

# Wie viel Platz braucht ein Kiefernstamm?

## Ergebnisse aus den Untersuchungen solitär erwachsener Kiefern in Brandenburg

Annett Degenhardt

### 1. Motivation

Mit der Neuorientierung der Forstwirtschaft zu einzelbaumorientierten Bewirtschaftungsformen stellt sich immer mehr die Fragen nach der Genauigkeit bzw. Anwendbarkeit von Ertragstafeln, die die Entwicklung von Beständen bei Annahme einer vorgegebenen Behandlungsstrategie und ausschließlich über Mittel- und Hektarwerte beschreiben. Aufgrund dessen werden die von Ertragstafeln modellierten Bestandesentwicklungen zunehmend abgelöst von einzelbaumorientierten Modellen.

Im Gegensatz zu Ertragstafeln liefern diese präzisere Informationen über die Entwicklung einzelner Bäume bei unterschiedlichen Standortangeboten und ermöglichen damit Prognosen des Bestandeswachstums bei verschiedensten Durchforstungsstrategien.

Die Parametrisierung des in Niedersachsen entwickelten Bestandessimulationsmodells BWINPro (NAGEL et al. 2002) für die Kiefer in Brandenburg (DEGENHARDT 2007) beruhte zum größten Teil auf Daten von langfristigen Versuchsflächen, bei denen eine flächige und keine einzelbaumorientierte Durchforstung im Mittelpunkt standen. Die Durchforstungsstärke lag in den meisten Fällen in solchen Bereichen, dass das Wachstum der Bäume des Bestandes durch die Konkurrenz von Nachbarbäumen beeinflusst wurde. Die derzeit diskutierten waldbaulichen Konzepte favorisieren jedoch eine konsequente Freistellung von Z-Bäumen mit dem Ziel, diesen ein nahezu konkurrenzfreies Wachstum zu ermöglichen. Mit den zur Verfügung stehenden Versuchsflächendaten konnten jedoch keine ausreichend gesicherte Aussagen zu den Auswirkungen extremer Freistellungen getroffen werden.

Daher entstand die Idee, mit Hilfe der Untersuchung von Solitärbäumen den Grenzbereich des Wachstums bei Konkurrenzfreiheit zu erfassen. Die Auswertungen erfolgten im Vergleich mit Daten von im Bestand erwachsenen Kiefern. Die abgeleiteten Ergebnisse wurden in das Wachstumsmodell BWINPro für die Kiefer in Brandenburg integriert, um mit Hilfe von Simulationen Möglichkeiten und Grenzen der Freistellung von Einzelbäumen aufzuzeigen.

### 2. Dimensionen solitär erwachsener Kiefern

Für die Untersuchung der Solitärkiefern wurden insgesamt mehr als 100 Bäume über den gesamten Bereich des Landes Brandenburg gesichtet und als Solitäre akzeptiert, wenn sie keine erkennbaren Einflüsse auf die Kronenentwicklung (tiefer Kronenansatz, breite Krone, starke Äste im Bereich des Kronenansatzes (UHL et al. 2006)) aufwiesen

sowie einen möglichst durchgehenden Schaft besaßen (Abb. 1). Außerdem galt es, alle relevanten Standorts- und Altersbereiche möglichst gleichmäßig abzudecken (Abb. 2). Schließlich wurden die am besten geeigneten 54 Bäume ausgewählt und vermessen.

Die Datenerfassung konzentrierte sich vorrangig auf Höhen-, Durchmesser- und Kronenentwicklungen.

Zur Charakterisierung der Kronendimensionen dienten die Kronenansätze und die Kronenradien in Haupt- und Nebenhimmelsrichtungen (Nord, Nord-Ost, Ost, Süd-Ost, Süd, Süd-West, West, Nord-West). Die Durchmesserzuwachsermittlung und die Altersbestimmung erfolgten anhand von Zuwachsbohrungen.

Eine ausführliche Darstellung der Aufnahmemethodik und der Ergebnisse findet man in der Bachelor-Arbeit von LANGE (2008). Im Folgenden werden einige, für die Parametrisierung des Modells wichtige Größen diskutiert.

Abbildung 3 stellt die Kronenbreiten der Solitäre und vergleichsweise von im Bestand erwachsenen Kiefern in Abhängigkeit vom BHD dar.

Die Kronenbreiten der Kiefern Solitäre liegen erwartungsgemäß im oberen Bereich aller betrachteten Werte. Überraschend ist jedoch, dass diese Kronenbreiten teilweise aber auch an Bäumen gemessen werden, die im Bestand erwachsen sind.

Bei Baumdurchmessern von ca. 50 cm werden Kronenbreiten von höchstens 12 m und bei einem Durchmesser von 75 cm von maximal 15 m erreicht. Wesentliche größere Kronen sind offensichtlich auch bei Solitärkiefern nicht zu erwarten.

Bei den Kronenlängen zeigt sich dagegen ein etwas anderes Bild. Während die Kronenlänge für im Bestand erwachsene Kiefern zum überwiegenden Teil im Bereich von 20-60% der Baumhöhe liegen, weisen die Solitärkronen eine Länge von 60-100% der Baumhöhe auf (Abbildung 4). Dabei sind die größten relativen Kronenlängen bei den schwächeren Solitären zu beobachten – der Kronenansatz liegt bei Durchmessern bis 30 cm meist unter 1,5 m. Erst bei größeren Durchmessern wird der Kronenansatz nach oben verlagert, überschreitet die 9 m aber nicht. Damit sind auch bei Solitären mit Durchmessern über 50 cm noch Kronen mit einer Länge von mehr als 50% der Baumhöhe zu erwarten.

Für Solitäre mit ihren tiefen Kronenansätzen und vielen starken Ästen im Bereich des untersten und damit wertvollsten Stammabschnittes ist die Wertholzproduktion demzufolge nur mit Astung möglich. Damit sind jedoch Kosten verbunden, die durch den Wertzuwachs des Baumes über die Umtriebszeit wieder erwirtschaftet werden müssen.



Abbildung 1: Solitärkiefern im Revier Drahendorf (links) und Marienberg (rechts) (Fotos: M. Lange)

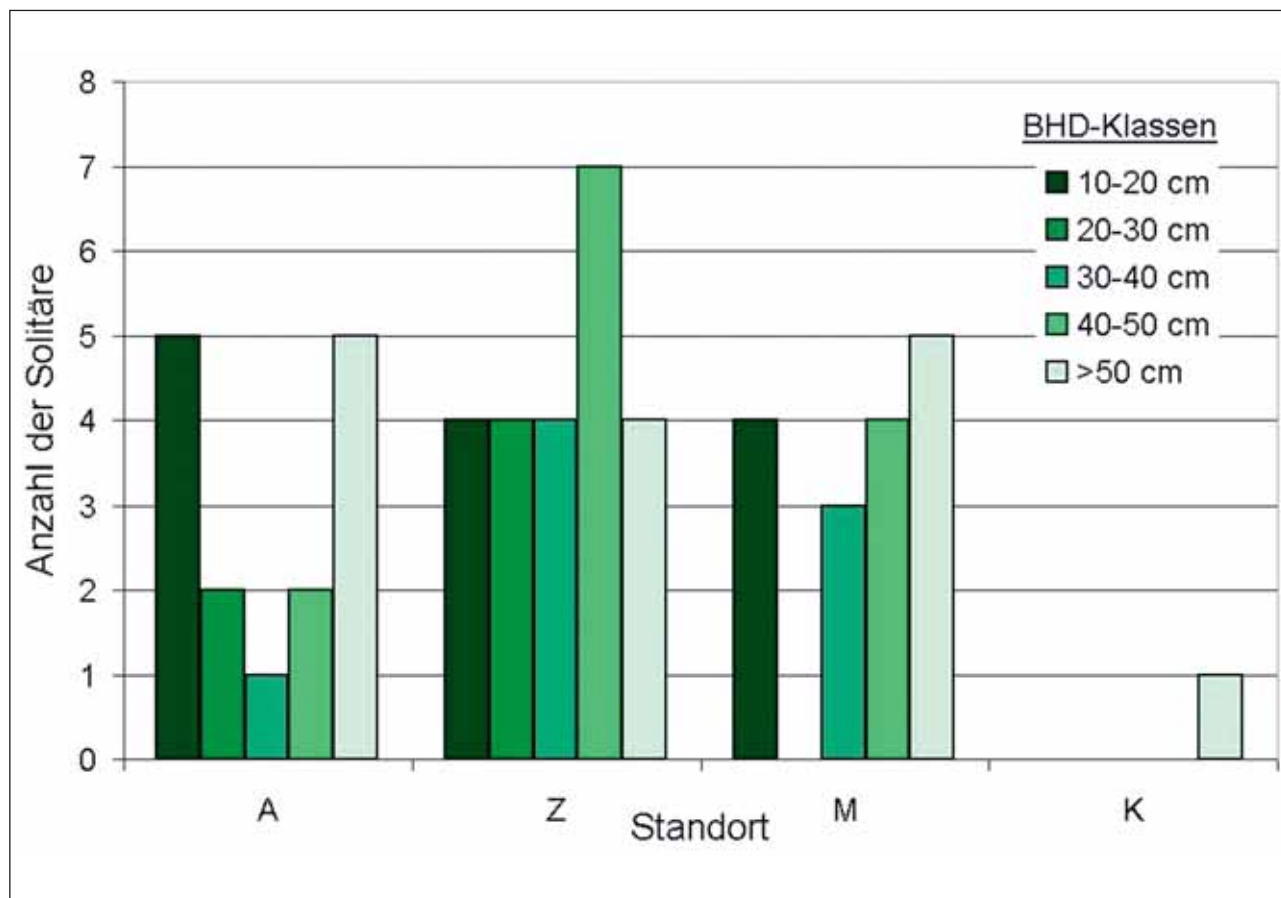


Abbildung 2: Verteilung der ausgewählten Kiefern Solitäre nach Standort und BHD-Klassen

