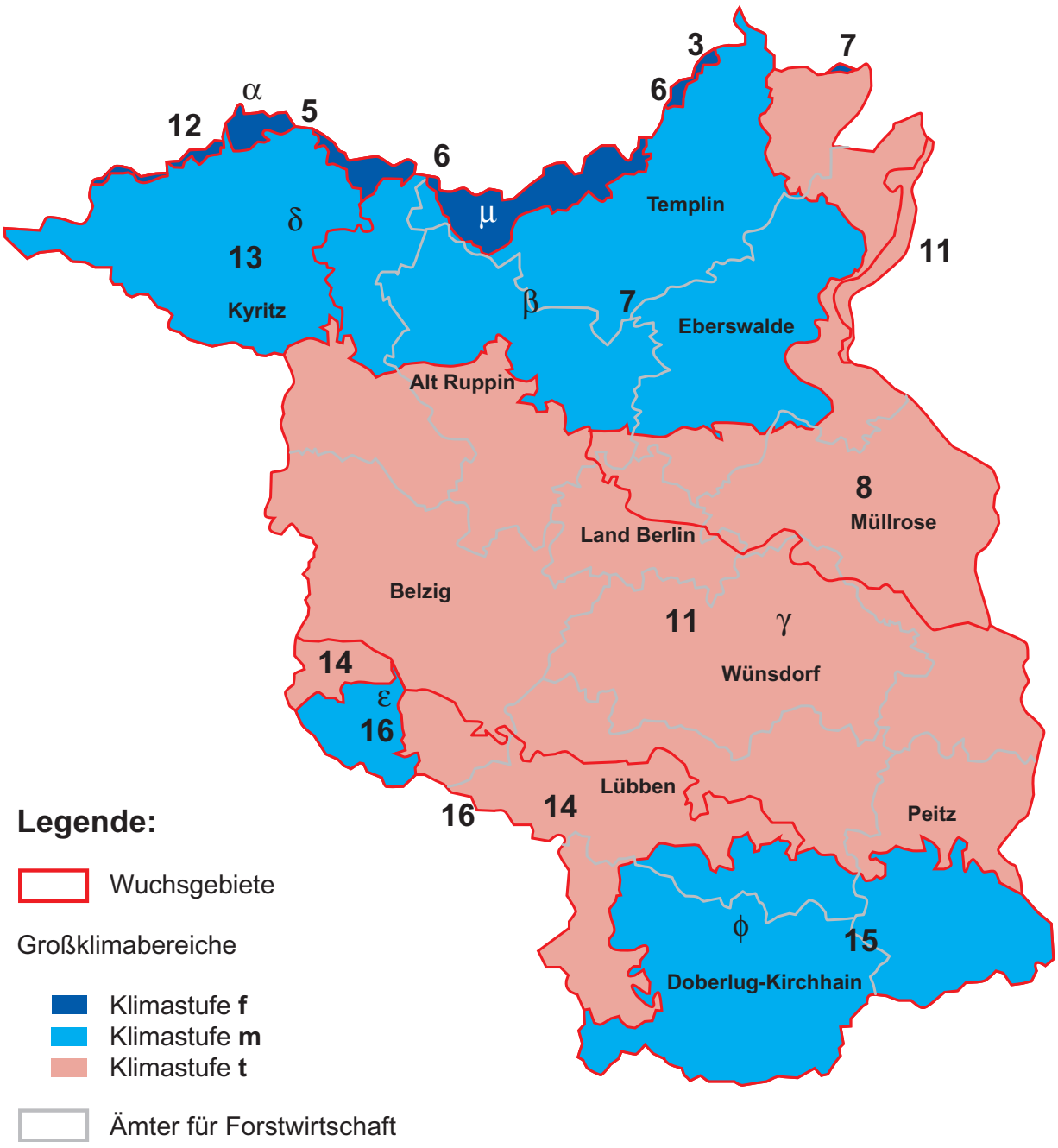
zelraum) ableiten lässt. Bis zum Ende der Vegetationsperiode baut sich im Boden ein Wasserdefizit auf, das in Trockenjahren zu ausgeprägtem sommerlichem Wasserstress führen kann. Bei der Vorstellung der Standortseigenschaften exemplarischer Standorte in Kap. 5 wird hierauf besonders eingegangen. Dabei wird klar, dass die untersuchten Standorte hinsichtlich Klimatischer Wasserbilanz und nutzbarem Bodenwasser deutlich differenziert sind. Der Vergleich dieser beiden Komponenten zeigt, dass sowohl die bodenphysikalischen Eigenschaften als auch die Witterung gleichermaßen für die Wasserversorgung von Bedeutung sind. Für die Ausnutzung der Wasservorräte spielt die Erschließung des Bodenraums durch die Wurzeln eine sehr große Rolle. Dies wird besonders deutlich durch die Gegenüberstellung der Wasserbilanz aus Bestandesniederschlag und potenzieller Verdunstung in Trocken- bzw. Durchschnittsjahren und der standörtlichen nutzbaren Wasserspeicherkapazität, berechnet für effektive Wurzelräume von 1,0 m, 1,5 m und 2,0 m Tiefe (vgl. Kap. 5).

Klimaunterschiede, die sich über größere Gebiete erstrecken, werden in der Standortserkundung als Großklimabereiche ausgewiesen (KOPP & SCHWANECKE, 1994). Diese werden auf naturräumlicher Grundlage anhand von Klimadaten unter Zuhilfenahme vegetations- und bodenkundlicher Klimaweiser abgegrenzt, wobei die Begrenzungslinien als mehr oder weniger breite Übergangszonen zwischen den Großklimabereichen aufzufassen sind. Den Großklimabereichen sind die in Abb. 4 farbig dargestellten Klimastufen feucht, mäßig trocken und trocken zugeordnet, welche neben der Nährkraft- und Wasserhaushaltsstufe des Standorts bei der Ableitung des Bestandeszieltyps eine ausschlaggebende Rolle spielen (vgl. Kap. 5).

Die dargestellten langjährigen Klimadaten dürfen vor dem Hintergrund eines globalen Klimawandels nicht als statisch betrachtet werden. Die fortschreitende Erwärmung des Weltklimas ist nach GERSTENGARBE et al. (2003) unausweichlich, lediglich über die Rate des Temperaturanstiegs bestehen noch Unsicherheiten. In Brandenburg resultiert ein mittleres Szenario des Klimawandels in einer durchschnittlichen Erhöhung der Temperaturen um 1,4 K bis zum Jahr 2055.

Bereits heute macht sich nach BRONSTERT et al. (2003) die globale Klimaerwärmung regional bemerkbar. Für Brandenburg wird eine Erhöhung der Temperatur in den letzten 40 Jahren von 1 K konstatiert. Zudem ist eine geänderte Auftretenshäufigkeit bestimmter Wetterlagentypen festzustellen, was ebenfalls mit der Klimaänderung in Zusammenhang gebracht werden kann.

Der Klimawandel ist beim Waldumbau zu berücksichtigen, da er voraussichtlich zu insgesamt trockeneren Standortsbedingungen führen wird. So würde nach dem eher „konservativen“ +1,4 K-Szenario die Grundwasserneubildung brandenburgweit um mehr als die Hälfte gegenüber heute abnehmen (GERSTENGARBE et al., 2003). Das geringe Wasserdargebot während der Vegetationszeit wäre nach diesem Szenario der entscheidende limitierende Faktor für das Wachstum der Vegetation. Das Waldbrandrisiko würde sich unter den Bedingungen der Wasserarmut erhöhen, wenn man von einer gleichbleibenden Waldstruktur ausginge. Vor diesem Hintergrund erscheint der Umbau der Kiefernreinbestände in strukturreiche, stabile Mischbestände als besonders dringlich. In diesem Zusammenhang ist vor allem die höhere Trockenresistenz der Eiche gegenüber der Buche zu beachten (vgl. Kap. 4.3.4). Die Waldböden würden unter den zu erwartenden trockeneren Bedingungen weniger rasch versauern und atmosphärisch eingetragene Stoffe infolge der verringerten Auswaschungsverluste noch stärker als bislang akkumulieren. Der Anteil der grundwassernahen Waldstandorte nähme weiter ab (vgl. Kap. 4.3.3).



Nr.	Bezeichnung des Wuchsgebietes
3	Ostmecklenburg-Vorpommersches Jungmoränenland
5	Westmecklenburger Jungmoränenland
6	Mittelmecklenburger Jungmoränenland
7	Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
8	Nordostbrandenburger Jungmoränenland
11	Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
12	Südwestmecklenburger Altmoränenland
13	Ostniedersächsisch-Altmärkisches Altmoränenland
14	Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland
15	Düben-Niederlausitzer Altmoränenland
16	Hoher Fläming

Großklimabereiche		Klimastufe
α	Mecklenburgisches Klima	f
μ	Müritz-Klima	f
β	Neubrandenburger Klima	m
δ	Altmärkisches Klima	m
ϕ	Lausitzer Klima	m
ε	Fläming-Klima	m
γ	Südmärkisches Klima	t

Abb. 4: Großklimabereiche und Wuchsgebiete in Brandenburg

3.2 Landschaftseinheiten und Höhenlage

Brandenburg ist Teil des eiszeitlich geprägten Norddeutschen Tieflandes. Der nordöstliche und zentrale Bereich gehört zum **Jungmoränengebiet der Weichsel-Kaltzeit;** der nordwestliche, südwestliche und südliche Landesteil zum Altmoränengebiet. In diesem sind die älteren Ablagerungen der **Saale-Kaltzeit** oberflächenprägend. Einen großen Teil des Landes nehmen die in Ost-West-Richtung ziehenden breiten **Urstromtäler,** wie Thorn-Eberswalder, Warschau-Berliner und Glogau-Baruther Urstromtal, ein. Diese Niederungen sind voneinander durch höher gelegene **Moränenplatten** getrennt, beispielsweise die Barnimer, Teltower oder Nauener Platte um Berlin. Als kleinere Platten treten die sog. „Ländchen" in Erscheinung. Die Platten und Urstromtalniederungen bilden das Grundmuster der Oberflächengestaltung vor allem im zentralen Bereich

Legende:
BB *Brandenburger Hauptrandlage (Weichsel-Kaltzeit)*
FF *Frankfurter Randlage (Weichsel-Kaltzeit*
PM *Pommersche Hauptrandlage (Weichsel-Kaltzeit)*
AN *Angermünder Randlage (Weichsel-Kaltzeit)*
LG *Niederlausitzer Grenzwall (Saale-Kaltzeit)*

Abb. 5: Quartärgeologische Landschaftsgliederung Brandenburgs

Brandenburgs. Im südlichen Landesteil stellen der **Niederlausitzer Grenzwall** und der **Fläming** wesentliche Landschaftsgroßeinheiten dar. Der Norden ist Teil des Baltischen Landrückens, der in Brandenburg die **Uckermark** umfasst (Abb. 5).

Von wenigen Gebieten abgesehen, beträgt die Höhenlage Brandenburgs weniger als 150 m ü. NN. Ein Großteil des Landes liegt zwischen 50 m und 100 m ü. NN; in den Urstromtalniederungen bleiben die absoluten Höhen größtenteils unter 50 m ü. NN. Im Bereich der Unteren Oder nähert sich die Geländehöhe bis auf wenige Dezimeter dem Meeresspiegelniveau an. Daneben treten markante Einzelerhebungen in Erscheinung, die einen beinahe mittelgebirgsartigen Landschaftseindruck vermitteln können, so z. B. die vom Inlandeis aufgestauchten Rauenschen Berge südlich von Fürstenwalde oder der Geländeabfall der Barnimhochfläche zum Odertal.

3.3 Glaziale Prägung

Die in Brandenburg oberflächlich anstehenden Lockersedimente sind fast ausschließlich im jüngsten Zeitraum der Erdgeschichte, dem **Quartär**, abgelagert worden (Tab.1). Dieses gliedert sich in das **Pleistozän,** das als Eiszeitalter in Erscheinung trat und in das noch heute andauernde **Holozän,** die Nacheiszeit. Die Mächtigkeit der eiszeitlichen Sedimente beträgt im Durchschnitt etwa 50 – 100 m. Das gesamte Quartär kann als Folge von verschiedenen **Kaltzeiten,** in denen es zu ausgedehnten Vergletscherungen gekommen ist, und **Warmzeiten,** in denen sich das Inlandeis klimabedingt wieder zurückgezogen hat, aufgefasst werden. Zu unterscheiden sind im Brandenburger Raum drei große Vereisungszyklen, die Elster-, Saale- und Weichsel-Kaltzeit.

Die erste Vereisungsphase, deren Ablagerungen flächenhaft in Brandenburg nachgewiesen werden können, ist die **Elster-Kaltzeit.** Ihr Eis ist weit über Brandenburg hinaus bis an den Rand der Mittelgebirge vorgedrungen. Für die spätere Bodenbildung in Brandenburg sind die Lockersedimente dieser Kaltzeit nicht von Bedeutung, da sie flächendeckend von den jüngeren Schichten der sich anschließenden Saale- und Weichselvereisung überdeckt wurden.

Die heutigen Altmoränenlandschaften im Süden sowie im Nordwesten Brandenburgs wurden indes in der zweiten Eiszeitphase, der **Saale-Kaltzeit**, geprägt. Diese lässt sich in zwei Hauptstadien gliedern, das ältere Drenthe- und das jüngere Warthe-Stadium. Im **Drenthe-Stadium** reichte die Eisrandlage bis über die Südgrenze Brandenburgs hinaus. Das **Warthe-Stadium** erreichte in Brandenburgs Süden seine Maximalausdehnung. Kennzeichnend sind die mächtigen Endmoränenbildungen entlang des Lausitzer Grenzwalles und dessen westlicher Fortsetzung, dem Höhenrücken des Fläming. Die Sedimente der Saalevereisung, die während des anschließenden Weichsel-Glazials eisfrei blieben, wurden im periglazialen Milieu stark umgeformt (vgl. Kap. 3.4), wodurch sich in diesen Gebieten eine Altmoränenlandschaft mit dafür typisch eingeebnetem „weichem“ Oberflächenrelief entwickelte.

Der letzte Vereisungszyklus, die **Weichsel-Kaltzeit**, dauerte von etwa 115 000 bis 10 000 v. Chr. In einer sehr langen Anfangsphase bis etwa 25 000 v. Chr. war das Klima zwar schon sehr kalt, es erreichte aber noch kein Inlandeis den Brandenburger Raum. Die eigentliche Weichsel-Vereisung dauerte also nur von ca. 25 000 bis 10 000 v. Chr. Nach den am deutlichsten ausgeprägten Endmoränenzügen lassen sich drei Stadien untergliedern: das Brandenburger, das Frankfurter und das Pommersche Stadium.

Die südlichste Eisrandlage der Weichsel-Kaltzeit manifestiert sich im Endmoränenzug des **Brandenburger Stadiums** (ca. 18 000 v. Chr.). Die zugehörige vorgelagerte Schmelzwasserrinne – das **Glogau-Baruther Urstromtal** – bildet somit die Grenze zu den altpleistozänen Ablagerungen der Saale-Kaltzeit im südlichen Brandenburg.

Beim Zurückschmelzen des Inlandeises kam es zu mehreren Rückzugsstaffeln, Bereiche, in denen der Gletscherrand über längere Zeit verharrte. Bedeutsam ist die **Frankfurter Staffel,** in deren Vorfeld sich eine breite Schmelzwasserabflussbahn herausbildete, das **Warschau-Berliner-Urstromtal.** Die Moräne der Frankfurter Staffel selbst ist nur lückenhaft nachzuzeichnen; ihr Verlauf lässt sich aber anhand von vorgelagerten Sandern festmachen.

Nach dem Zerfall der Frankfurter Eisrandlage zog sich das Inlandeis bis in den Ostseeraum zurück. Es schloss sich eine kurze wärmere Phase, das **Blankenberg Interstadial** an; dann wurde es erneut sehr kalt. Der nachfolgende Gletschervorstoß während des **Pommerschen Stadiums** der Weichsel-Kaltzeit führte zur Ausbildung der morphologisch markanten Pommerschen Eisrandlage und deren Abflussbahn, dem

Thorn-Eberswalder Urstromtal. Durch dieses gelangten die Schmelzwässer nach Südwesten, durchbrachen im Bereich der Havelniederung die Höhenzüge der Frankfurter Staffel und flossen weiter durch das Warschau-Berliner Urstromtal. Die Pommersche Eisrandlage lässt sich nach Nordwesten bis Schleswig-Holstein und nach Osten bis ins polnische Tiefland verfolgen.

Beim erneuten Rückzug des Inlandeises nach deutlicher Klimaerwärmung kam es zu weiteren kurzen Zwischenhalten, durch welche sich die Parsteiner, die Angermünder sowie die Gerswalder Staffel ausbildeten. Der letzte Eisvorstoß, das Mecklenburger Stadium, bei dem es zur Ausbildung der Rosenthaler Eisrandlage kam, erreichte Brandenburg nur noch im äußersten Nordosten.

Tab. 1: Gliederung des Quartärs

A. ELSTER- und SAALE-KALTZEIT sowie WEICHSEL-FRÜHGLAZIAL		
Jahre	**Zeitabschnitt**	**Besonderheiten**
473 000 – 360 000 v. Chr.	Elster-Kaltzeit	Gletschervorstöße nach Süden weit über Brandenburg hinaus
360 000 – 345 000 v. Chr.	Holstein-Warmzeit	Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur auf ca. 12 °C, weite Seenlandschaften in Brandenburg
345 000 – 126 000 v. Chr.	Saale-Frühglazial	kein Gletschervorstoß nach Brandenburg; weitflächige Landschaftseinebnung unter Permafrostbedingungen
	Saale-Hochglazial (älteres Drenthe-Stadium, jüngeres Warthe-Stadium)	zwei Gletschervorstöße; Bildung von z.T. mächtigen Stauchendmoränen (Niederlausitzer Grenzwall, Fläming, Prignitz)
	Saale-Spätglazial	weitflächige Landschaftseinebnung unter Permafrostbedingungen
126 000 – 113 000 v. Chr.	Eem-Warmzeit	Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur auf ca. 12 °C; reichhaltige Vegetation
113 000 – 18 000 v. Chr.	Weichsel-Frühglazial	kein Gletschervorstoß nach Brandenburg; sehr kaltes Klima verhindert die Entwicklung geschlossener Wälder; spärliche Tundrenvegetation; zeitweise lichte Birken- und Kiefernwälder

B. WEICHSEL-HOCHGLAZIAL		
Jahre	**Zeitabschnitt**	**Besonderheiten**
18 000 – 15 000 v. Chr.	Brandenburger Stadium (mit Frankfurter Rückzugstaffel)	erster und weitester Eisvorstoß in der Weichsel-Kaltzeit
15 000 – 14 000 v. Chr.	Blankenberg-Interstadial	kurze Erwärmung; lokal geringe Bodenentwicklung
14 000 – 12 000 v. Chr.	Pommersches Stadium (mit Angermünder Rückzugstaffel)	zweiter Gletschervorstoß der Weichsel-Kaltzeit; Entwicklung von Stauchendmoränen; Jahresdurchschnittstemperatur bei −5 °C

C. WEICHSEL-SPÄTGLAZIAL		
Jahre	**Zeitabschnitt**	**Besonderheiten**
12 000 – 10 300 v. Chr.	Älteste Tundrenzeit	Jahresdurchschnittstemperatur −2 °C; baumfreie Tundra; Bildung dünner Flugsanddecken
10 300 – 9 900 v. Chr.	Bölling	geringe Erwärmung; Jahresdurchschnittstemperatur 0 °C; lichter Birken- und Kiefernwald; keine nachgewiesene Bodenbildung
9 900 – 9 700 v. Chr.	Ältere Tundrenzeit	erneute Abkühlung; Jahresdurchschnittstemperatur −2 °C; baumfreie Tundra; Bildung dünner Flugsanddecken
9 700 – 8 900 v. Chr.	Alleröd	deutliche Erwärmung; Jahresdurchschnittstemperatur +3 °C; Birken- und Kiefernwälder; in ganz Brandenburg weitflächig nachweisbare Bodenbildung
8 900 – 8 200 v. Chr.	Jüngere Tundrenzeit	erneute Abkühlung; Jahresdurchschnittstemperatur −3 °C; trokken-kaltes Klima; Tundra mit Kiefern und Birken („Parktundra“); Bildung großer Flugsanddünen

D. HOLOZÄN		
Jahre	**Zeitabschnitt**	**Besonderheiten**
8200–7000 v. Chr.	Präboreal	sehr deutliche Erwärmung; Jahresdurchschnittstemperatur +7 °C; geschlossene Vegetationsdecke; Birken-Kiefernwald mit Hasel
7000–5500 v. Chr.	Boreal	weitere Erwärmung; trocken-warmes Klima; Jahresdurchschnittstemperatur +11 °C; anfangs haselreiche Kiefernwälder, später Kiefern-Eichen-Ulmen-Mischwälder
5500–3000 v. Chr.	Atlantikum	weitere Erwärmung; mäßig feucht-warmes Klima; Jahresdurchschnittstemperatur +12 °C („Klimaoptimum"); Eichenmischwald mit Linde, Ulme, Hasel und Erle; Rückgang der Kiefer
3000–700 v. Chr.	Subboreal	leichte Abkühlung; trocken-warmes Klima; Jahresdurchschnittstemperatur +9 °C; Auftreten der Hain- und Rotbuche; Eichen-Buchen-Mischwälder; Rückgang von Ulme und Linde; erste nachweisbare Eingriffe durch den Menschen: Brandrodung und Beackerung verursachen Dünenüberwehungen
700 v. Chr.–heute	Subatlantikum	Buchenwald und buchenreicher Mischwald mit je nach Standortsverhältnissen Hainbuche, Eiche, Kiefer oder Erle; Jahresdurchschnittstemperatur +8.5 °C; Zeit der größten Landschaftsveränderungen durch den Menschen

3.4 Periglaziäre Prozesse

In Brandenburg gehören etwa zwei Drittel der Landesfläche dem im Weichsel-Glazial geschaffenen Jungmoränengebiet an. Die restliche Fläche entstand in der vorausgegangenen Saale-Vereisung. Sie wurde während der Weichsel-Kaltzeit durch Erosions- und Akkumulationsprozesse erheblich verändert und dabei in Altmoränengebiet umgewandelt. Als Altmoränenlandschaft werden jene Bereiche bezeichnet, die in früheren Kaltzeiten eisbedeckt waren, jedoch vom Weichsel-Eis nicht mehr erfasst wurden. Während des gesamten etwa 100 000 Jahre umfassenden Zeitraums der Weichsel-Kaltzeit waren die eisfreien Gebiete der Niederlausitz, des Flämings und der Prignitz den so genannten periglaziären Klimaeinflüssen ausgesetzt.

Der Begriff „Periglazial" steht für das um das Vereisungsgebiet herum befindliche kalte Gebiet. „Periglaziär" bezeichnet die im Periglazial wirksamen Prozesse. Voraussetzung für periglaziäre Prozesse ist die Herausbildung eines **Dauerfrostbodens** (Permafrostboden), für dessen Entstehung die Jahresmitteltemperatur auf −4 bis −6 °C absinken muss. Dauerfrostböden tauen in den Sommermonaten nur einige Dezimeter tief auf und sind wegen der stauenden Wirkung des Bodeneises stark vernässt. Unter den Bedingungen von Permafrost und periodischem oberflächennahen Auftauen haben durch **Solifluktion** (Bodenfließen) und weitere periglaziär-fluviatile Prozesse bedeutsame Sedimentverlagerungen stattgefunden. Auch die **äolischen Verlagerungen** von Lössen und Flugsanden, die lokal zum vollständigen Reliefausgleich führten, zählen zu den periglaziären Prozessen.

Charakteristisch für den periglaziären Einfluss sind auch die heute häufig anzutreffenden **Steinsohlen** in Böden der Grund- und Endmoränen mit periglaziärer Flugsandüberwehung. Sie markieren die ehemalige Geländeoberfläche, auf der sich die Steine im periglazialen Milieu durch Frosthebung oder durch Ausblasung des feineren Materials angereichert haben und später wieder von äolischen Sedimenten überdeckt wurden (Geschiebedecksand, vgl. Kap. 3.5).

Die genannten periglaziären Prozesse waren nicht nur im Altmoränengebiet wirksam. Während des etappenhaften Eisrückgangs im Weichsel-Glazial – d.h. im Verlauf der Brandenburger, Frankfurter und Pommerschen Eisrandlagen – gerieten auch die weichselzeitlich geschaffenen Jungmoränengebiete sukzessiv unter den Einfluss der periglaziären Prozesse. Mit nach Norden abnehmender Intensität überprägten diese die eisfrei werdenden Ausgangssubstrate der Bodenbildung flächendeckend in fast ganz Brandenburg.

3.5 Ausgangssubstrate der Bodenbildung

Die quartären Lockersedimente bilden das Ausgangsmaterial (Substrat) nahezu aller Böden Brandenburgs. Es handelt sich der Körnung nach um Kiese, Sande, Lehme, Schluffe und Tone. Ausgehend vom Begriff der „glazialen Serie“ lassen sich den geomorphologischen Hauptelementen – Grundmoräne, Endmoräne, Sander und Urstromtal – spezifische Substrate zuordnen. So finden wir im Bereich der Grundmoräne das heterogene Substratgemenge des **Geschiebemergels** als Ausgangsmaterial der Bodenentwicklung. Er zeichnet sich aus durch ein besonders breit gefächertes Korngrößenspektrum, angefangen bei der Ton- und Schlufffraktion über Sande unterschiedlicher Korndurchmesser bis hin zu groben Kiesen, Steinen und Blöcken. Die verbreitete Bodenart auf Mergelstandorten ist lehmiger und stark lehmiger Mittelsand mit Kalkgehalten um 10 %. Nach der Entkalkung bildet der Rückstand des Mergels den **Geschiebelehm** bzw. **-sand.** Es gibt Hinweise darauf, dass die oberflächliche Entkalkung des Mergels regional bereits im Spätglazial erfolgt ist. Unter Wald finden wir heute im Hauptwurzelraum kaum noch Mergel, zumal die weniger tief entkalkten Standorte ihrer größeren Fruchtbarkeit wegen der landwirtschaftlichen Nutzung vorbehalten blieben.

Im Bereich der Endmoränen liegen die bereits genannten Substrate ebenfalls vor, doch treten hier – durch die spezifischen Abtauprozesse des Inlandeises bedingt – noch **Schmelzwassersande** und **-kiese** hinzu sowie feinkörnige Beckensedimente, welche meist als **Beckenschluff** und seltener **Beckenton** in Erscheinung treten. Auffallend hoch sind die im Bereich der Endmoräne auftretenden Steingehalte, die nach periglaziärer Umstrukturierung während der eisfreien Tundrenzeit des Weichsel-Spätglazials häufig in Form von horizontalen Steinsohlen in den Unterbodenschichten zu finden sind. Diese pflasterartigen Steinschichten lassen sich als Ausblasungsrückstand der durch Frosthebung oberflächlich angereicherten Steine interpretieren, die von später sedimentierten Flugsanden überdeckt wurden. Der **Geschiebedecksand** stellt das kryoturbate Vermischungsprodukt der abgelagerten Flugsande und der darunter befindlichen Geschiebesedimente dar und ist meist 30–70 cm mächtig. All diese Substrate sind im Endmoränenbereich besonders eng miteinander vergesellschaftet. Ihr kleinräumiges Mosaik paust sich auch auf die Bodenentwicklung durch, so dass in diesen Regionen größerflächige Standortsaussagen im Hinblick auf waldbauliche Empfehlungen sehr schwierig sind.

In den lehmigen Geschiebeablagerungen finden sich häufig trichterförmig nach unten verlaufende Sandeinsprengsel unterschiedlicher Ausdehnung. Diese **Sandkeile** entstehen unter periglazialen Bedingungen (Kap. 3.4), wenn sich in Permafrostböden durch Kontraktion des Eises Frostrisse bilden und sich mit Flugsanden oder suspendiertem Oberbodenmaterial verfüllen. Die Sandkeile bilden häufig bevorzugte Sickerwasserbahnen und führen zu einem kleinsträumigen Nebeneinander unterschiedlicher chemischer und physikalischer Bedingungen für Bodenlebewesen und Pflanzenwurzeln (Abb. 6).

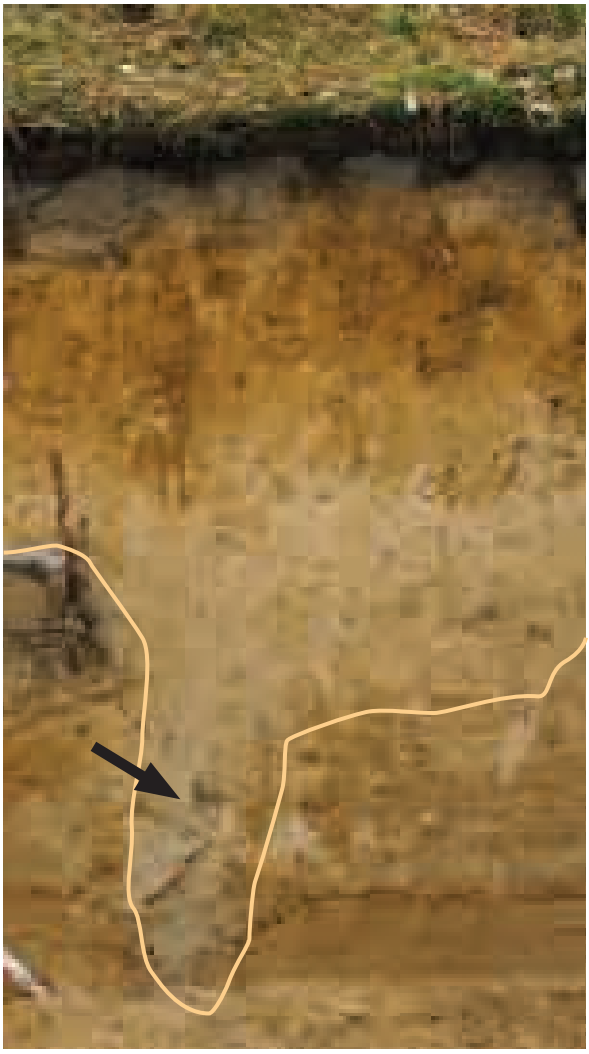


Abb. 6: Sandkeil in einem Geschiebelehm (Revier Sauen)

Durch die Schmelzwasserströme im Gletscherrandbereich wurden im Vorland des Inlandeises weitflächige Sand- und Kiesfluren (Sander) abgelagert. Die **Sandersande** bilden in diesem Bereich der glazialen Serie das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Es handelt sich meist um grob- bis mittelkörnige Sande mit oft hohem Kiesanteil,

der mit zunehmender Entfernung vom Gletscherrand abnimmt.

Die über die Sanderfluren abgeführten Schmelzwasserströme wurden in den Urstromtälern gebündelt. In diesen Niederungen dominieren die mitgeführten fein- bis mittelkörnigen Sande mit eher geringerem Kiesanteil. Als Ausgangssubstrat der Bodenbildung werden sie als **Talsande** bezeichnet. In Bereichen mit sehr geringen Fließgeschwindigkeiten sind auch **Talschluffe** zur Ablagerung gekommen.

Flugsande treten in Form von Binnendünen sowie als dünne, schleierartige Überwehungen der älteren Sedimente in großen Teilen Brandenburgs auf. Das Körnungsmaximum der Flugsande liegt allgemein im groben Feinsandbereich. Sie bestehen nahezu aus reinem Quarz und verwittern dem entsprechend extrem nährstoffarm.

Holozäne **Auenablagerungen** bilden die jüngsten Substrate im Überschwemmungsbereich von Flußläufen.

Grundsätzlich ist die Bodenbildung eng mit den genannten Ausgangsmaterialien assoziiert. Unterschiede der Bodengenese auf gleichem Substrat können zwischen **Jung- und Altmoränengebieten** auftreten, wobei sich die Böden des Altmoränengebiets durch tiefere Entkalkung und stärkere Verwitterung auszeichnen. In nicht unerheblichem Ausmaß sind diese natürlichen Unterschiede zusätzlich von den regional unterschiedlichen **atmosphärischen Stoffeinträgen** der vergangenen Jahrzehnte überlagert worden (Kap. 4.3.1).

Abschließend sei auf die **Kippsubstrate** als Ausgangsmaterial der Bodenbildung im Bereich der sog. „Bergbaufolgelandschaften“ in der südbrandenburgischen Niederlausitz hingewiesen. Hierbei handelt es sich oft um quartäre und tertiäre (Misch-)Substrate, deren standortskundliche Einwertung mit dem Ziel waldbaulicher Empfehlungen bei der Rekultivierung noch mit Unsicherheiten und spezifischen Problemen behaftet ist. In der vorliegenden Schrift soll hierauf nicht weiter eingegangen werden.

4 Entstehung und Entwicklung der Waldböden

4.1 Frühe Bodenbildungen

Bereits zwischen den Vereisungszyklen haben Klimaveränderungen zu Warmzeiten geführt, in denen die Voraussetzungen für die Entstehung von Böden erfüllt waren. Während der als **Holstein-Warmzeit** bezeichneten Phase zwischen Elster- und Saale-Vereisung sowie der **Eem-Warmzeit** zwischen Saale- und Weichsel-Glazial herrschten bei gemäßigt-humidem Klima zeitweise deutlich höhere Jahresmitteltemperaturen als heute (Tab. 1-A). Während dieser jeweils 10 000 bis 15 000 Jahre andauernden, interglazialen Phasen kam es zur Wiederbewaldung der zuvor nur mit dürftiger Tundrenvegetation bedeckten Gebiete. Bei geschlossener Walddecke konnten sich vorübergehend Böden entwickeln, die heute jedoch nicht mehr erhalten sind.

Im **Weichsel-Spätglazial** (Tab. 1-C), als die Klimaverbesserung nach und nach zum Abschmelzen von Toteisresten und dem allmählichen Abbau des Permafrostes führte, setzten mit dem Prozess der Wiederbewaldung Bodenbildungen ein. Unterbrochen wurde diese Entwicklung durch mehrfache Temperaturrückfälle. In der Ältesten Tundrenzeit, im Bölling und der Älteren Tundrenzeit herrschte bei Temperaturen zwischen −5 bis 0 °C spärliche Tundrenvegetation vor. Zeitweise auftretende lockere Bewaldung war von Birke und Kiefer geprägt. Unter Permafrostbedingungen kam es zu Flugsandverwehungen und flächenhafter Sedimentation dünner Flugsanddecken auf der gefrorenen bzw. zeitweise aufgetauten Oberfläche. Äolische Decksande sind bei einem erheblichen Teil der heutigen Waldböden zu finden. Die bodenbildenden Prozesse im Weichsel-Spätglazial beschränkten sich zunächst auf schwache physikalische Verwitterung, Kryoturbation (Vermischung durch Frosthebung) und Solifluktion (Bodenfließen) an oberflächlich aufgetauten Hängen.

Erst ab 9 700 v. Chr. mit Beginn des **Alleröd** ermöglichte die deutliche Erwärmung auf +3 °C Jahresmitteltemperatur die verbreitete Einwanderung von Gehölzen und weitflächig nachweisbare Bildung von Boden unter einer geschlossenen Vegetationsdecke aus im wesentlichen Kiefern- und Birkenwäldern. Durch Humusakkumulation entstanden zunächst so genannte Rohböden, dann Ah-C-Böden (Kap. 5.7.1) und schließlich durch Verwitterungsprozesse erste Braunerden (Kap. 5.2) mit wenige Zentimeter mächtigen Ver-

braunungshorizonten. Wie weit die Braunerdenentwicklung regional bis zum Ende des Spätglazials bereits fortgeschritten war, ist noch nicht eindeutig geklärt. Auf alle Fälle bilden diese ersten Böden – soweit sie in der Folgezeit nicht abgetragen oder überdeckt wurden – die Basis der weiteren Bodengenese im Holozän.

Das weichselzeitliche Spätglazial endete mit der **Jüngeren Tundrenzeit,** die sich durch einen erneuten und letzten kurzen Kälteeinbruch mit Jahresmitteltemperaturen von −3 °C auszeichnet. In dieser Zeit kam es noch einmal zur Auflichtung der bestehenden Wälder. Die zunehmende Trokkenheit führte zur Versteppung der Landschaft. Unter diesen Bedingungen konnten die vorwiegend westlichen Winde erneut große Sandmengen verfrachten. Durch Umlagerungsprozesse bildeten sich sehr mächtige Flugsanddünen, welche beispielsweise in der Schorfheide entsprechend der Hauptwindrichtung typische Ost-West-ausgerichtete Parabelformen aufweisen (Abb. 7).

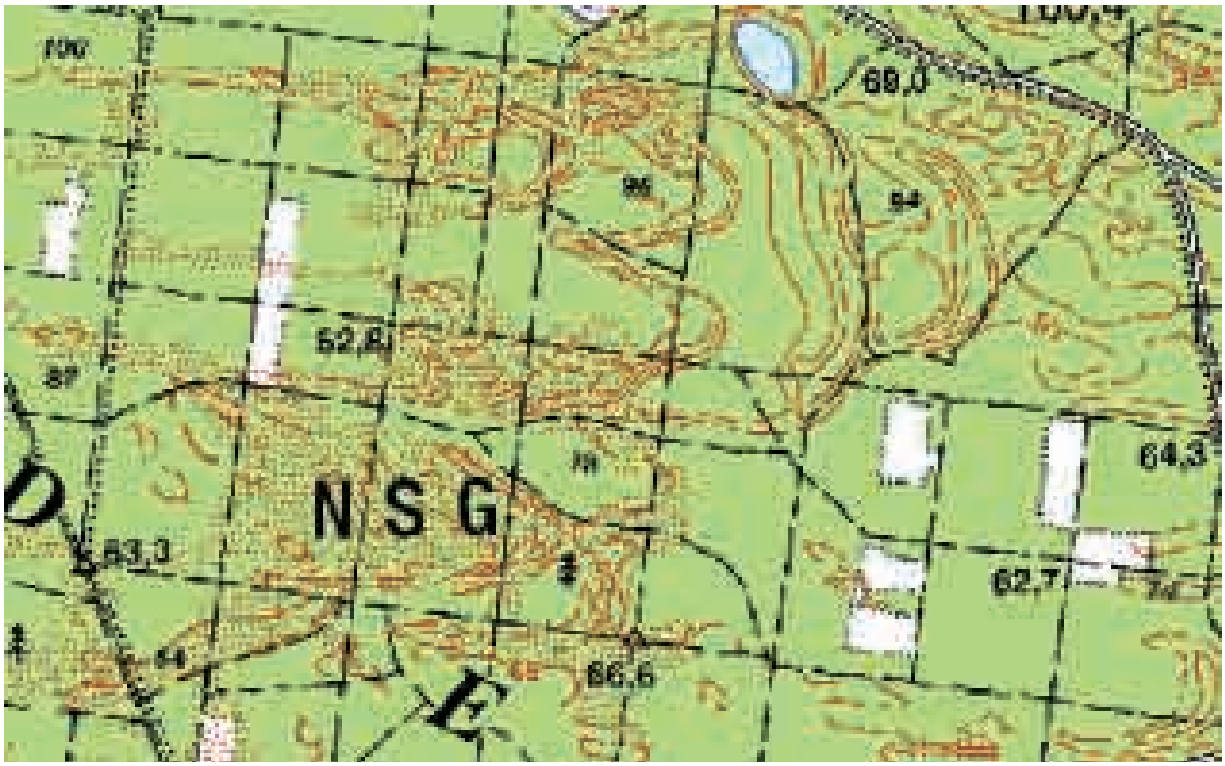


Abb. 7: Parabeldünen (TK 1:10.000, Schorfheide)

4.2 Entwicklung der Waldböden im Holozän

Mit einem deutlichen Temperaturanstieg begann etwa 8 200 v. Chr. endgültig die Nacheiszeit, das Holozän. Dieses stellt eine Warmzeit dar, die ihr Optimum mit 2 bis 3 K höheren Temperaturen als heute bereits vor etwa 5 000 – 7 500 Jahren im Atlantikum erreichte (Tab. 1-D). Die einzelnen Entwicklungsetappen des Holozän sind eng an die mit dem Klimagang verknüpfte Waldgeschichte gebunden. Dem Klimaablauf entsprechend änderte sich auch die Art und Intensität der **bodenbildenden Prozesse.** Die mehrfach bereits im Weichsel-Spätglazial begonnene Bodenentwicklung setzte sich unter den jetzt warmzeitlichen Bedingungen fort und führte zur Herausbildung einer geschlossenen Bodendecke. Von nun an setzte neben der physikalischen auch verstärkt die chemische Verwitterung ein, die nach Entkarbonatisierung zu fortgeschrittener Verbraunung der Böden und dem Aufbau von sekundären silikatischen Tonmineralen führte (vgl. Kap. 5.2).

Die starke Erwärmung im **Präboreal** (ab 8 200 v. Chr.) mit Jahresdurchschnittstemperaturen, die nur wenig unter den heutigen lagen, führte zu einer geschlossenen Vegetationsdecke mit überwiegend Birken-Kiefernwald. Mit weiterer Erwärmung und anhaltender Trockenheit im **Boreal** (ab 7 000 v. Chr.) kamen Eiche, Ulme und Hasel hinzu (Tab.1-D). Letztere breitete sich besonders stark aus; die Birken-Kiefern-Wälder wurden zunehmend verdrängt. Die Waldvegetation stabilisierte nachhaltig die Bodenoberfläche. Es kam zu intensiver Humusakkumulation und Steigerung der bodenbiologischen Aktivität. Auf Geschiebe-

mergel bildeten sich Pararendzinen und unter lichten Wäldern auf schluffigen, kalkhaltigen Substraten der Jungmoränenlandschaft lokal Schwarzerden. Auf den bereits entkalkten und oberflächlich versauerten Altmoränenstandorten sowie auf sandigem bis schwach lehmigem Ausgangsmaterial entstanden Braunerden.

Das nun folgende feucht-warme **Atlantikum** (ab 5500 v.Chr.) war vor allem von steigenden Wasserständen geprägt, wodurch verstärkt Vergleyung und Moorbildung einsetzten. Die dominierende Vegetation war der Eichen-Mischwald mit Linden und Ulmen sowie Erlen in den feuchten Bruchgebieten. Birken-Kiefernwälder gingen weiter zurück, und auch die Hasel verlor an Areal. Auf den lehmigen Substraten der Grund- und Endmoränen bildeten sich mit beginnender Oberbodenversauerung Parabraunerden und Fahlerden aus (Kap. 5.3). Die Profildifferenzierung dieser Zweischicht-Böden aus Decksand über Geschiebelehm war schon durch die Geogenese im Weichsel-Spätglazial vorgegeben. Die bodenbildenden Prozesse der Entkalkung mit anschließender Tonverlagerung (Lessivierung) verstärkten die bestehende Zweigliederung der Bodenprofile (vgl. Kap. 3.4). Auf den Sandstandorten setzten sich bei fortgeschrittener Oberbodenversauerung die Prozesse der chemischen Verwitterung und Tonmineralneubildung intensiviert fort. Die Entwicklungstiefe der Böden nahm zu.

Im **Subboreal** (ab 3000 v.Chr.) änderte sich die Waldvegetation noch einmal. Mit abnehmender Wärme und größerer Trockenheit wanderten Buche sowie Hainbuche ein. Wärmeliebende Arten wie Linde und Ulme gingen zurück. Im schließlich folgenden und bis heute anhaltenden **Subatlantikum** (ab 700 v.Chr.) erlangten die Buchenmischwälder unter erneut feuchteren Verhältnissen weiter an Bedeutung. Entsprechend der lokalen Standortsbedingungen waren außerdem Eichen-, Kiefern- und Hainbuchen-Mischwälder verbreitet.

Schon während des Subboreal war der **Mensch** zu einem bedeutsamen bodenbildenden Faktor geworden. Die Brandrodungen der Jungsteinzeit und Bronzezeit mit anschließender Ackernutzung hatten zu massiven Bodenverlagerungen durch Winderosion geführt. Im Ergebnis waren vielerorts Kolluvien (Kap. 5.7.2) an Unterhängen und in Senken entstanden. Verstärkte Rodungsaktivitäten hatten lokal Nährstoffverarmung und Oberbodenversauerung zur Folge. Der starke menschliche Einfluss blieb zunächst auch im Subatlantikum bis zum Beginn der Völkerwanderungszeit bestehen. Der Eintrieb von Hausschweinen in die Eichen- und Buchenwälder war bei den Germanen eine verbreitete Waldnutzung. Es ist zu vermuten, dass unter dem Einfluss der Waldweide lokal Podsolierung einsetzte, und auch auf den silikatarmen, von Kiefernwäldern beherrschten Standorten dürften sich besonders in der Folge von Rodungen verstärkt podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden (Kap. 5.2.1) entwickelt haben.

Mit der **Völkerwanderungszeit** (ab 400 n.Chr.) reduzierte sich der menschliche Einfluss drastisch. Der starke Bevölkerungsrückgang hatte die nahezu vollständige Wiederbewaldung der Landschaft zur Folge. Die natürlichen bodenbildenden Prozesse setzten sich nun unter den niederschlagsreicheren Verhältnissen des Subatlantikums intensiviert fort. Die Bedingungen für Verwitterung und Bodenentwicklung waren optimal und die Tiefenentwicklung der Böden schritt weiter rasch voran. Bis zum beginnenden Mittelalter und der Besiedlung des brandenburgischen Raums durch slawische Stämme hatten sich auf den Moränenplatten des Jungpleistozän tiefgründige Braunerden, Parabraunerden und Pseudogleye ausgebildet. Die weitgehende Entkalkung der Hauptwurzelräume von Waldstandorten war vollzogen. Auf den nährstoffärmeren Standorten dominierten saure Braunerden.

Im weiteren Verlauf des Subatlantikums nahm die Bedeutung des Faktors Mensch gegenüber den natürlichen bodenbildenden Faktoren erneut stark zu. Bevölkerungswachstum und erhöhter Nahrungsmittelbedarf führten im frühen **Mittelalter** (ab ca. 700 n.Chr.) dazu, dass neue Siedlungs- und Anbauflächen erschlossen werden mussten. Die früh- und hochmittelalterliche Brandrodung nahm gigantische Dimensionen an, und die Ackerfläche wuchs auf ein nie wieder erreichtes Ausmaß. Zeitweise reduzierte sich der Waldanteil dieser Kulturlandschaft auf unter 20 %, was erhebliche Auswirkungen auf die Bodengenese und den Landschaftswasserhaushalt hatte. Durch Winderosion kam es vielerorts erneut zur Dünenbildung; Starkregen führten auf den Ackerflächen zu Boden- und Humusabspülungen von teilweise katastrophalem Ausmaß. Die reduzierte Verdunstung bewirkte eine Zunahme der Sickerraten, so dass die Grundwasserstände großflächig anstiegen. In den Niederungen der Urstromtäler wurden die vorhandenen Böden von Hydromorphierungsprozessen überprägt. Der Flächenanteil hydromorpher Böden, wie Gleye, Pseudogleye und Moore, erhöhte sich.

Das **Spätmittelalter** (ab 1250 n.Chr.) und die beginnende **Neuzeit** (ab ca. 1600) waren insge-

samt durch eher extensivere Landnutzung geprägt; gleichwohl schlug sich der Einfluss des Menschen in immer stärkerem Maße auf die Dynamik der Waldbodenentwicklung nieder. Die über Jahrhunderte praktizierten anthropogenen Eingriffe, wie Waldbeweidung, ungeregelte Holzentnahme und vor allem die ab dem 18. Jahrhundert intensivierte Streunutzung hatten zu bedeutenden Veränderungen und auch Beeinträchtigungen der Waldstandorte geführt. Stete Nährelemententzüge und in deren Folge Bodenverhagerung, d.h. Verarmung an organischer Substanz, hatten sowohl die temporäre Unterbrechung der Stoffkreisläufe von Waldökosystemen, als auch Störungen der Wasserspeicherfunktion der Böden im Landschaftswasserhaushalt zur Folge.

Die Bodenfruchtbarkeit der betroffenen Waldstandorte wurde durch diese Einflüsse auf lange Zeit negativ beeinflusst. Bei der Bodenentwicklung äußerte sich dies in einer Zunahme der podsoligen Böden, da die Verdrängung anspruchsvollerer Baumarten und die Ausbreitung von Kiefern und Zwergsträuchern auf den stickstoffverarmten Standorten mit ihrer schwer zersetzbaren Streu zur Bildung von Rohhumus führte (Kap. 5.4.1). Wurden im Zuge fortgesetzter Streunutzung auch diese Rohhumusauflagen entnommen, hatte der Nährelement- und insbesondere der Stickstoffentzug eine Devastierung der betroffenen Böden zur Folge, die sich in verlichteten und schlecht wüchsigen Beständen äußerte. Auf den zahlreichen Blößen und Ödlagen führte die Bodenverhagerung zur Ausbildung von Magerrohhumus.

Im **Industriezeitalter** (19./20. Jh.) stieg mit Beginn der geregelten Forstwirtschaft der Waldanteil wieder an. Die Wiederaufforstung und Erneuerung der großteils devastierten Waldfläche erfolgte vorrangig mit der Kiefer, die sich auf den übernutzten Böden sowie auf klimatisch problematischen Kahlflächen als besonders stresstolerant erwies. Es entstanden großflächig gleichaltrige, im Kahlschlagbetrieb bewirtschaftete Kiefernmonokulturen.

Obgleich von den Vätern der geregelten Forstwirtschaft darin nur eine Übergangslösung zu einem gesunden, stabilen Mischwald mit natürlicher Baumartenzusammensetzung gesehen wurde, hat es die praktische Forstwirtschaft trotz vielfacher Anstöße (z.B. Dauerwaldgedanke von A. MÖLLER) nicht vermocht, diesem gesteckten Ziel näher zu kommen. Die einseitige Berücksichtigung der wirtschaftlichen Anforderungen an den Wald bewirkte, dass die Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und nachhaltigen Leistungsfähigkeit gegenüber dem Ziel, möglichst schnell produktive Wälder zu schaffen, in den Hintergrund trat.

Im **20. Jahrhundert** schließlich führte die industrielle Intensivierung großflächig zu ganz neuen und anderen Einflüssen auf die Böden, welche sich im aktuell zu beobachtenden „Bodenzustandswandel“ offenbaren.

4.3 Anthropogene Einflüsse im 20. Jahrhundert

Im Laufe der vergangenen Jahrhunderte ist der Mensch zum wohl bedeutendsten aller bodenbildenden Faktoren geworden. In den Wäldern wurde die Bodengenese vor allem durch Biomassenexport im Zuge der Waldweide, Streunutzung und Holzentnahme beeinflusst. Während die Einführung der Stallfütterung und neuer Haustierrassen im 19. Jahrhundert weitgehend zur Einstellung der Waldbeweidung führte, blieb die Streunutzung noch bis Mitte des 20. Jahrhunderts bestehen. Diese Eingriffe beschleunigten in ihrer Gesamtheit die natürlichen Degradationsprozesse der Böden und führten zur Verarmung an Nährelementen, zu Oberbodenversauerung und Podsolierung. Den historischen Faktoren zum Teil entgegen gerichtet wirken indes heute die hohen **Stoffeinträge aus der Luft,** so dass sich im Gesamtaspekt ein regional unterschiedlich komplexes Bündel anthropogener Einflüsse auf die derzeitige Bodenentwicklung ergibt. Hinzu kommen **bewirtschaftungsbedingte Auswirkungen** auf die Waldböden, die entweder direkt durch Bodenbearbeitung und mechanische Oberbodenstörungen oder aber indirekt über die **Baumartenwahl** die Bodengenese und damit die ökologischen Eigenschaften der Waldböden beeinflussen. Schließlich ziehen die aktuell zu verzeichnenden **Veränderungen des Landschaftswasserhaushalts** bodenbildende Prozesse nach sich, welche nicht nur die Wasserversorgung, sondern gleichermaßen auch die Nährstoffausstattung sowie Filter- und Pufferfunktionen von Waldböden beeinflussen können.

4.3.1 Atmosphärische Stoffeinträge

Im Gegensatz zu den in den alten Bundesländern überragenden Versauerungseinträgen ist das Depositionsgeschehen im Land Brandenburg heterogener. Hier spielten vor allem lokale Großemittenten in der Zeit vor der Wende eine besondere Rolle. Mit Flugaschen aus der Braunkohleverbrennung wurden erhöhte Mengen **basischer, pufferwirksamer** Stäube eingetragen (RIEK & WOLFF, 1999). Im Gegensatz zu den west-deutschen Waldregionen waren deshalb mit hohen Schwefeleinträgen nicht entsprechend hohe Säureeinträge verbunden. Viele Böden weisen aus diesem Grund – und aufgrund ihres geringeren Alters – eine im Vergleich zu den deutschen Mittelgebirgsstandorten eher mäßige Versauerung auf. Im Oberboden wurden durch die Deposition der Flugaschen leicht verfügbare basische Kationen akkumuliert. Über das Tempo des Versauerungsfortgangs nach veränderter Eintragssituation bestehen noch wesentliche Unsicherheiten; für größerflächige Kompensationskalkungen wird aber momentan kein Bedarf gesehen.

Von nicht unerheblicher Bedeutung für den Waldbau und die Waldwachstumskunde sind die eintragsbedingten Veränderungen des Stickstoffhaushalts. Anhaltende Depositionen von **Stickstoffverbindungen** aus Düngemittelfabriken und Tierhaltung bewirkten ab den 60er Jahren eine N-Eutrophierung der Waldfläche und vielerorts den Wegfall der wachstumslimitierenden Rolle des Stickstoffs. Übermäßiger Stickstoffeintrag führte zunächst bei den ursprünglich meist unzureichend mit Stickstoff versorgten Kiefernbeständen zu einem Düngeeffekt, der die Biomasseproduktion steigerte. Besonders in den 80er Jahren eskalierte das Eintragsgeschehen durch industriell betriebene Massentierhaltungen in Waldgebieten mit verheerenden Folgen für die Stabilität der Bestände. Rückwirkungen zwischen Standorts- und Vegetationswandel führten in dieser Zeit vor allem bei angespanntem Wasserhaushalt zu einer Labilisierung der Kiefernforste, die sich teilweise auch negativ auf die Produktivität auswirkte (Abb. 8). Auch wenn viele der ehemaligen Großemittenten heute nicht mehr vorhanden sind, spielen Stickstoffeinträge weiterhin eine bedeutende Rolle für den Stoffhaushalt der Waldökosysteme. Durch gestiegene NO_x-Emissionen aus dem Kfz-Verkehr und die immer noch auf hohem Niveau befindlichen landwirtschaftlichen Ammoniumeinträge ist die Stickstoffbelastung in Brandenburg nach wie vor so hoch, dass die kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads) vielerorts überschritten werden (BECKER et al., 2000).

Bei vergleichbar hohen Stickstoffeinträgen werden je nach Nutzungsgeschichte sehr unterschiedliche Auswirkungen im Ökosystem beobachtet. Wenn Stickstoff nicht mehr der limitierende Faktor ist, treten andere Standortsfaktoren in einen relativen Mangel. So hat das durch Stickstoffeintrag angeregte Wachstum zur Folge, dass essentielle Nährstoffe, wie Magnesium, Kalium oder Calcium sowie Wasser in größeren Mengen aufgenommen werden müssen. Dieser höhere Nährstoff- und Wasserbedarf kann auf den sorptionsschwachen Sandböden nicht immer gedeckt werden, so dass mit zunehmender stickstoffbedingter Wachstumssteigerung Nährelementdisharmonien und Wassermangelsituationen häufiger werden. Zudem kommt es zur Bodenversauerung durch Stickstoffeintrag, wenn Nitrat ausgewaschen wird und dabei Basen als Begleitkationen mit weggeführt werden.

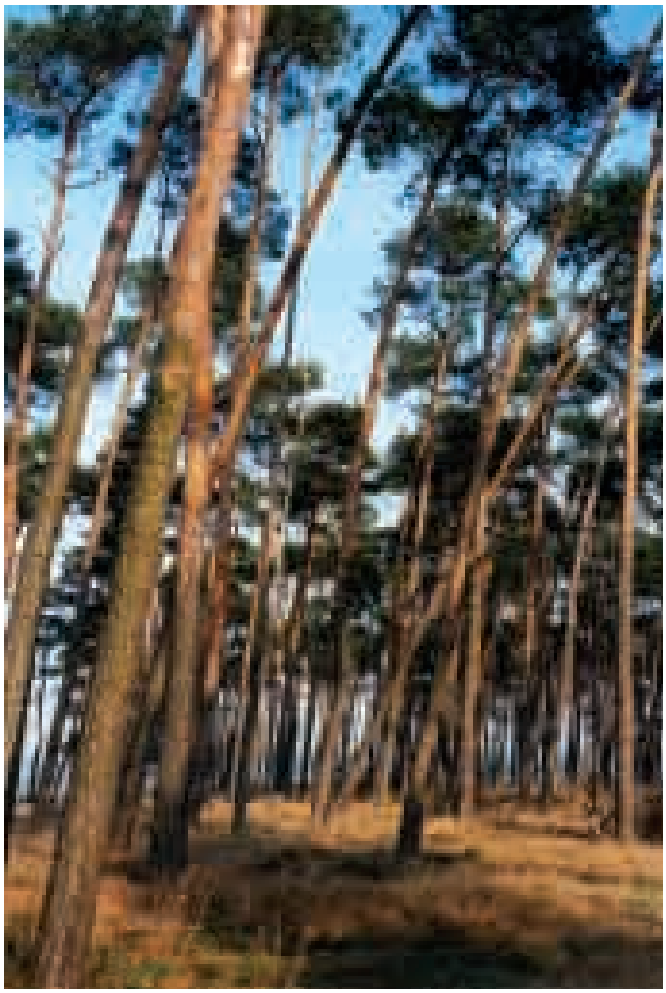
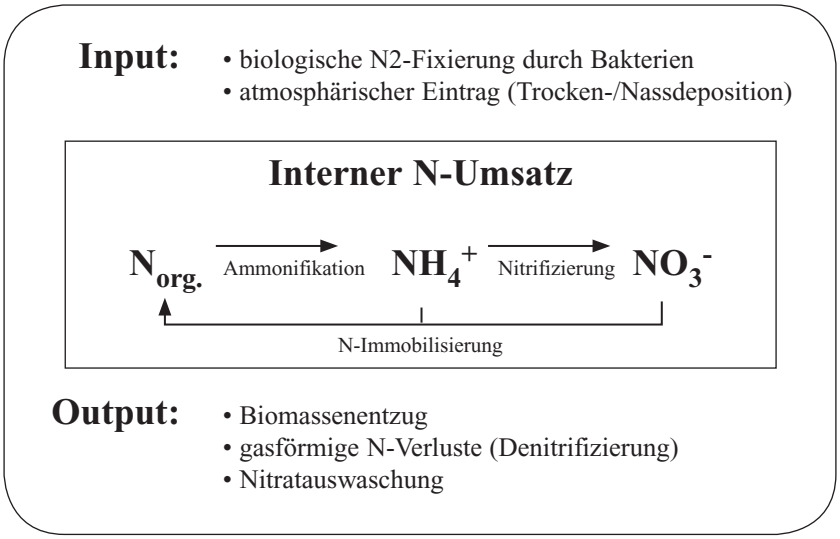


Abb. 8: Durch Stickstoff geschädigter Kiefernbestand



Stickstoffumsatz im Boden (vereinfacht)

*In der Darstellung ist der ökosystemare **Stickstoffhaushalt** grob skizziert. Stickstoff liegt im Boden zum größten Teil organisch gebunden vor und ist in dieser Form nicht pflanzenverfügbar. Die mikrobielle Zersetzung der stickstoffhaltigen organischen Bodensubstanz (Mineralisierung) erfolgt in mehreren biochemischen Teilprozessen. Bei der Ammonifikation entsteht Ammonium (NH_4^+), welches bei der nachfolgenden Nitrifikation durch Bodenmikroorganismen in Nitrat (NO_3^-) umgewandelt wird. Als Nitrat- oder Ammonium-Ion kann der Stickstoff von den Pflanzen aufgenommen werden. Aus diesen bodeninternen N-Umsetzungsprozessen resultiert unter natürlichen Verhältnissen die maßgebliche Nachlieferung pflanzenverfügbarer Stickstoffverbindungen.*

*Durch Stickstoffverluste können Wälder an Stickstoff verarmen. Stickstoffaustrag (**Output**) erfolgt durch Biomassenentzug, gasförmiges Entweichen von Spurengasen (N_2O, NO_x) in die Atmospäre oder durch Auswaschung von vornehmlich Nitrat mit dem Sickerwasserstrom. Über den Anteil der Stickstoffausgasungen aus den Waldböden an der ökosystemaren Stickstoffbilanz liegen nur unscharfe Daten vor, da die beteiligten mikrobiellen Prozesse sehr witterungsabhängig sind und kurzzeitig stark variieren.*

*Unter naturnahen Verhältnissen erfolgt der **Input** von Stickstoff in den Wald im wesentlichen über die Niederschläge sowie teilweise über symbiontische Stickstofffixierung, bei der Mikroorganismen molekularen Luftstickstoff (N_2) binden und in Form von Ammonium dem ökosysteminternen Stoffkreislauf zuführen. Der gesamte natürliche atmosphärische Eintrag liegt mit **<1 kg N/ha,a** weit unter den heutigen Eintragsraten, die sich im Nordostdeutschen Tiefland in der Größenordnung von **15–25 kg/ha,a** belaufen.*

Aus forstwirtschaftlicher und ökologischer Sicht ist es grundsätzlich wichtig, den aus der Atmosphäre eingetragenen und im Boden bereits gespeicherten Stickstoff im System zurückzuhalten und die Nitratauswaschung sowie die Freisetzung von Stickstoff in Form von Treibhausgasen so weit wie möglich zu reduzieren. Dies kann z.B. durch die Wahl stickstoffbedürftiger Baumarten und Umwandlung von Kiefernreinbeständen in Mischwälder erfolgen. Die Humusformen werden dann verbessert, d.h. in der organischen Bodensubstanz kann mehr Stickstoff fixiert werden. Die Erhöhung der biologischen Aktivität in der Humusauflage stickstoffreicher Böden, beispielsweise durch Freilegung des Waldbodens infolge kahlhiebsartiger Nutzung, Oberbodenbearbeitung oder auch standörtlich undifferenzierte Kalkungsmaßnahmen, sollte vermieden werden, da dies zu verstärkter Nitratauswaschung und Humusschwund führen kann.

Anhand der Stickstoffproblematik wird ersichtlich, dass sich die **Dynamik der Waldbodengenese** unter anthropogenen Einflüssen drastisch steigern kann. In kurzen, überschaubaren Zeiträumen wandeln sich die waldbaulich relevanten bodenchemischen Eigenschaften grundlegend. Während die Veränderung der Böden seit der Eiszeit sowohl morphologisch als auch hinsichtlich des Stoffbestands weitgehend synchron verlief, weisen die Böden nunmehr aufgrund von Stoffeinträgen chemische Eigenschaften auf, die in vielen Fällen nicht mehr mit den am Bodenprofil erfassbaren morphologischen Horizonteigenschaften übereinstimmen. Für die Standortsansprache reicht es daher nicht aus, die Böden nur

im Gelände anhand ihrer Horizontausprägung anzusprechen; chemische Analysen und daraus abgeleitete Aussagen zum aktuellen Säure-, Basen- und Stickstoffstatus übernehmen bei der Beurteilung des forstlichen Standorts eine zunehmend wichtigere Funktion. Die Möglichkeiten der **Synthese von chemischen Analysedaten und Feldbefunden der Standortserkundung** zur Ableitung von waldbaulichen Empfehlungen werden in Kap. 5 exemplarisch anhand der 38 vorgestellten Beispielstandorte demonstriert.

4.3.2 Mechanische Bodenveränderungen

Die historische Waldbewirtschaftung im nordostdeutschen Raum ist seit den mittelalterlichen Rodungen durch eine enge Verflechtung und zeitliche Aufeinanderfolge von forstlicher und bäuerlicher Nutzung charakterisiert. Bis in die jüngere Geschichte hinein gab es immer wieder Phasen intensiver Aufforstung von ackerbaulich genutzten Standorten, so beispielsweise in den 20er und 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Betroffen waren vorwiegend Sandböden, die aufgrund des geringen Wasserspeichervermögens sowie infolge von Nährstoffmangel nur eine geringe Ertragsleistung aufweisen (Ackerwertzahlen < 25).

Abb. 9: Reliktische Acker-Gley-Braunerde (Forstversuchsstation Hammelspring-Werderhof bei Templin)

Diese Böden sind am 20 bis 25 cm mächtigen reliktischen Pflughorizont (rAp-Horizont) gut zu erkennen (Abb. 9). Die Oberböden sind homogenisiert und auch nach längerer Waldnutzung haben sich die typischen Waldbodenhorizontfolgen, wie A(e)h – B(h)s bei Sandstandorten, noch nicht morphologisch erkennbar ausdifferenziert. Auch hinsichtlich der chemischen Kenngrößen lassen sich im allgemeinen noch lange Zeit signifikante Unterschiede zwischen alten Waldböden und Ackeraufforstungen nachweisen. So weisen die ehemaligen Ackerstandorte bei geringerer Oberbodenversauerung in der Regel eine höhere bodenbiologische Aktivität und vergleichsweise enge C/N- und C/P-Verhältnisse auf. Die Humusvorräte sind deutlich geringer als in historisch alten Wäldern.

Gravierende mechanische Bodenveränderungen erfolgten im 20. Jahrhundert, als mit dem Übergang zur intensiven Forstwirtschaft leistungsfähigere Forsttechnik mit dem Ziel einer maximalen Holzproduktion eingesetzt wurde. Es entstanden zum Teil bodenschädigende Produktionsverfahren, die noch aktuell anhand der plantagenhaft wirkenden Forstbestände zu erkennen sind. Zur Holznutzung wurden Kahlschläge angelegt. Durch flächige Rückung des Holzes entstanden Humus- und Nährstoffverluste. Die Aufforstung der zum Teil degradierten Standorte erforderte hohe Aufwendungen zur Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit. So wurden die Flächen gekalkt, gedüngt und die Humusauflagen eingepflügt. Tiefumbrüche mit bis zu 70 cm tiefen Pflugfurchen ließen neue Bodentypen, die so genannten Treposole (Tiefumbruchböden) entstehen. Diese Böden sind an der in Pflugrichtung deutlich ausgeprägten Wechsellagerung von Humusauflage und sandigem B-Horizont noch über viele Jahrzehnte zu erkennen (Abb. 10).

Die Folge des Einsatzes von schwerer Forsttechnik bei der Holzernte, Holzabfuhr und Pflanzung ist das Auftreten von **Bodenschadverdichtungen** (Abb. 11). Bei Bewirtschaftungsmaßnahmen stellen Böden das Widerlager für die technischen Auflasten dar. Sie müssen die durch Maschinen und Geräte ausgeübten Gewichts- und Bewegungsbelastungen abfangen. Mechanische Belastungen führen zwangsläufig zu Strukturveränderungen im Boden, die sich vor allem im Rückgang des Porenvolumens mit Reduzierung von Wasserleitfähigkeit, Infiltrations- und Wasserspeichervermögen sowie der Luftkapazität äußern. Die Grobporenvolumina können hierbei so stark reduziert sein, dass die Sauerstoffversorgung von Wurzeln und Bodenlebewesen erheblich beeinträchtigt wird.

Abb. 10: Treposol bei Eichorst

Das Verdichtungsverhalten der Böden ist in Abhängigkeit von der Korngrößenzusammensetzung, dem Humusgehalt, der Aggregierung und dem aktuellen Wassergehalt differenziert einzuschätzen. Die Regenerationszeit nach Verdichtung ist stark von der bodenbiologischen Aktivität abhängig. In biologisch wenig aktiven Oberböden kann es mehrere Jahrzehnte dauern, bis durch natürliche Auflockerung (Bioturbation) die Wiederherstellung des ursprünglichen Gefügezustands erreicht ist.

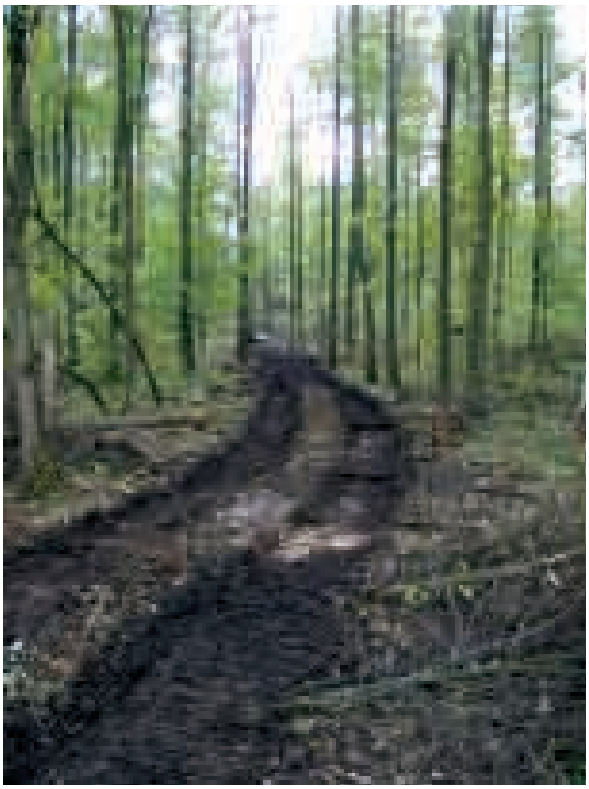


Abb. 11: Fahrspuren nach Holzabfuhr auf mineralischen Nassstandorten bei Neu Zauche

4.3.3 Landschaftswasserhaushalt

Brandenburg gehört zu den gewässerreichsten Bundesländern Deutschlands. Von den ungefähr 30 000 km Wasserläufen sind jedoch mindestens 80 % künstlich angelegt worden. Die starke Entwässerung der Landschaft als Folge des menschlichen Eingriffs in das natürliche Abflussverhalten der Fließgewässer dürfte eine der Ursachen für die in überwiegenden Teilen des Landes gegenwärtig zu beobachtenden **Grundwasserabsenkungen** sein (RIEK, 2002). Die Absenkungen des Grundwasserspiegels liegen im Zeitraum 1970–2000 bei durchschnittlich 1–3 cm pro Jahr. Am deutlichsten vollzogen sich die Negativtrends in den 80er Jahren. In den 90er Jahren setzte sich der Abwärtstrend auf den Hochflächen fort; in den Niederungen stabilisierten sich die Grundwasserstände auf einem im Vergleich zu 1970 tieferen Niveau. Steigende Pegel finden sich lediglich in den Wiederauffüllungsgebieten des Niederlausitzer Braunkohlereviers. Als Hauptursachen des gestörten Landschaftswasserhaushalts werden neben der übermäßigen künstlichen Entwässerung der Landschaft auch Klimaveränderungen (Kap. 3.1) diskutiert.

Die aktuellen Grundwasserabsenkungen können in vielen Fällen in einen unmittelbaren Zusammenhang mit den starken Entwässerungsaktivitäten im Zuge der so genannten „Komplexmelioration“ in den 70er Jahren gebracht werden; die engen Beziehungen zwischen Landnutzung und Landschaftswasserhaushalt manifestieren sich jedoch schon seit Jahrhunderten. So haben die gravierendsten Eingriffe des Menschen in den Landschaftswasserhaushalt der Region des heutigen Brandenburg ihre Anfänge bereits im Mittelalter, als im Zuge der intensivierten Siedlungstätigkeit große Teile der damaligen Waldfläche Brandrodungen und Abholzungen zum Opfer fielen (Kap. 4.2). Die dadurch stark verminderte Verdunstung führte in der Folge zu einem erheblichen Anstieg des Grundwasserspiegels. Gleichzeitig aber vergrößerte sich der oberirdische Abfluss, da nunmehr Entwässerungsgräben angelegt

werden mussten und Binnenentwässerungsgebiete an das Flussnetz angeschlossen wurden. Die ausgeräumten Landschaften veränderten auch das Klima; die Pufferung und Dämpfung extremer Witterungsereignisse durch die natürliche Bewaldung entfielen.

Hierin zeigt sich die **ambivalente Rolle des Waldes** im Landschaftswasserhaushalt. Auf der einen Seite erscheint der Wald generell als starker Wasserverbraucher. Die Verdunstung von der Waldkronenoberfläche ist stärker als die irgend einer anderen Vegetationsdecke. Andererseits trägt der Wald aufgrund der wasserhaltenden und abflussverzögernden Waldbodeneigenschaften zu einer dauerhaften Quellschüttung und Erhöhung der Niedrigwasserstände von Fließgewässern bei. Bodenstruktur, Humusverteilung und die tiefgründige Durchwurzelung der Waldböden bewirken, dass maximal mögliche Wassermengen gespeichert werden können. So führen Waldböden zu einer Verringerung und gleichmäßigen Verteilung der oberflächigen und oberflächennahen Abflüsse im Jahresverlauf.

Die genannten Effekte sind in hohem Maße von der **Baumartenzusammensetzung** der Waldbestände abhängig. Insbesondere bestehen zwischen Kiefernforsten und Laubmischwäldern erhebliche Unterschiede hinsichtlich ihres Einflusses auf den Landschaftswasserhaushalt. In Kiefernforsten ist die Grundwasserneubildung besonders gering, weil die Verdunstung von den Kronenoberflächen aufgrund der ganzjährigen Benadelung und spezifischen Kronenstruktur höher ist, als bei den Laubwaldbeständen. Ein erhöhter Anteil des Niederschlags gelangt in Kiefernbeständen gar nicht erst in den mineralischen Waldboden, sondern wird vom Kronendach oder der dem Mineralboden aufliegenden Nadelstreuschicht zurückgehalten und verdunstet dort. Der Wasserentzug der Baumwurzeln ist in dicht bestockten jungen Kiefernforsten besonders groß. In lichten Kiefernaltbeständen trägt die Bodenvegetation aus tiefwurzelnden Gräsern häufig zusätzlich zur Verdunstung bei, so dass auch hier das verfügbare Bodenwasser in Trockenphasen rasch aufgebraucht wird und der Boden während der Sommermonate tiefgründig austrocknet. Wenn die Niederschläge im darauf folgenden Winterhalbjahr nicht ausreichen, das entstandene Wasserdefizit im Boden zu kompensieren, geht die Grundwasserneubildung gegen Null (MÜLLER, 2002).

Laubmischwälder zeichnen sich dagegen durch günstige Wirkungen auf den Landschaftswasserhaushalt aus. Über das Jahr gesehen ist der Kronendurchlass von Niederschlagswasser deutlich höher als bei Kiefernbeständen, so dass größere Niederschlagsmengen den Waldboden erreichen. Unter dem Einfluss der gut zersetzbaren Laubstreu erfolgt eine ausgeprägte und tiefreichende Humusanreicherung im Waldboden, wodurch der Wasserrückhalt in der Landschaft verbessert wird. Große Bedeutung haben in diesem Zusammenhang die **Waldmoore,** die als natürlicher Bestandteil der jungpleistozänen Landschaft aufgrund ihrer Schwammfunktion in ganz besonderem Maße zur Wasserretention in Wäldern beitragen (Abb. 12).

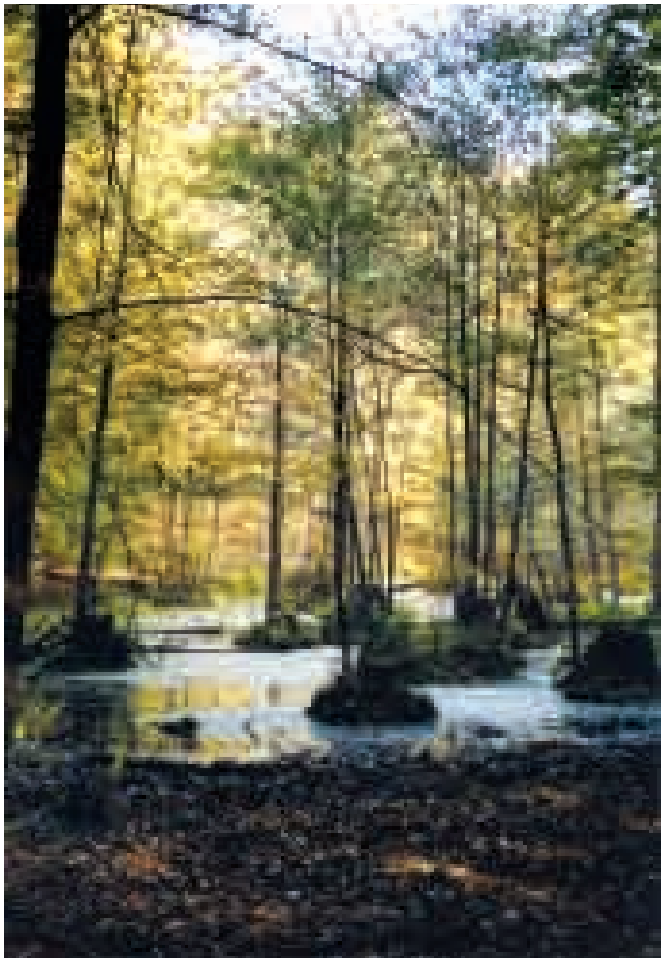


Abb. 12: Moore als natürliche Wasserspeicher in Wäldern

Auf den von Grundwasserabsenkungen betroffenen Flächen erfolgt ein Wandel der Böden von semiterrestrischen zu terrestrischen Bodentypen. Negativ zu bewertende Bodenveränderungen sind neben dem verringerten Baseneintrag durch kapillar aufsteigendes nährstoffreiches Grundwasser vor allem im Humusschwund zu sehen. Vom Humusgehalt hängt die Austauschkapazität für Nährstoffkationen und die Wasserspeicherfähigkeit insbesondere der tonmineralarmen Sandböden maßgeblich ab. Die Verschlechterung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes nach

Grundwasserabsenkung sowie deren Auswirkung auf das Zuwachsverhalten der Bestände ist durch Fallstudien belegt (GRÜLL 2002; RIEK 2001). Die veränderten Standortsverhältnisse können unmittelbar auf die Artenzusammensetzung und das Konkurrenzverhalten der Hauptbaumarten zurückwirken und werden bei der Wahl des Bestandeszieltyps berücksichtigt.

4.3.4 Waldumbau

Der Umbau stammzahlreicher Kiefern-Monokulturen in naturnahe stabile Laub- und Mischbestände, die zudem den vielfältigen Forderungen der Gesellschaft an den Wald gerecht werden, stellt die bedeutendste waldbauliche Zielstellung der Landesforstverwaltung in Brandenburg dar. Der angestrebte **ökologische Waldumbau** wird dazu führen, dass degradierte Waldböden langfristig ihre „natürliche“ Fruchtbarkeit annähernd wieder erlangen und ihrer positiven Rolle im Landschaftswasserhaushalt gerecht werden können.

Lediglich rund 12 % der Gesamtwaldfläche (= 127 530 ha) sind arme, nicht aktiv mit Laubholz bewirtschaftbare Standorte, die auch künftig der Kiefer vorbehalten bleiben werden. Derzeit beträgt der Kiefern-Flächenanteil ca. 80 %. Der aktive Waldumbau konzentriert sich auf die frischen bis

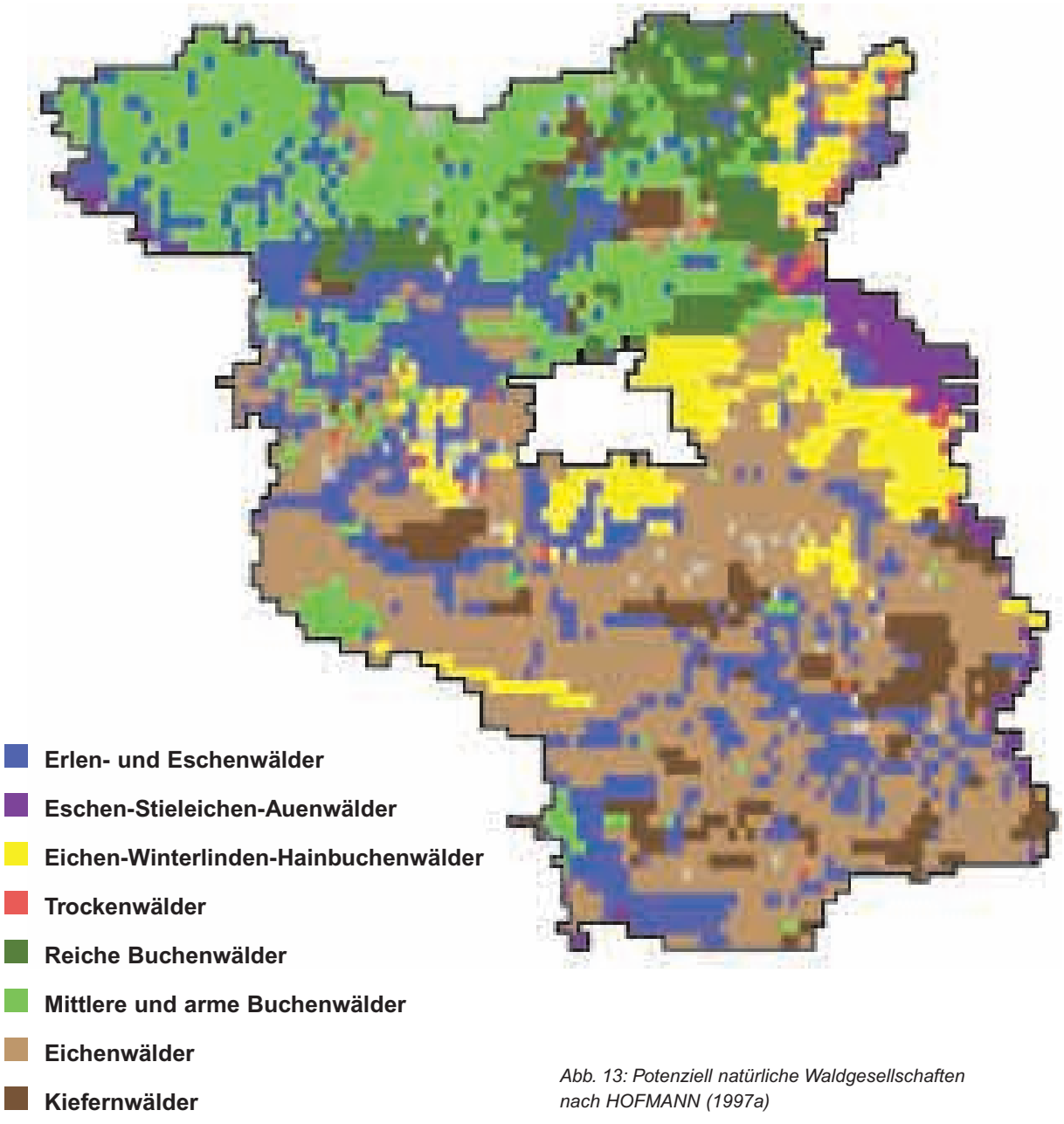


Abb. 13: Potenziell natürliche Waldgesellschaften nach HOFMANN (1997a)

mittelfrischen nährstoffreichen, nährstoffkräftigen, mäßig nährstoffreichen und leistungsfähigsten ziemlich nährstoffarmen Standorte. Landesweit sind Kiefernmonokulturen auf einer Fläche von ca. 287 000 ha für den Umbau in Laub- und Laubmischbestände vorgesehen (MÜLLER, 1998).

