

Alexander Muchin

Analytische Untersuchungen zum Einfluss des  
Standorts auf das Wachstum von Stiel- und  
Traubeneiche im nordostdeutschen Tiefland

Heft **24**  
September 2005

Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt /  
Contributions to Forest Sciences

Herausgeber: Prof. Dr. Andreas Roloff c/o Fachrichtung Forstwissenschaften, Tharandt  
Redaktion: Dr. Stephan Bonn  
Wiss. Beirat: Prof. Dr. Andreas W. Bitter  
Prof. Dr. Franz Makeschin  
Dr. Michael Vogel

Bezug über:

Institut für Dendrochronologie, Baumpflege und Gehölzmanagement Tharandt  
an der Technischen Universität Dresden  
Pienner Str. 7  
01737 Tharandt  
Tel.: 035203-383 1262  
Fax: 035203-383 1272  
e-mail: dendro@forst.tu-dresden.de

und:

Verlag Eugen Ulmer  
Wollgrasweg 41  
70599 Stuttgart  
Tel.: 0711-4507-0  
Fax: 0711-4507-120  
e-mail: info@ulmer.de

Gefördert durch das Dendro-Institut Tharandt e.V. (DIT)

Manuskript-Eingang: 15.3.2005  
Manuskript-Annahme: 15.8.2005

### **Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 3-8001-5096-4  
ISSN 1434-8233

© 2005 Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart  
Druck: addprint AG, Possendorf

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Allgemeine Situation .....	1
1.2	Zielstellung.....	3
2	Stand der Wissenschaft.....	5
2.1	Zur Unterscheidung von Stiel- und Traubeneiche .....	5
2.2	Das Wachstum von Stiel- und Traubeneiche und dessen Quantifizierung durch Ertragstafelmodelle.....	6
2.3	Unterschiede im Wachstum von Stiel- und Traubeneiche.....	10
2.4	Der Einfluss des Standorts auf das Eichenwachstum.....	13
2.4.1	Die Wirkung des Großraumes .....	13
2.4.2	Der Einfluss des Klimas.....	16
2.4.3	Der Einfluss des Bodens .....	19
2.5	Fazit .....	21
3	Vorbereitende Untersuchungen .....	23
3.1	Allgemeine Überlegungen .....	23
3.2	Auswahl der zu untersuchenden Standorte.....	24
3.3	Auswahl der Altersstützstellen.....	28
3.4	Auswahl geeigneter Probebestände .....	30
4	Material.....	36
4.1	Allgemeine Charakterisierung des Untersuchungsgebiets .....	36
4.2	Die Probeflächen .....	38
4.3	Klimastationen und Witterungsdaten .....	39
5	Methodik.....	42
5.1	Unterscheidung von Stiel- und Traubeneiche .....	42
5.2	Probeflächenanlage.....	43
5.3	Quantifizierung des Wachstums.....	44
5.3.1	Brusthöhendurchmesser .....	44
5.3.2	Baumhöhen.....	44
5.3.3	Durchschnittliche Zuwächse .....	46
5.3.4	Stammanalysen.....	47
5.3.5	Qualitative Merkmale .....	49