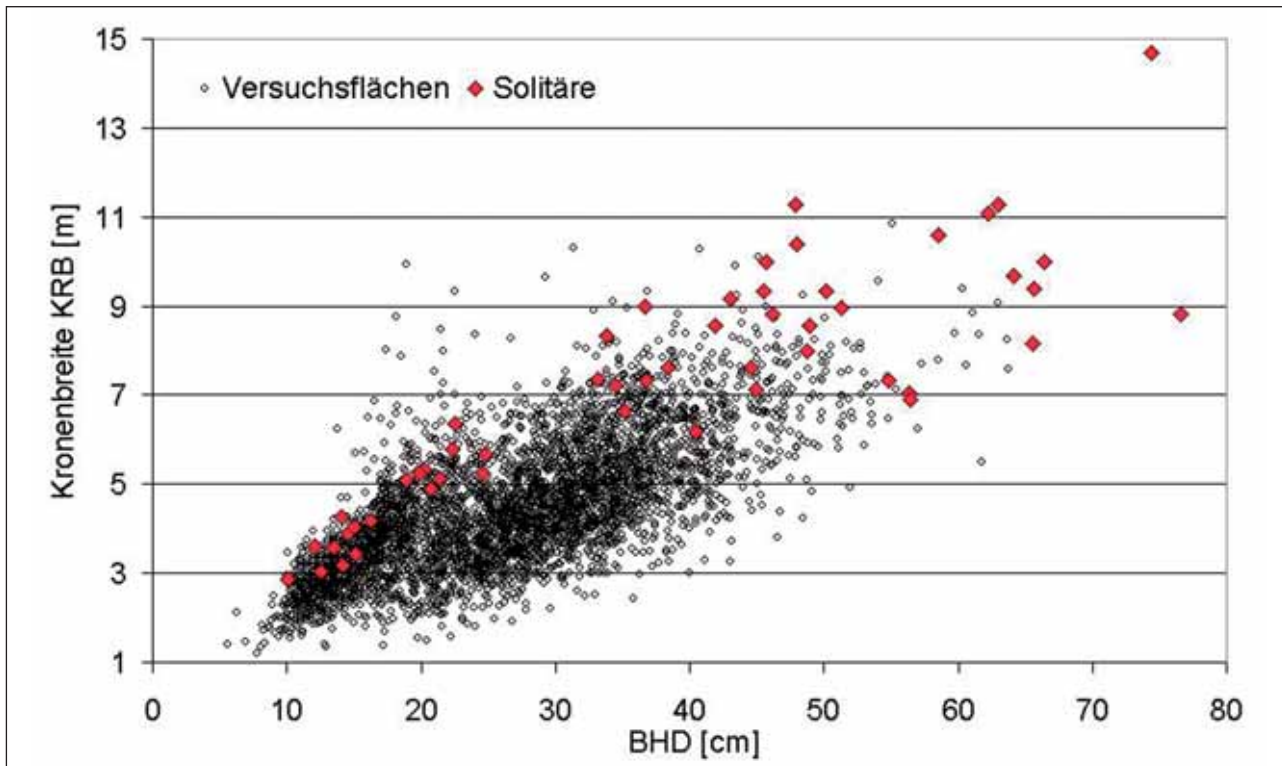


Abbildung 3: Kronenbreiten der Kiefersolitäre im Vergleich mit den Versuchsflächendaten

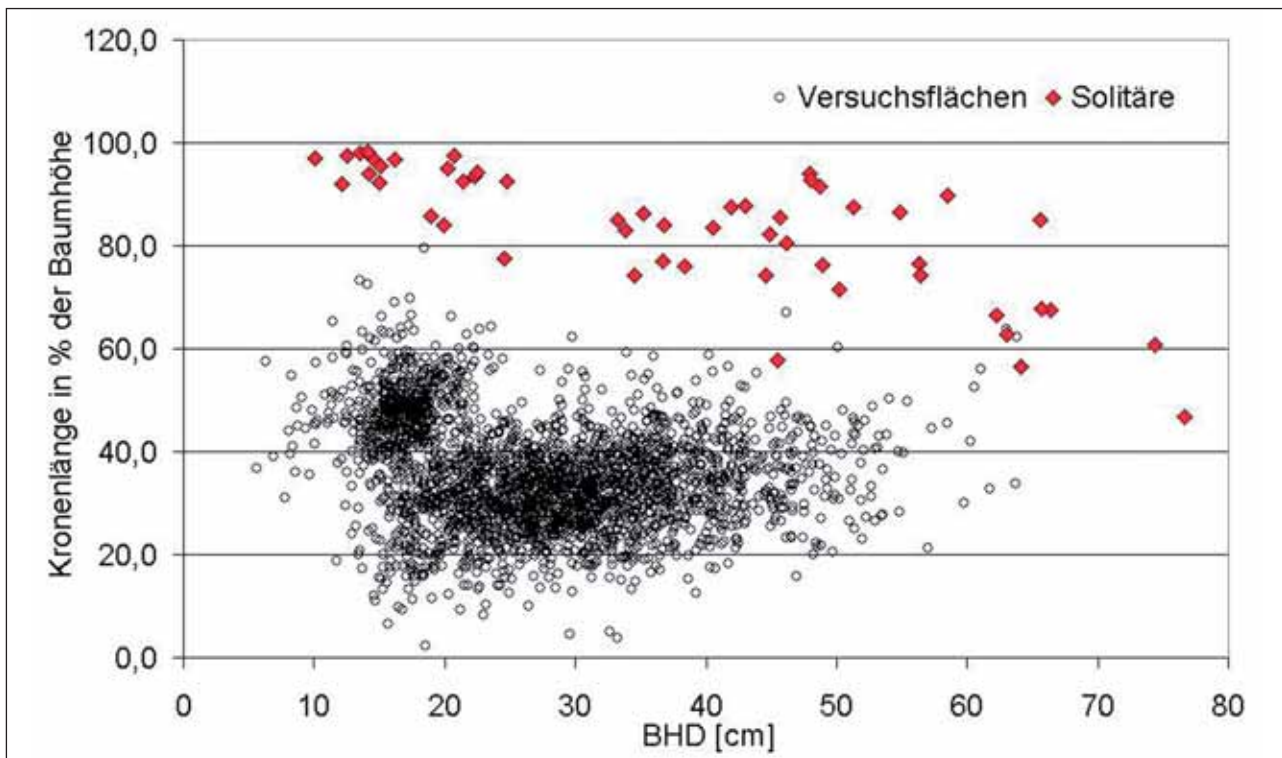


Abbildung 4: Kronenlängen der Kiefersolitäre im Vergleich mit den Versuchsflächendaten

Für die Analyse der Durchmesserzuwächse der Solitärkiefen wurde an jedem Probebaum ein Bohrkern in 1,3 m Höhe entnommen. Die Bohrkernentnahme erfolgte an einer Stelle zwischen dem maximalen und dem minimalen Durchmesser des Baumes, um dadurch möglichst einen mittleren Zuwachswert zu erhalten. Nach der Vermessung

der Jahringbreiten wurden diese außerdem mit dem durch Kluppung ermittelten Durchmesser in 1,3 m Höhe abzüglich der Rindenstärke abgeglichen.