Ein wesentlicher Weiser für die Beurteilung der Naturnähe der gegenwärtigen Bestockung ist die Verteilung der **potenziellen natürlichen Waldgesellschaften** (Abb. 13). Sie zeigt, dass im südlichen und mittleren Teil des Landes Brandenburg die Eichen-Waldgesellschaften und im nördlichen Teil die Buchen-Waldgesellschaften das Spektrum der natürlichen Waldgesellschaften dominieren (HOFMANN, 1997a). Während Trauben- und Stieleiche derzeit auf ca. 4 % der Waldfläche im Land Brandenburg bestandesbildend vorkommen, liegt die natürliche Verbreitung beider Baumarten in Brandenburg bei ca. 39 % der heutigen Waldfläche (Autorenkollektiv, 1995; BERGMANN & STÄHR, 2003). In den Niederungen sind auf organischen Böden Schwarzerlenwälder, auf mineralischen Nassböden Eschenwälder ausgebildet.

Es ist zu beachten, dass die Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV) als Leitbild des Waldumbaus dient. Allerdings können aus infrastrukturellen (Erholung), naturschützerischen oder wirtschaftlichen Gründen auf dafür geeigneten Standorten Abweichungen von der PNV erwogen werden; z.B. die Erweiterung der PNV Hainrispen-Winterlinden-Hainbuchenwald (HOFMANN; 1997 b) um die Wirtschaftsbaumarten Rotbuche und Douglasie.

Aufgrund der vorliegenden Standortskonditionen, der aktuellen Bestockungsstrukturen, der potenziellen natürlichen Waldgesellschaften und der multifunktionalen Anforderungen an den Wald ist die **Eiche** in der Perspektive als flächenhaft bedeutendste Laubholzart und wichtigste Umbaubaumart in Brandenburg zu bewerten. Vor allem unter stärker kontinentalen Klimabedingungen werden Eichenwälder auf ausreichend nährstoffversorgten Standorten künftig das Bestandesbild beherrschen – auf Lehmstandorten in Mischung mit anderen anspruchsvollen Laub- und Nadelhölzern, auf ärmeren Sanden insbesondere in Mischung mit Kiefer und Birke.

In den subkontinental bis maritim geprägten Großklimabereichen bildet hingegen die **Rotbuche** auf mindestens mäßig nährstoffhaltigen Standorten die wichtigste Baumart des Waldumbaugeschehens. Für die Abgrenzung des Buchenverbreitungsgebiets gilt konventionell die 580 mm-Isolinie der mittleren Jahresniederschläge, welche als östliche Buchendominanzgrenze betrachtet wird (HOFMANN, 1991). Untersuchungen aus Polen auf der Grundlage von 774 Versuchsflächen mit langjährigen Klimazeitreihen weisen darauf hin, dass die Buche noch auf Flächen mit weniger als 500 mm Niederschlag (Minimum 490 mm) existieren kann (TARASIUK, 1999, 1992). Als wichtigste Voraussetzungen für die sinnvolle Buchenbewirtschaftung werden zum einen Sommerniederschläge (Mai – Oktober) > 320 mm und zum anderen eine geringere Anzahl als 141 Frosttage pro Jahr genannt. Die Darstellung in Abb. 14 zeigt in diesem Zusammenhang, dass es nicht ausreichend ist, die Niederschlagsmenge als alleinigen Weiser für eine „klimatische Anbaueignung“ heranzuziehen. Vielmehr ist eine komplexe Betrachtung verschiedener Klimafaktoren und deren Zusammenwirken notwendig. So erscheint die klimatische Wasserbilanz als integrierender Ausdruck der Wasserhaushaltsbedingungen (Abb. 3) aussagekräftiger für die Anbaugrenzen der Baumart Rotbuche. Als weitere wichtige Weisergröße ist die Jahresschwankung der Lufttemperatur zu betrachten. Eine auf die Niederschlagsmenge reduzierte Betrachtung überbetont den Buchenanbau im Süden Brandenburgs; die natürlichen Buchengebiete im Norden Brandenburgs werden indes stark unterrepräsentiert.

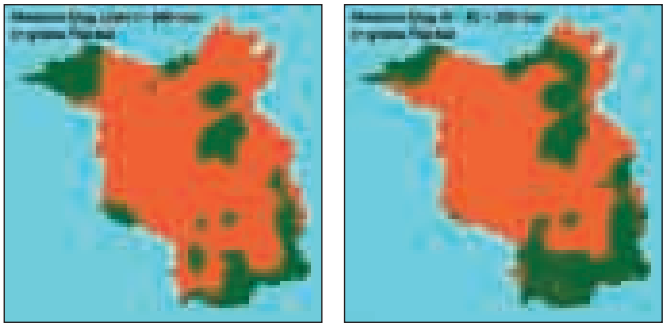


Abb. 14: Regionen mit a) Jahresniederschlägen > 580 mm, b) Sommerniederschlägen (Mai – Okt.) > 320 mm

Spezieller Teil

5 Darstellung der verschiedenen Waldbodentypen

5.1 Einführung

Bis zur Einführung der modernen Bodensystematik (in Deutschland um 1900 durch E. RAMANN) unterteilte man die Böden sehr vereinfacht beispielsweise nach ihrem Ausgangsgestein (Mergelböden, Granitböden, usw.), ihrer Textur (Sandböden, Lehmböden) oder ihrer Bearbeitbarkeit (leichte Böden, schwere Böden). Heute fußt die bodenkundliche Systematik auf der **Bodengenetik,** d.h. man gliedert die Böden nach den spezifischen **Merkmalen,** die sie durch **bodenbildende Prozesse** im Laufe ihres Entstehens erworben haben. Dabei werden Böden mit gleichen Merkmalen (bestimmte Horizontabfolgen, spezifische Horizonteigenschaften) zu **Bodentypen** zusammengefasst. Die besonderen Merkmale eines Bodentyps ergeben sich aus den verschiedenen bodenbildenden Prozessen, wie Humusakkumulation, Entkalkung, Verbraunung, Podsolierung, Lessivierung und Hydromorphierung. Welche dieser Prozesse am konkreten Standort für die Bodenentwicklung relevant sind, hängt von den dort wirksamen **bodenbildenden Faktoren** ab. Zu den Faktoren der Bodenentwicklung zählen Klima, Ausgangsgestein, Relief, Vegetation, Wasserhaushalt sowie Tier und Mensch. Böden sind dynamische Systeme, die sich entsprechend der Ausprägung bzw. Wirksamkeit dieser Faktoren stetig wandeln.

In Deutschland werden die Böden nach Abteilungen, Klassen, Bodentypen, Subtypen und Varietäten eingeteilt. Die folgenden Kapitel orientieren sich an den **Bodenklassen.** Diese fassen Bodentypen mit gleicher oder ähnlicher Horizontabfolge zusammen. Entsprechend der Häufigkeit des Vorkommens im Nordostdeutschen Tiefland wird differenziert zwischen Braunerden, Podsolen, Lessivés (Parabraunerden und Fahlerden) sowie Grund- und Stauwasserböden.

5.2 Braunerden

5.2.1 Profilbeschreibung und Entstehung

Den typischen Aufbau einer Braunerde mit der Horizontabfolge Ah – Bv – C veranschaulicht die Darstellung in Abb. 15.

Braunerden besitzen einen humosen A-Horizont und einen gleichmäßig braun gefärbten B-Horizont. Die Verbraunung ist der dominierende Bodenprozess. Durch die Verwitterung der primären Silikate, wie Feldspäte und Glimmer, wird Eisen freigesetzt und oxidiert – ein Vorgang, der zur charakteristischen Braunfärbung des Bodenmaterials führt. Farbgebend ist in unseren Breiten v.a. das braune Eisen(III)oxid Goethit. Mit der Verbraunung kommt es zur Bildung von sekundären Tonmineralen, die sich aus den Verwitterungsprodukten der primären Silikate neu zusammensetzen. Der Tongehalt des Bodens erhöht sich also geringfügig, was auch mit dem Begriff der „Verlehmung“ zum Ausdruck gebracht wird.

Voraussetzung für Verbraunung und Verlehmung ist die vollständige Entkalkung des Ausgangssubstrates im Oberboden mit entsprechender pH-Wert-Absenkung. Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, können die silikatischen Mineralien von der schwach sauren Bodenlösung angegriffen werden. Braunerden sind somit im Oberboden stets kalkfrei und weisen eine schwach bis mäßig ausgeprägte Versauerung auf. Sie gehen im allgemeinen aus Ah-C-Böden (Pararendzinen, Regosole; vgl. Kap. 5.7.1) hervor, wenn deren pH-Wert unter ca. 6,5 abgesunken ist.

Bei der typischen (basenreichen) Braunerde werden die im Zuge der Silikatverwitterung freigesetzten Oxide, Hydroxide und neu gebildeten Tonminerale nicht verlagert, sondern verbleiben am Ort ihrer Entstehung. Dies unterscheidet sie von den Braunerde-Übergangstypen zum Podsol (Kap. 5.4) bzw. zur Parabraunerde (Kap. 5.3). Durch jahrhundertelange Waldweide, Streunutzung und Kiefernwirtschaft sind viele Braunerden heute jedoch relativ stark versauert und humusverarmt. Die schlecht zersetzbare Kiefernstreu

hat zur Rohhumusbildung und Initialisierung der Podsolierung geführt. Die meisten Sandböden unter Wald haben das reine Braunerde-Stadium daher bereits durchlaufen und befinden sich im Übergangsbereich zum Podsol. Diese Böden weisen fast immer schwach gebleichte (so genannte kornpodsolige) Aeh-Horizonte auf und sind als podsolige Braunerden oder Podsol-Braunerden anzusprechen. Sie zeigen bereits deutliche Verluste an Sesquioxiden, d.h. Al-, Fe- und Mn-Oxiden im humosen Oberboden. Je nach Grad der Podsolierung sind mehr oder weniger zahlreiche blanke Quarzkörner im Aeh-Horizont erkennbar, welcher allmählich in einen deutlicher gebleichten Ahe-Horizont übergeht. Anreicherungshorizonte (Bs-, Bh-Horizonte; vgl. Kap. 5.4.1) fehlen jedoch in dieser Phase bzw. sind zumindest morphologisch noch nicht erkennbar.

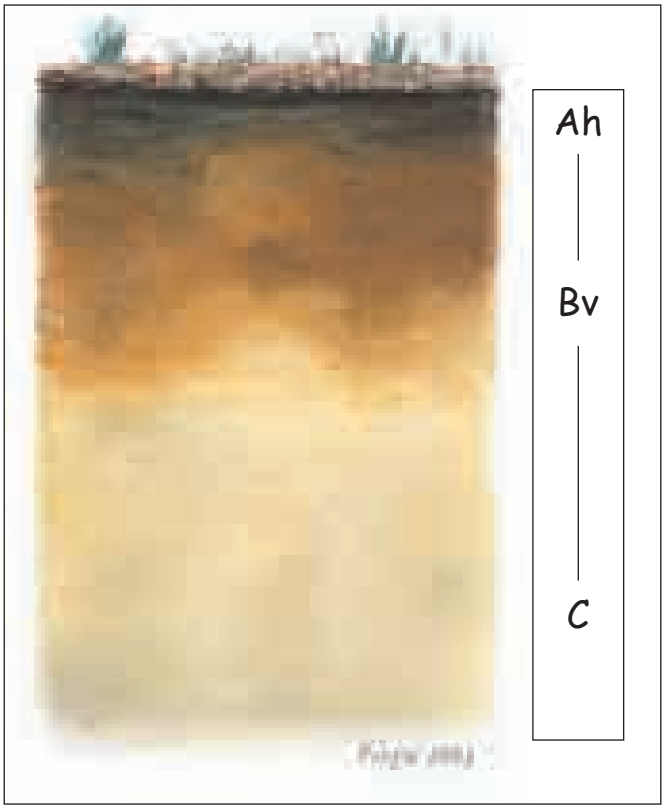


Abb. 15: Profilaufbau der typischen Braunerde

5.2.2 Bodenökologische Bewertung

Die chemischen Eigenschaften der Braunerden variieren stark. Je nach Ausgangsmaterial, Bodenart und Bodenreaktion (pH-Wert) sind basenreiche (eutrophe) Braunerden von basenarmen Braunerden zu unterscheiden, welche als podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden zu den reinen Podsolen überleiten.

Basenreiche Braunerden entwickeln sich auf Ca- und Mg-reicherem Substrat, wie zum Beispiel Geschiebelehm oder Beckenschluff. Sie sind aufgrund der ständig neuen Basennachlieferung aus der Silikatverwitterung („nachschaffende Kraft“) gut mit Nährstoffen versorgt, besitzen günstigere Humusformen, wie Mull und mullartiger Moder, und zeichnen sich aufgrund ihres Tongehalts außerdem durch ein relativ hohes Wasserspeichervermögen aus. Die Durchlüftung und Durchwurzelung ist bei verbreitetem Einzelkorn- bis Subpolyedergefüge recht gut. Im Ah-Horizont kann sich bei intensiver bodenbiologischer Aktivität (Regenwürmer) ein besonders günstiges Krümelgefüge aus Ton-Humus-Komplexen ausbilden. Unter den natürlichen Laubmischwäldern reichern sich über die Wirkungskette Mineralverwitterung, Wurzelaufnahme und Streufall in starkem Maße Nährstoffe und Humus im Oberboden an, so dass die Bodenfruchtbarkeit dieser Waldböden als hoch einzustufen ist. Basenreiche Braunerden sind unter Wald sehr wenig verbreitet; sie stellen ein kurzfristiges Zwischenstadium der Bodenentwicklung dar, da sie sich auf lehmigem Substrat relativ rasch zu Parabraunerden bzw. auf sandigem Substrat zu basenarmen Braunerden weiterentwickeln.

Die basenarmen Braunerden auf Ca- und Mg-armem Ausgangsmaterial, wie Talsand oder Geschiebesand, sind in Brandenburg hingegen weit verbreitet. Diese für Brandenburgs Wälder typischen Sandbraunerden zeichnen sich durch eine stärkere Versauerung aus und besitzen aufgrund der dadurch eingeschränkten biologischen Aktivität tendenziell ungünstigere Humusformen, wie typischer oder rohhumusartiger Moder. Aufgrund des hohen Sandanteils liegen überwiegend Einzelkorngefüge vor. Die Wasserhaushaltskenngrößen sind vor allem von der Bodenart abhängig und variieren auch innerhalb der Sande – je nach Humusgehalt, Bodendichte und Anteil der einzelnen Sandfraktionen – in einem relativ breiten Spektrum. Vergleichsweise hohe pflanzenverfügbare Wasserkapazitäten weisen die Feinsande und schwach lehmigen Sande auf; geringe Werte finden sich bei den reinen Mittel- und insbesondere Grobsanden. Insgesamt zeigen die eigenen bodenphysikalischen Untersuchungen, dass die Waldböden hinsichtlich ihrer nutzbaren Wasser-

speicherkapazität in vielen Fällen unterschätzt werden. Gerade die Sande können bei günstiger Lagerung weitaus höhere Werte aufweisen, als dies nach den Schätzrahmen der AG BODEN (1996), welche vorwiegend auf der Grundlage von landwirtschaftlich genutzten Böden entstanden sind, zu erwarten wäre.

Alle Braunerden sind gut durchlüftet und durchwurzelbar. Die durchlässigen Ausgangsmaterialien bedingen eine hohe Grundwasserneubildung, falls ausreichend Niederschlagswasser den Boden erreicht. Durch die hohe Interzeptionsverdunstung dicht stehender Kiefernbestände kann das Grundwasserneubildungspotenzial dieser Standorte jedoch stark eingeschränkt sein. Der angestrebte Umbau von Kiefernreinbeständen auf besser versorgten Braunerden kommt somit auch dem Landschaftswasserhaushalt zugute.

5.2.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung

Von den vorgestellten Bodentypen weisen die Braunerden die größte Amplitude im Hinblick auf die trophische und hydrische Standortsgüte auf. Sie reicht von basenreichen kräftigen Standorten bis zu den sauren Braunerden der Trophiestufe „ziemlich nährstoffarm“. Daraus ergibt sich ein relativ weites Spektrum an bewirtschaftbaren Baumarten bzw. Baumartenkombinationen. Die **Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV)** der typischen mäßig nährstoffhaltigen bis kräftigen Braunerden der Klimastufen f und m (feucht und mäßig trocken) besteht hauptsächlich aus kräuterreichen, buchendominierten Laub- bzw. Laubmischwäldern. Zu nennen sind Knaulgras-Hainbuchen-, Flattergras- und Perlgras-Buchenwald. Auf den nährstoffkräftigen Standorten (TK2) der Klimastufen f und m nimmt mit weiter steigendem Nährstoffgehalt und zunehmender Bodenfrische die natürliche Ausstattung an Edellaubhölzern, wie Bergahorn, Esche, Kirsche und Hainbuche zu. In der Klimastufe t (trocken) verlagert sich mit weiter sinkendem Nährstoffgehalt und abnehmender Bodenfrische die natürliche Baumartenverteilung zugunsten der Baumarten Traubeneiche, Winterlinde und Hainbuche. Während auf den mäßig nährstoffhaltigen, mittelfrischen Braunerden (TM2) der Klimastufen f und m noch Buchenwaldgesellschaften vorherrschen, bilden auf diesen Standorten in der Klimastufe t der Waldreitgras-Traubeneichenwald, der Straussgras-Eichenwald und der Hainrispen-Winterlinden-Hainbuchenwald den Schwerpunkt. Die Potenzielle Natürliche Vegetation auf Braunerden, die den ziemlich nährstoffarmen mittelfrischen Standorten (TZ2) zuzuordnen sind, entspricht zumeist dem Drahtschmielen-Eichenwald oder dem Blaubeer-Kiefern-Traubeneichenwald. Neben der Traubeneiche als vorherrschender Baumart treten hier die Gemeine Kiefer und die Gemeine Birke als Beimischungen auf. Im Unterstand wachsen Eberesche und Wacholder. Insgesamt beherrschen oligo- bis mesotrophe Laubwälder die PNV der sauren Braunerden.

Für die aktive waldbauliche Einflussnahme ist das standortsspezifische Baumartenspektrum der natürlichen Ausstattung maßgeblich. Folgerichtig steht auf den **nährstoffkräftigen mittelfrischen** Braunerden (TK2) der Klimastufen f und m der Laubholzanbau mit Rotbuche im Mittelpunkt. Weiterhin finden auf diesen Standorten Edellaubhölzer, wie Ahorn und Esche, Berücksichtigung. Auf vergleichbaren Standorten der Klimastufe t ist schwerpunktmäßig der Anbau von Trauben- und Stieleiche, vorzugsweise in Mischung mit Winterlinde und/oder Hainbuche vorgesehen. Die nährstoffkräftigen, mittelfrischen Braunerden sind außerdem für den Anbau der Europäischen Lärche und leistungsstarker, fremdländischer Baumarten wie Douglasie und Küstentanne geeignet.

Auf den **mäßig nährstoffhaltigen** mittelfrischen Braunerden (TM2) der Klimastufe f haben Rotbuche und Trauben-/Stieleiche gleichrangige waldbauliche Berechtigung als Hauptbaumarten. Dabei ist zu beachten, dass die Rotbuche im Vergleich zur Eiche über eine wesentlich größere Konkurrenzstärke verfügt. Auf den TM2-Standorten der Klimastufe m verlagert sich der waldbauliche Schwerpunkt von der Buche in Richtung der Eichenarten und der Gemeinen Kiefer. In beiden Klimastufen können die verwendeten standortsheimischen Hauptbaumarten aus betriebswirtschaftlichen Erwägungen durch die Douglasie komplettiert werden. In der Klimastufe t sind die Traubeneiche und die Gemeine Kiefer die zentralen Baumarten der Waldbewirtschaftung. Rotbuche, Winterlinde, Hainbuche und Gemeine Birke werden als Mischbaumarten eingesetzt. Mit der Erhöhung der Baumartenvielfalt verbessert sich nicht nur die wirtschaftliche Flexibilität. Die genannten Mischbaumarten sind auch hinsichtlich ihrer bodenökologischen und kleinklimatischen Wirkungen positiv zu bewerten.

Mit abnehmender Trophie- und/oder Feuchtestufe nimmt die waldbauliche Bedeutung der Gemeinen Kiefer zu. Auf den **ziemlich nährstoff-**

armen mittelfrischen Braunerden (TZ2) der Klimastufe f werden hauptsächlich Traubeneiche und Gemeine Kiefer bewirtschaftet. Die Rotbuche kann beigemischt werden, zeigt allerdings auf diesen Standorten vergleichsweise geringe Wuchsleistungen. In den Klimastufen m und t dominiert die Gemeine Kiefer die waldbaulichen Aktivitäten. Als Mischbaumarten dienen Rotbuche, Traubeneiche und Gemeine Birke. Unter bodenmeliorativen Gesichtspunkten sind Eberesche und Winterlinde in die Bestandesstruktur zu integrieren.

Der Anbau reiner Nadelholzbestände und Nährstoffentzug durch historische Nutzungsformen wie Streunutzung begünstigten auf basenarmen Braunerden die Entwicklung zum Braunerde-Podsol. Auf den podsoligen Sand-Braunerden hat das angebaute Laubholz die wichtige Funktion einer „Basenpumpe“. Es vermeidet die Entkopplung von Stoffkreisläufen und erhält bzw. verbessert dadurch die Bodenfruchtbarkeit.

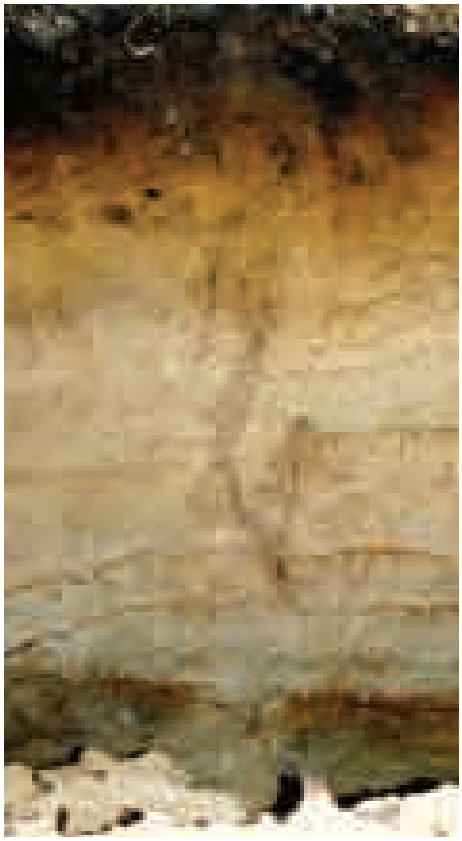
5.2.4 Beispiele für Braunerden

Exemplarisch für die Klasse der Braunerden und deren Übergangsformen zum Podsol und zur Parabraunerde wurden folgende Profile ausgewählt.

Braunerde aus Geschiebesand mit mullartigem Moder	P01
Braunerde aus Geschiebesand mit Moder	P02
Braunerde aus Sandersand mit mullartigem Moder	P03
Schwach podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit Mull	P04
Schwach podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit Moder	P05
Schwach podsolige Braunerde aus Talsand mit Moder	P06
Podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit Moder	P07
Podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit rohhumusartigem Moder	P08
Podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit rohhumusartigem Moder	P09
Stark podsolige Braunerde aus Sandersand mit Moder	P10
Podsol-Braunerde aus Sandersand mit rohhumusartigem Moder	P11
Podsol-Braunerde aus Sandersand mit rohhumusartigem Moder	P12
Schwach lessivierte Braunerde aus Sandersand mit mullartigem Moder	P13
Bänderparabraunerde-Braunerde aus Geschiebesand mit Mull	P14
Pseudogley-Braunerde aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder	P15
Podsolige Pseudogley-Braunerde aus Sandersand mit Moder	P16
Reliktische Gley-Braunerde aus Sandersand mit Moder	P17

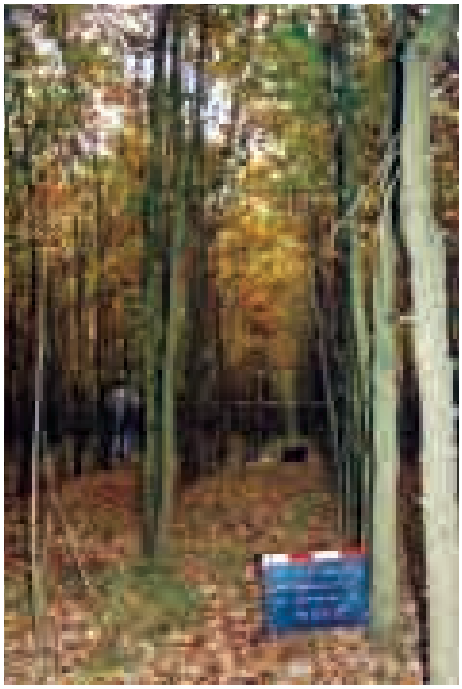
Die nachfolgenden Übersichten stellen tabellarisch und grafisch wesentliche bodenökologische und forstlich relevante Kenngrößen dieser Beispielstandorte dar. Auf der Grundlage dieser Angaben werden waldbauliche Empfehlungen abgeleitet.

P1: Braunerde aus Geschiebesand mit mullartigem Moder



+2 cm	**L**	organischer Auflagehorizont
+1 cm	**Of**	
–6 cm	**Ah**	schwach toniger Sand
–25 cm	**Bhv**	schwach toniger Sand, humusangereichert und verbraunt
–50 cm	**Bv**	schwach toniger Sand, verbraunt
–160 cm	**C+Bbt**	schwach toniger Sand mit Lehmbändern
>190 cm	**II C**	stark lehmiger Sand mit Lehmbändern

Forstadresse: AfF Eberswalde, Obf. Bernau, Revier Woltersdorf, Abt. 1487 a[8]
Wuchsgebiet: Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Eberswalder Talabschnitt
Großklimabereich: β = Neubrandenburger Klima (schwächer maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 75 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	348 mm	583 mm	773 mm
Niederschlag (V-IX)	120 mm	276 mm	452 mm
Temperatur (Jahr)	7,5 °C	9,0 °C	10,3 °C
Temperatur (V-IX)	14,5 °C	16,1 °C	19,3 °C
Temperatur Januar	–7,1 °C	–0,3 °C	3,3 °C
Temperatur Juli	15,5 °C	17,9 °C	22,1 °C
Temperaturschwankung	15,9 K	20,1 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–347 mm	–9 mm	189 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–417 mm	–170 mm	40 mm

Feinbodenform (SEA 95):
GwS = Gerswalder Bändersand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
bS_{ca} = Bändersande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

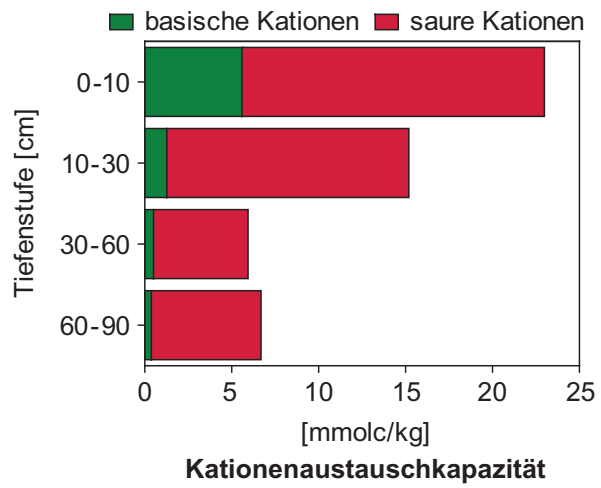
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (16 J. / 8,6 m), AS
PNV (HOFMANN, 2001)	Flattergras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-BU,** BU-ND, KI-BU, BU-DG, TEI-KI

Chemische Eigenschaften:

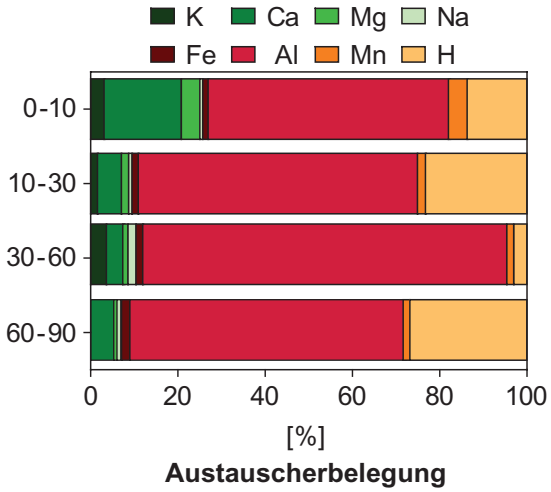
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			47,16	0,14	4,32	17,36	1,031	16,84
0 - 10	22,320	25	8,95	0,20	3,54	2,16	0,130	16,62
10 - 30	14,804	9	9,09	0,13	3,93	0,65	0,035	18,57
30 - 60	5,777	11	15,08	0,07	4,27	0,19	0,014	13,57
60 - 90	6,914	7	14,29	0,06	4,36	0,07	0,008	8,75

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	56,08	146,97	20,16	11,64	22,11	379,25	60,35
0 - 60	85,07	174,21	24,46	24,13	31,93	581,43	78,86
0 - 90	85,88	200,50	28,51	31,67	39,57	735,44	93,02
0 - 30 inkl. Aufl.	103,33	390,31	53,99	15,88	24,01	383,54	102,09
0 - 60 inkl. Aufl.	132,32	417,55	58,29	28,37	33,83	585,72	120,60
0 - 90 inkl. Aufl.	133,13	443,84	62,34	35,91	41,47	739,73	134,75

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,0	17,2	4,0	0,6	1,7	54,9	4,3	14,3
10 - 30	1,4	5,9	1,3	0,8	1,7	62,9	2,3	23,6
30 - 60	2,7	4,9	1,3	2,0	1,9	81,3	2,4	3,5
60 - 90	0,1	4,5	1,1	1,1	1,4	58,3	1,8	31,8



Kationenaustauschkapazität



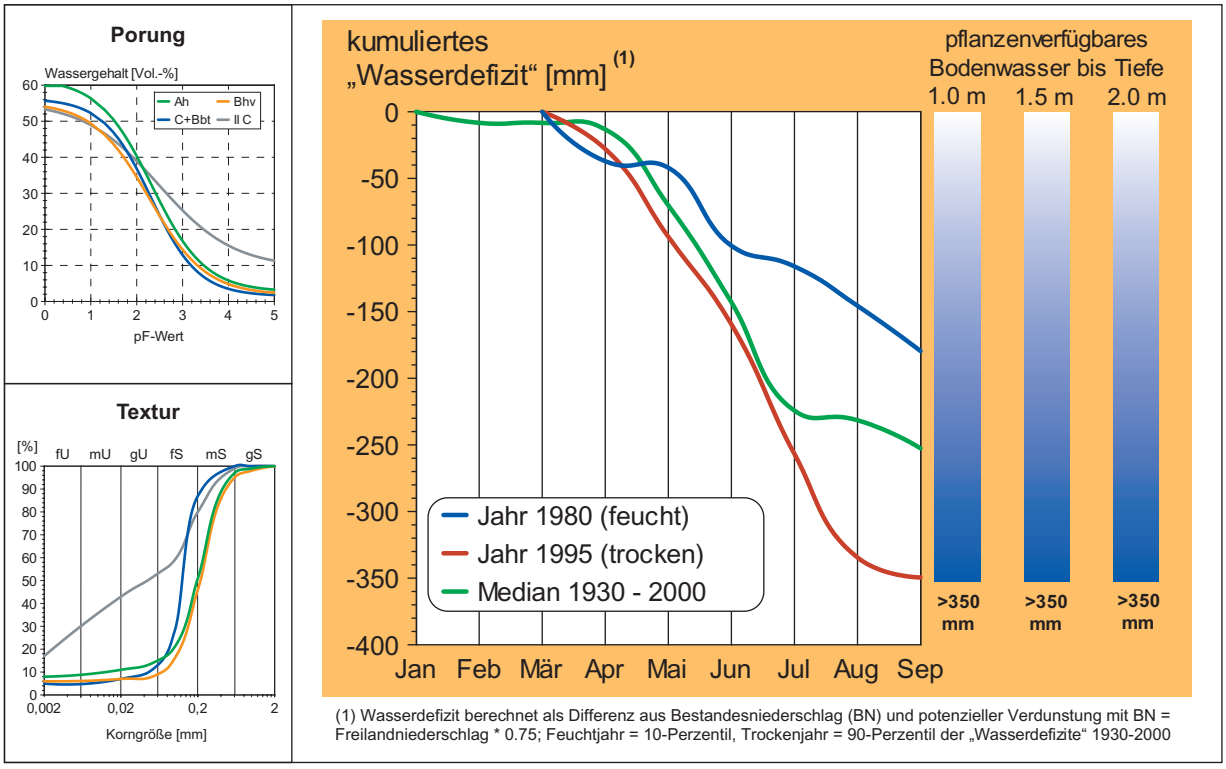
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *sehr gering* bis *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis zur Untergrenze des Hauptwurzelraums noch weiter ab und liegt dann im *äußerst geringen* Bereich. Die Basensättigung (BS) und der V-Wert zeigen eine vergleichsweise schlechte Ausstattung mit Nährstoffkationen an. Während im humosen Oberboden noch *mäßig* „Basen“ am Austauscher gebunden sind, befindet sich der Unterboden im Bereich *geringer* Sättigungsgrade. Die *sehr geringen* Kaliumvorräte unterstreichen die ungünstigen Nährstoffverhältnisse. Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Die Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung ist aufgrund fehlender Puffersubstanzen im Wurzelraum *gering*. Erst im tieferen Untergrund ist mit Kalk zu rechnen. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 6									St2
Bhv	6 - 25	3	46	36	85	4	3	7	8	St2
Bv	25 - 50	5	49	37	91	2	1	3	6	St2
C+Bbt	50 - 160	0	13	74	87	6	2	8	5	St2
II C	160 - 190	1	19	27	47	10	26	36	17	Sl4



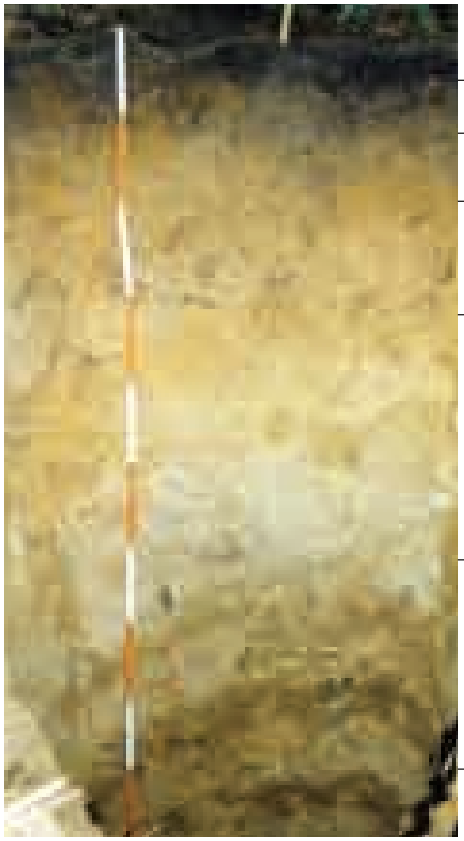
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität ist sehr hoch. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen der lehmigen Bänder im Unterboden bedeutsam. Die Luftkapazität bis 1 m Tiefe liegt im Bereich hoher Werte und sinkt im Unterboden in einen mittleren Wertebereich. Der Boden ist sehr tief durchwurzelbar. Wassermangel tritt auch in Trockenjahren nicht auf.

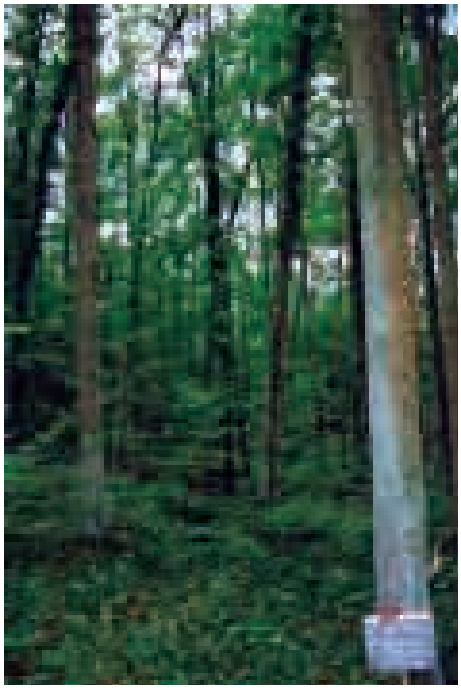
Eine Verschlechterung des bodenchemischen Zustands hat vermutlich durch den Kiefernvorbestand stattgefunden. Um den Nährstoffhaushalt zu regenerieren ist Wert auf bodenmeliorativ wirksame Baumarten (Traubeneiche, Rotbuche) zu legen. Leistungsfähige Nadelbaumarten, wie Kiefer und Douglasie können beigemischt werden. Neben wirtschaftlichen Aspekten bilden Erhalt oder Verbesserung der potenziellen Bodenfruchtbarkeit die Ziele der Bewirtschaftung.

P2: Braunerde aus Geschiebesand mit Humusform Moder



+6 cm	**L**	organischer Auflagehorizont
+4 cm	**Ofh**	
–10 cm	**Ah**	schwach schluffiger Sand, humusangereichert
–40 cm	**Bv**	Mittelsand, verbraunt
–80 cm	**Bv-Cv**	Mittelsand, verbraunt – schwach verbraunt
–140 cm	**Cv+Bbt**	Mittelsand, schwache Lehmbänderung
>200 cm	**Cv**	Mittelsand, schwach eisenfleckig

Forstadresse: AfF Wünsdorf, Obf. Erkner, Revier Rüdersdorf, Abt. 7371 a3
Wuchsgebiet: Nordostbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Strausberger Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 70 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	365 mm	610 mm	809 mm
Niederschlag (V-IX)	126 mm	288 mm	473 mm
Temperatur (Jahr)	7,6 °C	9,1 °C	10,3 °C
Temperatur (V-IX)	14,6 °C	16,2 °C	19,4 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	–0,4 °C	3,2 °C
Temperatur Juli	15,7 °C	18,1 °C	22,3 °C
Temperaturschwankung	15,7 K	20,2 K	27,0 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–333 mm	13 mm	221 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–412 mm	–156 mm	61 mm

Feinbodenform (SEA 95):
GmS = Grubenmühler Sand-Braunerde, durch Kalkstaubimmissionen massiv basenaggradiert

Substratuntergruppe (SEA 95):
S_{ca} = Mittelfeinsande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TZ2 = ziemlich nährstoffarm, terrestrisch mittelfrisch; mit Humusform b^{8}Mo (basenreicher Moder)

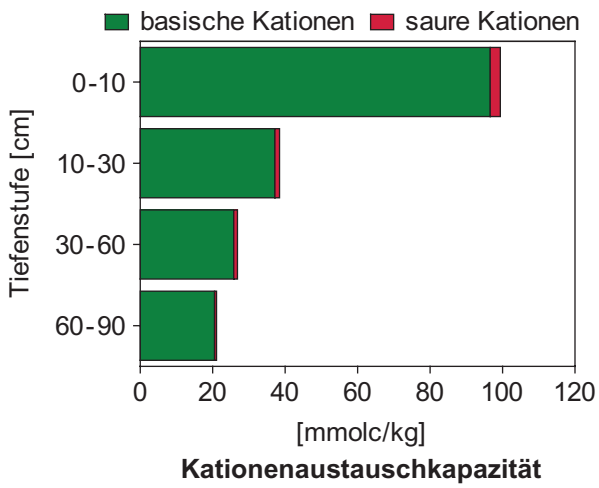
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (93 J. / 21,8 m), WLI, SAH
PNV (HOFMANN, 2001)	nicht definiert
Bestandeszieltyp	**TEI-WLI-HBU**, TEI-(BU), TEI-KI-LH

Chemische Eigenschaften:

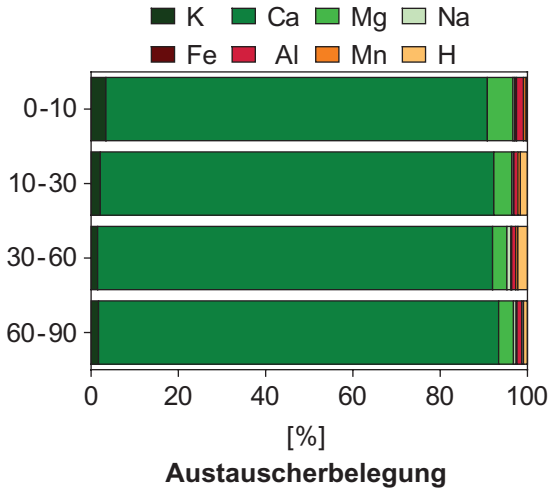
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			61,55	0,11	5,80	21,17	1,113	19,02
0 - 10	99,493	97	57,65	0,01	5,37	2,86	0,181	15,80
10 - 30	38,402	97	55,74	0,01	4,95	1,02	0,084	12,14
30 - 60	26,838	96	61,08	0,01	4,86	0,46	0,030	15,33
60 - 90	21,059	97	67,63	0,01	4,76	0,15	0,016	9,38

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	221,56	3726,82	126,67	18,23	10,17	23,90	38,60
0 - 60	288,61	5804,55	172,93	40,85	13,71	33,62	53,21
0 - 90	350,59	7491,27	210,64	53,00	17,15	42,80	62,17
0 - 30 inkl. Aufl.	223,70	3740,98	127,88	18,30	10,20	23,95	38,84
0 - 60 inkl. Aufl.	290,76	5818,71	174,15	40,93	13,74	33,67	53,45
0 - 90 inkl. Aufl.	352,73	7505,43	211,85	53,08	17,18	42,85	62,41

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,4	87,4	5,9	0,4	0,4	1,6	0,6	0,2
10 - 30	2,1	90,2	4,1	0,4	0,1	0,9	0,7	1,6
30 - 60	1,5	90,5	3,3	0,9	0,2	0,9	0,5	2,2
60 - 90	1,7	91,7	3,4	0,6	0,2	1,1	0,4	0,9



Kationenaustauschkapazität



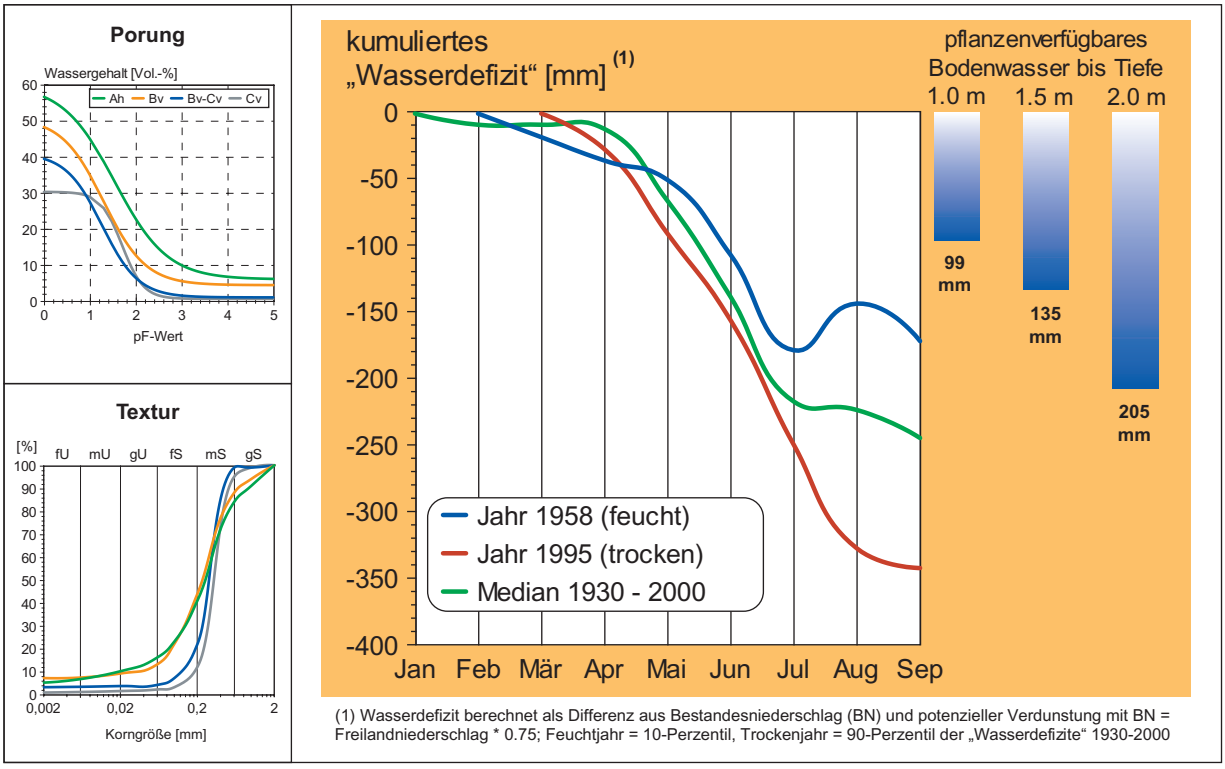
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) befindet sich im Oberboden im *mittleren* bis *hohen* Bereich. Sie sinkt mit zunehmender Tiefe auf *geringe* bis *mittlere* Werte ab. Im gesamten Profil ist die Basensättigung *sehr hoch*. Es ist davon auszugehen, dass an diesem Standort über Jahrzehnte eine künstliche Aufbasung durch atmosphärische Kalkstaubeinträge des nahe gelegene Kalkwerks Rüdersdorf erfolgte. Dies äußert sich auch im pH-Wert, der im Oberboden höhere Werte als im Unterboden aufweist sowie in den *hohen* Calciumvorräten. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 10	16	43	25	84	6,0	5,0	11,0	5,0	Su2
Bv	10 - 40	12	44	31	87	4,0	2,0	6,0	7,0	St2
Bv-Cv	40 - 80	1	77	18	96	0,5	0,5	1,0	3,0	mS
Cv+Bbt	80 - 140	1	83	14	98	0,7	0,7	1,4	0,6	mS
Cv	140 - 200	5	83	10	98	0,7	0,7	1,4	0,6	mS



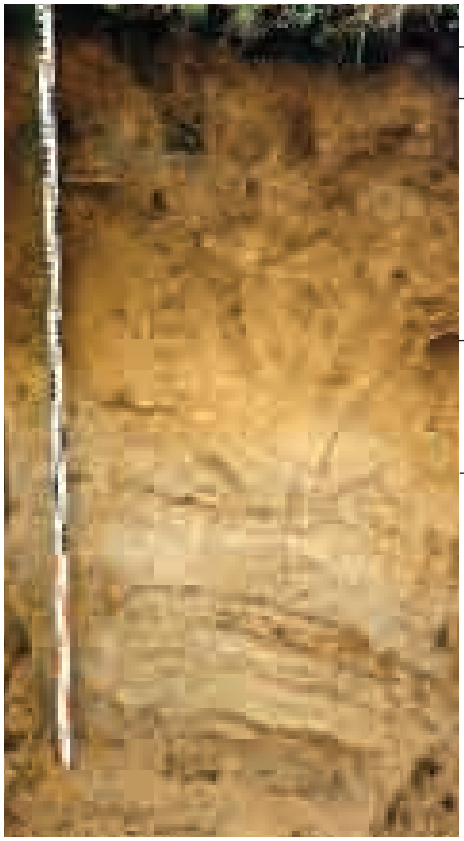
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität ist sehr gering, die Luftkapazität im gesamten Bodenbereich sehr hoch. Der Boden ist gut durchwurzelbar. Die Kombination von trockenem Klima und äußerst geringen pflanzenverfügbaren Bodenwassermengen führt dazu, dass selbst in Feuchtjahren sowie in Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf sommerlicher Wassermangel besteht, wenn der effektive Wurzelraum der Bestände nicht mindestens bis 2 m Tiefe reicht. In überdurchschnittlich trockenen Jahren besteht ausgeprägter Wassermangelstress, und das Baumwachstum ist durch Anpassungsreaktionen deutlich eingeschränkt.

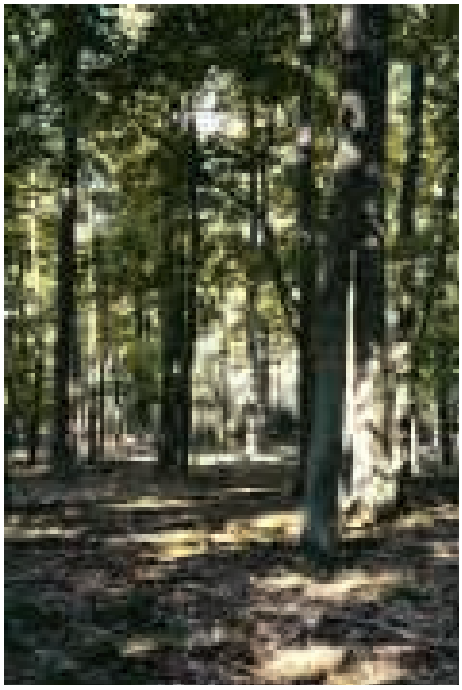
Der Standort zeichnet sich durch eine extreme künstliche Aufbasung aus, die auf Immissionen des nahe gelegenen Kalkwerks Rüdersdorf zurückzuführen sind. Der aktuelle Bodenzustand entspricht einem kräftigen Standort; das natürliche Standortspotenzial liegt demgegenüber im ziemlich armen Bereich. Das waldbauliche Ziel sollte sich am aktuellen bodenchemischen Zustand orientieren, um das Nährstoffangebot in den ökosystemaren Stoffkreislauf einzubinden. Dies wird am besten durch den Anbau von Laubholzarten mit intensiver, verschiedene Bodentiefen erschließender Durchwurzelung sowie leicht zersetzbarer Streu verwirklicht (vorzugsweise Traubeneiche, Winterlinde, Hainbuche).

P3: Braunerde aus Sandersand mit mullartigem Moder



+2 cm	**L+Of**	organische Auflage
–8 cm	**Ah**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert
–50 cm	**Ah-Bv**	schwach lehmiger Sand, verbraunt, schwach humusangereichert
–80 cm	**Bv**	schwach lehmiger Sand, verbraunt
>140 cm	**Bbt-Cv**	schwach lehmiger Sand, Lehmbänder, partiell schwach verbraunt

Forstadresse: FoA Gädebehn, Revier Schelfwerder, Abt. 109 b³
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Gadebuscher Grund- (Wellen-)moräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 70 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	425 mm	662 mm	857 mm
Niederschlag (V-IX)	154 mm	307 mm	466 mm
Temperatur (Jahr)	7,0 °C	8,5 °C	9,8 °C
Temperatur (V-IX)	13,5 °C	15,1 °C	18,3 °C
Temperatur Januar	–7,0 °C	0,0 °C	3,6 °C
Temperatur Juli	14,2 °C	16,7 °C	21,0 °C
Temperaturschwankung	14,9 K	18,5 K	25,5 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–240 mm	92 mm	307 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–365 mm	–125 mm	69 mm

Feinbodenform (SEA 95):
PgS = Picheberger Sand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
S = Mittelfeinsande, kalziumkarbonatfrei

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

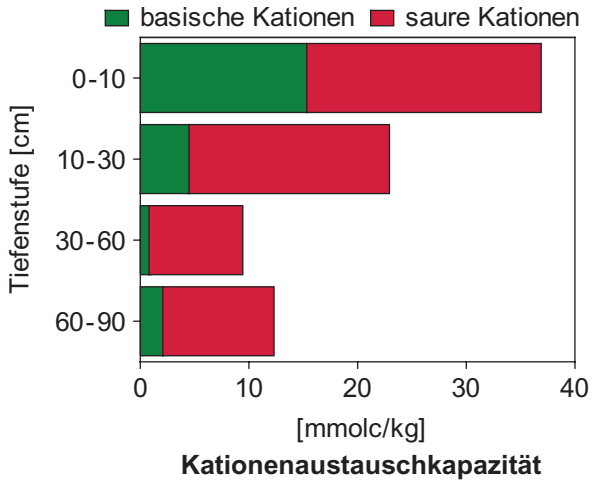
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (50 J. / 19,6 m), ELÄ
PNV (HOFMANN, 2001)	Flattergras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**BU-ND**, TEI-BU, SEI-BU, BU-DG, BU-ELÄ

Chemische Eigenschaften:

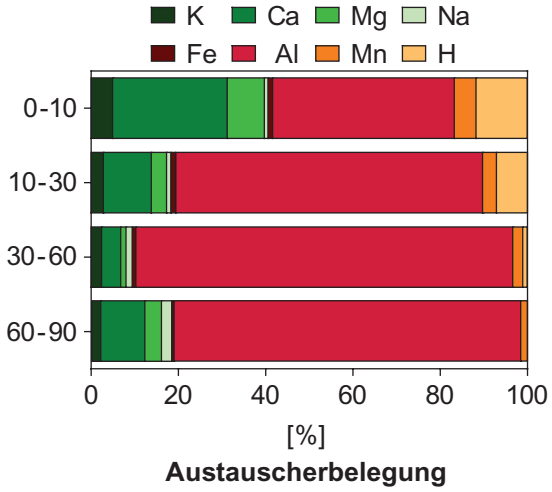
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			34,41	0,22	3,74	18,09	0,854	21,18
0 - 10	35,628	41	14,49	0,24	3,50	2,65	0,186	14,25
10 - 30	22,093	20	10,62	0,20	3,83	1,22	0,097	12,58
30 - 60	9,717	12	17,43	0,12	4,24	0,32	0,039	8,21
60 - 90	12,136	19	22,29	0,14	4,15	0,08	0,023	3,48

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	161,33	354,84	70,04	26,95	24,72	531,56	121,02
0 - 60	211,70	397,91	79,62	46,16	27,56	852,87	155,56
0 - 90	258,19	509,56	105,31	78,80	31,40	1246,59	182,40
0 - 30 inkl. Aufl.	170,40	397,09	77,39	27,71	25,15	532,63	128,39
0 - 60 inkl. Aufl.	220,77	440,17	86,96	46,92	27,99	853,94	162,93
0 - 90 inkl. Aufl.	267,26	551,81	112,65	79,56	31,83	1247,66	189,77

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	5,2	26,9	8,2	0,9	1,6	39,8	5,6	11,8
10 - 30	3,4	11,6	4,1	1,3	1,1	68,8	3,5	6,3
30 - 60	3,0	5,0	1,8	2,0	0,4	83,8	2,9	1,0
60 - 90	2,2	10,1	3,8	2,6	0,4	79,2	1,8	0,0



Kationenaustauschkapazität



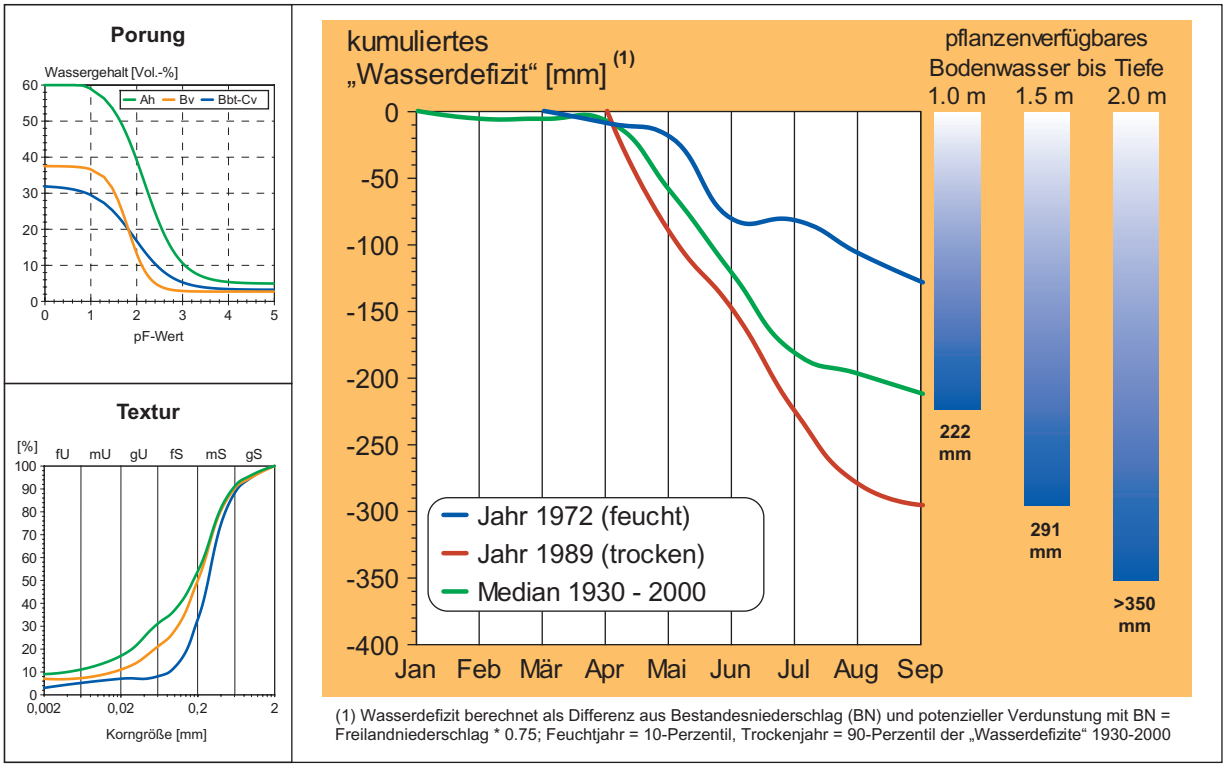
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis zur Untergrenze des Hauptwurzelraums auf *geringe* bis *sehr geringe* Werte. Die Basensättigungen (BS) sind als *mäßig* zu bezeichnen. Die Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K) sind *gering* bis *mäßig.* Das C/N-Verhältnis im Auflagehumus ist *mäßig weit*. Die Stoffumsetzungsbedingungen sind damit relativ ungünstig. Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 8	9	37	23	69	14	8	22	9	Sl3
Ah-Bv	8 - 50	11	38	23	72	14	9	23	5	Sl2
Bv	50 - 80	10	40	29	79	10	4	14	7	Sl2
Bbt-Cv	80 - 140	12	55	25	92	1	4	5	3	Sl2



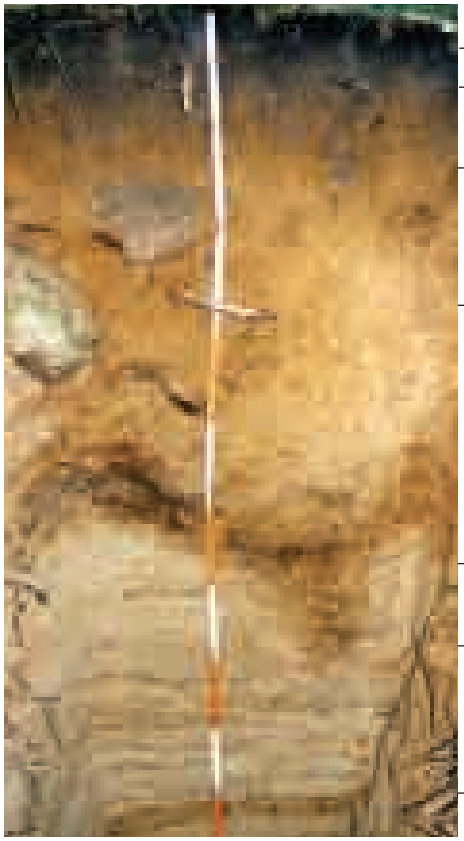
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist vor allem das Bodenwasser des lehmigen Oberbodens bedeutsam. Die Luftkapazität liegt im mittleren bis hohen Wertebereich. Der Boden ist sehr tief durchwurzelbar. Bei einem effektiven Wurzelraum von mindestens 1,5 m Tiefe kann das witterungsbedingte Wasserdefizit selbst in Trockenjahren, wie sie alle 10 Jahre einmal auftreten, durch das verfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden.

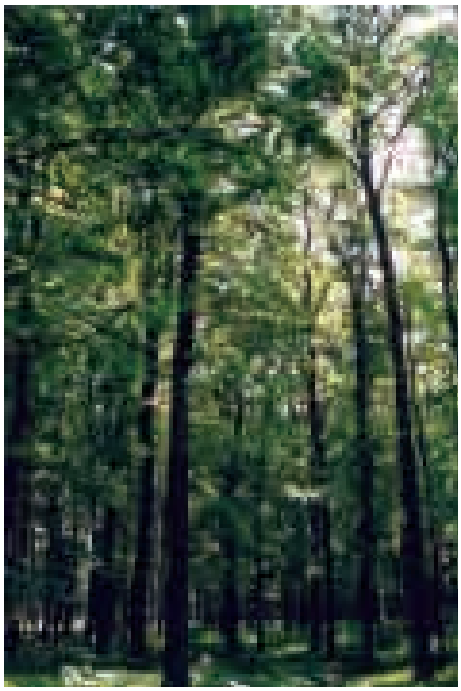
Es handelt sich um einen produktiven Standort, auf dem der Buchen-Nadelholz-Typ angestrebt werden kann. Der aktuelle bodenchemische Zustand entspricht – vermutlich nutzungsbedingt – nicht dem Standortspotenzial, so dass zur Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit Laubholzarten, wie Eiche und Winterlinde, beigemischt werden sollten.

P4: Schwach podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit mullartigem Moder



+2 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+1 cm	**Of**	
–15 cm	**Aeh**	schwach lehmiger Sand, schwach humos, schwach podsolig
–45 cm	**Bv**	schwach toniger Sand, verbraunt, Steinsohle
–95 cm	**Bv-Cv**	schwach toniger Sand, verbraunt, schwach kalkhaltig
–110 cm	**Ccv**	schwach toniger Sand schwach verbraunt, rostfleckig, kalkhaltig
–185 cm	**II Cc1**	feinsandiger Mittelsand, Eisenbänder, kalkhaltig
>192 cm	**II Cc2**	schluffig lehmiger Sand, kalkhaltig

Forstadresse: AfF Eberswalde, Obf. Grimnitz, Revier Hubertusstock, Abt. 10 b[4]
Wuchsgebiet: Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Eichhorster Platte
Großklimabereich: β = Neubrandenburger Klima (schwächer maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 50 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	365 mm	617 mm	813 mm
Niederschlag (V-IX)	127 mm	290 mm	475 mm
Temperatur (Jahr)	7,3 °C	8,8 °C	10,1 °C
Temperatur (V-IX)	14,3 °C	15,8 °C	19,1 °C
Temperatur Januar	–7,3 °C	–0,5 °C	3,1 °C
Temperatur Juli	15,3 °C	17,7 °C	21,9 °C
Temperaturschwankung	15,8 K	20,0 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–328 mm	23 mm	229 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–409 mm	–156 mm	62 mm

Feinbodenform (SEA 95):
GrS = Grüneberger Sand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
S^{ca} = Mittelfeinsande mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

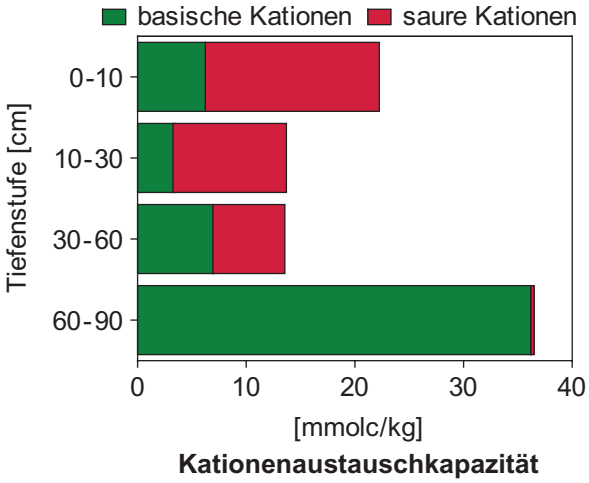
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (111 J. / 28,0 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Knauelgras-Hainbuchen-Buchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-BU**, TEI-WLI-HBU, BU-ND, BU-DG, BU-ELÄ

Chemische Eigenschaften:

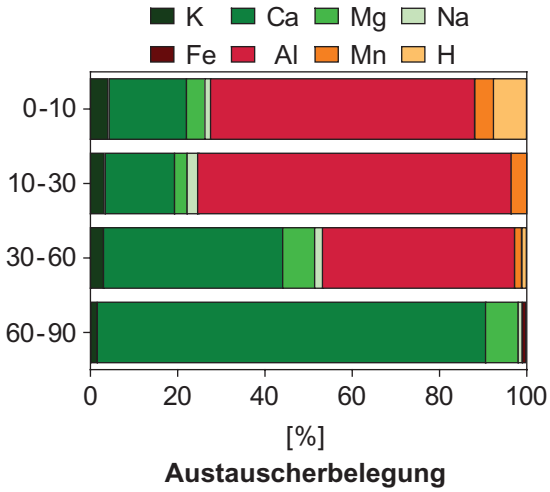
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			40,30	0,16	3,85	26,28	1,412	18,61
0 - 10	23,72	28	13,50	0,20	3,73	1,66	0,125	13,28
10 - 30	14,60	24	16,50	0,15	4,05	0,63	0,048	13,13
30 - 60	14,46	52	28,60	0,10	4,14	0,26	0,017	15,29
60 - 90	38,59	99	72,30	0,00	5,39	0,11	0,008	13,75

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	111,12	229,10	31,55	31,45	2,88	420,19	76,66
0 - 60	187,81	731,09	73,18	59,20	3,65	664,78	112,01
0 - 90	289,44	3681,57	212,82	94,73	3,87	672,89	126,64
0 - 30 inkl. Aufl.	122,41	298,38	38,32	32,19	2,96	420,65	89,43
0 - 60 inkl. Aufl.	199,10	800,37	79,95	59,94	3,74	665,24	124,78
0 - 90 inkl. Aufl.	300,73	3750,85	219,59	95,47	3,95	673,35	139,41

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	4,8	17,5	4,5	1,5	0,4	59,3	4,5	7,6
10 - 30	3,5	15,3	3,1	2,3	0,1	72,1	3,6	0,0
30 - 60	3,2	41,1	5,6	2,0	0,1	44,6	2,1	1,4
60 - 90	1,6	89,6	7,0	0,9	0,0	0,5	0,3	



Kationenaustauschkapazität



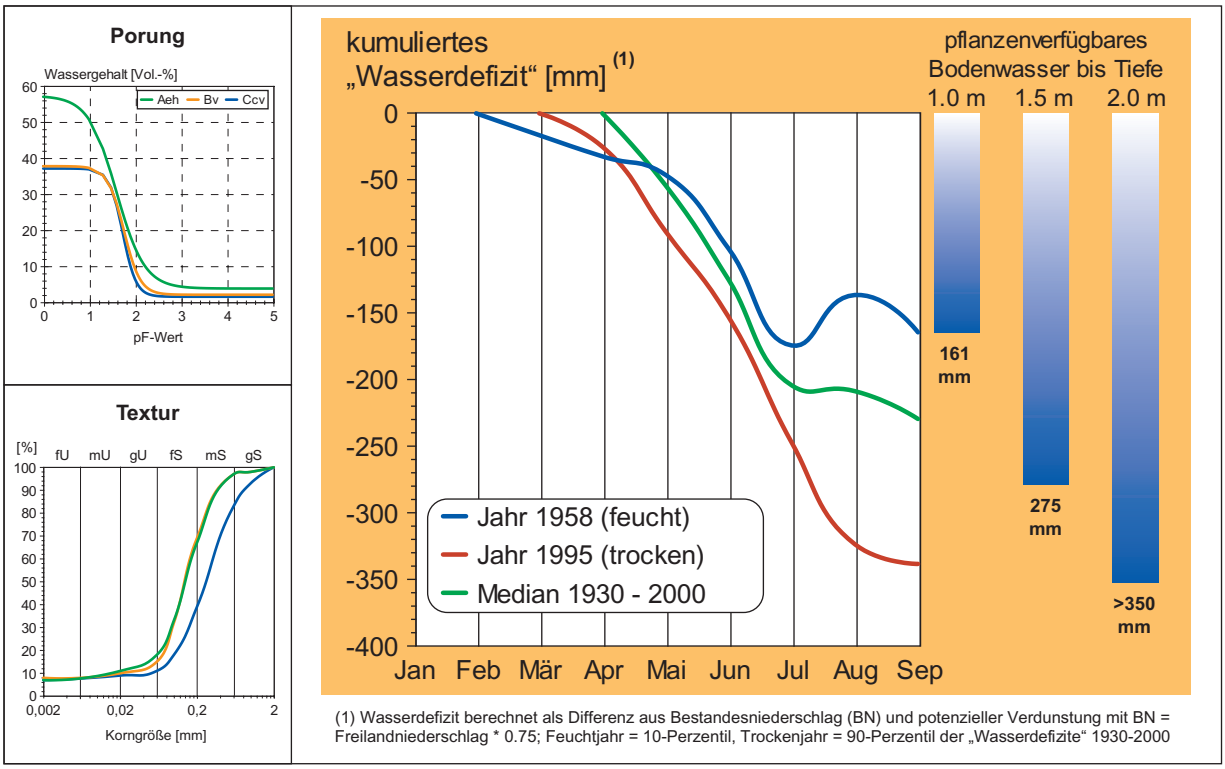
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten, steigt aber bis in 90 cm Tiefe auf *geringe* bis *mittlere* Werte an. Die Basensättigungen (BS) steigen von *mäßigen* Werten im Oberboden auf *sehr hohe* Werte im kalkhaltigen Substrat an. Die Kalium- und Magnesiumvorräte sind *gering*, die Calciumvorräte *mittel.* Die pH-Werte liegen im Oberboden im Aluminium-Pufferbereich, im Unterboden im günstigen Silikat-Pufferbereich. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0-15	3	30	49	82	15	7	22	7	Sl2
Bv	15 - 45	3	28	54	85	5	2	7	8	St2
Bv-Cv	45 - 95	3	24	58	85	6	2	8	7	St2
Ccv	95 - 110	17	44	28	89	2	2	4	7	St2
II Cc1	110 - 185	1	37	59	97	1	0	1	2	mSfs
II Cc2	185 - 192	0	1	41	42	41	5	46	12	Slu



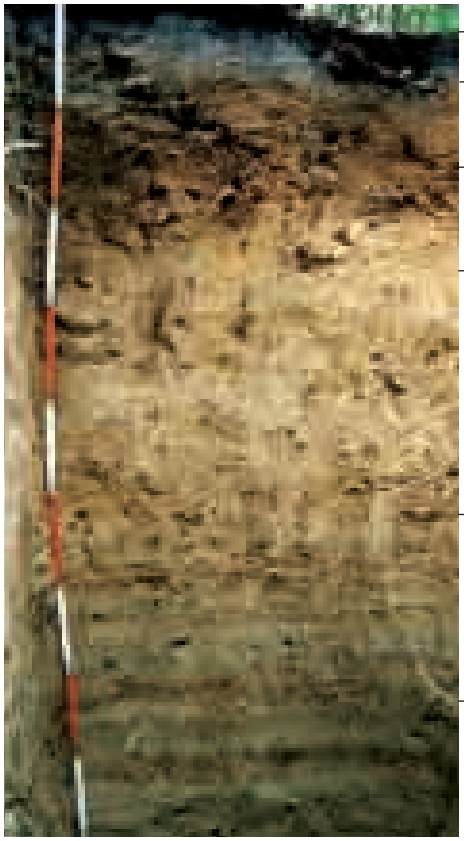
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen der Feinsande und schluffigen Sande bedeutsam. Die Luftkapazität ist im Hauptwurzelraum sehr hoch. Der Boden ist tief durchwurzelbar. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feucht- und Durchschnittsjahren durch das verfügbare Bodenwasser bis 1,5 m Tiefe ausgeglichen werden. Um in Trockenjahren Wasserstress zu vermeiden, wäre eine Durchwurzelungstiefe von mindestens 2,0 m notwendig.

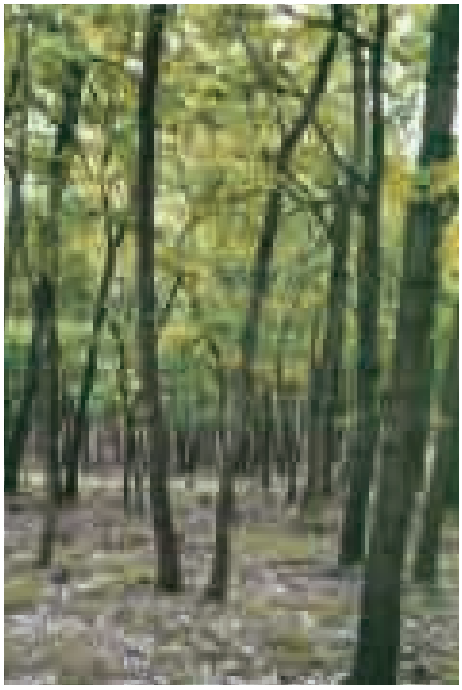
Die gute Nährstoffausstattung und günstige Wasserversorgung dieses Standorts erlauben den Anbau PNV-naher, leistungsstarker Laubholzmischbestände (Traubeneiche, Rotbuche) und Laub-Nadelholzmischbestände (z.B. BU-ND). Der bereits wenig unterhalb des Hauptwurzelraums anstehende Kalk begünstigt insbesondere das Wachstum der Rotbuche. Darüber hinaus werden durch die intensive mehrschichtige Durchwurzelung der genannten Mischbestände die im Untergrund verfügbaren Basen dem ökosystemaren Stoffkreislauf zugeführt.

P5: Schwach podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit Humusform Moder



+4 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+3 cm	**Of**	
–5 cm	**Ahe**	schwach toniger Sand, podsoliert
–40 cm	**Bsv**	feinsandiger Mittelsand, verbraunt, sesquioxidangereichert
–100 cm	**Bv**	feinsandiger Mittelsand, schwach verbraunt
–140 cm	**II Cv**	Mittelsand, schwach verbraunt
>200 cm	**III Cv**	Mittelsand, schwach verbraunt

Forstadresse: AfF Lübben, Obf. Klein Wasserburg, Revier Köthen, Abt. 1626 a[2]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Teupitzer Platten und Hügel
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 100 m
Reliefform: wellig



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	376 mm	642 mm	841 mm
Niederschlag (V-IX)	132 mm	303 mm	493 mm
Temperatur (Jahr)	7,3 °C	8,8 °C	10,0 °C
Temperatur (V-IX)	14,3 °C	15,9 °C	19,1 °C
Temperatur Januar	–7,4 °C	–0,6 °C	3,0 °C
Temperatur Juli	15,3 °C	17,7 °C	21,9 °C
Temperaturschwankung	15,9 K	20,1 K	26,9 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–322 mm	39 mm	254 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–404 mm	–142 mm	82 mm

Feinbodenform (SEA 95):
GmS = Grubenmühler Sand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
S_{ca} = Mittelfeinsande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TZ2 = ziemlich nährstoffarm, terrestrisch mittelfrisch

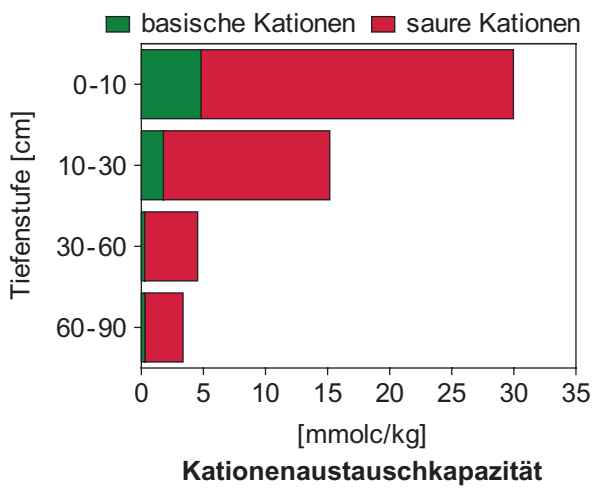
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (54 J. / 13,0 m), GKI
PNV (HOFMANN, 2001)	Blaubeer-Kiefern-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**KI-EI**, KI-(EI), KI-BI

Chemische Eigenschaften:

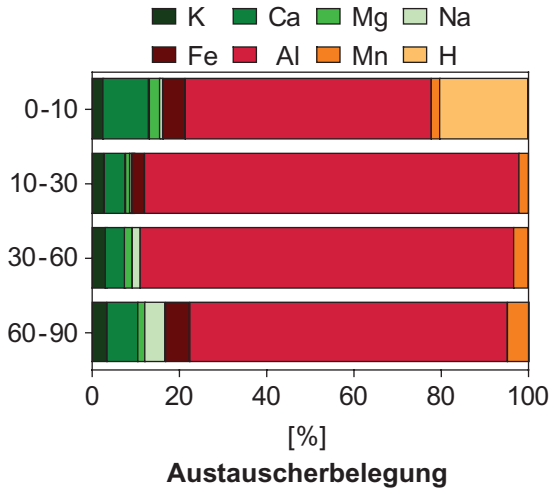
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			20,68	0,92	3,14	26,26	1,199	21,90
0 - 10	30,192	16	6,72	0,25	3,25	3,34	0,127	26,30
10 - 30	14,994	11	13,08	0,14	3,89	1,10	0,046	23,91
30 - 60	4,924	10	15,15	0,07	4,28	0,24	0,014	17,14
60 - 90	3,671	18	21,94	0,04	4,36	0,12	0,007	17,14

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	78,77	114,56	19,37	12,81	56,07	463,81	42,98
0 - 60	98,88	137,57	23,75	19,42	72,42	631,62	63,52
0 - 90	124,14	163,43	28,32	38,87	91,67	745,02	82,81
0 - 30 inkl. Aufl.	99,92	172,59	26,55	13,97	60,58	476,19	65,55
0 - 60 inkl. Aufl.	120,04	195,60	30,92	20,58	76,93	643,99	86,09
0 - 90 inkl. Aufl.	145,29	221,46	35,49	40,03	96,19	757,39	105,38

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	2,4	10,5	2,6	0,7	5,3	56,1	2,1	20,2
10 - 30	3,1	5,1	1,7	0,8	2,9	84,2	2,2	0,0
30 - 60	2,3	5,1	1,6	1,3	3,9	82,6	3,3	0,0
60 - 90	3,7	7,4	2,1	4,8	5,9	72,0	4,0	0,0



Kationenaustauschkapazität



Austauscherbelegung

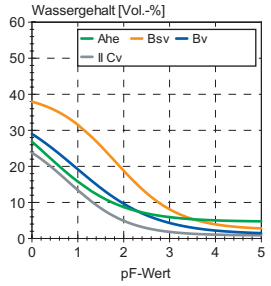
Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis zur Untergrenze des Hauptwurzelraums noch weiter ab und liegt dann im *äußerst geringen* Bereich. Die Basensättigung (BS) ist als *gering* bis *mäßig* zu bewerten. Die Nährstoffausstattung dieses Bodens stellt sich somit als relativ ungünstig dar. Dies zeigen auch die Ca-, Mg- und K-Vorräte, die jeweils als *sehr gering* zu bewerten sind. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit.* Die Stoffumsetzungsbedingungen sind damit relativ ungünstig. Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Die Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung erscheint aufgrund fehlender Puffersubstanzen im Unterboden *gering.*

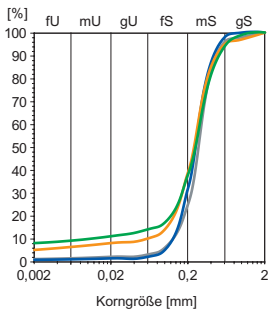
Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

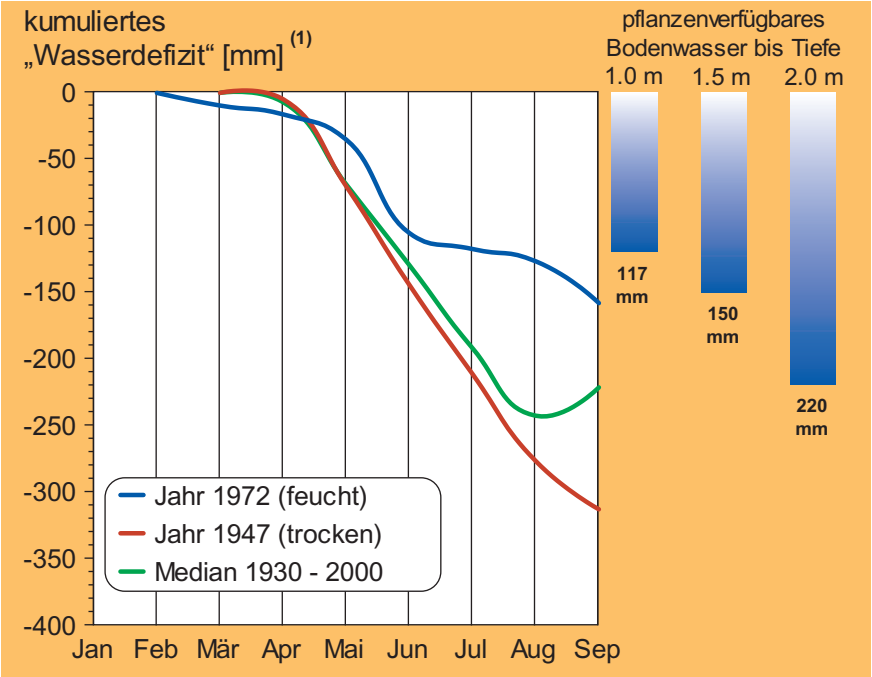
Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ahe	0 - 5	6	56	24	86	3,0	3,0	6,0	8,0	St2
Bsv	5 - 40	5	56	29	90	2,0	3,0	5,0	5,0	mSfs
Bv	40 - 100	2	66	30	98	0,7	0,6	1,3	0,7	mSfs
II Cv	100 - 140	4	71	22	97	1,0	1,0	2,0	1,0	mS
III Cv	140-200	2	73	23	98	0,7	0,6	1,3	0,7	mS

Porung



Textur





(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

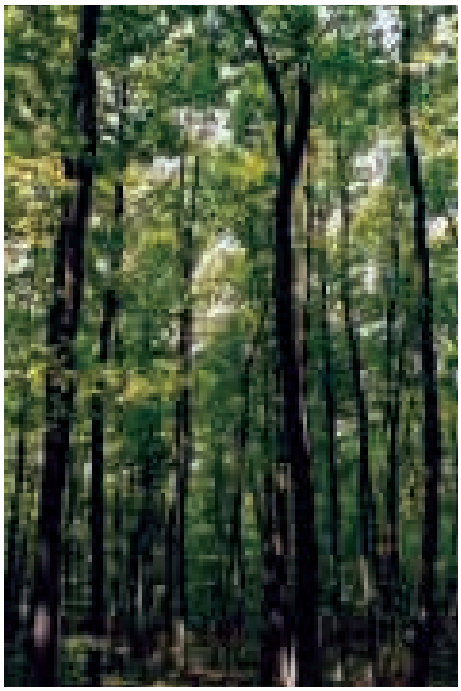
Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Die Luftkapazität nimmt hohe und sehr hohe Werte an. Der Boden ist tief durchwurzelbar. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feuchtjahren vom verfügbaren Bodenwasser bis 1,0 m Tiefe ausgeglichen werden. In durchschnittlich trockenen Jahren muss der effektive Wurzelraum bis mindestens 2 m Tiefe reichen, damit längere Trockenphasen ausgeglichen werden können. In Trockenjahren ist von erheblichem Wassermangelstress mit Zuwachseinbußen auszugehen.