5.4	Konstruktion der Leistungstafeln.....	50
5.4.1	Bildung von Äquivalenzklassen.....	51
5.4.2	Entwicklung des Oberhöhen-Bonitätenfächers.....	51
5.4.3	Schätzung der Mittelhöhe .....	52
5.4.4	Modellierung des Oberdurchmesserwachstums.....	53
5.4.5	Schätzung des Mitteldurchmessers .....	55
5.4.6	Schätzung der Stammzahl.....	55
5.4.7	Grundfläche und Volumen.....	55
5.4.8	Ermittlung der Bestandeskennwerte für den ausscheidenden Bestand .....	57
5.4.9	Berechnung der Kennwerte für den Gesamtbestand .....	59
5.5	Allometrische Betrachtungen .....	59
5.6	Klimadaten.....	60
5.6.1	Sekundäre Klimadaten, Ereignisvariablen und Indizes.....	61
5.6.2	Ergänzung fehlender Witterungswerte.....	63
5.6.3	Homogenisierung der Witterungszeitreihen .....	64
5.6.4	Regionalisierung .....	65
5.7	Ermittlung der Bodeneigenschaften.....	66
5.7.1	Bodenphysikalische Eigenschaften .....	66
5.7.2	Bodenchemische Eigenschaften.....	68
5.7.3	Eigenschaften der organischen Auflage .....	69
5.8	Standortkundliche Klassifizierung .....	69
5.9	Ermittlung der Vegetationstypen .....	70
5.10	Statistische Verfahren .....	71
5.10.1	Test auf Normalverteilung.....	71
5.10.2	Die Regressionsanalyse .....	72
5.10.3	Die Korrelationsanalyse.....	73
5.10.4	Die einfaktorielle Varianzanalyse .....	74
5.10.5	Die Faktorenanalyse .....	75
5.10.6	Die Diskriminanzanalyse.....	76
5.10.7	Der U-Test nach MANN-WHITNEY .....	77
6	Ergebnisse .....	78
6.1	Untersuchungen zu den Wachstumsgängen .....	78
6.1.1	Bildung der Äquivalenzklassen .....	78
6.1.1.1	Vorbereitende Untersuchungen.....	78

6.1.1.2	Äquivalenzklassen der Stieleiche .....	81
6.1.1.3	Äquivalenzklassen der Traubeneiche.....	85
6.1.2	Vergleich der Wachstumsverläufe von Stiel- und Traubeneiche .....	87
6.1.3	Vergleich des Wachstums von Beständen aus unterschiedlichen Zeitperioden.....	91
6.1.3.1	Stieleiche .....	92
6.1.3.2	Traubeneiche .....	96
6.1.3.3	Zeitpunkt des Einsetzens der Wachstumsveränderungen .....	100
6.1.3.4	Ursachensuche für das veränderte Wuchsverhalten .....	102
6.1.3.4.1	Niederschlag .....	103
6.1.3.4.2	Temperatur.....	106
6.1.4	Vergleich der empirischen Wachstumsgänge mit den Ertragstafeln nach JÜTTNER (1955) und ERTELD (1961) für mäßige Hochdurchforstung..	108
6.1.4.1	Mittelhöhe.....	108
6.1.4.2	Mitteldurchmesser.....	111
6.2	Entwicklung der standortsbezogenen Leistungstafeln.....	113
6.2.1	Die standortsbezogene Stieleichen – Leistungstafel für die Äquivalenzklasse SEI I.....	113
6.2.1.1	Der Oberhöhenrahmen .....	113
6.2.1.2	Die Mittelhöhenentwicklungen .....	115
6.2.1.3	Die Oberdurchmesserentwicklungen .....	116
6.2.1.4	Die Mitteldurchmesserentwicklungen .....	119
6.2.1.5	Die Stammzahlleitbeziehung .....	121
6.2.1.6	Ermittlung der k-Faktoren.....	122
6.2.1.7	Zusammenstellung der Leistungstabellen .....	125
6.2.2	Die standortsbezogenen Traubeneichen – Leistungstafel für die Äquivalenzklasse TEI II.....	134
6.2.2.1	Der Oberhöhenrahmen .....	134
6.2.2.2	Die Mittelhöhenentwicklungen .....	136
6.2.2.3	Die Oberdurchmesserentwicklungen .....	137
6.2.2.4	Die Mitteldurchmesserentwicklungen .....	140
6.2.2.5	Die Stammzahlleitbeziehung .....	141
6.2.2.6	Ermittlung der k-Faktoren.....	142
6.2.2.7	Zusammenstellung der Leistungstabellen .....	145