Abbildung 5 zeigt die Durchmesserzuwächse der Solitärkiefen in Abhängigkeit vom Baumalter. Vergleichsweise sind auch hier wieder Daten von Versuchsflächen, aber

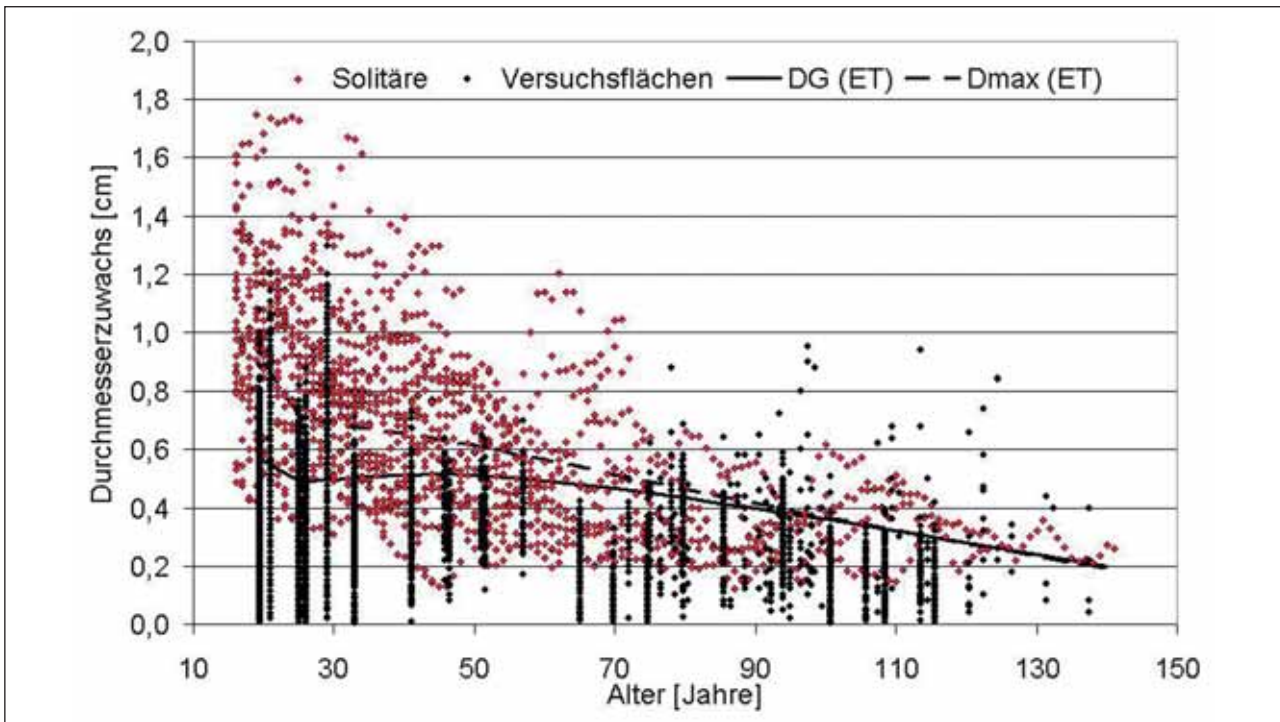


Abbildung 5: Durchmesserzuwächse der Kiefern solitary im Vergleich mit der Kiefern-Ertragstafel und Versuchsflächendaten

auch aus der Kiefern-Ertragstafel (relative Bonität 1,0 und Bestockungsgrad 0,8) abgeleitete Zuwächse für den Durchmesser des Grundflächenmittelstammes (DG) und den maximalen Durchmesser (Dmax) dargestellt. Erwartungsgemäß zeigt sich, dass gerade im jungen Alter (etwa bis 70 Jahre) solitary stehende Einzelbäume wesentlich größere Durchmesserzuwächse hervorbringen als im Bestand erwachsenen Bäume.

Im Altersbereich über 70 Jahre verlieren sich die Unterschiede zwischen Solitärerbäumen, Versuchsbeständen und Ertragstafelwerten zunehmend. Ab einem Alter von 90 Jahren sind kaum noch Abweichungen zu erkennen.

Kumulativ ergeben sich aus den ermittelten Durchmesserzuwächsen die in Abbildung 6 dargestellten Durchmesserentwicklungen. Beeindruckend ist, dass einzelne

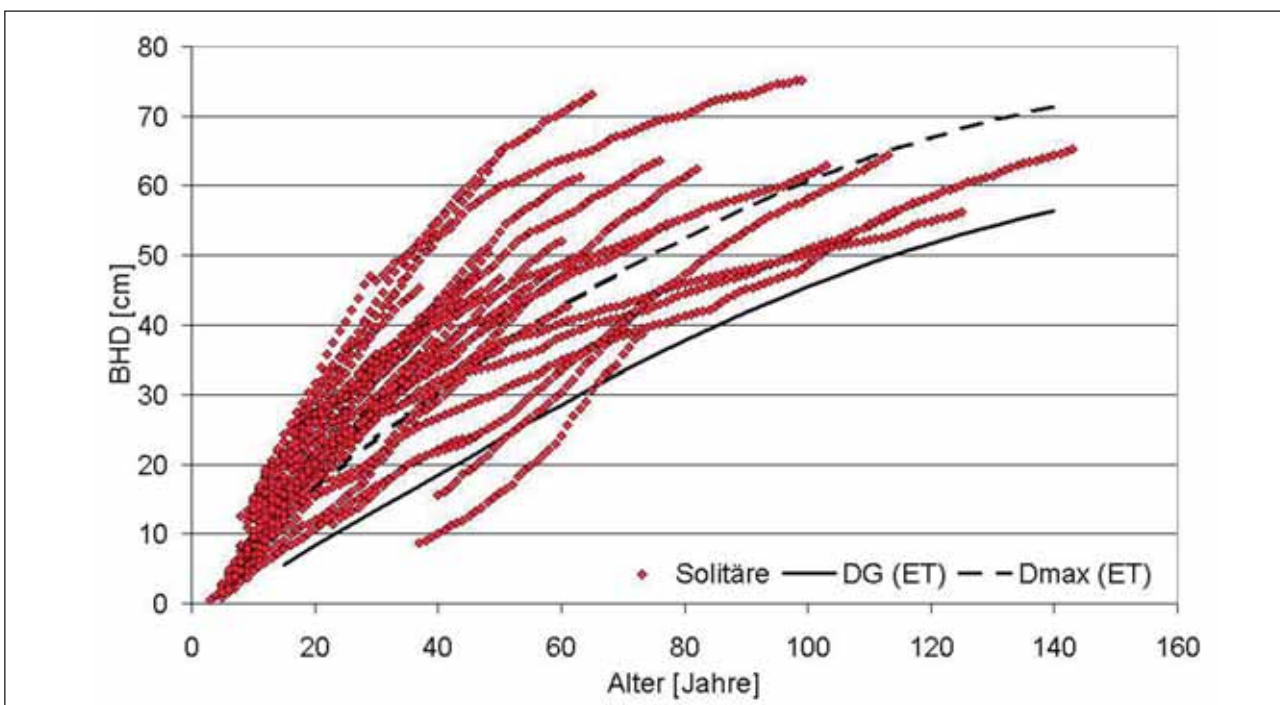


Abbildung 6: Durchmesserentwicklung der Kiefern solitary im Vergleich mit der Kiefern-Ertragstafel

solitär erwachsene Kiefern schon mit einem Alter von 40 Jahren Durchmesser von 50 cm erzielen können. Damit wären Zieldurchmesser von 45-50 cm bei konkurrenzfreiem Wachstum teilweise 15-20 Jahre früher als mit Konkurrenz im Bestand erreichbar.

Die dargestellten Untersuchungen zur Dimension und zum Wachstum von Kiefersolitären in Brandenburg zeigen deutlich die Unterschiede zwischen im Freiland und im Bestand erwachsenen Kiefern. Diese Ergebnisse der Kronen- und Zuwachsuntersuchungen werden im Folgenden genutzt, um Möglichkeiten aber auch Grenzen der Freistellung von Einzelbäumen, insbesondere von Z-Stämmen, aufzuzeigen.

Dabei wird auf das für die Kiefer in Brandenburg angepasste Bestandessimulationsmodell BWINPro zurückgegriffen, wobei die für die Solitäre erhobenen Daten zur Neuparametrisierung des Modells beitragen konnten.

### 3. Parametrisierung des Einzelbaummodells

Die Grundidee der Einzelbaummodelle besteht darin, das Wachstum von Einzelbäumen zu prognostizieren und das Bestandeswachstum aus dem Wachstum der Einzelbäume zu aggregieren.

Bei der Prognose beschränkt sich das Bestandessimulationsmodell BWINPro im Wesentlichen auf die Fortschreibung der vier Einzelbaumgrößen Durchmesser, Höhe, Kronenparameter und Mortalität mittels geeigneter mathematischer Funktionen.

Die Parametrisierung des Einzelbaummodells bedeutet damit, dass für diese, dem Modell zugrunde liegenden Funktionen Parameter gefunden werden müssen, die speziell für die Kiefernbestände in Brandenburg geeignet sind.

Zur Bewertung der gezielten Freistellung von Einzelbäumen ist vor allem die Wirkung auf den Durchmesserzuwachs entscheidend, da dieser den größten Einfluss auf die Volumenleistung des Einzelbaumes und schließlich auf die Wertleistung des Bestandes hat. Die Parametrisierung soll daher beispielhaft anhand dieser Funktion erläutert und diskutiert werden.

Der Durchmesserzuwachs eines Einzelbaumes wird neben dem Standort entscheidend durch seinen Durchmesser und dem ihm zur Verfügung stehenden Standraum beeinflusst (Abb. 7) (DEGENHARDT 2001). Durch eine gezielte Durchforstung ist der Standraum direkt veränderbar.