Kiefern-Eichen-Mischbestände erfüllen unter den vorliegenden Bedingungen (geringe Nährstoffausstattung und insgesamt ungünstige Wasserversorgung) am ehesten die Anforderungen eines naturnahen Waldbaues. Sie werden sowohl wirtschaftlichen als auch bodenmeliorativen Zielstellungen gerecht. Die auf diesen Standorten häufig bewirtschafteten Kiefernreinbestände sind deshalb im Rahmen des langfristigen ökologischen Waldumbaus mit Traubeneiche anzureichern.

P6: Schwach podsolige Braunerde aus Talsand mit Humusform Moder

+5 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+3 cm	**Ofh**	
–12 cm	**Aeh**	Mittelsand, mittel humos
–36 cm	**Ah-Bv**	Mittelsand, schwach humos
–55 cm	**Bv**	Mittelsand, verbraunt
–110 cm	**Cv**	mittelsandiger Feinsand, schwach verbraunt
–150 cm	**C**	Mittelsand
>200 cm	**II rGo-C**	Mittelsand, rostfleckig

Forstadresse: AfF Eberswalde, Obf. Schwedt, Revier Grenzhaus, Abt. 34 a[6]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Oderaue
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 10 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	317 mm	504 mm	652 mm
Niederschlag (V-IX)	135 mm	266 mm	398 mm
Temperatur (Jahr)	7,3 °C	8,9 °C	10,1 °C
Temperatur (V-IX)	14,4 °C	15,9 °C	19,1 °C
Temperatur Januar	–7,5 °C	–0,5 °C	3,1 °C
Temperatur Juli	15,4 °C	17,9 °C	22,2 °C
Temperaturschwankung	16,0 K	20,0 K	27,0 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–379 mm	–91 mm	72 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–407 mm	–185 mm	–18 mm

Feinbodenform (SEA 95):
FtS = Finowtaler Sand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
S = Mittelfeinsande, kalziumkarbonatfrei

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

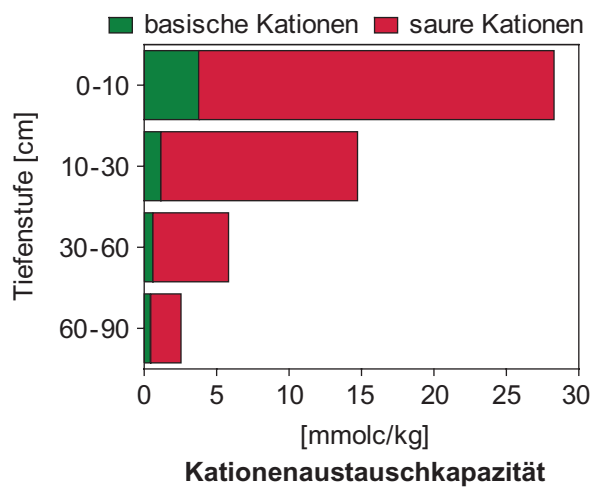
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (75 J. / 20,3 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Straußgras-Eichenwald
Bestandeszieltyp	**KI-EI**, TEI-KI, KI-(EI), KI-BI

Chemische Eigenschaften:

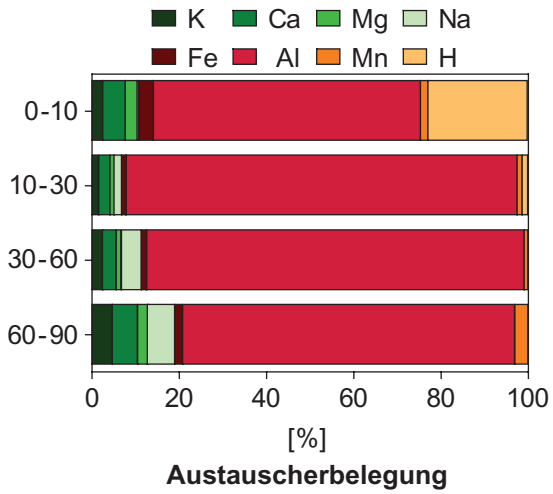
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			14,10	0,86	2,90	30,62	1,386	22,09
0 - 10	28,27	14	6,10	0,29	3,11	3,39	0,153	22,16
10 - 30	14,83	8	5,50	0,18	3,88	1,03	0,047	21,91
30 - 60	6,48	13	4,80	0,08	4,30	0,32	0,019	16,84
60 - 90	2,72	20	15,30	0,03	4,52	0,08	0,005	16,00

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	78,87	75,67	23,20	23,23	34,96	539,66	27,58
0 - 60	114,89	95,74	28,75	57,09	44,40	762,96	34,16
0 - 90	139,83	111,39	32,43	76,06	49,27	846,80	44,86
0 - 30 inkl. Aufl.	114,60	130,25	41,41	25,63	39,42	560,96	52,77
0 - 60 inkl. Aufl.	150,62	150,33	46,96	59,49	48,87	784,26	59,35
0 - 90 inkl. Aufl.	175,56	165,97	50,63	78,46	53,73	868,10	70,05

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,3	6,3	3,3	1,1	3,2	59,2	1,4	22,3
10 - 30	1,8	3,1	1,5	1,4	1,5	88,2	1,1	1,3
30 - 60	3,1	3,4	1,6	5,0	1,7	84,4	0,8	0,0
60 - 90	5,1	6,2	2,4	6,6	2,1	74,5	3,1	0,0



Kationenaustauschkapazität



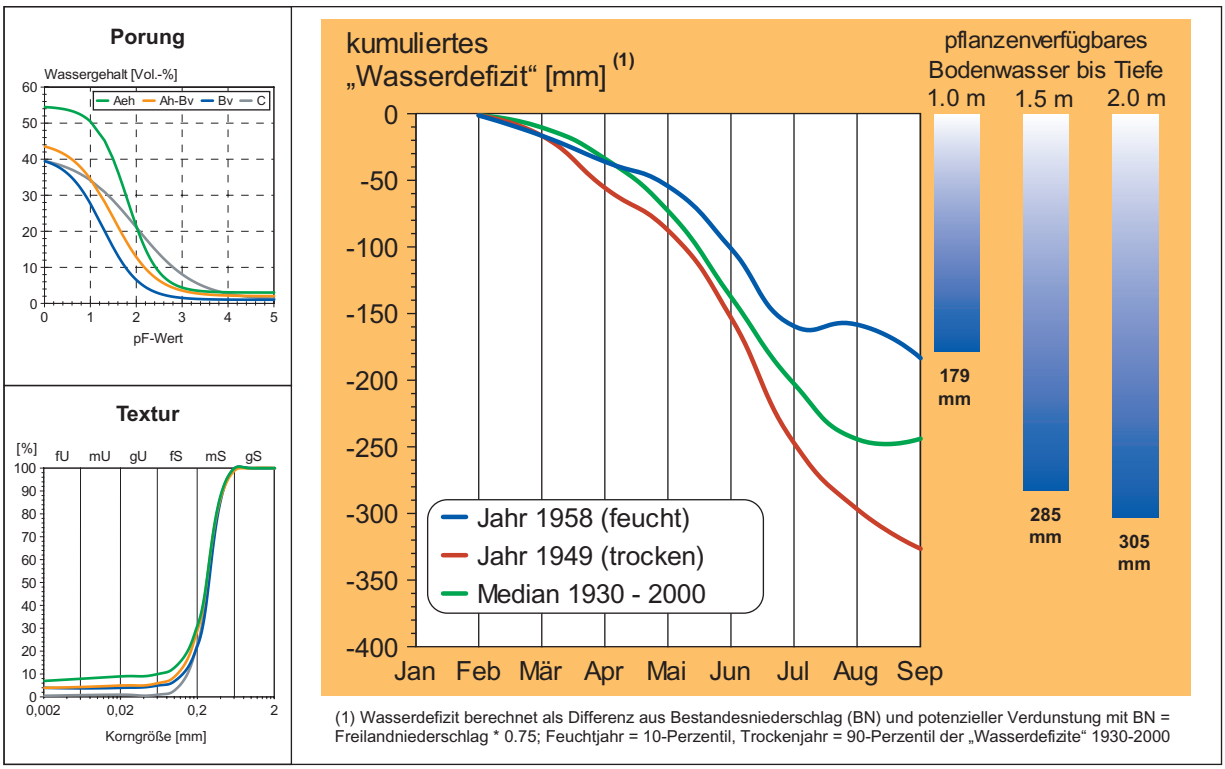
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden *sehr gering* bis *gering*. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis in 90 cm Tiefe auf *äußerst geringe* Werte. Die Basensättigung (BS) und der V-Wert zeigen eine vergleichsweise schlechte Ausstattung mit Nährstoffkationen an. Im Oberboden sind die Sättigungsgrade als *gering* zu bewerten. Bis 90 cm Tiefe steigen sie geringfügig auf *mäßige* Werte an. Die Vorräte an pflanzenverfügbarem Kalium-, Calcium und Magnesium sind jeweils als *sehr gering* zu bewerten. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit*. Die Stoffumsetzungsbedingungen sind damit relativ ungünstig. Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Die Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung ist aufgrund fehlender Puffersubstanzen im Unterboden *gering.*

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0-12	0	68	22	90	1	2,0	3,0	7,0	mS
Ah-Bv	12 - 36	1	69	24	94	1	1,0	2,0	4,0	mS
Bv	36 - 55	0	77	18	95	1	0,0	1,0	4,0	mS
Cv	55 - 110	1	49	49	99	0	0,5	0,5	0,5	mSfs
C	110 - 150	0	76	23	99	0	0,5	0,5	0,5	mS
II rGo-C	150 - 200	0	60	39	99	0	0,5	0,5	0,5	mS



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

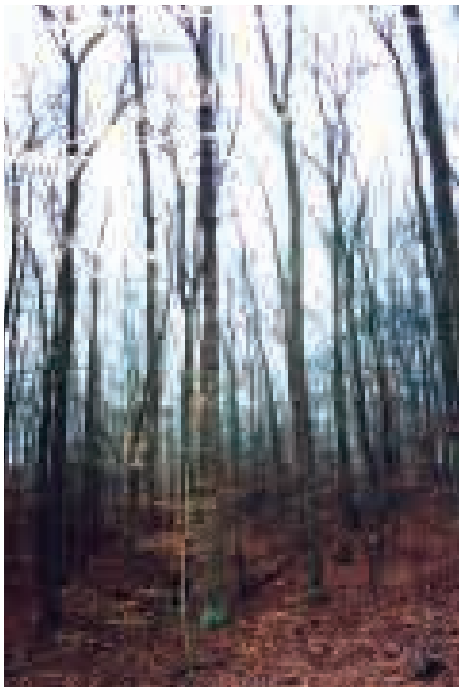
Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Die Luftkapazität liegt im sehr hohen Wertebereich und sinkt im Unterboden geringfügig ab. Der Boden ist tief durchwurzelbar. Für den Ausgleich des sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierenden Wasserdefizits in Feucht- und Durchschnittsjahren wäre eine effektive Durchwurzelungstiefe von mindestens 2 m notwendig. In überdurchschnittlich trockenen Jahren tritt Wassermangelstress auf und das Wachstum ist durch Anpassungsreaktionen (Spaltenschluss) eingeschränkt.

Der Standort ist vergleichsweise schlecht mit Nährstoffen versorgt. Möglicherweise spielt der erhöhte Eintrag von Stickstoff für die bestehende Bodenversauerung eine ursächliche Rolle. Der Wasserhaushalt stellt sich ebenfalls ungünstig dar. Als Bestandeszieltyp wird der Traubeneichen-Kiefernwald empfohlen.

P7: Podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit der Humusform Moder

+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+4 cm	**Ofh**	
–9 cm	**Aeh**	schwach lehmiger Sand, schwach humusangereichert, podsoliert
–21 cm	**Bhsv**	schwach lehmiger Sand, humus-und sesquioxidangereichert, verbraunt
–74 cm	**Bv**	schwach lehmiger Sand
–100 cm	**Cv**	schwach lehmiger Sand mit Lehmband in 90-100 cm Tiefe
–120 cm	**II Sw**	schwach lehmiger Sand, kurzzeitig stauwasserführend
>130 cm	**II Sd**	stark sandiger Lehm, wasserstauend

Forstadresse: AfF Eberswalde, Obf. Grimnitz, Revier Altenhof, Abt. 3471 a[5]
Wuchsgebiet: Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Eichhorster Platte
Großklimabereich: β = Neubrandenburger Klima (schwächer maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 60 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	372 mm	629 mm	831 mm
Niederschlag (V-IX)	129 mm	294 mm	483 mm
Temperatur (Jahr)	7,2 °C	8,7 °C	10,0 °C
Temperatur (V-IX)	14,1 °C	15,7 °C	19,0 °C
Temperatur Januar	–7,5 °C	–0,7 °C	2,9 °C
Temperatur Juli	15,2 °C	17,6 °C	21,8 °C
Temperaturschwankung	15,7 K	20,0 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–318 mm	38 mm	250 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–405 mm	–151 mm	72 mm

Feinbodenform (SEA 95):
BgS/L 57 = Bergrader Sand-Braunerde, lehmunterlagert, kurzzeitig schwach stauwasserbeeinflusst

Substratuntergruppe (SEA 95):
S_{ca}/L = Mittelfeinsande mit Kalziumkarbonat im Untergrund, lehmunterlagert

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

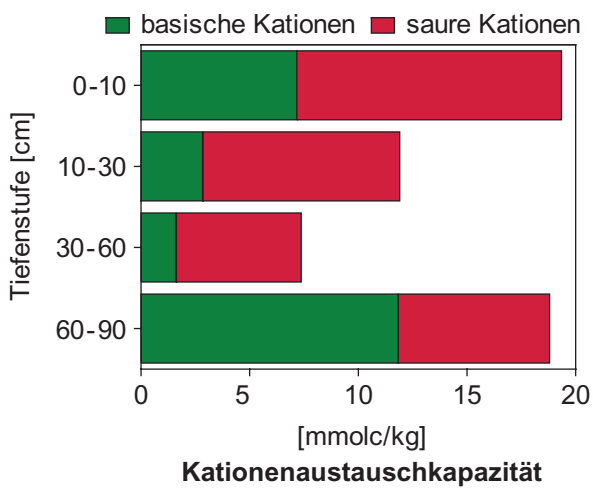
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (99 J. / 29,9 m), GKI, SBI
PNV (HOFMANN, 2001)	Knauelgras-Hainbuchen-Buchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-BU**, TEI-WLI-HBU, BU-ND, BU-DG

Chemische Eigenschaften:

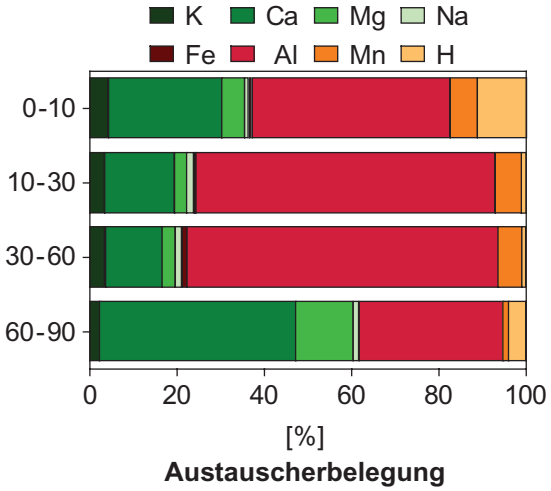
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			39,88	0,25	4,05	23,04	1,400	16,46
0 - 10	19,276	37	12,99	0,15	3,55	1,48	0,108	13,70
10 - 30	12,060	25	11,31	0,12	3,88	0,64	0,056	11,43
30 - 60	7,455	22	32,10	0,08	4,18	0,17	0,021	8,10
60 - 90	18,715	63	7,17	0,08	4,18	0,09	0,015	6,00

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	94,82	250,38	29,80	18,65	9,05	310,45	106,33
0 - 60	138,65	338,41	42,63	32,05	14,45	517,12	143,82
0 - 90	223,55	1107,54	180,20	66,10	23,39	749,62	177,54
0 - 30 inkl. Aufl.	153,62	502,03	62,98	20,81	10,01	312,68	151,13
0 - 60 inkl. Aufl.	197,45	590,06	75,81	34,22	15,41	519,34	188,62
0 - 90 inkl. Aufl.	282,35	1359,19	213,38	68,26	24,36	751,84	222,34

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	4,5	26,6	5,2	1,1	0,9	44,5	6,3	10,9
10 - 30	3,7	16,1	3,2	1,6	0,7	67,4	6,5	0,8
30 - 60	3,5	13,6	3,3	1,8	0,9	71,3	4,2	1,3
60 - 90	2,6	45,4	13,4	1,8	0,6	30,6	1,5	4,3



Kationenaustauschkapazität



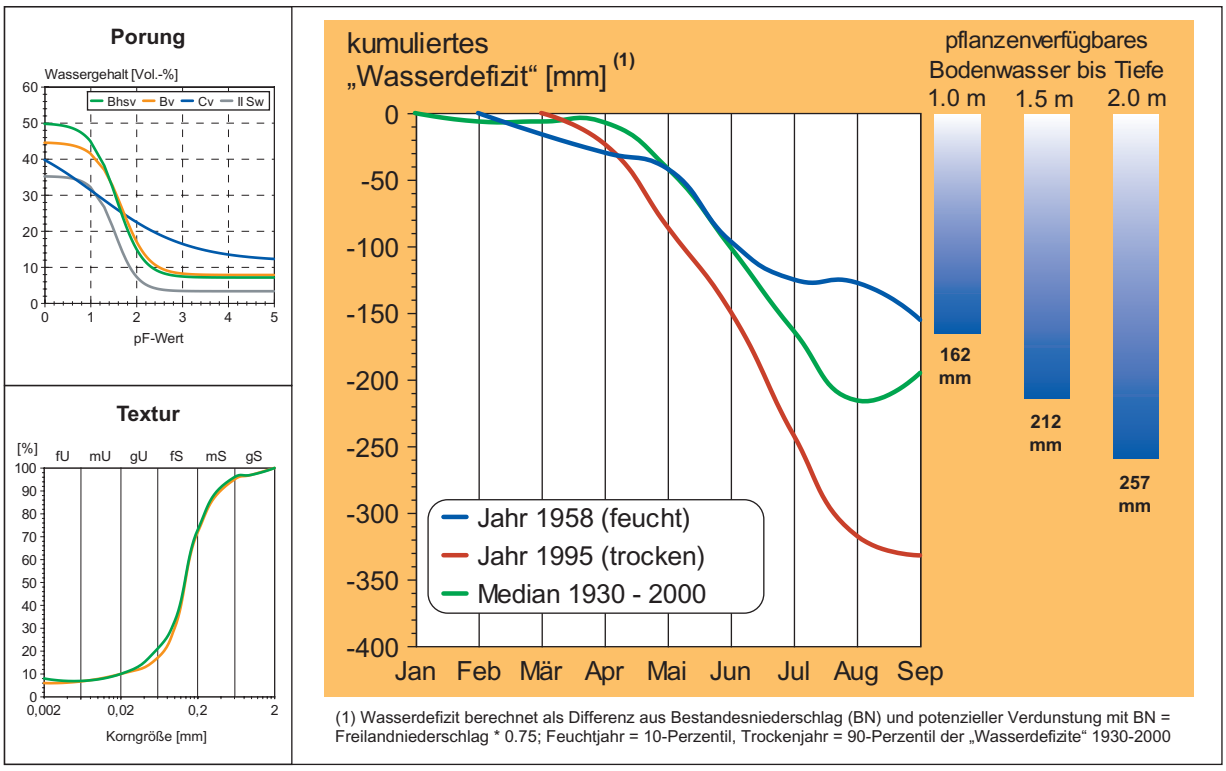
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist bis 90 cm Tiefe als *gering* zu bewerten. Die Basensättigung (BS) steigt von *mittleren* Werten im Oberboden auf *mäßig hohe* Werte im Unterboden an. Die Vorräte an Calcium, Kalium und Magnesium sind *gering* bis *mäßig.* Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet. Die relativ günstige Austauscherbelegung in 90 cm Tiefe lässt jedoch auf eine *hohe* Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung schließen. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng* bis *mittel*; es deutet auf hohe biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0 - 9									Sl2
Bhsv	9 - 21	4	23	52	79	11	2	13	8	Sl2
Bv	21 - 74	4	24	54	82	9	1	10	8	Sl2
Cv	74 - 100	5	23	55	83	7	4	11	6	Sl2
II Sw	100 - 120	4	23	55	82	6	6	12	6	Sl2



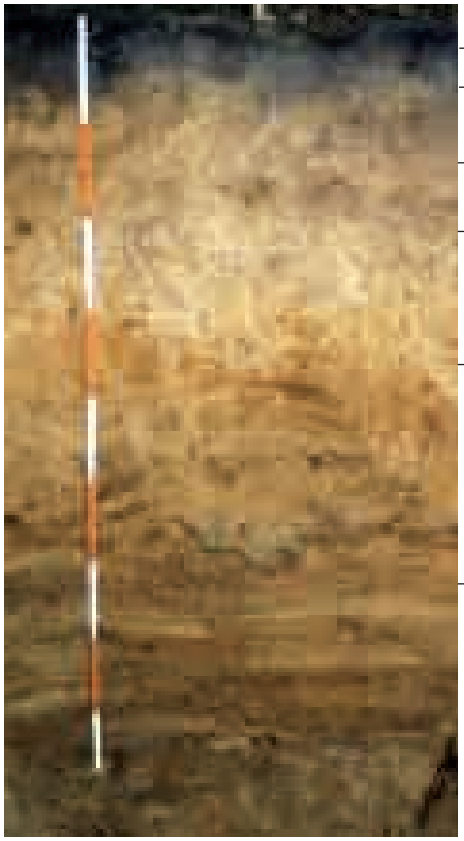
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen der schwach lehmigen Sande des Oberbodens bedeutsam. Zusätzlich profitieren die Gehölze von zeitweilig im Untergrund auftretendem Stauwasser. Die Luftkapazität im Oberboden liegt im sehr hohen Wertebereich und sinkt im Unterboden auf hohe bis mittlere Werte. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feucht- und Durchschnittsjahren durch das verfügbare Bodenwasser bis 1 m Tiefe ausgeglichen werden. Im dargestellten Trockenjahr, das in dieser Ausprägung etwa alle 10 Jahre einmal auftritt, herrscht hingegen Wassermangel.

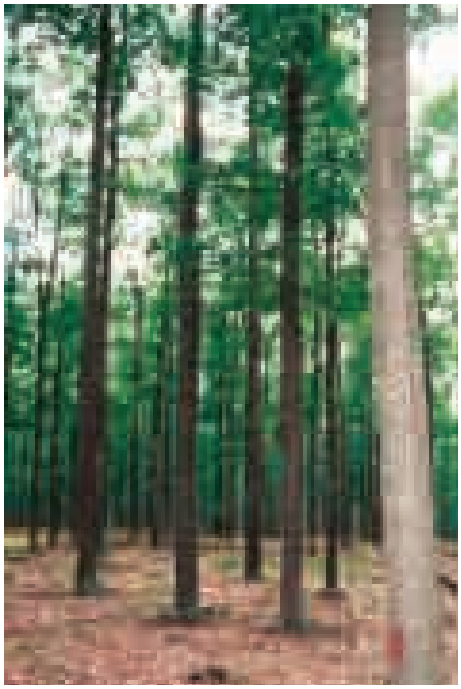
Vor allem aufgrund der günstigen Nährstoffverhältnisse im Unterboden liegt eine insgesamt gute Nährstoffversorgung vor. Um die Bodenfruchtbarkeit zu sichern und das aktuelle standörtliche Leistungspotenzial zu nutzen, sind Laubholztypen mit hoher Annäherung an die natürliche Baumartenzusammensetzung zu bevorzugen.

P8: Podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit rohhumusartigem Moder



+5 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+4 cm	**Ofh**	
–10 cm	**Ahe**	schwach toniger Sand, podsoliert, humusangereichert
–35 cm	**Bv**	schwach toniger Sand, verbraunt
–60 cm	**Bv-Cv**	schwach toniger Sand, schwach verbraunt
–110 cm	**Cv**	Mittelsand, schwach verbraunt
>180 cm	**II Cv**	Mittelsand, schwach verbraunt

Forstadresse: AfF Müllrose, Obf Kupferhammer, Revier Siehdichum, Abt. 63 b[1]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 105 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	332 mm	564 mm	745 mm
Niederschlag (V-IX)	119 mm	272 mm	443 mm
Temperatur (Jahr)	7,5 °C	9,0 °C	10,3 °C
Temperatur (V-IX)	14,6 °C	16,2 °C	19,4 °C
Temperatur Januar	–7,4 °C	–0,6 °C	3,0 °C
Temperatur Juli	15,7 °C	18,1 °C	22,3 °C
Temperaturschwankung	16,1 K	20,4 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–373 mm	–40 mm	151 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–424 mm	–180 mm	26 mm

Feinbodenform (SEA 95):
LwS = Lienewitzer Sand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
S_{ca} = Mittelfeinsande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

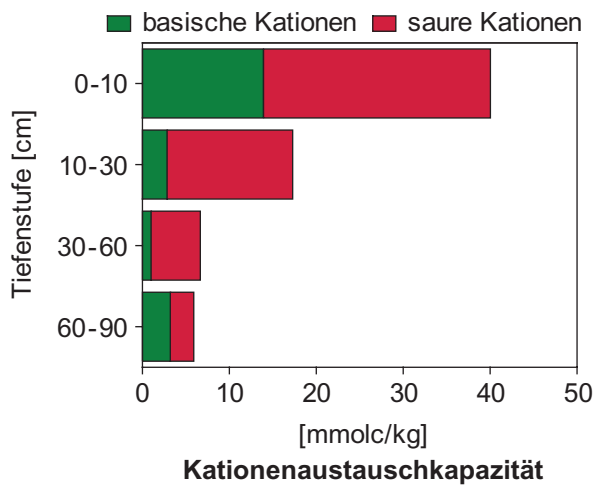
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (148 J. / 27,4 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Waldreitgras-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-KI**, KI-EI, KI-LH, KI-DG

Chemische Eigenschaften:

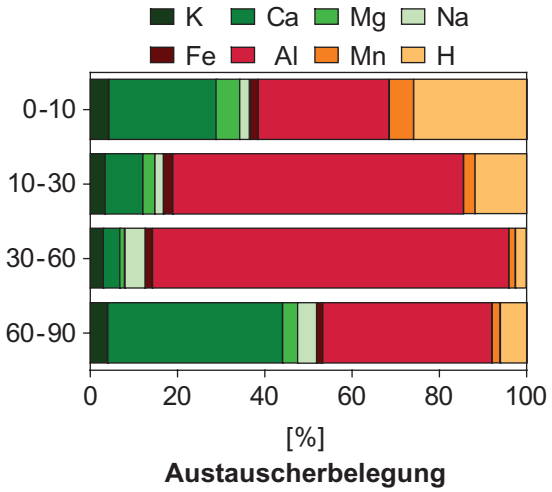
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			47,67	0,17	4,01	24,74	1,070	23,12
0 - 10	40,463	35	10,50	0,26	3,28	4,48	0,295	15,19
10 - 30	17,267	18	10,63	0,18	3,86	1,02	0,055	18,55
30 - 60	6,932	15	12,84	0,10	4,27	0,32	0,019	16,84
60 - 90	6,302	53	29,58	0,04	4,34	0,06	0,014	4,29

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	169,73	342,66	50,37	33,43	43,38	417,11	119,96
0 - 60	211,20	368,96	55,77	67,68	54,56	623,92	131,13
0 - 90	256,29	586,01	69,17	98,06	63,85	713,11	142,70
0 - 30 inkl. Aufl.	183,44	464,83	61,61	34,09	43,79	418,06	145,36
0 - 60 inkl. Aufl.	224,92	491,13	67,01	68,34	54,97	624,87	156,53
0 - 90 inkl. Aufl.	270,00	708,18	80,41	98,72	64,26	714,06	168,10

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	4,7	24,6	5,3	0,8	2,3	30,5	5,9	25,9
10 - 30	4,0	9,0	2,9	2,2	2,4	65,7	2,8	11,0
30 - 60	3,6	4,5	1,5	5,1	2,1	78,9	1,4	2,9
60 - 90	4,3	40,2	4,1	4,9	1,9	36,8	1,6	6,3



Kationenaustauschkapazität



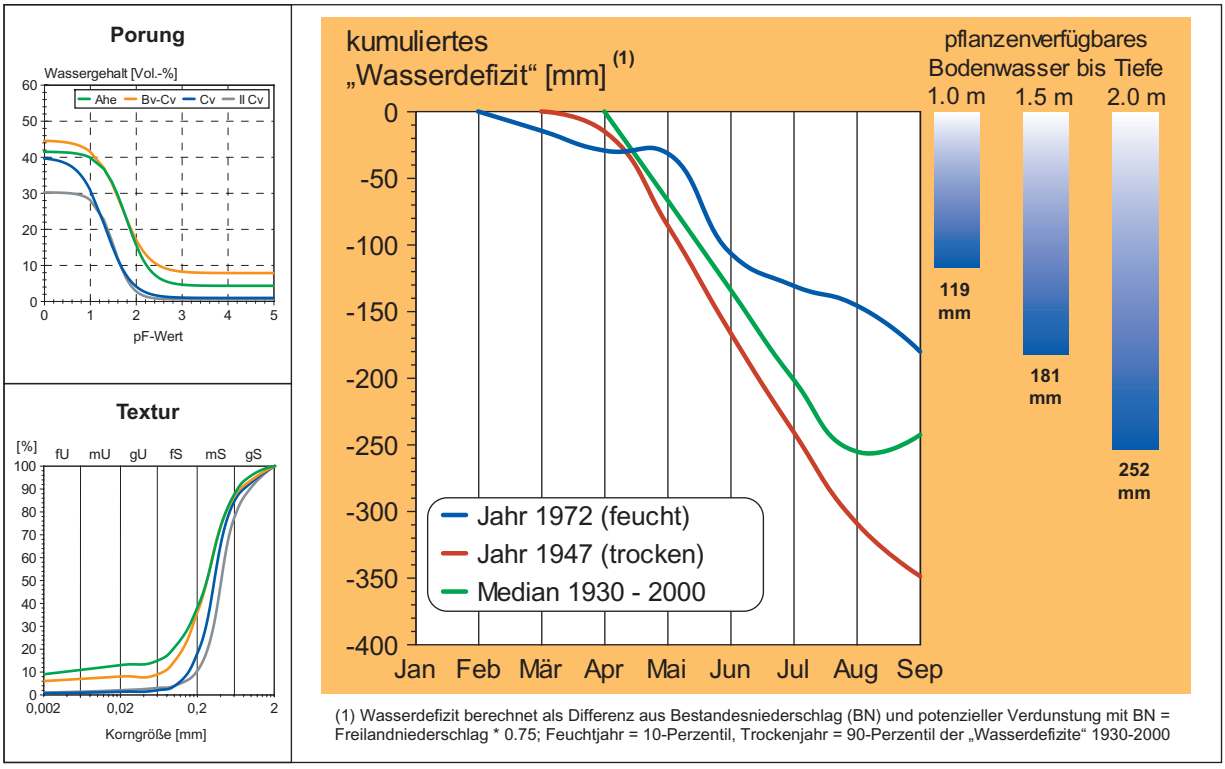
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering bis mittel* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis zur Untergrenze des Hauptwurzelraums weiter ab und liegt dann im *äußerst geringen* Bereich. Die Basensättigung (BS) im Hauptwurzelraum ist als *gering* zu bewerten. Sie steigt bis 90 cm Tiefe auf *mäßig hohe* Werte an. Die Nährstoffvorräte sind *gering* (Mg und K) bzw. *mittel* (Ca). Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit*. Die Stoffumsetzungsbedingungen sind damit relativ ungünstig.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ahe	0 - 10	12	49	24	85	2,0	4,0	6,0	9,0	St2
Bv	10 - 35	15	51	24	90	1,0	1,0	2,0	8,0	St2
Bv-Cv	35 - 60	13	50	28	91	1,0	2,0	3,0	6,0	St2
Cv	60 - 110	15	66	17	98	0,7	0,6	1,3	0,7	mS
II Cv	110 - 180	22	67	8	97	1,0	1,0	2,0	1,0	mSgs



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

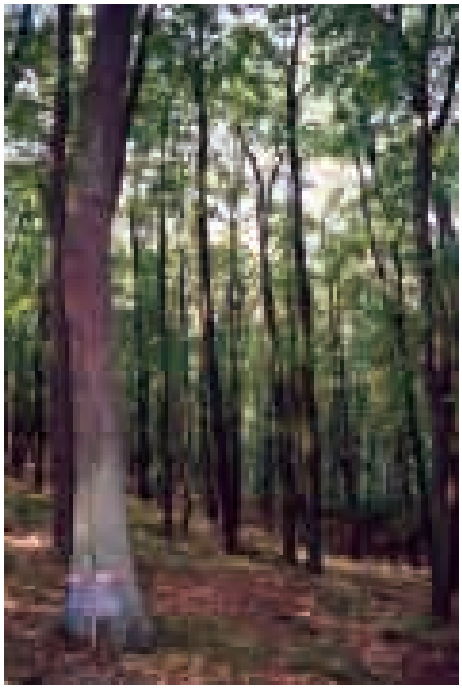
Die Wasserspeicherkapazität liegt im Bereich geringer Werte. Die Mittelsande im Unterboden haben ein sehr geringes Speichervermögen. Die Luftkapazität liegt im hohen und sehr hohen Wertebereich. Der Boden ist sehr tief durchwurzelbar. Selbst in feuchten und durchschnittlichen Jahren ist die sommerliche Bodenaustrockung so stark, dass anhaltender Wassermangelstress besteht und das Wachstum durch Anpassungsreaktionen (Spaltenschluss) stark eingeschränkt ist.

Aus dem mäßigen Nährstoffangebot und der angespannten Wasserversorgung resultiert die waldbauliche Fokussierung auf die Baumarten Traubeneiche und Gemeine Kiefer. Durch die Bewirtschaftung der tiefwurzelnden Eiche werden Basen aus dem Untergrund in den ökosystemaren Stoffkreislauf eingebunden. Das aktiviert die Stoffumsetzungsprozesse und führt langfristig zu einem Oberbodenzustand, der sich im natürlichen Gleichgewicht mit dem Standortpotenzial befindet.

P9: Podsolige Braunerde aus Geschiebesand mit rohhumusartigem Moder

+5 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+2 cm	**Ofh**	
–12 cm	**Ahe**	schwach toniger Sand, podsoliert, humusangereichert
–60 cm	**Bsv**	feinsandiger Mittelsand, verbraunt, sesquioxidangereichert
–90 cm	**Bv-Cv**	Mittelsand, verbraunt - schwach verbraunt
–125 cm	**II Cv1**	feinsandiger Mittelsand, schwach verbraunt, verhärtete Eisenkonkretionen
>200 cm	**II Cv2**	grobsandiger Mittelsand, schwach verbraunt, eisenfleckig

Forstadresse: AfF Königs Wusterhausen, Obf. Potsdam, Revier Sternschanze, Abt. 7338 b[8]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Potsdamer Seen und Hügel
Großklimabereich: π = Potsdamer Klima (schwächer pseudomaritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 45 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	339 mm	574 mm	761 mm
Niederschlag (V-IX)	118 mm	270 mm	438 mm
Temperatur (Jahr)	7,6 °C	9,1 °C	10,4 °C
Temperatur (V-IX)	14,6 °C	16,2 °C	19,5 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	–0,4 °C	3,2 °C
Temperatur Juli	15,6 °C	18,0 °C	22,2 °C
Temperaturschwankung	15,9 K	20,3 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–362 mm	–29 mm	171 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–421 mm	–178 mm	25 mm

Feinbodenform (SEA 95):
GmS = Grubenmühler Sand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
S_{ca} = Mittelfeinsande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TZ2 = ziemlich nährstoffarm, terrestrisch mittelfrisch

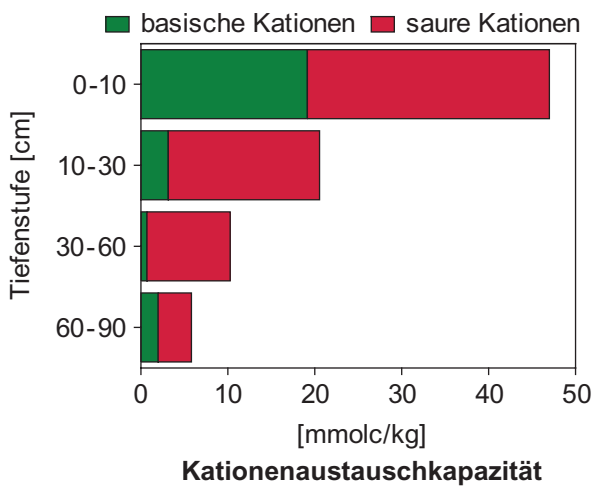
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (111 J. / 23, 8 m), GKI
PNV (HOFMANN, 2001)	Drahtschmielen-Eichenwald
Bestandeszieltyp	**KI-EI**, KI-(EI), KI-(BU), KI-DG

Chemische Eigenschaften:

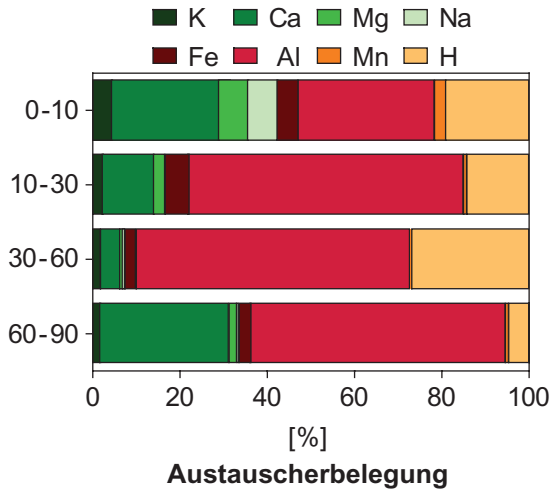
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			41,05	0,29	4,08	39,48	1,540	25,64
0 - 10	47,812	41	12,35	0,25	3,16	5,82	0,281	20,71
10 - 30	20,805	16	10,71	0,19	3,66	1,55	0,070	22,14
30 - 60	10,421	8	14,62	0,10	4,25	0,38	0,026	14,62
60 - 90	6,277	36	25,77	0,07	4,34	0,15	0,014	10,71

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	176,48	433,68	69,89	12,58	109,66	475,47	56,72
0 - 60	209,27	470,13	75,18	18,14	129,68	710,75	59,87
0 - 90	233,76	648,91	81,33	22,12	146,46	853,85	69,17
0 - 30 inkl. Aufl.	212,92	593,44	94,08	15,14	110,10	476,46	82,03
0 - 60 inkl. Aufl.	245,72	629,89	99,38	20,71	130,11	711,74	85,19
0 - 90 inkl. Aufl.	270,21	808,67	105,52	24,68	146,90	854,84	94,49

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	5,0	27,8	7,4	0,5	5,2	32,2	2,9	19,0
10 - 30	2,9	10,1	2,7	0,5	5,3	63,4	0,7	14,4
30 - 60	2,0	4,4	1,1	0,6	2,6	63,2	0,3	25,9
60 - 90	2,2	31,0	1,8	0,6	3,1	55,3	1,2	4,8



Kationenaustauschkapazität



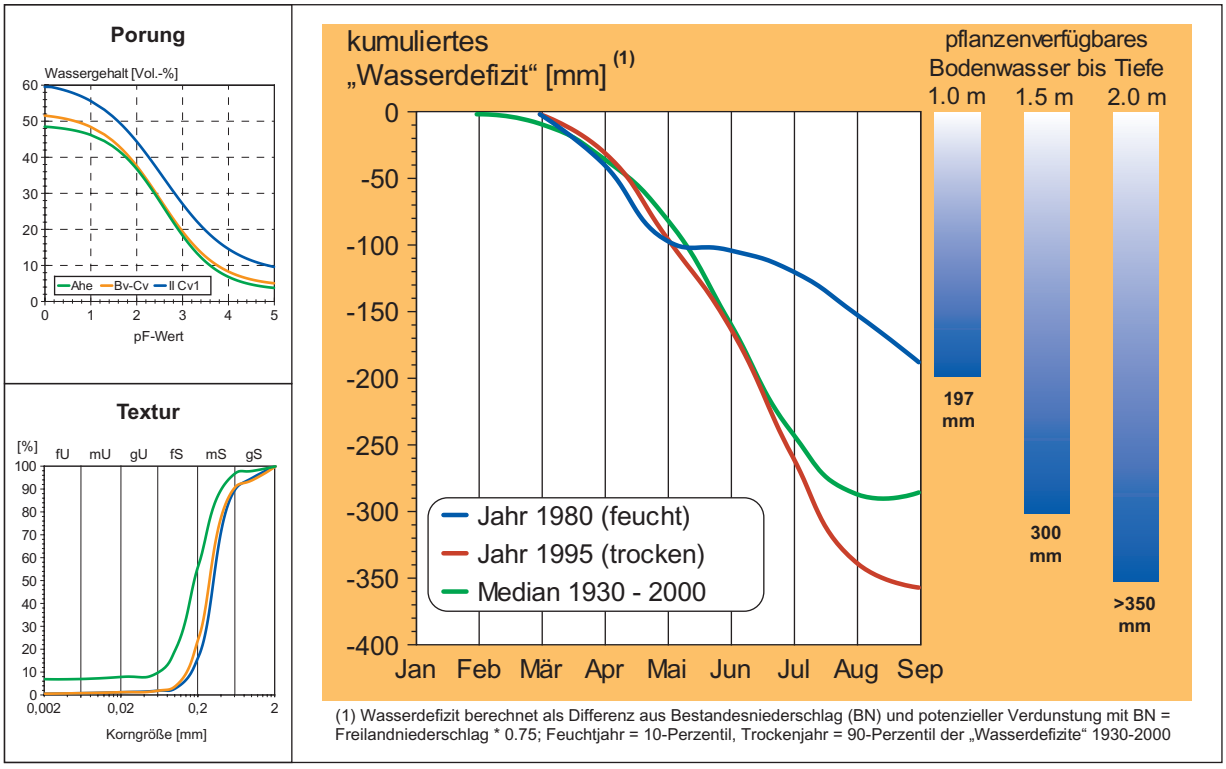
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) befindet sich im Oberboden im *mittleren* Bereich und sinkt bis 90 cm Tiefe auf *sehr geringe* Werte ab. Die Basensättigungen liegen im Oberboden sowie bis in 90 cm Tiefe im *mittleren* Bereich. Die Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K) sind *gering* bis *mäßig*. Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit* bis *weit* und deutet auf geringe biologische Aktivität und ungünstige Stoffumsetzungsbedingungen. Die Nährstoffversorgung erscheint damit relativ ungünstig.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ahe	0-12	3	40	47	90	2,0	1,0	3,0	7,0	St2
Bsv	12 - 60	9	44	41	94	1,0	1,0	2,0	4,0	mSfs
Bv-Cv	60 - 90	9	66	23	98	0,7	0,6	1,3	0,7	mS
II Cv1	90 - 125	10	41	43	94	1,0	2,0	3,0	3,0	mSfs
II Cv2	125 - 200	10	73	15	98	0,7	0,6	1,3	0,7	mSgs



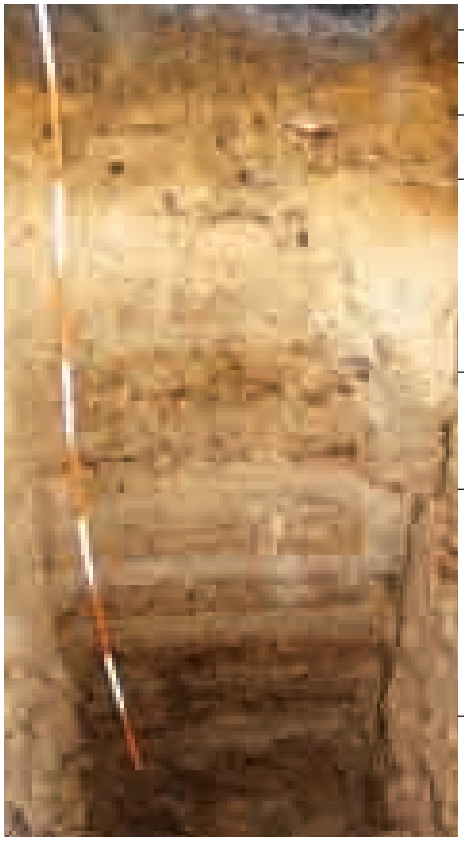
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Günstig auf den pflanzenverfügbaren Bodenwasservorrat wirkt der Feinsandanteil des Bodens. Die Luftkapazität liegt im Bereich hoher Werte. Der Boden ist sehr tief durchwurzelbar. Bei einer effektiven Durchwurzelungstiefe von 1,5–2,0 m wird das witterungsbedingte Wasserdefizit während der Vegetationsperiode vom pflanzenverfügbaren Bodenwasser weitgehend ausgeglichen und es kommt nicht zu ausgeprägtem Wassermangelstress.

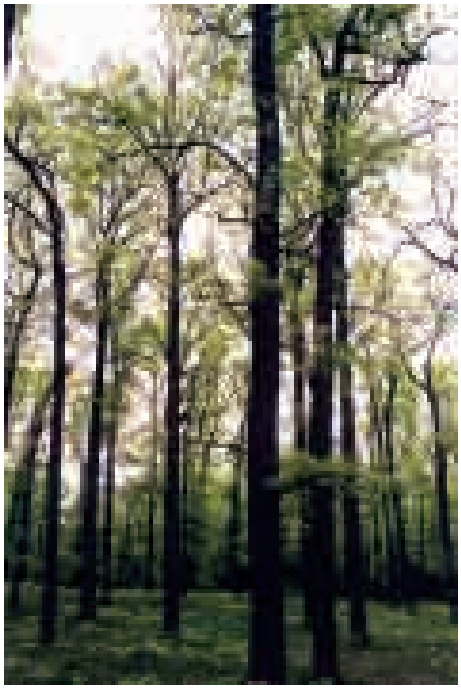
Aus der Hanglage ergeben sich hinsichtlich der Wasserversorgung stärkere kleinräumige Unterschiede. An exponierten Stellen besteht Verhagerungsgefahr. Der ungünstige Nährstoffhaushalt spricht für die Kiefer als bestandesbildende Baumart. Das durch die zahlreichen Havelseen günstige Lokalklima erlaubt in Abhängigkeit vom Relief die Beimischung von Eiche und Buche im Nebenbestand. Allerdings ist die wirtschaftliche Erwartung bei der Rotbuche vergleichsweise gering.

P10: Podsolige Braunerde aus Sandersand mit Moder



+4 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+2 cm	**Ofh**	
–4 cm	**Ahe**	schwach toniger Sand, mittel humos
–23 cm	**Bhsv**	schwach toniger Sand, schwach humos
–45 cm	**Bv**	schwach toniger Sand, verbraunt
–80 cm	**Cv1**	feinsandiger Mittelsand
–160 cm	**Cv2**	mittelsandiger Feinsand
>200 cm	**II C**	schwach toniger Sand

Forstadresse: AfF Templin, Obf. Reiersdorf, Revier Wucker, Abt. 1110 a[3]
Wuchsgebiet: Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Angermünde-Strasburger Grund- (Wellen-)moräne
Großklimabereich: β = Neubrandenburger Klima (schwächer maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 60 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	373 mm	591 mm	764 mm
Niederschlag (V-IX)	147 mm	292 mm	437 mm
Temperatur (Jahr)	7,1 °C	8,7 °C	9,9 °C
Temperatur (V-IX)	14,1 °C	15,7 °C	18,9 °C
Temperatur Januar	–7,6 °C	–0,6 °C	3,0 °C
Temperatur Juli	15,1 °C	17,6 °C	21,9 °C
Temperaturschwankung	15,8 K	19,9 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–317 mm	–1 mm	195 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–388 mm	–153 mm	26 mm

Feinbodenform (SEA 95):
BoS = Bodenseichener Sand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
S_{ca} = Mittelfeinsande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

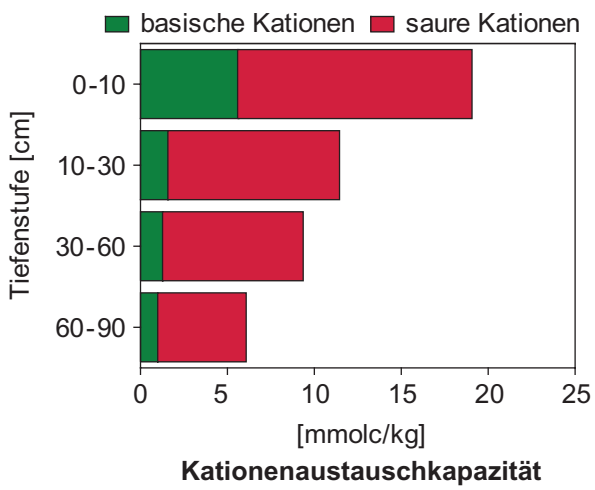
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (177 J. / 30,4 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Schattenblumen-Buchenwald
Bestandeszieltyp	**KI-BU,** TEI-BU, TEI-KI, KI-EI, BU-DG

Chemische Eigenschaften:

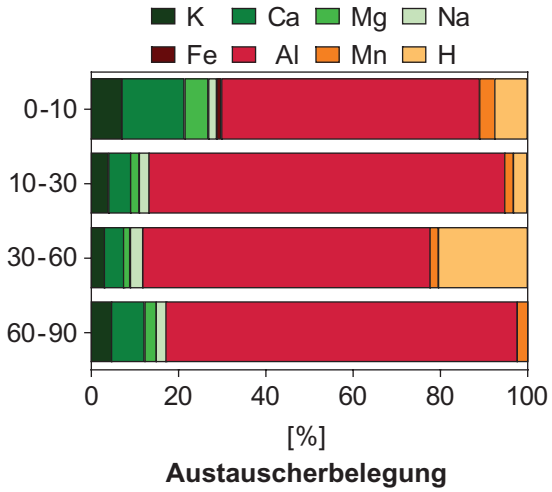
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage								
0 - 10	19,56	30	12,70	0,17	3,75	1,89	0,096	19,69
10 - 30	11,66	15	10,60	0,13	4,12	0,70	0,036	19,44
30 - 60	9,55	14	10,20	0,08	4,29	0,27	0,017	15,88
60 - 90	6,42	19	17,20	0,07	4,32	0,07	0,003	23,33

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	129,03	112,24	27,15	34,08	3,49	372,18	46,56
0 - 60	189,02	155,63	36,70	66,06	4,84	613,57	70,10
0 - 90	245,21	201,80	45,98	85,15	7,96	811,20	93,04
0 - 30 inkl. Aufl.	129,03	112,24	27,15	34,08	3,49	372,18	46,56
0 - 60 inkl. Aufl.	189,02	155,63	36,70	66,06	4,84	613,57	70,10
0 - 90 inkl. Aufl.	245,21	201,80	45,98	85,15	7,96	811,20	93,04

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	7,2	15,1	5,6	2,2	0,4	58,0	3,8	7,7
10 - 30	4,4	5,1	2,3	2,8	0,2	81,3	2,2	1,7
30 - 60	3,7	5,2	1,9	3,3	0,2	63,9	2,0	19,9
60 - 90	5,1	8,1	2,7	2,9	0,6	77,6	2,9	0,0



Kationenaustauschkapazität



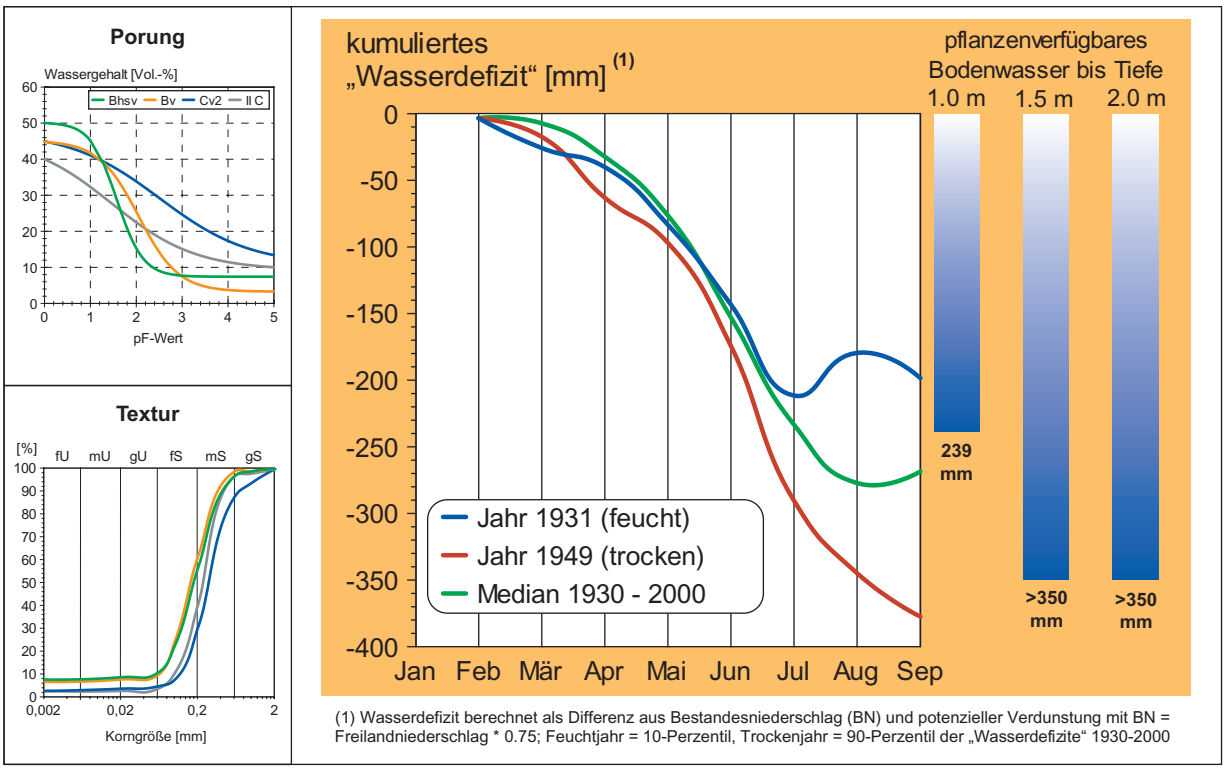
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis in 90 cm Tiefe auf *sehr geringe* Werte. Die Basensättigung liegt im Bereich *geringer* Werte. Die Vorräte an pflanzenverfügbarem Kalium-, Calcium und Magnesium sind jeweils als *sehr gering* zu bewerten. Andererseits sind die K- und Mg-Sättigungsgrade am Austauscher relativ hoch. Die pH-Werte liegen nur im Oberboden im Aluminium-Pufferbereich; ansonsten sind sie dem günstigeren Austauscherpufferbereich zuzuordnen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ahe	0 - 4	3	40	46	89	2	1	3	8	St2
Bhs	4 - 23	1	37	52	90	2	1	3	7	St2
Bv	23 - 45	0	29	61	90	3	1	4	6	St2
Cv1	45 - 80	12	57	26	95	1	1	2	3	mSfs
Cv2	80 - 160	3	56	37	96	1	0	1	3	fSms
II C	160 - 200	7	61	24	92	1	1	2	6	St2



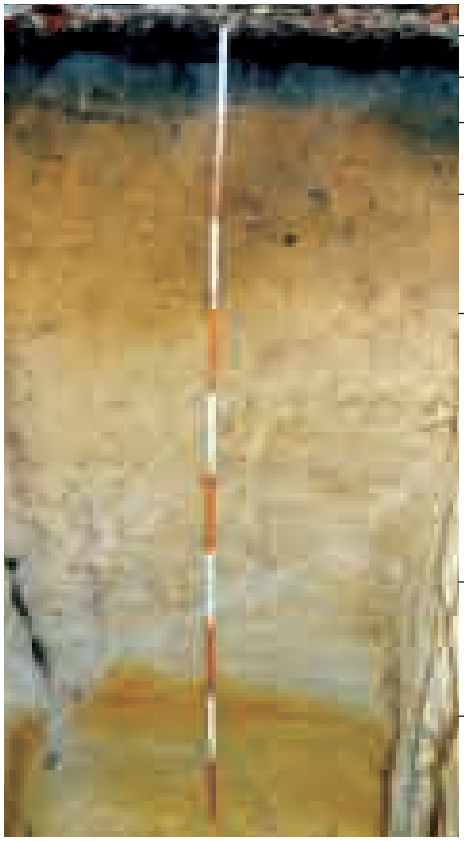
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität ist hoch. Die Luftkapazität ist im Hauptwurzelraum hoch und sinkt im Unterboden auf geringe Werte. Der Boden ist tief durchwurzelbar. Bei einer effektiven Durchwurzelungstiefe von mindestens 1,5 m kann davon ausgegangen werden, dass selbst in Trockenjahren kein wesentlicher Wassermangelstress besteht und das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit aus dem Bodenspeicher ausgeglichen wird.

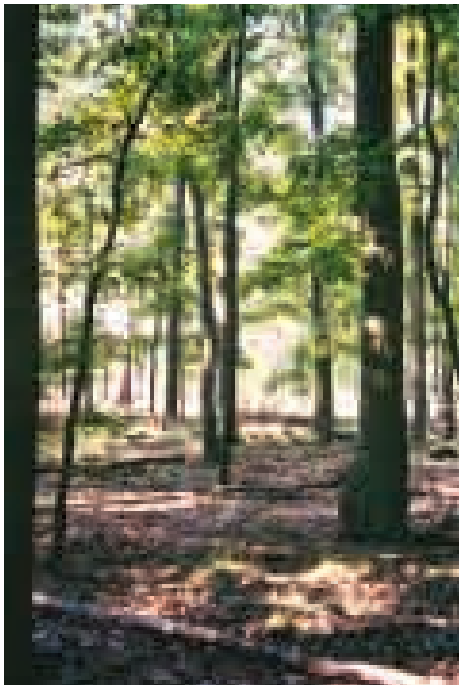
Der Standort erlaubt die Verwirklichung des leistungsstarken Kiefern-Buchen-Typs. Eine weitere waldbauliche Option stellt die Bewirtschaftung eichendominierter Bestände mit flächenweiser Beimischung von Rotbuche und/oder Douglasie dar. Für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit ist eine ständige bodenmeliorativ wirksame Laubholzbeimischung (Rotbuche, Traubeneiche) erforderlich.

P11: Podsol-Braunerde aus Sandersanden mit rohhumusartigem Moder



+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+5 cm	**Of**	
+4 cm	**Oh**	
–8 cm	**Aeh**	schwach toniger Sand, mittel humos
–12 cm	**Bsv**	schwach toniger Sand, sesquioxidangereichert
–60 cm	**Bv**	schwach toniger Sand, verbraunt
–130 cm	**Cv**	mittelsandiger Feinsand, schwach verbraunt
>200 cm	**rGo-C**	feinsandiger Mittelsand, reliktisch grundwasser-beeinflusst

Forstadresse: AfF Peitz, Obf. Pinnow, Revier Kleinsee, Abt. 127 a[5]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 65 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	348 mm	592 mm	776 mm
Niederschlag (V-IX)	122 mm	278 mm	448 mm
Temperatur (Jahr)	7,6 °C	9,1 °C	10,4 °C
Temperatur (V-IX)	14,6 °C	16,2 °C	19,5 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	–0,5 °C	3,1 °C
Temperatur Juli	15,7 °C	18,2 °C	22,4 °C
Temperaturschwankung	16,2 K	20,5 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–360 mm	–25 mm	181 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–418 mm	–174 mm	30 mm

Feinbodenform (SEA 95):
BäS = Bärenthorener Sand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
S = Mittelfeinsande, kalziumkarbonatfreid

Stammgruppe (SEA 95):
TZ2 = ziemlich nährstoffarm, terrestrisch mittelfrisch

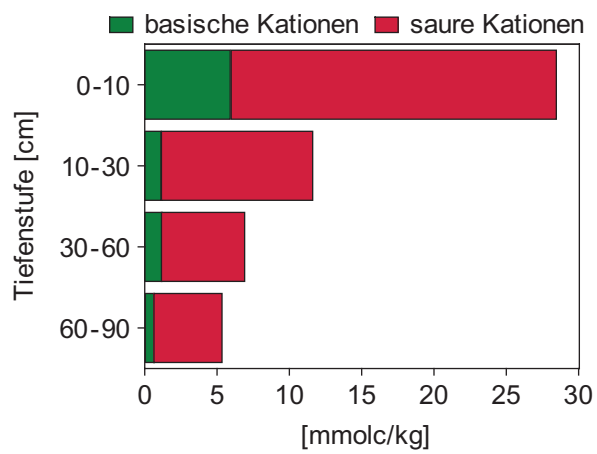
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (122 J. / 26,2 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Blaubeer-Kiefern-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**KI-EI**, KI-(EI), KI-BI

Chemische Eigenschaften:

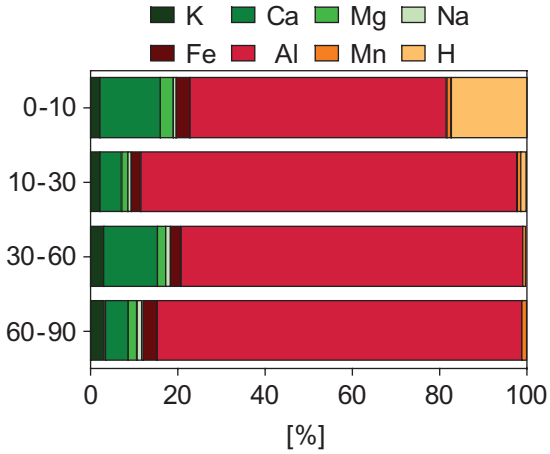
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			15,78	1,10	2,92	24,36	1,033	23,58
0 - 10	28,557	21	8,97	0,22	3,40	2,43	0,092	26,41
10 - 30	11,474	10	10,12	0,13	4,12	0,77	0,031	24,84
30 - 60	6,785	20	6,87	0,08	4,36	0,29	0,015	19,33
60 - 90	5,345	12	11,97	0,07	4,30	0,18	0,008	22,50

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	74,44	147,75	22,59	12,52	42,25	457,38	23,74
0 - 60	116,08	223,56	31,38	19,87	57,88	665,17	33,47
0 - 90	150,25	251,86	37,39	27,13	74,22	853,09	43,52
0 - 30 inkl. Aufl.	128,49	316,55	44,92	18,16	57,95	519,19	56,72
0 - 60 inkl. Aufl.	170,13	392,37	53,71	25,51	73,58	726,97	66,45
0 - 90 inkl. Aufl.	204,31	420,67	59,72	32,77	89,92	914,89	76,50

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	2,6	14,2	3,4	0,7	3,7	56,9	1,3	17,2
10 - 30	2,6	5,3	1,5	0,8	2,4	84,6	1,1	1,7
30 - 60	3,5	12,5	2,4	1,1	2,8	76,5	1,2	0,0
60 - 90	3,5	5,6	2,0	1,3	3,5	82,8	1,5	0,0



Kationenaustauschkapazität



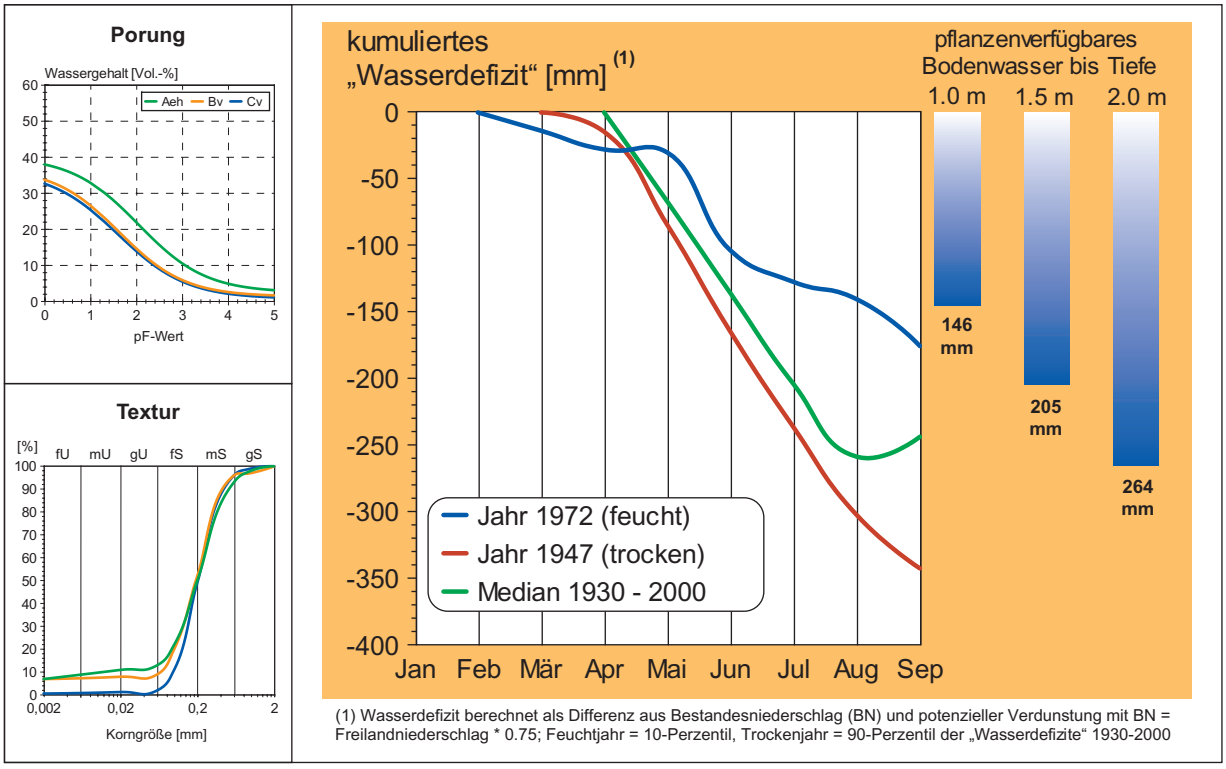
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als sehr *gering* bis *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis in 90 cm Tiefe auf *äußerst geringe* Werte. Die Basensättigung (BS) und der V-Wert zeigen eine vergleichsweise schlechte Ausstattung mit Nährstoffkationen an. Während im humosen Oberboden noch *mäßig* „Basen“ am Austauscher gebunden sind, befindet sich der Unterboden im Bereich *geringer* Sättigungsgrade. Die *sehr geringen* Kalium- und Magnesiumvorräte unterstreichen die besonders ungünstigen Nährstoffverhältnisse. Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Die Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung ist aufgrund fehlender Puffersubstanzen im Unterboden *gering*. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit* bis *weit* und deutet auf geringe biologische Aktivität und ungünstige Stoffumsetzungsbedingungen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0 - 8	7	43	37	87	2,0	4,0	6,0	7,0	St2
Bsv	8 - 12	7	43	37	87	2,0	4,0	6,0	7,0	St2
Bv	12 - 60	4	44	43	91	1,0	1,0	2,0	7,0	St2
Cv	60 - 130	4	47	47	98	0,7	0,6	1,3	0,7	fSms
rGo-C	130 - 200	0	45	51	96	0,5	0,5	1,0	3,0	mSfs



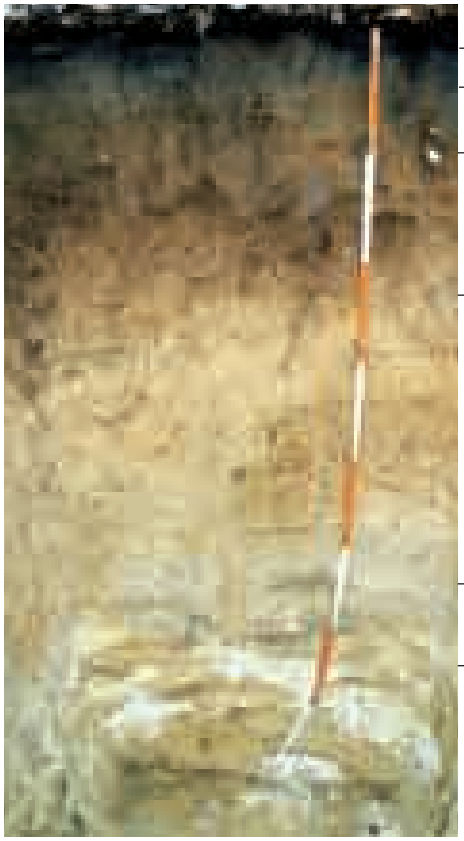
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität befindet sich im mittleren Wertebereich. Die Luftkapazität liegt im Oberboden ebenfalls im mittleren Wertebereich und weist im Unterboden hohe Werte auf. Der Boden ist tief durchwurzelbar. Das sich im Laufe der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufbauende Wasserdefizit kann in Feuchtjahren bei einem effektiven Wurzelraum von mindestens 1,0 m Tiefe ohne größeren Wassermangelstress ausgeglichen werden. In Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf sollte der effektive Wurzelraum mindestens bis 2 m Tiefe reichen und in Trockenjahren, wie sie durchschnittlich alle 10 Jahre einmal auftreten, ist grundsätzlich von längeren Phasen mit Wassermangelstress auszugehen, in denen Anpassungsreaktionen (Spaltenschluss) zu eingeschränktem Wachstum führen.

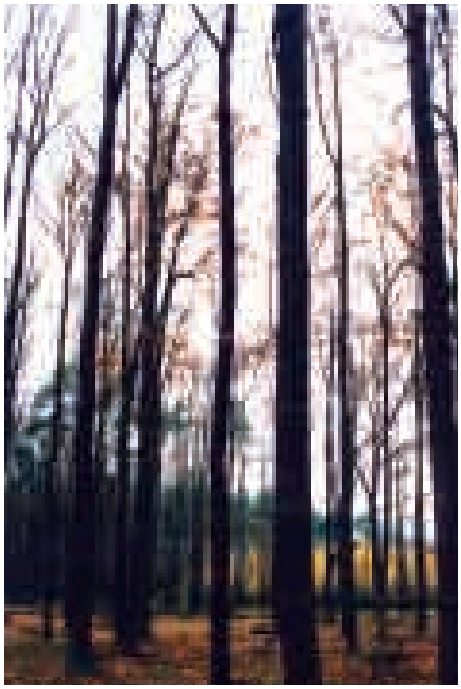
Die PNV-nahen Bestandeszieltypen (Kiefern-Eichen-Mischbestände) erfüllen unter den vorliegenden Bedingungen starker Nährstoffarmut und relativ geringer Wasserverfügbarkeit am ehesten die wirtschaftlichen und bodenökologischen Anforderungen.

P12: Podsol-Braunerde aus Sandersanden mit rohhumusartigem Moder



+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+4 cm	**Ofh**	
–8 cm	**Aeh**	schwach toniger Sand, podsoliert
–45 cm	**Bsv**	schwach toniger Sand, verbraunt
–115 cm	**Bv-Cv**	Mittelsand, schwach verbraunt
–130 cm	**Cv**	Mittelsand, eisenfleckig
>160 cm	**II C+Bbt**	mittel lehmiger Sand, Lehmbänder, eisenfleckig

Forstadresse: AfF Peitz, Obf. Pinnow, Revier Pinnow, Abt. 192 a[7]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 90 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	361 mm	609 mm	803 mm
Niederschlag (V-IX)	126 mm	288 mm	468 mm
Temperatur (Jahr)	7,4 °C	9,0 °C	10,2 °C
Temperatur (V-IX)	14,5 °C	16,1 °C	19,3 °C
Temperatur Januar	–7,4 °C	–0,6 °C	3,0 °C
Temperatur Juli	15,6 °C	18,0 °C	22,2 °C
Temperaturschwankung	16,0 K	20,3 K	27,1 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–342 mm	3 mm	212 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–413 mm	–159 mm	55 mm

Feinbodenform (SEA 95):
SnS = Sauener Bändersand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
bS = Bändersande, kalziumkarbonatfrei

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

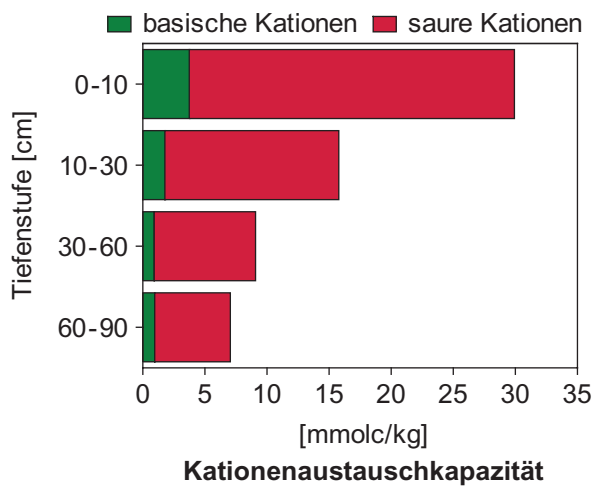
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (131 J. / 29,0 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Waldreitgras-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-KI,** KI-EI, KI-LH

Chemische Eigenschaften:

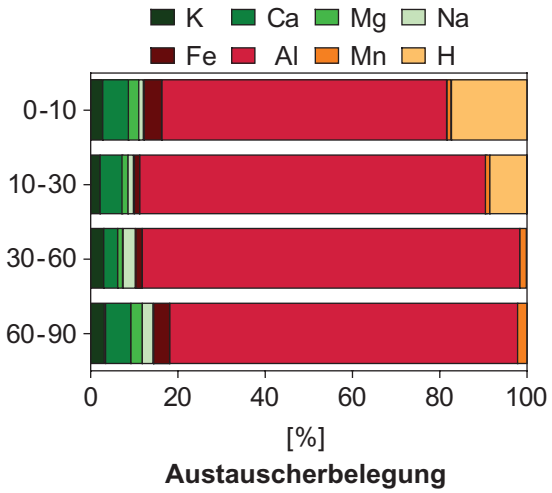
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			12,59	0,62	3,08	14,90	0,603	24,71
0 - 10	30,54	13	8,91	0,25	3,31	1,97	0,075	26,27
10 - 30	16,18	11	4,70	0,16	3,95	0,89	0,036	24,72
30 - 60	9,36	11	11,76	0,10	4,23	0,27	0,012	22,50
60 - 90	7,36	15	17,29	0,09	4,16	0,08	0,005	16,00

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	93,89	98,19	24,10	23,96	49,17	556,83	34,91
0 - 60	141,12	126,17	30,84	52,84	63,53	863,92	48,81
0 - 90	187,44	165,27	42,58	70,92	89,10	1093,19	68,80
0 - 30 inkl. Aufl.	150,76	278,75	46,90	30,02	61,86	592,45	83,60
0 - 60 inkl. Aufl.	197,99	306,73	53,64	58,91	76,21	899,54	97,50
0 - 90 inkl. Aufl.	244,31	345,83	65,38	76,98	101,79	1128,81	117,49

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	2,9	6,0	3,0	0,9	4,5	63,7	1,4	17,7
10 - 30	2,7	5,4	1,7	1,5	1,7	79,8	1,6	5,6
30 - 60	3,0	3,5	1,4	3,2	1,9	85,7	1,3	0,0
60 - 90	3,6	6,0	3,0	2,4	4,2	78,5	2,2	0,0



Kationenaustauschkapazität



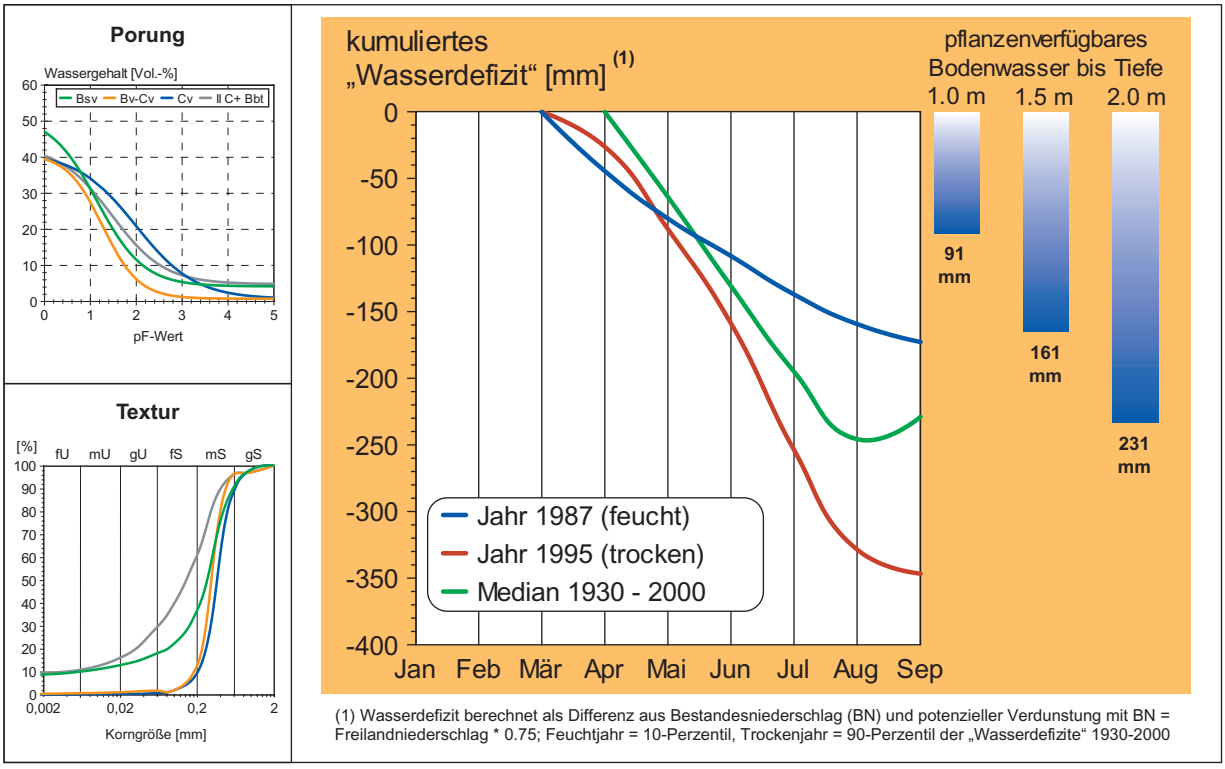
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis in 90 cm Tiefe auf *sehr geringe* Werte. Die Basensättigung (BS) und der V-Wert zeigen eine vergleichsweise schlechte Ausstattung mit Nährstoffkationen an. Bis 90 cm Tiefe liegen die Sättigungsgrade im *geringen* Bereich. Die *sehr geringen* pflanzenverfügbaren Kalium- und Magnesiumvorräte unterstreichen die ungünstigen Nährstoffverhältnisse. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit* bis *weit* und deutet auf geringe biologische Aktivität und ungünstige Stoffumsetzungsbedingungen. Anhand der pH-Werte zeigt sich, dass sich der Boden bis in 90 cm Tiefe im Aluminium-Pufferbereich befindet und damit versauert ist.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0 - 8									St2
Bsv	8 - 45	10	54	18	82	5,0	4,0	9,0	9,0	St2
Bv-Cv	45 - 115	4	84	10	98	0,7	0,6	1,3	0,7	mS
Cv	115 - 130	12	79	8	99	0,3	0,3	0,6	0,3	mS
II C+Bbt	130 - 160	4	36	31	71	13	6,0	19,0	10,0	Sl3



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

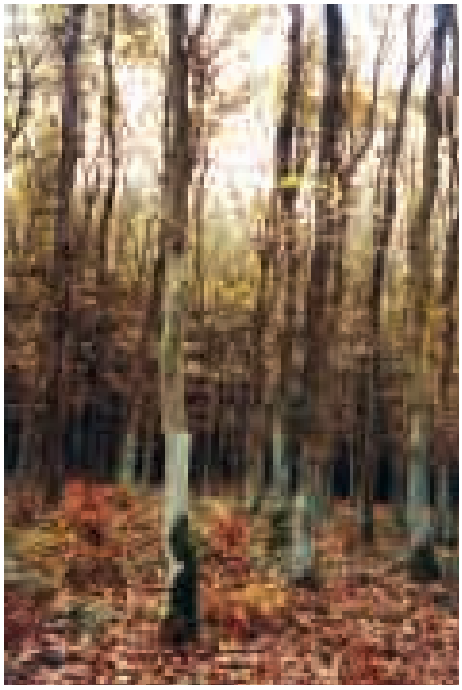
Die Wasserspeicherkapazität ist gering. Die Luftkapazität ist im Hauptwurzelraum sehr hoch und sinkt im Unterboden geringfügig ab. Der Boden ist tief durchwurzelbar. Das Zusammentreffen von trockenem Klima und geringen pflanzenverfügbaren Bodenwassermengen führt dazu, dass selbst in Feuchtjahren und durchschnittlich feuchten Jahren sommerlicher Wassermangel besteht, wenn der effektive Wurzelraum der Bestände nicht mindestens bis 2 m Tiefe reicht. In überdurchschnittlich trockenen Jahren besteht ausgeprägter Wassermangelstress, und das Baumwachstum ist durch Anpassungsreaktionen deutlich eingeschränkt.

