

**FORSTLICHE
FORSCHUNGSBERICHTE
MÜNCHEN**

**Zuwachsverhalten und Gesundheitszustand
der Waldbestände im Bereich
des Braunkohlekraftwerkes Schwandorf**

von

Friedrich Franz und Hans Pretzsch

**SCHRIFTENREIHE DER FORSTWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN UND DER
BAYER. FORSTLICHEN VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT**

**92
1988**

Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät
der Universität München
und der
Bayerischen Forstlichen Versuchs-
und Forschungsanstalt

ZUWACHSVERHALTEN UND GESUNDHEITZUSTAND DER
WALDBESTÄNDE IM BEREICH DES
BRAUNKOHLEKRAFTWERKES SCHWANDORF

von
Friedrich Franz und Hans Pretzsch

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Amalienstr. 52
D-8000 München 40

ISSN 0174-1810

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten.

Herausgeber: Forstwissenschaftliche Fakultät
der Universität München und Bayerische
Forstliche Versuchs- und Forschungs-
anstalt

Verantwortlich: Der Dekan der Forstwissenschaftlichen
Fakultät und der Leiter der Bayerischen
Forstlichen Versuchs- und Forschungs-
anstalt

Leiter der Arbeit: Prof. Dr. F. Franz

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. Friedrich Franz, Dr. Hans Pretzsch
Lehrstuhl für Waldwachstumskunde
Amalienstr. 52, D-8000 München 40

Dokumentation: Forstl. Forschungsber. München
Nr. 92, 1988, 169 S.

Zu beziehen über die Universitätsbuchhandlung Heinrich Frank
Schellingstraße 3, D - 8000 München 40

Vorwort

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse ertragskundlicher Untersuchungen zum Gesundheitszustand und Wuchsverhalten der Waldbestände im Gebiet des Braunkohlekraftwerkes Schwandorf in der Oberpfalz. In den Jahren 1985 bis 1986 wurden die Wälder im Bereich der Emissionsquelle in Schwandorf über ein größeres Probeflächennetz ertragskundlich erfaßt. Auf der Grundlage der waldwachstumskundlichen Befunddaten wurde geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der werksbedingten Luftbelastung und dem Gesundheitszustand und Wuchsverhalten der umliegenden Kiefernwälder besteht.

Die Anregung zur Untersuchung dieser Fragestellung kam von Seiten der BAYERWERK AG. In einer Zeit, in der die zunehmenden Umweltprobleme teilweise zu einer Belastung der Beziehungen zwischen dem Industriesektor und den Waldbesitzern geführt haben, ist die Bedeutung einer solchen Initiative seitens der BAYERWERK AG nicht hoch genug einzuschätzen. Denn nur anhand gründlicher wissenschaftlicher Untersuchungen kann die Umweltdiskussion auf eine objektive und konstruktive Grundlage zurückgeführt werden.

Das Forschungsvorhaben wurde hauptsächlich aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, ferner aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert. Der Bayerischen Staatsforstverwaltung, besonders der Oberforstdirektion Regensburg sowie allen beteiligten Forstämtern, Kommunalwaldbetrieben und Privatwaldbesitzern im Untersuchungsgebiet gebührt unser Dank für die Bereitstellung von Probeflächen und Probestammmaterial und für die Unterstützung unserer Außenarbeiten durch Hilfskräfte.

Für die Überlassung wertvoller Informationen über die Belastungslage im Untersuchungsraum danken wir der BAYERWERK AG und dem Bayerischen Landesamt für Umweltschutz.

Allen Mitarbeitern des Lehrstuhles für Waldwachstumskunde, die die Arbeit durch Anregungen und fachliche Diskussionen gefördert haben, sei hier gedankt. Die aufwendigen Außenarbeiten bei der Einrichtung und Aufnahme des Probeflächennetzes und die umfangreichen Auswertungsarbeiten wurden unter maßgeblicher Mitwirkung von Herrn Dipl.-Holzing. R. SERAFIN durchgeführt. Wir wurden dabei außerdem von studentischen Hilfskräften unterstützt, wobei allen voran Herrn Dipl.-Forstwirt M. BOLLER und Herrn H. KAMPMANN zu danken ist.

Bei der Anfertigung von Zeichnungen standen uns Herr Dipl.-Forstwirt
E. BACHHUBER und Herr H. JUNG hilfreich zur Seite. Frau D. MUND
übernahm die abschließende Durchsicht des Manuskriptes.

Allen Genannten möchten wir für ihre Mitarbeit vielmals danken.