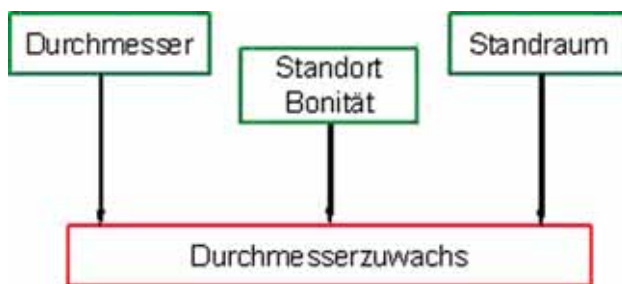


Abbildung 7: Grundbeziehungen für die Ableitung des Durchmesserzuwachses

Eine Zunahme der Durchmesser lässt sich dagegen zunächst nur durch die geeignete Wahl der zu fördernden Stämme und langfristig indirekt durch die Schaffung günstiger Wachstumsbedingungen erzielen.

Um diese Zusammenhänge zu vereinfachen, sollte der Einfluss des Standortes aus der Beziehung eliminiert werden.

Da sich das Standortpotential durch die Bonität des Bestandes ausdrücken lässt, ist der Bezug zur Ertragstafel gegeben, aus der sich der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes ( $DG_{ET}$ ), der durchschnittliche jährliche Zuwachs des  $DG$  ( $jZD_{ET}$ ), die Stammzahl ( $N_{ET}$ ) und damit der mittlere Standraum ( $SR_{ET}$ ) eines Baumes ableiten lassen.

Damit ist es möglich, die am Einzelbaum gemessenen Größen durch die entsprechenden Ertragstafel-Werte zu relativieren.

- relativer Durchmesser:  
 $relD = D / DG_{ET}$
- relativer Durchmesserzuwachs:  
 $relDZ = jDZ / jZD_{ET}$
- relativer Radius des Standraumes:  
 $rSR = \sqrt{SR / SR_{ET}}$ , wobei  $SR_{ET} = 10000 / N_{ET}$

Ziel ist es nun, den  $relDZ$  in Abhängigkeit vom  $relD$  und  $rSR$  zu beschreiben. Grundlage dafür bildeten zunächst die auf den langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächen erhobenen Durchmesser, Höhen und Stammfußkoordinaten der Einzelbäume (ca. 20000 Messwerte für einen Altersbereich von 15 bis 140 Jahren und einem Bonitätsbereich von  $HG_{100}$  16 bis 34). Außerdem konnten die an den Solitärkiefern erfassten Parameter einbezogen werden.

In Abbildung 8 sind die für alle Durchmesser- und Durchmesserzuwachsmesswerte abgeleiteten relativen Werte dargestellt. Durch die Wahl einer geeigneten nichtlinearen Funktion kann die Abhängigkeit des relativen Durchmesserzuwachses ( $relDZ$ ) vom relativen Durchmesser ( $relD$ ) und vom relativen Standraum ( $rSR$ ) plausibel beschrieben werden.

Abbildung 9 zeigt den Verlauf der Durchmesserzuwachs-funktion in ihrer dreidimensionalen Form.

Sowohl für kleine relative Standräume als auch für kleine relative Durchmesser ist ein starker Anstieg der Funktion zu beobachten. Andererseits erreicht man aber auch schnell den Bereich des Abflachens der Funktion.

Während Solitärkiefern mit ihrem starken Durchmesser und dem ihm zur Verfügung stehenden Standräumen im ebenen Bereich der Funktion befinden, liegen Bäume mit durchschnittlichen Ertragstafeldimensionen ( $DG$  und Ertragstafelstandraum) im Bereich des starken Anstieges. Eine Förderung solcher Bäume lässt damit wesentlich größere Zuwachsgewinne erwarten als die besondere Freistellung relativ starker Bäume, die selbst schon einen sehr großen Standraum einnehmen.

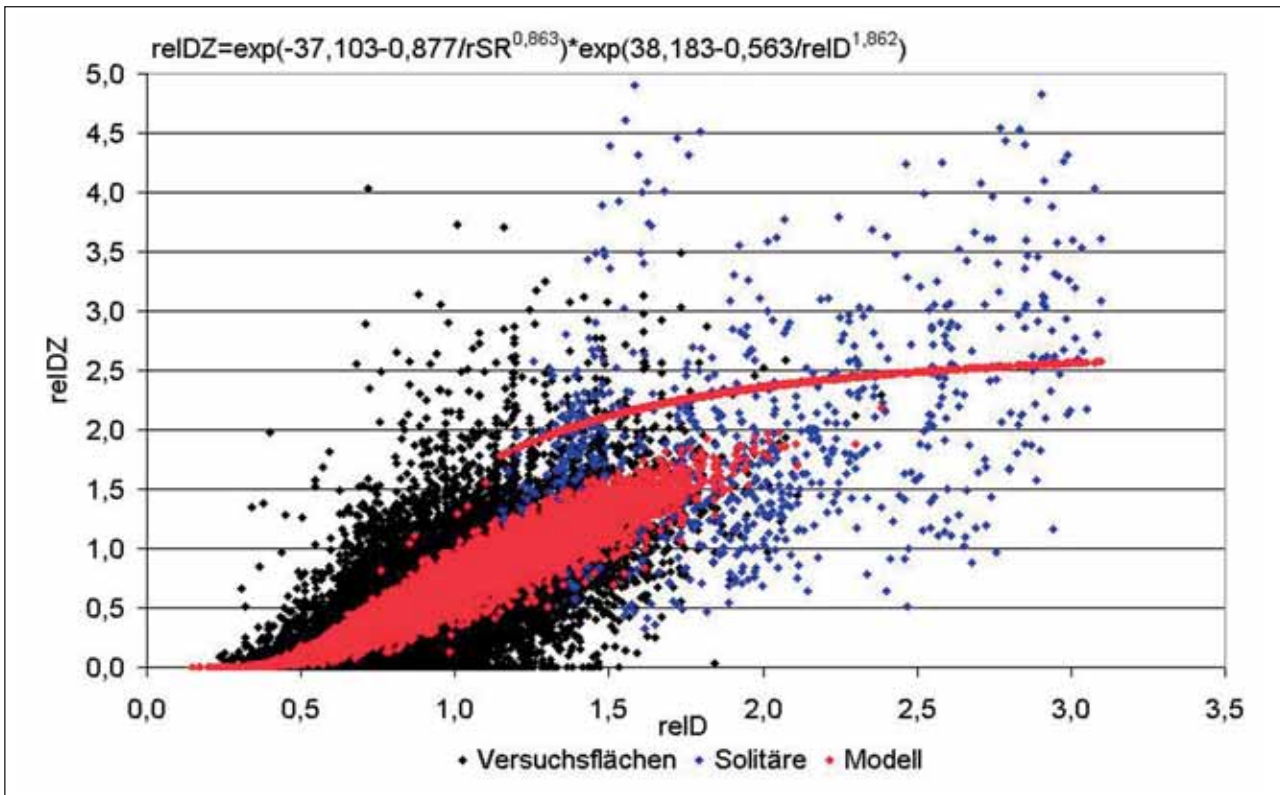


Abbildung 8: Der relative Durchmesserzuwachs (relDZ) in Abhängigkeit vom relativen Durchmesser (relD) sowie die durch nichtlineare Regression geschätzten Modellwerte

