

Forstliche Langfristforschung für den Zukunftswald – welche Entwicklung vollzogen WIEDEMANN's schlechteste Kiefernbestände Ostdeutschlands?

MATTHIAS NOACK

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Alfred-Möller-Straße 1, 16225 Eberswalde

Zur 120. Wiederkehr des Geburtstages von Professor Dr. EILHARD WIEDEMANN (*06.8.1891 - † 17.9.1950), Begründer der Waldwachstumskunde in Eberswalde.

Einleitung

Die herausragende wirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung der Untersuchung der schlechtesten ostdeutschen Kiefernbestände wurde bereits von WIEDEMANN (1942) herausgearbeitet und ist noch heute relevant.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts nahmen Kiefernbestände IV. und geringerer Bonität im Gebiet östlich der Elbe einen Flächenumfang von über 500.000 ha ein. In diesen vornehmlich subkontinental bis kontinental getönten Wuchsräumen mit Jahresniederschlagsmengen von weniger als 550 mm, ausgeprägten sommerlichen Hitze- und Dürreperioden sowie relativ geringer Luftfeuchtigkeit stockten die von WIEDEMANN (1942) als „Krüppelbestände“ bezeichneten Kiefernbestände hauptsächlich auf Böden mit „schweren menschlichen Misshandlungen“. Hierzu zählen die teilweise jahrhundertlang praktizierten Maßnahmen wie Waldweide, Streunutzung, Köhlerei, forstlicher Raubbau sowie häufig wiederkehrende Waldbrandereignisse. Allesamt führten sie zum regelmäßigen Verlust der Humusaufgabe des Mineralbodens und somit zur Unterbrechung der Nährstoffkreisläufe. Diese bodenfruchtbarkeitsschädigende Wirkung war dabei auf den geologisch älteren Bodensubstraten der Saale-Vereisung sowie auf den an die Oberfläche tretenden tertiären Böden noch wesentlich stärker und nachhaltiger ausgeprägt als auf den armen Talsanden der jüngeren Weichsel-Vereisung.

In der Folge wiesen diese schlechtwüchsigen Kiefernbestände zu Beginn des 20. Jahrhunderts lediglich durchschnittliche Gesamtzuwächse im Alter 100 Jahre von 3,3 m³ / ha-a (IV. Bonität nach WIEDEMANN 1943) bis 1,1 m³ / ha-a (VI. Bonität nach WIEDEMANN 1943) auf und schränkten somit die Ertragsfähigkeit der Forstbetriebe erheblich ein. Der Waldbesitz hatte daher ein großes wirtschaftliches Interesse an einer nachhaltigen Hebung der Zuwachsleistung.

Aus wissenschaftlicher Sicht ließen diese Extremverhältnisse einen effizienten Erkenntnisgewinn über die Grundsatzbeziehungen zwischen dem forstlichen Standort und dem Waldwachstum erwarten. Die Wirkung menschlicher Regulierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit sowie verschiedener Durchforstungsweisen zur Steigerung des Zuwachsverhaltens standen dabei frühzeitig im Zentrum der Betrachtung. Unter Beachtung dieser wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Notwendigkeiten begründete und analysierte WIEDEMANN im Zeitraum von 1928 bis 1939 zahlreiche Bodenbearbeitungs-, Düngungs-, Durchforstungs- und sonstige Versuche. Im Rahmen dieses mehrjährigen Forschungsvorhabens erfolgte im Jahre 1929 auch die Anlage des kombinierten Meliorations- und Durchforstungsversuches „PEITZ 150“ im damaligen Revier Drachhausen der Oberförsterei Peitz.

Die in diesem Langfristversuch praktizierten Behandlungsvarianten (siehe Abbildung 1) sind wie folgt definiert:

Parzelle I	:	Schnellwuchsbetrieb ohne Reisigdeckung
Parzelle II	:	Ohne Durchforstung (A-Grad, „Totenbestattung“)
Parzelle III	:	Schnellwuchsbetrieb mit Reisigdeckung
Parzelle IV	:	Mäßige Niederdurchforstung (B-Grad)
Parzelle V	:	Mäßige Niederdurchforstung (B-Grad), seit 1937

Im gegenwärtigen Bestandesalter von 111 Jahren erweist sich der Versuch „PEITZ 150“ als besonders erkenntnisträchtig, weil sich die Durchforstungswirkung nach über 80jähriger Versuchsdauer voll entfalten konnte. Wissenschaftlich gewinnbringend kommt hinzu, dass der Versuchsflächenstandort im Einzugsgebiet mehrerer nach 1950 errichteter Braunkohlenkraftwerke liegt und ihre beträchtlichen Depositionsraten an wachstums- und standortmanipulierenden Stäuben zu einer großflächigen Beeinflussung des Waldwachstums führten. Prozessauslösend bewirkten diese anthropogenen Fremdstoffeinträge einen komplexen Ökosystemwandel bislang ungekannten Ausmaßes. Die regionalspezifischen Wald- bzw. Forstökosysteme entwickelten in der Folge eine neue Natürlichkeit, die es zu beschreiben und zu begleiten gilt.

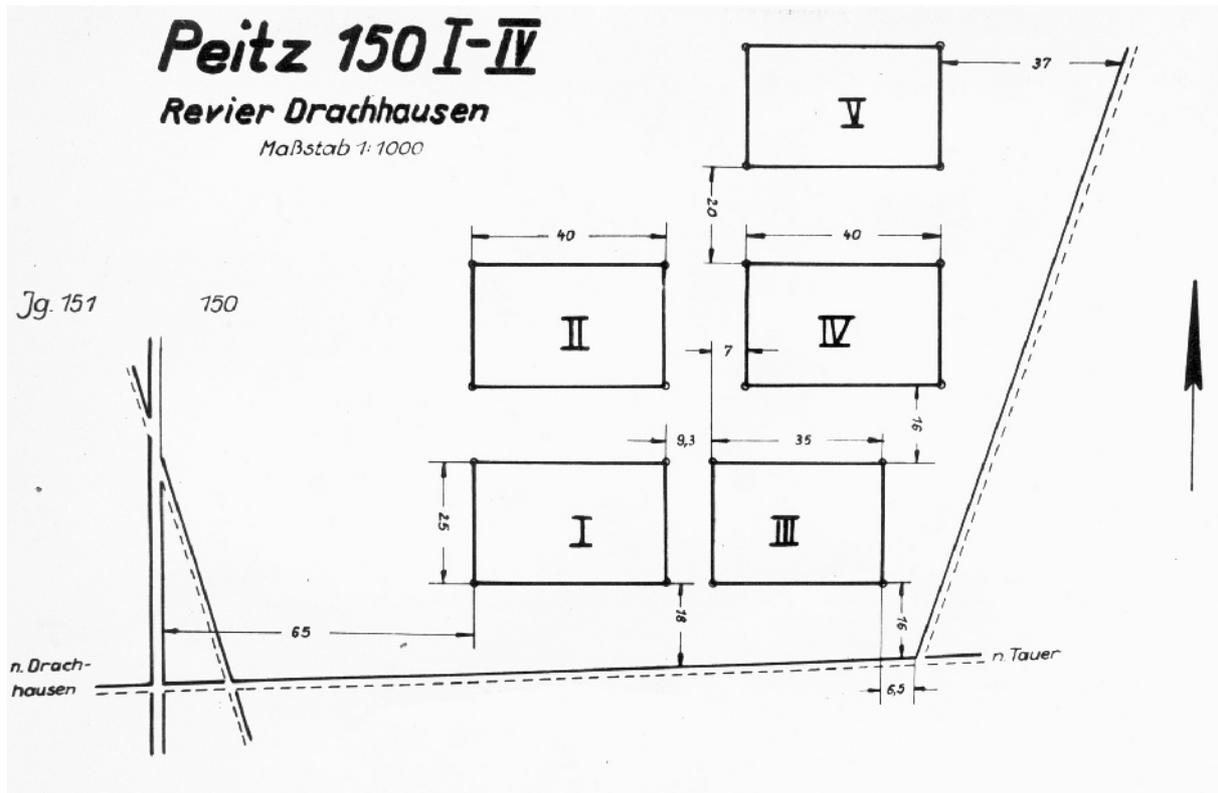


Abb. 1: Lageplan der Parzellen I bis V im Versuch "PEITZ 150"

Der noch geringe Kenntnisstand über diese ressourcenökologischen Veränderungen sowie die schwer vorhersagbare Klimazukunft befördern die Notwendigkeit des Strebens nach sicherer Beherrschung der in den Ökosystemen ablaufenden mehrdimensionalen Prozesse. Insbesondere langfristige Dauerbeobachtungsflächen können hierfür als biologische Datenspeicher mit einer typischen Raum-Zeit-Struktur unentbehrliche Informationen über die ökosystemspezifischen Ursache-Wirkung-Beziehungen des Waldwachstums kumulieren. Ausgewählte waldkundliche Untersuchungsergebnisse zur Beschreibung der naturraumspezifischen Leistungsmerkmale des Kiefernwachstums unter dem Einfluss der laufenden Standortdynamik werden daher im Folgenden vorgestellt.

Material und Methoden

Der Komplexität des Waldwachstums Rechnung tragend und als Reaktion auf die gestiegene Erwartungshaltung an eine ökologisch fundierte Waldwachstumsforschung bemüht sich das Fachgebiet Waldwachstum / Langfristige Versuchsflächen am Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde um eine konsequente Weiterentwicklung der bislang waldbaulich-ertragskundlich ausgerichteten Forschungsarbeit hin zu einer waldkundlich-interdisziplinären Waldkundeforschung.

Das mittlerweile 140jährige Eberswalder Versuchsflächennetz soll in diesem Sinne bestmöglich den Grundstock für die Entwicklung biomathematisch abgesicherter Forschungsergebnisse über die komplexen Wirkungszusammenhänge in Wald- bzw. Forstökosystemen sowie für die Ableitung praxisorientierter Entscheidungsgrundlagen zum Vorteil von Wald und Gesellschaft bieten.

Als Leitbild dient hierfür die schematische Darstellung in Abbildung 2. Sie verdeutlicht das Bestreben, interdisziplinären Erkenntniszuwachs nach dem Prinzip der Ganzheitsbetrachtung zu vernetzen und in eine mehrdimensionale Ergebnissynthese zur Aufklärung der spezifischen Ursache-Wirkung-Beziehungen in den standortspezifischen Ökosystemtypen als ökologische Befundeinheiten zu überführen.