6.3	Der Einfluss der Standortmerkmale auf das Wachstum der Eichen.....	154
6.3.1	Die Wirkung der Standortmerkmale auf das Wachstum der Stieleichen- Äquivalenzklasse SEI I.....	154
6.3.1.1	Eliminierung des zeitlichen Trends .....	154
6.3.1.2	Identifizierung potenziell wachstumsrelevanter Standortfaktoren .....	156
6.3.1.3	Bestimmung des Erklärungsgehalts der für die Oberhöhenbonität potenziell wachstumsrelevanten Standortfaktoren .....	159
6.3.1.4	Möglichkeiten der Bonitätsschätzung anhand der Standortmerkmale.	162
6.3.2	Die Wirkung der Standortmerkmale auf das Wachstum der Traubeneichen- Äquivalenzklasse TEI II.....	166
6.3.2.1	Eliminierung des zeitlichen Trends .....	166
6.3.2.2	Identifizierung potenziell wachstumsrelevanter Standortfaktoren .....	169
6.3.2.3	Bestimmung des Erklärungsgehalts der für die Oberhöhenbonität potenziell wachstumsrelevanten Standortfaktoren .....	174
6.3.2.4	Möglichkeiten der Bonitätsschätzung anhand der Standortmerkmale.	178
6.3.3	Eignung der Vegetation als Bonitätsweiser .....	182
6.3.4	Einfluss der Wuchsleistung auf die Qualität der Eichen .....	188
6.3.4.1	Die Stieleichen-Äquivalenzklasse SEI I.....	188
6.3.4.2	Die Traubeneichen-Äquivalenzklasse TEI II.....	192
7	Diskussion .....	196
7.1	Die Eignung der standortsbezogenen Leistungstafeln zur Abbildung der realen Wachstumsgänge .....	196
7.1.1	Die standortsbezogene Leistungstafel SEI I .....	196
7.1.2	Die standortsbezogene Leistungstafel TEI II.....	207
7.2	Vergleich der Leistungstafeln SEI I und TEI II.....	217
7.3	Vergleich der standortsbezogenen Leistungstafeln mit den Ertragstafeln nach JÜTTNER (1955) und ERTELD (1961) für mäßige Hochdurchforstung .....	227
7.4	Anwendung der neuen, standortsbezogenen Leistungsmodelle in der Praxis...	239
7.5	Bemerkungen zum Einfluss des Standorts auf das Wachstum.....	240
7.6	Genetischer Aspekt .....	243
8	Zusammenfassung .....	244
9	Summary .....	249
	Verwendete Abkürzungen .....	253
	Literaturverzeichnis .....	254

## 8 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Wachstum von Stiel- (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* (MATT.) LIEBL.) im Nordostdeutschen Tiefland unter Berücksichtigung des Standorts. Im Zuge der durchgeführten Untersuchungen werden verschiedene Fragestellungen beantwortet. Zum einen wird geklärt, ob sich das Wachstum der beiden Eichen in einer Weise unterscheidet, die eine ertragskundliche Trennung rechtfertigt. Zum anderen wird überprüft, inwiefern sich die herkömmlichen Ertragstafelmodelle nach JÜTTNER (1955) und ERTELD (1961) dazu eignen, das Wachstum der untersuchten Eichenbestände zu beschreiben, und ob die Konstruktion neuer Wuchsmodelle erforderlich ist. Des Weiteren wird untersucht, inwieweit der Standort auf das Wachstum der Eichen Einfluss nimmt. Dabei werden die wichtigsten Standortfaktoren ermittelt und ihr Erklärungsgehalt für die Wuchsleistung der Eichenbestände bestimmt. Zusätzlich wird analysiert, ob die Vegetation zur Bonitätsschätzung hinzugezogen werden kann, und ob ein Zusammenhang zwischen der Wuchskraft der Bestände und deren Qualität besteht.