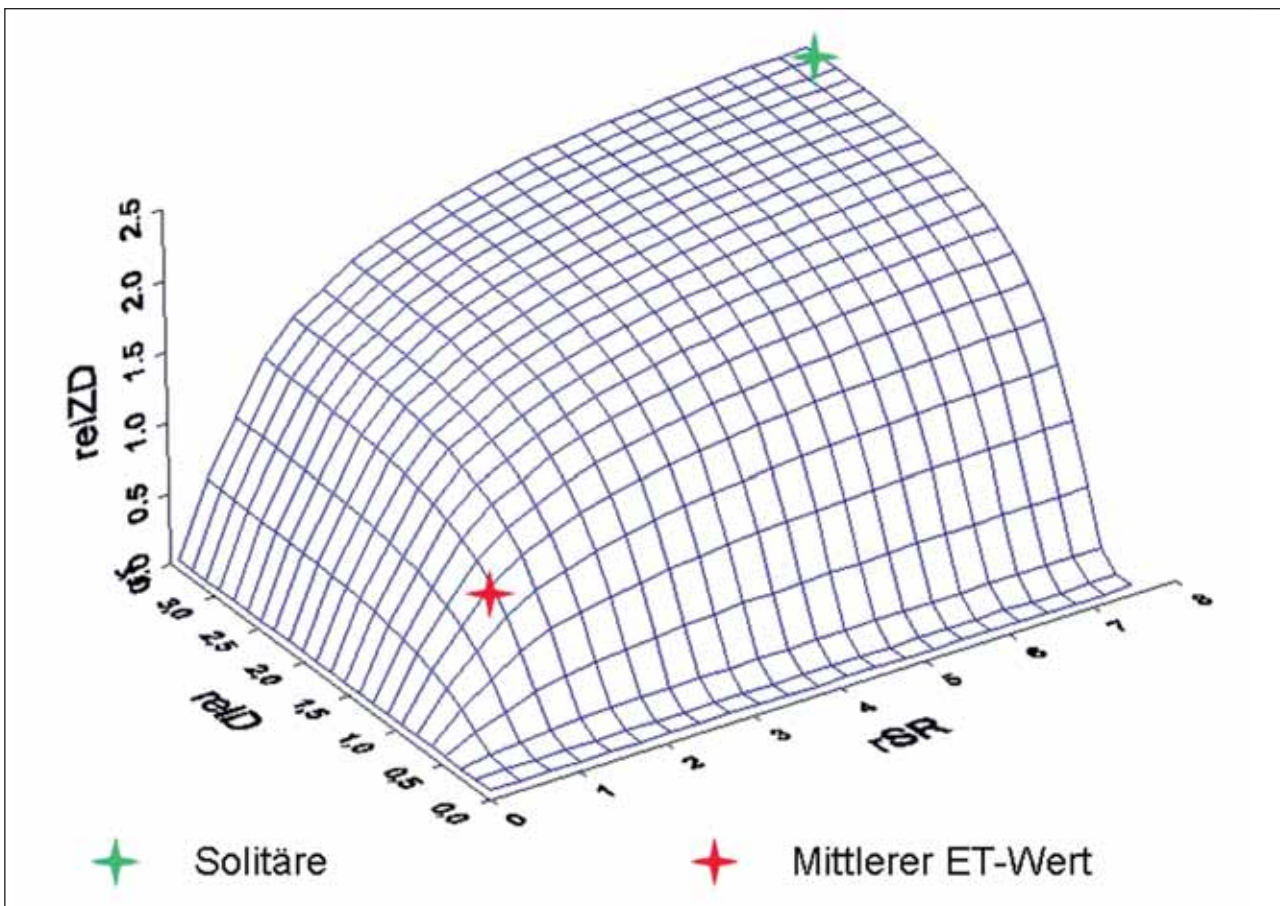


Abbildung 9: Die Durchmesserzuwachsfunction

#### 4. Simulation und Ergebnisse

Diese neu angepasste Durchmesserzuwachsfunction wurde nun in das Wachstumsmodell integriert, um anhand von Simulationen zu überprüfen, wie sich verschiedenen Bestandesbehandlungen auf das Wachstum des Einzelbaumes und nicht zuletzt des Bestandes auswirken und um schließlich die eingangs gestellte Frage zu beantworten, wie weit Z-Stämme aus betriebswirtschaftlicher Sicht freigestellt werden können bzw. dürfen.

Im Rahmen dieser Untersuchungen erfolgt ein Vergleich verschiedener waldbaulicher Behandlungsvarianten bezüglich ihrer Wertleistungen und ihrer Praxisrelevanz. Im Mittelpunkt stand dabei die in der jüngsten Vergangenheit für die Kiefer in Brandenburg sehr kontrovers diskutierte Z-Baum-Pflege.

Die ausgewählten Varianten (Tab. 1) unterscheiden sich einerseits durch die Zahl der auszuwählenden Z-Stämme (30 - 150). Die Zahl 150 entspricht dabei der maximal empfohlenen Z-Baum-Zahl des „Grünen Ordners“ (WALDBAU-RICHTLINIEN 2004). Andererseits sollten diese Z-Stämme unterschiedlich stark freigestellt werden (FG 0,7-1,2). Der Freistellungsgrad ist derart definiert, dass ein Wert von 1,2 eine Kronenüberlappung von 20% erlaubt. Analog fordert ein Wert von 0,7 die Entnahme von Bedrängern, deren Abstand geringer als das 1,3-fache der mittleren Kronenbreiten der benachbarten Bäume ist.

Neben der besonderen Begünstigung der Z-Bäume erfolgte bei den hier betrachteten einzelbaumorientierten Durchforstungsvarianten im Restbestand zusätzlich eine selektive Durchforstung entsprechend den Vorgaben der Ertragstafel.

Als Vergleichsvariante wurde aber auch immer eine reine Ertragstafelbehandlung, bei der die selektive Begünstigung von Einzelbäumen im Rahmen der flächigen Durchforstung im Mittelpunkt steht, betrachtet.

Da das Simulationsmodell bisher keine Holzqualitäten berücksichtigt, konnten bei der modellhaften Auswahl der zu begünstigenden Stämme nur die Durchmesser der Einzelbäume sowie deren horizontale Verteilung im Bestand als Kriterien einbezogen werden.

Variante 1	30 Z-Stämme, FG 0,7-1,2
Variante 2	60 Z-Stämme, FG 0,8-1,2
Variante 3	100 Z-Stämme, FG 0,9-1,2
Variante 4	150 Z-Stämme, FG 1,2
Variante 5	Selektive Durchforstung

Tabelle 1: Durchforstungsvarianten für die Simulation

Das Durchforstungsintervall betrug in Anlehnung an die Vorgaben der Kiefern-Ertragstafel einheitlich 5 Jahre. Eine Zielstärkennutzung erfolgte, wenn ca. 25 Bäume die Zielstärke von 45 cm erreichten bzw. diese ein Erntevolumen von 50 fm/ha lieferten.

Der Vergleich der simulierten Durchforstungsvarianten sollte anhand der prognostizierten Wertleistungen erfolgen. Die Wertleistung des Bestandes zu einem vorgegebenen Alter ergibt sich als Summe aus dem Abtriebswert des verbleibenden Bestandes und der Deckungsbeiträge der bis zu diesem Alter erfolgten Vornutzungen. Dazu wurden in jeder Variante die anfallenden Kosten und die zu erzielenden Erlöse für den ausscheidenden Bestand und des zu diesem Zeitpunkt existenten, verbleibenden Bestandes berechnet.

Den Bezug zum Jahr erhält man durch die Umrechnung der Gesamtwertleistung je ha auf das Bestandesalter. Die Wertleistung je ha und Jahr ergibt sich damit aus: Gesamtwertleistung je ha im Bestandesalter A / Bestandesalter A.

Der betriebswirtschaftlich optimale Umtriebszeitpunkt für einen Bestand sollte damit ungefähr im Bereich des Erreichens des maximalen Wertes der Wertleistung je ha und Jahr liegen (siehe auch Abbildung 10).

Die Kosten der Bestandesbehandlung beschränken sich auf die Astungs-, Ernte- und Zielstärkennutzungskosten. Für die zweimalige Astung von je 4 m wurden Kosten von 10 € je Z-Baum berücksichtigt. Aus Angeboten privater Holzdienstleister ergaben sich durchschnittliche Ernte- und Rückekosten (Tab. 2).

Vfm je Baum	Kosten/Efm
<0,05	18,80
0,06-0,11	15,96
0,12-0,17	14,72
0,18-0,22	13,97
>0,22	13,27

Tabelle 2: Ernte- und Rückekosten in Abhängigkeit vom durchschnittlichen Volumen der Entnahmestämme

Sortiment	Nettoerlöse je fm o. R.
LAS 1a (4m)	25,80
LAS 1b (4m)	35,60
LAS 2a (4m)	40,40
LAS 2b (4m)	43,80
LAS 3a (4m)	48,60
LAS 3b (4m)	52,20
LAS 4 (4m)	52,60
LAS 5 (4m)	57,40
Wertholz 3a (8m)	70,00
Wertholz 3b (8m)	83,90
Wertholz 4 (8m)	93,70
Wertholz 5 (8m)	98,90
Wertholz 6 (8m)	111,70
IS (2m)	17,70 (je rm m. R.)

Tabelle 3: Durchschnittserlöse laut Rohholzpreisbericht 2006 für die Kiefer

Die Erlösberechnung basiert auf der Holzaushaltung mit vorgegebenen Sortimenten. Berücksichtigt wurden dabei die im Rohholzbericht Brandenburg 2006 ausgewiesenen häufigsten Sortimente sowie die entsprechenden Durchschnittserlöse (Tab. 3). Die angegebenen Nettoerlöse für LAS sind Durchschnittswerte aus den Güteklassen B und C. Bei der Holzaushaltung der Einzelstämme wurde angenommen, dass jeder Z-Baum aufgrund seiner Astung ein 8 m Wertholz-Stück der Güte A liefert, dagegen jede nicht als Z-Baum ausgewählte Kiefer, also auch alle Bäume der Variante 5 (selektive Durchforstung), LAS der Güte B/C erbringt. Stammholz mit einem Zopfdurchmesser über 7 cm, das nicht Wertholz oder LAS liefert, geht als Industrieholz in die Erlössumme ein. Eine Verzinsung der Kosten und Erlöse war nicht beabsichtigt.