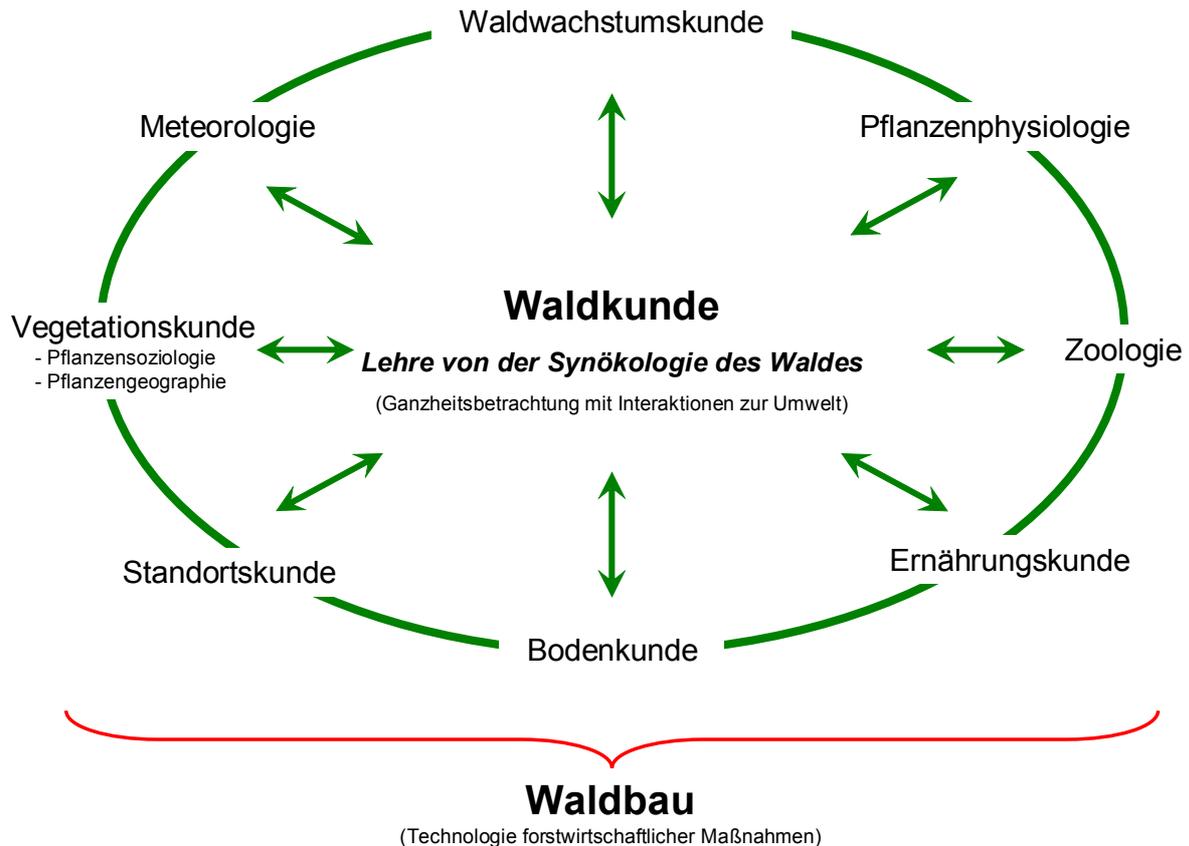


Abb. 2: Organigramm der interdisziplinären Waldkundeforschung am langfristigen Eberswalder Versuchsflächennetz zur Forcierung des biomathematisch fundierten Erkenntnisgewinns über Wald- bzw. Forstökosysteme als ökologische Befundeinheiten und zur Entwicklung praxisrelevanter Entscheidungsgrundlagen und Handlungsanweisungen

Für die Beschreibung der aktuellen physikalisch-chemischen Bodeneigenschaften wurden an jeweils fünf nicht durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen gestörten Oberbodenprofilen flächengerechte Auflagehumusproben mit Hilfe eines 3 dm² großen Stechrahmens gewonnen und zu einer Mischprobe vereinigt. Von den darunter anschließenden Mineralbodenhorizonten 0 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 20 cm, 20 - 30 cm und 30 - 40 cm sind zehn Stechzylinderproben je Tiefenstufe zu einer volumengerechten Mineralboden-Mischprobe ($\Sigma = 1.000 \text{ cm}^3$) vereinigt worden. Nach der Trocknung von Teilproben bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz und der Absiebung einer lufttrockenen Hauptprobe auf 2 mm dienten jeweils 120 g von in Homogenisiermaschinen zermahlene Feinboden-Mehlen zur Quantifizierung der nachfolgenden physikalisch-chemischen Bodenkennwerte (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Bodenkennwerte und Analyseverfahren

Kennwert	Methode
pH (H ₂ O, KCl)	Extraktion mit H ₂ O bzw. KCl, Potentiometrie
C	nasse Oxydation mit K ₂ Cr ₂ O ₇ / H ₂ SO ₄ , Volumetrie
N	KJELDAHL-Aufschluss, Fliessinjektionsanalyse FIA
lösliche und leicht austauschbare Hauptnähr- und Spurenelemente	
K, Ca, Mg, S, Na, Al, Fe, Mn, Zn	Extraktion mit NH ₄ Cl, Plasma-Spektrometer ICP
P	Extraktion mit ALE-Lösung, Fliessinjektionsanalyse FIA

Die Diagnose zur Haupt- und Lokalbodenform gemäß der ostdeutschen Standorterkundungsanleitung SEA 95 basiert auf Informationen aus der flächendeckenden Standortskartierung der Landesforstverwaltung Brandenburg, der Profilwandansprache in einer Bodengrube, der Interpretation darum satellitenartig angeordneter Tastgruben und Bodenbohrungen sowie aus der physikalisch-chemischen Analyse der bereitgestellten Bodenproben.

Die im Winter 2011 aus der oberen Kronenperipherie gewonnenen Proben letztjähriger Kiefernnadeln wurden wiederum im institutseigenen Labor bei 80°C getrocknet und mit Titanmesser-Mühlen zerkleinert. Zur Quantifizierung der Nährelementgehalte dieser Mehle kam das KJELDAHL-Aufschlussverfahren in einem Elementaranalysator (N) bzw. das Salpetersäure-Druckaufschlussverfahren mit anschließender Atomemissionsspektroskopie mit ICP-Anregung (restliche Haupt- und Spurenelemente) zum Einsatz.

Die Vegetationsaufnahme erfolgte Ende Mai 2011 unter Beachtung der Schichteneinteilung gemäß HOFMANN (2002). Die Angaben zur Pflanzenartenabundanz haben eine Deckungsgradschätzung in Prozent zur Grundlage, verbunden mit einer Einteilung in Mengenklassen gemäß der Skala von BRAUN-BLANQUET (1964).

Die waldwachstumskundlichen Bestandes- und Einzelbaumkennwerte sind im Rahmen von mittlerweile 17 periodischen Wiederholungsaufnahmen erhoben worden. Während die Klappung der Kieferndurchmesser an einem permanenten Messkreuz über Kreuz erfolgte, fanden zur Höhenmessung jeweils geeichte und nach dem trigonometrischen Prinzip arbeitende Höhenmessinstrumente Verwendung.

Ergebnisse

Boden- und standortkundliche Ergebnisse

Tabelle 2 fasst alle relevanten Informationen zur ökologischen Charakterisierung des in der Lieberoser Heide befindlichen Wuchsräume sowie explizit des Versuchsflächenstandortes "PEITZ 150" übersichtlich zusammen. Chorologisch zum Nordostdeutschen Tiefland und hier zum "Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland" zählend (siehe Abbildung 3), befindet sich der Versuchsstandort im zentralen Trockengebiet Brandenburgs. Die bereits deutlich kontinentale Tönung des Klimas wird durch die relativ hohe Jahresmitteltemperatur, die geringe Jahresniederschlagsmenge sowie die sehr ungünstige ökoklimatische Wasserbilanz fundiert.

Das Standortmosaik im näheren Umfeld der Versuchsfläche (siehe Abbildung 4) befindet sich vollständig auf einer Sanderebene des Brandenburger Stadiums der noch zum Junpleistozän zählenden Weichselvereisung. Es ist charakterisiert durch den relativ kleinflächigen Wechsel zwischen vollständig ausgeformten Sand-Braunerden, durch Windverblasung gekappten Sand-Rumpfrosterden sowie weiterer durch äolische Ab- und Auftragungsvorgänge manipulierten Bodenformen. Die Nährkraftgüte der Bodensubstrate ordnet sich ausschließlich im armen bis ziemlichen armen Spektrum ein, womit der Standort für ca. 50 % der Waldfläche des Landes Brandenburg repräsentativ ist.

Direkt auf der Versuchsfläche herrscht eine podsolierte Bärenthorener Sand-Braunerde vor. Diese Lokalbodenform ist im Land Brandenburg besonders flächenbedeutsam und widerspiegelt das mittlere Nährkraftspektrum ziemlich armer Standorte im fünfstufigen Trophie-Klassifizierungssystem der SEA 95 (siehe Abbildung 5).

Die relativ geringe Nährelementausstattung des effektiven Wurzelraumes im Oberboden sowie seine ungünstigen Aziditäts- und Sorptionseigenschaften beschreiben die Kennwerte in den Tabellen 3 bis 6. Insbesondere am Beispiel der im Wesentlichen von der Laubfracht abhängigen, humusbürtigen Hauptnährelemente C, N und P wird die Minderausstattung des mineralischen Oberbodens im Vergleich zu "gesunden", von anthropogenen Degradationen nicht betroffenen Standorten deutlich.

Auffällig ist die Diskrepanz zwischen den C/N-Verhältnissen im Auflagehumus und in der obersten Mineralbodenschicht. Während im Auflagehumus eine moderartige C/N-Relation vorherrscht, weist sie für die unmittelbar darunter liegende Bodenschicht ein stabiles Rohhumusmilieu aus. Ursächlich hierfür ist offenkundig der jahrzehntelange Eintrag atmogenen Stickstoffs vor allem aus den benachbarten Kraftwerken, welcher sich noch heute auf einem Niveau von ca. 10 – 15 kg/ha · a befindet. Diese Immissionserscheinung bestätigen ebenfalls die überdurchschnittlichen Vorräte an S, Na, und Fe, welche Bestandteile insbesondere der regionalspezifischen Flugaschen vor 1990 waren.

Da die pflanzenverfügbaren Phosphorvorräte in Waldböden sich im Wesentlichen aus der Laubfracht und somit aus dem Auflagehumus rekrutieren, kann der mit lediglich 3,3 kg/ha extrem geringe Phosphorgehalt im Versuch "PEITZ 150" nur als Relikt der über Jahrhunderte wirkenden Oberbodendegradation infolge Streunutzung, Waldweide und zahlreicher Waldbrände interpretiert werden.

Insgesamt kennzeichnen die bodenkundlichen Analysen den Standort als gering leistungsfähig für die forstliche Produktion. Eine Beeinflussung der Bodenfruchtbarkeit durch atmogene Fremdstoffeinträge ist nachweisbar.

Tab. 2: Standorts- und Vegetationsinformationen zur Versuchsfläche „PEITZ 150“ gemäß der ostdeutschen Standorterkundungsanleitung SEA 95 und eigener Erhebungen

Merkmal		Versuchsfläche „PEITZ 150“
Glaziales Stadium		Reicherskreuzer Sander, Brandenburger Stadium der Weichsel-Vereisung (24.000 v. Chr.), Jungpleistozän
Wuchsgebiet		Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland
Wuchsbezirk		Beeskower Platte
KMgCaP - Serie		II
Klimastufe		Tiefland-trocken [T t]
Makroklimaform		Südmärkisches Klima [γ]
Jahresniederschlagsmenge ¹⁾		~ 548 mm
Jahresmitteltemperatur ¹⁾		~ 9,1 °C
Jahrestemperaturschwankung ¹⁾		19 °K
Wärmster Monat ¹⁾		Juli (18,7 °C)
Niederschlagreichster Monat ¹⁾		Juli (65 mm)
Ökologische Wasserbilanz		- 220 bis – 170 mm
Reliefform		Ebene in Weitlage
Hauptbodenform		Braunerde
Lokalbodenform		podsoliierte Bärenthorener Sand-Braunerde
Stamm-Nährkraftstufe		Ziemlich arm [Z]
Stamm-Nährkraftfünftelstufe		Z 3 (Syn. Z'')
Grundwasser-Tiefenstufe		Grundwasserfrei oder -fern [(7)]
Grundwasserform		Mäßig trockener Standort mit ausgeprägter sommerlicher, substratbedingter (S...Sand) Trockenheit [speichertrockenes Milieu]
Stamm-Feuchtestufe		[T 2] Grundwasserferner, mäßig frischer Standort
Stamm-Standortsform		T t T Z'' 2 (7) (S)
Potenziell-Natürliche Vegetation gemäß HOFMANN & POMMER (2005)		Blaubeer-Kiefern-Traubeneichenwald im Komplex mit Beerkraut- bzw. Heidekraut-Kiefernwald
Aktueller Ökosystemtyp gemäß HOFMANN (2001)		(Hagermoos)-Drahtschmielen-Kiefernforst
Humusform	Morphologie	(Magerrohhumus) ↔ Rohhumus
	Vegetation	Rohhumus
	C / N	(Rohhumus) ↔ Rohhumusartiger Moder (22,6)
Zustand-Standortsform		t a
Relative Zustandsabweichung		- 1
Immissionsform	bis 1990	regionalspezifische Industrie-Emissionen (SO ₂ , N, Ca, Mg, K) mittlerer bis starker Ausprägung,
	aktuell	überregionale N-Einträge (10 bis 15 kg/ha*a)