Im Vorfeld der Untersuchungen wurde zunächst eine umfassende Literaturanalyse durchgeführt. Diese befasst sich zum einen mit der Unterscheidung der beiden Eichen voneinander, und zum anderen mit der Modellierung des Eichenwachstums durch verschiedene Ertragstafelmodelle. Des Weiteren wird auf Unterschiede im Wachstum zwischen Stiel- und Traubeneiche eingegangen, die bereits in anderen Arbeiten beobachtet werden konnten. Nicht zuletzt beschäftigt sich die Literaturanalyse mit dem Einfluss des Standorts auf das Eichenwachstum.

Der Literaturanalyse schließen sich einige vorbereitende Untersuchungen an. Im Rahmen dieser Vorüberlegungen werden die wichtigsten Stamm-Standortsformengruppen identifiziert, auf denen die Stiel- und Traubeneichenbestände wachsen, um den Versuchsaufbau auf die Verbreitungsschwerpunkte konzentrieren zu können. Dabei zeigt sich, dass die Stieleiche eher die kräftigen Standorte im feuchten Tieflandklima bevorzugt, während die Traubeneiche vermehrt auf schwächeren Standorten im mäßig feuchten und trockenen Tieflandklima zu finden ist. Des Weiteren werden anhand der Datenspeicher der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt diejenigen Altersstützstellen identifiziert, welche sich zum Aufbau von Wuchsreihen am besten eignen. Das sind die Altersbereiche 20, 50, 90, 120 und 150 Jahre. Aufgrund der geringen Anzahl von für die Untersuchungen geeigneten Eichenbeständen konnte leider keine Altersstützstelle

im Altersbereich von über 150 Jahren etabliert werden. Nach der Festlegung des Versuchsaufbaus wurden alle potenziell möglichen Eichenbestände hinsichtlich ihrer Eignung zur Probeflächenanlage überprüft. Anhand dieser Ergebnisse konnten anschließend die einzelnen Probeflächen ausgewählt und angelegt werden. Insgesamt erfolgte die Neuanlage von 77 Stiel- und Traubeneichenprobeflächen, welche umfassend untersucht worden sind. Zusätzlich wurden 5 langfristige Versuchsflächen der Landesforstanstalt Eberswalde, Dezernat Waldwachstum, und 7 Versuchsflächen der Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg in den Analysen berücksichtigt. Bei der Anlage der Probeflächen wurde auf eine strikte Trennung von Stiel- und Traubeneiche geachtet. Gemischte Bestände aus Stiel- und Traubeneiche sowie Bestände aus Bäumen, die weder Stiel- noch Traubeneiche eindeutig zugeordnet werden konnten, wurden von den Untersuchungen ausgeschlossen.

Auf den Probeflächen wurden verschiedene Daten erfasst. An erster Stelle sind hier die ertragskundlichen Größen Brusthöhendurchmesser, Baumhöhe und Stammzahl zu nennen. Des Weiteren liefern Stammanalysen ergänzende Informationen über die auf den Probeflächen abgelaufenen Höhen- und Durchmesserentwicklungen, mit deren Hilfe auch allometrische Betrachtungen erfolgen. Auf der Grundlage der Stammanalysen können schließlich Äquivalenzklassen gebildet werden, welche Bestände mit vergleichbaren Wachstumsgängen vereinen. Die Bildung derartiger Klassen ist die Voraussetzung für die Entwicklung von Wuchsmodellen. Die hier entwickelten Modelle benutzen als Eingangsgröße die Oberhöhe nach WEISE. Das dazugehörige Oberhöhenmodell wird unter Verwendung der SLOBODA-Funktion (1971) hergeleitet. Die gleiche Funktion dient auch zur Modellierung des Oberdurchmessers. Verknüpft werden beide Modelle über den aus dem Datenmaterial gewonnenen stochastischen Zusammenhang zwischen der Oberhöhenbonität und dem Oberdurchmesser. Die Kennwerte Mittelhöhe, Mitteldurchmesser und Stammzahl können schließlich regressionsanalytisch aus den beiden grundlegenden Modellbestandteilen abgeleitet werden. Zusätzlich zu den Ertragskennwerten des verbleibenden Bestandes wird auch der ausscheidende Bestandesteil modelliert. Das geschieht mit Hilfe von Korrekturfaktoren für die Größen Höhe und Durchmesser, welche anhand von Probedurchforschungen nach dem Prinzip der mäßigen Hochdurchforstung gewonnen worden sind. Neben den quantitativen Kennwerten wurden auch ausgewählte qualitative Merkmale wie Schaftform, Kronenform, Astigkeit und Wasserreiserbildung bewertet und in die Auswertungen einbezogen.