Aufgrund der ungünstigen Nährstoffausstattung und schlechten Wasserversorgung ist die Kiefer am Bestandesaufbau zu beteiligen. Die im Untergrund anstehenden nährstoffreicheren Bänder begünstigen den Anbau der tiefwurzelnden Traubeneiche. Forstwirtschaftliches Ziel ist die Nutzung der standörtlichen Leistungsfähigkeit bei gleichzeitigem Erhalt bzw. Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit.

P13: Schwach lessivierte Braunerde aus Geschiebesand mit mullartigem Moder

+5 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+3 cm	**Of**	
+26 cm	**rAp**	schwach lehmiger Sand, ehemaliger Pflughorizont
–78 cm	**Bhv**	schwach lehmiger Sand, verbraunt, kiesig
–110 cm	**Bv**	mittel lehmiger Sand, verbraunt, kiesig
>140 cm	**II Cv**	grobsandiger Mittelsand, schwach verbraunt, kiesig

Forstadresse: FoA Nossentiner Heide, Revier Cramon, Abt. 816 a[6]
Wuchsgebiet: Mittelmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Warener Sandhochfläche mit See-Teilarealen
Großklimabereich: µ = Müritz-Klima (seenbeeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 85 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	397 mm	627 mm	813 mm
Niederschlag (V-IX)	156 mm	306 mm	465 mm
Temperatur (Jahr)	6,7 °C	8,2 °C	9,5 °C
Temperatur (V-IX)	13,4 °C	15,0 °C	18,2 °C
Temperatur Januar	–7,6 °C	–0,6 °C	3,0 °C
Temperatur Juli	14,3 °C	16,8 °C	21,1 °C
Temperaturschwankung	15,3 K	19,2 K	26,1 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–274 mm	55 mm	259 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–367 mm	–129 mm	64 mm

Feinbodenform (SEA 95):
CzS = Carwitzer Grobsand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
G_{ca} = Grobsande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

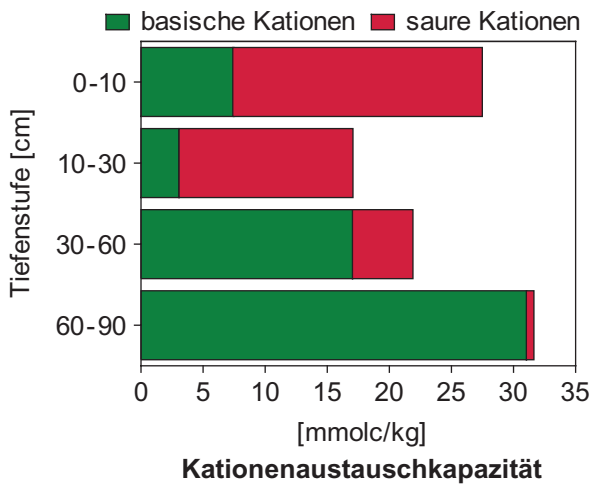
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (47 J. / 15,6 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Flattergras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**BU-EDB**, BU-TEI, BU-SEI, BU-DG, BU-ND

Chemische Eigenschaften:

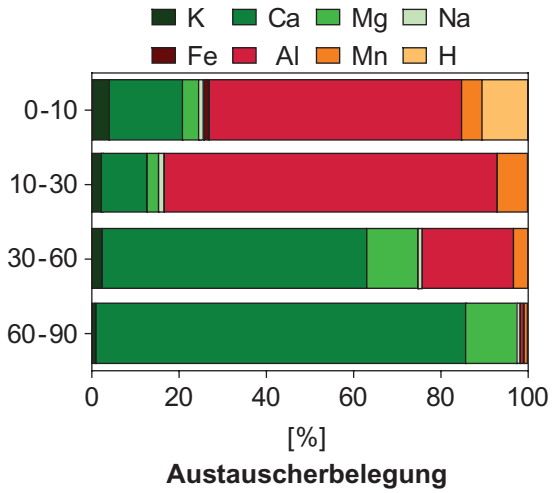
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			37,23	0,20	3,70	16,42	0,976	16,82
0 - 10	28,079	27	16,18	0,22	3,54	1,46	0,141	10,35
10 - 30	17,322	18	18,48	0,18	3,79	0,61	0,077	7,92
30 - 60	22,801	76	42,14	0,08	4,01	0,28	0,040	7,00
60 - 90	31,995	98	65,44	0,01	4,82	0,12	0,025	4,80

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	123,03	233,69	39,62	22,70	10,39	509,14	145,12
0 - 60	231,62	1518,60	192,14	49,86	11,81	695,52	264,34
0 - 90	315,75	4404,37	412,29	95,58	13,37	711,64	308,18
0 - 30 inkl. Aufl.	131,51	285,32	47,39	23,23	10,93	510,50	154,38
0 - 60 inkl. Aufl.	240,10	1570,22	199,90	50,38	12,34	696,88	273,59
0 - 90 inkl. Aufl.	324,23	4455,99	420,05	96,10	13,90	713,00	317,44

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	4,3	17,0	4,9	1,1	1,2	55,8	4,7	11,0
10 - 30	3,2	11,0	3,0	1,2	0,2	74,1	7,3	0,0
30 - 60	2,6	60,6	11,9	1,1	0,1	19,6	4,1	0,0
60 - 90	1,3	84,8	10,7	1,2	0,0	1,1	0,9	0,0



Kationenaustauschkapazität



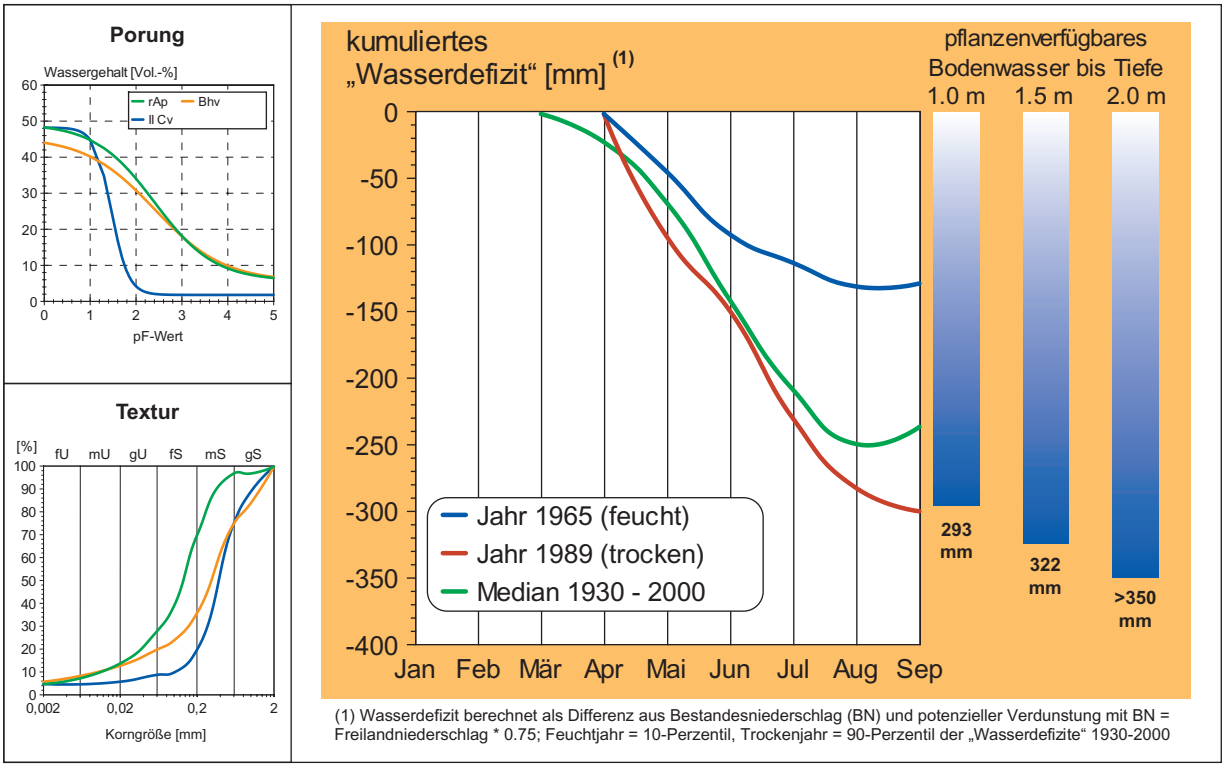
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten. Durch zunehmende Tonmineralanteile steigt sie bis 90 cm Tiefe auf *geringe* bis *mittlere* Werte an. Im Oberboden ist die Basensättigung *mäßig;* sie steigt jedoch bis 90 cm Tiefe auf *sehr hohe* Werte an. Damit erscheint die Nährstoffausstattung insgesamt als sehr günstig. Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Diese ist jedoch nicht sehr tiefgründig; der Unterboden befindet sich bereits im günstigeren Austauscherpufferbereich. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng* bis *mittel*; es deutet auf hohe biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
rAp	0 - 26	3	27	42	72	14	9	23	5	Sl2
Bhv	26 - 78	25	39	16	80	7	7	14	6	Sl2
Bv	78 - 110	6	22	23	51	19	19	38	11	Sl3
II Cv	110 - 140	25	55	11	9	3	1	4	5	mSgs



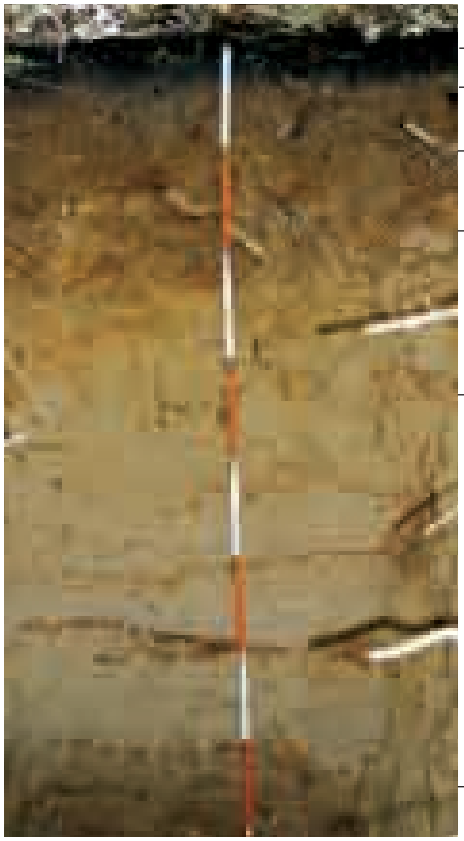
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im Bereich hoher Werte. Für die Pflanzen ist vor allem das Bodenwasser der lehmigen Substrate bis 110 cm Tiefe bedeutsam. Die im Unterboden folgenden Mittel- und Grobsande haben eine sehr geringe Wasserkapazität. Der Boden ist im gesamten Profil gut bis sehr gut durchlüftet und durchwurzelbar. Aufgrund des feuchten Tieflandklimas ist das relativ geringe Wasserdefizit auch in Trockenjahren weitgehend durch das Bodenwasser kompensierbar, so dass kaum mit anhaltendem Wassermangel zu rechnen ist.

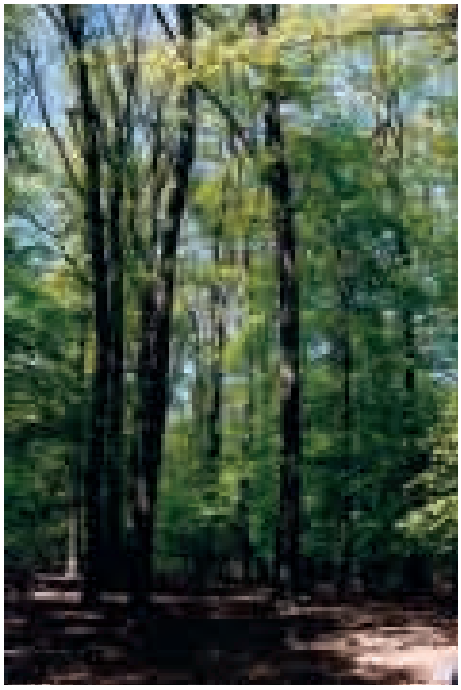
Die günstige Wasserversorgung in Verbindung mit einer ausreichenden Nährstoffausstattung sichert eine hohe Volumen- und Wertleistung der Hauptbaumarten Rotbuche und Eiche. Es können Edellaubhölzer, wie Bergahorn und Vogelkirsche aber auch leistungsstarke Nadelhölzer, wie Douglasie und Europäische Lärche, beigemischt werden.

P14: Bänderparabraunerde-Braunerde aus Geschiebesand mit der Humusform Mull



+3 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+1 cm	**Ofh**	
–9 cm	**Ah**	schwach lehmiger Sand, humusangereichert
–24 cm	**Ah-Bv**	schwach toniger Sand, humusangereichert - verbraunt
–41 cm	**Bv**	schwach toniger Sand, verbraunt
–140 cm	**Bbt-Cv**	mittelsandiger Feinsand, lessiviert, bänderartig tonangereichert
>200 cm	**C**	schwach lehmiger Sand

Forstadresse: AfF Müllrose, Obf. Strausberg, Revier Gielsdorf, Abt. 4248 b^2
Wuchsgebiet: Nordostbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Strausberger Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 140 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	386 mm	647 mm	853 mm
Niederschlag (V-IX)	132 mm	303 mm	495 mm
Temperatur (Jahr)	7,1 °C	8,7 °C	9,9 °C
Temperatur (V-IX)	14,1 °C	15,7 °C	18,9 °C
Temperatur Januar	–7,4 °C	–0,6 °C	3,0 °C
Temperatur Juli	15,2 °C	17,6 °C	21,8 °C
Temperaturschwankung	15,9 K	20,1 K	26,9 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–305 mm	58 mm	273 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–401 mm	–141 mm	86 mm

Feinbodenform (SEA 95):
SoS = Sonnenburger Bändersand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
bS_{ca} = Bändersande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

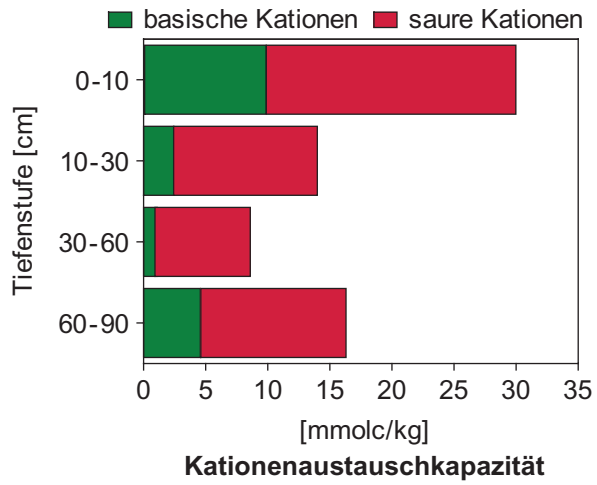
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (149 J. / 29,0 m), HBU
PNV (HOFMANN, 2001)	Hainrispengras-Winterlinden-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-WLI-HBU**, TEI-BU, TEI-LH, DG-LH, ELÄ-LH

Chemische Eigenschaften:

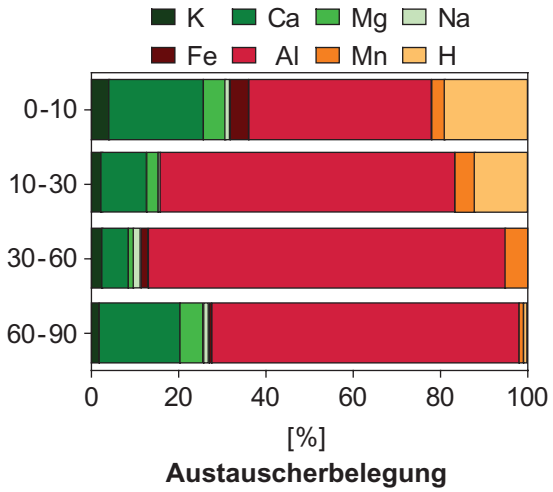
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			38,50	0,33	3,59	18,76	1,007	18,63
0 - 10	29,927	33	11,54	0,20	3,29	2,81	0,153	18,37
10 - 30	14,453	18	10,66	0,13	3,68	1,13	0,059	19,15
30 - 60	9,054	14	12,16	0,10	4,01	0,34	0,022	15,45
60 - 90	16,580	28	22,36	0,14	3,82	0,18	0,012	15,00

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	121,63	263,89	40,85	18,63	42,48	379,44	98,15
0 - 60	170,76	317,37	49,39	38,39	56,90	668,45	147,19
0 - 90	240,69	604,01	101,73	60,68	63,42	1129,83	189,09
0 - 30 inkl. Aufl.	127,19	286,82	43,58	18,81	42,58	379,76	104,52
0 - 60 inkl. Aufl.	176,32	340,30	52,12	38,57	57,00	668,77	153,56
0 - 90 inkl. Aufl.	246,25	626,94	104,45	60,86	63,51	1130,15	195,46

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	4,6	22,2	5,5	1,0	4,6	38,6	3,6	19,7
10 - 30	3,2	11,0	3,0	1,0	1,2	65,1	5,2	10,4
30 - 60	3,1	6,6	1,7	2,1	1,9	80,0	4,4	0,0
60 - 90	2,4	19,1	5,7	1,3	0,5	68,4	2,0	0,6



Kationenaustauschkapazität



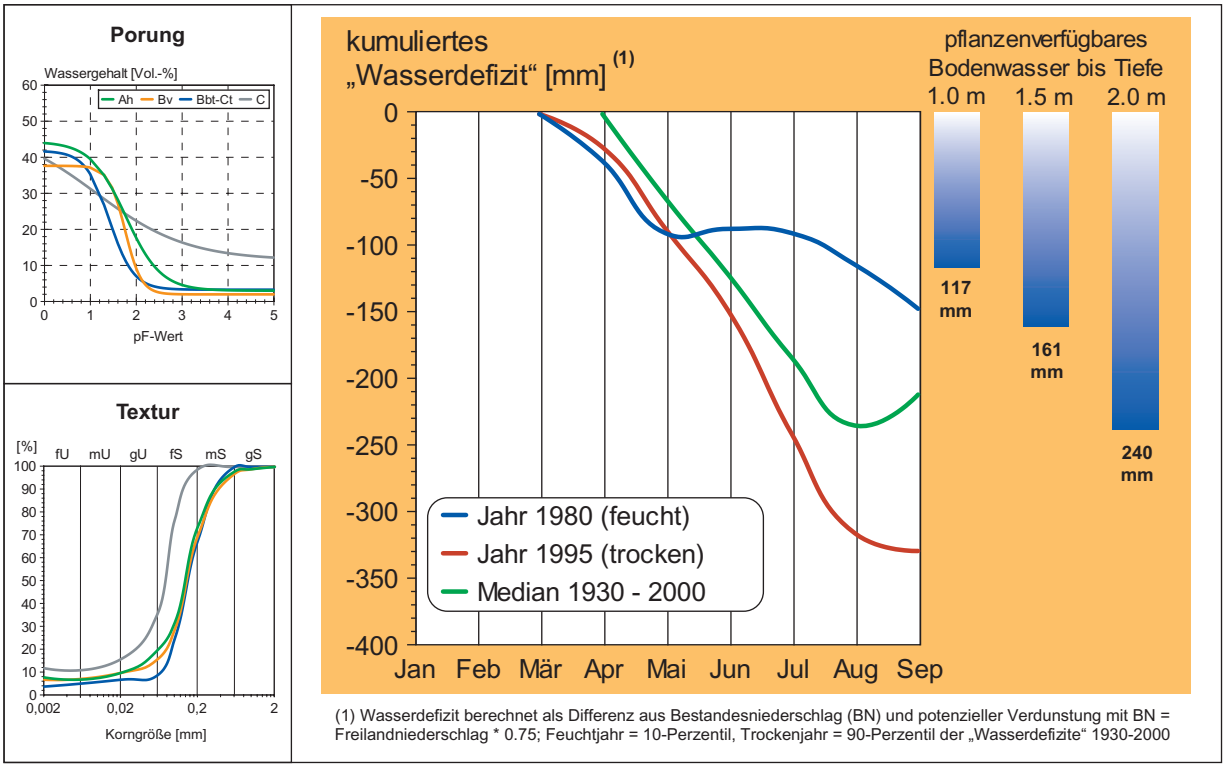
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten. Im Unterboden nimmt sie Werte im *sehr geringen* Bereich an. Die Basensättigungen sind *gering* bis *mäßig* hoch. Die Nährstoffausstattung ist insgesamt zwar relativ ungünstig; der Basenanstieg im Unterboden deutet jedoch darauf hin, dass noch nachlieferbare Reserven vorhanden sind. Es ist zu vermuten, dass im Untergrund Kalk ansteht. Dennoch liegen die aktuellen K- und Mg-Vorräte im Hauptwurzelraum jeweils im Bereich *sehr geringer* Werte. Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden an der Grenze zum Aluminium-Eisen-Pufferbereich, was auf ausgeprägte Versauerung hinweist. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 9	2	24	54	80	10	2	12	8	Sl2
Ah-Bv	9 - 24	1	27	19	47	7	1	8	8	St2
Bv	24 - 41	3	27	54	84	6	3	9	7	St2
Bbt-Cv	41 - 140	0	32	59	91	2	3	5	4	fSms
C	140 - 200	0	1	63	64	20	4	24	12	Sl2



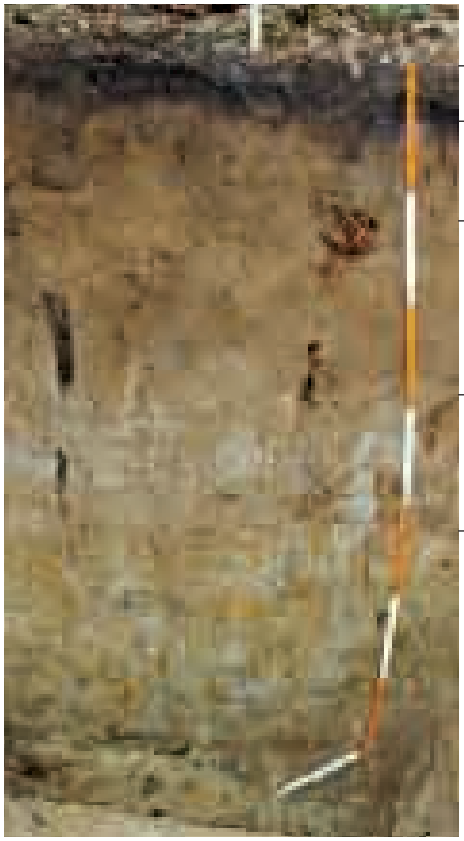
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im Bereich geringer Werte. Im C-Horizont kann zwar viel Wasser gespeichert werden, dieses ist jedoch zu einem erheblichen Teil nicht pflanzenverfügbar (Totwasser). Die Luftkapazität liegt im mittleren bis hohen Wertebereich. Der Boden ist tief durchwurzelbar. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feuchtjahren durch das verfügbare Bodenwasser weitgehend ausgeglichen werden. In durchschnittlichen und überdurchschnittlich trockenen Jahren besteht jedoch Wassermangel.

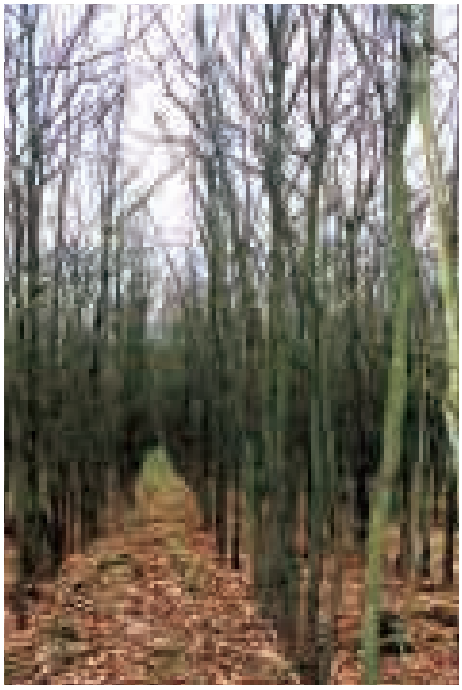
An die beschriebenen standörtlichen Merkmale (ausreichende Nährstoff- aber relativ ungünstige Wasserversorgung) ist die PNV-nahe Baumartenkombination aus Traubeneiche, Winterlinde und Hainbuche unter wirtschaftlichen und bodenökologischen Erwägungen gut angepasst. Darüber hinaus können Rotbuche, Douglasie und Europäische Lärche beigemischt werden.

P15: Pseudogley-Braunerde aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder



+3 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+1 cm	**Ofh**	
–8 cm	**Ah**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert
–55 cm	**Bhv**	schwach lehmiger Sand, verbraunt
–85 cm	**Sw**	schwach lehmiger Sand, stauwasserführend
>145 cm	**Sd**	stark sandiger Lehm, wasserstauend

Forstadresse: FoA Karbow, Revier Kuppentin, Abt. 5232 a[10]
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Goldberger Grund- (Wellen-) moräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 55 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	371 mm	582 mm	755 mm
Niederschlag (V-IX)	143 mm	281 mm	428 mm
Temperatur (Jahr)	6,8 °C	8,4 °C	9,6 °C
Temperatur (V-IX)	13,5 °C	15,1 °C	18,3 °C
Temperatur Januar	–7,4 °C	–0,4 °C	3,2 °C
Temperatur Juli	14,4 °C	16,9 °C	21,2 °C
Temperaturschwankung	15,2 K	19,1 K	26,0 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–302 mm	10 mm	202 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–381 mm	–156 mm	27 mm

Feinbodenform (SEA 95):
EhtLB 47 = Ellhorner Tieflehm-Staugleyfahlerde, kurzzeitig stauwassernah

Substratuntergruppe (SEA 95):
tL_{ca} = Tieflehme mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

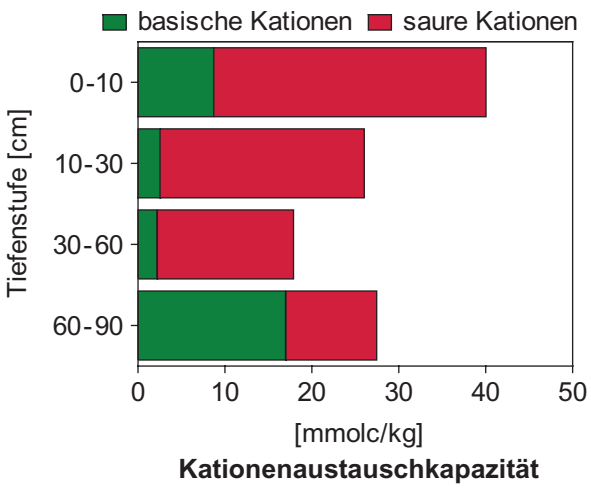
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (20 J. / 9,1 m), RBU
PNV (HOFMANN, 2001)	Perlgras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**BU-SEI**, BU-EDB, BU

Chemische Eigenschaften:

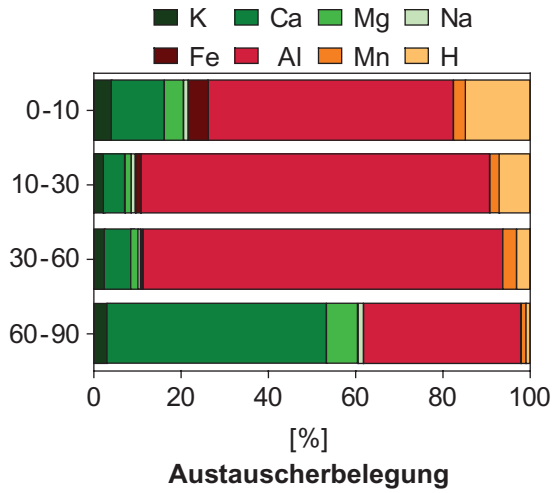
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			37,45	0,21	3,71	12,55	0,725	17,31
0 - 10	40,785	22	9,10	0,33	3,34	3,18	0,219	14,52
10 - 30	26,494	11	8,64	0,26	3,69	1,20	0,089	13,48
30 - 60	18,080	13	10,18	0,18	3,95	0,51	0,048	10,63
60 - 90	27,493	62	37,69	0,13	3,90	0,12	0,020	6,00

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	159,99	194,80	45,39	25,36	63,95	792,86	80,55
0 - 60	258,23	317,29	66,79	45,54	74,25	1392,72	163,43
0 - 90	427,00	1792,09	199,67	77,52	77,64	1830,10	266,59
0 - 30 inkl. Aufl.	176,86	241,63	53,23	26,05	64,65	794,77	88,64
0 - 60 inkl. Aufl.	275,09	364,12	74,63	46,24	74,95	1394,62	171,53
0 - 90 inkl. Aufl.	443,87	1838,92	207,51	78,22	78,33	1832,00	274,68

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	4,2	12,2	4,8	0,8	4,9	55,9	2,2	15,0
10 - 30	2,7	5,2	1,9	0,9	1,5	78,4	2,4	6,8
30 - 60	3,0	7,2	2,1	1,0	0,7	79,1	3,6	3,3
60 - 90	3,0	50,8	7,5	1,0	0,1	33,6	2,6	1,5



Kationenaustauschkapazität



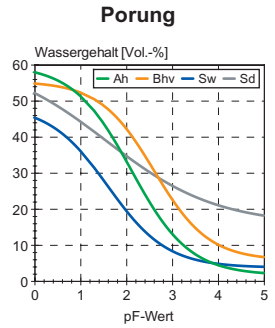
Austauscherbelegung

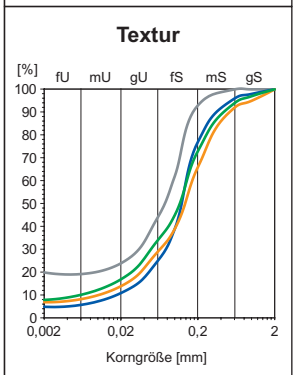
Bewertung:

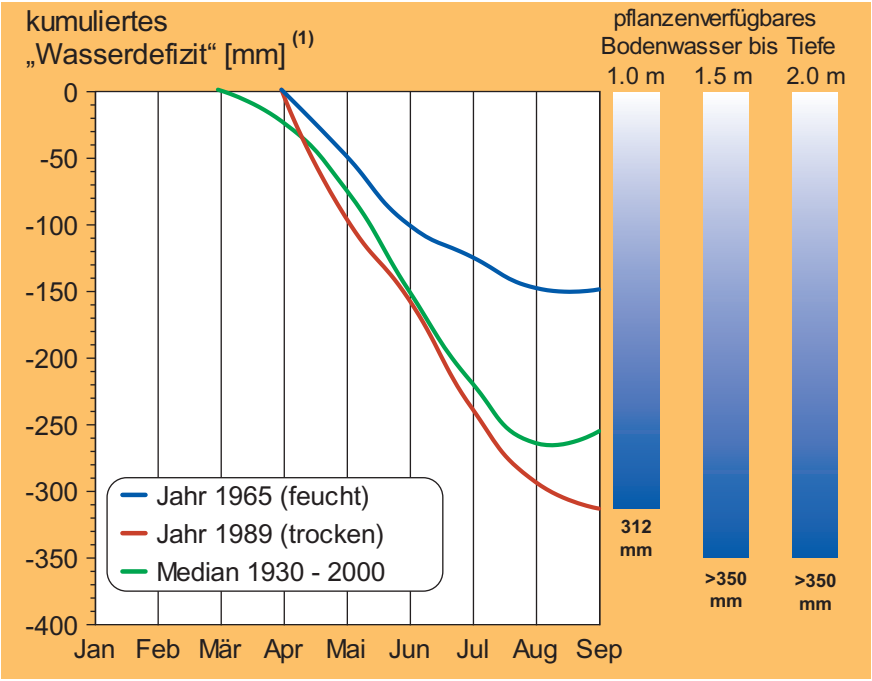
Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt im *geringen* bis *mittleren* Wertebereich. Im Oberboden ist die Basensättigung als *mäßig* zu bewerten. Im Unterboden steigt sie bis auf Werte im *mäßig hohen* Bereich an. Die Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K) sind jeweils *gering*. Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet. Die Austauscherbelegung im lehmigen Unterboden lässt jedoch auf eine ausreichende Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung schließen. Es ist davon auszugehen, dass im Untergrund Kalk ansteht. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 8	6	21	39	66	17	9	26	8	Sl3
Bhv	8 - 55	8	26	37	71	15	7	22	7	Sl2
Sw	55 - 85	4	19	52	75	14	6	20	5	Sl2
Sd	85 - 145	0	7	49	56	20	4	24	20	Ls4







(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

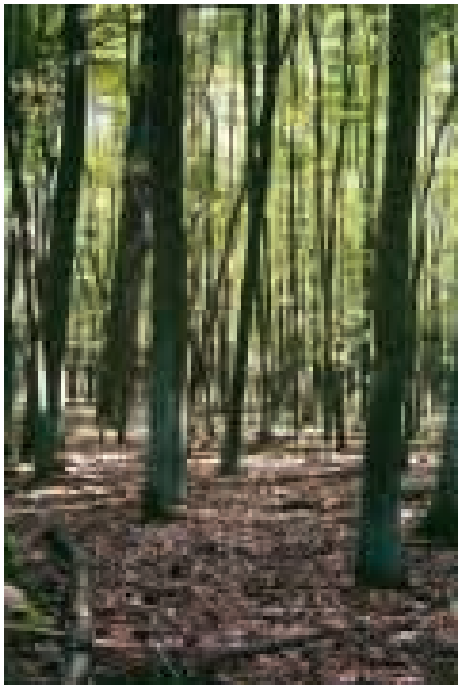
Die Wasserspeicherkapazität liegt aufgrund des hohen Feinsand- und Schluffanteils im sehr hohen Wertebereich. Außerdem profitieren die Pflanzen von den höheren Humusgehalten des Mineralbodens, die eine hohe Wasserspeicherkapazität des Bodens bewirken. Die Luftkapazität liegt im mittleren bis hohen Wertebereich. Der Boden ist bis 120 cm Tiefe infolge zeitweilig auftretenden Stauwassers mit Einschränkungen durchwurzelbar. Im Vergleich zum witterungsbedingten Wasserdefizit ist die Wasserspeicherkapazität des Bodens ausreichend hoch, um auch in Trockenjahren anhaltenden Wasserstress auszuschließen.

Die günstige Wasserversorgung und relativ gute Nährstoffausstattung dieses Standorts erlaubt den Anbau leistungsstarker, buchendominierter Laubwaldbestände. Zur Erschließung des verdichteten Unterbodens und Verbesserung des Oberbodenzustands („Basenpumpe“) sowie zur Erhöhung der Bestandesstabilität ist die Stieleiche beizumischen. Die ergänzende Verwendung von Edellaubhölzern wirkt sich ebenfalls bodenökologisch positiv aus und erhöht zudem die Bestandeswertleistung.

P16: Podsolige Pseudogley-Braunerde aus Sandersand mit feinhumusreichem Moder

+10 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+9 cm	**Of**	
+8 cm	**Oh**	
–3 cm	**Ahe**	schwach toniger Sand, podsoliert
–11 cm	**Bhs**	schwach toniger Sand, humusangereichert, sesqioxidangereichert
–50 cm	**Bv**	schwach toniger Sand, verbraunt
–80 cm	**Cv-Sw**	feinsandiger Mittelsand, stauwasserführend, schwach verbraunt
>125 cm	**II Sd**	sandig toniger Lehm, tonangereichert, eisenfleckig, wasserstauend

Forstadresse: AfF Peitz, Obf. Pinnow, Revier Kleinsee, Abt. 135 a[5]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 65 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	348 mm	591 mm	774 mm
Niederschlag (V-IX)	122 mm	277 mm	446 mm
Temperatur (Jahr)	7,6 °C	9,1 °C	10,4 °C
Temperatur (V-IX)	14,6 °C	16,2 °C	19,5 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	–0,5 °C	3,1 °C
Temperatur Juli	15,7 °C	18,2 °C	22,4 °C
Temperaturschwankung	16,2 K	20,5 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–362 mm	–28 mm	178 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–420 mm	–176 mm	27 mm

Feinbodenform (SEA 95):
BäS/KL = Bärenthorener Sand-Braunerde, kalklehmunterlagert

Substratuntergruppe (SEA 95):
S/KL = Mittelfeinsande, kalziumkarbonatfrei, kalklehmunterlagert

Stammgruppe (SEA 95):
TM+2 = mäßig nährstoffhaltig mit reicherem Untergrund, terrestrisch mittelfrisch

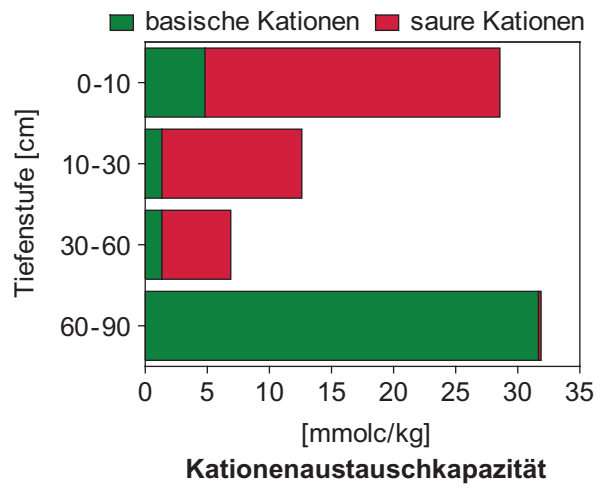
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (67 J. / 24,2 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Hainrispengras-Winterlinden-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-WLI-HBU,** TEI-LH, TEI-KI, TEI-BU, DG-LH

Chemische Eigenschaften:

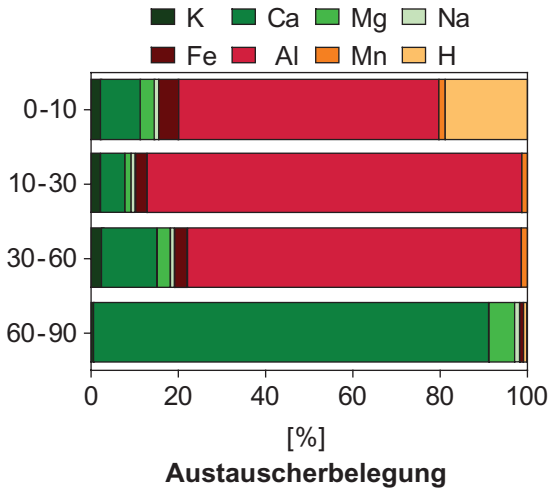
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			41,50	0,20	4,05	22,76	1,050	21,68
0 - 10	24,664	17	10,17	0,19	3,32	2,72	0,111	24,50
10 - 30	11,023	11	9,52	0,13	3,96	0,68	0,030	22,67
30 - 60	6,201	21	16,11	0,07	4,32	0,32	0,014	22,86
60 - 90	27,798	99	53,55	0,00	6,66	0,12	0,007	17,14

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	64,46	100,37	20,70	14,63	45,10	399,19	30,83
0 - 60	99,44	168,87	31,36	22,12	60,65	572,47	43,87
0 - 90	153,98	2480,08	128,47	35,62	60,88	575,28	58,24
0 - 30 inkl. Aufl.	78,75	145,97	27,12	14,92	45,40	399,84	39,43
0 - 60 inkl. Aufl.	113,72	214,47	37,77	22,41	60,95	573,12	52,47
0 - 90 inkl. Aufl.	168,27	2525,68	134,89	35,91	61,17	575,93	66,84

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	2,9	9,7	3,5	0,7	4,9	56,4	1,8	20,3
10 - 30	2,2	6,0	1,8	1,4	2,7	84,1	1,8	0,0
30 - 60	3,4	13,1	3,4	1,2	3,2	73,8	1,8	0,0
60 - 90	1,1	91,4	6,3	0,5	0,0	0,2	0,4	0,0



Kationenaustauschkapazität



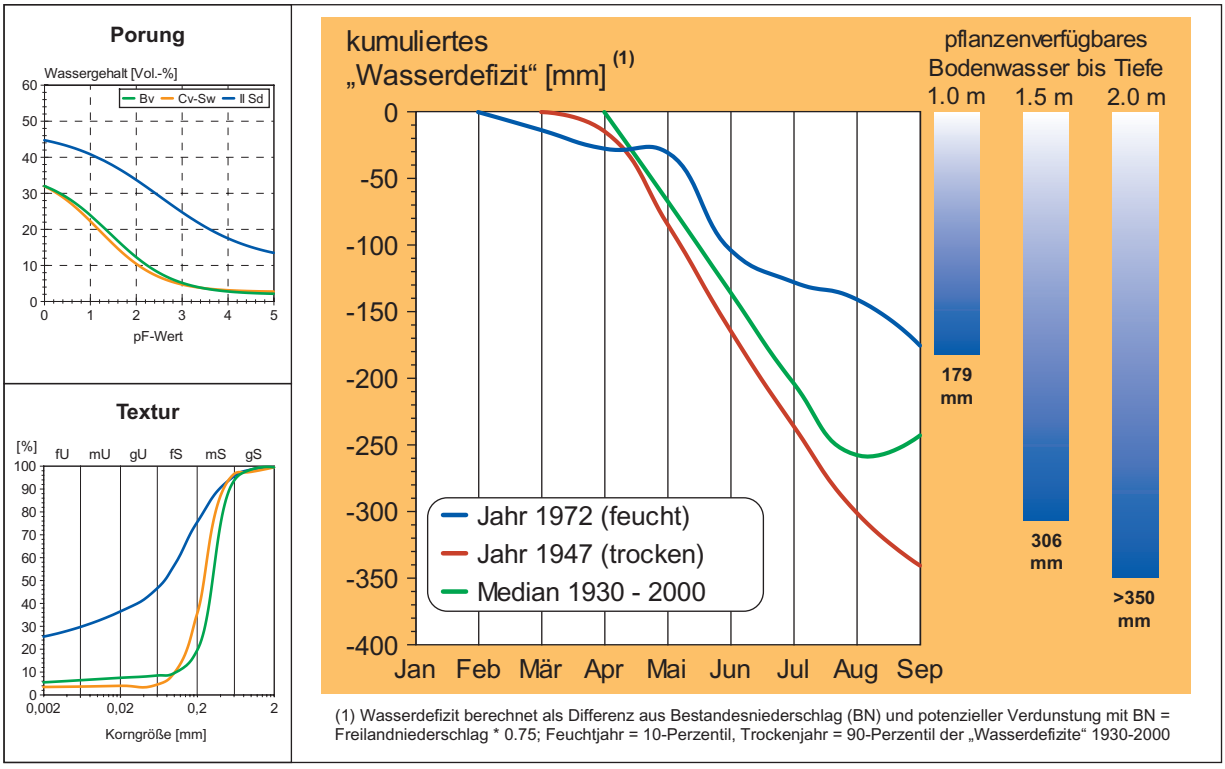
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden *gering.* Im Hauptwurzelraum nimmt sie *sehr geringe* Werte an, um dann wieder auf geringe Werte anzusteigen. Die Basensättigung (BS) ist im Oberboden als *mäßig* zu bewerten und nimmt im Unterboden *sehr hohe* Werte an. Die Nährstoffversorgung dieses Standorts stellt sich aufgrund der nachlieferbaren Reserven aus dem Unterboden als relativ günstig dar, wenngleich die aktuell im Wurzelraum vorhandenen pflanzenverfügbaren K- und Mg-Vorräte als *sehr gering* zu bewerten sind. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit.* Die Stoffumsetzungsbedingungen sind damit relativ ungünstig. Der Oberboden ist versauerungsbedingt dem ungünstigen Aluminium-Eisen-Pufferbereich zuzuordnen. In 90 cm Tiefe liegt der pH-Wert jedoch im Carbonat-Pufferbereich, womit von einer *hohen* Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung ausgegangen werden kann.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ahe	0 - 3	4	67	16	87	3,0	2,0	5	8	St2
Bhs	3 - 11	4	67	16	87	3,0	2,0	5	8	St2
Bv	11 - 50	6	74	11	91	1,0	2,0	3	6	St2
Cv-Sw	50 - 80	3	61	31	95	0,5	0,5	1	4	mSfs
II Sd	80 - 125	4	20	29	53	10,0	11,0	21	26	Lts



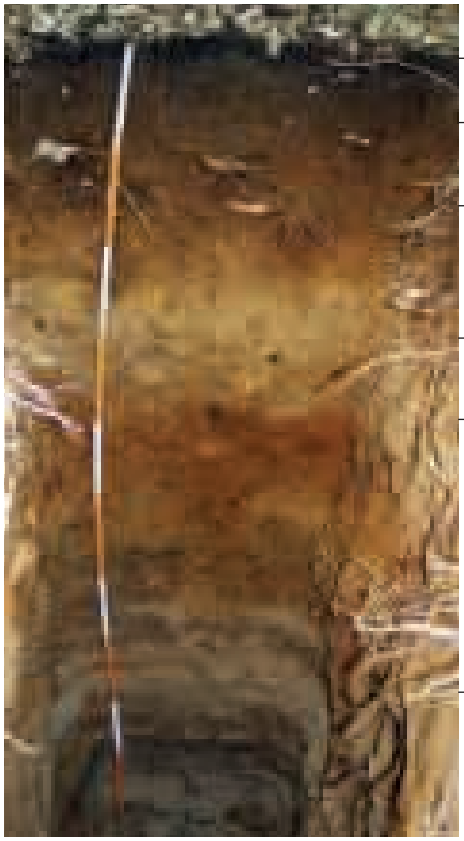
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren bis hohen Wertebereich. Für die Pflanzen führt die stauende Wirkung des sandig-tonigen Lehms im Untergrund zu einem deutlich verbesserten Wasserdargebot. Die Luftkapazität liegt im Oberboden im mittleren bis sehr hohen Wertebereich. Im Stauwasserleiter und Staukörper wird hingegen die Durchwurzelbarkeit durch geringe Luftkapazitäten behindert. Das sich in der Vegetationsperiode aufsummierende Wasserdefizit kann in Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf durch das verfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden, wenn der effektive Wurzelraum bis mindestens 1,5 m Tiefe reicht, d.h. auch der dichte Stauhorizont im Untergrund von den Wurzeln erschlossen wird.

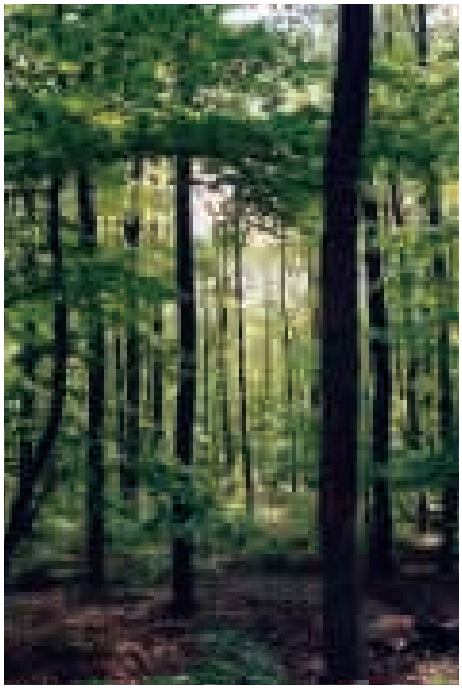
Unter den beschriebenen Standortsbedingungen stellt die Traubeneiche die Hauptwirtschaftsbaumart dar. Zudem ist sie besonders zur Erschließung des verdichteten Unterbodens geeignet. Das carbonatreiche Substrat im Untergrund erlaubt die Beimischung anspruchsvoller Laubbaumarten. Die Rotbuche ist hier auch außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes aufgrund der lokal begünstigten Wasserhaushaltssituation am Bestandesaufbau zu beteiligen. Der Anbau der Douglasie ist nur kleinflächig vertretbar.

P17: Reliktische Gley-Braunerde aus Sandersanden mit Moder



+4 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+2 cm	**Ofh**	
–15 cm	**Ah**	schwach toniger Sand
–42 cm	**Bv**	schwach toniger Sand
–75 cm	**Bv-rGo**	Mittelsand, nassgebleicht
–130 cm	**II rGo**	schwach toniger Sand, oxidiert, reliktisch grundwasserbeinflusst
>200 cm	**III rGr**	Mittelsand, reduziert, reliktisch grundwasserbeinflusst

Forstadresse: AfF Templin, Obf. Menz, Revier Dagow, Abt. 4120 a
Wuchsgebiet: Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Templiner sandreiche Jungmoräne
Großklimabereich: β = Neubrandenburger Klima (schwächer maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 90 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	392 mm	615 mm	800 mm
Niederschlag (V-IX)	153 mm	302 mm	454 mm
Temperatur (Jahr)	6,7 °C	8,2 °C	9,5 °C
Temperatur (V-IX)	13,6 °C	15,2 °C	18,4 °C
Temperatur Januar	–7,8 °C	–0,8 °C	2,8 °C
Temperatur Juli	14,6 °C	17,1 °C	21,4 °C
Temperaturschwankung	15,4 K	19,5 K	26,6 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–286 mm	35 mm	239 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–374 mm	–137 mm	50 mm

Feinbodenform (SEA 95):
HdSB 7 = Henningsdorfer Sand-Gleybraunerde, grundwasserfern

Substratuntergruppe (SEA 95):
S = Mittelfeinsande, kalziumkarbonatfrei

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

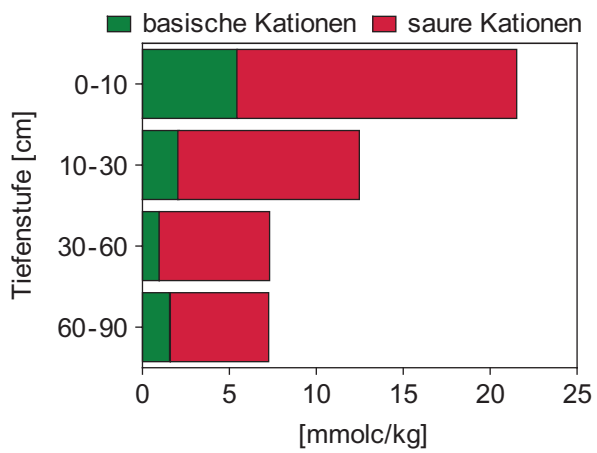
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (87 J. / 28,1 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Schattenblumen-Buchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-BU**, TEI-KI, KI-EI, KI-BU, KI-DG, DG-LH

Chemische Eigenschaften:

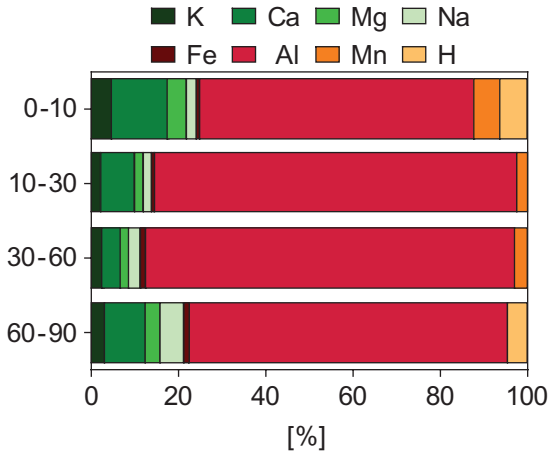
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			45,40	0,14	4,24	21,57	0,982	21,97
0 - 10	21,61	25	11,40	0,21	3,85	1,98	0,087	22,76
10 - 30	12,46	16	9,20	0,14	4,16	0,88	0,040	22,00
30 - 60	7,45	13	14,40	0,09	4,28	0,26	0,014	18,57
60 - 90	7,34	22	29,30	0,08	4,23	0,06	0,003	20,00

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	90,98	122,68	24,35	31,63	2,58	375,19	62,11
0 - 60	126,03	150,86	31,53	53,70	4,47	597,75	85,77
0 - 90	162,13	207,09	44,36	91,20	7,41	783,55	125,16
0 - 30 inkl. Aufl.	97,48	164,65	29,26	32,18	2,66	375,52	73,27
0 - 60 inkl. Aufl.	132,53	192,82	36,44	54,26	4,55	598,09	96,93
0 - 90 inkl. Aufl.	168,62	249,05	49,27	91,76	7,49	783,89	136,32

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	5,2	13,6	4,8	1,9	0,3	62,8	5,4	6,0
10 - 30	3,1	8,1	2,3	2,8	0,2	80,8	2,7	0,0
30 - 60	3,0	4,8	2,0	3,2	0,3	83,7	2,9	0,0
60 - 90	3,2	9,8	3,7	5,7	0,5	72,1	5,0	0,0



Kationenaustauschkapazität



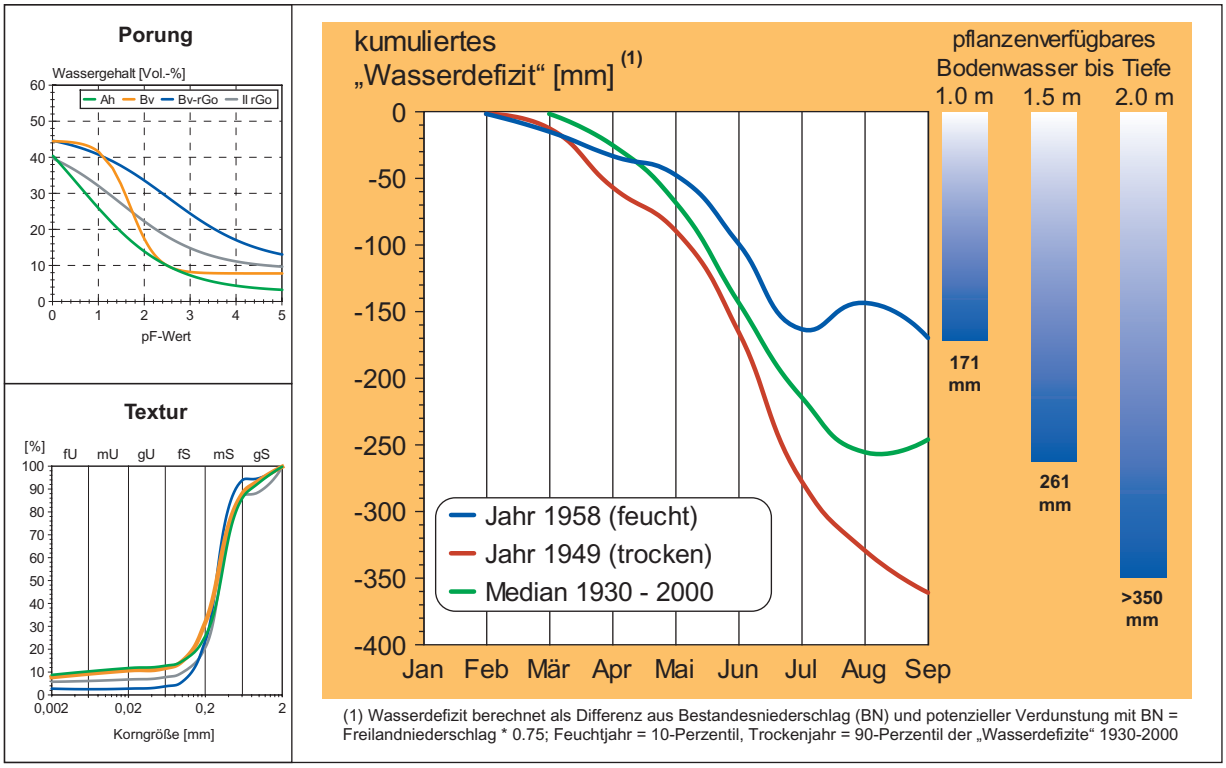
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis in 90 cm Tiefe auf *sehr geringe* Werte. Die Basensättigungen liegen im *geringen* bis *mäßigen* Bereich. Die Vorräte an pflanzenverfügbarem Kalium-, Calcium und Magnesium sind jeweils als *sehr gering* zu bewerten. Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit*. Die Stoffumsetzungsbedingungen sind damit relativ ungünstig.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 15	14	60	13	87	1	3,0	4,0	9,0	St2
Bv	15 - 42	12	56	20	88	1	3,0	4,0	8,0	St2
Bv-rGo	42 - 75	6	70	20	96	1	0,0	1,0	3,0	mS
II rGo	75 - 130	13	66	13	92	1	1,0	2,0	6,0	St2
III rGr	130 - 200	0	82	17	99	0	0,5	0,5	0,5	mS



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren, die Luftkapazität im hohen bis sehr hohen Wertebereich. Die Durchwurzelbarkeit des Bodens ist infolge der Grundwasserabsenkung sehr tief. Bei einem effektiven Wurzelraum von 1,5 m Tiefe wird das sich in der Vegetationsperiode aufbauende Wasserdefizit in Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf vom Bodenwasser ausgeglichen. In Trockenjahren muss der effektive Wurzelraum bis mindestens 2 m reichen, um größeren Wassermangelstress zu verhindern.

Im Mittelpunkt der Waldbewirtschaftung stehen die Baumarten Traubeneiche und Rotbuche. Die geringen Vorräte an pflanzenverfügbaren Nährelementen verdeutlichen, dass die Gemeine Kiefer ebenfalls eine wichtige Rolle spielt. Die Douglasie ist trotz des eingeschränkten Nährstoffangebots aufgrund der etwas günstigeren Wasserhaushaltssituation als wertsteigernde Beimischung geeignet.

5.3 Fahlerden und Parabraunerden (Lessivés)

5.3.1 Profilbeschreibung und Entstehung

Der dominierende Prozess, der zur Entstehung von Fahlerden und Parabraunerden führt, ist die Tonverlagerung (Lessivierung). Die beiden Bodentypen werden deshalb zusammenfassend auch als Lessivés bezeichnet. Die Tonminerale werden bei diesem Prozess weder zerstört noch umgeformt. Im Oberboden werden Tonteilchen mobilisiert und mit dem Sickerwasser durch Makroporen, wie z.B. Schwundrisse und Wurzelgänge, in den Unterboden verlagert, wo sie dünne Tonhäutchen, sogenannte Tonkutane an den Innenwänden der wasserführenden Poren bilden. Solche Kutane sind am Bodenprofil mit bloßem Auge oder mittels Lupe erkennbar und geben dem Betrachter Aufschluss darüber, ob und in welchem Ausmaß Lessivierungsprozesse stattgefunden haben. Im Zuge der Lessivierung kommt es zu einer Profildifferenzierung zwischen tonärmeren Oberböden und lehmig-tonigen Horizonten im Unterboden. Im allgemeinen gehen die Parabraunerden und Fahlerden aus basenreichen Braunerden hervor.

Voraussetzung für die Tonverlagerung ist die Dispergierung der Tonteilchen, die sich nur im engen pH-Bereich von pH 5.0 bis pH 6.5 vollzieht. Bei höheren pH-Werten sind die Tonteilchen durch Brücken aus Ca^{2+}-Ionen, bei niedrigeren pH-Werten durch Al^{3+}-Ionen miteinander zu Aggregaten verbunden, die nicht verlagerbar sind. Mit der Auflösung dieser Aggregate kommt es zur Feinverteilung der Tone in der Bodenlösung (Dispergierung) und zum Transport mit dem Sickerwasserstrom durch Grobporen und Schrumpfrisse. Im Unterboden erfolgt die Wiederausfällung, da entweder die gröberen Poren blind enden (z.B. Regenwurmgänge, Wurzelkanäle), wieder vermehrt Ca^{2+}-Ionen am Bodenaustauscher vorhanden sind (Ausflockung der Tonteilchen) oder einfach nicht mehr genügend Sickerwasser wegen des Wasserentzugs der Pflanzenwurzeln zur Verfügung steht. Letzteres ist unter den niederschlagsarmen Bedingungen im stärker kontinental geprägten Teil Brandenburgs am häufigsten der Fall und hat zur spezifischen Ausbildung der Fahlerden geführt.

Der typische Profilaufbau einer Parabraunerde lautet: Ah – Al – Bt – C. Die Fahlerde ist durch eine noch intensivere Tonverlagerung gekennzeichnet, so dass der Auswaschungshorizont meist fahl-beige gefärbt ist (Ael-Horizont).

Abb. 16: Profilaufbau der typischen Fahlerde

Fahlerden weisen folgende Horizontierung auf: Ah – Ael – Ael+Bt – Bt – C (Abb. 16).

Im Gelände lassen sich die Fahlerden von den Parabraunerden vor allem durch die deutlich stärkere Aufhellung des tonverarmten Oberbodens unterscheiden. In der Regel sind Ael- und Bt-Horizont mächtiger und hinsichtlich des Tongehalts stärker differenziert als bei der Parabraunerde. Sehr typisch sind die keilförmigen Ausbuchtungen des Ael-Horizontes. Diese führen zum charakteristischen Ael+Bt-Horizont, einem Verzahnungshorizont mit kleinräumigem Wechsel von tonangereicherten und tonarmen Stellen, die zungenförmig ineinander greifen. Das Vorkommen reiner Parabraunerden ist heute weitgehend auf landwirtschaftlich genutzte Standorte beschränkt. Unter Wald finden sich bei vergleichbarem Ausgangsmaterial meist Fahlerden und mehr oder weniger stark podsolige Übergangsformen zwischen Braunerden und Fahlerden.

Eine der wesentlichen Ursachen für die Differenzierung zwischen Fahlerden und Parabraunerden stellt das Klima dar. Unter den spezifischen kontinental geprägten Klimabedingungen in Brandenburg führt periodisches Austrocknen zur Bildung von dränenden Schrumpfrissen. Die Versauerung schreitet zunächst weniger rasch voran, weil geringere Sickerwasserraten den Bodenkörper durchströmen und der die Lessivierung begünstigende pH-Wert-Bereich von pH 5.0 bis pH 6.5 demzufolge langsamer durchlaufen wird. So erklärt sich, dass Fahlerden vorwiegend im trockeneren Klimabereich vorkommen und im maritimer geprägten Norden Brandenburgs eher durch Parabraunerden ersetzt werden. Gleichwohl finden sich heute zahlreiche Fahlerden, die im Oberboden stark versauert und entbast sind, was zumeist auf jahrhundertelange Übernutzung und Fehlbestockung zurückgeführt werden kann.

Bei den in Brandenburg auftretenden Lessivés handelt es sich meist um Zweischicht-Profile, wobei der obere Profilbereich aus Geschiebedecksand und der untere aus Geschiebelehm über Geschiebemergel oder schluffig-tonigen Beckensedimenten besteht. Lessivés sind vor allem im Bereich der Grund- und Endmoränen zu finden. Der Decksand, dessen Genese in Kap. 3.4 und 3.5 erläutert wurde, tritt meist in Form eines schwach lehmigen Sandes in Erscheinung, der mit einzelnen Steinen durchsetzt ist. Es ist mithin davon auszugehen, dass es sich bei den tonarmen Al- bzw. Ael-Horizonten der Parabraunerden und Fahlerden einerseits zwar wesentlich um das Produkt bodenbildender Prozesse (Lessivierung) handelt, dass aber andererseits auch geologische Vorgänge am heutigen Erscheinungsbild dieser differenzierten Profile beteiligt waren.

5.3.2 Bodenökologische Bewertung

Die typische Zweiteilung des Profils von Lessivés spiegelt sich auch in den ökologischen Eigenschaften wieder. Die sandig-schluffigen A(e)l-Horizonte zeichnen sich durch lockere Lagerung, gute Durchwurzelbarkeit und überwiegend günstige Durchlüftungsverhältnisse aus. Ist die relative Schluffanreicherung durch Tonauswaschung im Oberboden stark ausgeprägt, kann eine schlechte Gefügestabilität bestehen und es wächst die Gefahr von Verschlämmung und Hangerosion. In den lehmig-tonigen Bt-Horizonten kommt es hingegen zu einer Gefügeverdichtung (Polyeder- bis Plattengefüge) mit Luftarmut und temporärem Wasserstau. Bei eher sandigem Ausgangsmaterial verbessert die Toneinwaschung im Bt-Horizont allerdings die nutzbare Wasserspeicherfähigkeit.

Parabraunerden können allgemein als die wohl fruchtbarsten Böden Brandenburgs bezeichnet werden. Die Humusform ist meist Mull. Fahlerden besitzen hingegen eher die Humusformen mullartiger Moder bis typischer Moder. Beide Bodentypen zeichnen sich durch ein hohes Nährstoffangebot aus. In vielen Eigenschaften entsprechen sie den basenreichen Braunerden (vgl. Kap. 5.2.2). Aufgrund der hohen Tongehalte ist die Kationenaustauschkapazität im Unterboden bei mittleren Basensättigungen oft hoch bis sehr hoch, so dass stets ausreichende Mengen pflanzenverfügbarer Nährstoffe vorhanden sind. Auswaschungsverluste werden durch intensive Silikatverwitterung ausgeglichen und das Pufferungsvermögen gegenüber Säureeinträgen ist auf den gesamten Boden bezogen allgemein hoch.

Tragen diese Böden jedoch Kiefernreinbestände, verschlechtert sich die Humusform relativ rasch; es bildet sich typischer bis rohhumusartiger Moder und es kommt zur Beeinträchtigung der Nährstoffkreisläufe. Die Oberbodenversauerung ist bei Fahlerden durch Fehlbestockung und historische Streunutzung oft schon stark ausgeprägt. Bis zur Tonanreicherungszone herrschen dann niedrige pH-Werte und geringe Pufferkapazität gegenüber Säurebelastung vor. Es entstehen Übergangsformen zu sekundären Podsolen, die morphologisch an der Entwicklung flacher ausgebleichter Ae-Horizonte erkennbar werden. Für sie sind Tonmineralzerstörung und Verlagerung der Zerfallsprodukte in den Unterboden charakteristisch. Die atmosphärischen Säureeinträge können regional noch verstärkend zur Versauerung des Oberbodenbereichs beitragen.

Demgegenüber gelangen durch Basenpumpeneffekte bei natürlicher Bestockung hohe Mengen an „basischen“ Kationen aus dem silikatreichen Unterboden mit der Streu auf die Bodenoberfläche, von wo sie bei ausreichender biologischer Aktivität (Mull) rasch in den Mineralboden eingearbeitet werden und den Hauptwurzelraum mit Nährstoffen anreichern. Daraus ergeben sich klare Hinweise für die nachhaltige und auf Sicherung der Bodenfruchtbarkeit ausgerichtete Waldbewirtschaftung, die im folgenden dargelegt werden.

5.3.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung

Die vorgestellten, den Fahl- und Parabrauner-den zuzuordnenden Bodenprofile sind im Spektrum der standortskundlichen Klassifizierung den terrestrischen nährstoffreichen mittelfrischen, den nährstoffkräftigen mittelfrischen und den mäßig nährstoffhaltigen mittelfrischen Standorten (TR2, TK2 und TM2) zuzuordnen. Die **Potenzielle Natürliche Vegetation** besteht auf diesen Bodentypen aus meso- bis eutrophen Laubwäldern, vor allem Eichen- und Buchenwaldgesellschaften. Auf den nährstoffreichen und -kräftigen mittelfrischen Fahl- und Parabraunerden der Klimastufen f und m bilden Perlgras- und Flattergras-Buchenwald (HOFMANN, 1997b) die natürlichen Waldgesellschaften. Ein wesentliches Element der natürlichen Waldstruktur auf diesen Standortsbereichen sind Edellaubhölzer wie Esche, Feld-, Spitz-, Bergahorn, Kirsche und Hainbuche. In der Klimastufe t werden diese Waldgesellschaften durch Ahorn-Hainbuchen-, Winterlinden-Hainbuchen- und Eichen-Hainbuchen-Waldgesellschaften abgelöst.

Auf den terrestrischen mäßig nährstoffhaltigen mittelfrischen Fahl- und Parabraunerden reicht das PNV-Spektrum von Schattenblumen- und Flattergras-Buchenwäldern über den Waldreitgras-Traubeneichenwald bis zum Waldreitgras-Winterlinden-Hainbuchenwald. In der Klimastufe t bildet die Taubeneiche das zentrale Element der natürlichen Waldentwicklung. Zumeist sind hier die Eichen mit Gemeiner Kiefer, Gemeiner Birke, Eberesche und Winterlinde vergesellschaftet.

Bei der Waldbewirtschaftung sind die **nährstoffreichen mittelfrischen** Standorte (TR2) der Klimastufen f und m in besonderem Maße für den Anbau von Edellaubhölzern, wie Berg- und Spitzahorn, Esche, und Kirsche prädestiniert. Dieser Standortsbereich erfüllt die hohen standörtlichen Anforderungen der Edellaubhölzer und ist auf lediglich 0,4 % der Gesamtwaldfläche im Land Brandenburg (Datenspeicher Wald Stand: 01.01. 2000) vorzufinden. Die konkurrenzstarke Rotbuche und die Stieleiche können das Spektrum der Wirtschaftsbaumarten ergänzen.

In der Klimastufe t liegt im Vergleich zu den Klimastufen f und m ein weniger ergiebiges Wasserdargebot vor. Daher ist auf den TR2,t-Standorten des Bodentyps Fahlerde vorzugsweise Traubeneiche in Mischung mit Hainbuche und Winterlinde anzubauen.

Auf den **nährstoffkräftigen mittelfrischen** Fahlerden (TK2) der Klimastufen f und m ist zumeist die Buche die bestandesbildende Hauptbaumart. Ferner muss die Waldbewirtschaftung aus waldökologischen und ökonomischen Gründen zum einen Laubhölzer, wie Eiche und Ahorn, aber auch Hainbuche und Winterlinde, zum anderen wert- und massenleistungsstarke Nadelhölzer, wie Europäische Lärche und Douglasie, einbeziehen. Der günstigeren Wasserversorgung in der Klimastufe f ist durch Erhöhung des Edellaubholzanteils am Bestandesbild Rechnung zu tragen. Auf den TK2-Fahlerden der Klimastufe t verlagert sich der Bewirtschaftungsschwerpunkt von der Rotbuche zur Traubeneiche als Hauptwirtschaftsbaumart. Rotbuche, Douglasie, Winterlinde und/oder Hainbuche fungieren als wirtschaftlich sinnvolle Ergänzung.

Bei den vorgestellten **mäßig nährstoffhaltigen mittelfrischen** Standorten (TM2) spiegelt sich vor allem das unterschiedliche Niederschlagsangebot in der differenzierten waldbaulichen Wichtung der Rotbuche und der Gemeinen Kiefer wider. Während in der Klimastufe f Rotbuche und Eiche gleichermaßen als Hauptbaumarten verwendet werden, ist in der Klimastufe m die Traubeneiche als waldbaulich bedeutsamste Wirtschaftsbaumart zu bewerten. Die Rotbuche ist in der Klimastufe m als Beimischung mit wirtschaftlicher und bodenmeliorativ-waldökologischer Relevanz integrierbar. Demgegenüber gewinnt in dieser Klimastufe die Gemeine Kiefer an Bedeutung. Sie steht in den Klimastufen m und t neben der Eiche im Mittelpunkt der Waldbewirtschaftung. Als wirtschaftlich und waldökologisch wertvolle Elemente sind in allen Klimastufen Winterlinde, Hainbuche, Gemeine Birke und Eberesche ebenfalls Bestandteil der Bewirtschaftungsstrategie. Der Douglasienanbau ist auf die Klimastufen f und m zu konzentrieren.

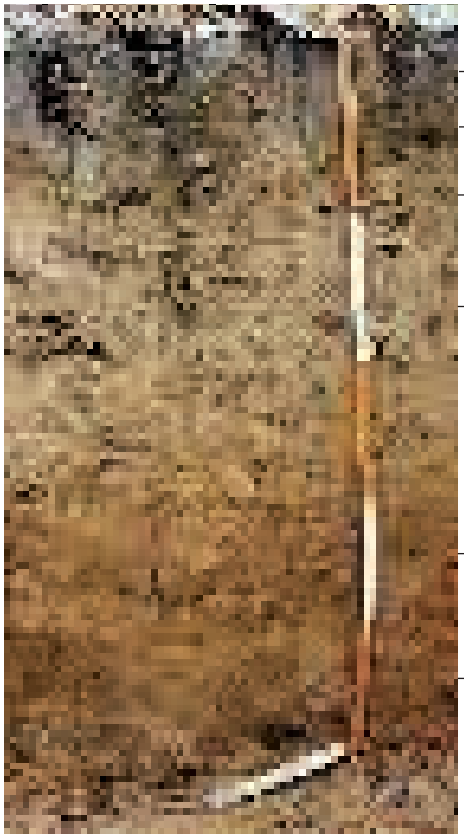
5.3.4 Beispiele für Parabraunerden und Fahlerden

Exemplarisch für die Lessivés und deren Übergangstypen werden folgende Bodenprofile vorgestellt:

Parabraunerde aus Geschiebelehm mit F-Mull	P18
Bänderparabraunerde aus Geschiebelehm mit Moder	P19
Braunerde-Parabraunerde aus Geschiebelehm mit Moder	P20
Pseudogley-Parabraunerde aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder	P21
Podsol-Parabraunerde aus Geschiebelehm mit rohhumusartigem Moder	P22
Braunerde-Fahlerde aus Geschiebemergel mit mullartigem Moder	P23
Braunerde-Fahlerde aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder	P24
Podsolige Fahlerde aus Geschiebesand mit Moder	P25
Podsolige Bänderfahlerde aus Geschiebesand mit Moder	P26
Podsolige Braunerde-Fahlerde aus Geschiebelehm mit Moder	P27

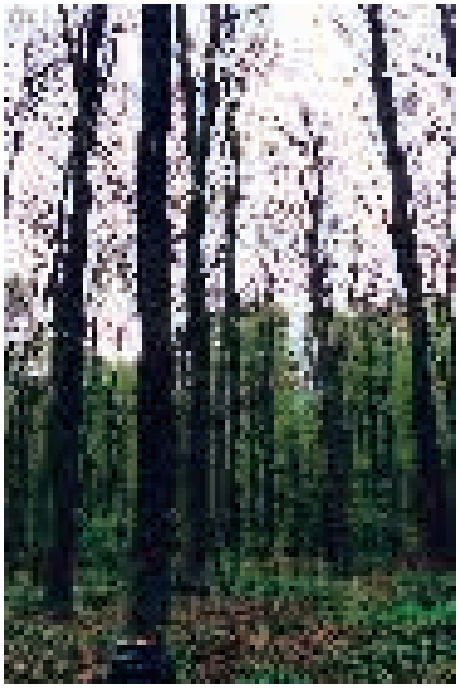
Die nachfolgenden Übersichten stellen tabellarisch und grafisch wesentliche bodenökologische und forstlich relevante Kenngrößen dieser Beispielstandorte dar. Auf der Grundlage dieser Angaben werden waldbauliche Empfehlungen abgeleitet.

P18: Parabraunerde aus Geschiebelehm mit F-Mull



+2 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+1 cm	**Oh**	
–15 cm	**Ah**	mittel lehmiger Sand, mittel humos
–24 cm	**Ael**	stark lehmiger Sand, lessiviert
–61 cm	**Ael+Bt**	stark lehmiger Sand, z.T. tonangereichert
–105 cm	**Bt**	stark sandiger Lehm, tonangereichert, schwach eisenfleckig
>120 cm	**Cc**	stark lehmiger Sand, kalkhaltig

Forstadresse: AfF Eberswalde, Obf. Freienwalde, Revier Breitefenn, Abt. 213 b[2]
Wuchsgebiet: Nordostbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Gellmersdorfer Jungmoränenrand
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 60 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	326 mm	556 mm	733 mm
Niederschlag (V-IX)	118 mm	270 mm	445 mm
Temperatur (Jahr)	7,2 °C	8,7 °C	10,0 °C
Temperatur (V-IX)	14,2 °C	15,8 °C	19,0 °C
Temperatur Januar	–7,5 °C	–0,7 °C	2,9 °C
Temperatur Juli	15,3 °C	17,7 °C	21,9 °C
Temperaturschwankung	16,0 K	20,2 K	27,0 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–366 mm	–35 mm	150 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–418 mm	–174 mm	33 mm

Feinbodenform (SEA 95):
DgL = Darguner Lehm-Fahlerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
L^{ca} = Lehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TR2 = nährstoffreich, terrestrisch mittelfrisch

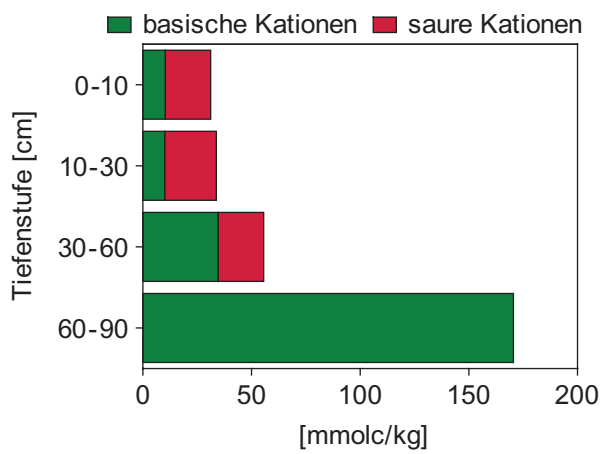
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (106 J. / 33,0 m)
PNV (Hofmann, 2001)	Leberblümchen-Winterlinden-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-EDB,** EDB, TEI-WLI-HBU, TEI-BU

Chemische Eigenschaften:

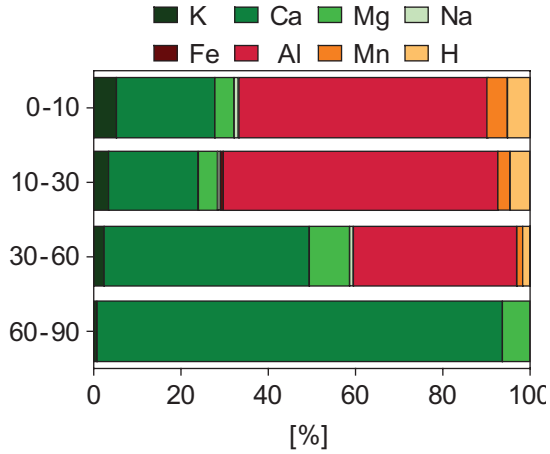
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage								
0 - 10	33,58	35	17,20	0,24	3,55	1,43	0,100	14,30
10 - 30	35,32	31	21,30	0,27	3,64	0,64	0,051	12,55
30 - 60	56,68	62	36,10	0,25	3,63	0,41	0,038	10,79
60 - 90	171,56	100	n.b.	0,00	6,70	0,23	0,029	7,93

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	290,45	721,02	98,00	40,29	3,76	899,59	159,16
0 - 60	584,39	3468,13	428,43	91,00	4,01	1791,33	250,96
0 - 90	965,20	19992,98	1178,08	155,73	4,27	1798,92	259,76
0 - 30 inkl. Aufl.	290,45	721,02	98,00	40,29	3,76	899,59	159,16
0 - 60 inkl. Aufl.	584,39	3468,13	428,43	91,00	4,01	1791,33	250,96
0 - 90 inkl. Aufl.	965,20	19992,98	1178,08	155,73	4,27	1798,92	259,76

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	6,0	23,2	4,6	1,3	0,2	54,0	5,1	5,7
10 - 30	3,8	20,9	4,9	0,9	0,1	62,6	2,8	4,0
30 - 60	2,7	48,8	9,7	0,8	0,0	35,3	1,2	1,6
60 - 90	1,1	91,6	6,9	0,3	0,0	0,1	0,0	



Kationenaustauschkapazität



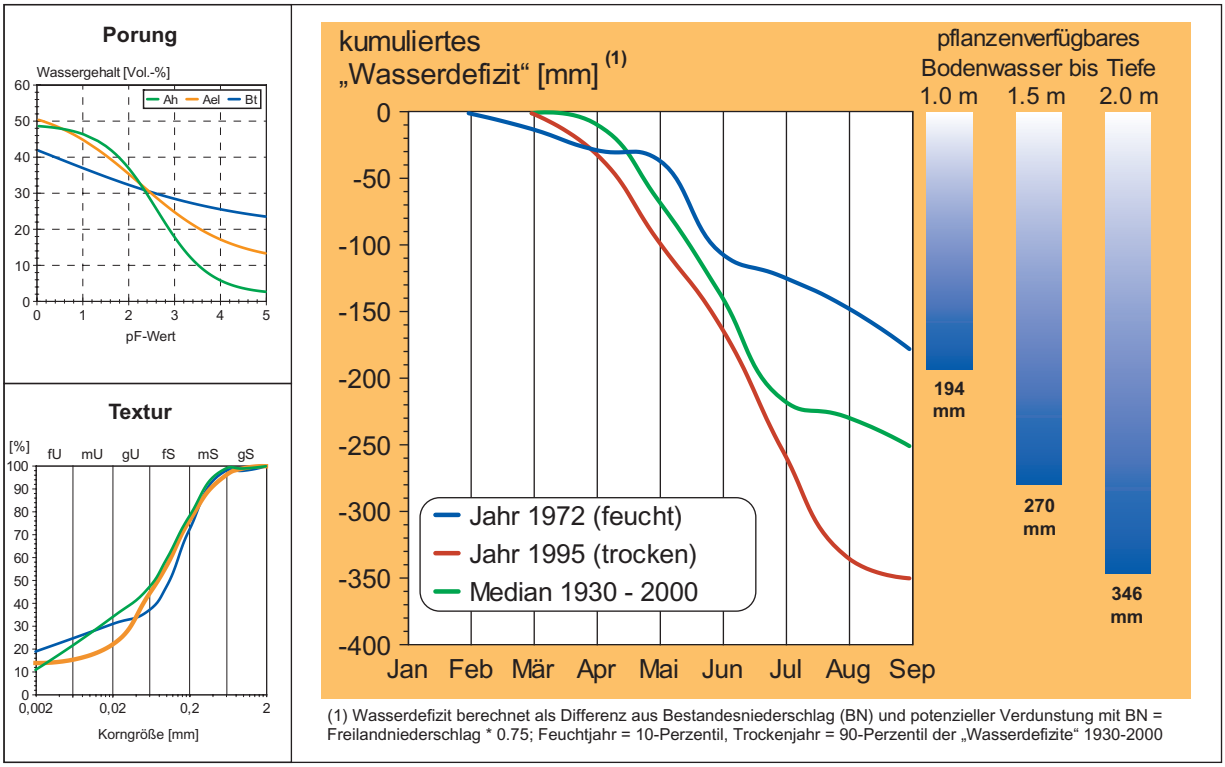
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt im *geringen* bis *mittleren* Wertebereich. Im kalkhaltigen Unterboden steigt sie auf *hohe* Werte an. Die Basensättigung (BS) steigt von *mittleren* Werten im Oberboden auf *sehr hohe* Werte im kalkhaltigen Substrat. Der pH-Wert im Oberboden liegt im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin; der Unterboden befindet sich im Carbonat-Pufferbereich und ist mithin gegen weitere Säurebelastung gut gepuffert. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng* bis *mittel*; es deutet auf hohe biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen. Die Nährstoffversorgung kann damit insgesamt als sehr gut bewertet werden.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 15	1	21	31	53	13	23	36	11	Sl3
Ael	15 - 24	4	20	32	56	22	8	30	14	Sl4
Ael+Bt	24 - 61	5	23	32	60	16	10	26	14	Sl4
Bt	61 - 105	2	26	35	63	6	12	18	19	Ls4



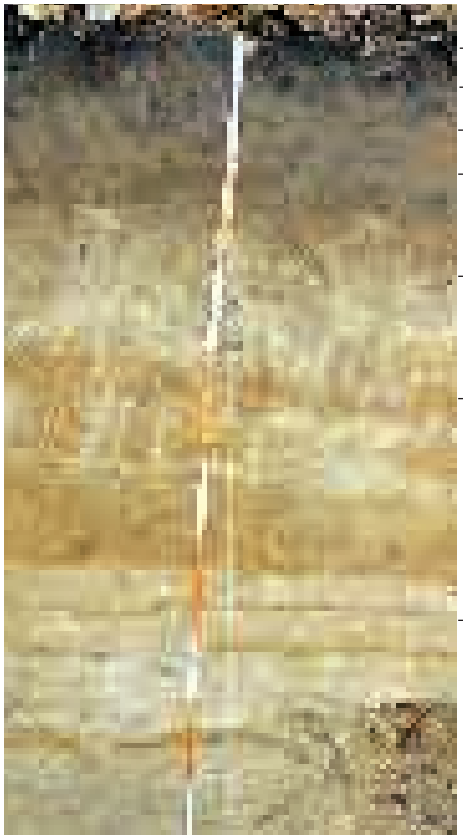
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen der lehmigen Sande des Oberbodens bedeutsam. Zusätzlich wirkt der Bt-Horizont hemmend auf die Versickerung und trägt damit zu einer günstigeren Wasserversorgung der Pflanzen bei. Die Luftkapazität im Oberboden liegt im mittleren Wertebereich, sinkt aber im Unterboden auf geringe Werte. Der Boden ist daher nur mäßig durchwurzelbar. Vom Wurzelraum hängt es ab, ob das witterungsbedingte Wasserdefizit durch das Bodenwasser ausgeglichen werden kann. Bei einer effektiven Durchwurzelungstiefe von 2,0 m besteht selbst in Trockenjahren, wie sie statistisch alle 10 Jahre zu erwarten sind, kein Wassermangelstress.