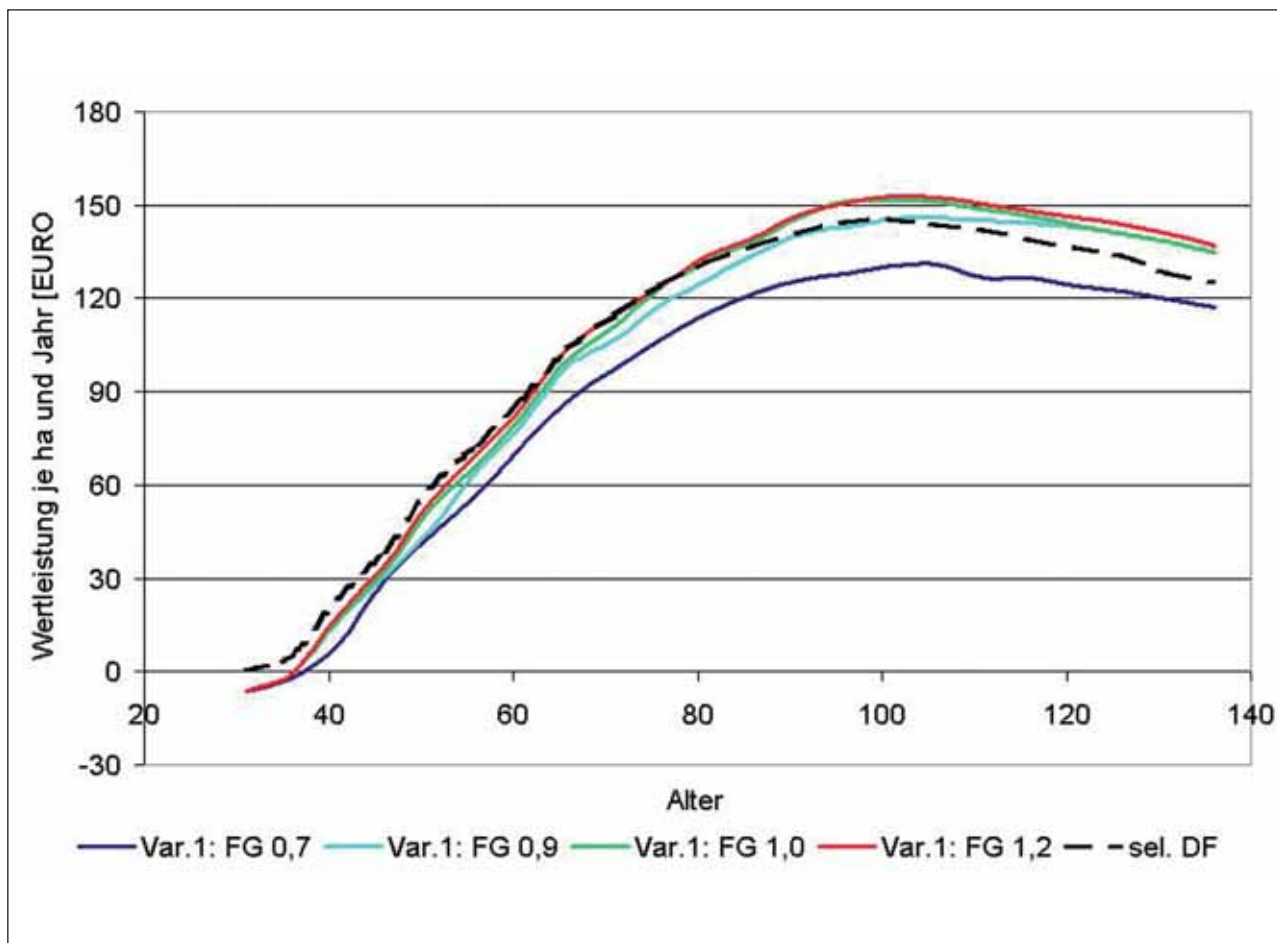
Der Variantenvergleich erfolgt zunächst exemplarisch anhand einer Kiefernversuchsfläche im Amt für Forstwirtschaft Eberswalde (Finowtal 198), die 1963 als Durchforstungsversuch angelegt wurde. Das Wachstumspotential des Bestandes entspricht etwa einer 2. Bonität. Mit der Simulation wurde im Alter von 31 Jahren und einer Mittelhöhe von 9 m begonnen. Das entspricht dem empfohlenen Höhenbereich für die Z-Baum-Auswahl nach „Grünem Ordner“.

Für den Bestand lagen die Durchmesser, Höhen und Stammfußkoordinaten aller Bäume vor, sodass die modellhafte Berechnung auf realistischen Anfangsdaten basieren konnte. Die Simulation erfolgte über 100 Jahre.

Der reale Bestand ist heute 68 Jahre, so dass auch ein Vergleich zwischen realem Wachstum und Simulation über fast 40 Jahre möglich war.

Die Grafiken in Abbildung 10 zeigen die Entwicklung der Wertleistungen je ha und Jahr über das Bestandesalter bei konsequenter Realisierung der vorgegebenen Bestandesbehandlung entsprechend Tabelle 1. Die unterschiedliche Freistellung der Z-Bäume ist jeweils auch den Ergebnissen der selektiven Durchforstung gegenübergestellt. In allen dargestellten Varianten (30 Z-Bäume, 60 Z-Bäume, 100 Z-Bäume) zeigt sich, dass die Wertleistung je ha und Jahr mit zunehmender Freistellung der Z-Bäume abnimmt. Auffällig ist auch, dass die Wertleistung der selektiven Durchforstungsvariante nur für Z-Baum-Varianten erreicht wird, die eine relativ geringe Freistellung der Z-Bäume fordert (FG>1). Ein Überlappen der Kronen scheint möglich und vielleicht sogar vernünftig.

Eine Erklärung hierfür lässt sich in der Form der Durchmesserzuwachsfunction finden. Als Z-Bäume werden in der Regel die vitalsten und soziologisch stärksten Bestandesglieder ausgewählt. Diese besitzen jedoch aufgrund ihrer Durchmesser- und Kronendimensionen schon einen relativ großen Durchmesser (relD im Bereich von 1,5-2) und Standraum (rSR von 2-2,5), die Zuwachswerte im Bereich des Abflachens der Durchmesserzuwachsfunction (Abb. 5) erwarten lassen. Eine weitere Freistellung (Standraumerweiterung) kann daher nur noch zu einem geringeren Durchmesserzuwachsgegniss führen.