Zusätzlich zu den ertragskundlichen Größen wurden auch Klimadaten in die Untersuchungen integriert, welche von den Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes stammen. Be-

trachtet wurden primäre Variablen wie Niederschlagsmenge, Durchschnittstemperatur und Minimaltemperatur, aber auch Ereignisvariablen (Sommerdürren) und aus den Primärgrößen Niederschlag und Temperatur abgeleitete Indizes. Vor den eigentlichen Untersuchungen wurden die Witterungszeitreihen homogenisiert und regionalisiert. Die Klimavariablen an sich wurden letztendlich den statistischen Analysen in Form von Mittelwerten zugeführt.

Des Weiteren wurden auch Boden- und Humuseigenschaften ermittelt. Darunter die Korngrößenanteile sowie die Elementgehalte, Vorräte und Sättigungsgrade wichtiger Nährelemente im Mineralboden und im Humus. Diese Informationen dienten anschließend zur standortkundlichen Klassifizierung der Probeflächen. In engem Zusammenhang mit der Einschätzung des Standortpotenzials ist auch die Ermittlung der Vegetationstypen zu sehen. Diese wurden auf der Grundlage der Vegetationsgutachten durch das Waldkunde-Institut Eberswalde bestimmt.

Im Zuge der Untersuchungen wird gezeigt, dass sich Stiel- und Traubeneiche in ihrem Wachstumsgang grundsätzlich unterscheiden. Zum einen verfügt die Stieleiche über ein rascheres Jugendwachstum als die Traubeneiche, und zum anderen besitzen die Traubeneichen im Allgemeinen geringere Durchmesserwerte als die Stieleichen. Dieser Umstand rechtfertigt aus ertragskundlicher Sicht eine getrennte Betrachtung der beiden Eichen. Die Gegenüberstellung der empirischen Wachstumsgänge mit den Ertragstafeln von JÜTTNER (1955) und ERTELD (1961) zeigt zudem, dass sich diese herkömmlichen Modelle nicht eignen, um das Wachstum auf den Probeflächen zu beschreiben. Zum einen umfassen die herkömmlichen Modelle nicht das gesamte Höhenspektrum und zum anderen stimmen die Durchmesserwachstumsgänge nicht mit der Realität überein. Deswegen ist die Konstruktion neuer Wuchsmodelle unumgänglich. Des Weiteren kann beobachtet werden, dass zwischen der Oberhöhenbonität und dem Begründungsjahr der Eichenbestände ein enger Zusammenhang besteht. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass sich einige wichtige Wachstumsfaktoren im Laufe der Zeit verändert haben. Allometrische Analysen, die in diesem Kontext durchgeführt worden sind, setzen den Zeitpunkt des Wandels auf die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts fest. Seit dieser Zeit haben sich die Wuchsleistungen aufgrund der veränderten Faktorenkonstellation überwiegend verbessert. Mögliche Ursachen für diese Entwicklung können in den nachgewiesenen Niederschlags- und Temperaturerhöhungen gesehen werden, die innerhalb des untersuchten Zeitraums stattgefunden haben. Eine entscheidende Rolle dürften aber auch das Stoffeintragsgeschehen und die atmosphärische Zusammensetzung spielen, welche in dieser Arbeit jedoch nicht untersucht werden konn-

ten. Der zeitliche Trend der Wuchsleistung sollte bei waldwachstumskundlichen Untersuchungen generell berücksichtigt werden.