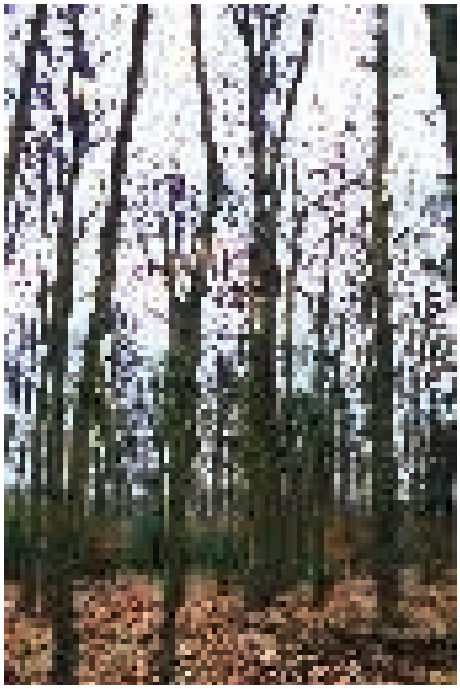
Dieser Standort zählt zu den leistungsfähigsten, terrestrischen Standorten des Nordostdeutschen Tieflands. Daher können besonders wertleistungsstarke Edellaubhölzer sowie Traubeneiche und Rotbuche angebaut werden. Um der weiteren Oberbodenversauerung entgegen zu wirken und die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig zu sichern, sollte auf die Bewirtschaftung von Nadelhölzern verzichtet werden.

P19: Bänderparabraunerde aus Geschiebelehm mit Humusform Moder



+4 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+3 cm	**Of**	
+1 cm	**Oh**	
–7 cm	**Ah**	mittel schluffiger Sand, humos
–30 cm	**rAp**	mittel schluffiger Sand, schwach humos
–55 cm	**Al**	mittel lehmiger Sand, lessiviert
–105 cm	**Bbt**	mittel lehmiger Sand, bänderartig tonangereichert
>200 cm	**Bbt-C**	schwach toniger Sand, bänderartig tonangereichert, schwach verbraunt

Forstadresse: FoA Karbow, Revier Karbow, Abt. 5523 b
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Lübzer Plattenmoräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 70 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	381 mm	600 mm	781 mm
Niederschlag (V-IX)	147 mm	287 mm	440 mm
Temperatur (Jahr)	6,9 °C	8,4 °C	9,6 °C
Temperatur (V-IX)	13,6 °C	15,2 °C	18,4 °C
Temperatur Januar	–7,4 °C	–0,4 °C	3,2 °C
Temperatur Juli	14,5 °C	17,0 °C	21,3 °C
Temperaturschwankung	15,3 K	19,2 K	26,1 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–292 mm	30 mm	226 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–377 mm	–148 mm	40 mm

Feinbodenform (SEA 95):
tp SgS = tiefgepflügte Stoltenhäger Bändersand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
bS_{ca} = Bändersande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

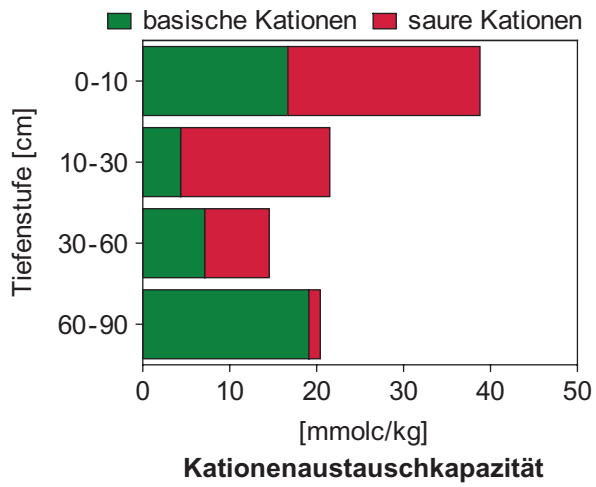
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (117 J. / 28,9 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Flattergras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**BU-EDB**, BU, BU-SEI, BU-TEI, BU-ND, BU-DG

Chemische Eigenschaften:

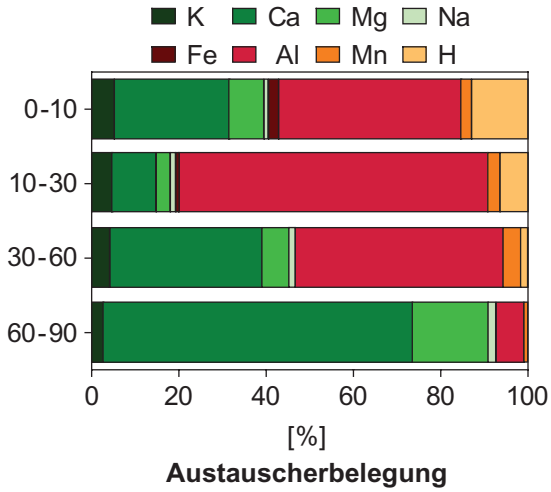
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			37,35	0,20	3,73	19,92	1,018	19,57
0 - 10	39,117	43	10,65	0,26	3,35	2,86	0,236	12,12
10 - 30	21,867	21	8,68	0,21	3,64	1,01	0,085	11,88
30 - 60	14,890	49	17,78	0,11	4,02	0,38	0,093	4,09
60 - 90	20,822	93	40,30	0,03	4,97	0,14	0,023	6,09

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	261,16	439,26	84,11	34,65	36,39	575,45	98,99
0 - 60	376,43	932,50	138,02	57,42	38,75	861,35	161,35
0 - 90	511,80	2468,61	318,29	96,98	40,29	917,64	198,43
0 - 30 inkl. Aufl.	270,11	486,32	90,92	35,08	36,65	576,17	104,15
0 - 60 inkl. Aufl.	385,38	979,56	144,83	57,85	39,01	862,07	166,51
0 - 90 inkl. Aufl.	520,75	2515,67	325,10	97,42	40,55	918,36	203,59

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	6,1	27,7	8,3	1,0	2,7	38,1	2,9	13,3
10 - 30	5,3	10,3	3,7	1,5	0,7	68,4	3,2	6,9
30 - 60	4,4	36,4	6,6	1,5	0,2	47,0	3,4	0,7
60 - 90	3,3	73,5	14,2	1,6	0,1	6,0	1,3	0,0



Kationenaustauschkapazität



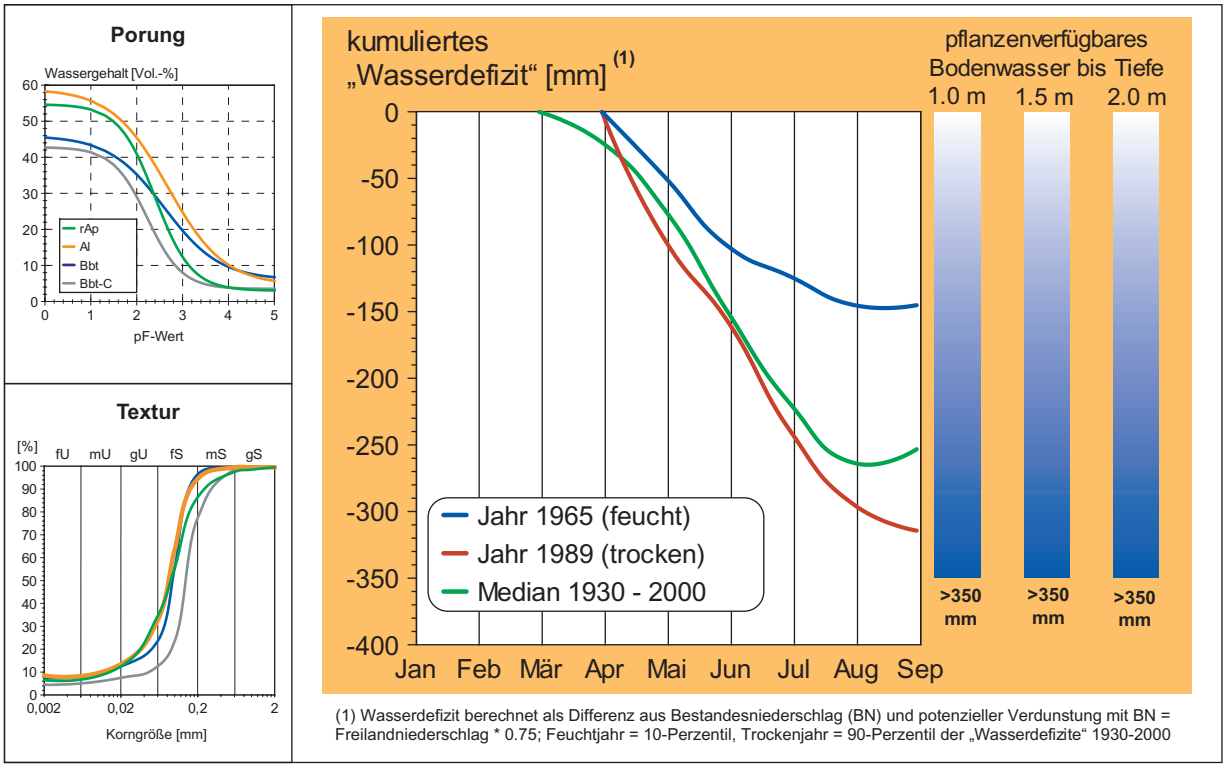
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden *gering* bis *mittel*. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis zur Untergrenze des Hauptwurzelraums auf *geringe* bis *sehr geringe* Werte ab. Die Basensättigung (BS) steigt von mittleren Werten im Oberboden auf *sehr hohe* Werte bis 90 cm Tiefe. Diese Zunahme der austauschbaren „Basen“ verdeutlicht die insgesamt gute Nährstoffausstattung des Standorts. Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Diese ist jedoch nicht sehr tiefgründig; der Unterboden befindet sich bereits im günstigeren Austauscherpufferbereich. Das C/N-Verhältnis im Auflagehumus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich. Ein Einfluss der wahrscheinlich landwirtschaftlichen Vornutzung (r-Ap-Horizont) auf den aktuellen bodenchemischen Zustand lässt sich nicht signifikant nachweisen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 7									Su3
rAp	7 - 30	2	11	52	65	22	6	28	7	Su3
Al	30 - 55	0	5	62	67	19	5	24	9	Sl3
Bbt	55-105	0	3	73	76	11	5	16	8	Sl3
Bbt-C	105 - 200	1	21	65	87	5	3	8	5	St2



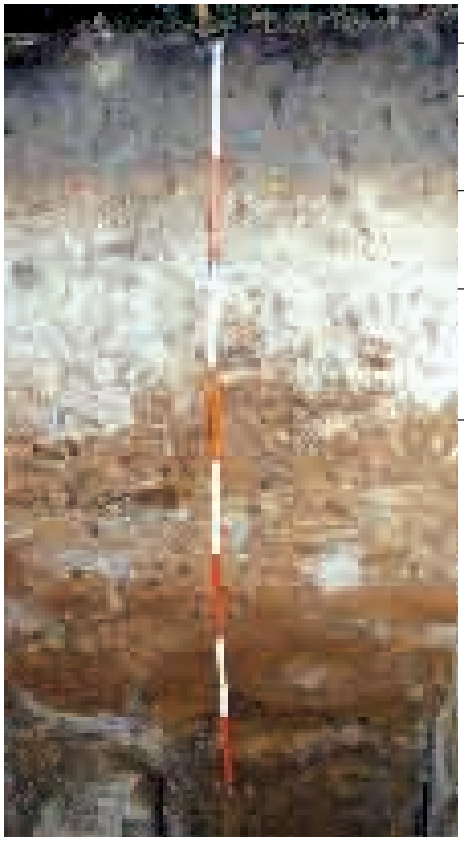
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt aufgrund des hohen Feinsand- und Schluffanteils des Bodens im sehr hohen Wertebereich. Außerdem profitieren die Pflanzen von den auftretenden Lehmbändern. Die Luftkapazität liegt im Oberboden im geringen bis mittleren Wertebereich und sinkt im Untergrund in den sehr geringen Bereich. Der Boden ist infolge des eingeschränkten Grobporenvolumens zwar schlecht durchwurzelbar, jedoch reicht die Wasserspeicherkapazität selbst bei einer Durchwurzelungstiefe von weniger als 1 m aus, um das witterungsbedingte Wasserdefizit in Trockenjahren zu kompensieren. Mit Wassermangelstress ist daher kaum zu rechnen.

Bei insgesamt guter Nährstoffausstattung und sehr guter Wasserversorgung handelt es sich hier um einen typischen Rotbuchenstandort, dem zur Steigerung der Volumen- und Wertleistung Edellaubhölzer (Bergahorn, Vogelkirsche), aber auch Eiche, Douglasie und Europäische Lärche beigemischt werden können.

P20: Braunerde-Parabraunerde aus Geschiebelehm mit Moder



+3 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+1,5 cm	**Of**	
–23 cm	**rAp**	schwach lehmiger Sand, ehemaliger Pflughorizont
–40 cm	**Bv**	schwach lehmiger Sand, verbraunt
–65 cm	**Al+Bt**	mittel lehmiger Sand und schluffiger Sand, lessiviert
>160 cm	**Bt**	schwach toniger Sand und stark lehmiger Sand, tonangereichert

Forstadresse: AfF Müllrose, Obf. Eisenhüttenstadt, Revier Fünfeichen, Abt. 56 c[1]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 100 m
Reliefform: eben

Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	355 mm	604 mm	796 mm
Niederschlag (V-IX)	126 mm	288 mm	470 mm
Temperatur (Jahr)	7,2 °C	8,7 °C	10,0 °C
Temperatur (V-IX)	14,3 °C	15,9 °C	19,1 °C
Temperatur Januar	–7,6 °C	–0,8 °C	2,8 °C
Temperatur Juli	15,4 °C	17,8 °C	22,0 °C
Temperaturschwankung	16,1 K	20,4 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–344 mm	3 mm	207 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–412 mm	–159 mm	57 mm

Feinbodenform (SEA 95):
LdtL/S = Lindauer Tieflehm-Fahlerde, sandunterlagert

Substratuntergruppe (SEA 95):
tL/S = Tieflehme, kalziumkarbonatfrei, sandunterlagert

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

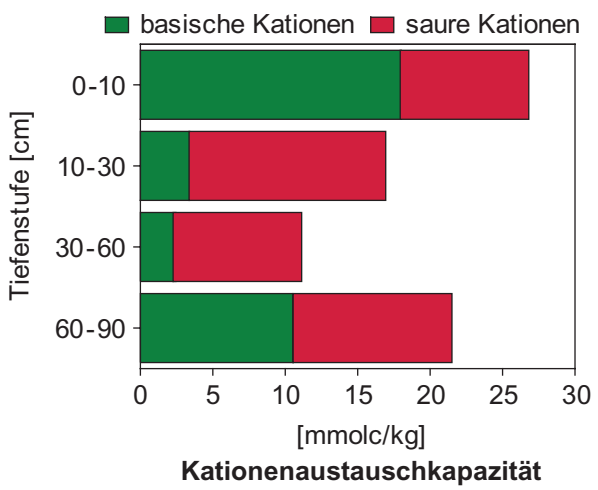
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (46 J. / 22,3 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Hainrispengras-Winterlinden-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-WLI-HBU**, TEI-(BU), DG-LH, ELÄ-LH

Chemische Eigenschaften:

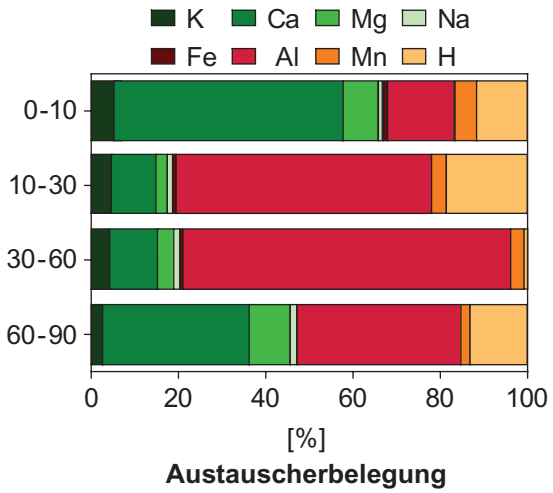
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage								
0 - 10	27,234	66	26,07	0,08	3,95	1,78	0,115	15,48
10 - 30	17,319	20	16,89	0,13	3,92	0,82	0,051	16,08
30 - 60	11,724	22	32,87	0,10	4,18	0,23	0,022	10,45
60 - 90	22,199	48	48,72	0,09	4,11	0,10	0,014	7,14

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	197,59	443,75	54,91	19,66	11,13	296,07	199,39
0 - 60	305,57	581,31	83,51	44,24	16,34	683,33	151,13
0 - 90	451,69	1350,67	211,40	72,50	17,87	1041,22	231,08
0 - 30 inkl. Aufl.	197,59	443,75	54,91	19,66	11,13	296,07	99,39
0 - 60 inkl. Aufl.	305,57	581,31	83,51	44,24	16,34	683,33	151,13
0 - 90 inkl. Aufl.	451,69	1350,67	211,40	72,50	17,87	1041,22	231,08

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	7,3	49,0	8,9	1,2	0,5	15,8	5,2	12,1
10 - 30	5,2	11,0	3,0	0,9	0,9	56,2	3,7	19,1
30 - 60	4,7	11,7	4,0	1,8	0,5	73,3	3,2	0,9
60 - 90	3,3	34,3	9,4	1,1	0,1	35,6	2,6	13,5



Kationenaustauschkapazität



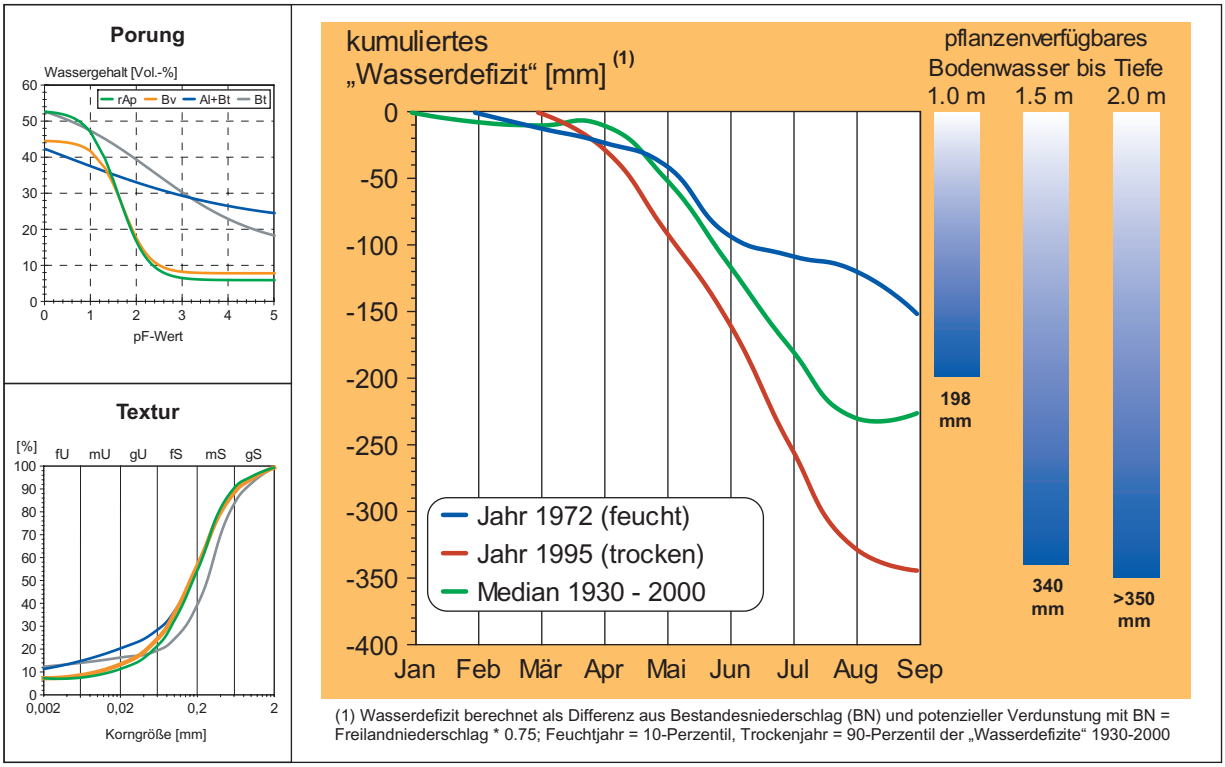
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) nimmt bis 90 cm Tiefe Werte im *geringen* Bereich an. Die Basensättigung liegt im *mäßigen* bis *mittleren* Bereich. Die Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K) sind mit *gering* bzw. *mäßig* zu bewerten. Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet. Die günstige Austauscherbelegung in 90 cm Tiefe lässt jedoch auf eine *hohe* Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung schließen. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng* bis *mittel*; es deutet auf hohe biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
rAp	0 - 23	9	36	33	42	10	4	14	8	Sl2
Bv	23 - 40	11	32	32	75	11	6	17	8	Sl2
Al+Bt	40 - 65	10	33	28	71	8	9	17	12	Sl3
Bt	65 - 160	16	44	20	80	3	4	7	13	St2



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

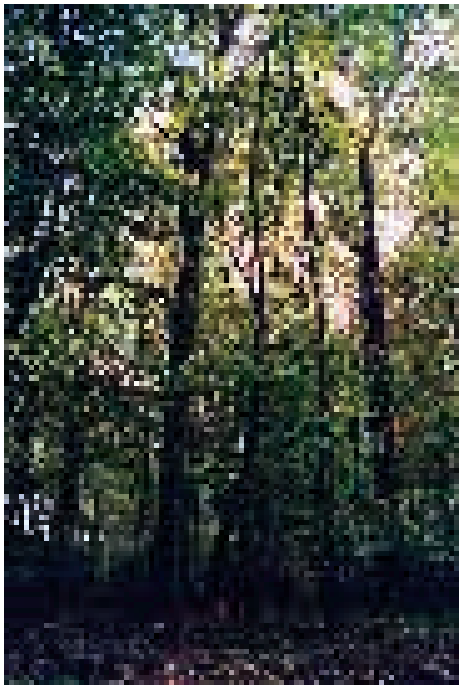
Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist vor allem das Bodenwasser des schwach lehmigen Oberbodens bedeutsam. Der Oberboden ist sehr gut durchlüftet. Im Unterboden sinkt die Luftkapazität in den geringen Wertebereich. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feucht- und Durchschnittsjahren durch das verfügbare Bodenwasser bis 1 m Tiefe weitgehend ausgeglichen werden. Im dargestellten Trockenjahr, das in dieser Ausprägung etwa alle 10 Jahre einmal auftritt, kann Wassermangelstress bestehen, wenn der effektive Wurzelraum nicht mindestens bis 1,5 m Tiefe reicht.

Aufgrund der relativ hohen nachlieferbaren Nährstoffreserven im Unterboden empfiehlt sich die PNV-Baumartenkombination Winterlinde-Hainbuche in Mischung zur Traubeneiche, da diese aufgrund ihrer vergleichsweise hohen Wurzelenergie den Unterboden zu erschließen vermag. Die Vergrößerung des Wurzelraumes wirkt sich zudem positiv auf die Wasserversorgung des Bestandes aus. Darüber hinaus stellt die Eiche die wichtigste Wirtschaftsbaumart (Wertholzproduktion) auf diesem Standort dar. Beim Anbau von Douglasie und Europäischer Lärche sind Laubmischbaumarten zu beteiligen.

P21: Pseudogley-Parabraunerde aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder

+5 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+2 cm	**Ofh**	
–6 cm	**Ah**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert
–32 cm	**Ah-Bv**	mittel lehmiger Sand, verbraunt
–53 cm	**Sw-Al**	mittel lehmiger Sand, lessiviert
–70 cm	**Sd-Bt**	stark lehmiger Sand, schwach eisenfleckig, tonangereichert
–120 cm	**Bt-Sd**	stark sandiger Lehm, schwach eisenfleckig, tonangereichert
>150 cm	**Sd-Cc**	stark sandiger Lehm, unscharf bleich- und rostfleckig, hoher Schluff- und Feinsandanteil, kalkhaltig

Forstadresse: FoA Tessin, Revier Cammin, Abt. 16 a[4]
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Sanitz – Güstrower Grund- (Wellen-) moräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 35 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	403 mm	621 mm	820 mm
Niederschlag (V-IX)	176 mm	314 mm	469 mm
Temperatur (Jahr)	6,6 °C	8,2 °C	9,4 °C
Temperatur (V-IX)	13,3 °C	14,8 °C	17,9 °C
Temperatur Januar	–7,5 °C	–0,3 °C	3,2 °C
Temperatur Juli	13,8 °C	16,6 °C	20,9 °C
Temperaturschwankung	14,5 K	18,7 K	25,5 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–264 mm	54 mm	275 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–347 mm	–122 mm	70 mm

Feinbodenform (SEA 95):
JhtL 57 = Johannisberger Tieflehm-Fahlerde, kurzzeitig stauwasser-beeinflusst

Substratuntergruppe (SEA 95):
tL^{ca} = Tieflehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

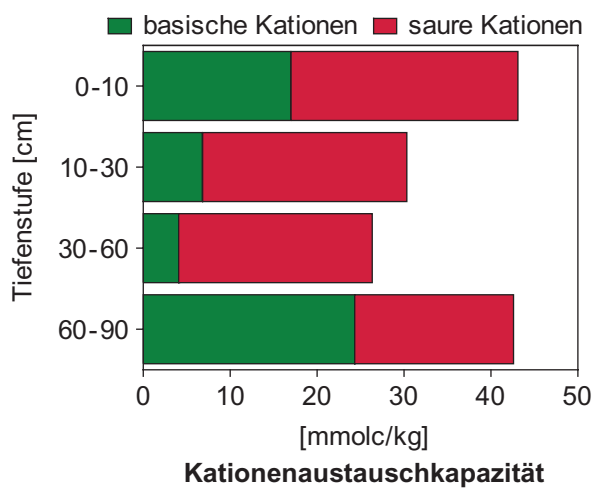
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (165 J. / 32,3 m), RBU
PNV (HOFMANN, 2001)	Perlgras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**BU**, BU-EDB, BU-SEI, BU-ND, BU-DG

Chemische Eigenschaften:

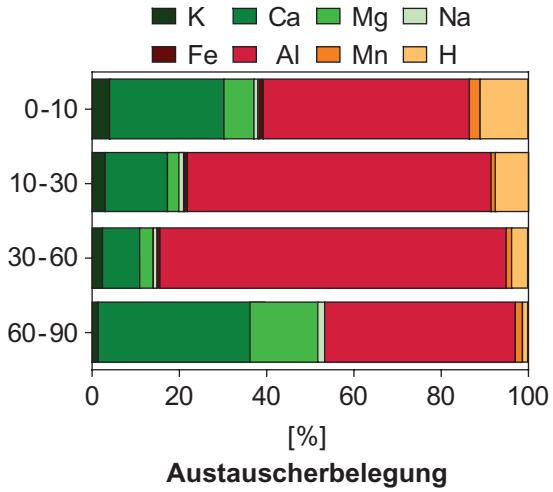
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			35,42	0,19	4,10	18,47	1,141	16,19
0 - 10	52,501	39	17,72	0,34	3,36	3,59	0,297	12,09
10 - 30	36,767	23	15,34	0,32	3,51	1,66	0,139	11,94
30 - 60	32,101	16	16,79	0,31	3,63	0,94	0,084	11,19
60 - 90	51,375	58	41,57	0,25	3,68	0,24	0,037	6,49

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	240,45	619,62	107,34	38,42	26,75	839,36	95,46
0 - 60	394,78	909,78	175,21	78,17	40,22	1946,64	159,48
0 - 90	575,56	2902,08	670,38	148,28	45,13	2886,79	222,19
0 - 30 inkl. Aufl.	247,84	646,92	111,17	38,84	26,99	839,75	99,29
0 - 60 inkl. Aufl.	402,17	937,08	179,04	78,58	40,46	1947,03	163,31
0 - 90 inkl. Aufl.	582,95	2929,38	674,21	148,69	45,37	2887,17	226,02

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	4,6	26,3	7,1	1,1	1,3	45,7	2,7	11,2
10 - 30	3,3	14,2	4,3	1,0	0,6	66,7	1,8	8,2
30 - 60	2,5	9,1	3,5	1,1	0,5	77,8	1,5	4,0
60 - 90	1,8	38,7	15,9	1,2	0,1	40,7	0,9	0,8



Kationenaustauschkapazität



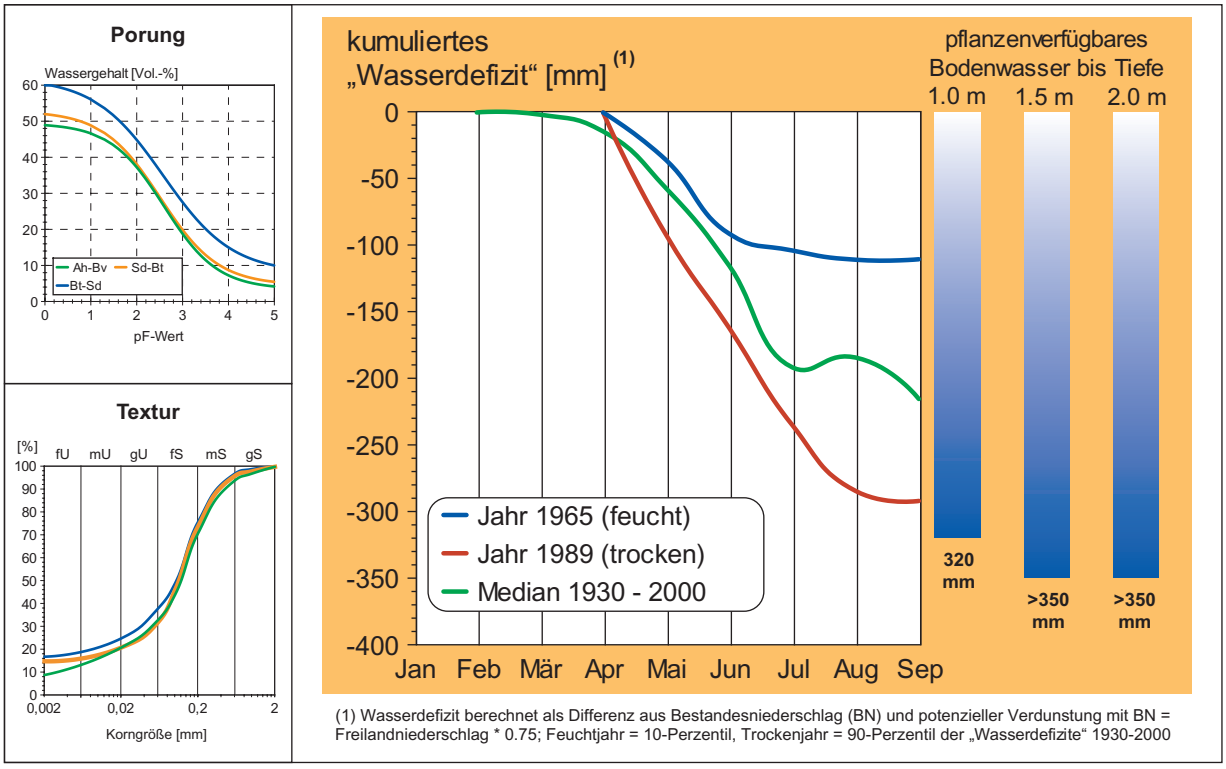
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt im *mittleren* Wertebereich. Die Basensättigung (BS) steigt von *mittleren* Werten im Oberboden auf *mäßig hohe* Werte in 90 cm Tiefe. Die Basenzunahme im Unterboden deutet auf ausreichende Nährstoffreserven. Die pH-Werte sind allerdings ausgesprochen niedrig und liegen bis in 90 cm Tiefe sogar im Aluminium-Eisen-Pufferbereich. Andererseits lässt die günstige Austauscherbelegung in 90 cm Tiefe auf eine hohe Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung schließen. Das C/N-Verhältnis im Auflagehumus ist *eng* bis *mittel;* es deutet auf hohe biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen, womit sich im Gesamtaspekt eine gute Nährstoffversorgung ergibt. Als eine der Ursachen der relativ engen C/N-Verhältnisse kommen die erhöhten Stickstoffeinträge in der Region in Betracht.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 6									Sl3
Ah-Bv	6 - 32	6	23	38	67	12	12	24	9	Sl3
Sw-Al	32 - 53	4	22	42	68	11	6	17	15	Sl4
Sd-Bt	53 - 70	3	20	41	64	11	7	18	18	Ls4
Bt-Sd	70 - 120	3	21	38	62	13	8	21	17	Sl4



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im sehr hohen Wertebereich. Der Oberboden ist mittel durchlüftet. Im Unterboden nimmt die Luftkapazität sehr geringe Werte an, wodurch die Tiefendurchwurzelung beeinträchtigt sein kann. Wegen des geringen witterungsbedingten Wasserdefizits (feuchtes Tieflandsklima) und der guten Wasserversorgung im Oberboden ist selbst im dargestellten Trockenjahr nicht mit gravierendem Wassermangelstress zu rechnen.

Aufgrund der festgestellten günstigen Nährstoffausstattung und der auch in Trockenjahren potenziell ausreichenden Wasserverfügbarkeit ist die Rotbuche für den Anbau grundsätzlich geeignet, sofern sie die stauwasserbeeinflussten Horizontfolgen zu erschließen vermag. Die geringen Porenvolumina belegen jedoch eine eingeschränkte Durchwurzelbarkeit des Substrates, so dass insbesondere die (klein)flächenweise Beimischung der Stieleiche für die Bestandesstabilität und unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll ist.

P22: Podsol - Parabraunerde aus Geschiebelehm mit rohhumusartigem Moder

+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+4 cm	**Of**	
+3 cm	**Oh**	
–7 cm	**Aeh**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert, schwach podsoliert
–45 cm	**Bhs-Bv**	schwach toniger Sand, humusangereichert, sesquioxidangereichert
–73 cm	**Ael**	schwach lehmiger Sand, lessiviert
–120 cm	**II Bbt**	schwach lehmiger Sand, Lehmbänder, tonangereichert
>120 cm	**II Cv**	schwach lehmiger Sand, schwach verbraunt

Forstadresse: AfF Müllrose, Obf. Kupferhammer, Revier Dammendorf, Abt. 80 b[1]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 90 m
Reliefform: geneigt

Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	341 mm	583 mm	765 mm
Niederschlag (V-IX)	123 mm	280 mm	457 mm
Temperatur (Jahr)	7,4 °C	8,9 °C	10,2 °C
Temperatur (V-IX)	14,5 °C	16,0 °C	19,3 °C
Temperatur Januar	–7,5 °C	–0,7 °C	2,9 °C
Temperatur Juli	15,6 °C	18,0 °C	22,2 °C
Temperaturschwankung	16,1 K	20,4 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–362 mm	–22 mm	174 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–417 mm	–169 mm	42 mm

Feinbodenform (SEA 95):
SeS = Schwenower Bändersand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
bS_{ca} = Bändersande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

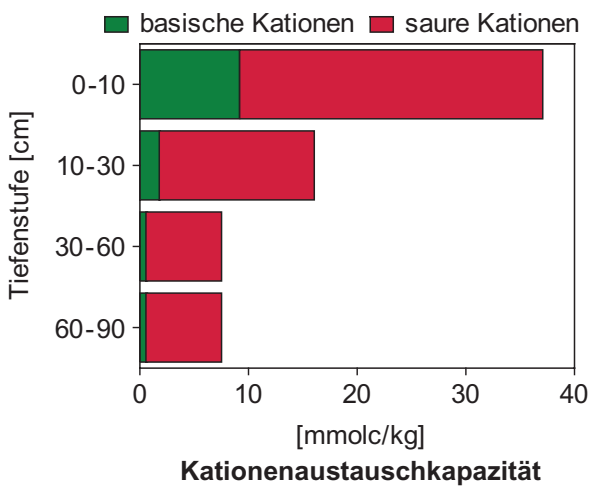
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (149 J. / 28,3 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Waldreitgras-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-KI**, KI-EI, KI-LH, KI-DG

Chemische Eigenschaften:

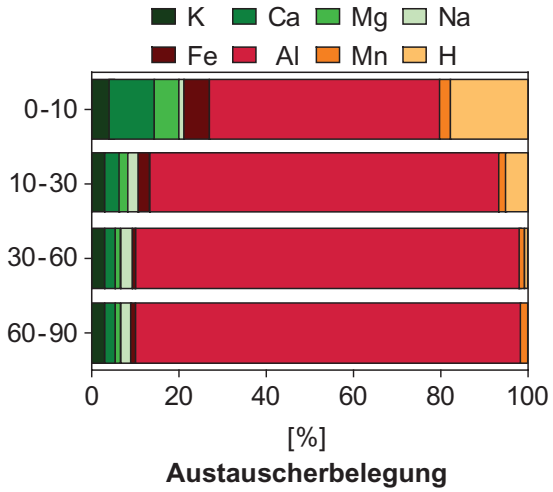
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			23,97	0,41	3,37	30,58	1,248	24,50
0 - 10	37,791	25	9,29	0,30	3,23	3,37	0,135	24,96
10 - 30	16,508	13	12,02	0,17	3,95	1,00	0,044	22,73
30 - 60	8,137	11	12,44	0,09	4,30	0,38	0,017	22,35
60 - 90	7,660	11	18,06	0,08	4,29	0,07	0,014	5,00

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	183,01	153,04	40,05	41,30	68,86	520,12	56,84
0 - 60	234,22	175,99	46,99	71,04	75,49	819,55	74,42
0 - 90	287,46	197,23	53,75	98,33	86,31	1105,20	107,88
0 - 30 inkl. Aufl.	391,19	803,05	116,36	46,86	75,74	541,75	231,37
0 - 60 inkl. Aufl.	442,40	826,00	123,30	76,60	82,37	841,18	248,94
0 - 90 inkl. Aufl.	495,64	847,24	130,06	103,89	93,19	1126,82	282,40

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	6,2	12,1	4,9	1,3	5,3	48,8	2,8	18,5
10 - 30	3,9	4,1	2,1	2,6	2,6	77,6	1,6	5,5
30 - 60	3,4	2,9	1,5	3,3	0,9	85,2	1,6	1,2
60 - 90	3,6	2,8	1,5	3,1	1,5	84,2	3,2	0,0



Kationenaustauschkapazität



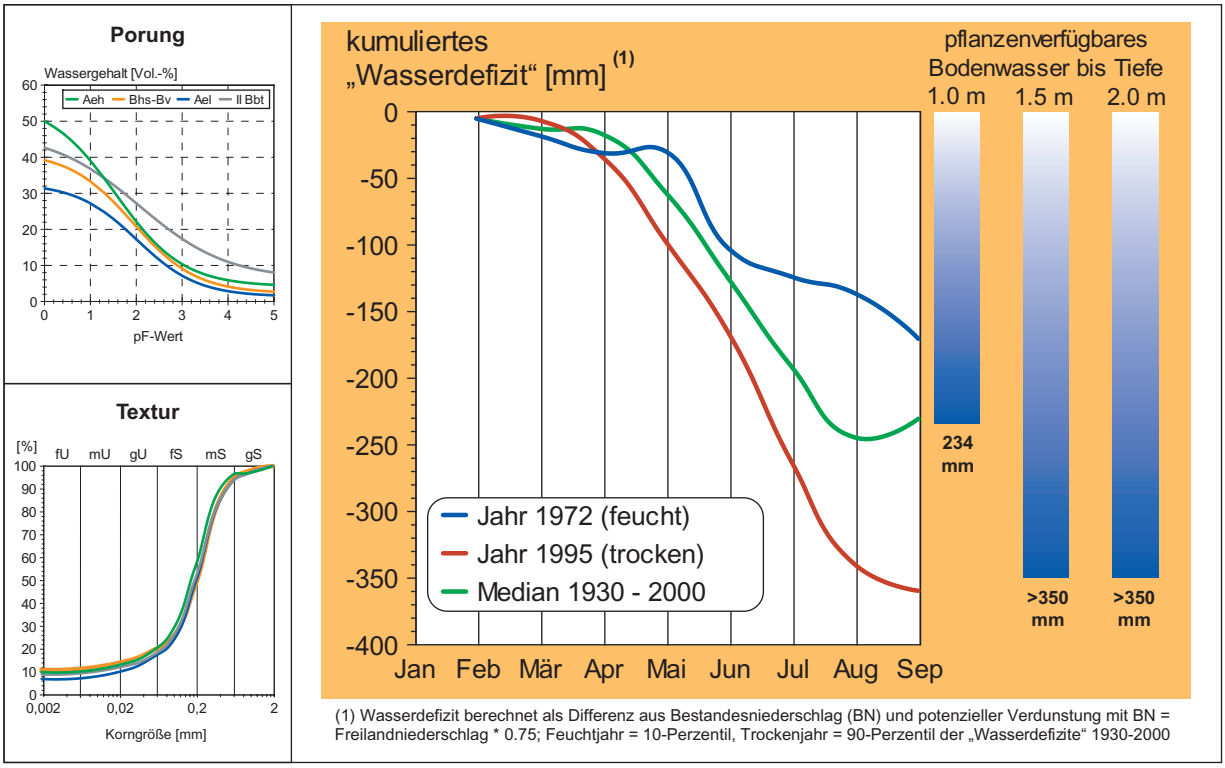
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden noch als *gering* bis *mittel* zu bewerten. Bis 90 cm Tiefe sinkt sie aber stark ab und liegt dann im Bereich *äußerst geringer* Werte. Die Basensättigung (BS) und der V-Wert verweisen auf eine sehr schlechte Ausstattung mit Nährstoffkationen. Während im humosen Oberboden noch *mäßig* basische Kationen am Austauscher gebunden sind, befindet sich der Unterboden im Bereich *geringer* Sättigungsgrade. Die Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K) sind *mäßig.* Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit* bis *weit* und deutet auf geringe biologische Aktivität und ungünstige Stoffumsetzungsbedingungen. Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Die Elastizität des saaleeiszeitlichen Ausgangsmaterials gegenüber weiterer Säurebelastung ist als *gering* einzuschätzen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0 - 7	4	40	36	80	7	3	10	10	Sl3
Bhs-Bv	7 - 45	7	42	33	82	6	3	9	9	St2
Ael	45 - 73	7	44	32	83	7	3	10	7	Sl2
II Bbt	73 - 120	6	46	28	80	6	3	9	11	St2
II Cv	120 - 210	7	55	22	84	2	3	5	11	St2



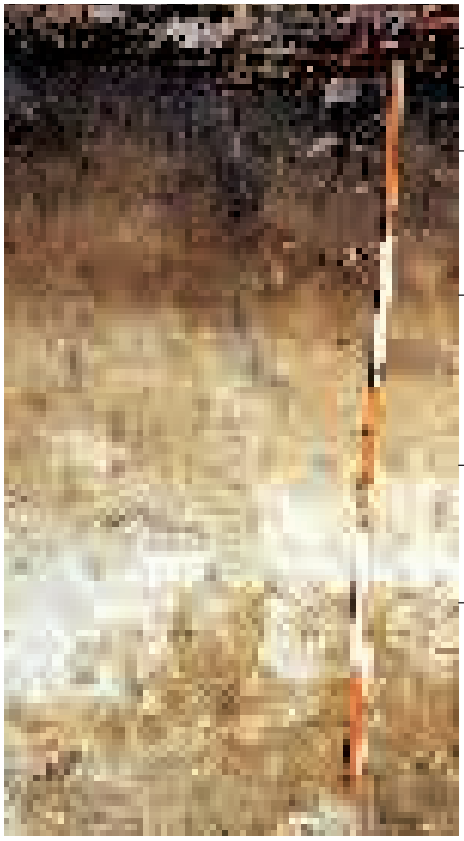
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im Bereich hoher Werte. Die Pflanzen profitieren von der höheren Wasserkapazität der Lehmbänder. Die Luftkapazität liegt im Oberboden im hohen und ab einer Tiefe größer 70 cm im sehr geringen Wertebereich. Der Luftmangel im Unterboden führt zu einer eingeschränkten Durchwurzelbarkeit. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feucht- und Durchschnittsjahren durch das verfügbare Bodenwasser bis 1 m Tiefe ausgeglichen werden. Im dargestellten Trockenjahr, das in dieser Ausprägung etwa alle 10 Jahre einmal auftritt, oder auch bei geringerer Durchwurzelungstiefe ist indes mit erhöhtem Wassermangelstress zu rechnen.

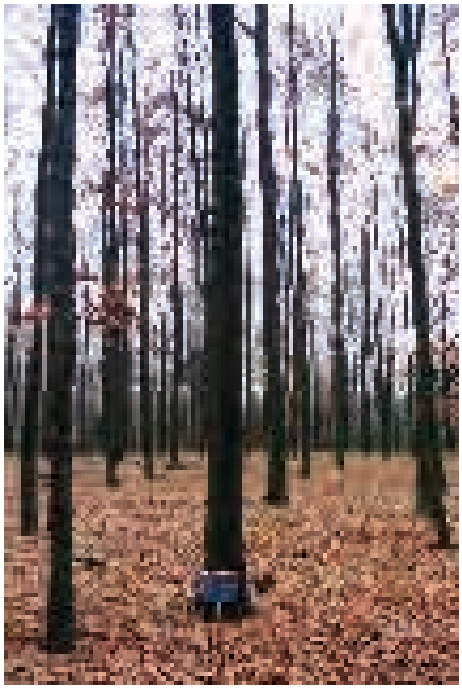
Für die Klasse der Fahlerden und Parabraunerden ist dieser Standort vergleichsweise schwach mit Nährstoffen ausgestattet. In Anlehnung an die natürliche Waldgesellschaft stellt die Traubeneiche trotzdem hier die wichtigste Wirtschaftsbaumart dar. Zudem ist sie aufgrund der raschen Streuzersetzung bodenpfleglich und wirkt einer weiteren Verringerung der verfügbaren Nährstoffvorräte entgegen. Aus wirtschaftlichen Erwägungen spielt auch die Gemeine Kiefer auf diesem Standort eine wesentliche Rolle. Die Douglasie ist als kleinflächige, wertsteigernde Beimischung geeignet.

P23: Braunerde-Fahlerde aus Geschiebemergel mit mullartigem Moder



+3 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+1 cm	**Of**	
–11 cm	**Ah**	schwach lehmiger Sand, humusangereichert
–30 cm	**Ah-Bv**	schwach lehmiger Sand, humusangereichert, verbraunt
–55 cm	**Bv**	schwach lehmiger Sand, verbraunt
–75 cm	**Ael**	schwach lehmiger Sand, lessiviert
>100 cm	**Bt-Cc**	stark sandiger Lehm, tonangereichert, kalkhaltig

Forstadresse: AfF Müllrose, Obf. Eisenhüttenstadt, Revier Rießen, Abt. 20 b[3]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 115 m
Reliefform: wellig



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	350 mm	593 mm	782 mm
Niederschlag (V-IX)	123 mm	282 mm	459 mm
Temperatur (Jahr)	7,3 °C	8,8 °C	10,1 °C
Temperatur (V-IX)	14,4 °C	15,9 °C	19,2°C
Temperatur Januar	–7,6 °C	–0,8 °C	2,8 °C
Temperatur Juli	15,5 °C	17,9 °C	22,1 °C
Temperaturschwankung	16,1 K	20,4 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–348 mm	–6 mm	195 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–414 mm	–164 mm	47 mm

Feinbodenform (SEA 95):
SwtL = Schwarzheider Tieflehm-Fahlerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
tL^{ca} = Tieflehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

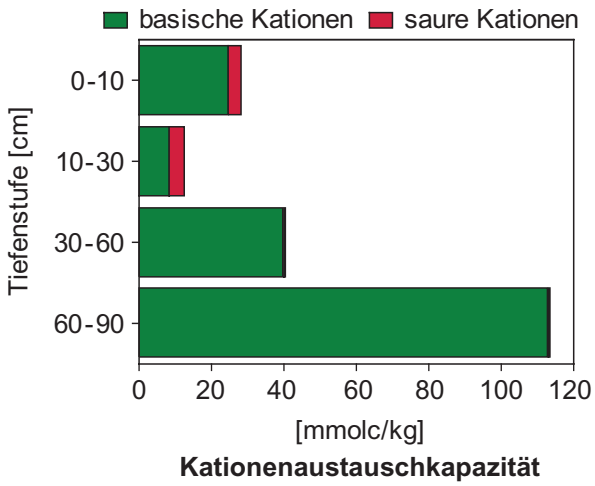
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (84 J. / 31,6 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Hainrispengras-Winterlinden-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-WLI-HBU,** TEI-BU, DG-BU, TEI-EDB

Chemische Eigenschaften:

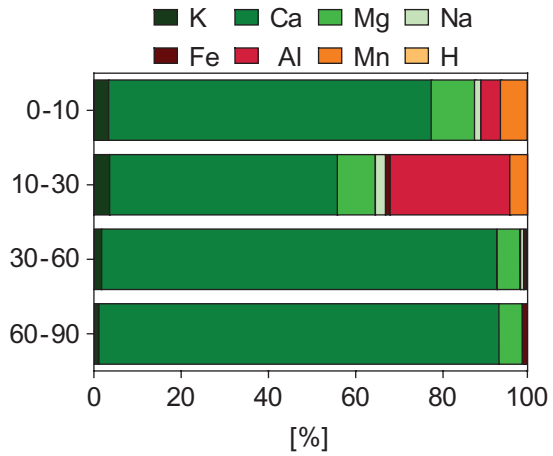
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage								
0 - 10	28,567	88	29,64	0,07	4,22	1,69	0,112	15,09
10 - 30	13,795	67	19,35	0,10	3,93	0,56	0,040	14,00
30 - 60	40,571	99	52,86	0,00	6,28	0,21	0,017	12,35
60 - 90	112,666	100	69,53	0,00	6,86	0,10	0,013	7,69

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	122,78	963,04	94,59	22,43	4,00	128,62	116,57
0 - 60	225,22	4399,88	224,41	52,24	6,08	136,17	141,87
0 - 90	430,08	14302,25	598,67	85,02	8,15	149,09	153,32
0 - 30 inkl. Aufl.	122,78	963,04	94,59	22,43	4,00	128,62	116,57
0 - 60 inkl. Aufl.	225,22	4399,88	224,41	52,24	6,08	136,17	141,87
0 - 90 inkl. Aufl.	430,08	14302,25	598,67	85,02	8,15	149,09	153,32

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,9	72,4	10,8	1,0	0,2	5,4	6,4	0,0
10 - 30	4,1	51,9	9,1	1,5	0,4	28,5	4,6	0,0
30 - 60	1,4	91,2	5,7	0,7	0,1	0,4	0,5	0,0
60 - 90	1,0	92,6	5,8	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0



Kationenaustauschkapazität



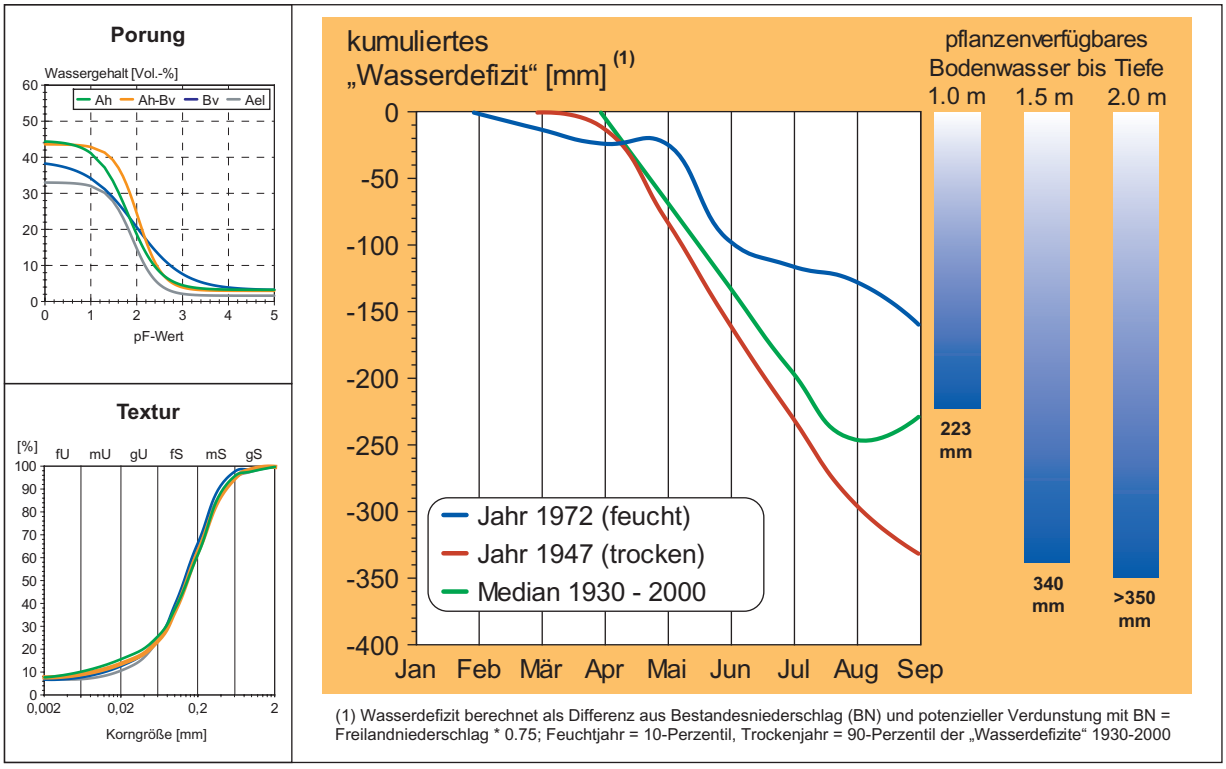
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden *gering* und steigt bis 90 cm Tiefe auf *mittlere* bis *hohe* Werte an. Die Basensättigung ist im ganzen Profil *sehr hoch*. Die Basenanreicherung im Oberboden ist auf die hohen Flugascheneinträge der Region zurückzuführen. Der Standort ist gut mit Nährstoffen versorgt. Lediglich die *geringen* K-Vorräte und -Sättigungsgrade lassen diesbezügliche Nährstoffmängel möglich erscheinen. Der pH-Wert liegt im Unterboden im günstigen Carbonat-Pufferbereich. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng* bis *mittel*; es deutet auf hohe biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 11	4	34	36	74	10	8	18	8	Sl2
Ah-Bv	11 - 30	5	32	39	76	10	6	16	8	Sl2
Bv	30 - 55	2	31	42	75	12	6	18	7	Sl2
Ael	55 - 75	5	29	42	76	13	3	16	8	Sl2
Bt-Cc	75 - 100	3	27	31	61	9	10	19	20	Ls4



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

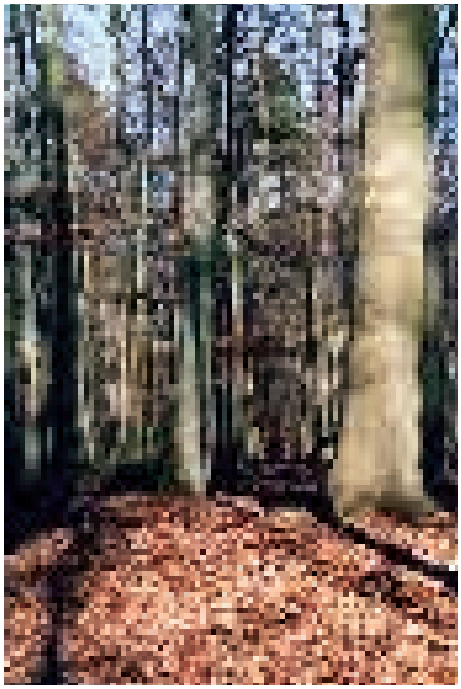
Die Wasserspeicherkapazität ist hoch. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen der lehmigen Sande des Oberbodens bedeutsam. Zusätzlich bewirkt der lehmige Bt-Horizont im Unterboden einen Wasserrückhalt und damit eine günstigere Wasserversorgung. Es ist im gesamten Bodenbereich eine mittlere bis hohe Luftkapazität vorhanden. Die Durchwurzelbarkeit ist gut. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann selbst in Trockenjahren durch das verfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden. Wassermangelstress ist demzufolge nicht zu erwarten.

Der Standort ist durch den atmogenen Eintrag von Flugstäuben im Oberboden mit basischen Kationen angereichert. Zudem ist der Untergrund kalkhaltig. Das waldbauliche Ziel orientiert sich auf diesem Standort in besonderer Weise am aktuellen bodenchemischen Zustand. Um das hohe Basenangebot in den ökosystemaren Stoffkreislauf einzubinden, werden in erster Linie anspruchsvolle Laubhölzer angebaut, die das hohe Nährstoffangebot in Volumen- und Wertleistung umsetzen können. Hauptbaumart ist die Traubeneiche. Aufgrund der spezifischen, anthropogen beeinflussten Nährstoffsituation können auch Edellaubhölzer beigemischt werden. Die günstige Wasserversorgung erlaubt den Anbau der Rotbuche auch außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes.

P24: Braunerde-Fahlerde aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder

+4 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+3 cm	**Of**	
–10 cm	**Aeh**	schwach lehmiger Sand, humusangereichert und schwach podsolig
–32 cm	**Ael-Bv**	mittel lehmiger Sand, verbraunt, lessiviert
–50 cm	**Ael**	mittel lehmiger Sand, lessiviert und schwach podsolig
–70 cm	**Ael+Bt**	stark sandiger Lehm, teils lessiviert oder tonangereichert
–95 cm	**Bt**	stark sandiger Lehm, tonangereichert
>110 cm	**Cc**	sandiger Lehm, kalkhaltig

Forstadresse: AfF Eberswalde, Obf. Eberswalde, Revier Schönholz, Abt. 19 a[2]
Wuchsgebiet: Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Tramper Platte
Großklimabereich: β = Neubrandenburger Klima (schwächer maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 65 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	343 mm	583 mm	767 mm
Niederschlag (V-IX)	125 mm	285 mm	465 mm
Temperatur (Jahr)	7,5 °C	9,0 °C	10,3 °C
Temperatur (V-IX)	14,4 °C	16,0 °C	19,3 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	–0,4 °C	3,2 °C
Temperatur Juli	15,5 °C	17,9 °C	22,1 °C
Temperaturschwankung	15,8 K	20,1 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–352 mm	–7 mm	183 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–411 mm	–161 mm	54 mm

Feinbodenform (SEA 95):
JhtL = Johannisberger Tieflehm-Fahlerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
tL^{ca} = Tieflehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

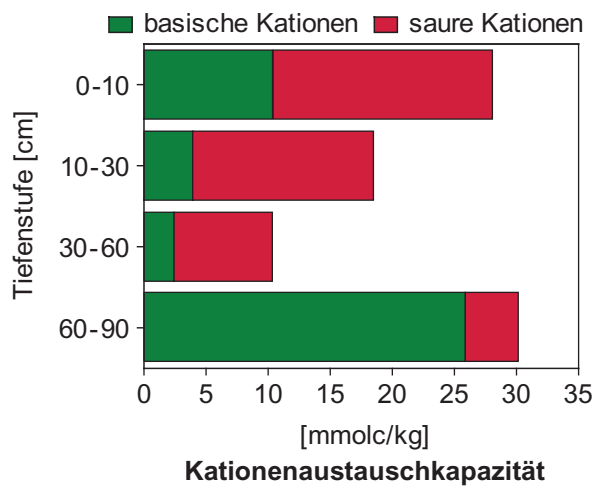
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (116 J. / n.b.)
PNV (HOFMANN, 2001)	Perlgras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**BU-TEI,** BU-EDB, BU-ND, BU-DG, BU-ELÄ

Chemische Eigenschaften:

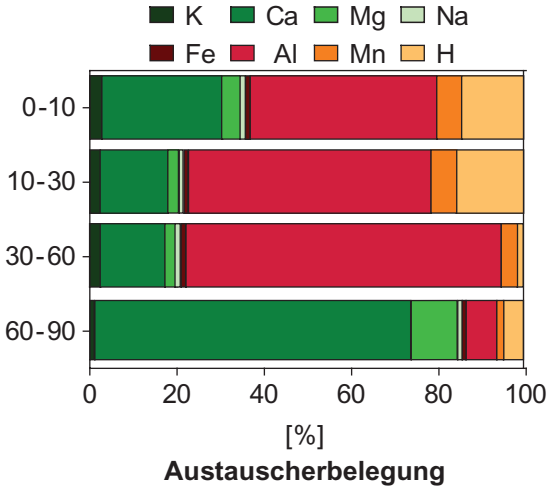
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			44,09	0,18	3,96	20,19	1,128	17,90
0 - 10	28,249	37	14,94	0,18	3,62	2,04	0,125	16,32
10 - 30	18,006	23	18,22	0,16	3,74	0,81	0,055	14,73
30 - 60	10,738	23	19,05	0,11	3,99	0,14	0,016	8,75
60 - 90	30,447	85	52,88	0,04	4,14	0,08	0,015	5,33

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	107,30	388,76	41,81	14,22	10,22	401,74	160,57
0 - 60	174,86	559,29	64,60	30,09	24,99	744,34	217,83
0 - 90	304,13	2807,75	276,96	62,47	36,14	852,56	300,86
0 - 30 inkl. Aufl.	160,25	648,04	70,65	16,22	11,46	405,14	201,73
0 - 60 inkl. Aufl.	227,81	818,57	93,44	32,08	26,23	747,74	258,99
0 - 90 inkl. Aufl.	357,08	3067,03	305,79	64,47	37,37	855,97	342,02

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,2	28,7	4,9	0,6	0,8	40,5	6,4	14,9
10 - 30	2,9	16,2	3,0	0,7	0,5	54,7	6,4	15,6
30 - 60	3,2	15,5	3,4	1,3	1,4	69,5	3,8	1,9
60 - 90	2,1	71,1	11,1	0,9	0,4	7,6	1,9	4,9



Kationenaustauschkapazität



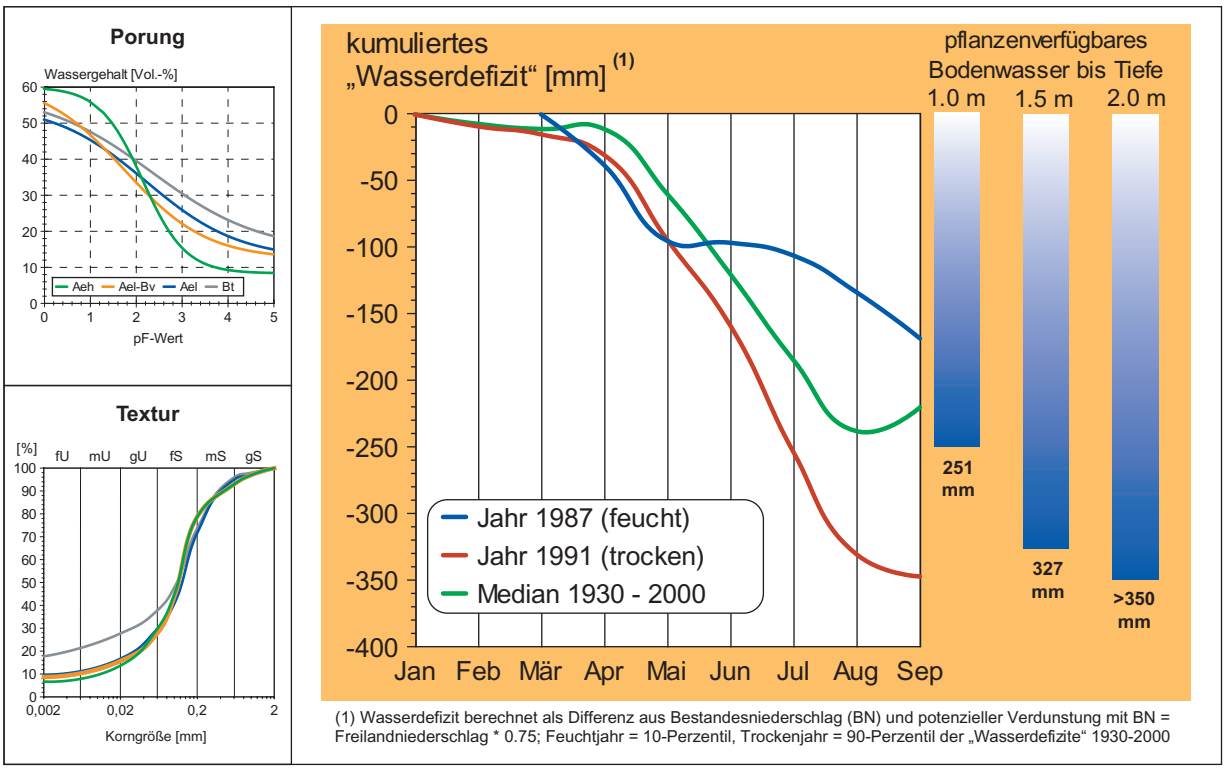
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt im *geringen* bis *mittleren* Wertebereich. Die Basensättigung (BS) steigt von *mittleren* Werten im Oberboden auf *hohe* Werte in 90 cm Tiefe an. Die Nährstoffversorgung erscheint aufgrund der verfügbaren Reserven im Unterboden günstig. Die Kaliumvorräte bis 90 cm Tiefe sind dennoch *gering,* die Magnesium- und Calciumvorräte sind *mittel* bis *sehr hoch*. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich. Der pH-Wert deutet eine tiefgründige Versauerung an (Aluminiumpufferbereich bis 90 cm Tiefe). Aufgrund des in 110 cm Tiefe anstehenden Mergels besteht jedoch eine ausreichende Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0 - 10	7	14	49	70	16	7	23	7	Sl2
Ael-Bv	10 - 32	7	14	51	72	12	7	19	9	Sl3
Ael	32 - 50	5	23	42	70	13	7	20	10	Sl3
Ael+Bt	50 - 70	4	22	36	62	10	10	20	18	Ls4
Bt	70 - 95	3	19	34	56	11	12	23	21	Ls4
Cc	95 - 110	4	23	36	63	13	8	21	16	Sl4



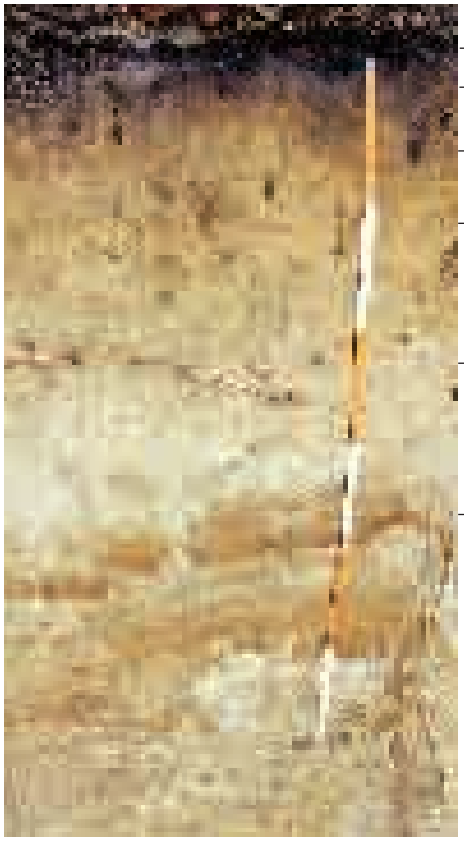
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität ist hoch. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen der lehmigen Sande des Oberbodens bedeutsam. Die Luftkapazität liegt zunächst im mittleren Wertebereich und sinkt im Unterboden auf sehr geringe Werte. Das geringe Grobporenvolumen ist die Ursache für die nur schlechte Durchwurzelbarkeit des Unterbodens. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feucht- und Durchschnittsjahren durch das verfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden. Im dargestellten Trockenjahr besteht jedoch aufgrund des eingeschränkten Wurzelraums Wassermangel.

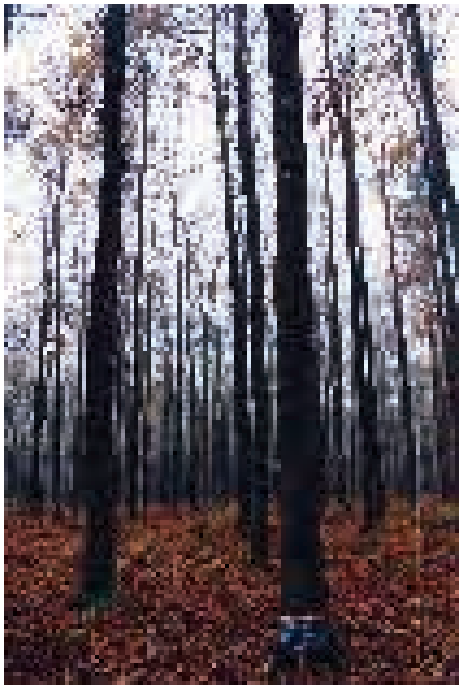
Auf diesem Standort stehen die beiden Baumarten Rotbuche und Traubeneiche im Mittelpunkt der Waldbewirtschaftung. Werden beide Baumarten angebaut, ist aufgrund der überlegenen Konkurrenz der Rotbuche eine flächenweise Mischung zu empfehlen. Ferner ist die Beimischung leistungsstarker Nadelhölzer, wie Europäischer Lärche und Douglasie möglich. Der Carbonatgehalt im Unterboden erlaubt eine Beimischung von Edellaubhölzern

P25: Podsolige Fahlerde aus Geschiebesand mit Moder



+4 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+3 cm	**Ofh**	
–6 cm	**Ahe**	schwach lehmiger Sand, podsoliert
–11 cm	**Bhs**	schwach toniger Sand, sesquioxidangereichert
–45 cm	**Bv**	schwach toniger Sand, verbraunt
–75 cm	**Ael**	schwach toniger Sand, schwach lessiviert
>120 cm	**Ael-Bt**	schwach toniger Sand, Lehmbänder

Forstadresse: AfF Müllrose, Obf. Kupferhammer, Revier Dammendorf, Abt. 84 a[1]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 90 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	341 mm	583 mm	765 mm
Niederschlag (V-IX)	123 mm	280 mm	457 mm
Temperatur (Jahr)	7,4 °C	8,9 °C	10,2 °C
Temperatur (V-IX)	14,5 °C	16,0 °C	19,3 °C
Temperatur Januar	–7,5 °C	–0,7 °C	2,9 °C
Temperatur Juli	15,6 °C	18,0 °C	22,2 °C
Temperaturschwankung	16,1 K	20,4 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–359 mm	–19 mm	176 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–414 mm	–166 mm	45 mm

Feinbodenform (SEA 95):
DoS = Dobritzer Bändersand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
bS = Bändersande, kalziumkarbonatfrei

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

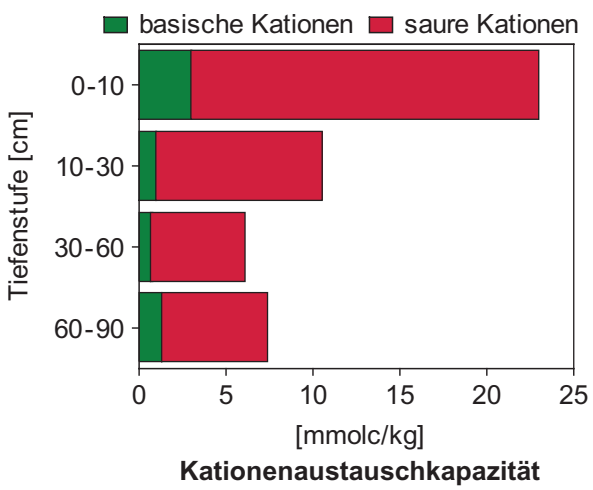
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (149 J. / 31,5 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Waldreitgras-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-LH,** TEI-KI, KI-EI, KI-LH, KI-DG

Chemische Eigenschaften:

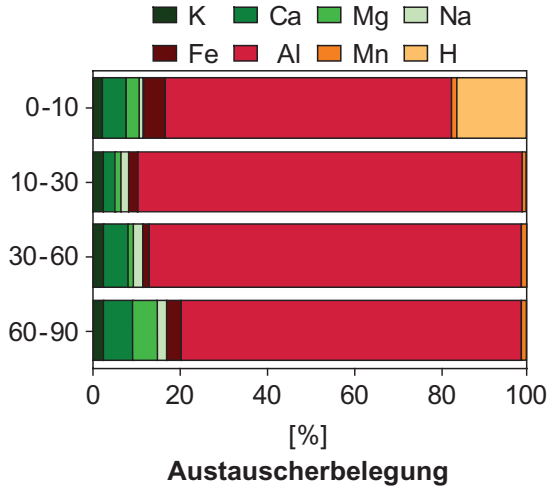
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			23,84	0,41	3,48	20,58	0,948	21,71
0 - 10	23,317	13	7,06	0,22	3,38	2,24	0,082	27,32
10 - 30	10,758	10	9,19	0,12	4,13	0,72	0,028	25,71
30 - 60	6,470	14	13,29	0,07	4,33	0,36	0,014	25,71
60 - 90	7,808	19	16,08	0,09	4,13	0,10	0,006	16,67

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	71,81	55,52	19,60	25,28	38,62	417,29	23,55
0 - 60	110,06	91,38	25,95	42,73	49,66	628,68	34,77
0 - 90	156,54	147,75	54,93	65,94	75,59	892,95	47,57
0 - 30 inkl. Aufl.	99,15	192,71	34,18	27,75	40,54	424,06	52,78
0 - 60 inkl. Aufl.	137,39	228,57	40,53	45,19	51,58	635,45	64,01
0 - 90 inkl. Aufl.	183,88	284,93	69,51	68,41	77,51	899,72	76,80

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,0	5,5	3,3	1,3	4,5	63,5	1,3	17,6
10 - 30	2,9	3,4	1,8	2,2	2,1	86,2	1,4	0,0
30 - 60	3,4	6,3	1,8	2,7	2,1	82,3	1,4	0,0
60 - 90	3,1	7,3	6,2	2,6	3,6	76,0	1,2	0,0



Kationenaustauschkapazität



Austauscherbelegung

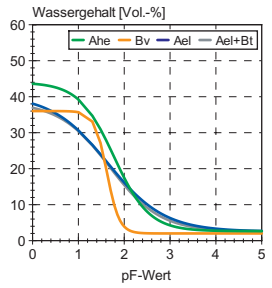
Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist bis 90 cm Tiefe *gering*. Der Oberboden ist *gering* mit basischen Kationen ausgestattet, im Unterboden nehmen die Sättigungsgrade leicht auf *mäßig*e Werte zu. Insgesamt ist jedoch von einer relativ schlechten Nährstoffversorgung auszugehen. Darauf deuten die *sehr geringen* Kalium- und Magnesiumvorräte hin. Anhand der pH-Werte zeigt sich, dass sich der Boden bis in 90 cm Tiefe im Aluminium-Pufferbereich befindet und damit versauert ist. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit* bis *weit* und deutet auf geringe biologische Aktivität und ungünstige Stoffumsetzungsbedingungen.

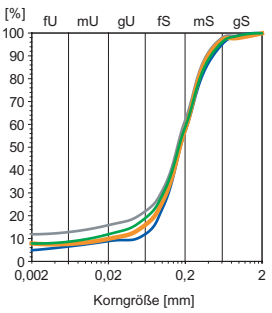
Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

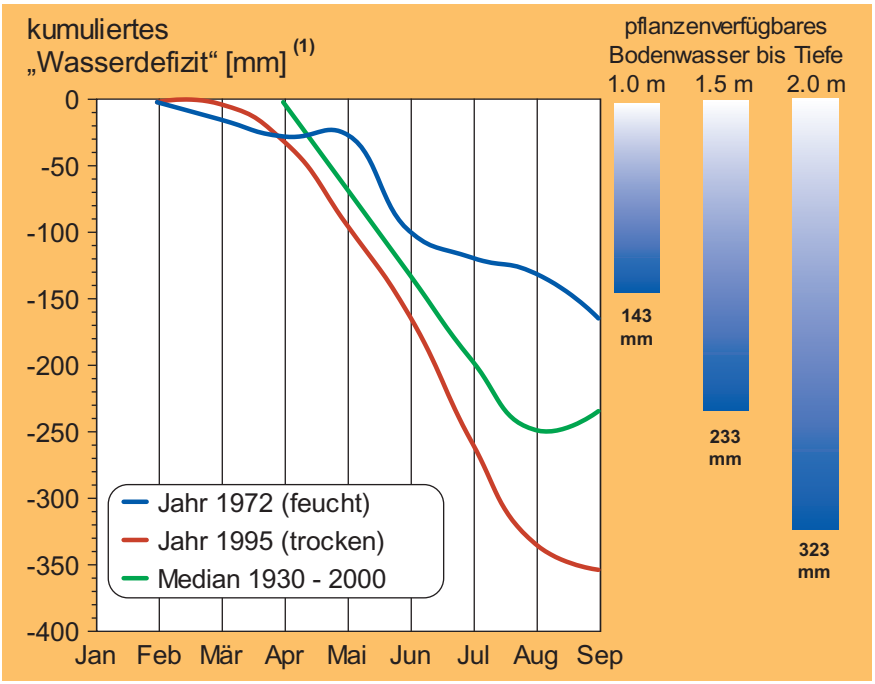
Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ahe	0 - 6	4	37	40	81	7	4	11	8	Sl2
Bhs	6 - 11	3	39	42	84	6	2	8	8	St2
Bv	11 - 45	3	39	42	84	6	2	8	8	St2
Ael	45 - 75	5	38	45	88	3	4	7	5	St2
Ael+Bt	75 - 120	2	36	40	78	6	4	10	12	St2

Porung



Textur





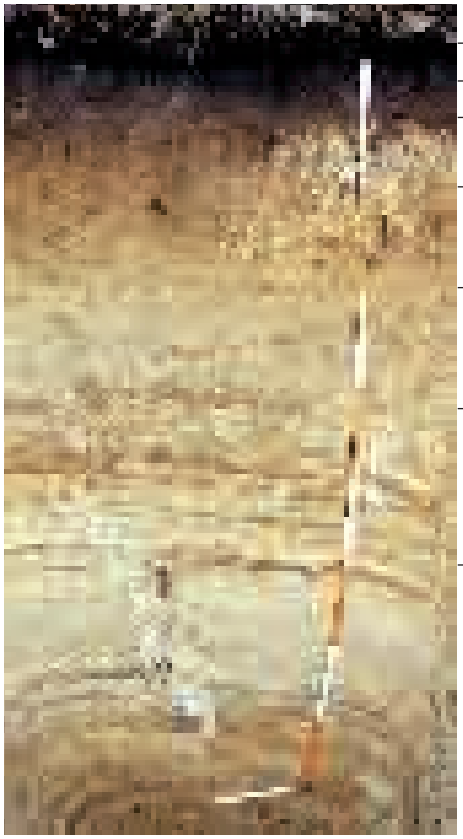
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Es ist im gesamten Boden eine mittlere bis hohe Luftkapazität vorhanden. Der mehr bänderartig ausgebildete Bt-Horizont führt zu einer günstigeren Wasserversorgung und dürfte kein wesentliches Hindernis für die Durchwurzelung darstellen. Bei einem effektiven Wurzelraum von 1,5 m Tiefe wird das sich in der Vegetationsperiode aufbauende Wasserdefizit in Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf vom Bodenwasser ausgeglichen. In Trockenjahren muss der effektive Wurzelraum bis mindestens 2 m Tiefe reichen, um größeren Wassermangelstress zu verhindern.