¹⁾...DWD-Klimastation „Lieberose“ (Nr. 23119) im Zeitraum 1951 - 2003

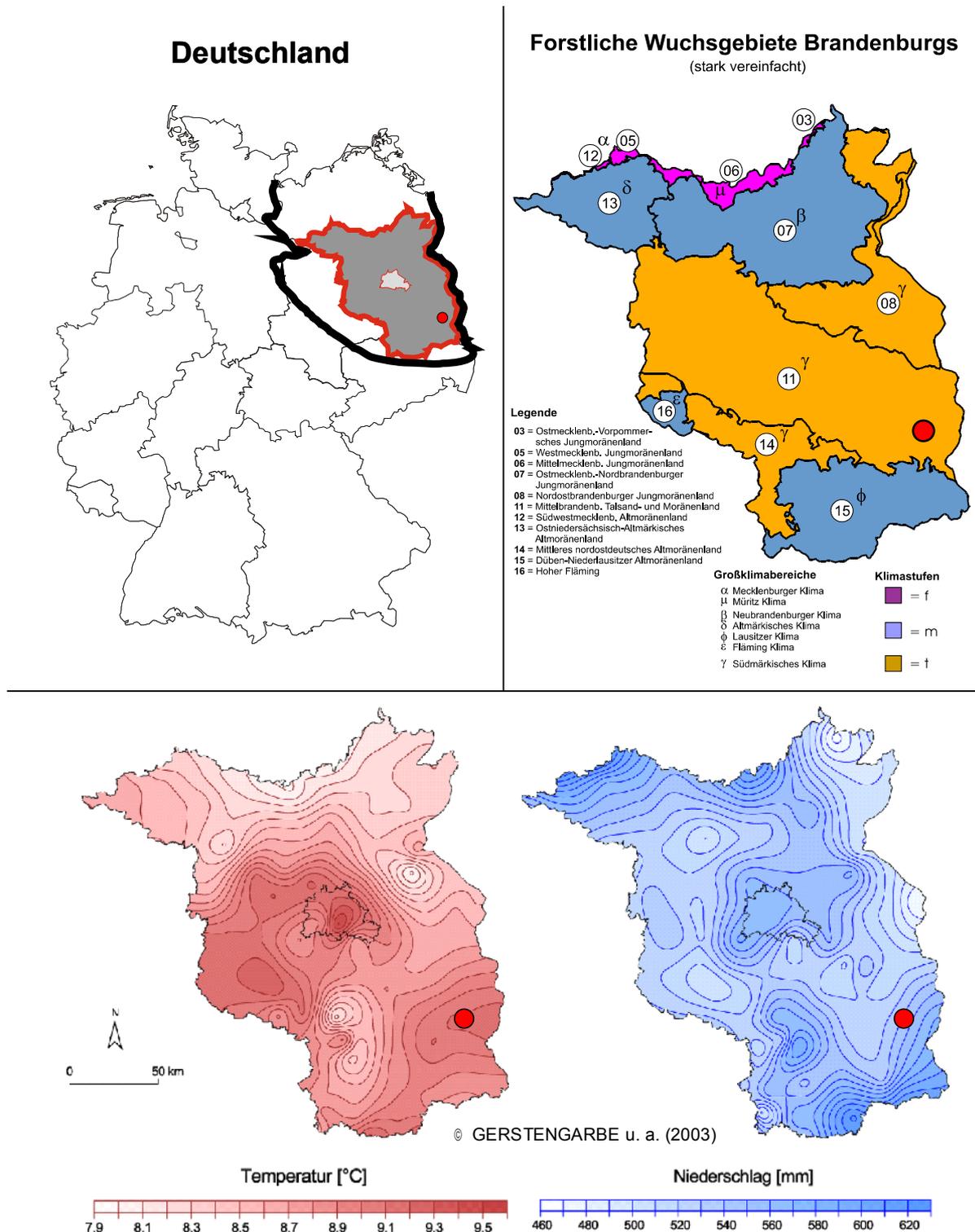
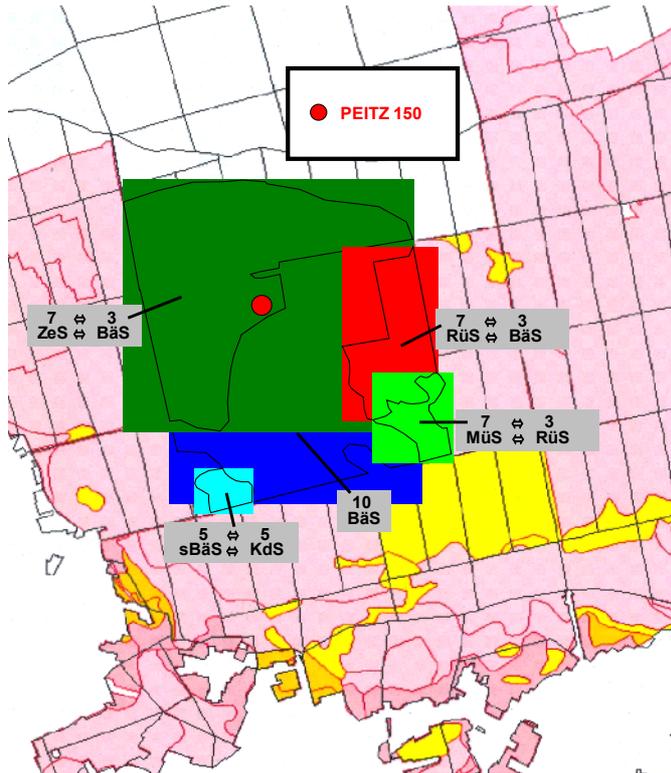


Abb. 3: Einordnung des Versuchsstandortes “PEITZ 150” am Beispiel der Deutschland-Übersichtskarte mit den Umrissen des Nordostdeutschen Tieflandes, einer Übersichtskarte mit den forstlichen Wuchsgebieten des Landes Brandenburg gemäß der SEA 95 sowie der kartographischen Darstellung der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Land Brandenburg während der Jahre 1951 – 2000



Lokalbodenform mit Nährkraftfünftelstufe

Bäs...Bärentorener Sand-Braunerde - Z³

sBäs...übersandete Bäs - A¹

KdS...Kersdorfer Sand-Ranker - A¹

Mützlitzer Sand-Saumpodsol - A¹

Rüs...Rüthnicker Sand-Rumpfrosterde - Z⁵

Erläuterung:

7 ↔ 3

(flächenbezogene Anteilzehntel)

Abb. 4: Standortmosaik im Versuchsraum mit den flächenprägenden Lokalbodenformen gemäß SEA 95

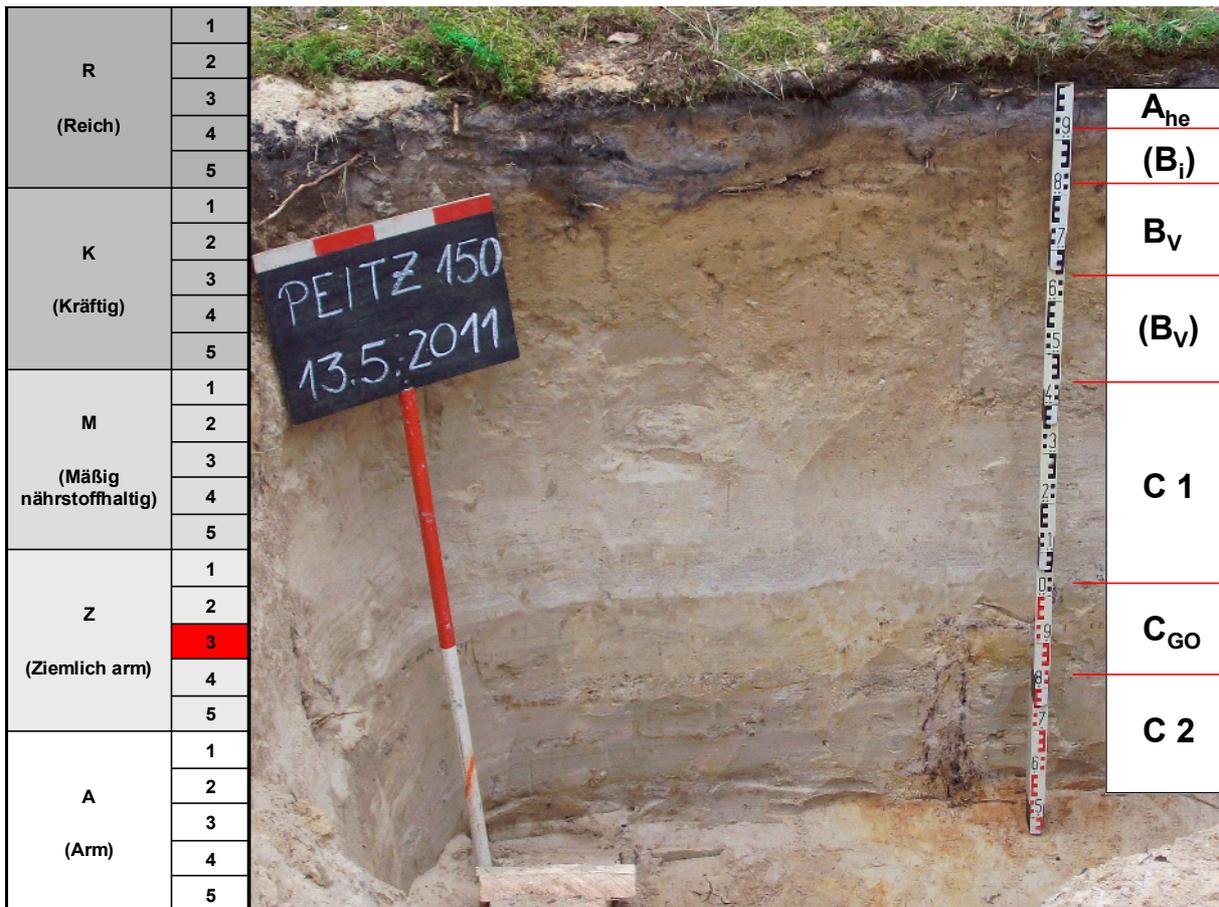


Abb. 5: Profilwand der Bärentorener Sand-Braunerde auf der Versuchsfläche "PEITZ 150" mit Einordnung in das Nährkraftstufensystem gemäß der ostdeutschen Standorterkundungsanleitung SEA 95

Tab. 3: Ausgewählte chemische Oberbodenkennwerte im Versuch „PEITZ 150“ zur Humusformen-differenzierung

	pH (KCl)	C / N	V - Wert
Humusaufgabe	2,89	22,58	10,69
Mineralboden (0 – 5 cm)	2,88	33,57	5,55

Tab. 4: Vorräte an Kohlenstoff [C] und Stickstoff [N] im Auflagehumus und im mineralischen Oberboden der Versuchsfläche „PEITZ 150“ im Vergleich zu den Vorräten von Standorten gleicher Trophie gemäß der Untersuchung von NOACK (2008)

Element	Auflagehumus			Mineralboden (0 – 40 cm)		
	Z _{normal} ¹⁾	PEITZ 150	%	Z _{normal} ¹⁾	PEITZ 150	%
C [t/ha]	40,2	43,7	109	42,3	39,8	94
N [t/ha]	1,47	1,94	132	1,75	1,00	57
C/N	27,5	22,6	82	24,0	45,0	187

Tab. 5: Nährelementvorräte im effektiven Wurzelraum der Versuchsfläche „PEITZ 150“ im Vergleich zu den Nährelementvorräten von Standorten gleicher Trophie gemäß der Untersuchung von NOACK (2008)

Element	Auflagehumus & Mineralboden (0 – 40 cm)		
	Z _{normal} ¹⁾	PEITZ 150	%
P [kg/ha]	128,8	3,3	3
K [kg/ha]	74,5	64,2	86
Ca [kg/ha]	365,2	210,1	58
Mg [kg/ha]	27,9	17,7	63
S [kg/ha]	70,6	85,2	121
Na [kg/ha]	28,7	39,8	139
Zn [kg/ha]	9,0	3,8	42
Fe [kg/ha]	50,7	71,6	141
Al [kg/ha]	480,7	448,3	93
Mn [kg/ha]	22,4	4,8	21

Tab. 6: Verbale Beurteilung der Nährelementvorräte im effektiven Wurzelraum (Auflagehumus plus Mineralboden [0 - 40 cm]) der Versuchsfläche „PEITZ 150“ gemäß FSA (1996)

Merkmal	Vorrat	Bewertung
C [t/ha]	83,5	„gering“
N [t/ha]	2,94	„gering“
C / N _{Auflage}	22,6	„mäßig weit“
C / N _{Mineralboden}	45,0	„sehr weit“
K [kg/ha]	64,2	„sehr gering“
Ca [kg/ha]	210,1	„sehr gering – gering“
Mg [kg/ha]	17,7	„sehr gering“

¹⁾: Die Z_{normal}-Werte als Bezugsbasis entsprechen den Merkmals-Mittelwerten aus n = 24 Wiederholungsmessungen im Rahmen der Untersuchung von NOACK (2008).