Mithilfe der SLOBODA-Funktion (1971) werden schließlich neue, standortsbezogene Wuchsleistungsmodelle konstruiert. Der Bezug zum Standort wird hierbei über die Äquivalenzklassen hergestellt. Diese Klassen vereinen Stamm-Standortsformengruppen mit vergleichbaren Wachstumsgängen. Insgesamt wurden für die Stieleiche zwei (SEI I und SEI II) und für die Traubeneiche drei Äquivalenzklassen (TEI I, TEI II und TEI III) ausgeschieden. Wegen der z.T. zu geringen Stichprobenanzahl je Äquivalenzklasse konnten jedoch nur für die Gruppen SEI I und TEI II Wuchsmodelle entwickelt werden. Diese Wuchsmodelle zeichnen sich durch eine gute Anpassung der einzelnen Funktionsgleichungen an das Datenmaterial aus. Um die Modelle leichter in die Forstpraxis übertragen zu können, wurden für die Wuchsmodelle Leistungstabellen nach dem Vorbild bestehender Ertragstafeln erstellt. Diese enthalten die wichtigsten ertragskundlichen Kennwerte zum verbleibenden, zum ausscheidenden und zum Gesamtbestand für je vier relative Bonitäten. Im Anschluss an die Konstruktion der standortsbezogenen Leistungsmodelle wurden die erfassten Standortfaktoren näher untersucht. Durch Korrelationsanalysen konnte gezeigt werden, dass viele Merkmale in engem Zusammenhang mit der Oberhöhenbonität stehen. Dabei ist die Anzahl der potenziell wachstumsrelevanten Standortmerkmale im Fall der Traubeneiche deutlich höher als im Fall der Stieleiche. Insgesamt erklären die erfassten Einflussvariablen für die Stieleichen-Äquivalenzklasse SEI I etwa ein Drittel der Gesamtvarianz der Oberhöhenbonität. Bei der Traubeneichen-Äquivalenzklasse TEI II sind es dagegen über 90 %. Die straffesten Korrelationen können für den Mangan-Sättigungsgrad (SEI I) und den Tongehalt (TEI II) nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu eignen sich zur diskriminanzanalytischen Trennung der Bonitäten die Merkmale Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt (SEI I) bzw. Eisenvorrat und Tongehalt (TEI II) am besten. Verwendet man statt des Merkmalspaars alle relevanten Standortmerkmale, dann gelingt im Fall der Äquivalenzklasse TEI II sogar eine hundertprozentige Trennung der untersuchten Bestände. Aufgrund der hohen Merkmalsanzahl ist dieses Diskriminanzmodell jedoch nicht praktikabel.

Für die Vegetation lässt sich kein abgesicherter Zusammenhang zur Wuchsleistung erkennen. Lediglich zwischen den Waldreitgras-Traubeneichen-Wäldern und den Blaubeer-Kiefern-Traubeneichen-Wäldern bestehen tendenzielle Unterschiede. Des Weiteren kann beobachtet werden, dass zwischen den qualitativen Bestandesmerkmalen und der Oberhöhenbonität keine statistisch abgesicherten Zusammenhänge existieren, mit Ausnahme des

Wasserreiserbesatzes in den Stieleichenbeständen. Der Wasserreiserbesatz ist demnach umso stärker ausgebildet, je schwächer die Bonität ist.

Insgesamt stellt die vorliegende Arbeit mit den neu entwickelten, standortsbezogenen Wachstumsmodellen eine gute Schätzhilfe für mäßig hochdurchforstete, reine Stiel- bzw. Traubeneichenbestände im Nordostdeutschen Tiefland zur Verfügung. Der Gültigkeitsbereich dieser Modelle erstreckt sich dabei für die Äquivalenzklasse SEI I im Wesentlichen auf die Standorte der Stamm-Standortsformengruppen Tf K2, Tm M2, Tf NK2 und Tm NK2 bzw. für die Äquivalenzklasse TEI II auf die Standorte der Stamm-Standortsformengruppen Tm M2, Tt M2 und Tt Z2. Auch für weitere Standorte scheinen die Modelle durchaus geeignet zu sein, wobei der gesamte Gültigkeitsbereich noch zukünftig bestimmt werden muss.