München, im Juli 1988

F. Franz
H. Pretzsch

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Ziel der Untersuchung	2
1.3 Möglichkeiten und Grenzen ertragskundlicher Schaddiagnose in anthropogen geschädigten Waldbeständen	4
2 Untersuchungsgebiet und Standortverhältnisse	9
2.1 Geographische und naturräumliche Gliederung	9
2.2 Allgemeiner Klimacharakter	10
2.3 Standortverhältnisse	11
2.3.1 Standorte im Oberpfälzer Becken	12
2.3.2 Standorte in den Bereichen Frankenalb und Oberpfälzer Jura	13
2.3.3 Standorte im Vorderen Oberpfälzer Wald und im Bayerischen Wald	13
2.4 Wald- und Forstgeschichte	14
3 Stichprobenplan, Aufnahme- und Auswertungsverfahren	15
3.1 Stichprobenplan zur Auswahl der Probeflächen	16
3.2 Anlage und Aufnahme der Probeflächen	17
3.3 Auswertungsarbeiten	20
3.3.1 Ablaufschema der Auswertungsarbeiten	20
3.3.2 Auswertungen des Probenmaterials	21
3.3.3 Datenaufbereitung und EDV-Programme für die ertragskundliche und mathematisch-statistische Auswertung	21
4 Belastungslage im Untersuchungsgebiet	24
4.1 Emissionssituation	24
4.2 Ausbreitungsbedingungen	24
4.3 Das Braunkohlekraftwerk Schwandorf der BAYERNWERK AG	26
4.3.1 Erweiterung des Werkes, Veränderung der Kraftwerk- leistung	26
4.3.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Belastungssituation	28
4.3.3 Immissionsverhältnisse während der verschiedenen Ausbaustufen	29
4.3.4 Entwicklung der Zusatzbelastung durch Schwefel- dioxid im Bereich der Stichprobenkreise 1 und 2	33
4.4 Bioindikatornetz des Bayerischen Landesamtes für Umwelt- schutz im Raum Schwandorf-Weiden	34
4.4.1 Die Beurteilung der Immissionswirkung im Unter- suchungsraum mittels Indikatorpflanzen	35
4.4.2 Kartendarstellung der Schwefelbelastung im Untersuchungsraum	36
4.4.3 Entwicklung der Schwefelbelastung in Koniferen- nadeln im Wachstumszeitraum 1976 bis 1985	39
4.5 Flugzeugmessungen der Abgasfahne des Kraftwerkes Schwandorf	42
5 Übersicht über die wichtigsten waldwachstumskundlichen Merkmale der Untersuchungsbestände	46
5.1 Lageparameter der Probeflächen	46
-Tabellarische Darstellung mit Erläuterung -	

5.2	Benadelungszustand der Untersuchungsbestände	47
5.3	Ertragskundliche Bestandeskennwerte der Probeflächen -Tabellarische Darstellung -	50
5.4	Ertragskundliche Bestandeskennwerte der Probeflächen -Vergleich mit der WIEDEMANN-Tafel	51
5.4.1	Mittelhöhen	53
5.4.2	Stammzahlen	55
5.4.3	Mitteldurchmesser	55
5.4.4	Bestandesgrundflächen	55
5.4.5	Bestandesvorräte	56
5.4.6	Mittlerer jährlicher Grundflächenzuwachs in den letzten 10 Jahren	56
6	Zur Frage des "Normalwachstums" der Kiefer im Untersuchungs- gebiet - Wuchsverhalten weitgehend ungeschädigter Kiefern- bestände	58
6.1	Höhenwachstumsverläufe	58
6.2	Bestandesgrundflächenzuwächse	59
6.3	Zuwachsleistung der Untersuchungsbestände im Vergleich zur Tafel von WIEDEMANN (1948)	63
6.3.1	Graphische Darstellung	63
6.3.2	Regressionsanalytischer Ausgleich	64
6.4	Ertragsniveau	65
6.5	Rahmenbedingungen für die Formulierung von Referenz- Zuwachskurven	66
7	Berechnung schadbedingter Zuwachsverluste	70
7.1	Beurteilung von Zuwachsverläufen durch Vergleich mit Ertragstafeln	71
7.2	Wuchsverhalten gesunder Vergleichsbestände als Referenz	71
7.3	Synthetische Referenzkurven als Vergleichsmaßstab	72
7.4	Bestandesindividuelle Referenzkurven als Vergleichsbasis	72
7.5	Das "Zuwachstrend-Verfahren" zur Bewertung von Zuwachsverläufen	73
7.5.1	Vorüberlegungen	73
7.5.2	Methodische Grundlagen	74
8	Zuwachsgang geschädigter Bestände	77
8.1	Zusammenhang zwischen Nadelverlust und Zuwachsminderung	77
8.2	Vitalitätsmerkmale, Einzelbaumkennwerte und Bestandes- parameter als multivariater Faktorenkomplex	80
8.2.1	Faktorenanalyse	82
8.2.2	Diskriminanzanalyse	84
8.3	Der regionaltypische Zuwachsverlauf geschädigter Bestände - erläutert an ausgewählten Untersuchungsflächen	85
8.3.1	Der Zuwachsrückgang geschädigter Bestände hat vielfach in den Jahren 1970 bis 1975 eingesetzt	87
8.3.2	Die Wachstumsperioden 1970 bis 1975 und 1980 bis 1985 - Phasen deutlicher Zuwachsdepression	88
8.3.3	Zuwachsreaktionen auf das Trockenjahr 1976	88
8.3.4	Erholungseffekte seit 1980	90
8.4	Mittlere Zuwachsverläufe von Baumkollektiven unterschied- licher Schadgrade und Altersbereiche	90
8.4.1	Mittlere Zuwachsverluste für den gesamten Untersuchungsraum	90