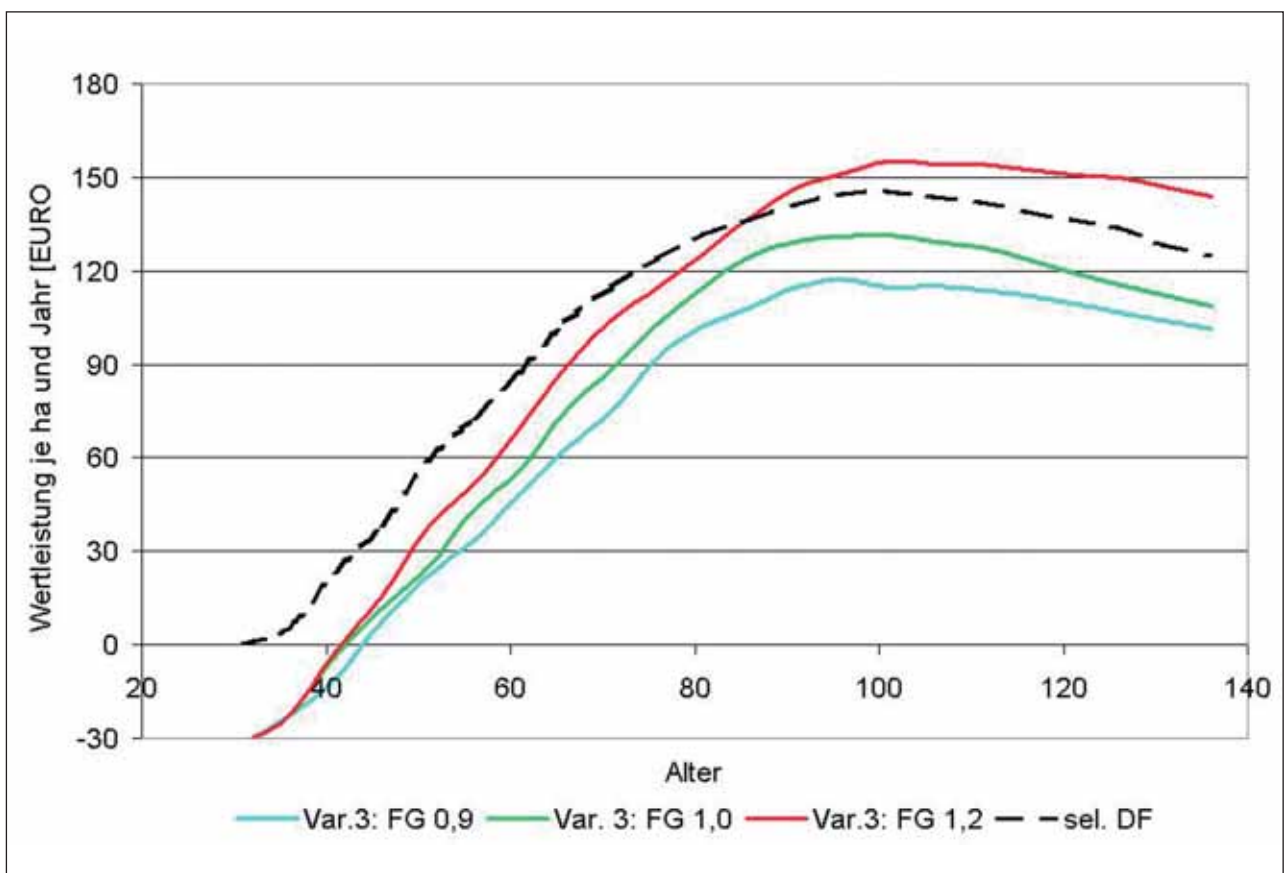
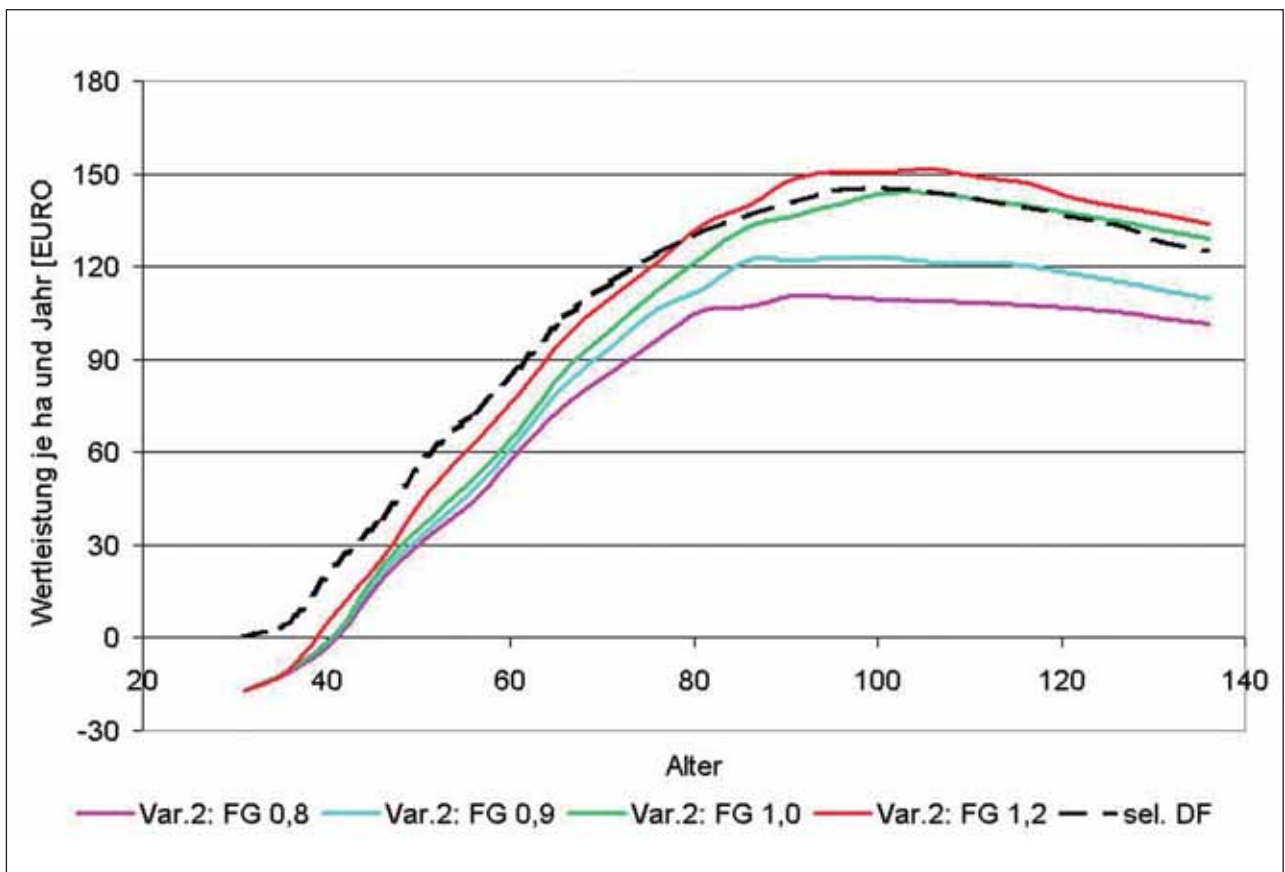


Abbildung 10: Vergleich der Entwicklung der Wertleistungen je ha und Jahr bei Variation der Anzahl von Z-Bäumen und des Freistellungsgrades

Abbildung 11 veranschaulicht beispielhaft die Durchmesserentwicklung dieser Z-Bäume bei unterschiedlicher, durch Simulation erzeugter Freistellung. Eine Erweiterung des Standraumes von FG=1,2 bis FG=0,7 führt danach nur zu unwesentlichen Durchmesserzuwachsgeinnen. Einzelnen Bäumen gelingt es sogar ohne zusätzliche Freistellung (A-Grad, gelb) allein aus ihrer soziologischen Stellung heraus das Durchmesserzuwachs-niveau zu halten. Erst der starke Konkurrenzdruck gleichstarker Nachbarbäume führt zu Zuwachsverlusten (A-Grad, magenta).

Eine starke Freistellung der Z-Bäume erfordert die frühzeitige Entnahme von teilweise wertvollen Stämmen, die zukünftig nicht mehr zur Wertleistung des Bestandes beitragen können. Diese führen zu einer geringeren Flächen-volumenleistung und schließlich zu den in Abbildung 9 dargestellten Verläufen der Wertleistung je ha und Jahr. Der zusätzliche Vergleich mit den realen Wachstumsabläufen der Einzelbäume des langfristig beobachteten und ertragskundlich aufgenommenen Versuchsbestandes Finnowtal 198 konnte überdies bestätigen, dass die Ergebnisse der Simulationen mit dem Wachstumsmodell BWIN-Pro das reale Wachstum der Einzelbäume überraschend gut widerspiegeln.

Zusammenfassend zeigt Abbildung 12 die maximal zu erzielenden Wertleistungen je ha und Jahr für alle simulierten Durchforstungsvarianten (Tab. 1). Insgesamt stellt sich folgendes Ergebnis dar.

Mit abnehmender Freistellung steigt die maximale Wertleistung je ha und Jahr. Der Anstieg ist umso steiler, je größer die Anzahl der ausgewählten Z-Bäume ist. Die Wertleistung nimmt außerdem mit zunehmender Zahl von Z-Bäumen zu, wobei die Zahl der auswählbaren Z-Bäume in der Praxis durch die Qualitäten im Bestand begrenzt ist. Jedoch scheint, dass sich eine Z-Baum-Auswahl bei vernünftiger Pflege auf jeden Fall auch auszahlen kann. Beachtenswert ist außerdem, dass bei den durchgeführten Simulationen konsequent angenommen wurde, dass alle Z-Bäume ein 8 m-Wertholzstück aus dem Stammfußbereich liefern. Berücksichtigt man beim Vergleich der Durchforstungsvarianten jedoch, dass aufgrund von qualitativen Merkmalen mit zunehmender Zahl von Z-Bäumen in der Regel nicht mehr jeder Z-Baum Wertholz liefert, wird die optimale Anzahl auszuwählender und freizustellender Z-Bäume je nach Güte des Bestandes wesentlich unter der Zahl 150 liegen.

Demgegenüber ist unterstellt, dass alle nicht als Z-Bäume ausgewählten Stämme, also auch alle Erntestämme aus der selektiven Durchforstung, als LAS der Güteklasse B/C ausgehalten werden. Beobachtungen von Versuchsflächen zeigen jedoch, dass die selektive Durchforstung auch einzelne Wertholzstämme hervorbringt kann. Damit könnte sich das Verhältnis der Wertleistungen je ha und Jahr in den betrachteten Durchforstungsvarianten auch zu Gunsten der selektiven Durchforstung verschieben.

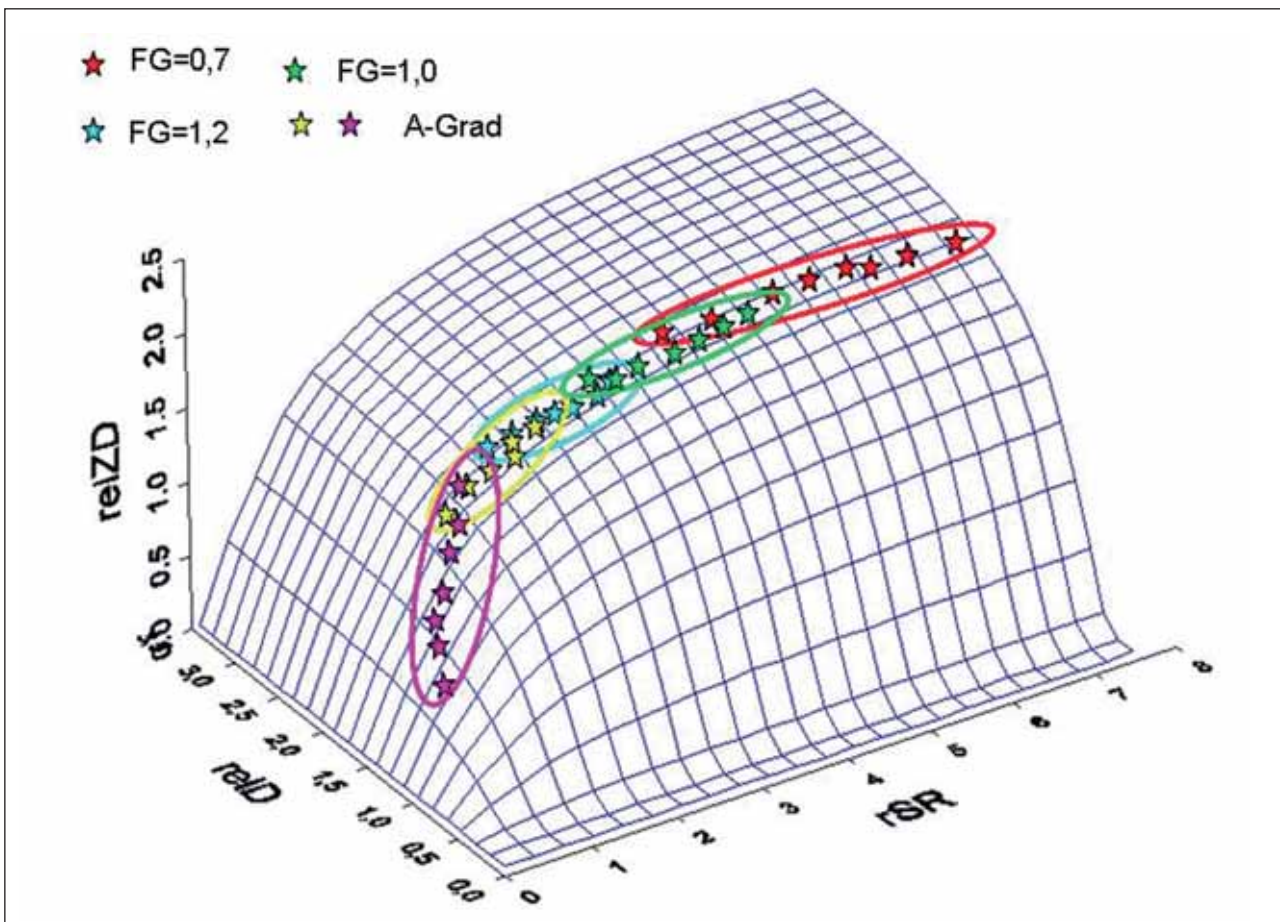


Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung der Durchmesserzuwächse für unterschiedlich freigestellte Z-Bäume

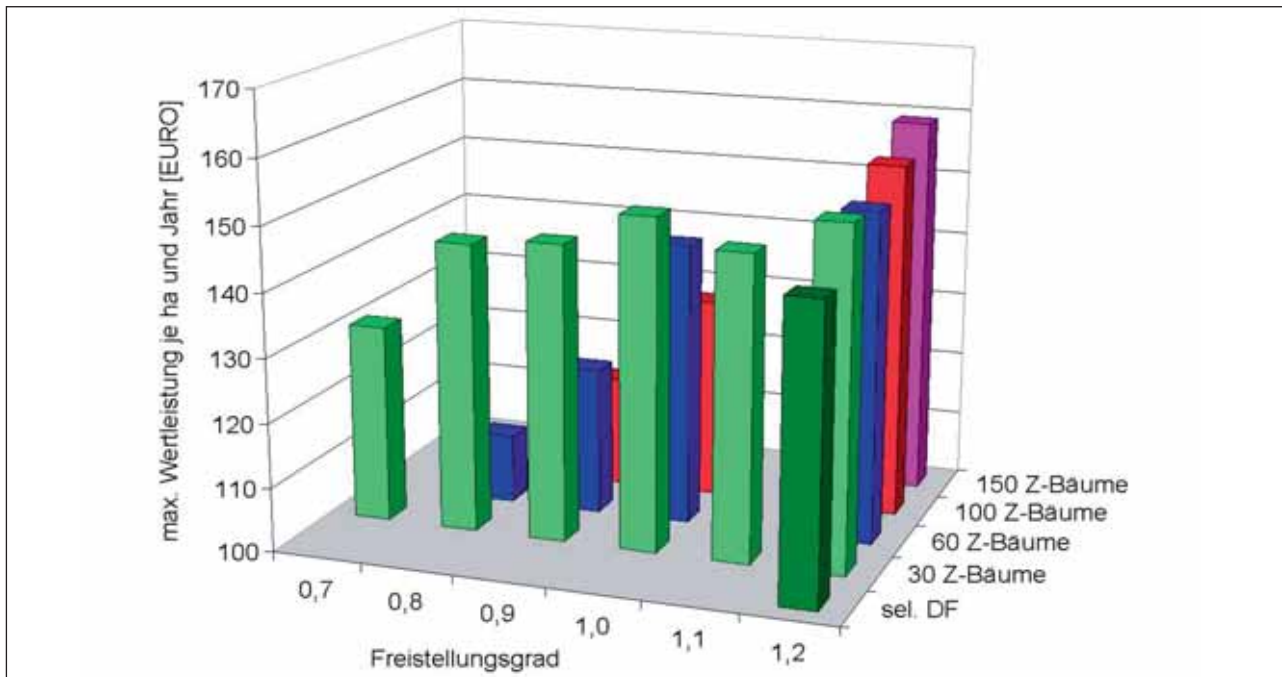


Abbildung 12: Vergleich der maximalen Wertleistungen je ha und Jahr bei Variation der Anzahl von Z-Bäumen und des Freistellungsgrades

## 5. Waldbauliche Empfehlungen

Die hier dargestellten Ergebnisse beschränken sich zunächst auf den Kiefernreinbestand Finowtal 198. Die durchgeführten Simulationsläufe weisen darauf hin, dass eine zurückhaltende Entnahme von Z-Baum-Bedrängern für die Gesamtwertleistung des Bestandes günstiger ausfallen kann als deren konsequente starke Freistellung. Ähnliche Untersuchungen an Kiefernbeständen unterschiedlicher Bonitäten (DEGENHARDT und STÄHR 2008) weisen darauf hin, dass diese Ergebnisse verallgemeinerbar sein sollten.

Auch wenn sich durch veränderte Kosten und Erlöse die dargestellten Ergebnisse verschieben können, sind aus aktueller betriebswirtschaftlicher Sicht Schlussfolgerungen für den praktischen Waldbau möglich:

Eine starke Freistellung führt zwar zunächst zu einer höheren Volumenleistung des Einzelstammes gegenüber Bestandesbäumen, jedoch vollzieht sich dieser Volumenzuwachs zu Lasten der Flächenvolumenleistung und der Qualität der Einzelstämme (LOCKOW 2000) und damit zu Lasten der Volumen- und Wertleistung des Bestandes. Daher sollten nur diejenigen Bestandesglieder als Z-Bäume ausgewählt werden, die sowohl von der Qualität als auch von der Dimension Wertholz erwarten lassen. Diese sollten schließlich nur zurückhaltend freigestellt werden, d. h. die Durchforstung sollte sich lediglich auf die Entnahme annähernd gleichstarker Bedränger beschränken.

Bei der derzeitigen Kosten- und Erlössituation, die nur einen relativen geringfügigen Mehrerlös bei der Produktion von Wertholz garantiert, kann somit eine starke Freistellung der Z-Bäume nicht empfohlen werden.

## Literatur

- DEGENHARDT, A. (2007): Ein Wachstumssimulationsmodell für die Kiefer als Entscheidungshilfe für Waldbau und Holzvermarktung. Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. 32 (2007), S. 446-451
- DEGENHARDT, A. (2001): Quantifizierung der Zusammenhänge zwischen Durchforstungsart, Durchforstungsstärke und räumlicher Struktur von Kiefernbeständen. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch. Ökol. 35(4): 161-165, 2001
- DEGENHARDT, A.; STÄHR, F. (2008): Wachstumskundliche Prognosen bei einzelbaumorientierter Bewirtschaftung von Kiefernforsten. Archiv f. Forstwesen u. Landsch. ökol. 42 (2008)2: 62-69
- LANGE, M. (2008): Dimensionen solitär erwachsener Kiefern in Brandenburg. FH Eberswalde, 2008, Bachelor-Arbeit, 27 S.
- LEMBCKE, G.; KNAPP, E.; DITTMAR, O., 1975. DDR-Kiefern-Ertragstafel 1975. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, Abt. Ertragskunde
- LOCKOW, K.-W. (2000): Zusammenhänge zwischen Durchforstungsweise, Holzqualität und Wuchsleistung bei Kiefer. AFZ/DerWald 17: 925-928.
- NAGEL, J.; ALBERT, M.; SCHMIDT, M. (2002): Das waldbauliche Prognose- und Entscheidungsmodell BWINPro 6.1. Neuparametrisierung und Modellerweiterungen. Forst und Holz 57: 486-493, 2002
- UHL, E., METZGER, H.-G., SEIFERT, T. (2006): Dimension und Wachstum von solitären Buchen und Eichen. DVFFA-Sektion Ertragskunde, Jahrestagung, S. 47-53.
- WALDBAU-RICHTLINIEN (2004): Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV 2004): Waldbau-Richtlinien 2004 „Grüner Ordner“ der Landesforstverwaltung Brandenburg. Potsdam, Mai 2004