## 9 Summary

### Analytical investigations of the relationship between the growth factors and the growth of *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. in the northeastern lowlands of Germany

This doctoral thesis deals with the growth of *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. in the northeastern lowlands of Germany in consideration of the growth factors. In the course of the investigation a range of questions will be answered. First of all, it will be investigated, if there does exist a deviation in the growth of both oaks, which justifies a separated handling. Moreover, it will be checked, if the yield tables of JÜTTNER (1955) and ERTELD (1961) are able to show the real growth of the investigated oak stands or if it is necessary to develop new growth models. Furthermore, it will be checked to what extent the growth factors have an impact on the growth. In this context, the most important growth factors will be identified. In addition to this, it will also be analysed, if the vegetation is qualified to help estimate the top height-site index and if there exists a relationship between the site index and the quality attributes of the oak stands.

Before the investigations started, a comprehensive literature analysis was accomplished. This literature analysis deals with the determination of both oaks as well as with the different existing yield models for oak. Moreover, the different results of a range of other investigations, which were made so far about the growth of *Quercus robur* and *Quercus petraea*, are shown. Last but not least, the literature analysis deals with the results of the researches, which investigated the impact of the growth-relevant site-variables on the oak growth.

Some preparatory investigations follow the literature analysis. In this context the most important site units, on which the oaks are growing, will be identified. The investigation concentrates on these main site units. Hereby it is emphasised, that *Quercus robur* prefers sites with a good nutritional supply in the humid lowland-climate. In comparison to this, *Quercus petraea* prefers sites with a lower nutritional supply in the arid lowland-climate. Moreover, the age groups of the oak stands, which afford the best probability to develop growth models in the northeastern lowlands of Germany, will be identified. These are the age groups of 20, 50, 90, 120 and 150 years. On account of the low number of oak stands, which are suitable for investigations, it was not possible to include stands older than 150 years. After this preparation all possible oak stands were evaluated and the best stands

were chosen for the investigation. Altogether, 77 stands were used for the investigation. In addition to them, 5 long-time observation stands of the “Landesforstanstalt Eberswalde, Dezernat Waldwachstum” and 7 investigation stands of the “Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg” were also included into the investigations. But only pure stands of *Quercus robur* or *Quercus petraea* were used. Mixed stands had to be excluded from the investigations.

On the investigated oak stands several data were collected. First, there are the yield attributes such as diameter, height and number of trees. Second, tree-ring analyses supply an information about the development of diameter and height. This information was used to identify equivalence groups of stands, which show a similar growth. These equivalence groups are the condition for developing growth models. In this doctoral thesis the top height of WEISE was used to get access to the growth models. The model of the top height was constructed by application of the SLOBODA-equation (1971). The same equation was also used to develop the model of the top diameter. Both models were combined by the stochastic relationship between the top height-site index and the diameter of the oak stands. The parameters mean height, mean diameter and number of trees were derived by the use of several regression equations. The attributes of the thinned-out stand were determined by so called k-factors, corresponding to the parameters height and diameter. These factors were developed in the course of test thinnings, which occur as moderate high-thinnings. Furthermore, some quality attributes such as stem shape, crown shape, primary branches and secondary branches were included into the analyses.

In addition to the yield attributes, meteorological features and their relationship to the growth were also investigated. The weather data series were provided by the “Deutscher Wetterdienst”. Some primary variables such as precipitation, mean temperature and minimum temperature, but also event-related variables such as summer drought and secondary variables such as several indices, which were derived from precipitation and temperature, were used as well. But before the relationship between weather and growth could be analysed, the weather data series had to be homogenised and regionalised. Finally, the weather data series were transformed into monthly and annually mean values before the statistical analyses started.

Moreover, several characteristic features of the soil and the humus were included into the investigation, especially the percentage of the different groups of grain size and the main nutrients. This information was used to classify the investigated oak stands according to the site attributes. The vegetation is also in close connexion with soil and weather. It was

determined in each of the oak stands. The following classification into typical vegetation groups was made by the “Waldkunde-Institut Eberswalde”.

In the course of the investigations it is shown, that the growth of *Quercus robur* deviates from the growth of *Quercus petraea*. On the one hand, *Quercus robur* grows faster in the youth than *Quercus petraea*. On the other hand, *Quercus petraea* usually reaches lower diameters than *Quercus robur*. That is why both oaks should be managed separately. In comparison to the empirical data the yield tables of JÜTTNER (1955) and ERTELD (1961) show, that they are not able to describe the current growth. First, the old models did not cover the whole range of performance for the height, second, the diameter development of the old models does not reflect the reality. That is why it is necessary to develop new growth models. Moreover, a close connexion between the site index and the year of planting can be noticed. It seems that some important growth factors have changed during the last century. Allometrical analyses determine the point of change in the first half of the 20th century. Since that time, oak stands are growing better than before. Maybe one cause of this development is the proved increasing of precipitation and temperature in the investigated area. The emission of nutrients and the composition of the atmosphere are very important as well, although these characteristics could not be investigated in this doctoral thesis in detail. Nevertheless, the trend of the growth, caused by the mentioned factors, should be generally considered in the investigated data.

With the aid of the SLOBODA-equation (1971) two new growth models, which regard the site, were developed. Growth and site are combined by the determination of the equivalence groups. These groups unite site units with similar growth. Altogether, two equivalence groups for *Quercus robur* (SEI I, SEI II) and three equivalence groups for *Quercus petraea* (TEI I, TEI II, TEI III) have been identified. Because of the low number of samples only two new site related growth models for the groups SEI I and TEI II could be developed. These models show a good adaptation to the original data. To turn the models into practise some yield tables were designed as well. These tables contain the most important attributes of the remaining, the thinned-out and the total stand for four top height-site indices.

After the development of the new site related growth models the growth factors were investigated. It is shown that many attributes are correlated with the top height-site index. However the number of significant growth factors is much higher in the case of *Quercus petraea* than in the case of *Quercus robur*. Altogether, the investigated growth factors explain about a third of the variance of the top height-site index in the case of the equivalence

group SEI I. In comparison to this, 90 percent are explained in the case of equivalence group TEI II. The closest correlations exist for the saturation level of manganese (SEI I) and the percentage of clay (TEI II). In contrast to this, the best differentiation of the yield groups can be achieved by the combination of the percentage of carbon and the percentage of nitrogen (SEI I) or by the combination of the iron stock and the percentage of clay (TEI II). Using all of the significant growth factors instead of one pair of growth factors it is possible to separate all investigated stands according to their top height-site index (only in the case of TEI II) correctly. Yet, because of the big number of significant growth factors this model is not applicable.

A significant correlation between the vegetation and the top height-site index could not be found. It seems that only between the *Calamagrostis arundinacea* - *Quercus petraea* - woods and the *Vaccinium myrtillus* - *Pinus silvestris* - *Quercus petraea* - woods show a differing performance of the yield. Furthermore, there are no significant correlations between the quality attributes of the oak stands and the yield in general. Only in the case of the equivalence group SEI I exists a significant correlation between the secondary-branches and the top height-site index. A increase in the top height-site index corresponds with a declining percentage of secondary branches.

The newly developed site related growth models of this doctoral thesis are altogether a good help in moderately high-thinned and pure stands of *Quercus robur* or *Quercus petraea* in the northeastern lowlands of Germany. The validity area spreads in the case of the equivalence group SEI I over the site units Tf K2, Tm M2, Tf NK 2 and Tm NK2 and in the case of the equivalence group TEI II over the site units Tm M2, Tt M2 and Tt Z2. But it is possible, that the models are also qualified for some other site units, which should be determined in subsequent analyses.