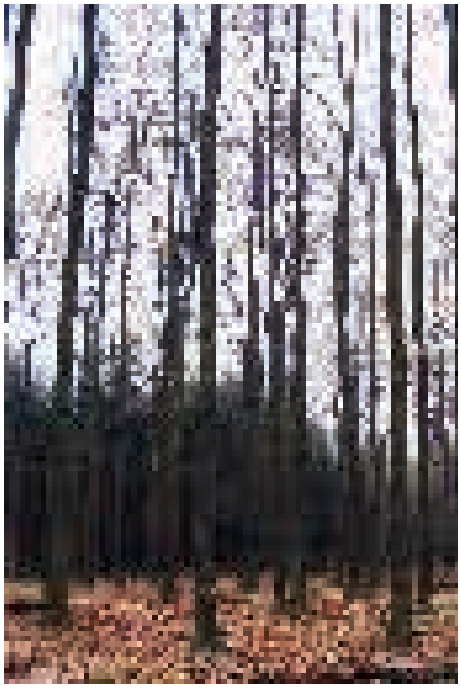
Für den Bodentyp Fahlerde ist dieser Standort eher schwach mit Nährstoffen ausgestattet. In Anlehnung an die natürliche Waldgesellschaft stellt die Traubeneiche hier die wichtigste Wirtschaftsbaumart dar. Die Beimischung von Laubhölzern, wie Winterlinde, erfüllt neben der Schaftpflege der Eiche auch bodenökologische Aufgaben, insbesondere die Verbesserung der Stoffumsetzung im Oberboden. Neben der Traubeneiche ist die Kiefer eine weitere wichtige Baumart der Waldbewirtschaftung. Um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, ist sie aber nicht im Reinbestand zu bewirtschaften.

P26: Podsolige Bänderfahlerde aus Geschiebesand mit Moder



+5 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+3 cm	**Ofh**	
–3 cm	**Ahe**	schwach lehmiger Sand
–10 cm	**Bhs**	schwach lehmiger Sand, sesquioxidangereichert
–40 cm	**Bv**	mittel lehmiger Sand, verbraunt
–62 cm	**Ael**	schwach toniger Sand
–90 cm	**Bbt**	schwach toniger Sand, Lehmbänder
>70 cm	**Bbt+C**	Mittelsand, schwache Lehmbänder

Forstadresse: AfF Müllrose, Obf. Schlaubemühle, Revier Jakobsee, Abt. 63 a[4]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 100 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	351 mm	597 mm	787 mm
Niederschlag (V-IX)	126 mm	287 mm	767 mm
Temperatur (Jahr)	7,3 °C	8,8 °C	10,1 °C
Temperatur (V-IX)	14,3 °C	15,9 °C	19,2 °C
Temperatur Januar	–7,6 °C	–0,8 °C	2,8 °C
Temperatur Juli	15,4 °C	17,8 °C	22,0 °C
Temperaturschwankung	16,1 K	20,7 K	27,1 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–347 mm	–2 mm	200 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–410 mm	–157 mm	57 mm

Feinbodenform (SEA 95):
DoS = Dobritzer Bändersand-Braunerde

Substratuntergruppe (SEA 95):
bS = Bändersande, kalziumkarbonatfrei

Stammgruppe (SEA 95):
TM2 = mäßig nährstoffhaltig, terrestrisch mittelfrisch

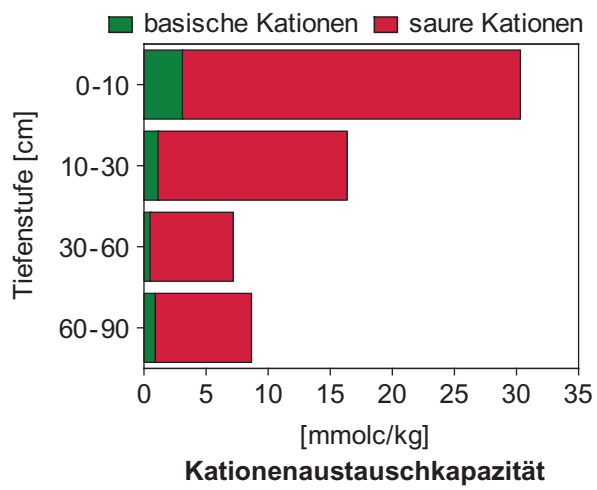
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (105 J. / 28,4 m), RBU
PNV (HOFMANN, 2001)	Waldreitgras-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-LH**, TEI-KI, KI-EI, KI-LH, KI-DG

Chemische Eigenschaften:

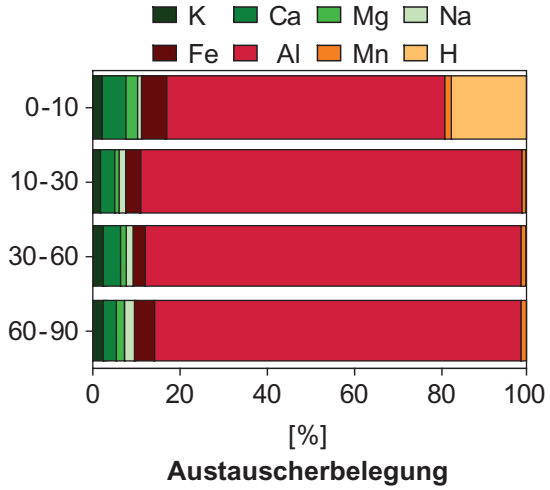
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			15,96	0,71	3,09	16,93	0,820	20,65
0 - 10	30,584	11	6,54	0,29	3,21	2,19	0,085	25,76
10 - 30	16,676	9	6,52	0,20	3,84	1,03	0,043	23,95
30 - 60	7,799	11	5,63	0,12	4,19	0,33	0,017	19,41
60 - 90	8,932	12	14,01	0,16	3,98	0,13	0,007	18,57

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	78,83	77,74	23,33	25,98	77,30	605,44	19,18
0 - 60	119,52	110,39	30,25	44,88	99,66	879,38	26,56
0 - 90	186,33	143,06	44,18	73,84	139,11	1223,33	42,66
0 - 30 inkl. Aufl.	121,59	160,36	38,64	28,58	87,51	638,99	52,37
0 - 60 inkl. Aufl.	162,28	193,01	45,55	47,48	109,86	912,93	59,75
0 - 90 inkl. Aufl.	229,09	225,68	59,48	76,44	149,32	1256,89	75,85

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	2,5	4,7	2,7	0,9	5,7	64,6	0,9	18,0
10 - 30	2,1	4,0	1,6	1,6	3,8	86,2	0,7	0,0
30 - 60	2,9	4,5	1,6	2,3	3,3	84,6	0,7	0,0
60 - 90	3,7	3,5	2,5	2,7	4,5	81,9	1,3	0,0



Kationenaustauschkapazität



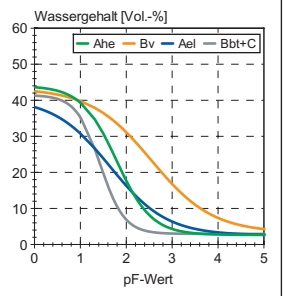
Austauscherbelegung

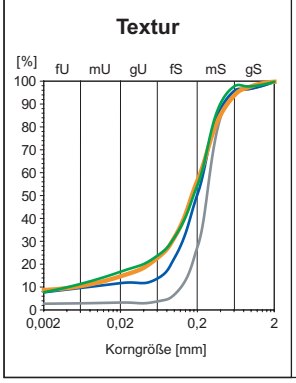
Bewertung:

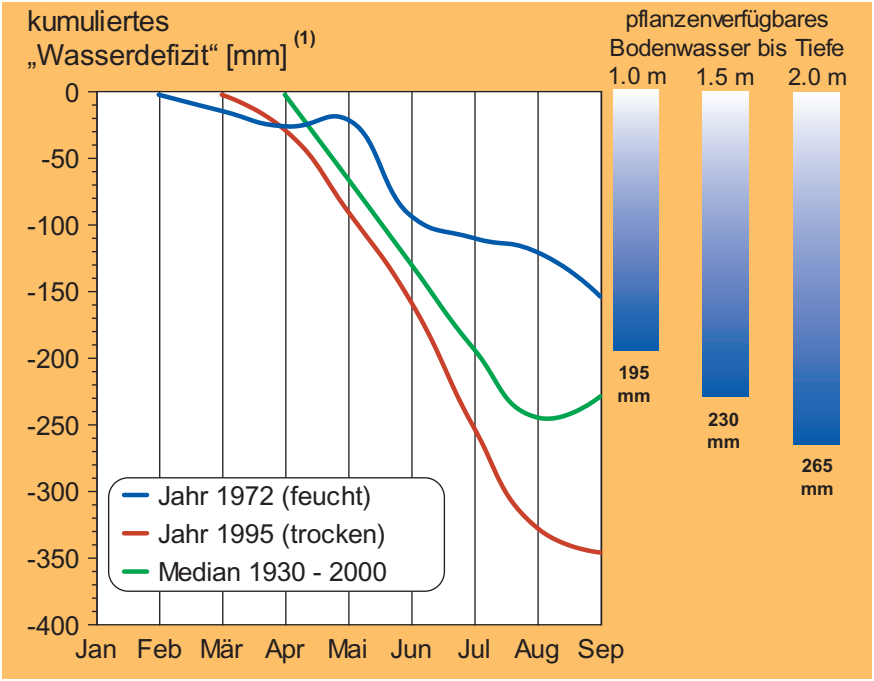
Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis in 90 cm Tiefe auf *sehr geringe* Werte. Die Basensättigung (BS) und der V-Wert zeigen eine besonders schlechte Ausstattung mit Nährstoffkationen an. Die Sättigungsgrade sind bis 90 cm Tiefe als *gering* zu bewerten. Die Vorräte an pflanzenverfügbarem Kalium, Calcium und Magnesium sind jeweils als *sehr gering* zu bewerten. Das C/N-Verhältnis im Auflagehumus ist *mäßig weit.* Anhand der pH-Werte zeigt sich, dass sich der Boden bis in 90 cm Tiefe im Aluminium-Pufferbereich befindet und damit versauert ist.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ahe	0 - 3									Sl2
Bhs	3 - 10	2	43	31	76	7,0	9,0	16	8	Sl2
Bv	10 - 40	6	37	34	77	8,0	6,0	14	9	Sl3
Ael	40 - 62	4	45	37	86	2,0	4,0	6	8	St2
Bbt	62 - 90	8	51	24	83	5,0	1,0	6	11	St2
Bbt+C	90 - 170	4	68	24	96	0,5	0,5	1	3	mS







(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

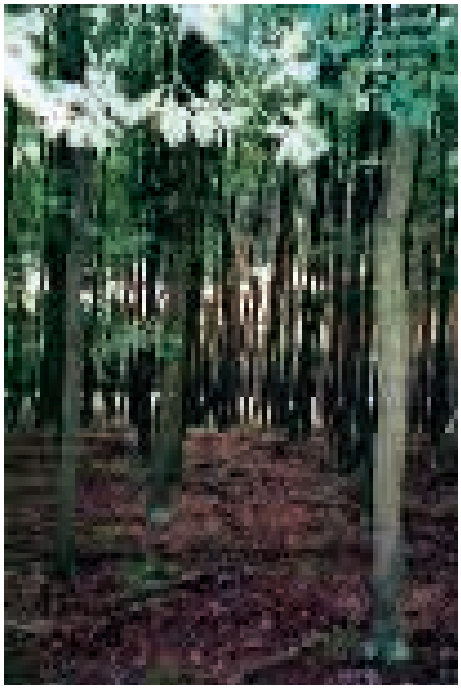
Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen der lehmigen Sande des Oberbodens bedeutsam. Zusätzlich führt der bänderartig ausgebildete Bt-Horizont zu einer günstigeren Wasserversorgung der Pflanzen. Es ist im gesamten Bodenbereich eine mittlere bis sehr hohe Luftkapazität vorhanden. Die Durchwurzelbarkeit des Bodens ist tief. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feucht- und Durchschnittsjahren durch das verfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden. In überdurchschnittlich trockenen Jahren tritt Wassermangelstress auf, und das Baumwachstum ist durch Anpassungsreaktionen (Spaltenschluss) eingeschränkt.

Der Standort ist im Vergleich zu den anderen untersuchten Fahlerden schwach mit Nährstoffen ausgestattet. Die zentrale Baumart der natürlichen Waldgesellschaft ist die Traubeneiche, was sich in der Waldbewirtschaftung widerspiegelt. Aufgrund der geringen Nährstoff- und Wasserversorgung spielt neben der Eiche die Kiefer eine bedeutende waldbauliche Rolle. Ihre Beimischung zur Hauptbaumart Eiche erfolgt aus vorrangig wirtschaftlichen Erwägungen. Aus bodenmeliorativen Gründen sind ferner Laubhölzer, wie Winterlinde und Eberesche in den Waldaufbau zu integrieren.

P27: Podsolige Braunerde-Fahlerde aus Geschiebelehm mit Humusform Moder

+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+5 cm	**Ofh**	
–4 cm	**Aeh**	schwach lehmiger Sand, humusangereichert
–10 cm	**Bhsv**	schwach lehmiger Sand, verbraunt, sesquioxid- und humusangereichert
–30 cm	**Ael-Bv**	schwach lehmiger Sand, verbraunt, lessiviert
–50 cm	**Ael**	mittel lehmiger Sand, lessiviert, Steinsohle in 30 cm Tiefe
>90 cm	**Bt**	stark lehmiger Sand, tonangereichert

Forstadresse: AfF Hangelsberg, Obf. Schwenow, Revier Groß Eichholz, Abt. 5309 b[11]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Königs Wusterhausener Talsand und Platten
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 60 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	333 mm	570 mm	746 mm
Niederschlag (V-IX)	120 mm	275 mm	446 mm
Temperatur (Jahr)	7,6 °C	9,1 °C	10,4 °C
Temperatur (V-IX)	14,7 °C	16,2 °C	19,5 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	–0,4 °C	3,2 °C
Temperatur Juli	15,8 °C	18,2 °C	22,4 °C
Temperaturschwankung	16,0 K	20,3 K	27,1 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–370 mm	–34 mm	154 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–420 mm	–174 mm	32 mm

Feinbodenform (SEA 95):
SwtL* = Schwarzheider Tieflehm-Fahlerde, stark podsoliert

Substratuntergruppe (SEA 95):
tL^{ca} = Tieflehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

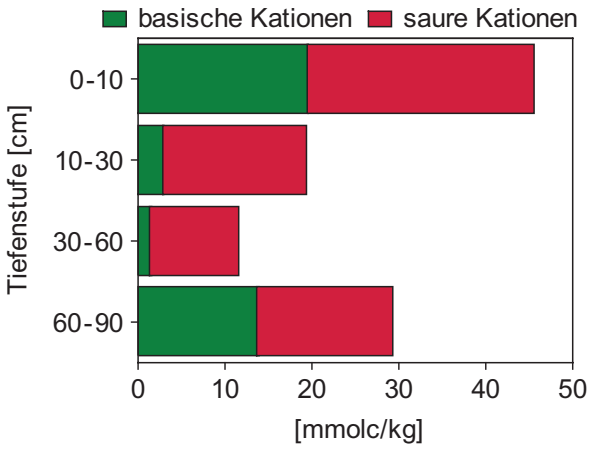
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (47 J. / 20,4 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Hainrispengras-Winterlinden-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**TEI-WLI-HBU,** TEI-LH, DG-LH, ELÄ-LH

Chemische Eigenschaften:

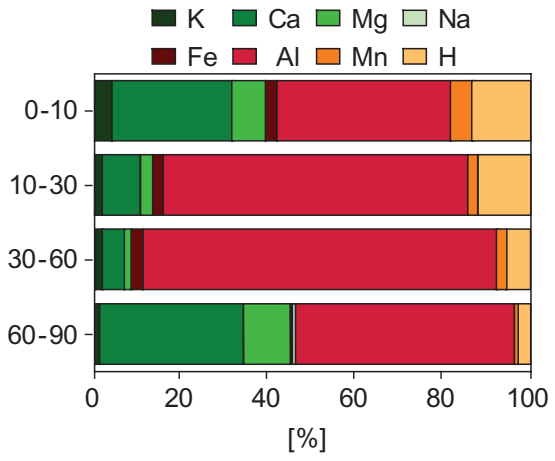
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			51,27	0,20	4,66	35,88	1,581	22,69
0 - 10	46,232	43	15,87	0,25	3,29	4,38	0,220	19,91
10 - 30	19,864	16	14,47	0,19	3,66	1,09	0,059	18,47
30 - 60	11,765	11	17,71	0,11	4,07	0,27	0,022	12,27
60 - 90	30,816	48	35,67	0,17	3,73	0,11	0,014	7,86

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	196,31	475,38	86,49	12,35	60,33	548,51	130,80
0 - 60	257,80	539,02	101,07	17,91	86,67	940,26	171,19
0 - 90	404,62	1599,72	315,83	39,94	107,78	1629,92	230,29
0 - 30 inkl. Aufl.	197,87	485,68	87,84	12,40	60,35	548,54	131,51
0 - 60 inkl. Aufl.	259,36	549,32	102,42	17,96	86,69	940,29	171,90
0 - 90 inkl. Aufl.	406,19	1610,02	317,18	39,99	107,79	1629,96	231,00

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	5,2	28,7	8,2	0,6	2,9	36,3	5,0	13,2
10 - 30	3,0	9,6	3,3	0,3	2,5	66,8	2,8	11,6
30 - 60	2,9	5,8	2,2	0,4	2,6	79,2	2,7	4,3
60 - 90	2,4	33,4	11,2	0,6	0,7	48,4	1,4	1,9



Kationenaustauschkapazität



Austauscherbelegung

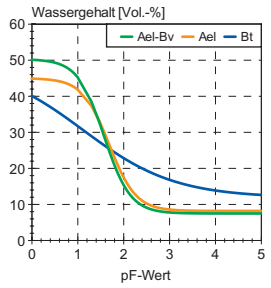
Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) befindet sich im *geringen* bis *mittleren* Wertebereich. Die Basensättigungen liegen im Oberboden sowie in 90 cm Tiefe im *mittleren* Bereich. Die Basenzunahme im Unterboden deutet auf ausreichende Nährstoffreserven. Das C/N-Verhältnis im Auflagehumus ist *mäßig weit.* Die Stoffumsetzungsbedingungen sind damit relativ ungünstig. Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden im Aluminium-Eisen-Pufferbereich, womit sich eine *sehr starke* Tiefenversauerung – wahrscheinlich durch anthropogene Einflüsse wie Streunutzung und atmosphärische Säureeinträge bedingt – andeutet. Dennoch lässt die relativ günstige Austauscherbelegung in 90 cm Tiefe auf eine *hohe* Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung schließen.

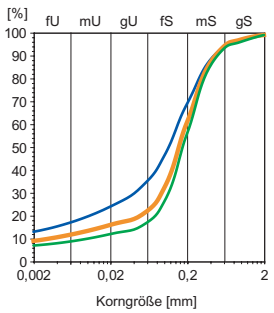
Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

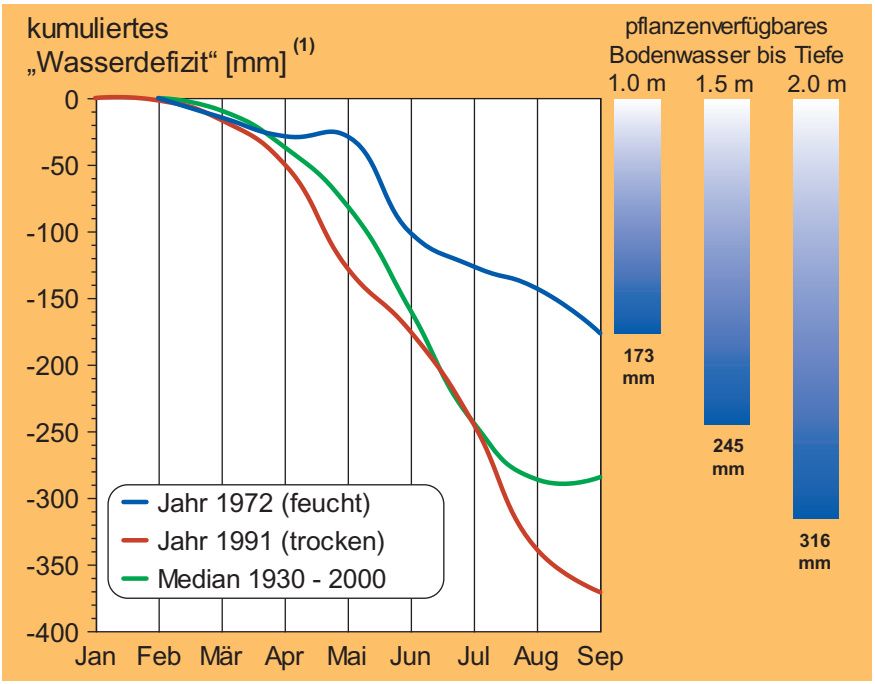
Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0 - 4									Sl2
Bhsv	4 - 10	6	37	39	82	5	5	10	8	Sl2
Ael-Bv	10 - 30	7	37	39	83	6	5	11	6	Sl2
Ael	30 - 50	5	33	39	77	6	7	13	10	Sl3
Bt	50 - 90	5	25	34	64	11	11	22	14	Sl4

Porung



Textur





(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren Wertebereich. Die hohe nutzbare Wasserkapazität des stark lehmigen Bt-Horizontes kann aufgrund von Luftmangel durch die Wurzeln nur schlecht erschlossen werden. Das begrenzte Grobporenvolumen ist die Ursache für die nur mäßige Durchwurzelbarkeit des Unterbodens. Bei geringer tatsächlicher Durchwurzelung besteht wegen des trockenen Tieflandklimas selbst in Durchschnittsjahren Wassermangelstress.

Eine Verschlechterung des bodenchemischen Zustands hat wahrscheinlich durch den Kiefernvorbestand sowie langandauernde Streunutzung stattgefunden. Die vergleichsweise hohen Basensättigungsgrade im Oberboden weisen auf technische Meliorationsmaßnahmen (Düngung) hin. Die aktuelle Nährstoffausstattung erlaubt den Anbau leistungsfähiger Wirtschaftsbaumarten (Traubeneiche, Douglasie, Europäische Lärche). Ferner ist die Beimischung bodenökologisch wirksamer Baumarten aus zwei Gründen von besonderer Bedeutung: Zum einen gelangen über die „Basenpumpe“ und die Verbesserung der Stoffumsetzungsprozesse in der Humusauflage Nährstoffe aus dem basenreicheren Untergrund in den Hauptwurzelraum. Dadurch werden die aktuell im Auflagehumus fixierten Nährstoffkationen ebenfalls rascher verfügbar. Zum anderen verbessert sich durch die intensivere Tiefendurchwurzelung die Wasserversorgung.

5.4 Podsole

5.4.1 Profilbeschreibung und Entstehung

Die Entstehung von Podsolen ist an ein porenreiches und silikat- bzw. basenarmes Ausgangsmaterial, hohe Sickerwasserraten und ungünstige Humusformen gebunden. Die Umsetzung und Einmischung der Streu in den Mineralboden ist stark gehemmt; es fehlen Bodenlebewesen der Makrofauna (Regenwürmer), und bei den Mikroorganismen dominieren die im Vergleich zu Bakterien besser an saures Milieu angepassten Pilze. Deren Stoffwechselprodukte sind überwiegend niedermolekulare organische Säuren. Bei der Humifizierung der Streu entstehen saure Huminstoffe (Fulvosäuren), die wasserlöslich sind und leicht der Verlagerung in den Unterboden unterliegen. Durch die Säurewirkung dieser Stoffe verläuft die chemische Silikatverwitterung sehr intensiv; dabei werden primäre und sekundäre Minerale (Tonminerale) irreversibel zerstört. Eine Forcierung dieser Prozesse können die Böden aktuell durch den zusätzlichen Eintrag von Mineralsäuren aus der atmosphärischen Deposition erfahren (Kap. 4.3.1).

Die Profildifferenzierung bei den Podsolen ergibt sich also wie bei Fahl- und Parabraunerden durch vertikale Stoffverlagerungen. Dabei werden jedoch nicht mechanisch Tonpartikel transportiert, sondern vorwiegend organische Säuren sowie Eisen-, Mangan- und Aluminiumoxide, die sogenannten Sesquioxide, in Form von metallorganischen Komplexen, chemisch gelöst, im Profil von oben nach unten verlagert und wieder ausgefällt. Zur Ausfällung der mobilen Komplexe im Unterboden kommt es entweder durch Versiegen des Sickerwasserstroms, durch Immobilisierung infolge erhöhter Sättigung mit Metallen oder infolge höherer pH-Werte und Ca^{++}-Konzentrationen im Unterboden, die zur Neutralisation der organischen Säuregruppen beitragen.

Durch den Prozess der Podsolierung entsteht ein intensiv verwitterter Oberboden mit vielen hellen Quarzkörnern und ein durch Anreicherung veränderter Unterboden von meist intensiv rostbrauner (Eisenoxide) oder grau-schwarzer Farbe (Humus). Der stark saure Oberboden weist wegen der geringen biologischen Aktivität einen höchstens schwach ausgebildeten Ahe-Horizont und einen stärker ausgeprägten Auswaschungshorizont (Ae-Horizont) auf. Dieser sog. Eluvialhorizont zeichnet sich durch seine graue Farbe („Ascheboden", „Bleicherde") und Nährstoffarmut aus. Darunter liegt, meist mit scharfer Grenze nach oben, der sog. Illuvialhorizont. In diesem erfolgt die Anreicherung der organischen Substanzen (Bh-, Bsh-Horizont) bzw. der Sesquioxide (Bs-, Bhs-Horizont). Die Grenze zwischen A- und B-Horizont bildet an der Profilwand meist keine horizontale Linie, sondern verläuft entlang von trichterförmigen Ausbuchtungen, welche als bevorzugte Sickerwasserleitbahnen (z.B. alte Wurzelröhren) zu interpretieren sind (vgl. Abb. 17). Im schwach humosen Oberboden finden sich häufig charakteristische, bis zu handtellergroße helle Flecken („Pantherung"), die durch mikrobiellen Humusabbau unter Beteiligung von Pilzen entstehen. In humusfreien Anreicherungshorizonten gehen die Sesquioxide allmählich in kristallisierte Formen über, und es bildet sich im Zuge dieser Verfestigung Orterde bzw. Ortstein. Den typischen Profilaufbau des Podsols gibt die Darstellung in Abb. 17 wieder.

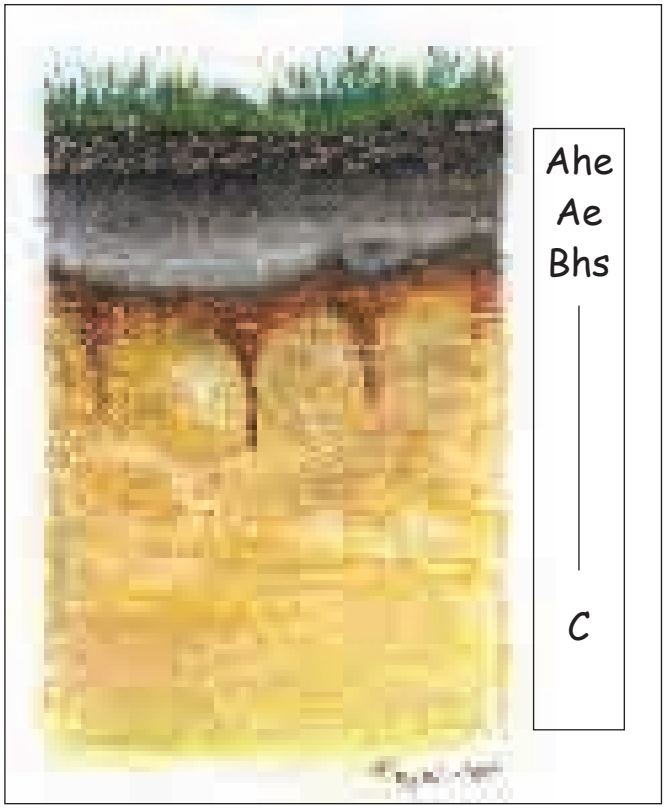


Abb. 17: Profilaufbau des typischen Podsols

In den trockenen Klimabereichen Brandenburgs, d.h. bei geringen Sickerwassermengen, haben sich reine Podsole fast nur an Nordosthängen von Binnendünen (geringe Verdunstung)

oder in Mulden mit lateralem Zustrom basenarmen Niederschlagswassers entwickeln können. An südexponierten Lagen entstehen selbst bei quarzreichem Substrat wie Flugsand kaum Podsole; die Bodenentwicklung endet hier meist klimabedingt bei sogenannten Übergangstypen, wie Podsol-Braunerde und Braunerde-Podsol. Bevorzugt entstehen Podsole auf silikatarmem Sand unter zwergstrauchreicher Kiefernbestockung, wenn diese Standorte durch Übernutzung an Basen verarmt sind und sich eine Rohhumusdecke entwickelt hat.

Vom Subtyp des reinen Eisenpodsols ist der Subtyp Humuspodsol zu unterscheiden. Bei ersterem tritt nur ein Bs-Horizont auf, der deutlich mit Sesquioxiden, aber kaum mit Humus angereichert ist. Eisenpodsole bilden sich vorwiegend auf eisenreichem Substrat. Humuspodsole haben einen Bh-Horizont, der stark mit Humusstoffen, aber kaum mit Eisen angereichert ist. Sie entstehen auf eisenarmem Substrat bei hohen Sickerwassermengen. Die Mehrzahl der Podsole in Brandenburg treten als Mischtypen (Eisenhumuspodsol) auf.

5.4.2 Bodenökologische Bewertung

Podsole sind hinsichtlich der Ausstattung an Nährstoffen im Normalfall als besonders ungünstig zu bewerten. Die Kationenaustauschkapazität sowie die pflanzenverfügbaren und verwitterbaren Nährstoffreserven sind gering. Die Oberbodenversauerung führt zur Verdrängung säureintoleranter Pflanzenarten und zu Säurestress im Wurzelraum. Dabei ist zu beachten, dass die Oberbodenzustände in den vergangenen Jahrzehnten derart durch atmosphärische Stoffeinträge überlagert worden sind (Kap. 4.3.1), dass sich die typischen Podsole hinsichtlich ihres chemischen Oberbodenzustands oft nicht von anderen Bodentypen (z. B. sauren Braunerden) unterscheiden.

Die Humusform der Podsole ist meist Rohhumus bis rohhumusartiger Moder. Die Morphologie der Humusauflage spiegelt die aktuelle biologische Aktivität gut wider und sollte im Gelände als Indikator für die schnelle Diagnose herangezogen werden. Hierbei ist zu prüfen, wie mächtig die Auflageschichten (Of- und Oh-Horizonte) sind und wie leicht sich Mineralboden und Auflagehumus voneinander trennen lassen. Liegt die Auflage dem Mineralboden nur oberflächig auf und ist der Übergang sehr scharf, d. h. nicht von Bodenwühlern durchmischt und ohne verbindende Wurzelgeflechte, so muss von einer geringen Bioaktivität ausgegangen werden (Rohhumus). Sind Humusauflage und Mineralboden hingegen schwerer voneinander trennbar, so ist auf höhere biologische Aktivität zu schließen und von einer Humusform im Übergangsbereich vom Rohhumus zum Moder auszugehen. Unter Stickstoffeintragsbedingungen kann eine Einengung der C/N-Verhältnisse und ein Wandel in Richtung typischer bis mullartiger Moder erfolgen.

Günstiger als bei den reinen Podsolen ist die Bodenfruchtbarkeit bei den Gley-Podsolen, wo das Grundwasser zu einer basenreicheren Austauscherbelegung führen kann. Durch Grundwasserabsenkung verschlechtern sich auf diesen Standorten mithin nicht nur der Wasserhaushalt, sondern ganz maßgeblich auch die Basenversorgung bzw. der Nährstoffhaushalt. Laubbäume können auf Podsolstandorten zur Verbesserung der Umsetzungsbedingungen beitragen und damit eine Erhöhung der Nährstoffversorgung aus dem „kleinen Stoffkreislauf“ (Laubfall – Mineralisation – Wurzelaufnahme) bewirken.

Die nutzbare Feldkapazität der Podsole ist mäßig bis gering. Die Böden zeichnen sich durch eine hohe Wasserdurchlässigkeit aus und sind gut durchlüftet. Wie die Sandbraunerden weisen die Podsole ein geringes Wasserspeicherpotenzial und hohe Sickerwasserraten auf. Die Winterniederschläge sind im allgemeinen deutlich höher als die Wasserausschöpfung bis zum Ende der Vegetationsperiode, so dass von einem hohen Grundwasserneubildungspotenzial ausgegangen werden kann. Durch die Kiefernbestockung ist die tatsächliche Grundwasserneubildung jedoch infolge hoher Interzeptionsverluste und insgesamt höherer Verdunstungsraten reduziert.

5.4.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung

Die im Nordostdeutschen Tiefland auftretenden Braunerde-Podsole und Podsole entsprechen den Trophiestufen „ziemlich nährstoffarm“ und „nährstoffarm“. Die **Potenzielle Natürliche Vegetation** auf ziemlich nährstoffarmen mittelfrischen Podsolen ist hauptsächlich der Blaubeer-Kiefern-Traubeneichenwald. In der natürlichen Mischung sind außerdem Birke, Eberesche und

Wacholder vertreten. Mit der Verbesserung der Wasserversorgung gewinnen in den Klimastufen f und m Blaubeer-, Drahtschmielen- und Schattenblumen-Buchenwaldgesellschaften an Bedeutung.

Die typischen Podsole an den Dünen-Nordhängen und insbesondere die Gleypodsole weisen eine vergleichsweise größere Fruchtbarkeit auf, was in beiden Fällen auf die bessere Wasserversorgung zurückzuführen ist. Typische Weiser in der Bodenflora sind Blaubeere, Drahtschmiele, Adlerfarn, Pfeifengras, Pillen- und Fingersegge.

Die Waldbewirtschaftung auf den **ziemlich nährstoffarmen mittelfrischen** Standorten des Bodentyps Podsol orientiert primär auf die Baumarten Traubeneiche und Gemeine Kiefer. Grundsätzlich ist in der Klimastufe f die Rotbuche auf diesen Standorten ebenfalls eine geeignete Wirtschaftsbaumart. Auf den stark podsolierten Böden trägt sie zur Verbesserung des Oberbodenzustandes bei, zeigt aber deutlich geringere Wuchsleistungen als auf mäßig nährstoffhaltigen mittelfrischen Böden.

In den Klimastufen m und t bilden die Traubeneiche und die Gemeine Kiefer die Hauptbaumarten. Allerdings vermag die Kiefer das saure und daher ungünstige Bodenmilieu der Podsole sowie die unzureichenden biologischen Aktivitäten in der Humusauflage nicht zu verbessern. Auf Gleypodsolen ist der Bewirtschaftung mit Stieleiche der Vorzug vor Traubeneiche einzuräumen. Die Stieleiche ist an die Schwankungen und die Nähe des anstehenden Grundwasser offensichtlich physiologisch besser angepasst. Auf den ziemlich armen mittelfrischen Podsolen der Klimastufe m tritt die Buche als wirtschaftliche Komponente in den Hintergrund. Sie erfüllt vordergründig bodenmeliorative Positivwirkungen. Die zentralen Baumarten der Waldbewirtschaftung sind hier die Traubeneiche und die Gemeine Kiefer, wobei mit abnehmender Standortstrophie und/oder geringerer Wasserversorgung die waldbauliche Bedeutung der Kiefer zunimmt.

Auf **nährstoffarmen mittelfrischen** Podsolen in der Klimastufe t ist die Kiefer die Hauptwirtschaftsbaumart. Die Traubeneiche fungiert als bodenökologisch günstige Mischbaumart. Häufig finden sich Gemeine Birke und Eberesche als weitere Mischbaumarten ein. Sie sind in die Bestandesbewirtschaftung zu integrieren.

Eine wesentliche Ursache für die schlechte Streuzersetzung und die Nährstoffauswaschung im mineralischen Oberbodenhorizont der Podsole sind stark saure Bodenreaktionen bzw. Basenarmut. Deshalb hat auf den Podsolen der Laubholzanbau eine besondere bodenmeliorative Bedeutung. Durch die Aufnahme von Nährstoffen im Unterboden werden dem Stoffkreislauf Basen zugeführt, welche über die Zersetzung der Laubstreu die zumeist ungünstige Auflagehumusform (rohhumusartiger Moder, Rohhumus) verbessern und den verfügbaren Nährstoffvorrat im Ahe- bzw. Ae-Horizont erhöhen. Die Erhaltung und Wiederherstellung von Stoffflüssen ist vor allem auf den infolge Streunutzung besonders stark podsolierten Böden wichtig. Hier ist die Annäherung der aktuellen Bodenfruchtbarkeit an die potenzielle („natürliche“) Bodenfruchtbarkeit eine wesentliche waldbauliche Zielstellung.

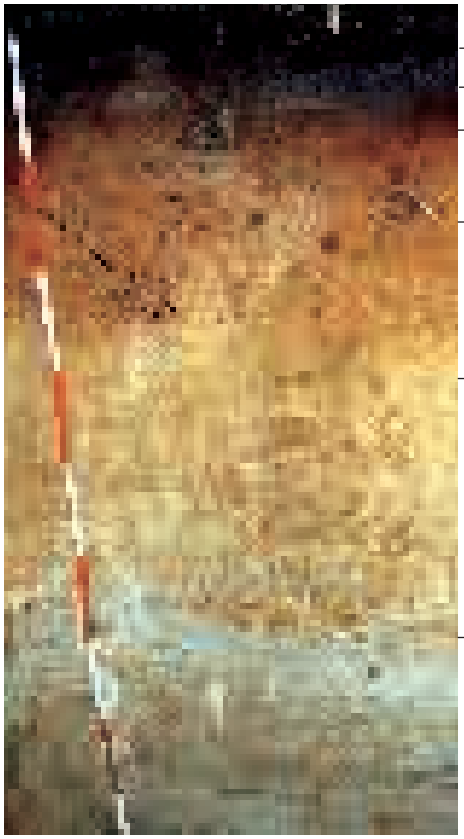
5.4.4 Beispiele für Podsole

Exemplarisch für die Klasse der Podsole werden folgende Bodenprofile vorgestellt:

Podsol aus Geschiebesand mit rohhumusartigem Moder	P28
Podsol über reliktischem Gley aus Flugsand mit mullartigem Moder	P29
Reliktisch vergleyter Braunerde-Podsol aus Sandersand mit Moder	P30

Die nachfolgenden Übersichten stellen tabellarisch und grafisch wesentliche bodenökologische und forstlich relevante Kenngrößen dieser Beispielstandorte dar. Auf der Grundlage dieser Angaben werden waldbauliche Empfehlungen abgeleitet.

P28: Podsol aus Geschiebesand mit rohhumusartigem Moder



+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+4 cm	**Ofh**	
–13 cm	**Ae**	schwach toniger Sand, eluviert
–15 cm	**Bhms**	schwach toniger Sand, teilweise verfestigte Orterde
–50 cm	**B(h)s**	schwach toniger Sand, sesquioxid- und schwach humusangereichert
–110 cm	**Cv**	mittelsandiger Feinsand, schwach verbraunt
>180 cm	**C**	feinsandiger Mittelsand, (oxidierte Eisenverbindungen, Adern und Bänder)

Forstadresse: AfF Müllrose, Obf. Kupferhammer, Revier Siehdichum, Abt. 80 a[1]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 70 m
Reliefform: geneigt

Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	332 mm	564 mm	745 mm
Niederschlag (V-IX)	119 mm	272 mm	443 mm
Temperatur (Jahr)	7,5 °C	9,0 °C	10,3 °C
Temperatur (V-IX)	14,6 °C	16,2 °C	19,4 °C
Temperatur Januar	–7,4 °C	–0,6 °C	3,0 °C
Temperatur Juli	15,7 °C	18,1 °C	22,3 °C
Temperaturschwankung	16,1 K	20,4 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–373 mm	–40 mm	151 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–424 mm	–180 mm	26 mm

Feinbodenform (SEA 95):
LiS = Limsdorfer Sand-Rostpodsol

Substratuntergruppe (SEA 95):
S_{ca} = Mittelfeinsande mit Kalziumkarbonat im Untergrund

Stammgruppe (SEA 95):
TZ2 = ziemlich nährstoffarm, terrestrisch mittelfrisch

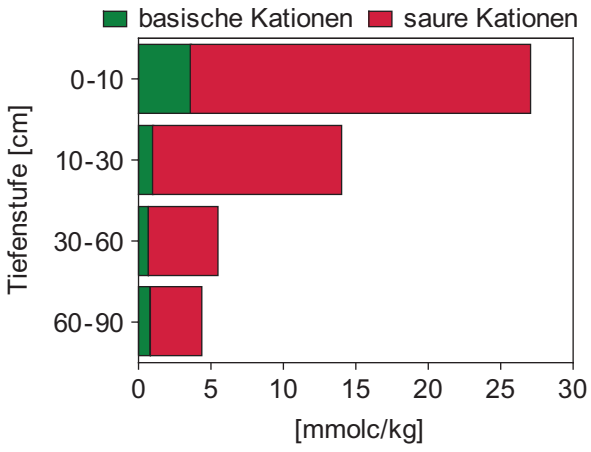
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (52 J. / 15,2 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Blaubeer-Kiefern-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**KI-(EI)**, KI-EI, KI-BI, KI

Chemische Eigenschaften:

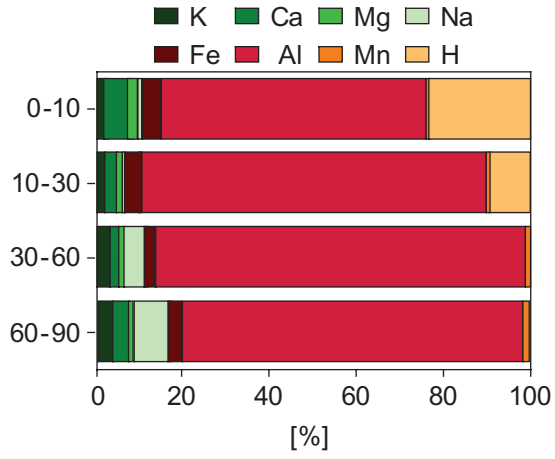
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			10,99	0,58	2,92	11,55	0,457	25,27
0 - 10	27,472	14	6,65	0,27	3,28	2,16	0,118	18,31
10 - 30	14,520	9	6,85	0,18	3,95	1,02	0,051	20,00
30 - 60	5,655	15	8,50	0,13	4,34	0,21	0,018	11,67
60 - 90	4,587	20	18,60	0,10	4,39	0,08	0,013	6,15

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	90,09	71,65	16,55	15,68	59,57	450,68	9,63
0 - 60	131,95	84,95	20,23	57,38	72,87	636,81	12,42
0 - 90	170,02	103,38	24,28	101,23	87,31	780,58	19,05
0 - 30 inkl. Aufl.	92,07	75,75	17,21	15,84	60,08	453,58	10,19
0 - 60 inkl. Aufl.	133,93	89,05	20,89	57,54	73,37	639,72	12,97
0 - 90 inkl. Aufl.	172,00	107,48	24,94	101,39	87,82	783,48	19,61

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,6	7,0	2,7	0,9	4,6	58,0	0,6	22,6
10 - 30	2,9	3,4	1,3	1,0	4,3	77,8	0,4	9,0
30 - 60	4,2	2,6	1,2	7,2	2,8	81,6	0,4	0,0
60 - 90	4,6	4,4	1,6	9,0	3,7	75,6	1,1	0,0



Kationenaustauschkapazität



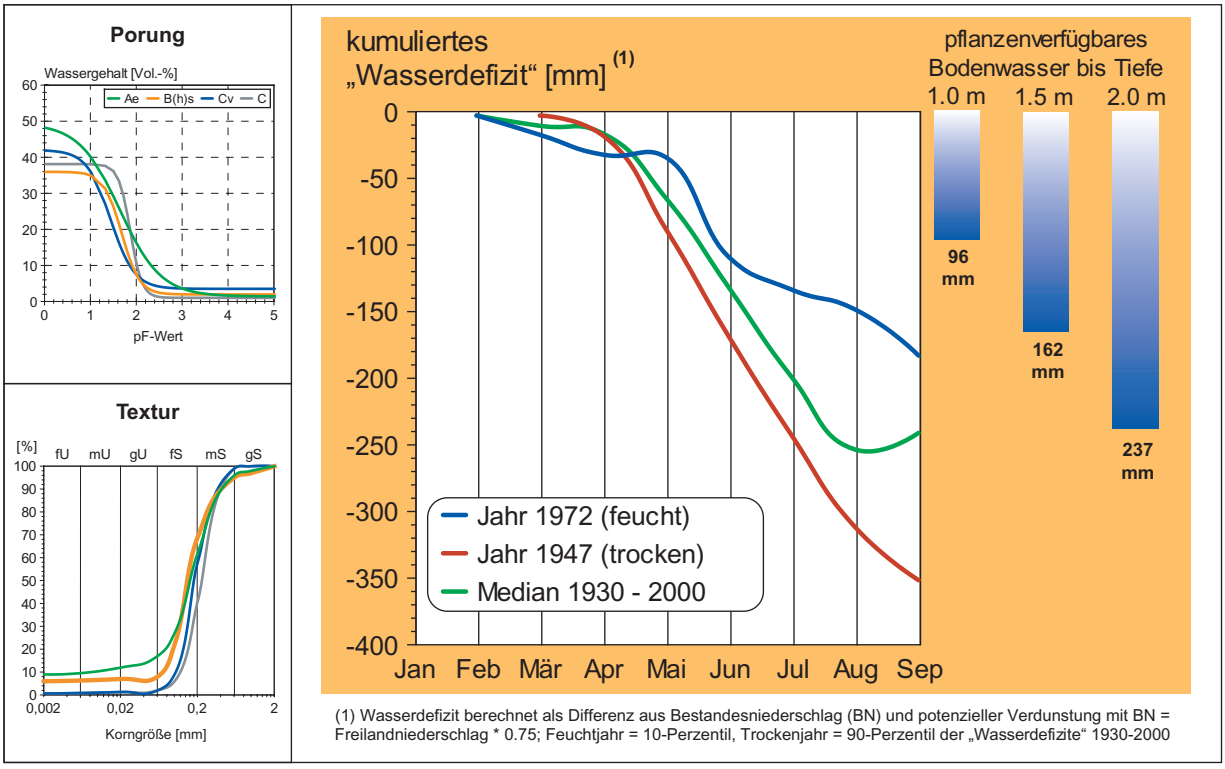
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden *sehr gering* bis *gering*. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis zur Untergrenze des Hauptwurzelraums in einen *äußerst geringen* Bereich ab. Auch die Basensättigungen liegen nur im Bereich *geringer* und *mäßiger* Werte. Die Nährstoffausstattung ist insgesamt sehr ungünstig; die austauschbaren Vorräte an Ca, Mg und K befinden sich alle im *sehr geringen* Bereich. Die aus der Verwitterung nachlieferbaren Nährstoffreserven dürften aufgrund des hohen Substratalters (Saale-Kaltzeit) *gering* sein. Das C/N-Verhältnis im Auflagehumus ist *mäßig weit* bis *weit* und deutet auf geringe biologische Aktivität und ungünstige Stoffumsetzungsbedingungen. Der pH-Wert im Oberboden liegt im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf Versauerung hin.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ae	0 - 13	4	34	45	83	5,0	3,0	8,0	9,0	St2
Bhms	13 - 15	4	34	45	83	5,0	3,0	8,0	9,0	St2
B(h)s	15 - 50	5	26	61	92	1,0	1,0	2,0	6,0	St2
Cv	50 - 110	1	41	56	98	0,7	0,6	1,3	0,7	fSms
C	110 - 180	1	58	39	98	0,7	0,6	1,3	0,7	mSfs



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

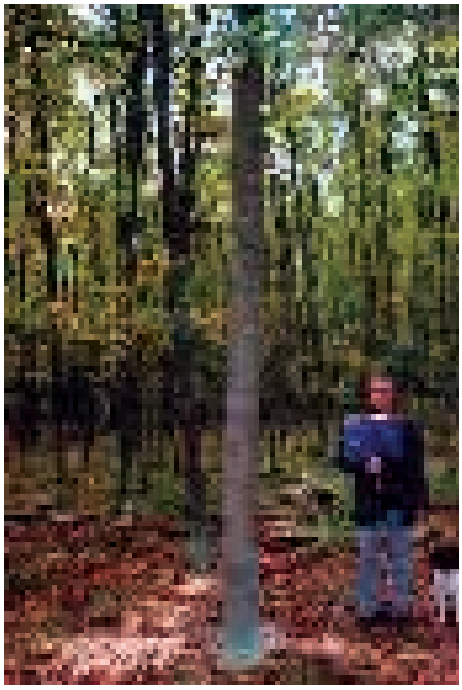
Die Wasserspeicherkapazität bis 1 m Tiefe liegt im Bereich geringer Werte. Der Boden ist gut durchlüftet. Die Durchwurzelbarkeit ist gut. Die Kombination von trockenem Tieflandsklima und geringen pflanzenverfügbaren Bodenwassermengen führt dazu, dass selbst in Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf sommerlicher Wassermangelstress besteht, wenn der effektive Wurzelraum nicht bis mindestens 2,0 m Tiefe reicht. Generell ist davon auszugehen, dass das Wachstum durch Anpassungsreaktionen (Spaltenschluss) stark eingeschränkt ist.

Aufgrund der geringen Nährstoffausstattung und Wasserversorgung ist die Gemeine Kiefer auf diesem Standort die bestandesbildende Hauptwirtschaftsbaumart. Allerdings erreicht sie keine optimale Wuchsleistung. Traubeneiche, Birke, Eberesche und sonstige Weichlaubholzarten können beigemischt werden. Sie dienen einerseits der Stabilisierung der Bestandesstruktur und der Verringerung abiotischer und biotischer Gefährdungen (z.B. Waldbrand, Sturm, Schadinsekten). Andererseits wirken sie sich positiv auf den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit aus.

P29: Podsol über reliktischem Gley aus Flugsand mit mullartigem Moder

+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+4 cm	**Of**	
–4 cm	**Aeh**	schwach toniger Sand, humusangereichert und leicht podsolig
–13 cm	**Ahe**	schwach toniger Sand, podsolig
–30 cm	**Bhs**	mittelsandiger Feinsand, sesquioxid- und humusangereichert
–110 cm	**Cv**	mittelsandiger Feinsand, teilweise schwach verbraunt
–135 cm	**II fAh**	fossiler Oberbodenhorizont, schwach toniger Sand, humusangereichert
–150 cm	**II fAh-rGo**	mittelsandiger Feinsand, eisenfleckig
>175 cm	**II Go**	mittelsandiger Feinsand, eisenfleckig

Forstadresse: AfF Alt Ruppin, Obf. Liebenwalde, Revier Rehmate, Abt. 4472 a[3]
Wuchsgebiet: Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Oranienburger Talsand
Großklimabereich: β = Neubrandenburger Klima (schwächer maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 35 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	335 mm	564 mm	744 mm
Niederschlag (V-IX)	117 mm	267 mm	438 mm
Temperatur (Jahr)	7,6 °C	9,1 °C	10,4 °C
Temperatur (V-IX)	14,5 °C	16,1 °C	19,4 °C
Temperatur Januar	–7,1 °C	–0,3 °C	3,3 °C
Temperatur Juli	15,6 °C	18,0 °C	22,2 °C
Temperaturschwankung	15,8 K	20,0 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–361 mm	–31 mm	159 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–421 mm	–179 mm	26 mm

Feinbodenform (SEA 95):
SkS//LhSU 7 = Schönebecker Sand-Rostpodsol über tiefliegendem Lindhorster Sand-Graugley, grundwasserfern

Substratuntergruppe (SEA 95):
S = Mittelfeinsande, kalziumkarbonatfrei

Stammgruppe (SEA 95):
TZ2 = ziemlich nährstoffarm, terrestrisch mittelfrisch

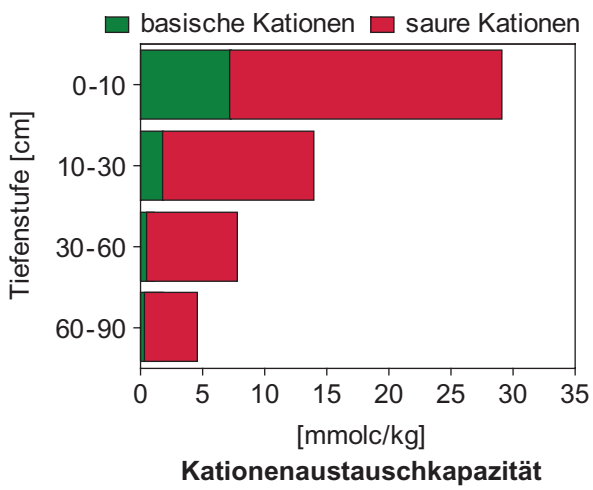
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (47 J. / 21,3 m), SBI
PNV (HOFMANN, 2001)	Blaubeer-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**KI-EI,** KI-(EI), KI-(BU)

Chemische Eigenschaften:

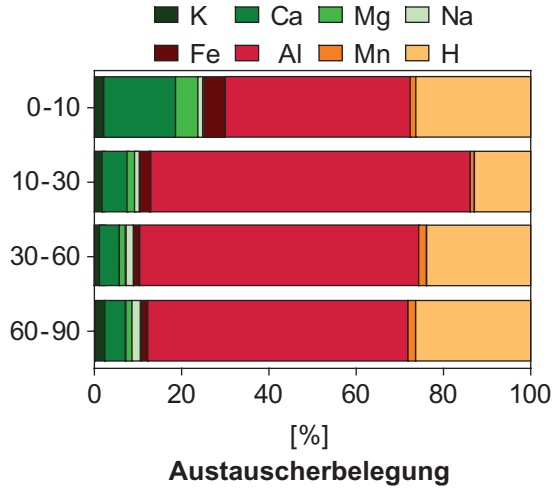
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			21,89	0,37	3,18	21,49	1,166	18,43
0 - 10	29,417	25	7,76	0,24	3,10	3,92	0,212	18,49
10 - 30	14,543	12	9,20	0,17	3,63	0,92	0,048	19,17
30 - 60	8,241	9	22,89	0,08	4,19	0,30	0,020	15,00
60 - 90	4,883	12	20,66	0,04	4,43	0,10	0,009	11,11

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	70,93	144,95	36,54	15,37	49,71	373,04	32,48
0 - 60	94,86	180,14	43,29	26,78	58,90	592,05	55,99
0 - 90	124,49	203,80	47,18	40,28	67,08	710,42	70,93
0 - 30 inkl. Aufl.	133,37	386,98	80,90	22,87	53,43	382,92	76,28
0 - 60 inkl. Aufl.	157,30	422,17	87,65	34,27	62,62	601,93	99,79
0 - 90 inkl. Aufl.	186,93	445,83	91,55	47,78	70,80	720,30	114,73

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,2	14,7	6,2	0,9	4,7	41,7	1,6	27,2
10 - 30	2,0	6,6	2,7	1,0	3,0	69,9	1,7	13,1
30 - 60	1,6	4,6	1,5	1,3	1,3	64,3	2,3	23,1
60 - 90	3,3	5,1	1,4	2,5	1,9	56,8	2,3	26,6



Kationenaustauschkapazität



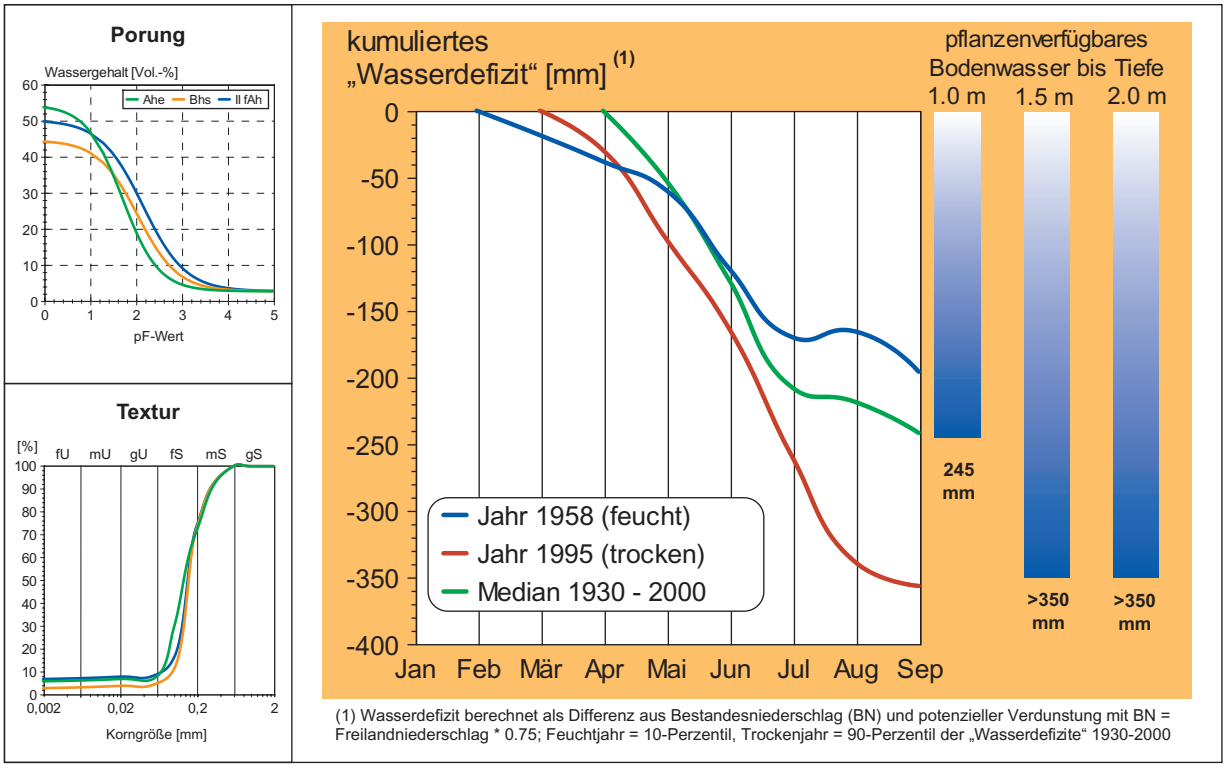
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden *gering*. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis zur Untergrenze des Hauptwurzelraums noch weiter ab und liegt dann aufgrund von fehlenden Tonmineralen in einem *äußerst geringen* Bereich. Die Basensättigung (BS) und der V-Wert zeigen eine vergleichsweise schlechte Ausstattung mit Nährstoffkationen an. Während im humosen Oberboden noch *mäßig* „Basen“ am Austauscher gebunden sind, befindet sich der Unterboden im Bereich geringer Sättigungsgrade. Die *sehr geringen* Kaliumvorräte unterstreichen die ungünstigen Nährstoffverhältnisse. Der pH-Wert im Oberboden liegt im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Die Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung ist aufgrund fehlender Puffersubstanzen *gering*. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich. Möglicherweise haben atmosphärische Stickstoffeinträge zur Einengung der C/N-Verhältnisse geführt.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Aeh	0 - 4	0	25	60	85	3,0	3,0	6,0	9,0	St2
Ahe	4 - 13	0	28	64	92	1,0	1,0	2,0	6,0	St2
Bhs	13 - 30	0	27	68	95	1,0	1,0	2,0	3,0	fSms
Cv	30 - 110	0	25	73	98	0,7	0,6	1,3	0,7	fSms
II fAh	110 - 135	0	26	65	91	1,0	1,0	2,0	7,0	St2
II fAh-rGo	135 - 150	0	44	53	97	1,0	1,0	2,0	1,0	fSms
II Go	150 - 175	0	33	64	97	1,0	1,0	2,0	1,0	fSms



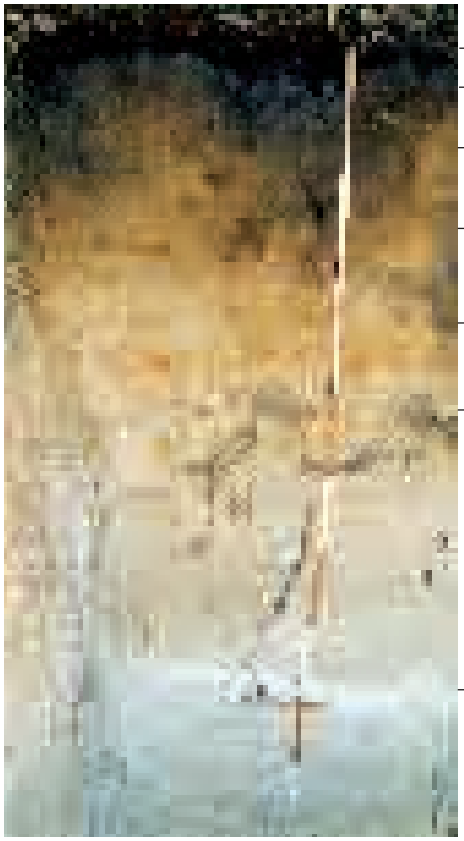
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität ist aufgrund des hohen Feinsandanteils hoch. Die Luftkapazität liegt im Oberboden im sehr hohen Wertebereich und sinkt im Unterboden geringfügig ab. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feucht- und Durchschnittsjahren durch das verfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden. Auch in Trockenjahren ist im Boden ausreichend Wasser verfügbar um länger anhaltenden Wassermangelstress zu verhindern.

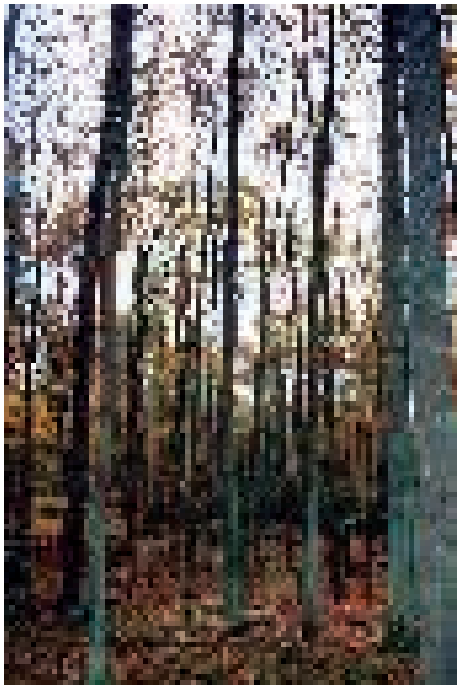
Aufgrund der geringen Nährstoffausstattung stellt die Gemeine Kiefer die wichtigste Wirtschaftsbaumart dar. Als Mischbaumart ist insbesondere die Traubeneiche geeignet. Sie hat auf diesem Standort im Vergleich zur Kiefer geringere wirtschaftliche Relevanz. Gleichwohl dient die Traubeneiche der Verbesserung des Oberbodenzustandes. Die Rotbuche ist zwar namengebende Baumart der PNV, erfüllt auf diesem Standort jedoch als Unter-/Zwischenstandsbaumart vorrangig bestandesstabilisierende und bodenmeliorative Funktionen.

P30: Reliktisch vergleyter Braunerde-Podsol aus Sandersanden mit Moder



+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+4 cm	**Ofh**	
–8 cm	**Ahe**	schwach toniger Sand, humusangereichert, podsoliert
–16 cm	**Bhsv**	schwach toniger Sand, sesquioxidangereichert
–52 cm	**Bsv**	mittelsandiger Feinsand, verbraunt, eisenfleckig
–77 cm	**rGo**	Mittelsand, eisenfleckig
–155 cm	**rGor**	mittelsandiger Feinsand, diffus ockerfarbene Eisenverbindungen
>220 cm	**rGr**	schwach toniger Sand

Forstadresse: AfF Peitz, Obf. Pinnow, Revier Kleinsee, Abt. 127 a[3]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Beeskower Platte
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 65 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	348 mm	592 mm	776 mm
Niederschlag (V-IX)	122 mm	278 mm	448 mm
Temperatur (Jahr)	7,6 °C	9,1 °C	10,4 °C
Temperatur (V-IX)	14,6 °C	16,2 °C	19,5 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	–0,5 °C	3,1 °C
Temperatur Juli	15,7 °C	18,2 °C	22,4 °C
Temperaturschwankung	16,2 K	20,5 K	27,2 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–360 mm	–25 mm	181 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–418 mm	–174 mm	30 mm

Feinbodenform (SEA 95):
MuSB 7 = Mullberger Sand-Gleybraunerde, grundwasserfern

Substratuntergruppe (SEA 95):
S = Mittelfeinsande, kalziumkarbonatfrei

Stammgruppe (SEA 95):
TZ2 = ziemlich nährstoffarm, terrestrisch mittelfrisch

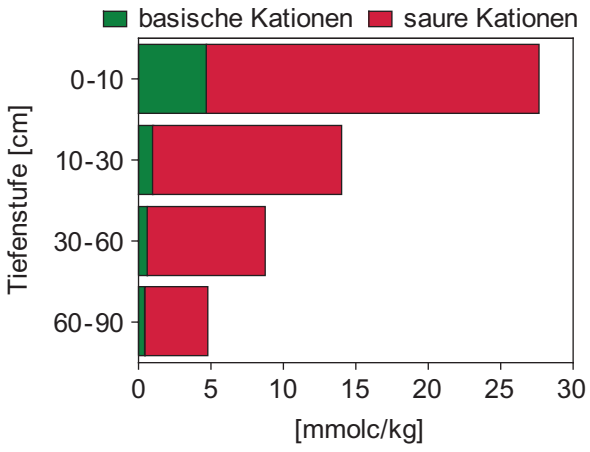
Bestand (Alter / Oberhöhe)	TEI (118 J. / 26,4 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Blaubeer-Kiefern-Traubeneichenwald
Bestandeszieltyp	**KI-EI,** KI-(EI), KI-BI

Chemische Eigenschaften:

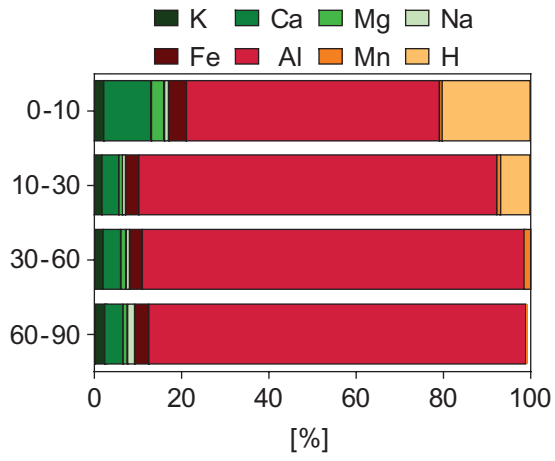
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			26,20	0,47	3,45	21,13	1,083	19,51
0 - 10	28,124	18	6,91	0,23	3,19	2,78	0,113	24,60
10 - 30	14,552	8	3,80	0,16	3,89	0,98	0,042	23,33
30 - 60	9,101	9	8,60	0,11	4,20	0,40	0,020	20,00
60 - 90	5,012	11	11,75	0,07	4,36	0,11	0,006	18,33

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	74,01	118,61	21,41	11,13	57,44	487,83	16,83
0 - 60	112,41	154,71	27,37	17,91	82,18	806,52	22,46
0 - 90	142,36	177,50	31,33	29,07	98,21	988,92	27,27
0 - 30 inkl. Aufl.	100,03	287,79	36,36	14,01	60,83	501,82	39,84
0 - 60 inkl. Aufl.	138,43	323,88	42,32	20,79	85,57	820,51	45,47
0 - 90 inkl. Aufl.	168,39	346,67	46,28	31,96	101,60	1002,90	50,28

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	2,8	11,2	3,3	0,5	4,4	56,6	0,8	20,3
10 - 30	2,1	4,3	1,3	0,7	3,5	80,5	0,7	6,9
30 - 60	2,4	4,4	1,2	0,7	3,3	87,4	0,5	0,0
60 - 90	3,2	4,7	1,4	2,0	3,6	84,4	0,7	0,0



Kationenaustauschkapazität



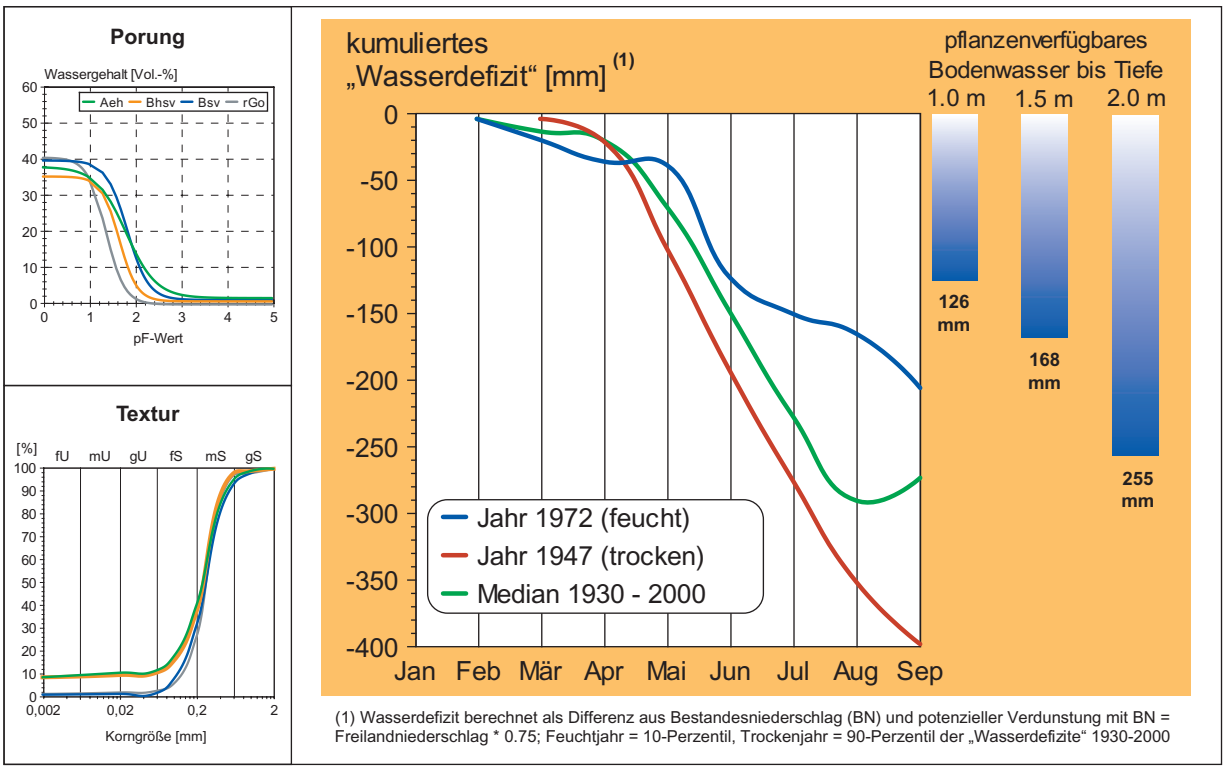
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist im Oberboden als *sehr gering* bis *gering* zu bewerten. Mit abnehmendem Humusgehalt sinkt sie bis in 90 cm Tiefe auf *äußerst geringe* Werte. Die Basensättigung (BS) und der V-Wert zeigen eine schlechte Ausstattung mit Nährstoffkationen an. Während im humosen Oberboden noch *mäßig* basische Kationen am Austauscher gebunden sind, befindet sich der Unterboden im Bereich *geringer* Sättigungsgrade. Die K- und Mg-Vorräte sind *sehr gering,* und auch die Sättigungsgrade, insbesondere von Magnesium lassen Nährstoffmängel vermuten. Der pH-Wert im Oberboden liegt im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin. Die Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung erscheint aufgrund fehlender Puffersubstanzen im Unterboden *gering.* Das C/N-Verhältnis im Humus ist *mäßig weit* bis *weit* und deutet auf geringe biologische Aktivität und ungünstige Stoffumsetzungsbedingungen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ahe	0 - 8	5	55	29	89	1,0	2,0	3,0	8,0	St2
Bhsv	8 - 16	2	61	27	90	1,0	1,0	2,0	8,0	St2
Bsv	16 - 52	7	62	30	99	0,3	0,3	0,6	0,3	fSms
rGo	52 - 77	3	71	24	98	0,7	0,6	1,3	0,7	mS
rGor	77 - 155	7	54	38	99	0,3	0,3	0,6	0,3	fSms
rGr	155 - 220	2	43	45	90	2,0	1,0	30,	7,0	St2



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität ist gering. Der Boden ist gut durchlüftet und sehr tief durchwurzelbar. Selbst in Feuchtjahren kann es zu sporadischem Wassermangel kommen. In Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf muss der effektive Wurzelraum bis mindestens 2,0 m Tiefe reichen, um das sich in der Vegetationsperiode aufbauende Wasserdefizit auszugleichen. In Trockenjahren ist davon auszugehen, dass langanhaltender Wassermangelstress besteht und das Baumwachstum durch Anpassungsreaktionen (Spaltenschluss) deutlich eingeschränkt ist.

Die PNV-nahen Bestandeszieltypen (Kiefern-Eichen-Mischbestände) erfüllen unter den vorliegenden Bedingungen starker Nährstoffarmut und geringer Wasserverfügbarkeit am ehesten die wirtschaftlichen und bodenökologischen Anforderungen. Laubhölzer wie Sandbirke und Eberesche erhöhen die Baumartenvielfalt. Sie wirken insgesamt bestandesstabilisierend. Insbesondere die Eberesche erfüllt bodenmeliorative Funktionen.

5.5 Stauwasserböden

5.5.1 Profilbeschreibung und Entstehung

Stauwasserböden (Pseudogleye, Stagnogleye) sind in Brandenburg eher selten anzutreffen. Ihr Vorkommen ist auf bindige Moränenstandorte oder Substrate aus tonigen Beckensedimenten beschränkt. Sie entstehen dann, wenn sich das in den Boden eindringende Sickerwasser auf dichten Bodenschichten staut. Voraussetzung für die Entstehung sind eine dichte Unterbodenlage sowie stark humide Verhältnisse, die sich unter Brandenburger Klimaverhältnisse vor allem durch die spezielle Lage im Relief (Unterhang-, Muldenlage) ergeben können. Reliefpositionen mit Hangzuschusswasser führen relativ häufig zur Ausbildung von Böden mit schwachen Pseudovergleyungsmerkmalen im Untergrund. Diese charakteristischen Merkmale resultieren wie bei den Gleyen aus dem Prozess der Hydromorphierung. Typisch für die Pseudogleye ist die Marmorierung, d.h. die Bleichung und Rostflekkenbildung im temporär stauwasserbeeinflussten Bodenbereich.

Bei Wassersättigung – beispielsweise nach länger anhaltendem Regen und im zeitigen Frühjahr – kommt es in der Stauzone durch Luftmangel zur Reduktion (Sauerstoffentzug) von Eisen- und Manganoxiden in den wasserhaltigen Grobporen. Die gelösten Fe- und Mn-Ionen diffundieren in das Innere der Bodenaggregate. Im Aggregatinnern kommt es dann zu erneuter Oxidation infolge der dort eingeschlossenen Luftbläschen. Im Feld kann durch Aufbrechen der Bodenaggregate das Ausmaß der Pseudovergleyung anhand des Auftretens von Rostflecken und Eisenkonkretionen geprüft werden.

Der Profilaufbau des Pseudogleys mit den diagnostischen Horizonten Ah – Sw – Sd stellt sich wie in Abb. 18 skizziert dar. Der Oberboden ist meist mäßig humos (Ah-Horizont). Über dem Staukörper (Sd-Horizont) entwickelt sich die Stauzone (Sw-Horizont). Stagnogleye unterscheiden sich von den Pseudogleyen durch eine meist ganzjährige staunasse Phase und werden durch die Horizontfolge SwAh – Srw – Srd typisiert. Sie sind häufig Übergangsbildungen zu den Mooren. Kennzeichnend sind die unter öfter reduzierenden Verhältnissen stärker gebleichten S-Horizonte.

Böden, in denen sich Grund- und Stauwassermerkmale überlagern, werden auch als Amphigleye bezeichnet (vgl. Kap. 5.6.4, Profil P38).

Die Hydromorphierung ist hier besonders stark ausgebildet und es ist meist starke Humusakkumulation nachzuweisen.

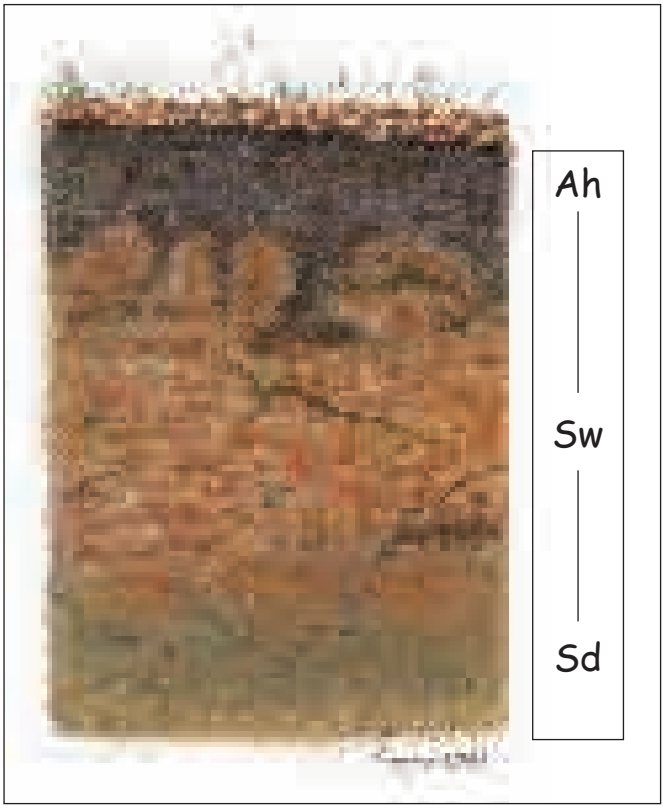


Abb. 18: Profilaufbau eines typischen Pseudogleys

Zu unterscheiden sind primäre Stauwasserböden, bei denen der Staukörper geogen bedingt ist, d.h. von einem dichten Substrat (z.B. Beckenton) gebildet wird, von sekundären Stauwasserböden, die sich aus Fahlerden und Parabraunerden entwickeln. Im letzteren Fall führt die anhaltende Tonverlagerung dazu, dass der Bt-Horizont die Eigenschaften eines Sd-Horizontes annimmt. Durch Wasserstau geht dann der Al-Horizont in einen AlSw- bzw. Sw-Horizont über.

Hydromorphe Kennzeichen halten sich oft Jahrhunderte und sind dann als reliktische Merkmale an der Profilwand immer noch zu erkennen. So ist durchaus denkbar, dass reliktische Rostflecken als Produkt von Stauwassereinflüssen, die in feuchteren Phasen im Spätglazial und frühen Holozän wirksam waren, heute noch am Profil zu beobachten sind und nicht den rezenten Bedingungen entsprechen.

5.5.2 Bodenökologische Bewertung

Der Wasserhaushalt von Stauwasserböden zeichnet sich durch den Wechsel von zeitweiliger Vernässung mit Luftmangel sowie Austrocknung mit Wassermangel aus. Die konkreten Standortseigenschaften ergeben sich vor allem aus der jeweiligen Dauer der Feuchtphasen. Oberhanglagen tendieren eher zu langen Trockenphasen, während Unterhang und Muldenlagen längere Nassphasen mit eingeschränkter Bodendurchlüftung erwarten lassen.

Anders als die Gleye, die von mehr oder weniger carbonatreichem Grundwasser beeinflusst werden, sind die vom sauren Niederschlagswasser geprägten Stauwasserböden tendenziell eher basenarm. Ungünstige Auflagehumusformen resultieren – wenn vorhanden – nicht aus Luftmangel, sondern aus der sauren Bodenreaktion, die zur Hemmung der Zersetzertätigkeit führt. Die Humusgehalte im Mineralboden sind meist geringer als bei den Gleyen, weil die Vernässungsphasen zu kurz sind, um die Mineralisierung wesentlich zu hemmen.

Die Durchwurzelbarkeit ist aufgrund des geringen Grobporenvolumens im Staukörper mäßig bis sehr schlecht, wobei zwischen den Baumarten große Unterschiede bestehen. Besonders die Stieleiche ist zur Durchdringung des wasserstauenden Sd-Horizontes in der Lage. Aufgrund ihrer hohen Wurzelenergie schafft sie ein natürliches Drainagesystem und verbessert die Durchwurzelbarkeit des Bodens auch für andere Baumarten.

Während der Vernässungsphase im Frühjahr weisen die Pseudogleye stets geringe Bodentemperaturen und Sauerstoffmangel im Wurzelraum auf. Die biologische Aktivität und das Wurzelwachstum sind dadurch beeinträchtigt. Die Stagnogleye zeichnen sich in noch stärkerem Maße durch Luftarmut sowie saure und nährstoffarme Bedingungen aus. Die Mikroorganismentätigkeit ist daher gehemmt, und es kommt zur verstärkten Akkumulation von Auflagehumus.