Vegetationskundliche Ergebnisse

Zum Zeitpunkt der Versuchsanlage beschrieb KRIEGER (1935) den Versuchsstandort als einen typischen Flechten-Kiefernwald mit lockerem Kronenschluss (siehe Vegetationstabelle 8). Anspruchslose Gräser und Kräuter bedeckten den Boden nur spärlich, während dessen die Abundanz zahlreicher Flechtenarten als Magerrohhumus-Weiser stark ausgeprägt war.

Artenspektrum und Abundanz der aktuellen Bodenvegetation charakterisieren hingegen ein einschichtiges, strukturarmes Kiefern-Altholz mit relativ hohem Kronenschlussgrad. In der unteren Strauchschicht sind neben einzelnen Kiefern auch vereinzelt Jungpflanzen weniger Laubbaumarten vorhanden. Die Krautschicht wird von einer gleichmäßig verteilten, lockeren Drahtschmielendecke geprägt, zu der sich wenige Kraut- und Gras-Charakterarten trockener Rohhumus-Standorte mit spärlichen Deckungsgraden gesellen. Die fast flächendeckende Mooschicht setzt sich aus Hager- und Astmoosen zusammen. Wenige Flechtenarten zeigen nur noch spärliche Abundanzen. Mit einer Artenzahl in Höhe von n = 17 zeigt sich das Vegetationsbild als ein deutlich in Entwicklung befindlicher Rohhumus-Drahtschmielen-Kiefernforst.

Nach einer Dauer von 8 Jahrzehnten dokumentiert die Versuchsfläche somit einen tiefgreifenden immissionsbedingten Vegetationswandel vom Flechten-Kiefernwald über den Hagermoos-Kiefernforst hin zum Drahtschmielen-Kiefernforst (siehe Abbildung 6). Für diesen "ökologischen Fahrrinnen" folgenden Ökosystemtypwandel steht nicht nur das fast vollständige Ausscheiden der vormals flächenprägenden Flechtenherden, sondern ganz entscheidend auch der Einzug der Drahtschmielendecke als das sogenannte "Sandrohr armer Standorte" sowie weiterer anspruchsvoller Arten wie *Calamagrostis epigeios* und *Moehringia trinervia*. Ursächlich für diese Florenveränderung ist eine im atmodgen Fremdstoffeintrag begründete Oberbodenagradation, die sich exemplarisch mit Hilfe der Aziditäts- und Humuskennwerte in Tabelle 7 beschreiben lässt und von den selbst erhobenen aktuellen Oberbodenkennwerten (siehe Tabelle 2 und 3) bestätigt wird.

Tab. 7: Ökogramm der Kiefern-Ökosysteme des Tieflandes der ehemaligen DDR unter weitgehend natürlichen Standortverhältnissen (Stand 1950 - 1965), Quelle: HEINSDORF u. a. (1991)

Feuchtestufe im Wurzelraum	Natürliche Oberbodennährkraft			
	reich	kräftig	mittel	ziemlich arm
sehr stark trocken				Silbergras-Kiefernwald pH 3,0 MaRo, 30
stark trocken		Schillergras-Kiefernwald pH 5,0 - 6,0 Mo, 25	Schafschwingel-Kiefernwald pH 4,0 Mo, 29	Flechten-Kiefernwald pH 2,0 - 3,0 MaRo, 32
trocken	Wickhan-Kiefernwald pH 5,0 - 6,0 Mo, 12	Waldschmielen-Kiefernwald pH 5,0 - 6,0 Mo, 20	Waldschmielen-Kiefernwald pH 4,0 - 4,5 rMo, 21	Schafschwingel-Kiefernwald pH 4,0 Mo, 29
mäßig trocken				Heide-Flechten-Kiefernwald pH 2,0 - 4,0 MaRo, 32
mäßig frisch	Holunder-Kiefernwald pH 4,0 Mo, 25	Saureiche-Blaubeere-Kiefernwald pH 4,0 Mo, 25	Saureiche-Blaubeere-Kiefernwald pH 4,0 rMo, 24	Lagermoos-Kiefernwald pH 2,0 - 4,0 MaRo, 31
frisch	Farn-Kiefernwald pH 4,0 Mo, 20	Saureiche-Adlerfarn-Kiefernwald pH 3,5 rMo, 25	Blaubeere-Kiefernwald pH 3,5 - 4,0 Mo, 20	Flechteiche-Kiefernwald pH 2,0 MaRo, 32
mäßig feucht		Sauerliche-Flechtengras, Sauerliche-Blaubeere-Kiefernwald pH 3,5 rMo, 25	Adlerfarn-Kiefernwald pH 3,0 - 3,5 Mo, 29	Flechtengras-Kiefernwald pH 2,0 MaRo, 32
feucht			Flechtengras-Kiefernwald pH 3,5 rMo, 25	Traubeneichen-Kiefernwald pH 2,0 MaRo, 32
naß				Traubeneichen-Kiefernwald pH 2,0 MaRo, 32
sehr naß				Wollgras-Kiefernwald pH 2,0 MaRo, 32

pH: pH (H₂O) in 0 - 5 cm Bodentiefe
 n: Anzahl der Arten
 Mo: Mittelwert
 rMo: Mittelwert
 MaRo: Mittelwert
 Mo: Mittelwert
 rMo: Mittelwert
 MaRo: Mittelwert

• Zahl gibt die Alters-Durchschnitts-Nettoprimärproduktion an Baumholz-Trockenmasse zum Zeitpunkt der Kultivierung in t/ha an.
 ■ Standortbereich, in dem ein beständiger Anteil der Kiefern ökologisch nicht sicher ist.
 - - - Ökologische Grenze des natürlichen Kiefernwaldes zu Laubwäldern und künstlichen Kiefernforsten.

Der im großflächigen atmodgen Fremdstoffeintrag begründete komplexe Vegetations- und Standortwandel im Untersuchungsgebiet veranlasste mittlerweile auch eine ökologisch begründete Umkartierung der Potentiellen Natürlichen Vegetation. Musste noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts im Bereich des Reicherskreuzer Sanders aufgrund seiner potentiell-natürlichen Standortseigenschaften von einem leistungsschwachen Kiefernwaldareal ausgegangen werden, so bedingten die langjährigen Stoffeinträge eine deutliche Verbesserung des Wirkungsgrades der Standortproduktivkräfte. Unter Ausschluss aller forstlichen Aktivitäten würde sich gegenwärtig ein Blaubeere-Kiefern-Traubeneichenwald entwickeln, der eine höhere Nettoprimärproduktion an Pflanzentrockensubstanz aufweist und eichendominiert ist (HOFMANN & POMMER 2005).

Tab. 8: Vegetationstabelle für das von KRIEGER bzw. NOACK beschriebene Kiefern-Ökosystem vor (1935) bzw. nach (2011) der Beeinflussung durch atmogene Fremdstoffeinträge im Bereich der langfristigen Versuchsfläche „PEITZ 150“

		KRIEGER (1935)	NOACK (2011)
Aufnahmen [n]		4	5
Ökosystemtyp		Flechten-KI-Wald	(Hagermoos)-Drahtschmielen-KI-Forst
Mittlere Artenzahl [n]		20	17
soziolog. Gruppe	Art	Deckungsgrad [%]	
Obere Baumschicht			
B 6	<i>Pinus sylvestris</i>	60	85
Strauchschicht2			
	<i>Quercus rubra</i>	0	+
B 4	<i>Acer platanoides</i>		r
B 5	<i>Quercus petraea</i>		+
B 5	<i>Quercus robur</i>		+
B 6	<i>Pinus sylvestris</i>		+
Krautschicht			
K 5.4	<i>Moehringia trinervia</i>	2	r
K 6.2	<i>Calamagrostis epigeios</i>		r
K 6.3	<i>Luzula pilosa</i>	+	
K 6.9	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		+
K 6.10	<i>Deschampsia flexuosa</i>	1	12
K 7.2	<i>Festuca rubra</i>		+
K 7.5	<i>Rumex acetosella</i>	+	r
K 7.6	<i>Calluna vulgaris</i>	1	1
Moosschicht			
	<i>Cetraria ericetorum</i>	100	94
	<i>Cladonia cenotea</i>	+	
	<i>Cladonia coccifera</i>		r
	<i>Cladonia cornuta</i>	+	+
	<i>Cladonia crispata</i>	+	
	<i>Cladonia deformis</i>	1	
	<i>Cladonia digitata</i>	+	
	<i>Cladonia glauca</i>	+	
	<i>Cladonia phyllophora</i>	+	
	<i>Cladonia pleurota</i>	+	
	<i>Cladonia portentosa</i>	+	
	<i>Cladonia squamosa</i>	2	
	<i>Lecidea uliginosa</i>	+	
M 6.1	<i>Dicranella heteromalla</i>		+
M 6.2	<i>Polytrichum formosum</i>		+
M 6.3	<i>Dicranum scoparium</i>	2	3
M 6.3	<i>Hypnum cupressiforme</i>	1	24
M 6.3	<i>Leucobryum glaucum</i>		+
M 6.4	<i>Dicranum polysetum</i>	+	2
M 6.4	<i>Pleurozium schreberi</i>	2	61
M 6.4	<i>Pohlia nutans</i>	2	1
M 6.5	<i>Cladonia bacillaris</i>	+	
M 6.6	<i>Cetraria islandica</i>	1	
M 6.6	<i>Cladonia arbuscula</i>	35	+
M 6.6	<i>Cladonia chlorophaea</i>	2	
M 6.6	<i>Cladonia ciliata</i>	+	
M 6.6	<i>Cladonia gracilis</i>	2	
M 6.6	<i>Cladonia rangiferina</i>	37	
M 6.6	<i>Cladonia uncialis</i>	2	
M 6.7	<i>Dicranum spurium</i>		2
M 6.7	<i>Polytrichum juniperinum</i>	+	+
M 6.7	<i>Ptilidium ciliare</i>	2	
M 7.3	<i>Cladonia furcata</i>	1	
M 7.3	<i>Cladonia pyxidata</i>	+	+
M 7.3	<i>Cornicularia aculeata</i>	+	
Keimlinge			
B 6	<i>Pinus sylvestris</i>	2	+

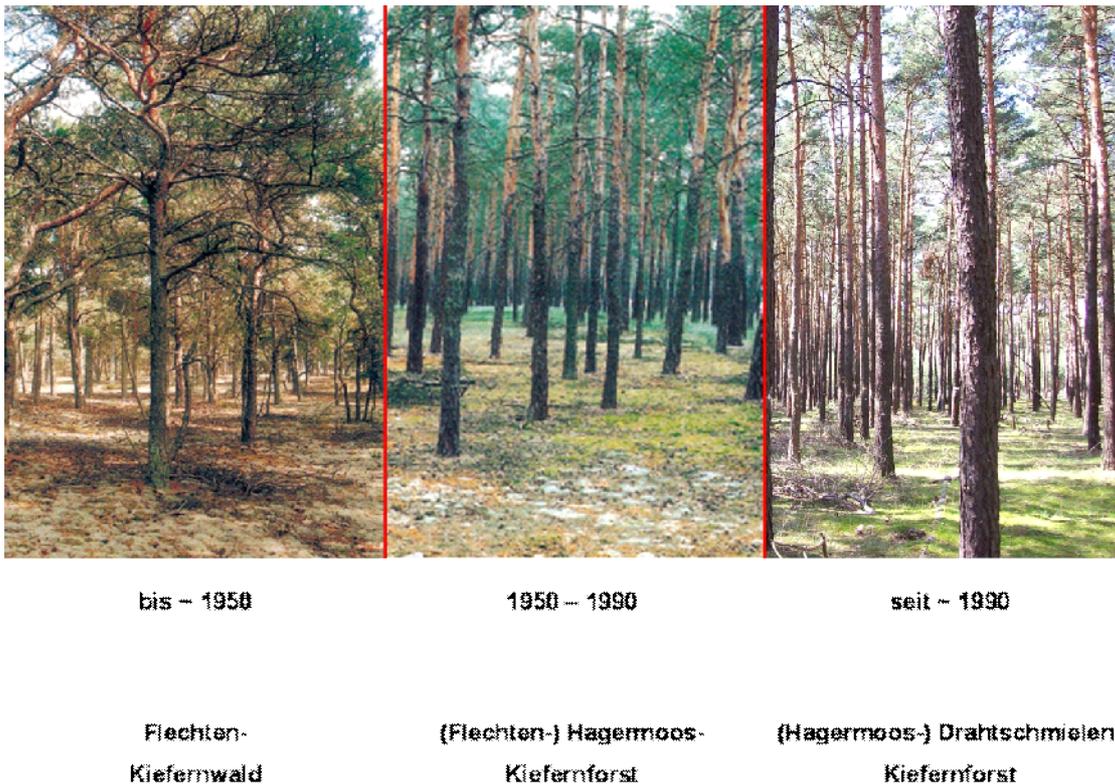


Abb. 6: Typische Bestandesbilder der unter dem Einfluss des seit 1950 im Naturraum wirkenden Depositionsgeschehens sich einander in „ökologischen Fahrinnen“ ablösenden Ökosystemtypen des Flechten-Kiefernwaldes, Hagermoos-Kiefernforstes (beide HOFMANN 2001) sowie des sich gegenwärtig herausbildenden Drahtschmielen-Kiefernforstes (NOACK 2011, „PEITZ 150“)

Ernährungskundliche Ergebnisse

Die Analyse der Nadelspiegelwerte offenbarte, dass die für die Biomassesynthese und somit für das Wachstum entscheidende Stickstoffernährung noch im Mangelbereich (Ernährungsstufe 2) liegt und somit wachstumslimitierend wirkt (siehe Abbildung 7). Auf dem gleichen Niveau befindet sich zusätzlich die Schwefel- und Eisenversorgung.

Mit allen weiteren Hauptnähr- und Spurenelementen sind die Kiefern hingegen in ausreichendem Maße versorgt. Die resultierenden Ernährungsstufen 3 und teilweise 4 kennzeichnen ein Versorgungsniveau, das ein gutes bis sehr gutes Biomassewachstum befördern kann.

In dem von HOFMANN u. a. (1990) für die Gemeine Kiefer quantifizierten Beziehungsgefüge zwischen dem Stickstoff-Nadelspiegel und dem Volumenzuwachs (siehe Abbildung 8) ordnet sich die beobachtete N-Konzentration in Höhe von 1,43 % noch im linksseitigen Mangelbereich der „Anreicherungsphase“ ein. Das bedeutet, dass die gegenwärtige N-Versorgung das Zuwachsverhalten der Kiefer beträchtlich einschränkt und jede weitere atmogene N-Zufuhr wachstumsfördernd wirken würde.

Zur ernährungskundlichen Überprüfung der bereits boden- und vegetationskundlich herausgearbeiteten Hypothese, dass sich der Versuchsbestand in einer immissionsbedingten Entwicklung zu einem leistungsstärkeren Kiefern-Ökosystemtyp befindet, wird der aktuelle N-Nadelspiegelwert mit den charakteristischen N-Versorgungszuständen standortspezifischer Kiefernforsten und -wälder vor dem Wirksamwerden anthropogener Fremdstoffeinträge verglichen (Abbildung 9). Die vorangestellten Ergebnisse bestätigend, kann der N-Ernährungszustand der Kiefern im Versuch „PEITZ 150“ demzufolge einem Niveau zugeordnet werden, welches sich zwischen dem Hagermoos- und Drahtschmielen-Kiefernforst mit deutlicher Tendenz zum Letzteren befindet.

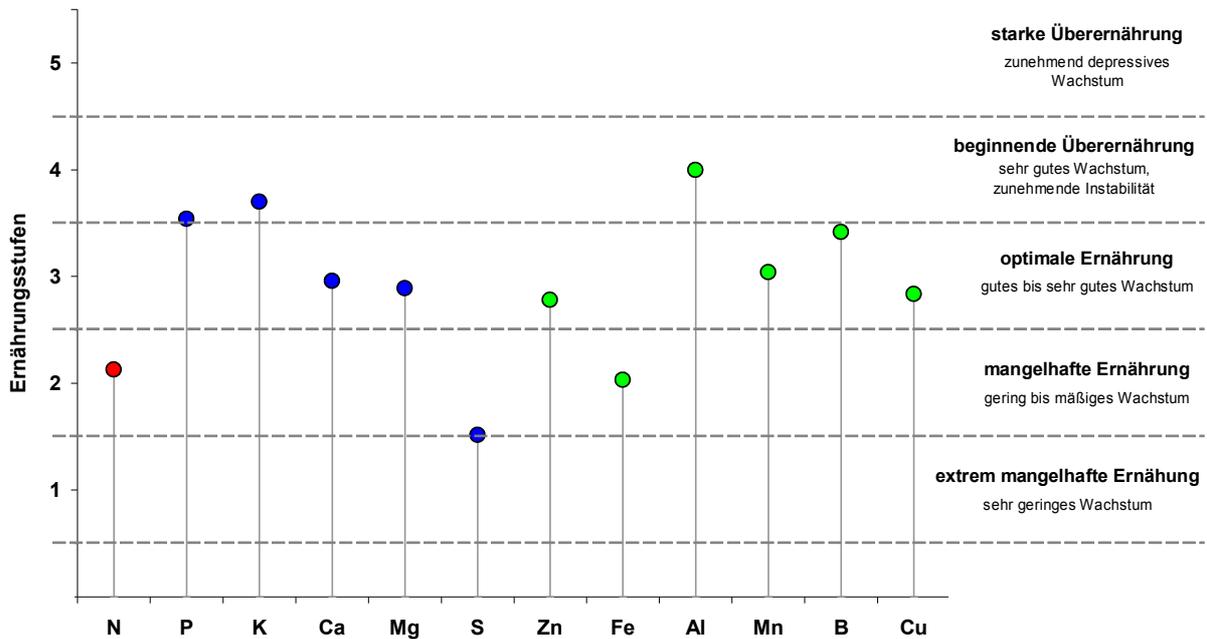


Abb. 7: Empirische Kiefern-Ernährungsstufen auf der Grundlage der im Januar 2011 erhobenen Nadelspiegelwerte im Versuch „PEITZ 150“ gemäß der Algorithmen von HEINSDORF (1999) bzw. KRAUSS & HEINSDORF (2005)

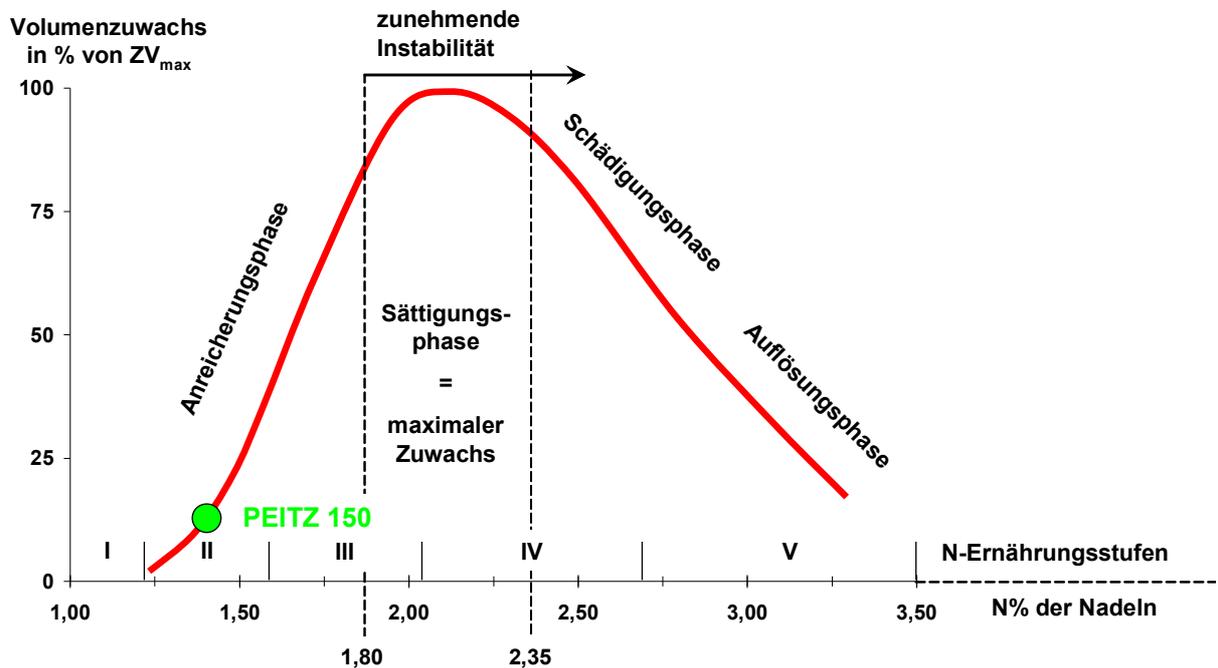


Abb. 8: Beziehungen zwischen der Stickstoff-Ernährung, dem Wachstum und den Entwicklungsphasen des Produktivitäts- und Stabilitätsverhaltens von Kiefernbeständen bei zunehmendem Stickstoff-Eintrag (HOFMANN u. a. 1990)

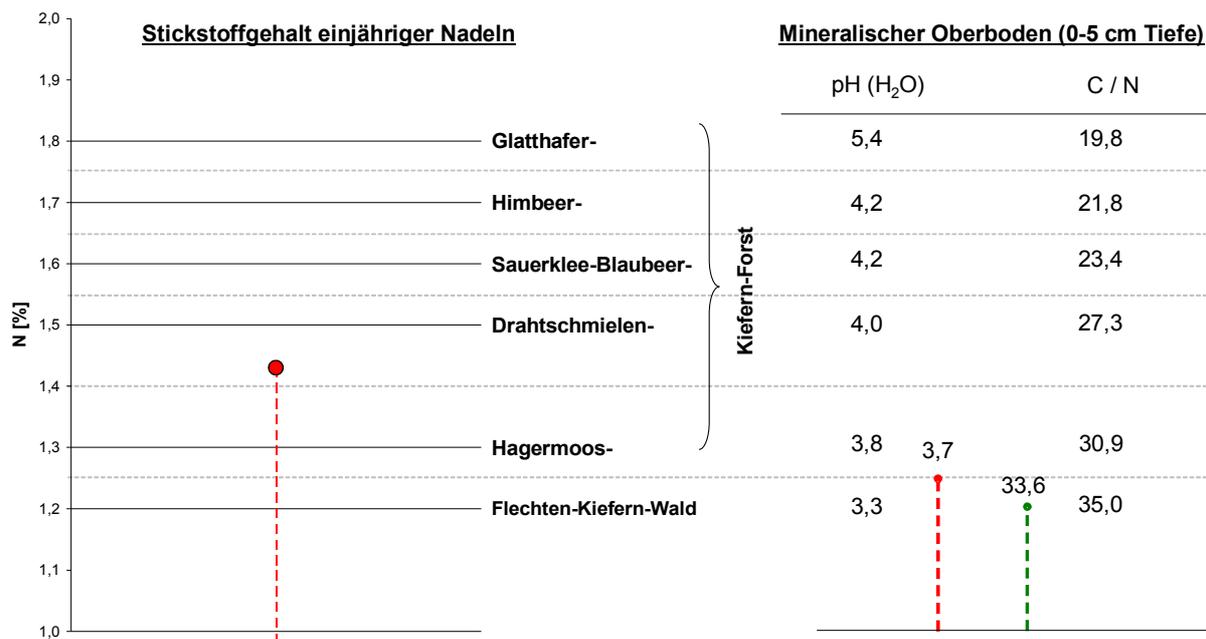


Abb. 9: Stickstoffgehalte einjähriger Kiefernnadeln (links) und chemische Oberboden-Kennwerte (rechts) von der Versuchsfläche „PEITZ 150“ im Vergleich zu den ökologischen Kenndaten für Kiefernwälder und -forsten um 1960 (Quelle: HOFMANN 2002)

Waldwachstumskundliche Ergebnisse

Die Höhe des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Bäume pro ha [HO] (Oberhöhe nach ASSMANN 1961) ist zur Beschreibung des standortspezifischen Leistungsvermögens von Baumarten besonders geeignet. Als Mittelhöhe ist sie insbesondere bei niederdurchforstungsartigen Bestandesbehandlungen frei von rechnerischen Verschiebungen. Zudem repräsentiert sie ausschließlich im Konkurrenzkampf obsiegende Baumindividuen und ist somit hauptsächlich eine Funktion der natürlichen Standortproduktivkräfte.

Die in Abbildung 10 dargestellte standortspezifische Oberhöhenentwicklung der Kiefern im Versuch „PEITZ 150“ während des Zeitraumes von 1948 bis 2011 lässt einen kontinuierlichen Wachstumsbeschleunigungsprozess erkennen. Ausgehend von einer parzellenübergreifenden Durchschnitts-Oberhöhenbonität in Höhe von IV.9 im Jahr 1948 stieg dieser Kennwert im Laufe von 63 Jahren um 1,2 Bonitätsstufen auf das gegenwärtige Bonitätsniveau von III.7.

Der vom Tafeltrend deutlich positiv abweichende Entwicklungstrend widerspiegelt somit den boden-, vegetations- und ernährungskundlich dokumentierten anthropogenen Standortwandel, der in Mitteleuropa insbesondere in der zweiten Hälfte des zurückliegenden Jahrhunderts zunehmend wachstumswirksam wurde (HOFMANN & HEINSDORF 1990, KAHLE u. a. 2008, PRETZSCH 1999, SPIECKER u. a. 1996).

Die langanhaltende großflächige Fremdstoffbeeinflussung vor allem auf dem Niveau nicht-toxischer Stickstoff-Depositionsraten bewirkt insbesondere auf Böden mit einer geringen natürlichen Standortproduktivkraft sowie im Bereich stark degradierter Oberböden gegenwärtig einen forstlich willkommenen Agradationsprozess. Bei Unterstellung einer dem Tafelvollschluss (KIEFER, unteres Ertragsniveau, LEMBCKE u. a. 1975) nahekommenden Bestandesdichte und unter Berücksichtigung des beobachteten Kiefern-Bonitätssprunges im Versuchsbestand „PEITZ 150“ kann damit eine erhebliche Erhöhung des standortspezifischen Volumen-Leistungsniveaus von ursprünglich $dGZ_{100} = 2,0 \text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{a}$ (100 %) auf gegenwärtig $dGZ_{100} = 3,4 \text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{a}$ (170 %) im Bereich des trockenen nordostdeutschen Tieflandklimas und ziemlich armer Bodensubstrate angenommen werden.

Für eine zukunftsgerichtete Waldwachstumforschung hat der laufende ökologische Veränderungsprozess zur Folge, dass die bislang üblichen statischen Bonitierungssysteme zur Leistungsbeurteilung zunehmend ungeeignet werden. Zuwachsbasierte, dynamische Beurteilungsverfahren müssen künftig an ihre Stelle treten, um die jeweils aktuelle Wachstumsdynamik besser berücksichtigende Handlungsanweisungen für die Forstpraxis entwickeln zu können.

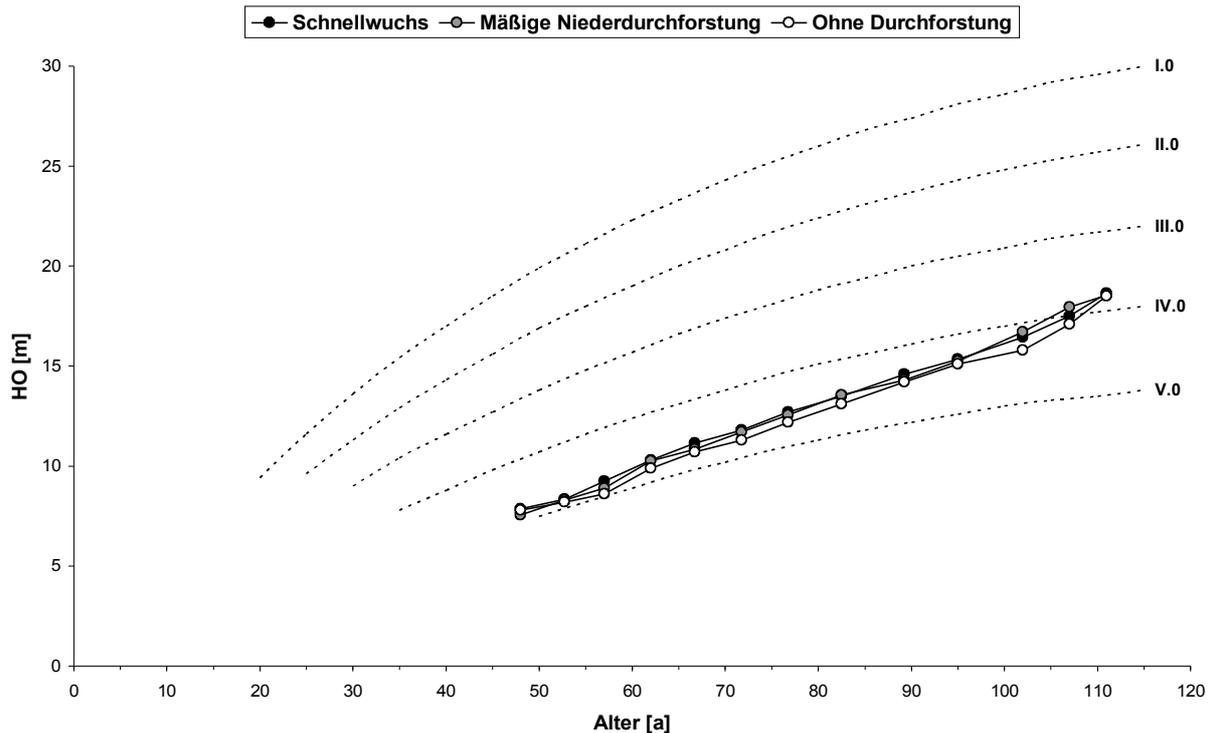


Abb. 10: Altersabhängige Entwicklung der Höhen des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Bäume pro ha [HO] (Oberhöhen nach ASSMANN 1961) der nach Versuchsvarianten stratifizierten Parzellen im Bonitierungsflächen KIEFER VON LEMBCKE u. a. (1975)

Mit dem Ziel der Überprüfung, welche Möglichkeiten zur Leistungssteigerung des schlechten Kiefernwachstums durch verschiedene Durchforstungsweisen bestehen, stellte WIEDEMANN zu Versuchsbeginn drei unterschiedliche Bestandesbehandlungsvarianten ein, die bis heute kontinuierlich und gleichmäßig aufrechterhalten blieben.

Als biologische Referenzfläche dient Parzelle 2, in welcher die Kiefer nicht aktiv durchforstet wird (A-Grad). Die sich hier entwickelnde Bestandesdichte repräsentiert somit die maximale Anzahl der auf dem Standort lebensfähigen Individuen. In den Parzellen 1 und 3 wurden hingegen durch frühzeitige und dauerhafte Kronenschlussunterbrechungen sogenannte "Schnellwuchsbetriebe" eingerichtet. Diese über den C-Grad hinausgehenden Niederdurchforstungen zielten darauf ab, insbesondere das Dickenwachstum vorwüchsiger Kiefern zu fördern. Als Vergleichs-Durchforstungsvariante wird in den Parzellen 4 und 5 eine mäßige Niederdurchforstung (B-Grad) praktiziert. Sie ist charakterisiert durch die selektive Entnahme der stärksten Bedränger von herrschenden und vorherrschenden Hauptbestandsgliedern bei Aufrechterhaltung des Bestandesschlusses.

Die deutlichen Stammzahl- und somit Bestandesdichteunterschiede zwischen den Varianten beschreiben die Stammzahl-Entwicklungskurven in Abbildung 11. Jeweils bezogen auf den A-Grad (ohne Durchforstung) beliefen sich die Stammzahlrelationen zu Versuchsbeginn im Mittel auf 83 % (mäßige Niederdurchforstung) bzw. 66 % (Schnellwuchs). Im Wesentlichen konnten diese Relationen bis zur Gegenwart durch die bewusste Regulierung der Durchforstungsstärke aufrechterhalten werden, was durch die Verhältniszahlen von 74 % (mäßige Niederdurchforstung) bzw. 49 % (Schnellwuchs) bestätigt wird.

Tab. 9: Durchmesser des Grundflächenmittelstammes [DG] sowie Durchmesser des Grundflächen-mittelstammes der 100 stärksten Bäume pro ha [DO] (Oberdurchmesser nach ASSMANN 1961) der nach Versuchsvarianten stratifizierten Parzellen zum Zeitpunkt der letzten Aufnahme im Jahr 2011

		Schnellwuchs	Mäßige Niederdurchforstung	Ohne Durchforstung
DO	cm	31,6	28,6	27,8
	%	<i>100</i>	<i>91</i>	<i>88</i>
DG	cm	24,9	22,5	20,1
	%	<i>100</i>	<i>90</i>	<i>81</i>

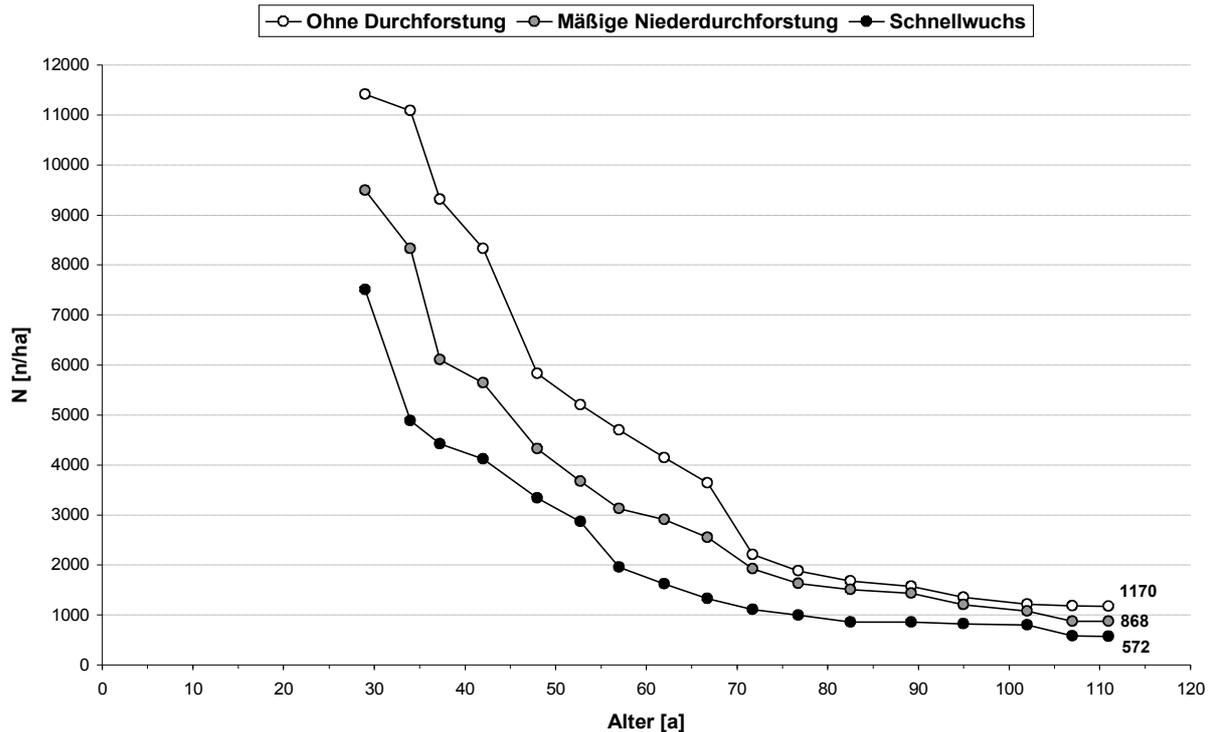


Abb. 11: Altersabhängige Entwicklung der Stammzahlen [N] des verbleibenden Bestandes der nach Versuchsvarianten stratifizierten Parzellen

Nach Ablauf von 82 Zuwachperioden entwickelten die Kiefern der verschiedenen Versuchspartellen die in Tabelle 9 aufgeführten Mitteldurchmesser-Relationen. Trotz der erheblichen Bestandesdichteunterschiede müssen die beobachteten DG- und DO-Differenzen als relativ gering eingeschätzt werden. Der Oberdurchmesser in der Schnellwuchsvariante übersteigt mit $DO=31,6$ cm denjenigen der Niederdurchforstungsvariante lediglich um $3,0 \text{ cm} \equiv 9\%$ ($DO=28,6$ cm) bzw. der undurchforsteten Parzelle um $3,8 \text{ cm} \equiv 12\%$ ($DO=27,8$ cm). Bei Betrachtung des DG fallen die Abweichungen zwischen den Versuchsvarianten mit den Prozentrelationen $100 : 90 : 81$ bzw. den Absolutdifferenzen in Höhe von $2,4 \text{ cm}$ bzw. $4,8 \text{ cm}$ nur geringfügig größer aus.

Die empirischen Stammzahlfrequenzen in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser zum Zeitpunkt der letzten Wiederholungsaufnahme im Jahr 2011 beschreibt Abbildung 12 differenziert nach Versuchsvarianten. Es wird deutlich, dass jeweils 50 % der Kiefern des verbleibenden Bestandes Brusthöhendurchmesser aufweisen, die behandlungsspezifisch größer $19,2 \text{ cm}$ (A-Grad), $22,0 \text{ cm}$ (B-Grad) bzw. $23,9 \text{ cm}$ (Schnellwuchs) sind.

Gemäß Tabelle 10 überschreiten den $d_{1,3}$ -Schwellenwert $24,49 \text{ cm}$ (Obergrenze der $d_{1,3}$ -Klasse 2a) im Schnellwuchs 42 % ($n=244$), im B-Grad 26 % ($n=229$) und im A-Grad 13 % ($n=150$) der Kiefern des verbleibenden Bestandes. Das entspricht Schaftholzvolumenbeträgen von $130 \text{ m}^3/\text{ha}$, $111 \text{ m}^3/\text{ha}$ sowie $74 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Tab. 10: Absolute Stammzahl- [N] und Schaftholzvolumenverteilung [VS] pro ha über $d_{1,3}$ -Durchmesserklassen zum Zeitpunkt der letzten Aufnahme im Jahr 2011

$d_{1,3}$ -Stärkeklasse	cm	Mäßige Niederdurchforstung		Schnellwuchs		Ohne Durchforstung	
		N	VS	N	VS	N	VS
1a	10 - 14	21	2	0	0	130	12
1b	15 - 19	171	33	53	11	480	85
2a	20 - 24	447	139	275	87	410	128
2b	25 - 29	210	98	180	86	130	61
3a	30 - 34	19	13	64	44	20	13
Summe		868	285	572	227	1170	298

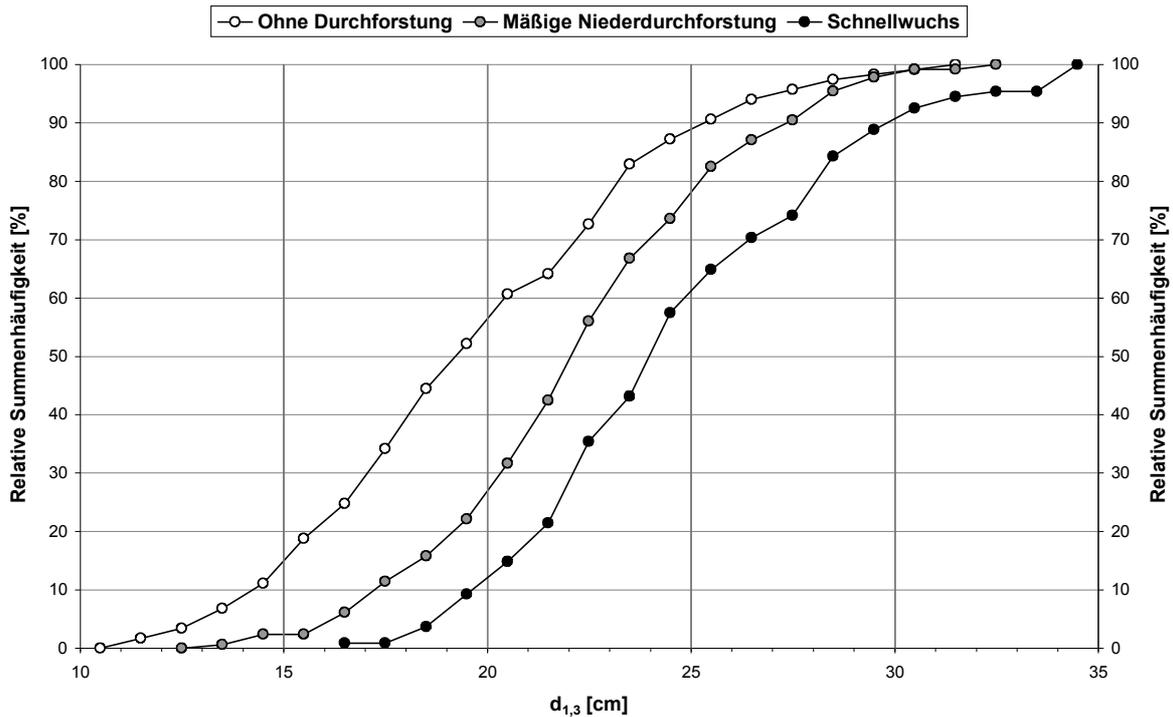


Abb. 12: Empirische Summenhäufigkeitsverteilungen der Brusthöhendurchmesser $[d_{1,3}]$ der nach Versuchsvarianten stratifizierten Parzellen zum Zeitpunkt der letzten Aufnahme im Jahr 2011

Die Entwicklung des aus den volumenbildenden Faktoren Bestandesgrundfläche $[G]$, Bestandesmittelhöhe $[H]$ und Bestandesformzahl $[F]$ resultierenden Bestandesvolumens $[V]$ beschreibt Abbildung 13 am Beispiel des Derbholzvolumens $[VD]$ für den verbleibenden Bestand der Versuchsglieder. Die empirischen Beobachtungswerte verdeutlichen, dass sich durchforstungsbedingt bereits frühzeitig erhebliche Leistungsunterschiede zwischen den Varianten einstellen und während der gesamten Versuchsdauer aufrechterhalten bleiben.

Als Konsequenz aus der Frühlichtung weisen die Schnellwuchsparzellen bereits im Alter 57 Jahre mit durchschnittlich $62,0 \text{ m}^3/\text{ha}$ die geringsten Derbholzvorräte auf. Die Vorrats-Minderausstattung beträgt zu diesem Zeitpunkt gegenüber der Niederdurchforstungsvariante $-10,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ und dem A-Grad $-19,8 \text{ m}^3/\text{ha}$. Die VD-Relationen belaufen sich demzufolge auf $76 \% : 90 \% : 100 \%$.

Insbesondere die Verhältnismäßigkeit zwischen den Vorräten der Schnellwuchs- und der A-Gradvariante bleiben bis zum gegenwärtigen Bestandesalter von 111 Jahren bestehen ($-65,4 \text{ m}^3/\text{ha} \equiv -22 \%$). In der mäßigen Niederdurchforstungsvariante kommt es im Vergleich zur undurchforsteten Parzelle hingegen zu einem Annäherungseffekt, welcher sich nur noch in einer Vorratsdifferenz von -3% ($-10 \text{ m}^3/\text{ha}$) äußert.

Bei Betrachtung des besten ertragskundlichen Leistungsweisers, der Gesamtwuchsleistung, wird die dauerhafte und nachhaltige Unterlegenheit des Schnellwuchsbetriebes zusätzlich verdeutlicht. Die laufende Derbholzvolumen-Gesamtwuchsleistung $[GWLD]$ der Lichtwuchsvariante unterschreitet im Alter 111 Jahre mit $345,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ ($\equiv 88,0 \%$) die beiden Vergleichsvarianten erheblich (mäßige Niederdurchforstung: $392,9 \text{ m}^3/\text{ha} \equiv 100,1 \%$; A-Grad: $392,6 \text{ m}^3/\text{ha} \equiv 100,0 \%$).

Diese Tatsache kommt auch in Abbildung 14 am Beispiel des durchschnittlichen Derbholzvolumen-Gesamtwuchses $[dGZD]$ zum Ausdruck. Der gegenwärtige $dGZD$ im Schnellwuchsbetrieb unterschreitet denjenigen der mäßigen Niederdurchforstung um $12,1 \%$. Beachtenswert am Entwicklungsgang dieses insbesondere für die Nutzungsplanung bedeutsamen Ertragskennwertes ist, dass offenkundig infolge des fremdstoffbedingten Wachstumsbeschleunigungseffektes noch kein typisches Kulminationsverhalten im Koordinatensystem erkennbar ist. Die im Zeitraum zwischen 1965 und 1975 sich andeutende und zu diesem Zeitpunkt auch altersgemäße Abwölbung hin zu einem glockenähnlichem Kurvenverlauf wurde in der Folgezeit durch einem neuerlichen Kurvenanstieg wieder aufgehoben. Diese Erscheinung eröffnet dem örtlichen Wirtschaftler die Perspektive, die gegenwärtige Phase relativ hoher Volumenproduktionsfähigkeit bis zur Erreichung noch stärkerer Zieldurchmesser im Hauptbestand weiterhin auszunutzen.

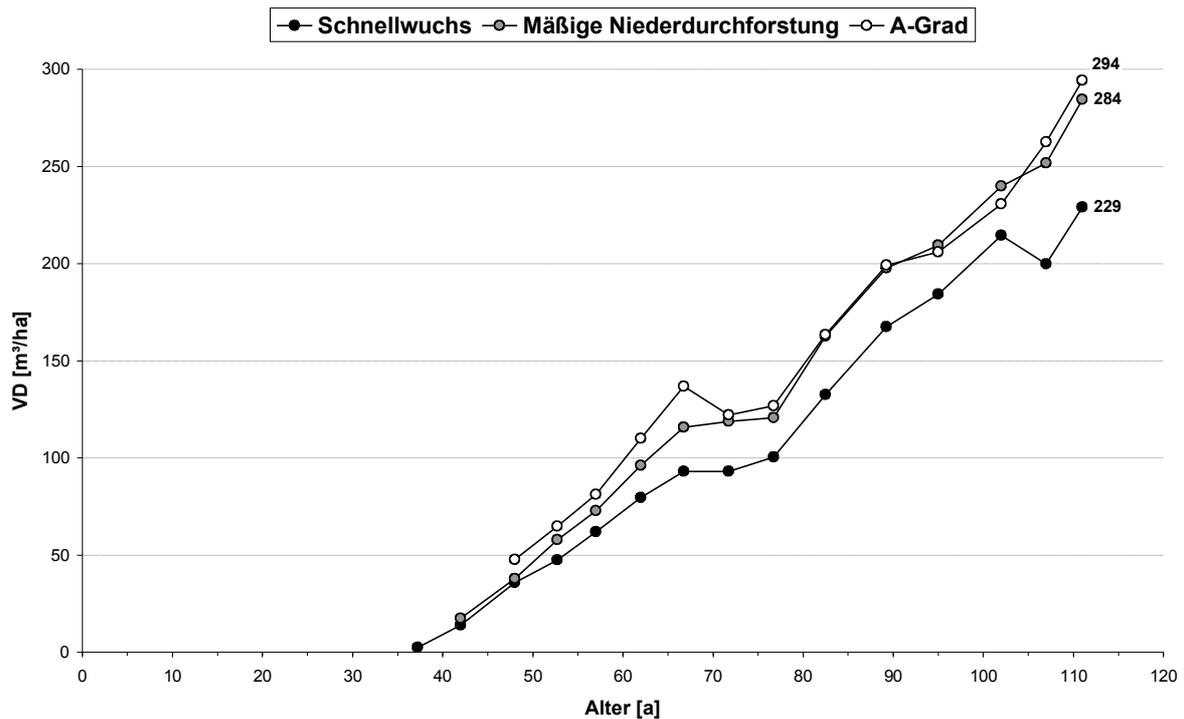


Abb. 13: Altersabhängige Entwicklung der Bestandes-Derbholzvorräte [VD] der nach Versuchsvarianten stratifizierten Parzellen

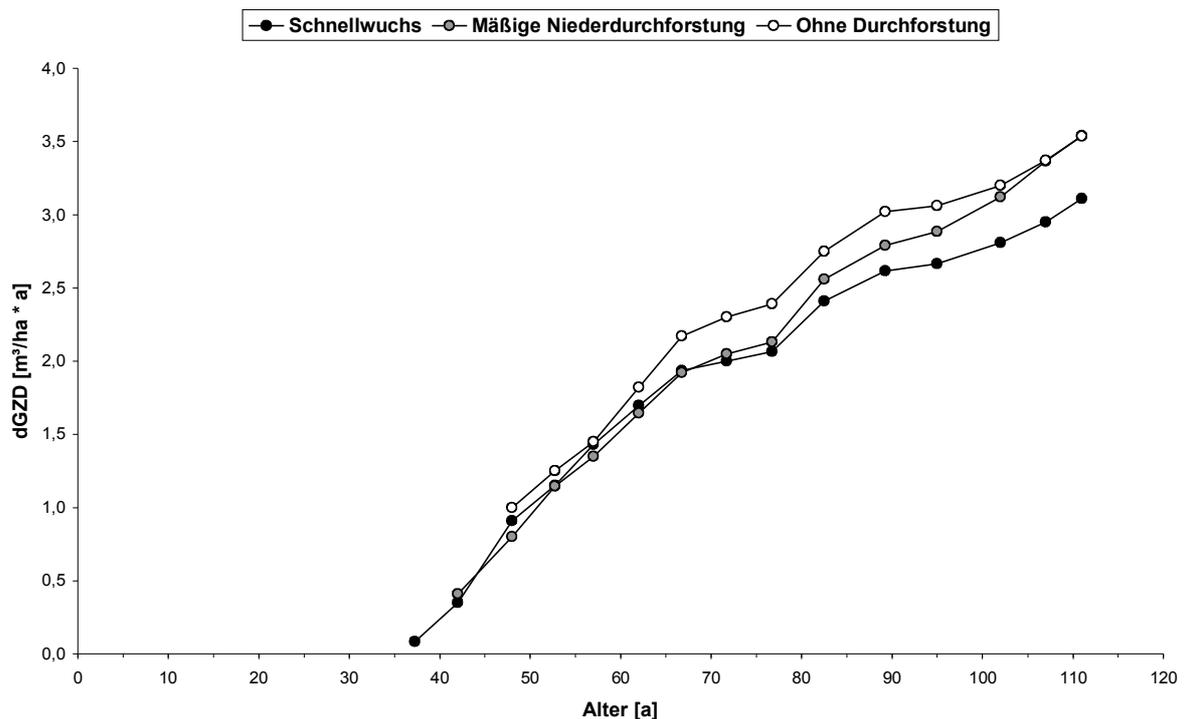


Abb. 14: Altersabhängige Entwicklung des durchschnittlichen Derbholz-Gesamtwachses [dGZD] der nach Versuchsvarianten stratifizierten Parzellen

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Insgesamt ist der forstliche Standort im Langfristversuch "PEITZ 150" als leistungsschwach zu beurteilen. Die natürlichen Standortproduktivkräfte zur Nettoprimärproduktion sind relativ begrenzt und durch die Nutzungsgeschichte des Waldbodens zusätzlich beeinträchtigt. Als Spiegelbild des forstlichen Standortes wurde der auf ihm stockende Kiefernbestand von WIEDEMANN (1942) zurecht zu den schlechtesten Kiefernbeständen Ostdeutschlands gezählt.

Der zum Zeitpunkt der Versuchsanlage infolge reliktscher anthropogener Beeinflussungen mindestens zweistufig degradierte Waldboden befindet sich jedoch infolge einer jahrzehntelangen Einwirkung stickstoffhaltiger und basischer Immissionen in einer Agradionsentwicklung hin zum potentiell-natürlichen Gleichgewichtszustand. Der durch die zurückliegende und langanhaltende Intensivnutzung der Humusaufgabe bis zum Magerrohhumus degradierte Oberbodenzustand erholte sich mittlerweile zu einem typischen Rohhumusmilieu, was sich auch im Kiefern-Ernährungszustand widerspiegelt. Die Bodenvegetation als aussagekräftigster Weiser des aktuellen Standortzustandes verweist sogar bereits auf die sich vollziehende Weiterentwicklung zum rohhumusartigen Moder, der die typische Humusform auf den ziemlich armen Bärenthorener Sand-Braunerden des Nordostdeutschen Tieflandes darstellt.

Seit der Mitte des 20. Jahrhunderts schlägt sich dieser beobachtete Oberboden-Agradationsprozess in einem vom Tafeltrend deutlich positiv abweichenden Wachstumsbeschleunigungsprozess nieder. Dieser äußert sich gegenwärtig in einem ~ 1,2 stufigen Oberhöhen-Bonitätsanstieg.

Bezüglich der Wirkung erheblich verschiedener Durchforstungsstärken auf das Zuwachsverhalten der Kiefer auf diesem nährkraftschwachen und trockenen Standort ist nach 82 jähriger Versuchsdauer festzustellen, dass ein sich mit zunehmender Eingriffsstärke einstellender geringfügiger Durchmesser Vorteil auf Kosten erheblicher Vorrats- und Gesamtwuchsleistungsverluste erkaufte wird. Bei dauerhafter Kronenschlussunterbrechung im sogenannten Schnellwuchsbetrieb beträgt der Durchmesser Vorsprung im Vergleich zur mäßigen Niederdurchforstung im Alter 111 Jahre lediglich 3,0 cm (DO) bzw. 2,4 cm (DG). Die GWLD-Minderleistung beläuft sich hingegen auf 47,6 m³/ha und die Derbholz-Vorratsdifferenz sogar auf 55,4 m³/ha. Ein wirtschaftlich relevanter und langanhaltender Wuchsbeschleunigungseffekt bleibt im Schnellwuchsbetrieb unter den festgestellten Standortbedingungen demzufolge aus (siehe Abbildung 15).

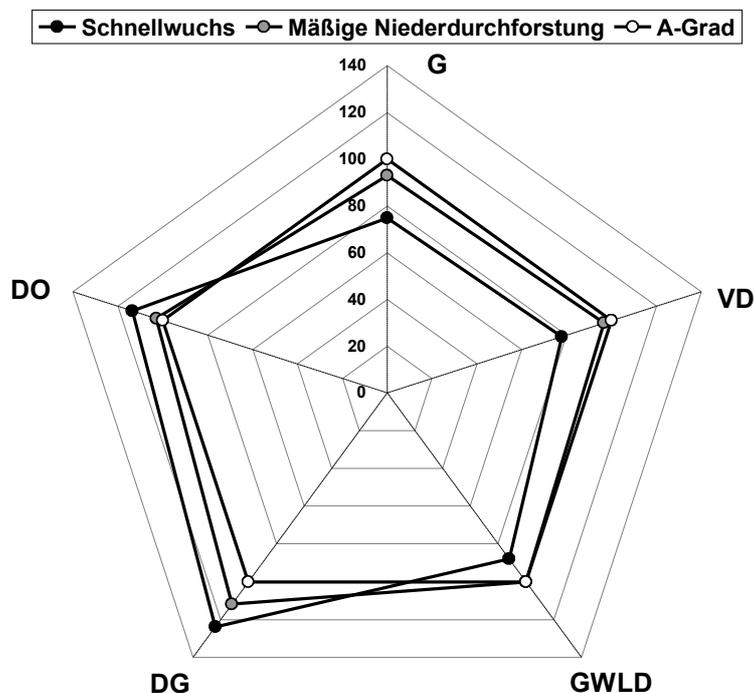


Abb. 15: Relativvergleich von Bestandesgrundfläche [G], -derbholzvorrat [VD], Derbholz-Gesamtwuchsleistung [GWLD], Durchmesser des Grundflächenmittelstammes [DG] und Oberdurchmesser nach ASSMANN [DO] zum Zeitpunkt der letzten Aufnahme im Jahr 2011

Literaturverzeichnis

- ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. München, Bonn, Wien.
 BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde. Dritte Auflage. Springer-Verlag, Wien, New York.
 FSA (1996): Forstliche Standortsaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. 5. Auflage. IHW-Verlag, Eching bei München.
 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.
 HEINSDORF, D. (1999): Düngung von Forstkulturen auf Lausitzer Kippen. Druckschrift LAUBAG, 54 S.

- HEINSDORF, D.; HIPPELI, P.; KRAUß, H. H.; EINERT, P.; SCHNEIDER, R.; STROHBACH, B.; HOFMANN, G. (1991): Schlussbericht zum Forschungsvorhaben 30 F 10 3302 "Auswirkungen von Fremdstoffeinträgen auf den Fruchtbarkeitszustand der Waldböden und die Ernährung von Kiefern- und Buchenbeständen". Forschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Eberswalde.
- HOFMANN, G. (2001): Mitteleuropäische Wald- und Forst-Ökosystemtypen in Wort und Bild. Sonderheft AFZ-Der Wald. BLV München.
- HOFMANN, G. (2002): Entwicklung der Waldvegetation des nordostdeutschen Tieflandes unter den Bedingungen steigender Stickstoffeinträge in Verbindung mit Niederschlagsarmut. In: ANDERS u. a.: Ökologie und Vegetation des Wälder Nordostdeutschlands. Verlag Dr. Kessel, Oberwinter: 24-41.
- HOFMANN, G.; HEINSDORF, D. (1990): Depositionsgeschehen und Waldbewirtschaftung. Der Wald 40: 208-213.
- HOFMANN, G.; HEINSDORF, D.; KRAUSS, H.-H. (1990): Wirkung atmosphärischer Stickstoffeinträge auf Produktivität und Stabilität von Kiefern-Forstökosystemen. Beiträge für die Forstwirtschaft 24: 59-73.
- HOFMANN, G.; POMMER, U. (2005): Potenzielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 14. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (Hrsg.).
- KAHLE, H.-P.; KARJALAINEN, T.; SCHUCK, A.; AGREN, G. I.; KELLOMÄKI, S.; MELLERT, K.; PRIETZEL, J.; REHFUESS, K.-E.; SPIECKER, H. (2008): Causes and Consequences of Forest Growth Trends in Europe. Brill, Leiden & Boston.
- KRAUSS, H.-H.; HEINSDORF, D. (2005): Ernährungsstufen für wichtige Wirtschaftsbaumarten. Beiträge für die Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 39: 172-179.
- KRIEGER, H. (1935): Die flechtenreichen Pflanzengesellschaften der Mark Brandenburg. Beiheft Bot. Cbl. 7 B. H. 1 2 (1937).
- LEMBCKE, G.; KNAPP, E.; DITTMAR, O. (1975): Kieferntragstafel 1975. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, Eberswalde.
- NOACK, M. (2008): Standortökologisch-biomathematische Grundlagen für die Umwandlung von Kiefernreinbeständen in Kiefern-Trauben-Eichen-Mischbestände als Beitrag zur zukunftsorientierten Ressourcennutzung im Nordostdeutschen Tiefland. Habilitationsschrift. Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.
- PRETZSCH, H. (1999): Waldwachstum im Wandel, Konsequenzen für Forstwissenschaft und Forstwirtschaft. Forstwissenschaftliches Centralblatt 118: 228-250.
- SEA 95 [Anleitung für die forstliche Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland] von SCHULZE, G. und KOPP, D. (1996). Zweite Auflage der SEA 74. Teil A bis C.
- SPIECKER, H.; MIELIKÄINEN, K.; KÖHL, M.; SKOVSGAARD, J. P. (1996): Growth Trends in European Forests. Springer, Berlin.
- WIEDEMANN, E. (1942): Die schlechtesten ostdeutschen Kiefernbestände. Die Ursachen ihres Zustandes und Wege zu ihrer Besserung. Reichsnährstand Verlags-Ges. m. b. H., Berlin.
- WIEDEMANN, E. (1943): Ertragstafeln der wichtigen Holzarten. Verlag M. & H. Schaper, Hannover (1949).