8.4.2 Mittlere Zuwachsgänge, gegliedert nach Wuchs- gebieten	92
9 Schadverlauf und Wuchsverhalten der Untersuchungsbestände in Abhängigkeit von ihrer Lage zum Kraftwerk in Schwandorf	94
9.1 Typisierung der Zuwachs-Trendverläufe der Untersuchungsbestände durch Clusterbildung	94
9.2 Regionaltypische Ausprägung der Bestandes- Zuwachsverlustkurven	96
9.3 Wuchsverhalten in unterschiedlichen Belastungszonen - Varianzanalytische Auswertung	98
9.3.1 Datenschema und Ergebnisse der Berechnungsvariante 1	100
9.3.2 Datenschema und Ergebnisse der Berechnungsvariante 2	104
9.3.3 Datenschema und Ergebnisse der Berechnungsvariante 3	106
10 Diskussion und Wertung der Ergebnisse	110
10.1 Die Oberpfälzer Kiefernbestände - Ein Muster- beispiel für die Auswirkungen anthropogener Einflüsse auf den Wald	110
10.2 Zur Frage des "Normalwachstums" ungeschädigter und leicht geschädigter Bestände	113
10.3 Berechnung von Referenzzuwachskurven und Zuwachs- verlusten für Kiefern-Schadbestände	114
10.3.1 Das "Zuwachstrend-Verfahren"	114
10.3.2 Beurteilung des "Zuwachstrend-Verfahrens"	114
10.4 Wuchsverhalten geschädigter Bestände	115
10.4.1 Vitalitätszustand und Zuwachsleistung	115
10.4.2 Schadbedingte Zuwachsreaktionen	116
10.4.3 Quantifizierung krankheitsbedingter Zuwachs- einbußen	117
10.5 Die Immissionsbelastung durch das Kraftwerk	117
10.5.1 Grundsätzliche Problemstellungen	118
10.5.2 Ausbreitung der Abgasfahnen des Kraftwerkes	118
10.5.3 Veränderung des Emissionsverhaltens in den letzten 20 Jahren	119
10.6 Zusammenhänge zwischen der Luftverunreinigung durch das Braunkohlekraftwerk Schwandorf und dem Wuchs- verhalten der Wälder in der mittleren Oberpfalz	120
10.6.1 Erste Zuwachsrückgänge in der Phase höchster Emissionsleistung	120
10.6.2 Die Veränderung des Emissionsverhaltens spiegelt sich im Zuwachsverlauf der Schadbestände wider	121
10.6.3 Emissionsminderung leitet Erholungsprozeß der Waldbestände ein	121
10.6.4 Einfluß anderer Emissionsquellen	122
10.7 Ertragskundlicher Beitrag zum interdisziplinären Untersuchungskomplex der Walderkrankungen	122
10.8 Bedeutung der Ergebnisse für die forstliche Praxis	125
10.9 Zuwachstrend-Prognose	127
11 Zusammenfassung	131
12 Summary	138
13 Literaturverzeichnis	139

14	Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Übersichten	147
14.1	Verzeichnis der Abbildungen	147
14.2	Verzeichnis der Tabellen und Übersichten	151
15	Anhang	152