5.5.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung

Bei den hier vorgestellten Stauwasserböden handelt sich um nährstoffreiche bis nährstoffkräftige Standorte, deren Bodenfeuchte terrestrisch mittelfrisch und frisch sowie wechselfrisch beurteilt wird. Auf den nährstoffreichen terrestrisch mittelfrischen bis frischen Stauwasserböden der Klimastufen f und m besteht die **Potenzielle Natürliche Vegetation** aus Buchenwaldgesellschaften, wie Frühlingsplatterbsen- und Eschen-Buchenwald. In der Klimastufe t wird dieser Standortsbereich von Hainbuchenwaldgesellschaften abgedeckt. Zu nennen sind der Waldziest-Ahorn- und der Leberblümchen-Winterlinden-Hainbuchenwald.

Ein ähnliches Verteilungsmuster bietet sich auf den nährstoffkräftigen terrestrisch mittelfrischen bis frischen Stauwasserböden. Auf den mittelfrischen bis frischen Standorten der Klimastufen f und m bestimmen Perlgras-, Knaulgras- und Farn-Buchenwaldgesellschaften die PNV, auf wechselfeuchtem Standort der Rasenschmielen-Buchenwald. In der Klimastufe t bilden Hainbuchenwaldgesellschaften, wie Hainrispen-Winterlinden- und Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald, den Schwerpunkt der natürlichen Waldentwicklung. Insbesondere auf altpleistozänen Sedimenten, deren Staukörper aus verfestigtem Moränenmaterial besteht, das mit Geschiebedecksand überlagert wurde, sind azidophile Eichen-Hainbuchenwälder die natürliche Vegetation.

Die Waldbewirtschaftung auf den **nährstoffreichen und nährstoffkräftigen frischen bis mittelfrischen Standorten** (TR1, TR2, TK1 und TK2) der Klimastufe f, m und t erfolgt im Wesentlichen mit Stiel- und Traubeneiche sowie Edellaubholzbaumarten. Die Rotbuche ist für den Anbau auf typischen Stauwasserböden nicht geeignet. Lediglich bei tief oder nur kurzzeitig anstehendem Stauwasser bzw. einer mächtigen durchwurzelbaren Staukörperüberdeckung kann die Rotbuche in die Bewirtschaftung einbezogen werden. In der Klimastufe t ist die Buche auch bei günstigem Ausgangssubstrat lediglich als Beimischung einzusetzen. An die ungünstigen bodenphysikalischen Verhältnisse der typischen Stauwasserböden ist die Eiche am besten angepasst. Ob Stiel- oder Traubeneiche vorzuziehen ist, hängt vom Verhältnis zwischen Nass- und Trockenphase ab. Je stärker die Trockenphase ausgeprägt ist, desto eher ist die Traubeneiche zu bevorzugen. Für die Kombination mit der Eiche kommen vor allem Hainbuche und Winterlinde, aber auch Spitzahorn, Bergahorn, Flatterulme und Gemeine Esche in Frage. Die waldbauliche Bedeutung der Mischbaumarten Winterlinde und Hainbuche nimmt von der Klimastufe f zur Klimastufe t zu.

Stauwasserböden werden hauptsächlich der forstlichen Nutzung überlassen, da sie als Ackerböden schwierig zu bewirtschaften sind. Das gilt vor allem für die typischen und nassen Pseudogleye, die während der Nassphase bis in den mineralischen Oberbodenhorizont hinein stauen. Im Zuge der Waldbewirtschaftung stellt die Befahrung der Stauwasserböden aufgrund des standörtlichen Wasserregimes und der ohnehin bereits vorliegenden, vergleichsweise hohen Substratverfestigung ein erhebliches Risiko dar. Um nachhaltige Schäden an der Bodenstruktur zu vermeiden, sollten diese Böden nicht oder nur mit extrem bodenschonender Technik befahren werden.

5.5.4 Beispiele für Stauwasserböden

Exemplarisch für die Klasse der Stauwasserböden werden folgende Böden vorgestellt:

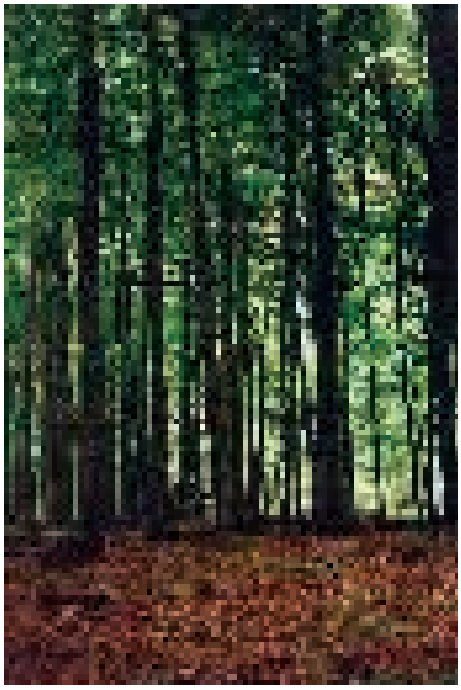
Pseudogley aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder	P31
Pseudogley aus Geschiebelehm mit Moder	P32
Kalkpseudogley aus Geschiebemergel mit F-Mull	P33
Braunerde-Pseudogley aus Geschiebelehm mit L-Mull	P34
Bändchenstagnogley aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder	P35

Die nachfolgenden Übersichten stellen tabellarisch und grafisch wesentliche bodenökologische und forstlich relevante Kenngrößen dieser Beispielstandorte dar. Auf der Grundlage dieser Angaben werden waldbauliche Empfehlungen abgeleitet.

P31: Pseudogley aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder

+3 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+1 cm	**Of**	
–8 cm	**Ah**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert
–42 cm	**Sw-Ah**	mittel lehmiger Sand, eisenfleckig, stauwasserführend
>110 cm	**Sd**	stark lehmiger Sand, wasserstauend

Forstadresse: FoA Abtshagen, Revier Sievertshagen, Abt. 4133 a[2]
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Richtenberger Flachmoräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 20 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	401 mm	615 mm	814 mm
Niederschlag (V-IX)	169 mm	309 mm	460 mm
Temperatur (Jahr)	6,8 °C	8,3 °C	9,5 °C
Temperatur (V-IX)	13,4 °C	14,9 °C	18,1 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	0,0 °C	3,5 °C
Temperatur Juli	14,0 °C	16,8 °C	21,1 °C
Temperaturschwankung	14,7 K	18,6 K	25,7 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–270 mm	50 mm	266 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–358 mm	–132 mm	57 mm

Feinbodenform (SEA 95):
tp WhLB 47 = tiefgepflügte Wolfshäger Lehm-Staugleyfahlerde, kurzzeitig stauwassernah

Substratuntergruppe (SEA 95):
L^{ca} = Lehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TK2 = nährstoffkräftig, terrestrisch mittelfrisch

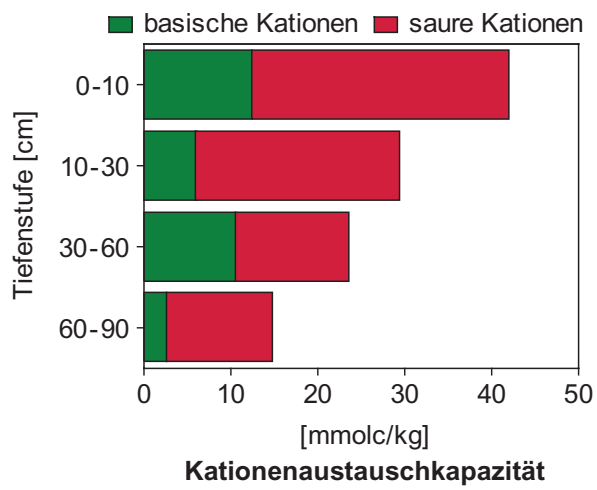
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (124 J. / 25,4 m), RBU
PNV (HOFMANN, 2001)	Perlgras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**BU-SEI,** SEI-BU, BU-EDB, SEI-EDB, BU

Chemische Eigenschaften:

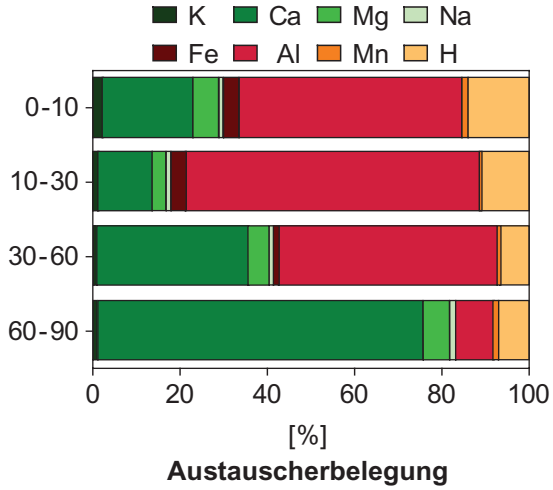
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			30,99	0,38	3,61	31,44	1,785	17,61
0 - 10	42,108	30	10,41	0,33	3,46	3,21	0,209	15,36
10 - 30	30,364	20	6,93	0,29	3,68	1,61	0,116	13,88
30 - 60	23,602	44	11,56	0,19	3,93	0,78	0,061	12,79
60 - 90	35,651	83	47,40	0,06	4,26	0,22	0,025	8,80

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	94,35	411,78	65,98	42,51	89,99	668,99	31,82
0 - 60	151,16	1146,49	128,34	79,12	110,02	1093,74	68,18
0 - 90	232,28	3860,55	275,29	158,01	112,89	1249,30	105,49
0 - 30 inkl. Aufl.	122,42	540,61	83,17	45,27	90,59	670,40	44,31
0 - 60 inkl. Aufl.	179,23	1275,33	145,53	81,87	110,61	1095,15	80,68
0 - 90 inkl. Aufl.	260,35	3989,39	292,48	160,76	113,48	1250,71	117,99

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	2,1	21,0	5,5	1,3	4,1	50,6	1,4	14,0
10 - 30	1,8	13,5	3,6	1,6	3,7	63,7	0,7	11,5
30 - 60	1,4	36,3	5,1	1,6	1,1	46,8	1,3	6,4
60 - 90	1,1	73,3	6,5	1,9	0,1	9,4	0,7	7,0



Kationenaustauschkapazität



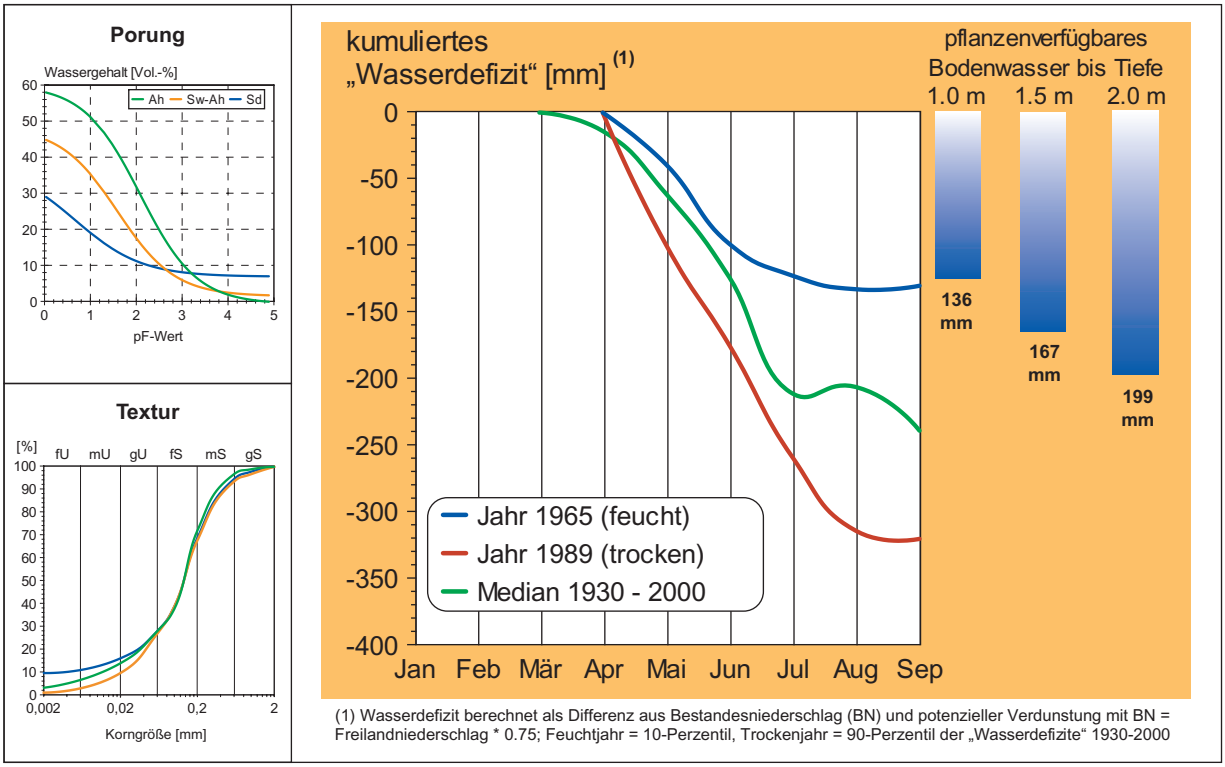
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt in einem *mittleren* Wertebereich. Die Basensättigung (BS) steigt mit zunehmender Bodentiefe von *mittleren* auf *hohe* Werte an. Die Nährstoffversorgung erscheint nur in Bezug auf Kalium weniger günstig. So sind die K-Vorräte und K-Sättigungsgrade als *gering* bis *sehr gering* zu bewerten. Die Ausstattung mit Magnesium und Calcium hingegen ist *mittel.* Der pH-Wert im Oberboden befindet sich im Aluminium-Eisen-Pufferbereich und weist auf eine Versauerung hin, die jedoch nicht sehr tiefgründig ist. Der Unterboden befindet sich bereits im günstigeren Austauscherpufferbereich. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 8	3	23	41	67	13	10	23	10	Sl3
Sw-Ah	8 - 42	6	24	38	68	16	8	24	8	Sl3
Sd	42 - 110	5	24	8	67	11	6	17	16	Sl4



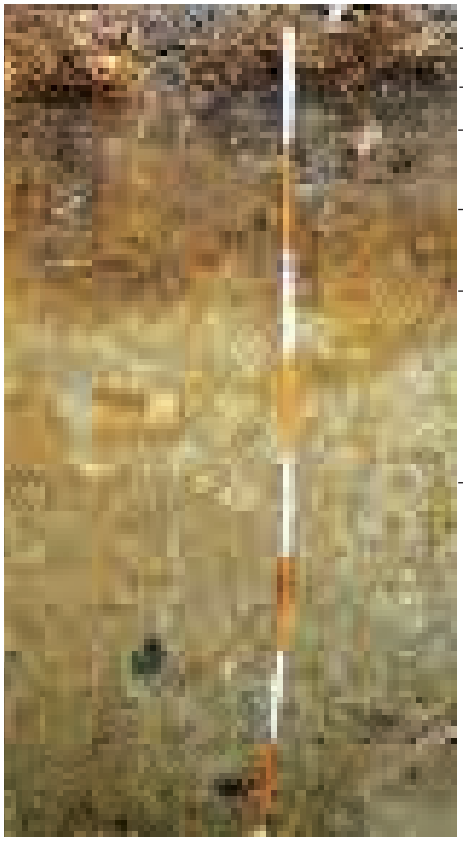
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im Bereich geringer Werte. Die Luftkapazität im Oberboden ist hoch und sinkt im Unterboden auf sehr geringe Werte. Das geringe Grobporenvolumen führt zu einer eingeschränkten Durchwurzelung. Selbst in Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf ist die sommerliche Bodenaustrockung so stark, dass anhaltender Wassermangelstress besteht und das Wachstum durch Anpassungsreaktionen stark eingeschränkt ist.

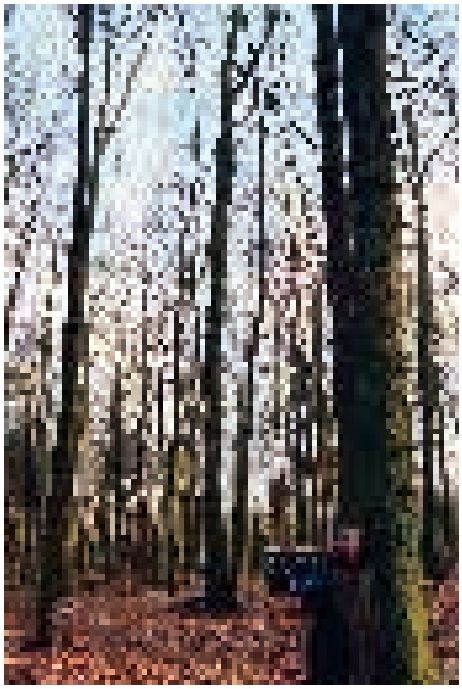
Die Rotbuche ist aufgrund der feuchten Klimatönung und der Nährstoffaustattung des Standorts die Leitbaumart der natürlichen Waldgesellschaft. Die relativ kurzzeitige Frühjahrsfeuchte begünstigt den Anbau der Buche. Sie stellt daher, zusammen mit der Stieleiche, die wichtigste Wirtschaftsbaumart dar. Aufgrund der substratbedingt geringen Wasserverfügbarkeit erreichen beide Baumarten jedoch nur eine unterdurchschnittliche Wuchsleistung. Die wertsteigernde Beimischung von Edellaubholzarten ist unter der gegebenen Nährstoffausstattung des Standorts möglich.

P32: Pseudogley aus Geschiebelehm mit Moder



+6 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+5 cm	**Of**	
+3 cm	**Oh**	
–5 cm	**Ah**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert
–34 cm	**Sw-Ah**	mittel lehmiger Sand, eisenfleckig
–62 cm	**Sew**	mittel lehmiger Sand, nassgebleicht, stauwasserführend
>180 cm	**Srd**	stark lehmiger Sand, wasserstauend, bleichfleckig

Forstadresse: FoA Altheide, Revier Völkshagen, Abt. 137 a[5]
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Sanitz-Güstrower Grund- (Wellen-)moräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 25 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	438 mm	669 mm	880 mm
Niederschlag (V-IX)	185 mm	335 mm	503 mm
Temperatur (Jahr)	6,8 °C	8,3 °C	9,5 °C
Temperatur (V-IX)	13,3 °C	14,9 °C	18,0 °C
Temperatur Januar	–7,1 °C	0,1 °C	3,6 °C
Temperatur Juli	13,9 °C	16,7 °C	21,0 °C
Temperaturschwankung	14,4 K	18,4 K	25,4 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–227 mm	107 mm	342 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–337 mm	–102 mm	106 mm

Feinbodenform (SEA 95):
SstLB 46 = Schwanseer Tieflehm-Staugleyfahlerde, halbzeitig stauwassernah

Substratuntergruppe (SEA 95):
tL^{ca} = Tieflehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TK1 = nährstoffkräftig, terrestrisch frisch

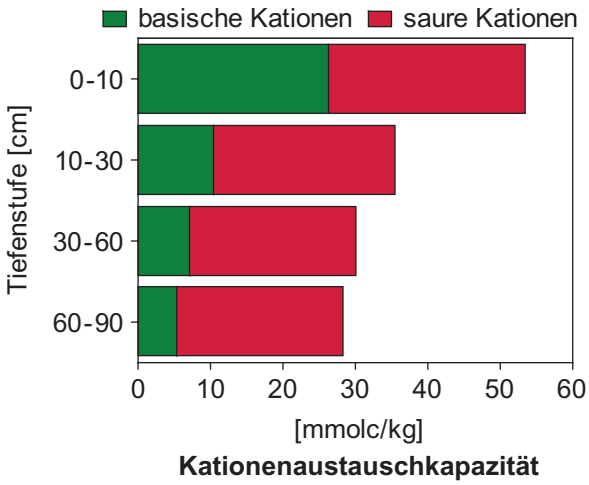
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (149 J. / 30,2 m), RBU
PNV (HOFMANN, 2001)	Perlgras-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**BU-SEI,** BU-EDB, SEI-EDB, BU

Chemische Eigenschaften:

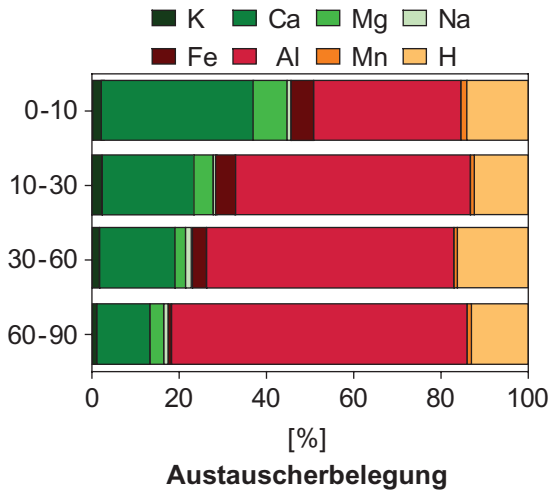
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			39,50	0,26	3,87	32,23	1,750	18,42
0 - 10	53,794	49	12,02	0,27	3,15	4,97	0,365	13,62
10 - 30	36,835	30	12,11	0,26	3,46	2,39	0,124	19,27
30 - 60	31,440	25	4,76	0,22	4,06	1,76	0,099	17,78
60 - 90	28,813	20	15,49	0,23	4,15	0,33	0,026	12,69

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	208,48	941,68	128,26	30,20	156,29	655,80	37,33
0 - 60	336,97	1560,34	188,17	78,97	259,93	1471,69	57,15
0 - 90	441,30	1955,80	256,38	135,51	294,33	2371,76	78,97
0 - 30 inkl. Aufl.	218,07	987,60	135,38	30,93	156,44	656,09	42,53
0 - 60 inkl. Aufl.	346,56	1606,26	195,29	79,70	260,08	1471,98	62,35
0 - 90 inkl. Aufl.	450,89	2001,72	263,50	136,24	294,48	2372,05	84,17

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,7	35,9	8,4	0,8	5,3	30,5	1,1	14,3
10 - 30	2,7	22,0	4,7	0,8	4,7	52,5	0,6	11,9
30 - 60	2,0	18,6	3,0	1,3	3,3	54,6	0,4	16,9
60 - 90	1,7	12,9	3,7	1,6	1,2	65,5	0,5	12,8



Kationenaustauschkapazität



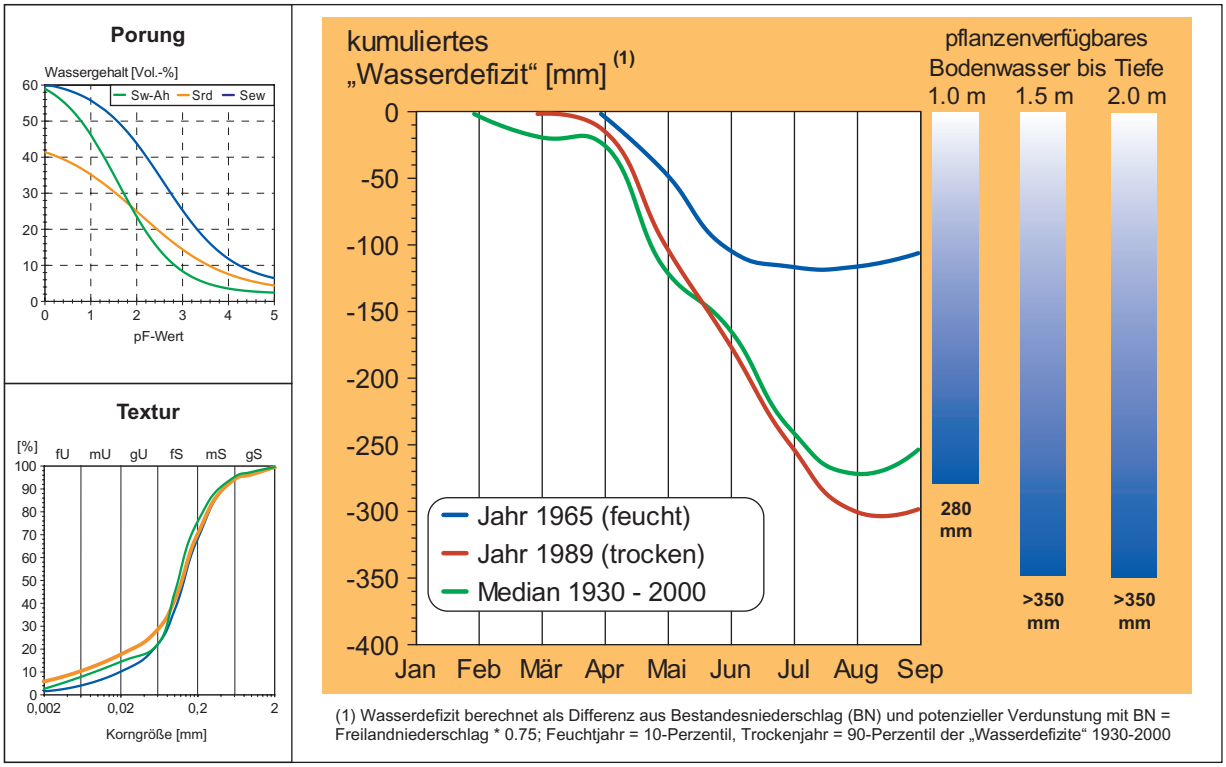
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt in einem *geringen* bis *mittleren* Wertebereich. Die Basensättigung ist als *mäßig* zu bewerten. Die Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K) sind *gering* bis *mittel.* Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet. Das C/N-Verhältnis im Auflagehumus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich. Es ist davon auszugehen, dass Stickstoffeinträge von Bedeutung sind.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 5									Sl3
Sw-Ah	5 - 34	4	18	50	72	7	11	18	10	Sl3
Sew	34 - 62	5	24	43	72	11	8	19	9	Sl3
Srd	62 - 180	5	22	39	66	10	11	21	13	Sl4



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

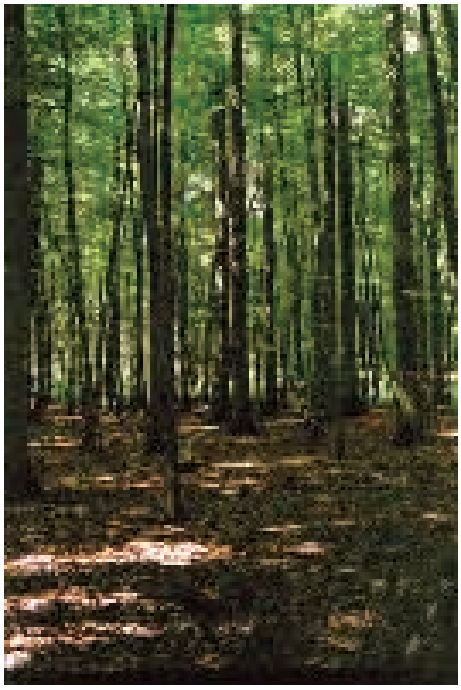
Die Wasserspeicherkapazität liegt im Bereich hoher Werte. Für die Pflanzen ist vor allem das Bodenwasser des lehmigen Oberbodens sowie das zeitweilig auftretende Stauwasser im Unterboden bedeutsam. Die Luftkapazität im Oberboden liegt im Bereich hoher Werte. Im Staukörper ist das Grobporenvolumen sehr gering, was zu einer eingeschränkten Durchwurzelbarkeit führen kann. Aufgrund des geringen witterungsbedingten Wasserdefizits (feuchtes Tieflandklima) ist dennoch selbst im dargestellten Trockenjahr nicht mit erheblichem Wassermangelstress zu rechnen.

In Anlehnung an die PNV stellt die Rotbuche auf diesem Standort die wichtigste Wirtschaftsbaumart dar. Die durchwurzelbare Staukörperüberdeckung ist verhältnismäßig mächtig. Allerdings erschweren die ungünstigen Lagerungsverhältnisse im Unterboden die Tiefendurchwurzelung der Buche. Deshalb sind Baumarten mit hoher Wurzelenergie beizumischen. Für die Erschließung der verfestigten Bodenschichten spielt die Stieleiche eine wichtige Rolle. Sie dient somit der Bestandesstabilisierung und hat zudem in (klein)flächenweiser Beimischung eine wirtschaftliche Berechtigung. Aufgrund der günstigen Wasserversorgung und der guten Nährstoffausstattung des terrestrischen Standorts ist außerdem der Anbau von Edellaubhölzern wie Bergahorn und Gemeine Esche möglich.

P33: Kalkpseudogley aus Geschiebemergel mit F-Mull

+2 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+0,5 cm	**Of**	
–8 cm	**Ah**	stark lehmiger Sand, humusangereichert
–25 cm	**Sew**	sandig toniger Lehm, stauwasserführend
–85cm	**Scd**	schwach schluffiger Ton, kalkhaltig, wasserstauend
>120 cm	**Scrd**	mittel lehmiger Sand, sekundärcarbonathaltig, reduziert

Forstadresse: FoA Sternberg, Revier Warin, Abt. 103 b[6]
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Brueler Grund- (Wellen-)moräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 10 m
Reliefform: geneigt



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	383 mm	594 mm	764 mm
Niederschlag (V-IX)	144 mm	287 mm	439 mm
Temperatur (Jahr)	7,2 °C	8,7 °C	9,9 °C
Temperatur (V-IX)	13,7 °C	15,2 °C	18,4 °C
Temperatur Januar	–6,8 °C	0,2 °C	3,8 °C
Temperatur Juli	14,5 °C	17,0 °C	21,3 °C
Temperaturschwankung	14,8 K	18,6 K	25,6 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–295 mm	16 mm	214 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–383 mm	–152 mm	35 mm

Feinbodenform (SEA 95):
HfTB 46 = Hohenfelder Ton-Staugleyfahlerde, halbzeitig stauwassernah

Substratuntergruppe (SEA 95):
T^{ca} = Tone mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
TR1 = nährstoffreich, terrestrisch frisch

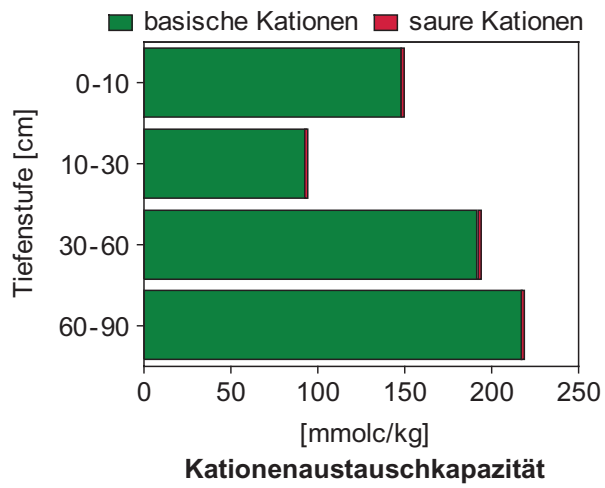
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (143 J. / 32,5 m), RBU
PNV (HOFMANN, 2001)	Frühlingsplatterbsen-Rotbuchenwald
Bestandeszieltyp	**EDB-SEI,** EDB, BU-EDB, BU-SEI

Chemische Eigenschaften:

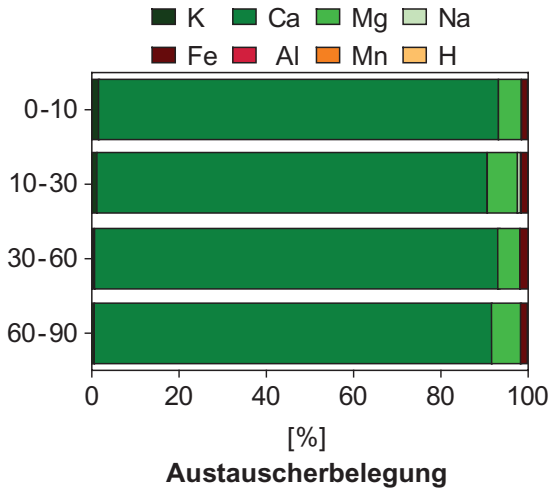
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage								
0 - 10	149,449	100	64,06		5,80	2,45	0,223	10,99
10 - 30	93,662	99	53,16	0,04	4,49	0,80	0,086	9,30
30 - 60	194,101	100			6,49	0,69	0,075	9,20
60 - 90	220,362	100			6,84	0,41	0,033	12,42

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	363,54	8823,82	411,92	464,64	1,34	16,23	34,50
0 - 60	735,17	26850,88	1026,75	156,67	2,43	30,57	40,87
0 - 90	1228,32	46645,96	1964,28	303,33	3,43	45,06	42,81
0 - 30 inkl. Aufl.	363,54	8823,82	411,92	64,64	1,34	16,23	34,50
0 - 60 inkl. Aufl.	735,17	26850,88	1026,75	156,67	2,43	30,57	40,87
0 - 90 inkl. Aufl.	1228,32	46645,96	1964,28	303,33	3,43	45,06	42,81

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	2,3	91,1	5,9	0,4	0,0	0,2	0,2	0,0
10 - 30	1,7	89,3	7,5	0,7	0,0	0,5	0,3	0,0
30 - 60	1,0	93,2	5,2	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0
60 - 90	1,2	91,0	7,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0



Kationenaustauschkapazität



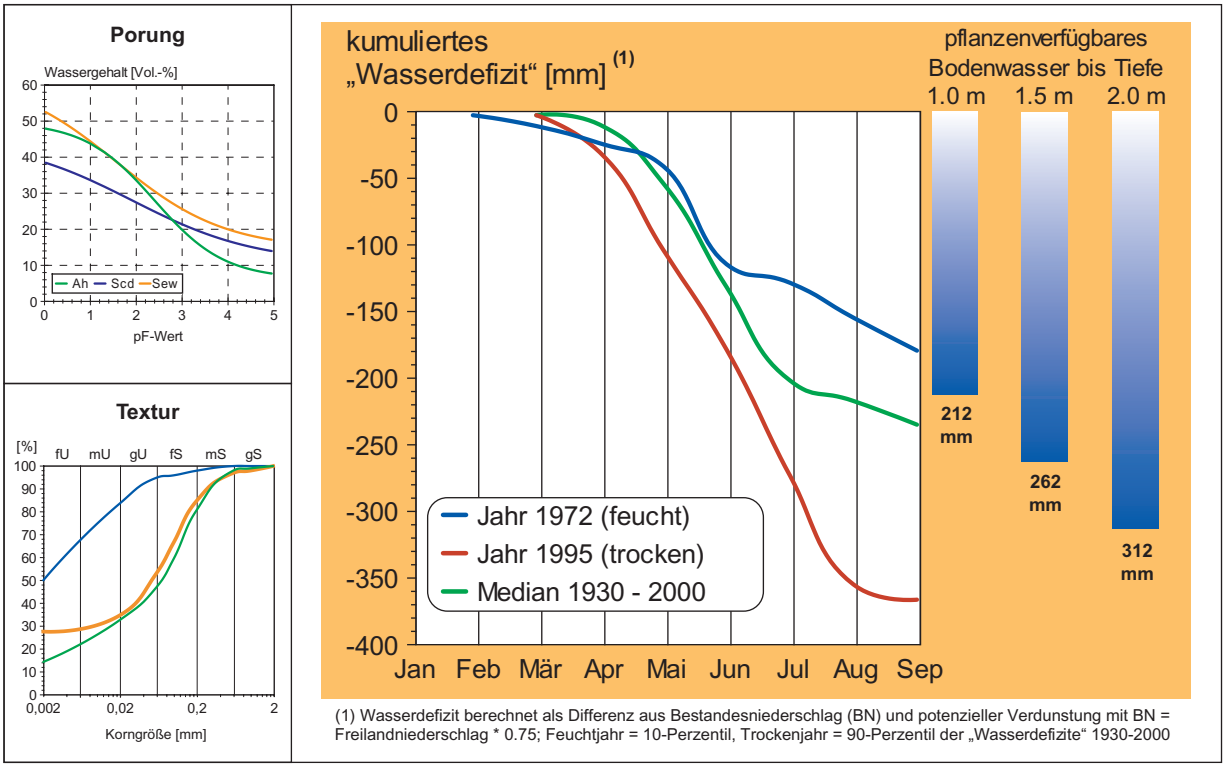
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) ist als *hoch*, die Basensättigung im gesamten Profil als *sehr hoch* zu bewerten. Die Vorräte an Calcium, Kalium und Magnesium sind *sehr hoch*. Die pH-Werte befinden sich im günstigen Silikat- bzw. Carbonat-Pufferbereich. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng;* es deutet auf hohe biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen. Der Standort ist mithin optimal mit Nährstoffen versorgt.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 8	2	17	33	52	14	18	32	16	Sl4
Sew	8 - 25	3	12	31	46	18	7	25	29	Lts
Scd	25 - 85	0	2	3	5	11	33	44	51	Tu2
Scrd	85 - 120	2	12	42	56	28	5	33	11	Sl3



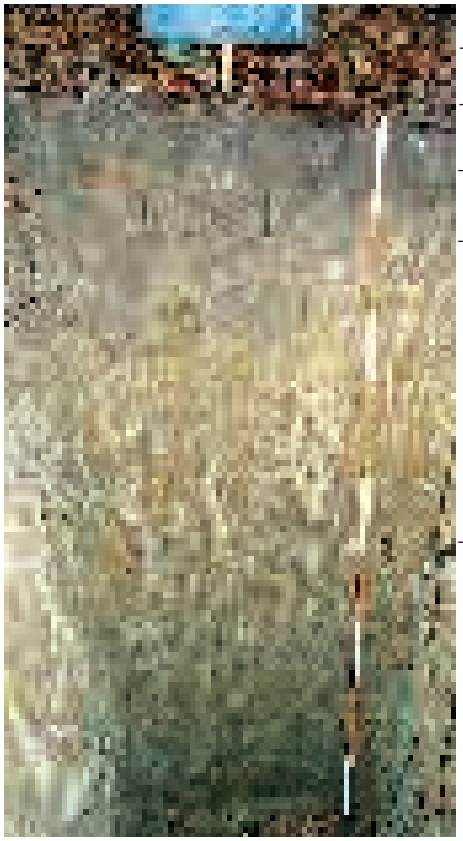
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im mittleren, die Luftkapazität im geringen bis mittleren Wertebereich. Im Unterboden sinkt sie auf sehr geringe Werte. Der Boden ist infolge des geringen Grobporenvolumens im Unterboden nur mäßig durchwurzelbar. Das sich in der Vegetationsperiode witterungsbedingt aufsummierende Wasserdefizit kann in Feucht- und Durchschnittsjahren durch das verfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden. Im dargestellten Trockenjahr, das in dieser Ausprägung etwa alle 10 Jahre einmal auftritt, kann bei eingeschränkter Durchwurzelung Wassermangel herrschen.

Dieser Standort zählt zu den leistungsfähigsten Standorten des Nordostdeutschen Tieflands. Daher können besonders volumen- und wertleistungsstarke Edellaubhölzer sowie Rotbuche und Stieleiche angebaut werden. Da der wasserstauende Bodenhorizont hoch ansteht und die Buche diesen kaum zu durchwurzeln vermag, breitet sich ihr Wurzelsystem horizontal und relativ oberflächlich aus. Somit unterliegt sie auf diesem Standort einer hohen Sturmwurfgefährdung, weshalb der Buchenanteil am Bestandesaufbau gering sein muss. Für die Erschließung tieferer Bodenschichten ist die Mischbaumart Stieleiche besonders bedeutsam. Um die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig zu sichern, ist auf die Bewirtschaftung von Nadelhölzern zu verzichten.

P34: Pseudogley aus Geschiebelehm mit L-Mull



+1 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
–8 cm	**Ah**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert
–30 cm	**Ah-Bv**	mittel lehmiger Sand, verbraunt
–44 cm	**Sew**	stark lehmiger Sand, nassgebleicht, stauwasserführend
–100 cm	**Sd**	stark lehmiger Sand, tonangereichert, rost- und bleichfleckig, wasserstauend
>160 cm	**Srd**	schwach sandiger Lehm, wasserstauend

Forstadresse: FoA Schuenhagen, Revier Buchenhorst, Abt. 3333 d
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Richtenberger Flachmoräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 20 m
Reliefform: eben

Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	414 mm	635 mm	836 mm
Niederschlag (V-IX)	174 mm	318 mm	477 mm
Temperatur (Jahr)	6,7 °C	8,2 °C	9,5 °C
Temperatur (V-IX)	13,2 °C	14,8 °C	17,9 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	0,0 °C	3,5 °C
Temperatur Juli	13,8 °C	16,6 °C	20,9 °C
Temperaturschwankung	14,5 K	18,4 K	25,5 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–255 mm	68 mm	290 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–351 mm	–122 mm	76 mm

Feinbodenform (SEA 95):
CoLU 37 = Cordshäger Lehm-Graustaugley, kurzzeitig mäßig stauwasserbeherrscht

Substratuntergruppe (SEA 95):
L^{ca} = Lehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
WK2 = nährstoffkräftig, mineralisch wechselfrisch

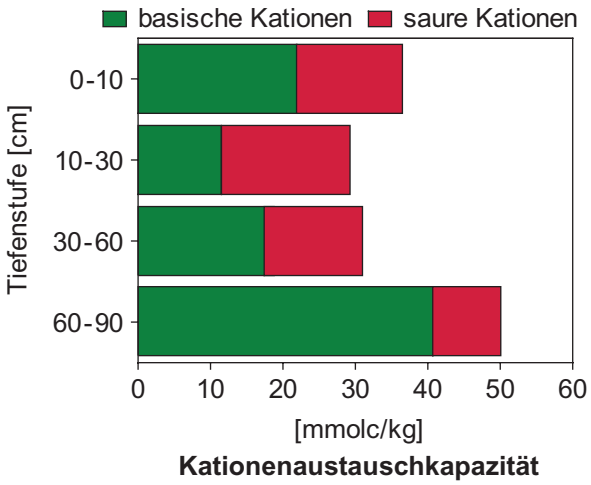
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (132 J. / 28,3 m)
PNV (HOFMANn, 2001)	Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**SEI-WLI-HBU,** SEI-BU, SEI-EDB, EDB-BU

Chemische Eigenschaften:

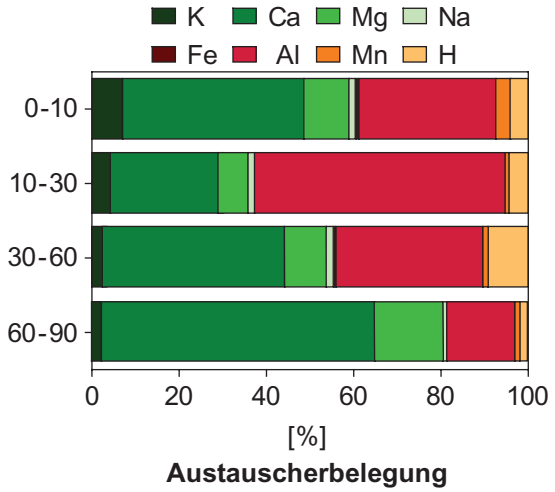
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage								
0 - 10	37,564	60	21,05	0,18	3,93	1,91	0,133	14,36
10 - 30	29,423	39	19,77	0,20	3,91	1,08	0,077	14,03
30 - 60	33,057	58	23,99	0,13	4,01	0,53	0,045	11,78
60 - 90	50,142	81	35,53	0,12	3,92	0,16	0,018	8,89

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	300,01	884,51	138,27	41,66	6,58	575,40	113,14
0 - 60	525,56	2264,45	335,54	102,39	11,76	1025,17	181,38
0 - 90	802,84	5351,00	838,08	175,39	13,54	1408,19	248,98
0 - 30 inkl. Aufl.	300,01	884,51	138,27	41,66	6,58	575,40	113,14
0 - 60 inkl. Aufl.	525,56	2264,45	335,54	102,39	11,76	1025,17	181,38
0 - 90 inkl. Aufl.	802,84	5351,00	838,08	175,39	13,54	1408,19	248,98

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	7,0	41,0	10,7	1,1	0,3	31,4	3,9	4,5
10 - 30	4,7	26,5	6,8	1,4	0,2	53,9	2,4	4,1
30 - 60	3,6	42,9	10,1	1,6	0,2	31,2	1,5	8,8
60 - 90	2,8	60,8	16,3	1,3	0,0	16,8	1,0	1,0



Kationenaustauschkapazität



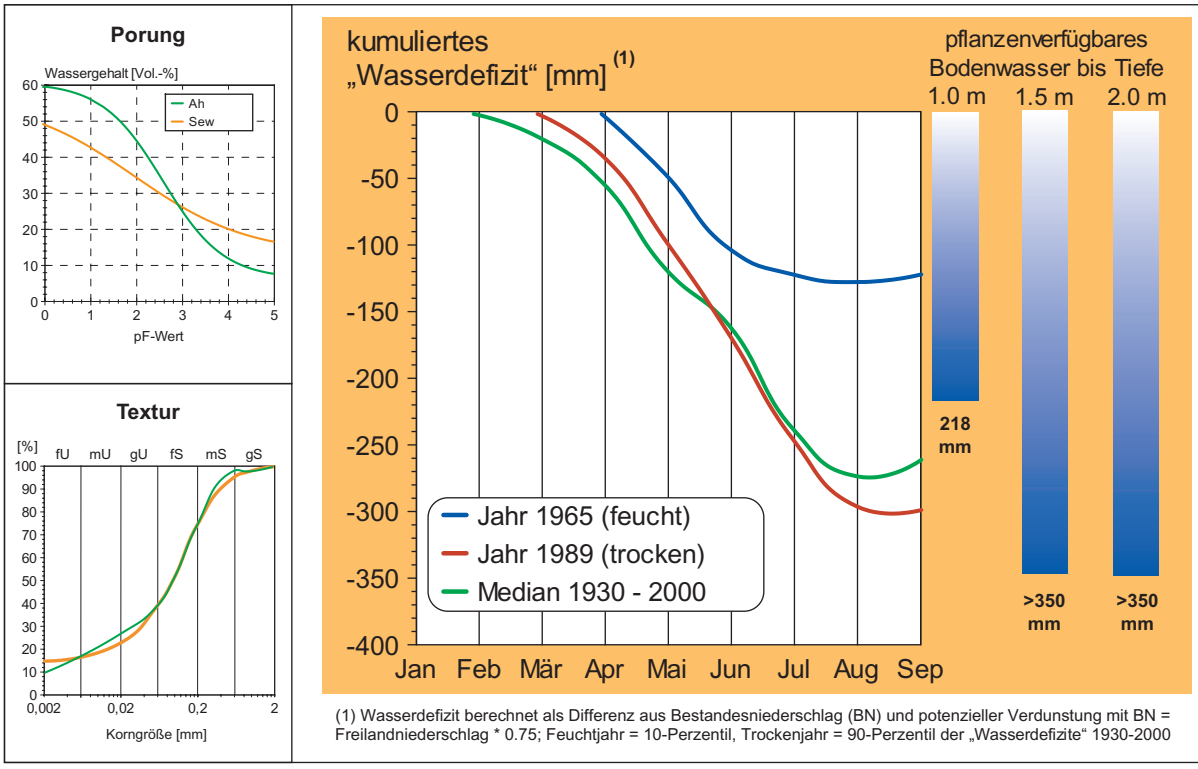
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt im *mittleren* Wertebereich. Die Basensättigung (BS) steigt von *mittleren* Werten im Oberboden auf *hohe* Werte im Unterboden bis 90 cm Tiefe. Die Nährstoffversorgung dieses Standorts stellt sich somit als sehr günstig dar. Die Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K) liegen im *mittleren* Bereich. Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden zwar im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet; die Austauscherbelegung im gesamten Profil lässt jedoch auf eine *hohe* Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung schließen. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng* bis *mittel;* es deutet auf *hohe* biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 8									Sl3
Ah-Bv	8 - 30	2	24	35	61	12	17	29	10	Sl3
Sew	30 - 44	5	21	35	61	16	8	24	15	Sl4
Sd	44 - 100	3	25	32	60	9	17	26	14	Sl4
Srd	100 - 160	3	25	32	60	9	17	26	14	Sl4



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

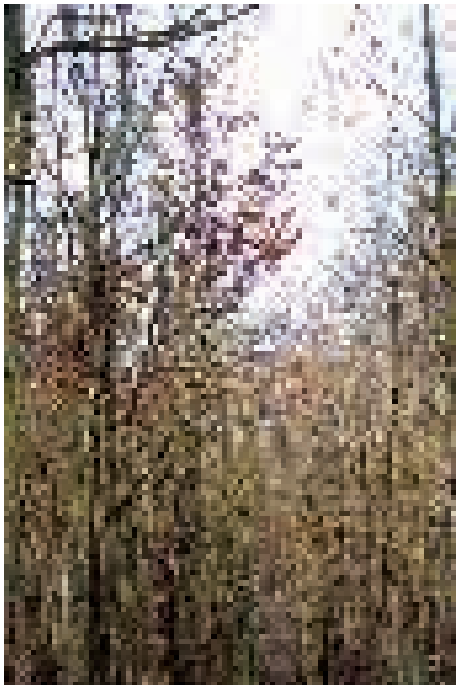
Die Wasserspeicherkapazität ist hoch. Die Luftkapazität befindet sich im mittleren Wertebereich. Das zeitweilig auftretende Stauwasser bewirkt eine eingeschränkte Durchwurzelbarkeit. Je nach Durchwurzelungstiefe kann das witterungsbedingte Wasserdefizit mehr oder weniger gut aus dem Bodenwasserspeicher ausgeglichen werden. Bei weniger als 1,0 m effektiver Durchwurzelungstiefe ist in durchschnittlichen und trockenen Jahren von Wassermangelstress auszugehen. Kann der Wurzelraum deutlich tiefer angesetzt werden, so sind selbst in Trockenjahren ausreichende Wassermengen verfügbar.

Wegen des hoch anstehenden Staukörpers und der langanhaltenden Frühjahrsfeuchte bildet die Stieleiche die wichtigste Wirtschaftsbaumart. Sie ist an die schwierigen bodenphysikalischen Verhältnisse gut angepasst und führt durch die Erschließung des Staukörpers zur Verbesserung der Wasserversorgung. Da die genannten Standortsmerkmale für die Rotbuche als problematisch zu beurteilen sind (Standsicherheit), ist sie lediglich als Mischbaumart am Bestandesaufbau zu beteiligen. Der günstige Nährstoffhaushalt erlaubt die Beimischung von Spitz-/Bergahorn und Gemeine Esche.

P35: Bändchenstagnogley aus Geschiebelehm mit mullartigem Moder

+2 cm	**L+Of**	Auflage (gestört, Pflugfurche)
–8 cm	**Sw-Ah**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert, stauwasserführend
–38 cm	**Ah-Srw**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert, stauwasserführend
–47 cm	**Bbms-Sd**	stark lehmiger Sand, mit verhärteten Eisenkonkretionen
–90 cm	**Sd**	stark sandiger Lehm, wasserstauend
>140 cm	**Srd**	schwach sandiger Lehm, reduziert, wasserstauend, ständiger Luftmangel

Forstadresse: FoA Abtshagen, Revier Elmenhorst, Abt. 5159 a[1]
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Richtenberger Flachmoräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tf = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 25 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	406 mm	624 mm	823 mm
Niederschlag (V-IX)	173 mm	315 mm	472 mm
Temperatur (Jahr)	6,7 °C	8,3 °C	9,5 °C
Temperatur (V-IX)	13,3 °C	14,8 °C	18,0 °C
Temperatur Januar	–7,2 °C	0,0 °C	3,5 °C
Temperatur Juli	13,9 °C	16,7 °C	21,0 °C
Temperaturschwankung	14,6 K	18,5 K	25,6 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–266 mm	61 mm	276 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–355 mm	–126 mm	68 mm

Feinbodenform (SEA 95):
tp EhtLU 36= tiefgepflügter Elmenhorster Tieflehm-Graustaugley, kurzzeitig stark stauwasserbeherrscht

Substratuntergruppe (SEA 95):
tL^{ca} = Tieflehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
NK2w = nährstoffkräftig, mineralisch wechselfeucht

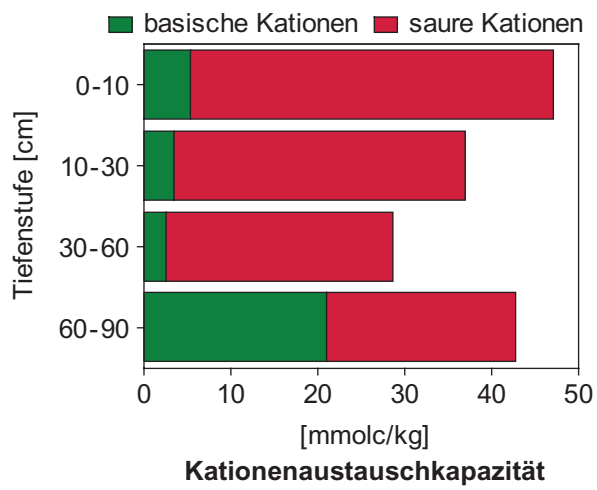
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (20 J. / 8,7 m), REI
PNV (HOFMANN, 2001)	Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**SEI-EDB,** SEI-WLI-HBU, SEI-BU

Chemische Eigenschaften:

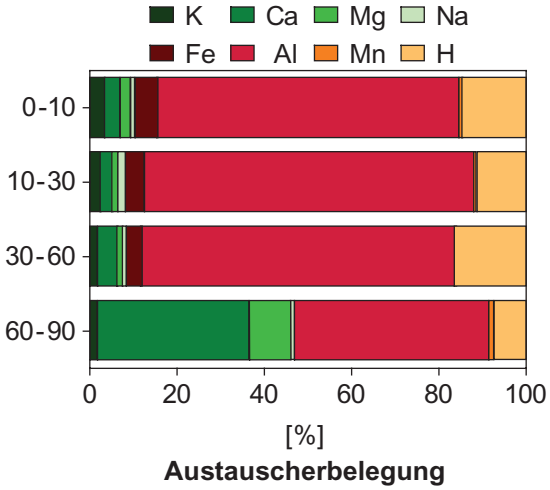
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			28,36	0,35	3,67	28,27	1,744	16,21
0 - 10	47,631	11	3,92	0,48	3,45	3,76	0,254	14,80
10 - 30	37,352	10	1,77	0,40	3,67	2,64	0,167	15,81
30 - 60	29,707	10	4,94	0,29	3,87	1,52	0,099	15,35
60 - 90	42,970	48	23,61	0,25	3,91	0,33	0,034	9,71

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	206,89	113,46	44,22	31,06	144,22	974,75	14,44
0 - 60	336,20	263,10	74,63	55,47	249,40	1862,07	23,49
0 - 90	535,78	1830,21	346,99	96,60	257,94	2715,35	80,15
0 - 30 inkl. Aufl.	345,06	508,46	124,57	38,29	147,91	983,74	90,12
0 - 60 inkl. Aufl.	474,37	658,10	154,97	62,71	253,09	1871,07	99,17
0 - 90 inkl. Aufl.	673,95	2225,21	427,33	103,84	261,62	2724,35	155,83

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,9	3,8	2,8	0,9	5,8	68,2	0,4	14,1
10 - 30	3,2	3,7	2,1	0,9	4,7	73,3	0,3	11,8
30 - 60	2,3	5,2	1,8	0,7	4,0	69,2	0,2	16,5
60 - 90	2,3	35,2	10,1	0,8	0,2	42,7	0,9	7,7



Kationenaustauschkapazität



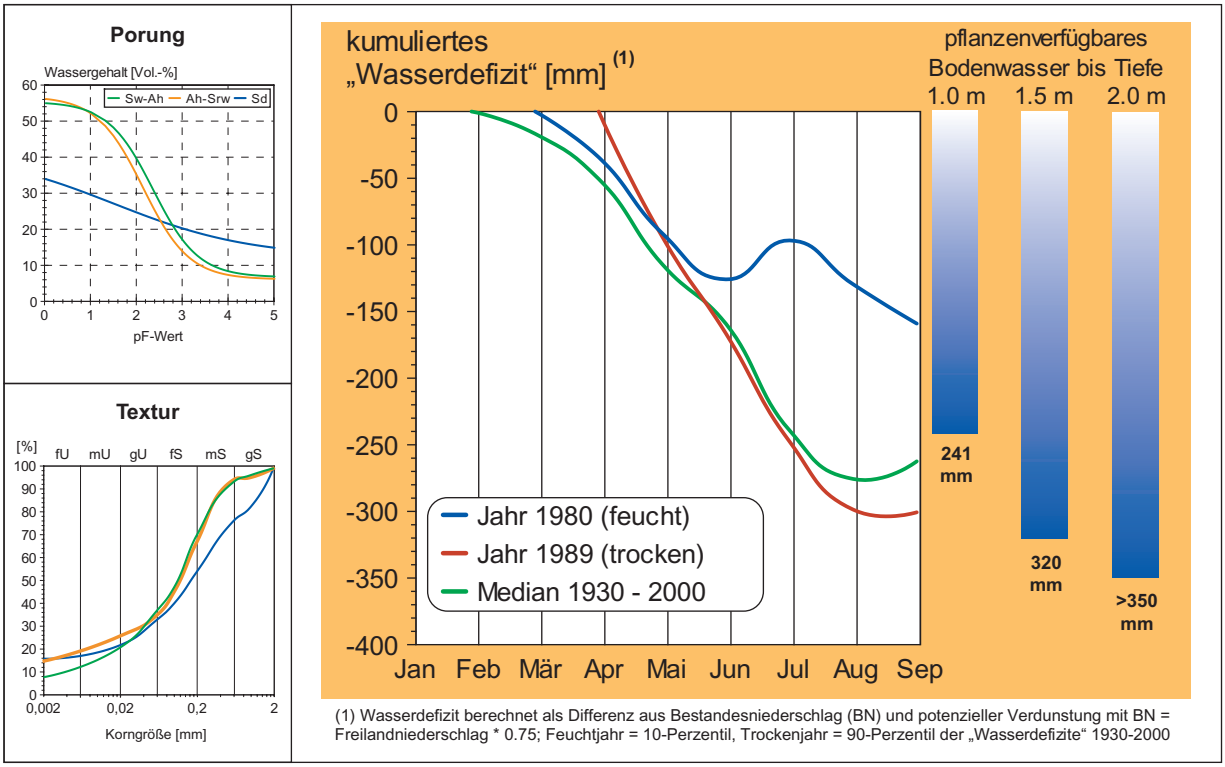
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt im *mittleren* Wertebereich. Im Oberboden ist die Basensättigung als *gering*, im Unterboden als *mittel* zu bewerten. Die Nährstoffvorräte (Ca, Mg, K) sind *mäßig*. Bis 90 cm Tiefe befindet sich der Boden im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet. Die Austauscherbelegung in 90 cm Tiefe lässt dennoch auf eine *hohe* Elastizität gegenüber weiterer Säurebelastung schließen. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng* bis *mittel;* es deutet auf *hohe* biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen. Somit ist die Nährstoffversorgung insgesamt relativ *günstig*.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Sw-Ah	0 - 8	6	23	33	62	16	13	29	9	Sl3
Ah-Srw	8 - 38	5	27	32	64	9	11	20	16	Sl4
Bbms-Sd	38 - 47	23	22	21	66	11	6	17	17	Sl4



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität liegt im Bereich hoher Werte. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen des Oberbodens bedeutsam. Die Luftkapazität bis 1 m Tiefe liegt im mittleren Wertebereich und sinkt im Unterboden auf sehr geringe Werte. Die Sauerstoffversorgung von Tieren, Wurzeln und Mikroorganismen ist hier beeinträchtigt. Obwohl das witterungsbedingte Wasserdefizit entsprechend des feuchten Tieflandsklima eher gering ist, besteht aufgrund des flachgründigen Wurzelraums sommerlicher Wassermangelstress, der infolge von Anpassungsreaktionen (Spaltenschluss) zu eingeschränktem Wachstum führt.

Die Stieleiche ist an die ungünstigen Lagerungsverhältnisse im Unterboden und den ausgeprägten frühjährlichen Stauwassereinfluss am besten angepasst. Es ist deshalb ein PNV-naher Bestandesaufbau anzustreben. Die Mischbaumarten Winterlinde und Hainbuche können zur forstlichen Wertsteigerung durch Edellaubhölzer, wie Bergahorn, Gemeine Esche und Rüster ersetzt werden. Um der weiteren Oberbodenversauerung entgegen zu wirken, die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig zu sichern und instabile Bestandesstrukturen zu vermeiden, ist auf die Bewirtschaftung von Nadelhölzern zu verzichten.

5.6 Gleye

5.6.1 Profilbeschreibung und Entstehung

Gleye treten in Brandenburg vor allem im Bereich der eiszeitlichen Urstromtäler sowie in den holozänen Fluss- und Auenniederungen auf. Ausgangsmaterialien der Bodenbildung sind somit meist Tal- und Flusssande. Je nach Grundwasserflurabstand werden Übergangsformen zu den terrestrischen Böden, wie Braunerde-Gleye und Gley-Braunerden, unterschieden.

Gleye haben sich wie die Pseudogleye durch den Prozess der Hydromorphierung entwickelt. Im Fall der Pseudogleye ist es sich stauendes Niederschlagswasser, bei den Gleyen Grundwasser, welches die typischen Hydromorphiemerkmale, wie Marmorierung und Bildung von Eisenkonkretionen, verursacht. Zwischen Niederschlags- und Grundwasser gibt es einen grundsätzlichen Unterschied hinsichtlich der chemischen Qualität, der auch für die Nährstoffausstattung der betroffenen Böden ausschlaggebend ist. So ist das Stauwasser in der Regel sauer, das Grundwasser in Abhängigkeit vom durchströmten Bodenuntergrund mehr oder weniger nährstoffreich, was dementsprechend bei den Gleyen zur sekundären Aufbasung führen kann.

An der Profilwand des typischen Gleys lassen sich ein rostfleckiger Oxidationshorizont (Go) und ein grau-blauer Reduktionshorizont (Gr) unterscheiden. Im ständig wassergesättigten Gr-Horizont führt sauerstoffarmes Grundwasser zu reduzierenden Bedingungen (Reduktion = Sauerstoffentzug) und es kommt zur Auflösung von Eisen- und Manganoxiden. Die mobilisierten Fe^{2+} und Mn^{2+}-Ionen steigen kapillar nach oben, wo sie in luftführenden Grobporen als schwerlösliche rotbraune Fe- bzw. tief schwarze Mn-Oxide ausgefällt werden. Der so entstehende Go-Horizont zeichnet sich durch Rostflecke und verhärtete Eisenkonkretionen aus (Raseneisenstein). Ein Teil der Fe^{2+} und Mn^{2+}-Ionen verbleibt allerdings in Form grau-blau gefärbter und schwarz gefärbter Verbindungen im Gr-Horizont. Die Rost- und Bleichfleckigkeit im Schwankungsbereich des Grundwassers (Marmorierung) sowie der darunter liegende ständig nasse grau-blaue Reduktionshorizont sind charakteristisch für echte Gleye. Nassgleyen, Anmoorgleyen und Moorgleyen fehlt indes der Go-Horizont, denn höher anstehendes Grundwasser – zum Teil bis an die Oberfläche reichend – führt entweder nur im Ah-Horizont (bei Nassgleyen) oder zu gar keiner Eisenoxidation. Führt der Grundwasserstand zu Sauerstoffmangel im Oberboden, bilden sich wegen des gehemmten Abbaus von organischer Substanz Anmoorgleye und Moorgleye.

Die Darstellung in Abb. 19 zeigt einen Gley mit der typischen Profilabfolge Ah – Go – Gr.

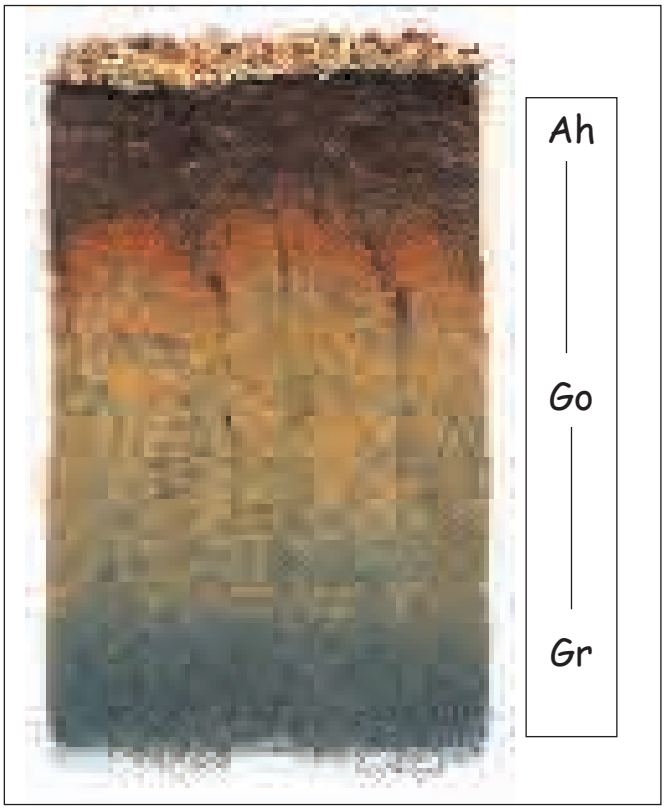


Abb. 19: Profilaufbau eines typischen Gleys

Sehr unterschiedlich sind Gleye in Abhängigkeit von den Grundwasserschwankungen, der Grundwasserchemie und der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers ausgeprägt. Bei geringer Schwankung und eisenreichem Grundwasser bilden sich rostrote Flecke und es entstehen harte Konkretionen bis hin zu Raseneisensteinbänken. Im Gegensatz dazu sind die Go-Horizonte nur von diffusen gelblichen Flecken geprägt, wenn eisenarmes Grundwasser vorliegt und über eine weite Amplitude im Jahresverlauf schwankt. In Mergellandschaften ist das Grundwasser oft kalkreich und es bilden sich im Go-Horizont Kalkkonkretionen, ganze Kalkhorizonte aus sogenanntem Wiesenkalk (Goc-Horizont) bis hin zu verhärteten Kalkbänken, die dann ähnlich dem Raseneisenstein eine mechanische Barriere für die Durchwurzelung darstellen.

Die Gleymerkmale in Form von Rost- und Reduktionszonen bleiben auch im Falle von Grundwasserabsenkungen oft noch über viele Jahrhunderte erhalten; so lässt die Ansprache von reliktischen rGo- und rGr-Horizonten Aussagen über frühere Grundwasserverhältnisse zu. Hierbei entspricht die Obergrenze des rGr-Horizontes dem langjährigen mittleren Grundwassertiefststand im Herbst und die Obergrenze des rGo-Horizontes dem ehemaligen mittleren Grundwasserhochstand im Frühjahr.

Die Grundwasserdynamik in Brandenburg wurde in den vergangenen Jahrhunderten stark von anthropogenen Faktoren beeinflusst (vgl. Kap. 4.3.3). Die hydromorphen Merkmale der Gleye und reliktischen Gleye in Brandenburg sind demzufolge vertikal über eine extrem breite Spanne ausgedehnt. Tiefenausdehnungen von reliktischen, sich wechselseitig überprägenden Go- und Gr-Horizonten im Meterbereich sind keine Seltenheit.

5.6.2 Bodenökologische Bewertung

Der Nährstoffhaushalt der Gleye hängt stark von der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers ab. Basenreiches Grundwasser garantiert eine günstige Nährstoffversorgung. Durch Ausfällung von Sekundärkarbonat (Quelltuff) können kalkreiche Böden entstehen.

Die Humusform ist stets von der Grundwasserqualität abhängig und kann neben der Krautvegetation als Weiser für die Nährstoffversorgung herangezogen werden. Bei mullartiger Humusform kann auf basenreiches, bei Moder bis Rohhumus auf saures Grundwasser geschlossen werden. Gleye, die von nährstoffreichem Grundwasser beeinflusst werden, weisen im Oberboden hohe biologische Aktivitäten auf, und es bildet sich meist ein günstiges Krümelgefüge aus.

Die Humusgehalte sind infolge hoher Biomassenproduktion und durch Luftmangel gehemmter Mineralisation deutlich erhöht. Sie wirken sich bei den vorherrschenden sandigen Ausgangssubstraten positiv auf die Kationenaustauschkapazität aus. Ab 15 % organischer Substanz im Oberboden spricht man konventionell von Anmooren; Moore weisen definitionsgemäß Humusgehalte von >30 % auf (Kap. 5.7.4).

Wegen der in Brandenburg zu verzeichnenden Grundwasserabsenkung durch Entwässerungsmaßnahmen sind viele Gleye als reliktisch anzusprechen. Während die morphologischen Gley-Merkmale, wie Rost- und Bleichflecke, nach Grundwasserabsenkung noch lange erhalten bleiben, verändern sich die Nährstoffverhältnisse oft nahezu simultan zum Wasserhaushalt. Mit abnehmendem Grundwassereinfluss nimmt die Mineralisierung zu. Durch Abbau von organischer Substanz reduziert sich der Humusgehalt im A-Horizont und damit die Kationenaustauschkapazität. Mineralisierungsprozesse und Basenauswaschung führen vor allem bei sandigem Substrat innerhalb von wenigen Jahren zur Versauerung der Oberböden. Rohhumusauflagen und Podsolierungsmerkmale im A-Horizont sind Indiz für diese Versauerungsprozesse grundwasserabgesenkter reliktischer Gleye.

Die Grundwasserneubildung von rezenten Gleyen ist in der Jahresbilanz gering, weil sich durch kapillaren Aufstieg in den Wurzelraum besonders hohe Verdunstungsraten einstellen. Reliktische Gleye aus durchlässigem Sandsubstrat weisen hohe Sickerraten auf und haben eine wichtige Grundwasserneubildungsfunktion im Landschaftswasserhaushalt der Niederungen. Hier können gegebenenfalls durch Waldumbau von Nadel- zu Laubmischbeständen die Interzeptionsverluste verringert und damit die Sickerwasserraten erhöht werden.

5.6.3 Hinweise für die Waldbewirtschaftung

Aufgrund des für Gleye typischen, ständig hochanstehenden Grundwassers zählen die vorgestellten drei Gleyprofile zu den mineralischen Nassstandorten. Sie repräsentieren nährstoffkräftige Waldstandorte, die mineralisch sehr frisch (NK3) oder mineralisch feucht (NK2) sind. Die natürliche Waldvegetation dieser Gleye setzt sich überwiegend aus Laubwäldern zusammen. Auf mineralisch sehr frischen Gleyen der Klimastufen f und m ist der Rasenschmielen-Buchenwald die charakteristische Waldgesellschaft der **Potenziellen Natürlichen Vegetation.** In der Klimastufe t bildet der Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald die PNV. Er gilt auch auf den mineralisch feuchten Standorten als natürliche Waldgesellschaft. Auf den NK2-Standorten der Klimastufen f und m sind darüber hinaus die Eschenwaldgesellschaften, wie Winkelseggen- und Trauben-

kirschen-Eschenwald zu nennen. Auf sauren, typischen Gleyen wachsen zudem Birken-Stieleichenwälder. Sofern nicht als namensgebende Hauptbaumart in der jeweiligen Waldgesellschaft erwähnt, treten als Mischbaumarten Stieleiche, Hainbuche, Winterlinde, Spitzahorn, Gemeine Esche, Gewöhnliche Traubenkirsche, Flatterulme und Roterle in den natürlichen Waldgesellschaften auf nährstoffkräftigen mineralischen Nassstandorten auf.

Darüber hinaus liegen im Nordostdeutschen Tiefland, insbesondere auf Talsanden, Gleybildungen mit geringeren Nährelementgehalten vor, die zumeist den mineralisch grundfeuchten, mäßig nährstoffhaltigen und ziemlich nährstoffarmen Stammstandortsgruppen (NM2, NZ2) zuzuordnen sind. Auf den mäßig nährstoffhaltigen Ausprägungen (NM2) der drei Klimastufen f, m und t bildet der Pfeifengras-Stieleichen-Hainbuchenwald die PNV. Gemeine Birke, Moorbirke, Eberesche, Faulbaum und Roterle sind als Begleitbaumarten vertreten. Der Gilbweiderich-Birken-Stieleichenwald kann im Übergangsbereich zwischen NM2 und NZ2 oder bei Wechsellagen beider Standortsgruppen entstehen. Auf den NZ2-Standorten ist in erster Linie der Pfeifengras-Birken-Stieleichenwald zu nennen.

Die Haupwirtschaftsbaumarten auf den **nährstoffkräftigen mineralisch sehr frischen** und **feuchten** Gleyen sind in allen drei Klimastufen Stieleiche, Rotbuche, Roterle, Winterlinde und Hainbuche. Außerdem erzielen Gemeine Esche, Ahorn und Rüster hohe Ertragsleistungen. Nadelhölzer eignen sich nicht zum Anbau, da sie auf diesen Bodentypen eine geringere Standfestigkeit haben, zeitig Fäulemerkmale aufweisen und das standörtliche Leistungspotenzial nicht ausschöpfen. Die Bedeutung der Roterle nimmt mit der Nähe des Grundwasserpegels von den NK2-Standorten in Richtung der organischen Nassstandorte zu. Die Rotbuche erfüllt in der Klimastufe f die Funktion einer bestandesbildenden Hauptbaumart in Mischung mit den Edellaubhölzern. In der Klimastufe m fungiert die gleichberechtigte Kombination aus Stieleiche und Edellaubholz als Schwerpunkt der Waldbewirtschaftung. Die Rotbuche dient als Mischbaumart. Das Stieleichen-Optimum wird auf den NK2- und NK3-Standorten der Klimastufe t erreicht. Winterlinde, Hainbuche, Roterle und Rotbuche werden als wirtschaftliche bedeutsame und bestandesstrukturell wichtige Elemente einbezogen.

Auf den **mäßig nährstoffhaltigen grundfeuchten** Standorten (NM2) stellt die Stieleiche die Hauptwirtschaftsbaumart dar. In den Klimastufen f und m ist außerdem die Rotbuche als bestandesbildende Baumart zu erwähnen. Bei weiter zunehmender Standortsfeuchte (NM1) kommt der Roterle eine der Stieleiche adäquate waldbauliche Relevanz zu. Bei abnehmender Standortsfeuchte und in der Klimastufe t gewinnen Winterlinde und Hainbuche an Bedeutung.

Bei der Baumartenwahl auf **ziemlich nährstoffarmen grundfeuchten** Standorten (NZ2) stehen in den Klimastufen f und m ebenfalls Stieleiche und Rotbuche im Mittelpunkt der waldbaulichen Aktivitäten. Auf mindestens grundfeuchten Gley-Böden sind Sand- und Moorbirke vertreten und in das Bewirtschaftungskonzept einzubeziehen. In der Klimastufe t nimmt die wirtschaftliche Bedeutung der Rotbuche deutlich ab. Sie kann aber kleinflächig bzw. in Mischung bei der Bewirtschaftung Beachtung finden. Als Nebenbaumarten sind außerdem Gemeine Birke und Gemeine Kiefer zu berücksichtigen. Die Moorbirke spielt bei zunehmender Standortsfeuchte (NZ1) eine waldbauliche Rolle.

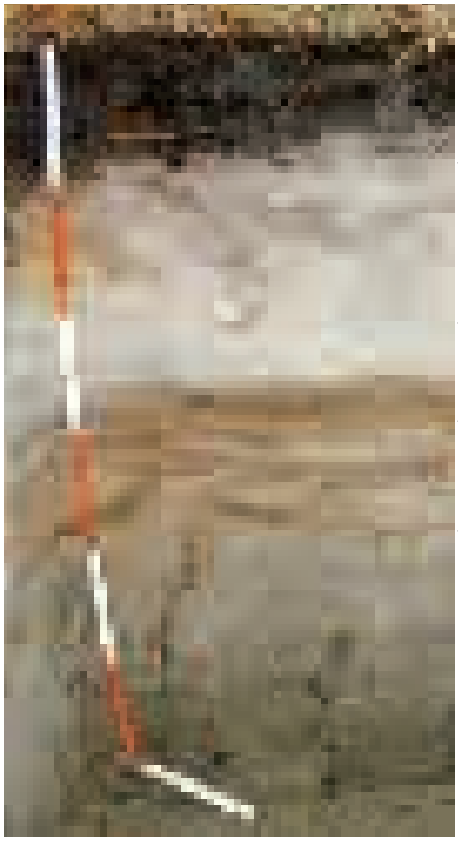
5.6.4 Beispiele für Gleye

Exemplarisch für die Klasse der Gleye werden die folgende Böden vorgestellt:

Reliktischer Nassgley aus Talsand mit mullartigem Moder	P36
Reliktischer Braunerde-Gley aus Talsand mit mullartigem Moder	P37
Pseudogley-Gley aus Geschiebelehm mit feinhumusarmem Moder	P38

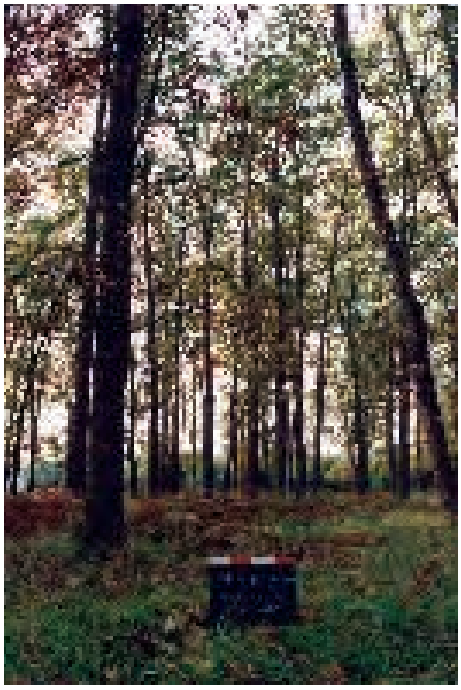
Die nachfolgenden Übersichten stellen tabellarisch und grafisch wesentliche bodenökologische und forstlich relevante Kenngrößen dieser Beispielstandorte dar. Auf der Grundlage dieser Angaben werden waldbauliche Empfehlungen abgeleitet.

P36: Reliktischer Nassgley aus Talsand mit mullartigem Moder



+5 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+3 cm	**Of**	
–18 cm	**rGo-rAa**	mittel lehmiger Sand, stark humusangereichert
–25 cm	**rAh-rGo**	mittelsandiger Feinsand, eisen- und humusfleckig
–57 cm	**rG(o)**	mittelsandiger Feinsand, leicht eisenfleckig
–78 cm	**Gro**	mittelsandiger Feinsand, eisenfleckig und schwach reduziert
>130 cm	**Gr**	Feinsand, reduziert

Forstadresse: AfF Eberswalde, Obf. Pechteich, Revier Lottsche, Abt. 2669 a[2]
Wuchsgebiet: Ostmecklenburg-Nordbrandenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Oranienburger Talsand
Großklimabereich: β = Neubrandenburger Klima (schwächer maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = mäßig trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 40 m
Reliefform: eben



Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	329 mm	553 mm	728 mm
Niederschlag (V-IX)	114 mm	263 mm	430 mm
Temperatur (Jahr)	7,6 °C	9,1 °C	10,4 °C
Temperatur (V-IX)	14,6 °C	16,1 °C	19,4 °C
Temperatur Januar	–7,0 °C	–0,2 °C	3,4 °C
Temperatur Juli	15,6 °C	18,0 °C	22,2 °C
Temperaturschwankung	15,8 K	20,0 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–366 mm	–43 mm	143 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–423 mm	–183 mm	17 mm

Feinbodenform (SEA 95):
NaSG 45 = Nassenheider Sand-Humusgley, langzeitig grundwassernah

Substratuntergruppe (SEA 95):
S = Mittelfeinsande

Stammgruppe (SEA 95):
NK2 = nährstoffkräftig, mineralisch grundfeucht

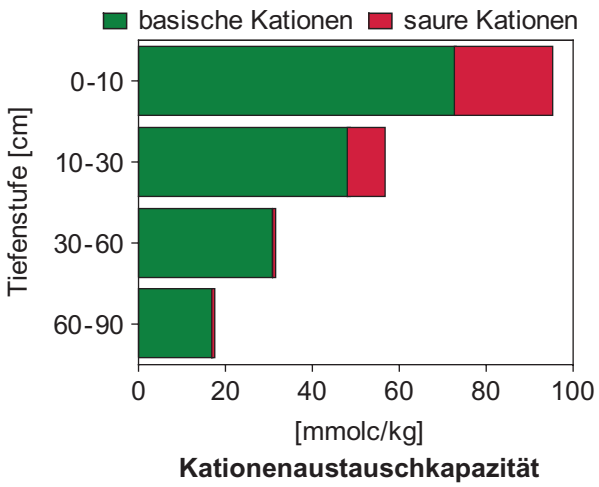
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (108 J. / 23,9 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**SEI-EDB,** SEI-BU, SEI-WLI-HBU

Chemische Eigenschaften:

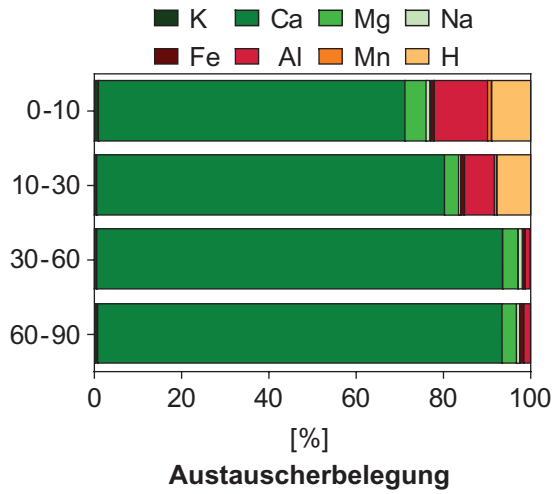
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			41,81	0,21	3,92	26,21	1,822	14,39
0 - 10	96,174	76	18,01	0,29	3,24	8,82	0,643	13,72
10 - 30	58,330	85	29,08	0,07	3,81	2,05	0,155	13,23
30 - 60	32,024	98	59,51	0,00	5,61	0,39	0,036	10,83
60 - 90	17,534	97		0,00	6,58	0,15	0,014	10,71

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	57,22	3351,20	118,42	24,66	47,15	149,91	20,10
0 - 60	66,38	6083,22	190,55	49,80	64,96	163,02	30,42
0 - 90	82,59	7616,55	225,25	86,19	90,38	173,54	33,58
0 - 30 inkl. Aufl.	105,27	4429,55	193,30	29,58	50,27	159,25	44,17
0 - 60 inkl. Aufl.	114,42	7161,57	265,43	54,73	68,08	172,36	54,48
0 - 90 inkl. Aufl.	130,63	8694,90	300,13	91,12	93,50	182,89	57,64

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	1,3	68,3	6,0	0,5	1,3	12,8	0,6	9,2
10 - 30	0,4	80,4	3,9	0,5	1,1	5,7	0,2	7,7
30 - 60	0,2	93,1	4,1	0,7	0,7	1,0	0,3	0,0
60 - 90	0,5	91,1	3,4	1,9	1,6	1,4	0,1	0,0



Kationenaustauschkapazität



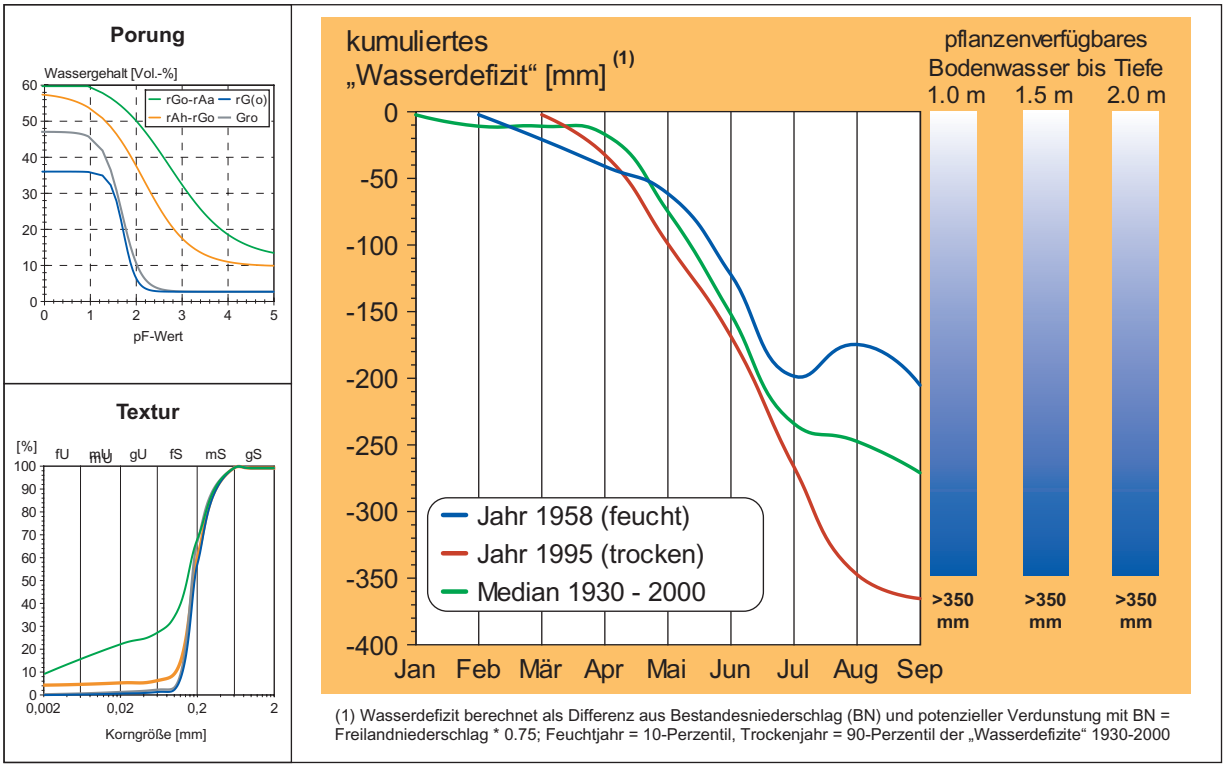
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) befindet sich im Oberboden im *mittleren* bis *hohen* Bereich und sinkt mit zunehmender Tiefe auf *geringe* bis *mittlere* Werte ab. Die Basensättigung (BS) ist im ganzen Profil als *hoch* bis *sehr hoch* zu bewerten. Bei der Austauscherbelegung dominiert Calcium, welches durch den Grundwassereinfluss angereichert wird. Die Kaliumsättigungsgrade und die Vorräte an Kalium sind indes *sehr gering.* Die pH-Werte liegen im Unterboden im günstigen Carbonat- bzw. Silikatpufferbereich. Das C/N-Verhältnis im Humus ist *eng* bis *mittel*; es deutet auf hohe biologische Aktivität und günstige Mineralisationsbedingungen. Insgesamt ist somit von einer sehr guten Nährstoffversorgung auszugehen.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
rGo-Aa	0 - 18	0	31	41	72	5,0	13,0	18,0	10,0	Sl3
rAh-rGo	18 - 25	0	39	54	93	1,0	1,0	2,0	5,0	fSms
rG(o)	25 - 57	0	42	56	98	0,7	0,6	1,3	0,7	fSms
Gro	57 - 78	0	32	65	97	1,0	1,0	2,0	1,0	fSms
Gr	78 - 130	0	22	77	99	0,3	0,3	0,6	0,4	fS



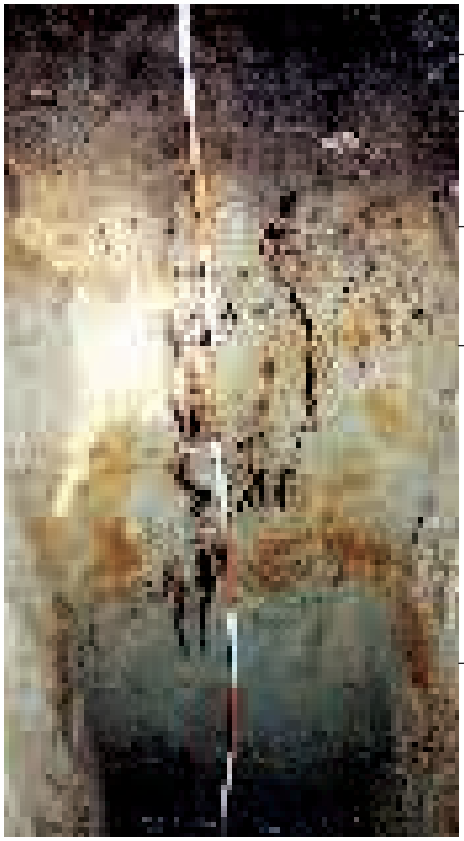
(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität des Substrates liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist vor allem der Kapillaraufstieg aus dem Grundwasserkörper bedeutsam. Durch diesen ist die Vegetation weitgehend unabhängig vom Niederschlag. Wassermangel tritt auch in Trockenjahren nicht auf. Die Luftkapazität bis 1 m Tiefe liegt im hohen bis sehr hohen Wertebereich. Zeitweilig hoch anstehendes Grundwasser kann zu einer eingeschränkten Durchwurzelung führen.

Aufgrund der dargestellten spezifischen Wasserhaushaltsverhältnisse dominiert die Stieleiche die natürliche Waldgesellschaft und ist die wichtigste Baumart im Wirtschaftswald. Der Einfluss des basenreichen Grundwassers auf die Nährstoffversorgung ermöglicht neben der Beimischung von Winterlinde und Hainbuche den Anbau von Edellaubholzarten. Die Rotbuche erreicht auf diesem Standort die Toleranzgrenze gegenüber hoch anstehendem Grundwasser.

P37: Reliktischer Braunerde-Gley aus Talsand mit mullartigem Moder



+3 cm	**L**	organische Auflagehorizonte
+2 cm	**Of**	
–30 cm	**Ah**	schwach toniger Sand, stark humos
–55 cm	**Bv-rGo**	Feinsand, schwach verbraunt
–120 cm	**rGco**	schwach toniger Sand, oxidiert, sekundärcarbonathaltig
>200 cm	**Gor**	schwach toniger Sand, reduziert

Forstadresse: AfF Alt Ruppin, Obf. Krämer, Revier Niederneuendorf, Abt. 2228 a[3]
Wuchsgebiet: Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk: Berlin Fürstenwalder Talsand
Großklimabereich: γ = Südmärkisches Klima (kontinental beeinflusst)
Klimastufe: Tt = trockenes Tieflandklima
Höhe über NN: 32 m
Reliefform: eben

Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	337 mm	563 mm	746 mm
Niederschlag (V-IX)	115 mm	266 mm	433 mm
Temperatur (Jahr)	7,8 °C	9,3 °C	10,6 °C
Temperatur (V-IX)	14,7 °C	16,3 °C	19,6 °C
Temperatur Januar	–6,9 °C	–0,1 °C	3,5 °C
Temperatur Juli	15,8 °C	18,2 °C	22,4 °C
Temperaturschwankung	15,6 K	20,0 K	26,8 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–365 mm	–39 mm	158 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–426 mm	–184 mm	18 mm

Feinbodenform (SEA 95):
FkSU 55 = Finkenkruger Sand-Graugley, ständig grundwasserbeeinflusst

Substratuntergruppe (SEA 95):
S = Mittelfeinsande

Stammgruppe (SEA 95):
NK3 = nährstoffkräftig, mineralisch sehr frisch

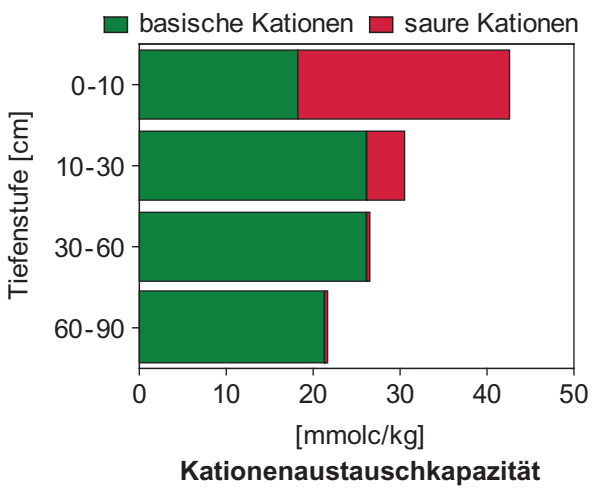
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (121 J. / 29,9 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**SEI-WLI-HBU**, SEI-BU, SEI-EDB

Chemische Eigenschaften:

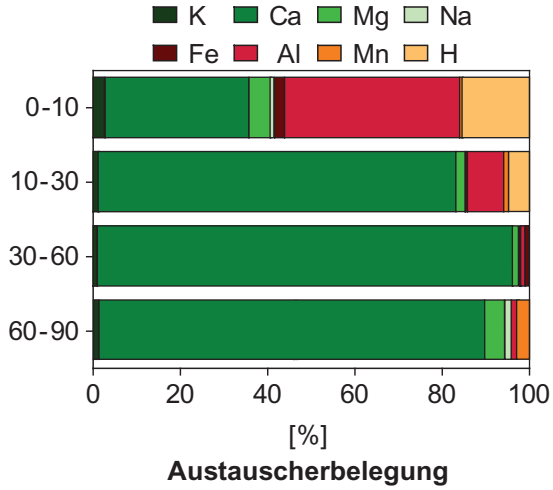
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			12,80	0,31	3,36	21,76	1,109	19,60
0 - 10	43,137	43	13,80	0,25	3,17	4,31	0,265	16,26
10 - 30	30,915	84	24,90	0,08	3,95	1,54	0,097	15,88
30 - 60	26,633	98	57,50	0,01	6,96	0,23	0,015	15,33
60 - 90	15,137	96	64,30	0,01	5,35	0,09	0,005	18,00

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	99,90	1429,78	51,91	9,56	33,24	216,11	47,36
0 - 60	133,66	3568,62	73,63	22,33	36,49	226,58	63,10
0 - 90	180,66	4804,92	115,59	42,57	37,09	235,78	103,39
0 - 30 inkl. Aufl.	113,60	1518,43	60,73	10,28	33,91	217,48	56,64
0 - 60 inkl. Aufl.	147,37	3657,28	82,45	23,05	37,17	227,94	72,38
0 - 90 inkl. Aufl.	194,37	4893,57	124,41	43,29	37,77	237,14	112,67

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,1	34,0	5,2	0,5	2,8	37,6	1,4	15,3
10 - 30	1,5	80,0	2,6	0,3	0,6	8,7	1,5	4,9
30 - 60	0,8	95,4	1,6	0,5	0,2	1,0	0,5	0,0
60 - 90	1,7	88,4	4,9	1,3	0,0	1,5	2,1	0,0



Kationenaustauschkapazität



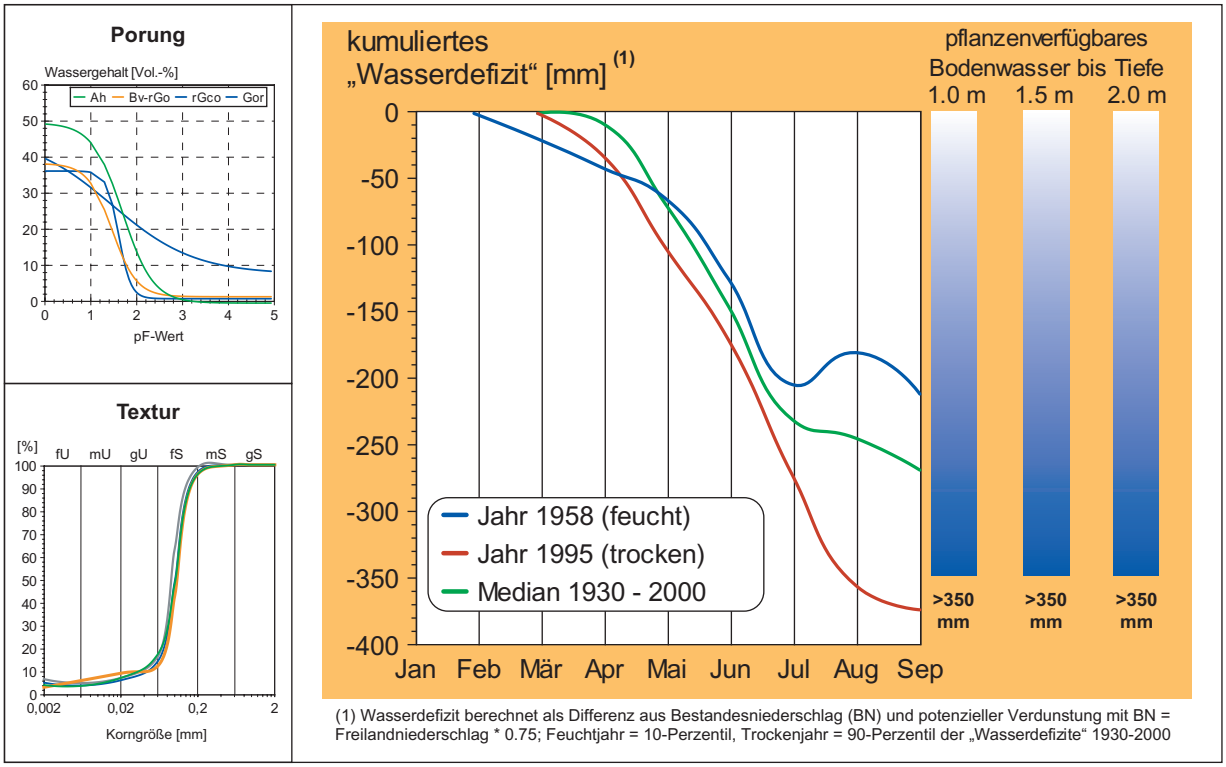
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt im *geringen* bis *mittleren* Wertebereich. Die Basensättigung (BS) steigt von *mittleren* Werten im Oberboden auf *sehr hohe* Werte im Unterboden. Der Austauscher ist zum größten Teil mit Calcium belegt, welches sich durch den Einfluss des Grundwassers im Boden angereichert hat; die Kaliumsättigungsgrade und -vorräte sind indes *sehr gering*. Die pH-Werte sind im Oberboden dem Aluminium-Eisen-Pufferbereich zuzuordnen, im Unterboden dem sehr günstigen Carbonat- bzw. Silikat-Pufferbereich. Insgesamt kann somit von einer guten Nährstoffversorgung ausgegangen werden. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Ah	0 - 30	0	4	77	81	10	3,0	13,0	6,0	St2
Bv-rGo	30 - 55	0	4	82	86	3	6,0	9,0	5,0	fS
rGco	55 - 120	0	3	81	84	8	1,0	9,0	7,0	St2
Gor	120 - 200	0	1	81	82	9	0,5	9,5	8,5	St2



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität des Substrates liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist vor allem das Speichervermögen des schwach tonigen Oberbodens und der Kapillaraufstieg aus dem Grundwasserkörper bedeutsam. Die Luftkapazität liegt im hohen bis sehr hohen Wertebereich. Wegen des hohen kapillaren Aufstiegs im Feinsand des Unterbodens ist die Wasserversorgung so gut, dass selbst in witterungsbedingten Trockenjahren kaum Wassermangel besteht.

Dieser Standort ist durch mehrstufige Grundwasserabsenkungen gekennzeichnet. Die Veränderungen des Wasserhaushaltes – insbesondere die breite Spanne zwischen minimalen und maximalen Grundwasserflurabständen – beeinträchtigen die Vitalität der aufstockenden Alteichenbestände. Wegen der hohen Anpassungsfähigkeit junger Stieleichen an die veränderten Wasserhaushaltsbedingungen sollten auf diesem Standort auch weiterhin stieleichendominierte Bestandesbilder im Mittelpunkt der Waldbewirtschaftung stehen. Die Rotbuche profitiert von der Grundwasserabsenkung und gewinnt aufgrund des mit Basen angereicherten Substrates deutlich an Konkurrenzkraft. Um Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit infolge von Humusschwund zu minimieren, ist die Beimischung von Laubbaumarten mit leicht umsetzbarer basenreicher Streu zu empfehlen (Winterlinde, Hainbuche).

P38: Pseudogley-Gley aus Geschiebelehm mit feinhumusarmem Moder

+4 cm +2 cm	**L** **Ofh**	organische Auflagehorizonte
–18 cm	**Sw-Ah**	mittel lehmiger Sand, humusangereichert
–50 cm	**Sd-Go**	mittel lehmiger Sand, rost- und bleichfleckig
>80 cm	**Srd-Gcr**	stark sandiger Lehm, reduziert, kalkangereichert

Forstadresse: FoA Tessin, Revier Groß Freienholz, Abt. 42 a[3]
Wuchsgebiet: Westmecklenburger Jungmoränenland
Wuchsbezirk: Sanitz-Güstrower Grund- (Wellen-) moräne
Großklimabereich: α = Mecklenburger Klima (stärker maritim beeinflusst)
Klimastufe: Tm = feuchtes Tieflandklima
Höhe über NN: 50 m
Reliefform: geneigt

Klimadaten	Kennwerte im Zeitraum 1930–2000 *Minimum*	*Mittelwert*	*Maximum*
Niederschlag (Jahr)	409 mm	629 mm	832 mm
Niederschlag (V-IX)	182 mm	324 mm	485 mm
Temperatur (Jahr)	6,5 °C	8,0 °C	9,3 °C
Temperatur (V-IX)	13,1 °C	14,6 °C	17,8 °C
Temperatur Januar	–7,6 °C	–0,4 °C	3,1 °C
Temperatur Juli	13,6 °C	16,4 °C	20,7 °C
Temperaturschwankung	14,4 K	18,6 K	25,4 K
Klim. Wasserbilanz (Jahr)	–253 mm	71 mm	290 mm
Klim. Wasserbilanz (V-IX)	–337 mm	–110 mm	89 mm

Feinbodenform (SEA 95):
SbLG 35 = Scharbower Lehm-Humusstaugley, halbzeitig stauwasserbeherrscht

Substratuntergruppe (SEA 95):
L^{ca} = Lehme mit Kalziumkarbonat

Stammgruppe (SEA 95):
NK2 = nährstoffkräftig, mineralisch feucht

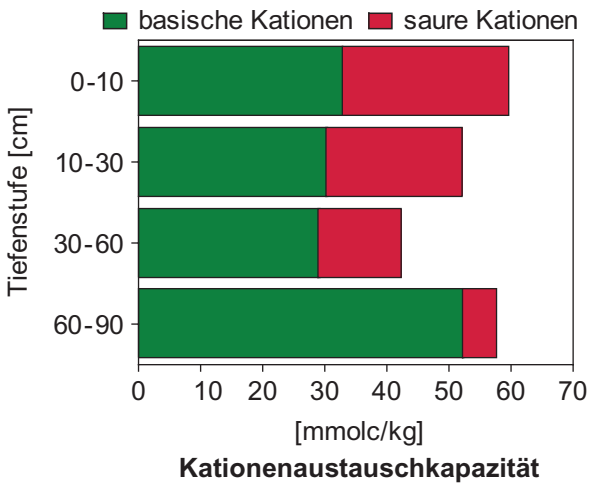
Bestand (Alter / Oberhöhe)	SEI (92 J. / 25,2 m)
PNV (HOFMANN, 2001)	Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald
Bestandeszieltyp	**SEI-EDB**, SEI-BU, SEI-WLI-HBU, EDB, EDB-BU

Chemische Eigenschaften:

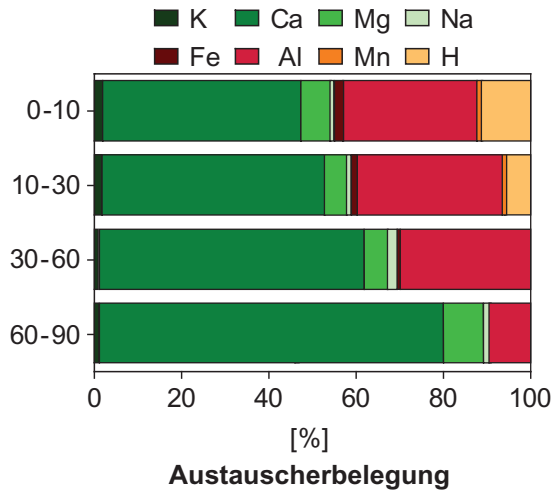
Tiefenstufe [cm]	KAK_{eff} [$mmol_c/kg$]	BS [%]	V-Wert [%]	G-AZ [$mmol_c/kg$]	$pH_{(KCl)}$	C [%]	N [%]	C/N
Auflage			41,29	0,24	4,10	20,88	1,253	16,66
0 - 10	61,045	54	18,32	0,32	3,34	5,42	0,378	14,34
10 - 30	52,969	57	19,69	0,26	3,56	2,77	0,198	13,99
30 - 60	42,999	69	30,24	0,17	3,92	1,02	0,081	12,59
60 - 90	57,781	90	58,65	0,06	4,01	0,15	0,034	4,41

Tiefenstufe [cm]	Elementvorräte [kg/ha]						
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn
0 - 30	144,91	1344,89	112,40	45,48	51,42	429,26	43,72
0 - 60	255,99	3858,50	242,88	115,74	66,24	981,54	91,89
0 - 90	437,57	8448,87	573,67	229,23	70,33	1225,78	122,85
0 - 30 inkl. Aufl.	167,18	1476,04	132,72	47,61	52,24	430,75	52,58
0 - 60 inkl. Aufl.	278,26	3989,66	263,21	117,88	67,06	983,03	100,75
0 - 90 inkl. Aufl.	459,83	8580,02	594,00	231,37	71,15	1227,28	131,72

Tiefenstufe [cm]	Sättigungsgrad der Elemente [%]							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Al	Mn	H
0 - 10	3,5	42,2	7,6	1,2	2,5	31,2	1,2	10,6
10 - 30	2,1	48,1	5,8	1,5	1,6	33,7	1,1	6,2
30 - 60	1,4	60,7	5,2	1,5	0,4	29,7	0,8	0,2
60 - 90	1,6	77,7	9,2	1,7	0,1	9,2	0,4	0,2



Kationenaustauschkapazität



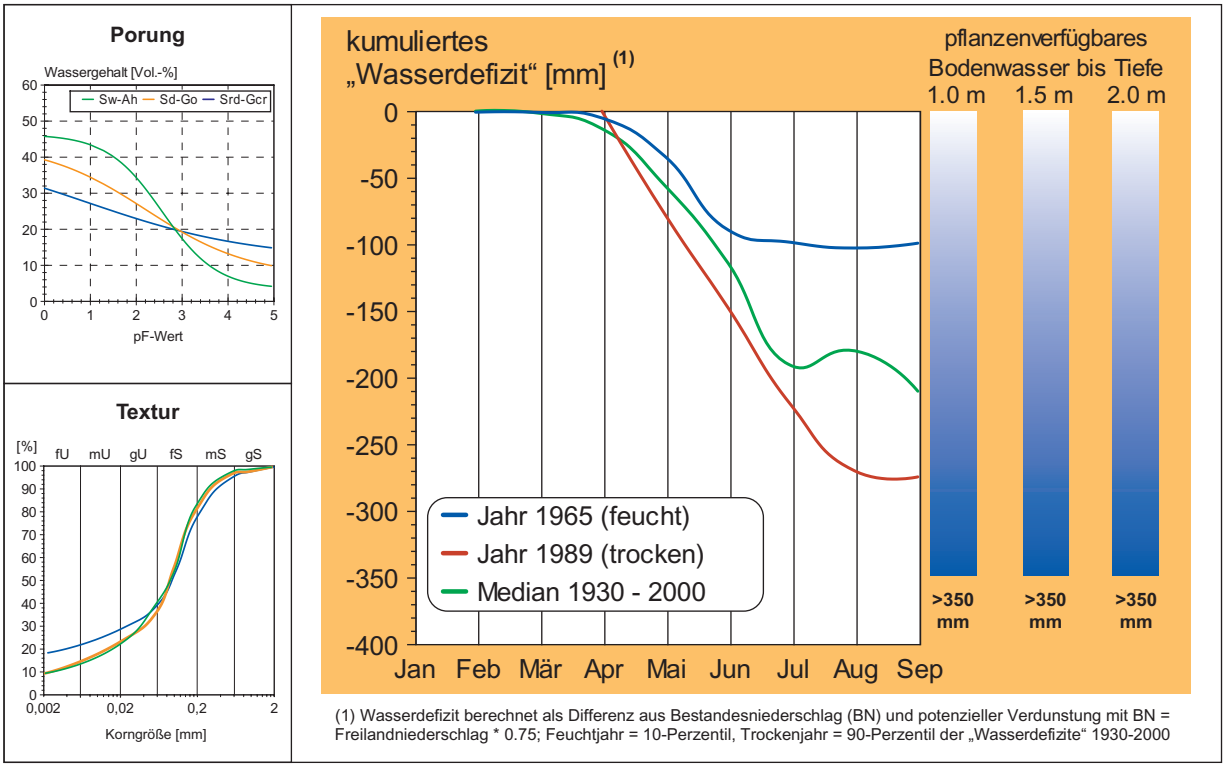
Austauscherbelegung

Bewertung:

Die Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) liegt im *mittleren* Wertebereich. Die Basensättigungen sind *mäßig hoch* bis *sehr hoch.* Es sind *mittlere* bis *hohe* Calcium- bzw. Magnesiumvorräte und *geringe* Kaliumvorräte vorhanden. Das C/N-Verhältnis im Humus als Hinweis für biologische Aktivität und Stoffumsetzung liegt im *mittleren* Wertebereich. Der Oberboden befindet sich im Aluminium-Pufferbereich, womit sich eine Versauerung andeutet. Die Austauscherbelegung lässt aber auf eine *sehr hohe* Elastizität gegenüber Säurebelastung schließen, da durch das Grundwasser weiterhin Nährstoffe angereichert werden. Damit ist der Standort insgesamt gut mit Nährstoffen versorgt.

Physikalische Analysedaten und Kenngrößen des Wasserhaushaltes:

Horizont	Horizont-grenzen [cm]	Korngrößenanteile [%]								Bodenart
		gS	mS	fS	ΣS	gU	mfU	ΣU	ΣT	
Sw-Ah	0 - 18	2	15	43	60	18	13	31	9	Sl3
Sd-Go	18 - 50	3	16	45	64	13	14	27	9	Sl3
Srd-Gcr	50 - 80	4	17	39	60	11	11	22	18	Ls4



(1) Wasserdefizit berechnet als Differenz aus Bestandesniederschlag (BN) und potenzieller Verdunstung mit BN = Freilandniederschlag * 0.75; Feuchtjahr = 10-Perzentil, Trockenjahr = 90-Perzentil der „Wasserdefizite“ 1930-2000

Bewertung:

Die Wasserspeicherkapazität des Substrates liegt im mittleren Wertebereich. Für die Pflanzen ist das Stauwasser im lehmigen Oberboden und vor allem der kapillare Aufstieg aus dem Grundwasser bedeutsam. Auch in Trockenjahren ist genug Wasser verfügbar, um Wassermangelstress zu vermeiden. Die Luftkapazität liegt im geringen bis sehr geringen Wertebereich. Der Boden ist infolge des geringen Grobporenvolumens und des langanhaltenden Stauwassers nur sehr schwer durchwurzelbar.

Die Stieleiche ist an die ungünstigen Lagerungsverhältnisse im Unterboden (Sauerstoffarmut) und den langanhaltenden Stauwassereinfluss am besten angepasst. Darüber hinaus vermag sie die im anstehenden Lehmkörper fixierten Basen zu erschließen und in den ökosystemaren Stoffkreislauf einzubinden. Die günstige Basen- und Wasserversorgung lässt auch Bestandesziele mit einem hohen Anteil an Edellaubhölzern (Bergahorn, Gemeine Esche und Rüster) zu. Da die Pseudogley-Merkmale für die Rotbuche als problematisch zu beurteilen sind (Standsicherheit), ist sie lediglich als Mischbaumart am Bestandesaufbau zu beteiligen.

5.7 Sonstige Böden

5.7.1 Ah-C-Böden

Die Ah-C-Böden besitzen einen humosen Oberboden, der unmittelbar auf dem Ausgangsmaterial aufliegt. Auf Lockersedimenten treten zum einen der kalkfreie Regosol und zum anderen die kalkhaltige Pararendzina auf. Regosole sind oft junge Böden, die sich aus Flugsanden bilden und bei denen die Bodenentwicklung noch nicht bis zur Braunerde fortgeschritten ist. Auch im Falle extrem eisenarmen Ausgangsmaterials bleiben Böden in ihrer Entwicklung im Regosol-Stadium stehen, weil sich kein sichtbarer Bv-Horizont ausbilden kann. Unter Wald sind Regosole auf Binnendünen mit podsoligen Braunerden und Podsolen vergesellschaft.

Pararendzinen können z.B. durch Abtrag des Oberbodens in Hangpositionen auf Mergelsubstrat und neu beginnender Bodenentwicklung entstehen. Waldstandorte sind hiervon jedoch kaum betroffen.

5.7.2 Kolluvien

Durch Erosion hat sich in der Nacheiszeit humoses Material an Hangfüßen, in Mulden und Tälchen abgelagert und dient als Ausgangsmaterial für neue Böden, die sog. Kolluvisole. Im Untergrund finden sich die überlagerten Horizonte des fossilen Bodens. Die Kolluvisole gehören zur Klasse der anthropogenen Böden, weil man davon ausgeht, dass ihr Entstehen vorwiegend auf menschliche Einflüsse (z.B. verstärkte Hangerosion nach flächenhafter Rodung) zurückzuführen ist. Der tiefgründige humose Oberboden hat in der Regel eine relativ hohe Kationenaustauschkapazität und gute Wasserspeicherfähigkeit zur Folge. Je nach geologischem Ausgangssubstrat und Genese (fluviatil, äolisch) unterscheiden sich die Standortseigenschaften der Kolluvien beträchtlich.

5.7.3 Auenböden

Periodische Überschwemmungen sind bestimmend für die Entwicklung von Auenböden. Bei Hochwasser lagern sich frische Sedimente auf der Bodenoberfläche ab. Nach dem Ablaufen der jährlich auftretenden Hochwässer wird der Boden wieder gut durchlüftet. Die mit dem Wasser zugeführten Nährstoffe fördern eine hohe Biomasseproduktion und ein intensives Bodenleben. Die periodisch erfolgten Sedimentationsprozesse sind meist anhand der verschiedenartig gefärbten und unterschiedlich körnigen Bänder zu erkennen (Abb. 20).

Abb. 20: Auenboden (Paternia) in der Oderniederung

5.7.4 Moore

Moore sind im Nordostdeutschen Tiefland weit verbreitet. Infolge mangelnder Vorflut und geringer Höhenunterschiede sind in Tieflagen sowie in Gewässerrandlagen mit ganzjährig anhaltender Vernässung Torfe entstanden. Unter Luftabschluss wird der Abbau organischer Substanz verzögert. Es kommt zur Humusakkumulation. Moore zählen zu den vollhydromorphen Böden und sind definiert über das Vorhandensein eines 3 dm mächtigen Torfhorizontes mit Humusgehalten von über 30 %.

Die Qualität und Zusammensetzung des Grundwassers ist bei diesen Böden letztlich entscheidend für die Nährstoffausstattung und Azidität. So kommen in den Talsandbereichen vorwiegend oligotrophe, im Bereich von Grundmoränen mit kalkhaltigem Geschiebemergel meist eutrophe Moore vor. Infolge von Grundwasserabsenkungen sind viele Moore unterschiedlich humifiziert, bei anhaltend tiefen Grundwasserständen vererdet und verdichtet.

6 Literatur

AG BODEN (1996): Bodenkundliche Kartieranleitung, Arbeitsgemeinschaft Boden Hannover.

AK BODENSYSTEMATIK (1998): Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands. Arbeitskreis für Bodensystematik der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Band 86, Hannover.

AK STANDORTSKARTIERUNG (1996): Forstliche Standortsaufnahme. Arbeitskreis Standortskartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung. Eching bei München.

AUTORENKOLLEKTIV (1995): Programm zur langfristigen ökologischen Stabilisierung der Brandenburger Wälder. Erster Entwurf vom 20.1. 1995. FFE e.V. (unveröff.).

BECKER, R., BLOCK, J., SCHIMMING, C.-G., SPRANGER, T., WELLBROCK, N. (2000): Critical Loads für Waldökosysteme – Methoden und Ergebnisse für Standorte des Level II-Programms. Arbeitskreis A der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Level II. Hrsg. BMVEL.

BERGMANN, J.-H., STÄHR, F. (2003): Muss der Waldumbau im Land Brandenburg aus Mangel an Finanzen eingestellt werden? AFZ/Der Wald, 58, 4, S. 185–189

BORK, H.-R., DALCHOW, C. (2003): Landschaftsgeschichte. In: Frielinghaus, M., Dalchow, C., Schäfer, H. (Hrsg.): Bodenlandschaften im Jung-und Altmoränengebiet. Exkursionsführer zur Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 2003 in Frankfurt/Oder, Müncheberg.

BRONSTERT, A., LAHMER, W., KRYSANOWA, V. (2003): Klimaänderung in Brandenburg und Folgen für den Wasserhaushalt. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 12,3; 72–79.

GERSTENGARBE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F., WERNER, P. C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst-und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. PIK Report No. 83, Potsdam.

GRENZIUS, R. (1987): Die Böden Berlins. Diss. TU Berlin (unveröffentlicht).

GRÜLL, M. (2002): Ergebnisse aktueller standortskundlicher Untersuchungen auf grundwasserabgesenkten Standorten und waldbauliche Schlussfolgerungen. In: Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg.): Funktionen des Waldes in Verbindung mit dem Landschaftswasserhaushalt. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XV, Eberswalde.

HOFMANN, G. (1991): Buchenwälder und ihr Vitalitätszustand in Ostdeutschland. In: Beiträge für die Forstwirtschaft, 25,4. 157–168.

HOFMANN, G. (1997a): Natürliche Waldgesellschaften Brandenburgs als Grundlage waldbaulicher Zielstellungen. In: Tagungsbericht des Brandenburger Forstvereins e.V. Waldbewirtschaftung und Naturschutz im Wald – Einheit oder Widerspruch? 33–53.

HOFMANN, G. (1997b): Mitteleuropäische Wald- und Forstökosystemtypen in Wort und Bild. AFZ/ Der Wald, Sonderheft, 88 S.

HOFMANN, G. (2003): Ökogramme der PNV in Brandenburg. In: Brandenburger Biotopkartierungsverfahren, Bd. 1: Kartieranleitung. LUA (Hrsg.). (in Druck).

HUTCHINSON, M.F. (1995): Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines. International Journal for Geographical Information Systems 9,4. 385–403.

KONOPATZKY, A., KALLWEIT, R. (1999): Der Bodenzustand in den Wäldern Brandenburgs. Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen der Jahre 1989-1994. Landesforstanstalt Eberswalde, 150 S.

KOPP, D. (1970): Periglaziäre Umlagerungs-(Perstruktions-)zonen im nordmitteleuropäischen Tiefland und ihre bodengenetische Bedeutung. Tagungsbericht Dt. Akad. Landwirtsch. wiss., 102, 55–81.

KOPP, D., Schwanecke, W. (1994): Standörtlich-naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft. Berlin.

KUNDLER, P. 1965: Waldbodentypen der Deutschen Demokratischen Republik. 180 S.

LOCKOW, K.-W., MUCHIN, A., GROßMANN, H., GLOR, F. (2003): Möglichkeiten und Grenzen der Strukturierung naturnaher Waldbauformen auf der Grundlage ökologischer Wuchsreihen von Eiche und Eiche/Kiefer im Nordostdeutschen Tiefland. Schlussbericht BMBF-Verbundprojekt: Forschung für die Umwelt, Teilbereich: Zukunftsorientierte Waldwirtschaft, Eberswalde.

MARCINEK, J., SADLER, W., ZAUMSEIL, L. (1995): Von Berlin in die Mark Brandenburg. Gotha.

MUALEM, Y. (1976): A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. Water Resources Res., 12. 513–522.

MÜLLER, M. (1998): Stand der Umsetzung des Waldumbauprogramms. In: Brandenburgische Forstnachrichten 76, 7. Jg.

MÜLLER, J. (2002): Verdunstung der Baumvegetation und die Tiefenversickerung in Kiefern-, Buchen- und Eichenökosystemen in Abhängigkeit von Boden- und Bestandesstruktur und von der Witterung. In: Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands, Oberwinter, S. 99–122.

PRENTICE, I. C., CRAMER, W. (1992): A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate. Journal of Biogeography 19,2. 117–134.

RAMANN, E. (1893): Forstliche Bodenkunde und Standortslehre. Berlin.

RIEK, W. (2001): Auswirkungen von Grundwasserabsenkungen auf das Zuwachsverhalten der Kiefer. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie. 35,4, 207–210.

RIEK, W. (2002): Landschaftswasserhaushalt in Brandenburg. In: Funktionen des Waldes in Verbindung mit dem Landschaftswasserhaushalt. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XV. MLUR und LFE (Hrsg.), 7–8.

RIEK, W., WOLFF, B. (1999): Standörtliche Rahmenbedingungen für den Umbau von Waldbeständen im Nordostdeutschen Tiefland – Ergebnisse der BZE. In: Strukturwandel der Landnutzung. Eberswalder Wissenschaftliche Schriften, Bd. 3, 173–178.

SCHLAAK, N. (1999): Nordostbrandenburg – Entstehungsgeschichte einer Landschaft. Eberswalde, 48 S.

SCHMIDT, R. (2003): Böden. In: Frielinghaus, M., Dalchow, C., Schäfer, H. (Hrsg.): Bodenlandschaften im Jung- und Altmoränengebiet. Exkursionsführer zur Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 2003 in Frankfurt/Oder, Müncheberg.

SCHROEDER, J. H. (1994): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg No. 2: Bad Freienwalde-Parsteiner See. Berlin.

SCHRÖDER, J., RIEK, W. (2002): Einfluss von atmosphärischen Stickstoffeinträgen auf das Zuwachsverhalten herrschender Kiefern. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde. Kenk, G. (Hrsg.). 240–248.

SCHULZE, G. (1996): Anleitung für die forstliche Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland. Standortserkundungsanleitung – SEA 95. Schwerin.

SYKES, M. T. (1996): A bioclimatic model for the potential distributions of North European tree species under present and future climates. Journal of Biogeography 23,2. 203–233.

TARASIUK, S. (1999): Buk zwyczajny (Fagus sylvatica L.) na obrzez.ach zasie; gu w Polsce. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, 99 S.

TARASIUK, S. (1992): Recent anthropogenous distribution of European beech outside natural range in Poland. Folia Forestalia Polonica, Series A 34, 31–38.

WELLBROCK, N., RIEK, W., WOLFF, B., SCHRÖDER, W. (2003): Waldschäden. In: Handbuch der Umweltwissenschaften. VI-2.3. 9. Erg. Lfg. 5/03. 1–28.

WOLFF, B., RIEK, W. (1997): Deutscher Waldbodenbericht 1996. Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald von 1987–1993 (BZE). Bd. 1 und 2. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), 144 S.

Anhang

7.1 Erläuterungen zur Bezeichnung von Bodenhorizonten

Die nachfolgende Beschreibung der Horizonte ist weitgehend identisch mit dem Band 86 der Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (AK Bodensystematik, 1998) und der Bodenkundlichen Kartieranleitung, 4. Auflage (AG Boden 1996).

Die Horizonte werden durch Großbuchstaben symbolisiert (Hauptsymbole). Zur Kennzeichnung der Horizontmerkmale werden Kleinbuchstaben (Zusatzsymbole) verwendet. Vor die Hauptsymbole gestellt, charakterisieren sie geogene und anthropogene, nachgestellt pedogene Merkmale.

Übergangshorizonte sind solche, in denen sich die Merkmale unterschiedlicher pedogener Prozesse überlagern. Sie werden dargestellt:
- durch ein Hauptsymbol mit mehreren pedogenen Zusatzsymbolen, Beispiel: Bsv = vereinfachend für Bs-Bv
- durch bis zu drei verschiedene Hauptsymbole einschließlich der dazugehörigen Zusatzsymbole, die durch Bindestrich verbunden werden, Beispiel: Sw-Bv

Verzahnungshorizonte sind Horizonte, in denen Bereiche von verschiedenen Horizonten zusammen vorkommen, ohne sich zu durchdringen. Ihre Darstellung erfolgt mittels Pluszeichen zwischen den Symbolteilen
Beispiele: Al + Bt = Bt-Horizont mit Al-Material in Form von Flecken, Bbt + Bv = Bv-Horizont mit Tonanreicherungs-(Bt-)Bändern

L-HORIZONT

Organischer Horizont aus Ansammlung von nicht und wenig zersetzter Pflanzensubstanz (Förna) an der Bodenoberfläche. Die organische Substanz besteht zu <10 Vol.-% aus Feinsubstanz (ohne makroskopisch erkennbare pflanzliche Gewebereste).

O-HORIZONT

Organischer Horizont bestehend aus organischer Substanz über dem Mineralboden oder über Torf. Die organische Substanz besteht in der Regel zu >10 Vol.-% aus Feinsubstanz; der Grenzwert zum Mineralboden liegt bei 70 Masse-% mineralischer Substanz (entspricht etwa 58 Vol.-%)

Of

O-Horizont, in dem neben Pflanzenresten die organische Feinsubstanz deutlich hervortritt; ihr Anteil liegt in der Regel zwischen 10 und 70 Vol.-% der Summe von organischer Feinsubstanz und Sprossresten (ohne Wurzelreste und Wurzeln)

Oh

O-Horizont, in dem die organische Feinsubstanz stark überwiegt; sie hat in der Regel einen Anteil von über 70 Vol.-% der Summe von organischer Feinsubstanz und Sprossresten; bei sprunghaftem Übergang vom Of- zum Oh-Horizont kann in dessen oberem Abschnitt der Feinsubstanzanteil zwischen 50 und 70 Vol.-% betragen

A-HORIZONT

Mineralischer Oberbodenhorizont mit akkumulierter organischer Substanz und/oder Verarmung an mineralischer Substanz und/oder an Humus

Ah

A-Horizont mit bis zu 30 Masse-% akkumuliertem Humus, der Anteil nimmt in der Regel nach unten hin ab; Mindestgehalt in Masse-% an organischer Substanz: 0,6 (bei Sanden), 0,9 (bei Lehmen u. Schluffen), bzw. 1,2 (bei Tonen)

Alh

Ah-Horizont mit Tonverarmung

Aeh

Ah-Horizont, schwach podsolig, durch Humuseinwaschung beeinflusst, vertikal und gleichmäßig humos, violettstichig

Aa

A-Horizont mit 15 bis 30 Masse-% organischer Substanz (anmoorig), unter Grundwasser- oder Stauwassereinfluss an der Oberfläche entstanden

Ae

A-Horizont, sauergebleicht, podsoliert, meist Munsell-Farbwert 4/und mehr (bzw. 5/und mehr, wenn trocken), meist über einem Illuvialhorizont (z.B.: Bh-, Bsh-, Bs- oder Bsv-Horizont) liegend

Ahe

Ae-Horizont, horizontal ungleichmäßig humos, Mindesthumusgehalt wie Ah, >0,6 Masse-% organische Substanz, mäßig podsolig bis podsoliert, violettstichig, durch Humuseinwaschung beeinflusst, mit dif-

fus-wolkigen Bleichflecken, deren Farbe dem Ae entspricht

Al
lessivierter A-Horizont, durch Tonverlagerung geprägt, über einem tonangereicherten Horizont (Bt) liegend, aufgehellt gegenüber Ah- und Bt- Horizont

Ael
Al-Horizont, stark aufgehellt durch starke Ton- und Humusverarmung und zusätzliche Sauerbleichung, in Verbindung mit Bt als Ael+Bt diagnostischer Horizont der Fahlerde

Bt+Al
Al-Horizont mit Bereichen höheren Tongehaltes

Ap
A-Horizont, durch regelmäßige Bodenbearbeitung geprägt, Ackerkrume

B-HORIZONT

Mineralischer Unterbodenhorizont, Veränderung der Farbe und des Stoffbestandes im Vergleich zum Ausgangsgestein durch Verwitterung, Verlehmung und/oder Stoffanreicherung; frei von lithogenem Carbonat in der Feinerde (Verwitterungs- oder Illuvialhorizont)

Bv
B-Horizont, durch Verwitterung verbraunt und verlehmt (Tonbildung und/oder Lösungsrückstände); gegenüber dem nach unten folgenden Horizont (gleiches Substrat vorausgesetzt, also für Mehrschichtprofile nicht bindend): mindestens um 1 pH-Wert-Stufe saurer (pH 4–5) und Munsell-Farbton stärker rot, bei rotgefärbten Gesteinen stärker gelb oder intensivere Farbtiefe

Bhv
Bv-Horizont, mit erkennbarer Humusanreicherung

Bsv
Bv-Horizont, mit Sesquioxiden angereichert

Ah-Bv
Bv-Horizont, Mindesthumusgehalt wie Ah

Bbt+Bv
Bv-Horizont, mit meist <1 cm mächtigen Tonanreicherungsbändern

Bh
B-Horizont, durch Einwaschung mit Humusstoffen angereichert (Illuvialhorizont), bei dem die organische Substanz gegenüber dem Ae-Horizont zunimmt; morphologisch keine Fe-Anreicherung erkennbar; Quotient aus pyrophosphatlöslichem Kohlenstoff (Cp): pyrophosphatlöslichem Eisen (Fep) größer 10

Bsh
Bh-Horizont mit morphologisch erkennbarer Sesquioxidanreicherung

Bs
B-Horizont, mit Sesquioxiden durch Umlagerung angereichert (Illuvialhorizont), keine Humusanreicherung erkennbar. Munsell-Farbton mindestens eine Stufe stärker rot als beim darüber und darunter folgenden Horizont und Cp: Fep <3

Bbs
Bs-Horizont, Sesquioxidanreicherung bänderförmig; Einzelbändchen >2 cm

Bbms
Bbs-Horizont, dessen Bänder massiv verfestigt sind (Ortsteinbänder)

B(h)ms
Bs-Horizont, massiv verfestigt (Ortstein)

Bhs
Bs-Horizont mit morphologisch erkennbarer Humusstoffanreicherung; Cp : Fep = 3 –10 (s. Bsh)

Bt
B-Horizont, durch Einwaschung mit Ton angereichert (Illuvialhorizont); ausgeprägte Tonhäute (Tapeten) von kräftig brauner, meist rötlichbrauner Farbe auf den Hohlraumwandungen, an Aggregatoberflächen und in feinen Poren mit bloßem Auge oder Lupe erkennbar.

Bbt
Bt-Horizont, Tonanreicherung bänderförmig, meist in mehreren Bändern, Einzelbändchen 1–5 cm mächtig; tritt nur in Verbindung mit Bv- oder ICv- Horizont auf

Bvt
Bt-Horizont, mit Restmerkmalen des Bv-Horizontes

Al+Bt
Bt-Horizont mit Al-Material in Form von Flecken

Bv+Bbt
Bt-Horizont, Tonanreicherung bänderförmig, in mehreren Bändern, Einzelbändchen meist 1–5 cm mächtig, Zwischenräume mit Bv

C-HORIZONT
mineralischer Untergrundhorizont, Gestein das unter dem Solum liegt; bei Böden aus einer Schicht dem Ausgangsgestein des Solums entsprechend

Cv
C-Horizont, angewittert bis verwittert, meist Übergang zum frischen Gestein, im Falle vom Festgestein im Wesentlichen noch im Verband, häufig nur schwache Durchwurzelung; Farbveränderung durch Sulfidverwitterung möglich

Bv+Cv
Cv-Horizont, mit Bv verzahnt

Bv-Cv
Cv-Horizont, mit Bv-Merkmalen unterhalb der Definitionsgrenze des Bv

Cc
C-Horizont, erkennbar mit Sekundärcarbonat angereichert

S-HORIZONT
mineralischer Unterbodenhorizont mit Stauwassereinfluss und in der Regel dadurch verursachten bestimmten hydromorphen Merkmalen, zeitweilig luftarm

Sw
S-Horizont, stauwasserleitend, zeitweise stauwasserführend, >80 Flächen-% Nassbleichungsmerkmale (Flecken sowie schwache Nassbleichung des gesamten Horizontes) und Oxidationsmerkmale (Rostflecken sowie Konkretionen); während der zeitweiligen Nassphasen rH-Wert >19 und höhere Wasserdurchlässigkeit (kf meist >10 cm/d) als darunter liegender Sd-Horizont

Sew
Sw-Horizont, durch Nassbleichung gesamter Horizont deutlich sesquioxidverarmt, Munsell-Farbwert 4/ und mehr (bzw. 5/ und mehr, wenn trocken)

Ah-Sw
Sw-Horizont, Mindesthumusgehalte wie Ah

Für die Übergangs-Sw-Horizonte
mit Merkmalen von anhydromorphen Horizonten gilt das folgende Kriterium: >10–80 Flächen-% Nassbleichungs- und Oxidationsmerkmale (z.B. Bv-Sw). Für alle anhydromorphen Übergangs-Horizonte mit Sw-Merkmalen gelten folgende Kriterien: >2–10 Flächen-% Nassbleichung- und Oxidationsmerkmale (z.B. Sw-Bv)

Sd
S-Horizont, wasserstauend, in der Regel 50–70 % Rost- und Bleichflecken; marmoriert (Intensität je nach Zeichnereigenschaften des Bodenmaterials); Aggregatoberflächen gebleicht, Aggregatinneres rostfleckig oder Marmorierung infolge fehlender Eisenverlagerung nicht vorhanden bzw. nicht erkennbar, da verdeckt (z.B. durch Eigenfarbe des Substrates oder durch Humus); höhere effektive Lagerungsdichte und geringere Wasserdurchlässigkeit (kf <10 cm/d, meist <1 cm/d) als darüber liegender Sw-Horizont; zeitweilig oder ständig luftarm und geringe Luftkapazität (<3 Vol.-%)

Srd
Sd-Horizont, mit Reduktionsmerkmalen und ständigem Luftmangel.

G-HORIZONT
Mineralbodenhorizont mit Grundwassereinfluss und in der Regel dadurch verursachten bestimmten hydromorphen Merkmalen.

Go
G-Horizont oxidiert, mit >10 Flächen-% Rostflecken oder mit Rost- und Carbonatflecken, besonders an Aggregatoberflächen und im Grundwasserschwankungsbereich der Obergrenze des geschlossenen Kapillarraumes entstanden oder bedingt durch sauerstoffreiches Grund-/Kapillarwasser hervorgerufene Oxidationsmerkmale (Oxigley).

Gro
Go-Horizont, teilweise reduziert, mit 5–10 Flächen-% Rostflecken

Für die Übergangs-Go-Horizonte mit Merkmalen von anhydromorphen Horizonten gelten folgende Kriterien: >10 Flächen-% Rostflecken und Vorkommen anhydromorpher Horizontmerkmale und im Grundwasserschwankungsbereich entstanden (z.B. Bv-Go).

Für alle anhydromorphen Übergangs-Horizonte mit Go-Merkmalen gelten folgende Kriterien: <10 Flächen-% Rostflekken und partiell im Schwankungsbereich der Obergrenze des geschlossenen Kapillarraumes entstanden (z.B. Go-Ah, Go-Bv)

Gw

G-Horizont, zeitweilig grundwassererfüllt, wegen fehlender Zeichnereigenschaften ohne Oxidationsmerkmale (z.B. eisenfreie Sande und Kiese), im Grundwasserbereich einschließlich Schwankungsbereich der Obergrenze des geschlossenen Kapillarraumes entstanden

Gr

G-Horizont mit reduzierenden Verhältnissen; mit <5 Flächen-% Rostflecken an Wurzelbahnen (sonst keine Rostflecken); Munsell-Farbton N1 (schwarz) bis N8 (weiß) oder 5Y (grau), 5G (graugrün) bzw. 5B (blaugrau) bei einem Chroma <1,5 (bzw. Chroma <2,5 bei 5G); nass an über 300 Tagen im Jahr

Gor

Gr-Horizont mit <5 Flächen-% Rostflekken, nicht an Wurzelbahnen gebunden.

Zusätzliche Kennzeichnungen

f = unter jüngerer Schicht begrabener (fossiler) Horizont und damit im wesentlichen unterhalb des bioturbat veränderten Wurzelraumes; das f wird dem Horizontsymbol vorangestellt, z.B. fAh = begrabener Ah-Horizont. Wenn der fossile Horizont gleichzeitig zu einem rezenten Boden gehört, werden die Kurzzeichen bei DV-gerechter Schreibweise durch einen Punkt getrennt, z.B. fAh.Sd = Stauhorizont aus begrabenem Ah-Horizont

r = überprägter (reliktischer) Horizont, dessen Merkmale nicht unter den aktuellen Bedingungen entstanden sind und der in die aktuelle Bodenbildung einbezogen sein kann, auch unter geringmächtiger Überdeckung

II, III = römische Ziffern zur Kennzeichnung verschiedener Bodenausgangssubstrate (geologische Schichten); die Angabe I für die oberste Schicht entfällt; bei den in der Tiefe folgenden Schichten werden die römischen Ziffern II, III etc. den Buchstaben des Horizontsymbols vorangestellt

7.2 Glossar

Azidität
saure Reaktion des Bodens (➜) pH-Wert

alluvial
angeschwemmt durch fließendes Wasser, Flüsse

Altpleistozän
(➜) Saale-Kaltzeit

äolisch
Oberbegriff für Windtransport und -ablagerungen

Basensättigung
Anteil der „basisch wirkenden“ Kationen Ca, Mg, K und Na an der effektiven (➜) Kationenaustauschkapazität. Die Basensättigung ist ein wichtiger bodenchemischer Kennwert zur Beurteilung des Säure-/Basenzustandes von Waldböden. Sie bringt die Elastizität des Bodens gegenüber Versauerungsschüben, seine Filterwirkung für Schadstoffe und das Versorgungsangebot mit Nährstoffen zum Ausdruck.

„basisch wirkende“ Kationen
konventionelle Bezeichnung in der Bodenkunde für die austauschbaren Kationen Ca, Mg, K und Na, die in der Bodenlösung nicht als Kationsäuren (Al, Mn, Fe) wirken (synonym: austauschbare „Basen“)

Beckenablagerungen
tonige bis schluffige, mehr oder weniger geschichtete, humusarme bis humusfreie Sedimente, in Kaltzeiten am Grund stehender Gewässer abgelagert

Bestandeszieltyp
Während des ganzen Bestandeslebens planmäßig zu gestaltende Bestockung, die sich im Hiebsreifealter der Hauptbaumart durch die Zusammensetzung nach Haupt- und Mischbaumart(en) sowie durch den vertikalen und horizontalen Bestandesaufbau auszeichnet. In einem Bestandeszieltyp wird die Hauptbaumart an erster Stelle und die weitere(n) Mischbaumart(en) an zweiter oder dritter Stelle genannt (z.B. SEI-WLI-HBU = Hauptbaumart Stieleiche mit den vorwiegend dienenden Mischbaumarten Winterlinde und Hainbuche). Bestandeszieltypen sind somit mittel- bis langfristige waldbauliche Zielsetzungen für den standortsgerechten, möglichst naturnahen Bestandesaufbau im Wirtschaftswald, wie sie ausgehend vom aktuellen Bestandeszustand angestrebt werden sollen.

Biologische Aktivität
Gesamtheit der in Böden ablaufenden Prozesse, die von Bodenorganismen hervorgerufen werden. Die wichtigste Prozesskette der biologischen Aktivität ist die Zersetzung frischer organischer Substanz zu einfachen Bausteinen, die entweder durch die (➜) Mineralisation veratmet oder durch (➜) Humifizierung zu Huminstoffen umgebaut werden.

Blockpackungen
Anhäufung bzw. Anreicherung von großen, z.T. kantigen Blöcken vorwiegend an Eisrandlagen, die bei der Ausspülung der feineren Bestandteile durch Schmelzwasser aus Endmoränen liegen bleiben

Bodenart
Kurzbezeichnung für das Korngrößengemisch eines Bodens nach der vorherrschenden Korngrößenfraktion, z.B. Sand-, Schluff- und Tonboden

Bodenform
Sie stellt keine systematische Einheit im Sinne der hierarchisch gegliederten Bodensystematik dar. Sie resultiert aus der Verknüpfung einer substratsystematischen Einheit mit einer bodensystematischen Einheit (z.B. Sand-Braunerde, Lehm-Fahlerde).

Bodenhorizont
nahezu horizontal bzw. oberflächenparallel verlaufende Zone, die durch bestimmte Bodenmerkmale charakterisiert ist und einen Bodenbildungsprozess bzw. Bodenentwicklungszustand widerspiegelt

Bodenreaktion
(➜) pH-Wert

Bodentyp
Zusammenfassung von Böden, die die gleiche Kombination von Bodenhorizonten und die gleiche Bodenentstehung aufweisen. So haben z.B. alle Braunerden die Horizontabfolge Ah-Bv-C und sind durch den Prozess der Verbraunung gekennzeichnet.

Bodenzustandserhebung (BZE)
Auf einem Stichprobennetz durchgeführte Untersuchung des Waldbodens und des Ernährungszustandes der Waldbäume. Die erste Bodenzustandeserhebung im Wald wurde im Zeitraum 1987–1993 bundesweit durchgeführt. Eine Wiederholung dieser Erhebung ist in Vorbereitung.

BS
(➜) Basensättigung

C/N- und C/P-Verhältnis
Das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (C/N) bzw. zu Phosphor (C/P) dient der zahlenmäßigen Beschreibung der Humusqualität. Dadurch können die Lebensbedingungen der Zersetzungsorganismen im Auflagehumus und im obersten Mineralboden charakterisiert werden (➜ biologische Aktivität). Enge C/N- bzw. C/P-Verhältnisse sind Voraussetzung für eine schnelle Umsetzung der organischen Substanz. Damit werden die Nährstoffe rasch wieder dem Elementkreislauf und damit den Pflanzen zugeführt.

Dauerfrostböden
Böden im Randbereich des Inlandeises (im periglazialen Raum), die das ganze Jahr über nicht vollständig oder nur in den obersten Lagen auftauen. Während der sommerlichen Auftauphase sind diese Lagen wassergesättigt und unterliegen starken Veränderungen durch Bodenfließen, beim Wiedergefrieren unterliegen sie starken Druckkräften; gleichzeitig unterliegen diese Böden einer intensiven Verwitterung (➜ Perstruktion) und Bodenbildung (Verbraunung).

Deckzone
Periglaziäre Deckzone: Oberer Profilteil, der unter periglazialen Bedingungen über dem Dauerfrostboden im Sommer auftaute und infolge Übersättigung mit Wasser einen breiartigen Zustand annahm. Die Sohlfläche verläuft im allgemeinen oberflächenparallel, zuweilen ist sie nach unten ausgestülpt. An der Basis sind oftmals Steine angereichert.

Degradierung
Negative Veränderung des Oberbodenzustands oder Beeinträchtigung natürlicher Stoffkreisläufe durch die menschliche Nutzung von Waldböden (z.B. Streunutzung, Waldweide, Wald-Feldbau). Degradierte Waldstandorte können durch technische und biologische Meliorationsmaßnahmen wieder das natürliche Leistungspotenzial erreichen.

Deposition
Eintrag von Stoffen in ein Ökosystem, z.B. Eintrag von Nähr- oder Schadstoffen durch die Luft (trockene Deposition) und mit dem Regen (nasse Deposition) in ein Waldökosystem.

effektiver Wurzelraum, effektive Durchwurzelungstiefe
modellhaft die Äquivalenttiefe des maximal erreichbaren Wasserentzugs durch Wurzeln

eutroph
nährstoffreich

Feinbodenform
In der Feinbodenform (alte Bezeichnung: Lokalbodenform) werden forstökologisch wichtige Bodenunterschiede erfasst, die in der (➜) Hauptbodenform noch nicht zum Ausdruck kommen. Zu ihnen gehören z.B. Nährstoffserie des geologischen Ausgangssubstrats, Feinheiten der Körnung im Gesamtprofil und in der (➜) Deckzone, Tiefenlage von Kalziumkarbonat, Mächtigkeit des A-Horizontes, Stickstoff- und Säure-Basenstufe bei Grund- und Stauwasserböden.

Feldkapazität (Wasserspeicherkapazität)
Wassermenge, die ein Boden maximal gegen die Schwerkraft zurückhalten kann; konventionell der Wassergehalt bei einer Saugspannung von (➜) pF = 1,8

Flugsand
durch Windtransport entstandenes Sediment aus Fein- bis Mittelsand, oft geschichtet und in Form von Flugsanddecken oder Dünen verbreitet

fluviatil
durch Wassertransport abgelagerte oder geschaffene Sedimente

Geschiebedecksand
geschiebeführende, ungeschichtete Bodenlage aus unterschiedlichen Sandkörnungen mit etwas Schluff (meist <1 m mächtig)

Geschiebelehm
durch Entkalkung des (➜) Geschiebemergels entstandenes Substrat

Geschiebemergel
vom Inlandeis als Grund- oder Endmoräne abgelagertes Material, das in einer dichten, lehmigen und kalkhaltigen Grundmasse noch Bestandteile der zerriebenen Gesteine und größere Geschiebe führt

Geschiebesand
lehmige bis anlehmige Sande, die man als Verwitterungsrest aufbereiteter (➜) Moränen deutet, deren Feinbestandteile ausgeschwemmt wurden

glazial
alle Ablagerungen und Bildungen, die während einer Eiszeit entstanden sind

glazifluviatil
durch Gletscherwasser entstandene Ablagerungen (Talsand, Sander)

glazigen
unmittelbar durch das Inlandeis entstandene Ablagerungen (z.B. Geschiebemergel) und Bildungen (z.B. Endmoränen)

Großklimabereich
Landschaftsteile mit annähernd gleicher Klimatönung (z.B. subkontinentales Planarklima). Ihre Abgrenzung fällt überwiegend mit den (➜) Wuchsgebieten zusammen. Die Kennzeichnung erfolgt im Nordostdeutschen Tiefland mit griechischen Buchstaben (z.B. γ = „Südmärkisches Klima“).

Hauptbodenform
In der Hauptbodenform werden Böden mit ähnlicher Substrat- und Horizontfolge zusammengefasst, z.B. Tieflehm-Fahlerde. Sie sind die zweigübergreifenden Kartierungseinheiten der forstlichen und landwirtschaftlichen Standortskartierung.

Holozän
Der jüngste Abschnitt der Erdgeschichte umfasst die letzten ca. 10 000 Jahre und ist eine sich dem Pleistozän anschließende Warmzeit.

Humifizierung
Bei optimalen Verwesungsbedingungen rascher und weitgehender Abbau der leicht zersetzlichen Substanzen zu anorganischen Endprodukten. Damit verbunden ist die relative Anreicherung schwer abbaubarer Verbindungen. Sind die Bedingungen nicht optimal, folgt ein verzögerter Abbau und die Anreicherung von mehr oder weniger stark veränderten Teilen potenziell umsetzbarer organischer Substanzen.

Humus
Gesamtheit der abgestorbenen organischen Substanz in und auf dem Mineralboden, die einem stetigen Ab-, Um- und Aufbauprozess unterworfen waren und sind.

Humusform
Die morphologische Humusform beschreibt den Aufbau und die Anordnung der organischen Auflage und des obersten mineralischen Bodenhorizonts. Abgestorbene Pflanzenteile (Streu) werden durch Bodenorganismen zerkleinert, umgelagert und zersetzt. Dabei wird der größte Teil der Spaltprodukte mineralisiert, aus dem Rest entstehen Huminstoffe. Nach dem Grad der Streuzersetzung, d.h. dem Anteil von Streuresten, Huminstoffen und mineralischen Komponenten werden verschiedene organische Horizonte (L, Of, Oh) unterschieden, die gemeinsam die (➜) organische Auflage (Auflagehumus) bilden. Darunter befindet sich der Mineralboden, dessen oberster Horizont meist ebenfalls organische Substanz enthält. Die Grundformen der terrestrischen Humusformen sind (mit abnehmender (➜) biologischer Aktivität) Mull, Moder, Rohhumus.

Jungpleistozän
(➜) Weichsel-Kaltzeit

kapillare Aufstiegsrate
Wassermenge, die in der Zeiteinheit durch kapillare Nachlieferung aus dem Grundwasser bei vorgegebener (➜) Saugspannung auf eine gewählte Höhe aufsteigt

Kationenaustausch
Fähigkeit von negativ geladenen Bodenbestandteilen (➜) „basisch wirkende“, positiv geladene Kationen (Ca, Mg, K, Na) und Kationensäuren (Al, Fe, Mn) sowie Protonen (H) zu adsorbieren und gegen äquivalente Mengen anderer Kationen auszutauschen. An Austauschern festgelegte Nährelemente sind relativ leicht verfügbar. Kationenaustauschkapazität und Austauscherbelegung sind wesentliche Kennwerte zur Beurteilung des chemischen Bodenzustandes und zur Einschätzung der Gefährdung des Bodens durch Säuretoxizität und Nährstoffmängel. Die Kationenaustauschkapazität bei pH = 7 wird als potenzielle (KAK_{pot} bzw. AK_p), diejenige beim aktuellen pH-Wert des Bodens als effektive Kationenaustauschkapzität (KAK_{eff} bzw. AK_e) bezeichnet. In versauerten Böden ist die AK_p deutlich größer als die AK_e.

Klimastufe
Im Nordostdeutschen Tiefland werden forstökologisch gleich oder ähnlich zu bewertende Großklimabereiche zu Klimastufen zusammengefasst (f = feuchtes, m = mäßig trockenes, t = trockenes Klima).

Klimatische Wasserbilanz
Als Klimatische Wasserbilanz bezeichnet man die Differenz zwischen Niederschlagshöhe und Höhe der (➜) potenziellen Evapotranspiration eines Ortes in einer bestimmten Zeitspanne.

Kolluvium
durch Massenbewegung abgetragenes, in Hangfußlagen oder Geländemulden abgelagertes, ungeschichtetes, mineralisch-organisches Mischsubstrat

kryogen
durch Frosteinwirkung entstanden

Kryoturbation
Unregelmäßige Verfaltung oder Verwürgungen der oberen, wassergesättigten Auftauschicht im Permafrostgebiet auf Grund von Frostwechselerscheinungen und schwerkraftbedingten Verlagerungsvorgängen.

limnisch
in Seen abgelagert

Lokalbodenform
ältere Bezeichnung für (➜) Feinbodenform

Lockersedimente
Im Gegensatz zu Festgesteinen relativ locker abgelagerte Ausgangssubstrate der Bodenbildung, wie Sande, Kiese und Tone.

Löss
eiszeitliches, durch Windtransport im periglazialen Trockenklima entstandenes Schluffsediment mit meist geringen Gehalten an Ton und Feinsand und mehr oder weniger karbonathaltig

Luftkapazität
Luftgehalt des Bodens bei (➜) Feldkapazität in Vol.-%; konventionell der Volumenanteil der Poren mit Äquivalentdurchmessern >50 µm

mesotroph
mittlerer bzw. durchschnittlicher Versorgungsgrad an Nährstoffen

Mineralisierung
Freisetzung der organisch gebundenen Elemente und Umwandlung in anorganische Verbindungen

Moräne
Bezeichnung für das gesamte Schuttmaterial, das der Gletscher oder das Inlandeis verfrachtet und bei seinem Abschmelzen ablagern. Je nach Ort der Ablagerung spricht man von Grundmoräne (an der Gletschersohle abgelagert) oder Endmoräne (vor der Gletscherstirn abgelagert).

Mudde
organische Ausfällungen, die in Warmzeiten am Grund stehender Gewässer abgelagert wurden

nutzbare Feldkapazität
Wassermenge, die ein Boden maximal gegen die Schwerkraft zurückhalten kann (➜) Feldkapazität) abzüglich dem (➜) Totwasseranteil des Bodens; konventionell der Wassergehalt im (➜) Saugspannungsbereich pF 1,8 bis pF 4,2

Oberboden
konventionell definiert als Mineralboden bis zu einer Tiefe von 30 cm (ohne organische Auflage)

oligotroph
geringer bzw. unterdurchschnittlicher Versorgungsgrad an Nährstoffen

Organische Auflage
(➜) Humusform

periglaziär
„peri“ = um, herum; „glazies“ = Eis; d. h. im Einflussbereich des Gletschers bzw. der Inlandsvereisung

periglazialer Raum
Randbereich des Inlandeises, in dem die bodenbildenden Prozesse vorwiegend durch Solifluktion (Bodenfließen auf geneigten Oberflächen), Kryoturbation (Verwürgung und Verformung oberflächennaher Lagen oder Horizonte im Auftaubereich von ➜ Dauerfrostböden) und Deflation (Bodenabtrag durch Wind) erfolgen.

Permafrost
Wechsel von Auftauen und Wiedergefrieren bei (➜) Dauerfrostböden

Perstruktion
(➜) kryogener Umbau in den oberen Bodenlagen, der sogenannten, meist 30–50 cm mächtigen, periglaziären (➜) Deckzone, deren Sohlfläche im allgemeinen oberflächenparallel verläuft

Perzentilbereich
Bereich einer Häufigkeitsverteilung. Es liegen z.B. 10 % aller gemessenen Werte unterhalb und 90 % der Werte oberhalb des 10-Perzentils.

pF-Wert
(➜) Saugspannung

pflanzenverfügbares Bodenwasser
gesamtes Dargebot an pflanzenverfügbarem Wasser im Boden, ermittelt aus (➜) nutzbarer Feldkapazität im (➜) effektiven Wurzelraum und (➜) kapillarem Aufstieg aus dem Grundwasser

pH-Wert
Maßzahl für die Wasserstoff-Ionen-Konzentration in der Bodenlösung (= negativer dekadischer Logarithmus der H^+-Ionenkonzentration). Der pH-Wert kennzeichnet eine saure, neutrale oder alkalische Reaktion des Bodens.

Pleistozän
Untere Abteilung des Quartärs (Diluvium, Eiszeitalter), Dauer bis ca. 10 000 Jahre vor heute.

Potenzielle Evapotranspiration
Sie bezeichnet die maximal mögliche Verdunstung bei ausreichender Wasserversorgung des Wurzelraums. Die aktuelle Verdunstung ist demgegenüber die tatsächliche Verdunstung, die sich einstellt, wenn die Wassergehalte im Boden absinken und die Pflanzen mit reduzierter Transpiration (Spaltenschluss) reagieren.

Pufferung
System, das den (➜) pH-Wert des Bodens trotz der Zufuhr von Säuren oder Basen konstant hält

Pufferbereich
pH-Wertbereich, benannt nach dem dominierenden Puffersystem, z. B. Carbonat-, Silikat-, Austauscher-, Aluminium-, Eisenpufferbereich

reliktisch
unter anderen Umweltbedingungen früher entstandenes, heute nicht mehr wirksames, jedoch noch erkennbares Bodenmerkmal

Quartär
jüngste geologische Formation mit (➜) Pleistozän und (➜) Holozän; Dauer ab 2,5 Millionen Jahre vor heute bis zur Gegenwart

Saale-Kaltzeit
vorletzte und ausgedehnteste der pleistozänen Eiszeiten, sog. Altpleistozän

Sandlöss
eiszeitliches, durch Windtransport entstandenes Sediment aus Schluff und Sand; oft in Form von Wechsellagerung; karbonatfrei bis karbonathaltig; Sandgehalt 20 bis <50 Masse-%

Sandersand
Vorwiegend aus Sanden unterschiedlicher Korngrößen bestehende Ablagerungen der Gletscherbäche im Vorfeld des Inlandeises, z. B. der Schorfheide-Sander vor der Endmoräne des Pommerschen Stadiums. Sie nehmen vielfach große Flächen ein, ihre Oberfläche ist in Moränennähe meist kuppig bis wellig, mit zunehmender Entfernung wird die Oberfläche immer ebener. Das Sandermaterial ist durch die Schmelzwässer sortiert, es ist in Moränennähe relativ grob und wird mit zunehmender Entfernung immer feiner.

Saugspannung
Die Saugspannung (Wasserspannung) entspricht der Bindungskraft, mit der das Wasser in den Kapillaren des Bodens festgehalten wird. Um dem Boden Wasser zu entziehen, muss die Pflanze je nach Ausprägung dieser Bindungskraft entsprechende Unterdrücke aufwenden. Da die Saugspannungen in Böden einen großen Wertebereich abdecken (0 bis >15 000 hPa), drückt man sie meist als sogenannten pF-Wert logarithmisch aus (z. B. Saugspannung = 1000 hPa entspricht pF-Wert = 3). Die pF-Kurve kennzeichnet als Summenkurve die Beziehung zwischen Wassergehalt und pF-Wert eines Bodenhorizontes.

Sesquioxide
Sammelbezeichnung für Oxyde und Hydroxyde des Aluminiums, Eisens und Mangans

Sickerwasser
Wasser, das sich im Boden der Schwerkraft folgend bewegt

Solifluktion
hangabwärts gerichtete Fließbewegung und Umlagerung von Teilen des wassergesättigten Oberbodens, die durch den Wechsel von Gefrieren und Auftauen über (➜) Dauerfrostboden in Periglazialgebieten verursacht wird

Spätglazial
Zeitraum am Ende der letzten Kaltzeit bis zum Beginn des (➜) Holozäns

Stammeigenschaften
Im Sinne von „angestammt“ die anthropogen schwer beeinflussbaren und daher relativ langfristig stabilen Eigenschaften der (➜) Standortskomponenten des Naturraumes (Relief, Boden, Klima) (im Gegensatz dazu (➜) Zustandseigenschaften).

Standort
Umfasst die Gesamtheit der an einem Wuchsort auf Pflanzen einwirkenden Umweltbedingungen, soweit sie nicht durch den Wettbewerb der Pflanzen untereinander bestimmt werden.

Standortserkundung/Standortskartierung
Erhebung, Bewertung und Darstellung aller für das Waldwachstum wichtigen natürlichen Umweltbedingungen als Grundlage für eine ökologisch und wirtschaftlich leistungsfähige Forstwirtschaft. Die Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung dienen als Grundlage für die standortsgerechte Baumartenwahl und als Hilfsmittel für waldbauliche und forstbetriebliche Planungsentscheidungen. Sie liefert ferner Hinweise für Pflege- und Verjüngungsverfahren sowie für bodenverbessernde Maßnahmen.

Standortsform
Sie setzt sich aus den vier Stamm-Standorts-(formen)komponenten Klima, Boden, Grund-/ Stauwasser und Relief sowie den zwei Zustands-Standortskomponenten Humus und Immissionen zusammen. Die einzelnen Komponenten werden unabhängig voneinander gebildet und kartiert. Sie ergeben zusammen die Standortsform. Die Klassifikation und Abgrenzung von Stamm- und Zustands-Standortsformen in einer Standortskarte 1:10 000 bildet den Kern der standortskundlichen Grundlagenerfassung im Nordostdeutschen Tiefland. Hierzu dienen Standorts- und Vegetationsanalysen an Aufnahmepunkten und Weiserprofilen.

Standortsformengruppe
Forstökologische Gruppierung von verwandten Standortsformen, beurteilt nach der Nährkraftstufe und der Feuchtestufe. Das Großklima wird durch Zusatz der Klimastufe berücksichtigt. Standortsformengruppen sind demnach Ausdruck der vegetationswirksamen Naturraumeigenschaften und vor allem für die waldbauliche Planung von Bedeutung.

Standorts(formen)komponente
Bestandteil des Standortes bzw. Naturraumes, wie Boden, Klima, Grund- und Stauwassereinfluss, Relief, Humuszustand und Immissionseinwirkungen; vgl. (➜) Standortsmerkmal

Standortsmerkmal
Da die primären Umweltbedingungen (Wachstumsfaktoren) wie Wärme, Wasser, Licht sowie chemische und physikalische Faktoren im Gelände nicht unmittelbar erfasst werden können, bietet sich die mittelbare Erhebung anhand von Standortsmerkmalen an. Dies sind die der direkten Beobachtung zugänglichen Ausprägungen von Boden, Klima, Grund- und Stauwassereinfluss, Lage im Relief und Vegetation; vgl. (➜) Standorts(formen)komponente.

Substrat
Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Dazu gehören silikatische Substrate (z. B. Sand, Lehm, Ton), karbonatische Substrate (z. B. Kalk) und organische Substrate (z. B. Torf).

Substratfolgetyp
Mit dem Substratfolgetyp wird die vertikale Abfolge verschiedener Substratarten im Bodenprofil gekennzeichnet (z. B. Decklehm = Lehmsubstrat über Sandsubstrat). Für die forstliche (➜) Standortskartierung werden acht Substratfolgetypen unterschieden, die in Kombination mit einer Vielzahl von Horizontfolgetypen auftreten können und zur Definition von (➜) Hauptbodenformen verwendet werden.

Substratuntergruppe
Die (➜) Standortsformengruppen der Mineralböden können durch den Zusatz von Substratuntergruppen erweitert werden, um deren forstökologische Auswertung für die Baumartenwahl und die Festlegung von (➜) Bestandeszieltypen zu verbessern. Die verschiedenen Substratuntergruppen werden aus den Substratfolgetypen abgeleitet; zusätzlich werden Unterlagerungen und das Vorkommen von Kalziumkarbonat angegeben. Die Substratuntergruppe wird in der Bezeichnung der Stamm-Standortsformengruppe zwischen Feuchte- und Klimastufe eingefügt. Beispiel: TK2 (bS/L) t ➜ „K“ kräftiger, „T..2“ terrestrisch mittelfrischer, „../L“ lehmunterlagerter „bS“ Bändersandstandort im „t“ trockenen Tieflandsklima.

Totwasser
Wasser, das im Boden mit so hoher (➜) Saugspannung festgehalten wird, dass es von den meisten Pflanzen nicht mehr aufnehmbar ist. Konventionell ist es der Wassergehalt bei einer Saugspannung von >15 000 hPa bzw. bei pF >4,2. Der Totwassergehalt von tonhaltigen Böden ist deutlich höher als der von Sandböden.

Unterboden
konventionell definiert als Mineralboden unter einer Tiefe von 30 cm

Versauerung
Durch natürlichen und anthropogenen Säureeintrag verbrauchen sich die puffernden Substanzen in Böden, so dass die Fähigkeit der Böden, Säuren zu neutralisieren abnimmt. Dieser Vorgang wird als Bodenversauerung bezeichnet. Solange ein Puffersystem wirksam ist, ist die Bodenversauerung nicht notwendig mit einem Absinken des pH-Wertes verbunden. Die Bodenversauerung ist in humiden Klimaten, in denen lösliche Produkte der Pufferreaktionen ausgewaschen werden, ein natürlicher Prozess der Bodenbildung. Durch erhöhte Säureeinträge, Ernteentzüge, Streunutzung oder den Anbau rohhumusbildender Baumarten wurde die Bodenversauerung jedoch durch den Menschen forciert.

Weichsel-Kaltzeit
die jüngste pleistozäne Kaltzeit im nord-mitteleuropäischen Vereisungsgebiet; in Norddeutschland untergliedert in das Brandenburger Stadium, das Frankfurter Stadium und das Pommersche Stadium mit den zugehörigen Urstromtälern.

Wuchsgebiet
Das Wuchsgebiet ist eine Großlandschaft, die sich durch den geomorphologischen Aufbau (geologische Entstehung und Geländeausformung), das Klima und die Landschaftsgeschichte von anderen Großlandschaften unterscheidet. Ein Wuchsgebiet setzt sich aus mehreren Wuchsbezirken zusammen.

Wuchsbezirk
Der Wuchsbezirk ist ein Landschaftsbereich mit einem möglichst einheitlichen Charakter. Abgrenzungs- bzw. Unterscheidungskriterien zu anderen Wuchsbezirken können sein: Klima, Ausgangssubstrate, Topographie, Vegetation, Landschaftsgeschichte.

Zustandseigenschaften
Die leicht beeinflussbaren und daher sich relativ rasch wandelnden Eigenschaften der Naturraumkomponenten, wie Humusform, Immissionsform und zum Teil die Grund- und Stauwasserform.

**Ministerium für Landwirtschaft,
Umweltschutz und Raumordnung
des Landes Brandenburg**

Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Heinrich-Mann-Allee 103
14473 Potsdam
Telefon: (0331) 8667237 und 8667017
Fax: (0331) 8667018
Internet: www.mlur.brandenburg.de
E-Mail: pressestelle@mlur.brandenburg.de

Landesforstanstalt Eberswalde
Alfred-Möller-Straße 1
16225 Eberswalde
Telefon: (03334)650
Fax: (03334)65206
Internet: www.lfe.brandenburg.de
E-Mail: lfe@lfe-e.brandenburg.de

ISBN: 3-933352-56-8

EFS Band XIX

Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland …