Die Wald-Ereignisanalyse

Eine hilfreiche Methode für das effiziente Management im Forstbetrieb

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades am
Forstwissenschaftlichen Fachbereich der
Georg-August-Universität Göttingen

Karl Schumann
Hildesheim
2005

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung....4
2 Controlling in der Waldnutzung....12
2.1 Strategisches und operatives Controlling.... 13
2.2 Die Planungshorizonte in der Waldnutzung....14
2.3 Der Controllingregelkreis.... 16
2.4 Kennzahlen als Instrument des Controlling.... 19
2.4.1 Funktionen von Kennzahlen und Kennzahlsystemen.... 21
2.4.2 Forstliche Kennzahlenpläne.... 23
2.4.3 Kennzahlen für das ökonomische Sachziel.... 28
2.4.4 Kennzahl für das ökonomische Formalziel.... 29
2.4.5 Kennzahlen für das ökologische Sachziel.... 30
2.5 Controllingsystem für forstliche Eingriffe....36
2.5.1 Waldbegang mit Ertragstafelschätzung....36
2.5.2 Betriebsinventur mit Kontrollstichprobe....37
2.5.3 Eingriffsinventuren....38
3 Ziele und Kennzahlen in der mittelfristigen Regelung der Waldentwicklung....40
3.1 Zieltheoretische Grundlagen und forstliche Zielsysteme....41
3.1.1 Zieldimensionen und Zielbeziehungen.... 41
3.1.2 Zielsysteme und Subzielsysteme.... 42
3.2 Das forstbetriebliche Oberziel und die forstbetrieblichen Teilziele....44
3.3 Das Subzielsystem für den forstlichen Eingriff.... 45
3.3.1 Die Sach- und Formalziele....45
3.3.2 Ökonomische Kriterien....48
3.3.3 Ökologische Kriterien....49
3.3.4 Soziale Kriterien.... 50
3.3.5 Das ökonomische Sachziel....51
3.3.6 Das ökonomische Formalziel....53
3.3.7 Das ökologische Sachziel.... 54
4 Das Beispiel: Der Lehrwald Södderich und die Abteilung 141....55
4.1 Datengrundlage und Aufnahmegebiet....55
4.1.1 Lage und Standort.... 55

4.1.2 Bisherige Waldbehandlung ... 56
4.1.3 Bestandesbeschreibungen ... 56
4.2 Inventurverfahren ... 57
4.2.1 Temporäre Probekreise ... 58
4.2.2 Strukturelle Vierergruppe ... 59
4.2.3 Wertholzinventuren und Qualitätskontrolle ... 62
4.2.4 Inventur der Naturverjüngung ... 70
4.3 Auswertungsverfahren ... 71
4.3.1 Höhenmodell ... 71
4.3.2 Schätzung des Kronenansatzes ... 72
4.3.3 Volumenberechnung ... 73
4.3.4 Sortimentierung ... 77
4.3.5 Statistische Kenngrößen der Probekreisaufnahmen ... 79
4.4 Ergebnisse ... 80
4.4.1 Grundfläche, Stammzahl, Volumen ... 80
4.4.2 Artendurchmischung und Durchmesserdifferenzierung ... 83
4.4.3 Artenvielfalt ... 85
4.4.4 Durchmesserverteilungen ... 86
4.4.5 Eingriffsstärken und Zuwachsprognosen ... 88
4.4.6 Stärke- und Güteklassenverteilung für die Abteilung 141 ... 89
4.4.7 Analyse der Naturverjüngung in Abteilung 141 ... 92
5 Diskussion ... 93
6 Zusammenfassung ... 112
7 Literaturverzeichnis ... 114
8 Anhang ... 124

1 Einleitung

Die internationale Forst- und Holzwirtschaft befindet sich in einer Phase der Veränderungen. Durch die Globalisierung der Märkte steigt der Einfluss internationaler Entwicklungen auf die Forstbetriebe in Europa und verändert deren Wettbewerbsbedingungen auf den nationalen und internationalen Märkten (Pfleiderer, 1998). Der Holzmarkt hat sich in den vergangenen Jahren von einem Verkäufermarkt zu einem ausgeprägten Käufermarkt entwickelt. Ontrup (1997, S. 307) schlägt vor, dass die Forstbetriebe darauf mit einer kundenorientierten Planung des Holzverkaufs reagieren sollten. Nach Brabänder (1994) haben die Forstbetriebe durch ihre riesigen Warenlager günstige Voraussetzungen, ihr Absatzverhalten der nach Mengen und Qualität wechselnden Nachfrage anzupassen. Forstbetriebe müssten deshalb mehr marketingorientiert und nicht produktionsorientiert wirtschaften.

Die Waldbewirtschaftung in Deutschland wird außerdem durch die immer breiter werdende Kluft zwischen den Anforderungen der Ökonomie und Ökologie stark beeinflusst (Otto, 1996, 1997, 1998). Diese Kluft entsteht durch die mangelnde Rentabilität vieler Forstbetriebe einerseits und durch neue zusätzliche Ansprüche der Gesellschaft an den Wald andererseits. Immer mehr Wälder sollen nach den Vorstellungen vieler Menschen unter Schutz gestellt werden und wären damit von der Holznutzung ausgeschlossen. Weiterhin wird gefordert, auf hochmechanisierte Verfahren der Holzernte zu verzichten, um die Wälder nicht zu schädigen. Ferner wird verlangt, keine neuen Forststraßen und Waldwege mehr zu bauen oder Gräben nicht mehr zu unterhalten, damit mehr Wasser in den Wäldern verbleibt. Das Konzept des Prozessschutzes verlangt, dass die Forstbetriebe sich bei der Anpflanzung junger Bäume auf standortgerechte heimische Baumarten beschränken, und verbietet Kahlschläge (Otto, 1995; Ripken, 1998a, S. 182, 1998b). Der Gebrauch von chemischen Produkten im Wald zum Schutz von Bäumen oder liegendem Holz wird dabei ebenso kritisiert wie die Anlage und Erhaltung von Reinbeständen im Wald. Diese Forderungen des amtlichen Naturschutzes und der Naturschutzverbände können zu Zielkonflikten in den Forstbetrieben führen. Nach Ripken (1998a, S. 182) ist die Waldfläche in Deutschland zu gering, um sie in reine Holzproduktionsflächen einerseits und ausschließlich dem Naturschutz und der Erholung gewidmete Areale andererseits aufzuteilen. In einer multifunktional ausgerichteten Forstwirtschaft sollen bei der Bewirtschaftung der Wälder die ökonomischen, ökologischen und sozialen Ziele gleichrangig verfolgt werden.

Nach Volz (1997) besteht „[...] trotz unterschiedlicher Auffassung zur Bedeutung des Waldes als Zentralressource heute eine weitgehende Einigkeit darüber, dass es unter mitteleuropäischen Verhältnissen keine ökologisch vertretbare Alternative zur Erzeugung des Rohstoffs Holz in größtmöglicher Menge und Qualität gibt.“ In Deutschland werden auf einer Fläche von 10,7 Mio. Hektar Wald etwa 70% der potentiell verfügbaren 57 Mio. m³ Rohholz genutzt. Der Anteil der Buche und anderer Laubhölzer außer der Eiche am Rohholzaufkommen beträgt 15 Mio. m³ oder 25% (Gesamtwaldbericht, 2001).

Nach Speidel (1983, S. 14) ist der Forstbetrieb eine organisatorische Einheit, in der entsprechend der Zielsetzung planmäßig wirtschaftliche Handlungen im Dienst der menschlichen Bedürfnisbefriedigung vollzogen werden. Nach dieser Definition ist der Forstbetrieb ein einheitliches ökonomisches System und damit zugleich ein Teilsystem der Gesamtwirtschaft. Der Begriff Forstbetrieb wird in dieser Arbeit im Sinne dieser Definition benutzt. Unternehmungen müssen nach Kosiol (1968, S. 23) die folgenden drei Kriterien erfüllen: Sie müssen einen fremden Bedarf decken, wirtschaftlich selbständig sein und ein wirtschaftliches Risiko tragen. Forstbetriebe stellen daher Unternehmungen dar.

Forstbetriebe aller Waldbesitzarten sind mehr oder weniger stark von den beschriebenen Problemen betroffen und suchen nach Lösungen für diese neuen Herausforderungen. Die Waldbauprogramme und Waldbaurichtlinien der Bundesländer (z. B. Baden-Württemberg, 1999; Hessen, 1999; Niedersachsen, 1992, 1994; Thüringen, 1992) sind Teil dieser Lösungsstrategien. Die Ernte reifer Bäume bestimmt die Nutzungsstrategie. Außerdem sollen die Wälder reich an Totholz sein und eine hohe biologische Diversität aufweisen. Diese Änderungen der naturalen Produktionsstrategie sollen gleichzeitig die ökonomische Situation der Forstbetriebe aller Waldbesitzarten verbessern und sie mittelfristig in die Lage versetzen, wieder Gewinne zu erwirtschaften.

Die Aufbau- und Ablauforganisation aller betrieblichen Bereiche ist dabei zu überprüfen, um sie den neuen Anforderungen anzupassen, wobei diese Anpassung als ständiger Verbesserungsprozess aufzufassen ist, der kontinuierlich von allen Mitarbeitern des Betriebes zu verfolgen ist (Duffner, 2004). Ein Rationalisierungspotential wird in der durchgängigen Optimierung der Logistikkette vom Stock bis ins Werk gesehen (Leinert, 1998). Der Informationsfluss und die Kommunikation der Marktpartner untereinander haben dabei eine große Bedeutung (KFW, 2000). Dabei ist das regionale Angebot der einzelnen Holzsorten mit der regionalen und überregionalen Nachfrage abzustimmen. Die Erntebestände sind nach diesen Vorschlägen entsprechend der räumlich strukturierten Nachfrage

durch die Kunden so auszuwählen, dass die räumliche Disposition der Einsatzorte für die hochmechanisierten Holzernteverfahren optimiert wird.

Analog zu Entwicklungen in der Industrie gibt es hierbei Bestrebungen, von der funktionalen zur prozessorientierten Arbeitsteilung überzugehen und entsprechende Qualitätsmanagement- und Controllingsysteme einzuführen (Moog, 1995b). Die Einführung derartiger Qualitätsmanagementsysteme kann als Ergebnis weitere Kostensenkungen, eine stärkere Kundenorientierung und flache Organisationsstrukturen zur Folge haben. Die Informationsstrukturen und -flüsse haben dabei eine zentrale Bedeutung und die modernen Informations- und Kommunikationssysteme spielen eine zentrale Rolle (Ohrner, 1998). Allerdings können Controllingkonzepte und deren Instrumente nicht ohne Berücksichtigung der Besonderheiten in den Forstbetrieben von der Industrie übernommen werden. Dies sind insbesondere die lange Produktionsdauer in der Forstwirtschaft von 60 bis zu über 250 Jahren und die Einheit von Produktionsmittel und Produkt. Hinzu kommen die Schwierigkeiten, einzelne Produktionsphasen im Forstbereich gegeneinander abzugrenzen, sie mit geeigneten Indikatoren zu messen und mit monetären Maßstäben zu bewerten. Diese Besonderheiten der forstlichen Produktion (Tab. 1.1) müssen bei der Konzeption angepasster Controllingkonzepte berücksichtigt werden (Schwennsen, 1994, S. 164; Oesten, 2002).

Industriebetrieb	***Forstbetrieb***
-überschaubare Produktionsdauer	-Produktionsdauer zwischen 60 bis über 200 Jahre
-Differenzierung zwischen Produktionsmittel und Produkt	-Einheit von Produktionsmittel und Produkt
-kurze Kapitalumschlagsdauer	-lange Kapitalumschlagsdauer
-vom Eigentümer flexibel modifizierte betriebliche Rahmenbedingungen (Maschinen, Produktionsmittel)	-natürlicher Standort und Umwelteinflüsse bestimmen betriebliche Rahmenbedingungen (Boden, Flächenausstattung, Klima)
-exakt definierbare Produktqualität	-schwer definier- und differenzierbare Produktqualität
-Messbarkeit der kleinsten Produkteinheit	-Probleme der Messbarkeit und Bewertung einzelner Produktionsschritte oder –Prozesse

Tabelle 1.1. Besonderheiten der forstlichen Produktion (Schwennsen, 1994, S. 194).

Duffner (1988) fordert ein effektiveres Informationsmanagement im Rahmen derartiger Controllingsysteme, da es die Hauptaufgabe der forstlichen Betriebsverwaltung ist, „...Informationen bereitzustellen, zur Planung und Steuerung des Produktionsprozesses aufzubereiten und auf der Basis dieser Informationen Entscheidungen zu treffen.“ Alle Daten über Planung und Stand des

Holzeinschlages, des Rückens, der Abrechnung und des Verkaufs, der Kosten, Erlöse und Deckungsbeiträge für die einzelnen Hiebe sollen daher in einer Hiebsdatenbank gespeichert werden, damit sie allen Beteiligten ständig aktualisiert zur Verfügung stehen. Analog hierzu sollen in einer Bestandesdatenbank alle für die Optimierung der biologischen Produktion und Planung des Holzeinschlages benötigten Daten abgespeichert sein.

Im Gegensatz zur Forsteinrichtung, deren Zustandserfassungsdaten schnell veralten und in Betriebswerken schriftlich den Anwendern zur Verfügung gestellt werden, soll die Bestandesdatenbank ständig aktualisiert werden. Durch benutzerorientierte Abfragemasken sollen selektive Abfragen zu den unterschiedlichsten Aufgabenstellungen möglich sein. Die Bestandesdatenbank kann die Transparenz und Qualität der Planung im Betrieb verbessern und die Anzahl der Planbegänge verringern. Diese Forderungen Duffners sind bisher in den Forstbetrieben häufig erst in Ansätzen erfüllt.

Die Information zählt nach Kätsch (1998, S. 10) zu den zentralen Produktionsfaktoren. Nach Ansicht weiterer Autoren (Duffner, 1988; Gadow u. Bredenkamp, 1992) haben Informationen die gleiche Bedeutung wie die traditionellen Produktionsfaktoren Arbeit, Boden und Kapital. Sie sollen daher entsprechend beachtet und bewirtschaftet werden. Forstliche Informationssysteme sind daran zu messen, wie sie der wachsenden Bedeutung des Produktionsfaktors Information gerecht werden (Eisele, 1998). Die Forsteinrichtung als Teil eines integrierten forstlichen Informations-, Planungs- und Kontrollsystems stellt diese Informationen für den naturalen Bereich zur Verfügung. Der traditionelle Betriebsregelungszeitraum der Forsteinrichtung für die naturale Maßnahmenplanung in Deutschland ist 10 Jahre. Kurth (1994), Kätsch (1998) und Gadow (2000) geben einen ausführlichen Überblick über den Stand der Forsteinrichtungsverfahren in Deutschland. Kätsch diskutiert dabei unterschiedliche Vorschläge zu deren Verbesserung und schlägt ein Informationsmodell für die wichtigsten produktionsbezogenen Prozesse im Forstbetrieb vor.

In zahlreichen Bundesländern werden zur Zeit die Aufgaben, Inhalte und Verfahren der Forsteinrichtung den neuen Ansprüchen weitgehend angepasst. Beispielhaft hierfür steht das von Kleinschmit (2002) beschriebene neue niedersächsische Forsteinrichtungsverfahren BIENE (Betriebliche Inventur, Erfolgskontrolle, Naturalplanung und Ergebnisausgabe). Trotzdem reichen die in den Betriebs- und Kartenwerken durch die Forsteinrichtung aufbereiteten Informationen häufig nicht aus, den Informationsbedarf der Forstbetriebe speziell für die Holzernte und -vermarktung zu decken. Für betrieblich notwendige Kalkulationen im Rahmen der Holzernte und des Holzverkaufs müssen zusätzlich Daten erhoben werden, die wiederum als Eingangsgrößen für vorhandene

Kalkulationsprogramme dienen, wie z. B. das Programm *Holzernte* (Schoepfer et al. 1996, 2003, 2004, Schoepfer, 1998).

Eingriffsinventuren und Waldereignis-Analyse

Um diesen Informationsbedarf zu befriedigen, schlagen Gadow und Stüber (1994) mit dem Konzept der Eingriffsinventuren durchlaufende Inventuren auf der Bestandesebene vor. Diese Inventuren finden zum Zeitpunkt eines Eingriffs nach dem Auszeichnen, aber vor dem Holzeinschlag statt. Die Inventuren erfassen gleichzeitig drei Waldzustände, vor dem Eingriff, nach dem Eingriff und die durch den Eingriff bewirkten Dichte-, Struktur- und Wertveränderungen. Sie verbinden mit diesem Konzept die Grundzüge der von Gurnaud (1878) und Biolley (1920) begründeten Kontrollmethode mit den Forderungen eines modernen Controllingsystems (s. Horváth, 1994, 2000; Ziegenbein, 1995) nach aktuellen Informationen über die wichtigsten betrieblichen Aktivitäten. Gadow (2002a, 2002b) erweitert dieses Konzept zur präventiven Nachhaltskontrolle in Form der Wald-Ereignisanalyse.

Bei der klassischen von Gurnaud (1878) entworfenen und von Biolley (1920) im Schweizer Kanton Jura angewandten Methode wird der Vorrat periodisch gekluppt und getrennt für jede Abteilung ermittelt. Zwischen den periodischen Vorratsinventuren werden die Nutzungen stehend gekluppt. Die Silve als Volumenmaß dient dazu, um den stehenden und ausscheidenden Bestand mit einer vergleichbaren Maßeinheit zu erfassen und damit Vorrat und Nutzung miteinander vergleichen zu können.

Eine eindeutige Definition des Begriffs *Eingriff* existiert nicht. Im Waldbau werden nach Burschel und Huss (1997, S. 320) unter dem Begriff *Eingriff* alle Maßnahmen zusammengefasst, die der Bestandespflege und Bestandeserziehung dienen. Neben Läuterungen sind dies besonders alle Durchforstungen einschließlich der Zielstärkennutzung, mit denen mehrere oder alle der folgenden Ziele erreicht werden sollen: die Ernte von Holz, die Beseitigung qualitativ nicht befriedigender Baumindividuen, die Konzentration des Bestandeszuwachses auf die qualitativ besten und zuwachskräftigsten Bestandesglieder und die Sicherung des Bestockungszieles durch Mischungsregulierung.

In dieser Arbeit werden unter Eingriffen nach Schütz (2001, S. 38) *situative waldbauliche Eingriffe* verstanden, [...] „die nicht mehr nur allein der aufwendigen Bestandeserziehung dienen, die alle Bäume eines Bestandes erfassen, sondern eine Kombination verschiedener Eingriffsformen innerhalb der gleichen Bestockung und zum gleichen Zeitpunkt darstellen. Aus diesem differenzierten Vorgehen ergeben sich Eingriffe, die wesentlich stärker als bisher auf die verschiedenen

Bestandesglieder ausgerichtet sind: zum einen auf die in der Anzahl beschränkten Zukunftsbäume, die den Hauptteil zur Wertschöpfung beitragen, und zum anderen auf die Bäume, die den so genannten Begleit- oder Füllbestand bilden und für andere Zwecke bestimmt sind."

Der Bestand ist nach Bonnemann (1967, S. 12) ein waldbaulich selbständiger Waldteil, der auf Grund seiner Größe und Form die kleinste Einheit des waldbaulichen Handelns für einen längeren Zeitraum darstellt. Als Mindestgröße gilt ein Hektar. In der Forsteinrichtung ist der Bestand nach Speidel (1972, S. 81) ein Kollektiv von Bäumen, die ähnliche Merkmale aufweisen, eine zusammenhängende Mindestfläche bestocken und ähnliche Behandlung erfordern. Der Bestand ist im Allgemeinen die kleinste Inventureinheit. Fallen die Grenzen des Bestandes mit der Unterabteilung oder Abteilung zusammen, so sind Inventur-, Planungs- und Kontrolleinheit identisch. Kramer (1976, S. 14) beschreibt den Bestand ebenfalls als ein Kollektiv von Bäumen auf einer zusammenhängenden Mindestfläche, das eine einheitliche Behandlung ermöglicht. Füldner (1995, S. 4) nennt in seiner Übersicht der historischen Entwicklung der Bestandesbeschreibung Beckmann (1759) und Hartig (1813), die die Waldeinteilung in Waldschläge und später in Abteilungen beschreiben. Hundeshagen (1842) definiert den Bestand als „Zustand eines Waldtheils". Nach Gadow und Puumalainen (1998) setzen sich Wälder aus lokal definierten, abgrenzbaren Einzelbeständen zusammen, die auf unterschiedlichen Standorten stocken und unterschiedliche Entwicklungen durchlaufen.

Zielsetzung der Arbeit und Vorgehensweise

Eingriffe sind die zentralen forstlichen Aktivitäten, mit denen die langfristige ökologische Waldentwicklung zielgerichtet im Sinne rückgekoppelter Regelkreise gelenkt wird. Die eingriffsbedingten Dichte-, Struktur-, und Wertveränderungen der Bestände stehen dabei im Mittelpunkt des Interesses und sind Gegenstand der Inventur, Analyse[1], und Planung.

Beim Waldbegang mit Ertragstafelschätzung und der Betriebsinventur sind die Arbeitsschritte Inventur, Analyse und Planung zeitlich entkoppelt von der Durchführung der geplanten Maßnahmen. Während der Einrichter in enger Zusammenarbeit mit den örtlich verantwortlichen Kollegen die naturalen Maßnahmen plant und in den Forsteinrichtungsunterlagen dokumentiert, ist es die Aufgabe

[1] Der Ursprung des Wortes „Analyse" liegt im griechischen „analysis" und kann mit „Auflösung" übersetzt werden. Ein Ganzes wird in seine Einzelteile zergliedert. Die Trennung und Zerlegung ermöglicht die Untersuchung eines Sachverhalts unter Berücksichtigung seiner Teilaspekte. Gelegentlich wird die Systematik betont, mit der eine Analyse verbunden sein soll. Die Zerlegung des Ganzen erfolgt vor dem Hintergrund einer bestimmten Zielsetzung (vgl. Berger, 1997, S. 1).

der Entscheidungsträger vor Ort, diese naturale Planung für den Betriebsregelungszeitraum in die jährlichen Wirtschaftspläne umzusetzen und die einzelnen Maßnahmen durchzuführen.

Während die Planung vorausschauend für den künftigen Forsteinrichtungszeitraum erstellt wird, wird die Erfolgskontrolle der durchgeführten Maßnahmen rückwirkend für den abgelaufenen Zeitraum vorgenommen. In den Landesforstverwaltungen und größeren Privatforstbetrieben erfolgt außer einer periodischen Forsteinrichtung ein ständiges Controlling, bei dem die durchgeführten Maßnahmen hinsichtlich ihres wirtschaftlichen Erfolges überprüft werden. Die monetäre Kontrolle geschieht dabei auf der Basis der vorliegenden Daten aus der Buchhaltung und umfasst mindestens die Überprüfung des holzerntekostenfreien Erlöses einer Hiebsmaßnahme. Das naturale Ergebnis der einzelnen Maßnahmen wird dabei gutachterlich von den verantwortlichen Führungskräften stichprobenartig vor Ort überprüft. Eine zahlenmäßige Darstellung der durchgeführten Maßnahme getrennt für den verbleibenden und ausscheidenden Bestand fehlt bisher in den meisten Fällen.

Ziel dieser Arbeit ist es, ein Controllingsystem zur Planung, Analyse und Kontrolle forstlicher Eingriffe zu entwerfen. In dieses System sollen sowohl die sachziel- als auch die formalzielorientierte Planung und Kontrolle integriert werden. Beide Planungsbereiche sind periodengleich organisiert und beziehen sich auf die gleiche Planungs-, Kontroll- und Buchungseinheit. Dies ist der wesentliche Unterschied zu den bereits eingeführten Planungs- und Kontroll-Systemen. Dieses für die operative Ebene konzipierte System liefert gleichzeitig Informationen für die mittelfristige Planung und Kontrolle und soll als ein Basismodul für ein Forsteinrichtungsverfahren dienen. Das von Gadow und Stüber (1994) vorgeschlagene Konzept der Eingriffsinventuren dient dabei als Grundlage und ist der Ausgangspunkt für weitere konzeptionelle Vorschläge.

Forstliche Eingriffe sollen dabei ereignisorientiert erfasst, analysiert und im Rahmen eines Soll - Ist - Vergleiches mit Hilfe von Kennzahlen hinsichtlich operational dargestellter Ziele bewertet werden. Die Holzernte ist die wichtigste Aktivität in jedem Forstbetrieb und wird daher als Beispiel gewählt. Es steht nicht der gesamte Forstbetrieb mit all seinen Aktivitäten und komplexen Beziehungen im Mittelpunkt der Betrachtung, sondern ausschließlich eine Holzerntemaßnahme, ein einzelner forstlicher Eingriff.

Die Erfassung der eingriffsbedingten Dichte-, Struktur- und Wertveränderungen in einem Bestand mit temporären, systematischen Probekreisaufnahmen bilden einen Schwerpunkt der Arbeit. In den einzelnen Probekreisen werden zusätzlich die vier Bäume der strukturellen Vierergruppe

(Füldner, 1995) markiert und aufgenommen, um die Artendurchmischung und die Durchmesserdifferenzierung zu berechnen.

Grundlage für die Gliederung der Arbeit ist das Konzept des Controlling-Regelkreises (Horváth, 2000, S. 12), der die Elemente Ziele und Planung, Durchführung der geplanten Maßnahmen enthält. Maßnahmen können nur im Hinblick auf vorher festgelegte Ziele beurteilt werden. Daher werden Zielsysteme und Zielhierarchien beispielhaft dargestellt, um aus ihnen operationale ökonomische, ökologische und soziale Subziele für den forstlichen Eingriff in einem Bestand abzuleiten. Zu den einzelnen Subzielen werden Kriterien gesucht, mit deren Hilfe beurteilt werden kann, inwieweit die formulierten Ziele erreicht werden konnten. Das Kennzahlensystem des Deutschen Forstwirtschaftsrates wird kurz beschrieben, um Kennzahlen auszuwählen, die für ein ereignisorientiertes Controlling auf der Bestandesebene geeignet erscheinen. Ergänzt werden diese Kennzahlen um Variablen zur Beschreibung der Bestandesstrukturen.

Die Datengrundlage bilden Bestandesinventuren mit systematisch verteilten, temporären Probekreisen in den Abteilungen 1, 2, 3, 11, 12 und 141 des Niedersächsischen Forstamtes Bovenden. Diese Flächen liegen in der Revierförsterei Bösinghausen (Abteilungen 1, 2, 3, 11 und 12) und in der Revierförsterei Reyershausen (Abteilung 141). Im Winter 1999 wurden im Rahmen von Diplomarbeiten Bestandesinventuren in den Abteilungen 1, 2, 3, und 12 durchgeführt (Bernhard, 1999, Bergholz, 1999, Drewes, 2000, Reichel, 2000). Ziel dieser Aufnahmen ist es, den aktuellen Waldzustand mit den waldmesskundlichen Parametern zu erheben und Dichte, Struktur und Wert der einzelnen Bestände zu beschreiben.

Je eine Teilfläche der Abteilung 11 wurde im Rahmen des Projektes *Analyse eines forstlichen Eingriffs* in den Wintersemestern 1999/2000 und 2000/2001 unmittelbar vor einer Holzerntemaßnahme aufgenommen, um die eingriffsbedingten Dichte-, Struktur-, und Wertveränderungen zu erfassen. Im Wintersemester 2001/2002 erfolgten die gleichen Arbeiten in der ersten Teilfläche der Abteilung 141. Diese Aufnahmen dienten zusätzlich dazu, die von Wiegard (1998) und Schroeter (2000) entwickelten Verfahren der Wertinventur zu einer Qualitätskontrolle aller Bäume eines Bestandes auszubauen.

2 Controlling in der Waldnutzung

Der Begriff Controlling stammt aus dem angelsächsischen Sprachraum und wird seit etwa 20 Jahren im deutschen Sprachraum verwandt. Preißler (1991, S. 12) beschreibt Controlling als ein funktionsübergreifendes Steuerungsinstrument, das den unternehmerischen Entscheidungs- und Steuerungsprozess durch zielgerichtete Informationserhebung- und –verarbeitung unterstützt. Der Controller sorgt dafür, dass ein wirtschaftliches Instrumentarium zur Verfügung steht, das durch systematische Planung und Kontrolle hilft, die aufgestellten Unternehmensziele zu erreichen. Inhalt der Zielvorgaben können dabei alle quantifizierbaren Werte des Zielsystems der Unternehmung sein.

Ziegenbein (1995, S. 20-21) umschreibt die Bezeichnung *to control* mit den Begriffen *Steuern*[2], *Regeln*[3] und *Beeinflussen*. Inhaltlich geht es beim Controlling darum, über Vorgänge und Ereignisse informiert zu sein, sowie beraten, koordinieren und eingreifen zu können, um die Ziele eines Unternehmens zu erreichen. Nach dieser Beschreibung ist Controlling „die Bereitstellung von Methoden und Informationen für arbeitsteilig ablaufende Planungs- und Kontrollprozesse sowie funktionsübergreifende Unterstützung und Koordination solcher Prozesse."

Horváth (2000, S. 5) weist daraufhin, dass fälschlicherweise Controlling vielfach mit Kontrolle gleichgesetzt wird. Controlling ist aber weit mehr, nämlich ein funktionsübergreifendes Steuerungskonzept mit der Aufgabe der ergebnisorientierten Koordination von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung. Der Controller ist gewissermaßen das *wirtschaftliche Gewissen* des Unternehmens oder *der Lotse zum Erfolg* (Horváth, 2000, S. 5). Die Aufgabe des Controlling besteht darin, die Koordinations- und Adaptionsfähigkeit der Führung zu sichern, damit diese die Formal- und Sachziele des Unternehmens erreicht. Der Controller konzipiert und betreut die Führungs- und Steuerungssysteme, unterstützt die Planungs- und Kontrollmethoden und organisiert die dazu notwendige Informationsversorgung. Die zum Zwecke der Unternehmenssteuerung vorgenommene Beschaffung, Auswahl, Aufbereitung, Transformation, Strukturierung, Speicherung, Dokumentation und Verwertung führungsrelevanter Informationen beschreibt umrissartig den Wirkungsbereich des Controllings nach dem Verständnis von Ziegenbein (1995, S. 20). Da Informationen zwar unbegrenzt vorhanden, beliebig vermehr- und veränderbar, aber in der Regel

[2] Steuerung: „Einstellung, Erhaltung oder Veränderung der Zustände eines Systems durch externe Festlegung einer oder mehrerer das Verhalten des Systems bestimmender Größen ohne Rückkopplung."

[3] Regelung: „Im Gegensatz zur Steuerung wird bei der Regelung das Ergebnis durch fortwährende Messung kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert." Mit Controlling ist hier Regelung gemeint. Das Verb *steuern* wird synonym für *regeln* benutzt.

nicht umsonst zu erhalten sind, stellen sie eine Ressource dar und sind damit ein Produktionsfaktor (vgl. hierzu u. a. Kätsch, 1998, S. 10).

Reichmann (1995, S. 12) stellt das Rentabilitäts-Liquiditäts-Kennzahlensystem in den Mittelpunkt einer umfassenden Controlling – Konzeption und definiert Controlling als „[...] die zielbezogene Unterstützung von Führungsaufgaben, die der systemgestützten Informationsbeschaffung und Informationsverarbeitung zur Planerstellung, Koordination und Kontrolle dient; es ist mithin eine Systematik zur Verbesserung der Entscheidungsqualität auf allen Führungsstufen der Unternehmung.“ Zu den operativen Controlling-Instrumenten zählen Zielsysteme zur Ableitung von Führungsgrößen in mehrstufigen Regelkreisen, Kennzahlensysteme, Verrechnungspreise von innerbetrieblichen Leistungen zwischen selbständigen Verantwortungsbereichen und Methoden der Abweichungsanalysen (Huch et al. 1995; zitiert nach Merker, 1997, S. 20).

2.1 Strategisches und operatives Controlling

Controlling kann inhaltlich strategisch und operativ ausgerichtet sein. (Abb. 2.1). Strategisches Controlling nimmt die Controllingaufgaben im Hinblick auf die strategische Führung des Unternehmens wahr. Es umfasst die Koordination von strategischer Planung und Kontrolle mit der strategischen Informationsversorgung. Dies ist darauf ausgerichtet, die Voraussetzungen wie u. a. Potentiale, Positionen, Strukturen und Handlungsspielräume zu schaffen, damit das Unternehmen als Ganzes, einzelne Arbeitsgebiete oder betriebliche Funktionsbereiche ihre Ziele erreichen können (Ziegenbein, 1995, S. 27).

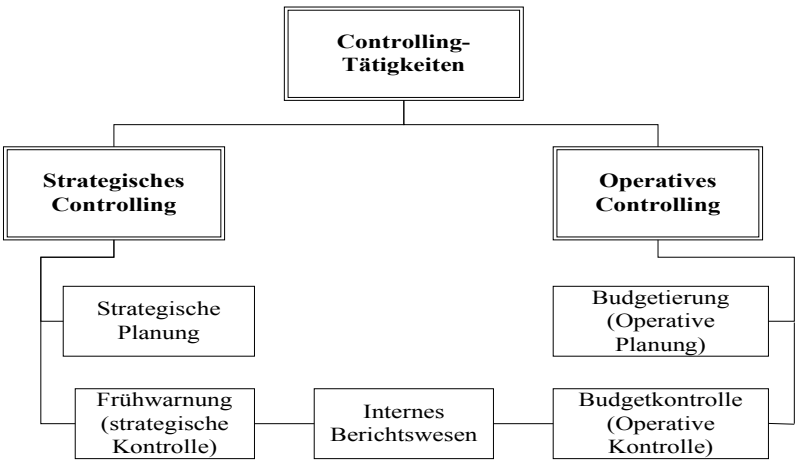


Abbildung 2.1. Controlling Tätigkeiten (Ziegenbein, 1995, S. 64).

Das in der Regel auf einen längeren Zeitraum ausgerichtete strategische Controlling arbeitet entsprechend seiner Potentialorientierung mit den Instrumenten der strategischen Planung sowie der Frühwarnung im Sinne einer ex-ante-Kontrolle von Strategien. Dabei interessieren sämtliche Größen, die für die Sicherung der dauerhaften Existenz des Unternehmens wichtig sind. Es müssen im Umfeld des Unternehmens wirksame Faktoren und Ereignisse in ihren Auswirkungen auf die zukünftige Unternehmensentwicklung erkannt, analysiert und in den Planungen berücksichtigt werden. Eine für die Forstwirtschaft derzeit wichtige Veränderung im strategischen Bereich sind die Konzentrationstendenzen auf den nationalen und internationalen Holzmärkten.

Demgegenüber hat das auf einen kürzeren Zeitraum ausgerichtete operative Controlling entsprechend seiner Erfolgsorientierung dafür zu sorgen, dass sich einzelne Mitarbeiter oder Kleingruppen im Rahmen vorgegebener Zeiträume, sowie des darauf ausgerichteten Budgets, kontrollieren können. Den Mitarbeitern sind diejenigen Informationen bereitzustellen, die sie zur Wahrnehmung ihrer spezifischen Aufgabe benötigen. Dabei kommt der Aufbereitung und Präsentation von Informationen eine große Bedeutung zu. Dies kann durch standardisierte Berichte geschehen, die vom Empfänger angenommen werden, da sie die wichtigen Informationen in einer übersichtlichen und leicht verständlichen Art darstellen.

Horváth (1994, S. 237) beschreibt die Unterschiede zwischen strategischem und operativem Controlling hinsichtlich der Orientierung des Unternehmens, der Planungsstufen, der Dimensionen und der Zielgrößen (Tab. 2.1).

Merkmal	***Strategisches Controlling***	***Operatives Controlling***
Orientierung	Umwelt und Unternehmen: Adaption	Unternehmen: Wirtschaftlichkeit betrieblicher Prozesse
Planungsstufe	Strategische Planung	Operative Planung, Budgetierung
Dimensionen	Chancen - Risiken, Stärken - Schwächen	Aufwand - Ertrag; Kosten - Leistung
Zielgrößen	Existenzsicherung, Erfolgspotential	Wirtschaftlichkeit, Gewinn, Rentabilität

Tabelle 2.1. Unterteilung in operatives und strategisches Controlling (Horváth 1994, S. 239).

2.2 Die Planungshorizonte in der Waldnutzung

Die Trennung zwischen einer langfristigen und einer strategischen Planung ist im Forstbetrieb nicht eindeutig möglich. Jöbstl (1978, S. 117) leitet die strategischen Ziele aus einem allgemein formulierten Oberziel ab. Aus dem strategischen Ziel werden die lang-, mittel- und kurzfristigen Ziele abgeleitet. Die strategische Planung umfasst die Auswahl der Baumarten und die Pflanzung von

Kulturen, die Festlegung der Umtriebszeit bzw. die Definition der Zieldurchmesser. Strategische Planung umfasst die Entwicklung neuer Geschäftsfelder und Dienstleistungen. Die Anpassungsstrategie auf Preisänderungen auf dem Holzmarkt kann z. B. der aussetzende Betrieb sein.

Der strategische Handlungsraum der Forstbetriebe ist gegenüber Unternehmen anderer Branchen begrenzt, da der lange Produktionszeitraum für den Rohstoff Holz Entscheidungen über kurzfristige Änderungen bei der Holzproduktion z. B. durch den Anbau anderer Baumarten, nicht zulässt. Lediglich eine stärkere Anpassung an die Entwicklung auf dem Holzmarkt ist durch die konsequente Ausrichtung der Nutzungsstrategie an den Holzpreisen möglich (Jöbstl, 1978). Die langfristige Planung umfasst nach Speidel (1972, S. 1921) die Realisierung langfristiger Ziele wie Investitionen, Ausbau des Wegenetze, Umwandlungen und Organisationsänderungen. Jöbstl (1978, S. 125-127) betont hier die Nachhaltigkeit, die es bei der langfristigen Planung zu sichern gilt. Weiter gehören die Festlegung der Betriebsziele und der Bestockungsziele sowie die entsprechenden waldbaulichen Behandlungsprogramme zu diesem Planungshorizont.

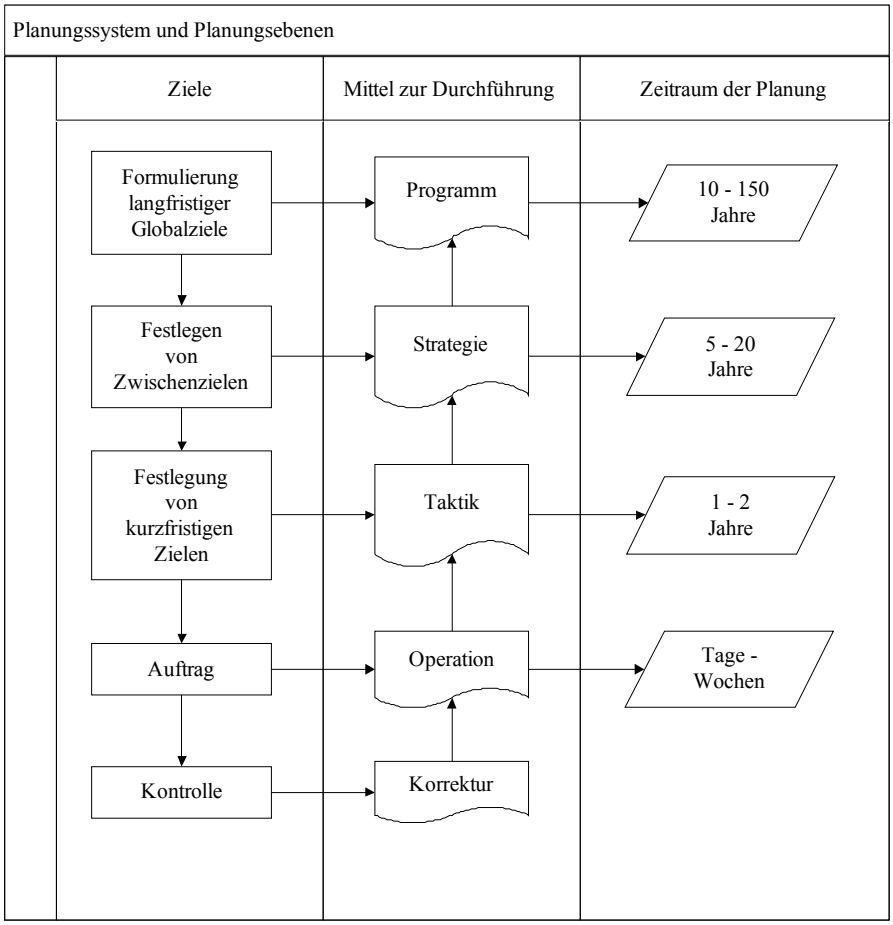


Abbildung 2.2. Planungssystem und Planungsebenen (nach Grammel, 1988, S. 32).

Die mittelfristige Planung beinhaltet nach Speidel „z. B. die Bestimmung der nachhaltigen Nutzungsmengen, die Mechanisierung des Betriebes oder die Ausführung einzelner Teilabschnitte der langfristigen Planung“. Jöbstl sieht in der Vermarktung des Holzes unter optimaler Anpassung an den Holzmarkt und die betrieblichen Kapazitäten die Hauptaufgabe der mittelfristigen Planung. Die kurzfristige Planung beschränkt sich auf die Beschaffung und Produktion sowie die zeitliche Steuerung der einzelnen Maßnahmen. Nach Jöbstl entspricht der kurzfristigen Planung im wesentlichen die Jahresplanung, deren wichtigste Pläne der Holzeinschlags- und Holzabsatzplan sind. Das jährlich zu planende Arbeitsprogramm ergibt sich aus der Summe der geplanten betrieblichen Maßnahmen, wie z. B. dem Holzeinschlag, den Kulturen oder Voranbauten und der Bestandespflege.

Grammel wählt eine andere Untergliederung (1988, S. 32, Abb. 2.2). In diesem Planungssystem werden aus den langfristig formulierten Globalzielen mittelfristige Zwischenziele und kurzfristige Ziele mit den entsprechenden Planungszeiträumen abgeleitet. Schließlich führen diese Ziele zu konkreten Aufträgen, mit deren Ausführung die gesetzten Ziele erreicht werden sollen. Die Globalziele werden in Programmen ausführlich dargestellt. Das Regierungsprogramm zur langfristigen ökologischen Waldentwicklung in Niedersachsen ist ein Beispiel hierfür. Aus diesen Programmen sind Strategien abzuleiten, wie die global beschriebenen Ziele zu erreichen sind. Die mittelfristig angelegten Strategien müssen wiederum in taktische Planungen und Entscheidungen umgesetzt werden, die schließlich zu einzelnen Operationen führen, wie den forstlichen Eingriffen. Der einzelne Auftrag, der in einer Operation, dem forstlichen Eingriff, ausgeführt wird, ist das zentrale Thema dieser Untersuchung.

2.3 Der Controllingregelkreis

Horváth (1994, S. 126) versteht unter der Koordinationsfunktion des Controlling zwei Aspekte: Einerseits bedeutet sie Entwurf und Implementierung von Planungs-, Kontroll- und Informationssystemen (systembildende Koordination). Andererseits sind innerhalb des bestehenden Systemzusammenhangs laufend Dispositionen und Abstimmungen vorzunehmen, Störungen zu beseitigen und die erforderlichen Informationen sicherzustellen (systemkoppelnde Koordination). Aufgaben des Controllers können mit der Koordination eines Regelkreises beschrieben werden. Am Anfang des Prozesses steht die Planung. Aus den für den Planungszeitraum verfügbaren Informationen sind für den Betrieb angemessene Leistungsmaßstäbe auszuwählen und festzusetzen. Diese Planzahlen werden laufend den tatsächlich realisierten Werten gegenübergestellt. Kommt es zu gravierenden Abweichungen zwischen den Soll- und Ist-Größen, sind die Ursachen hierfür zu

analysieren und Korrekturmaßnahmen einzuleiten. Damit mündet der Regelkreis erneut in die Planungsphase (Abb.2.3).

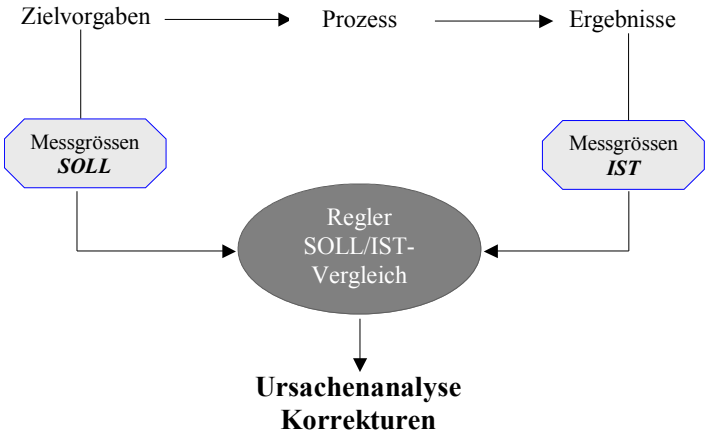


Abbildung 2.3. Der Controllingregelkreis (Gadow, 2000, S. 218).

Horváth fasst den Begriff der Planung als Zukunftsgestaltung auf und versteht darunter eine systematisch vorbereitete, zukunftsbezogene Festlegung von Zielen sowie der zu ihrer Erreichung notwendigen Maßnahmen, Mittel und Wege (Hahn, 1996, S. 45, zitiert nach Horváth). Die Festlegung der Zielvorgaben oder die Zielbildung ist nach diesem Verständnis Teil der Planung, die als weitere Phasen die Problemstellung, die Suche und Beurteilung von Handlungsalternativen und die Entscheidung umfasst (Horváth, 2000, S. 58). Die Planung muss realisierbar sein und ihre Realisierung muss für die Betriebsführung verpflichtend sein.

Ziegenbein (1995, S. 21) versteht unter Planung einen arbeits- und wissensteiligen Prozess der Willensbildung, der das zukünftige Handeln gedanklich vorwegnimmt. Zweck der Planung ist die Vorbereitung von Entscheidungen. Dies erfordert neben einem rational-analytischen Vorgehen auch intuitiv-kreatives Denken. Vom Ablauf her gesehen ist die Planung ein informationsverarbeitender Prozess, dessen Qualität von den verfügbaren Informationen abhängig ist. Gleichzeitig erzeugt der Planungsprozess selbst wieder Informationen und Ergebnisse wie Pläne, Analysen und Berichte.

Um die Realisierung der erarbeiteten Pläne zu gewährleisten, sind die tatsächlichen Ausführungsergebnisse ständig zu überwachen. Diese im Rahmen der operativen Planung vorgesehenen Ergebniskontrollen können während der Ausführung als Zwischen- oder Fortschrittskontrollen oder nach der Ausführung als Ergebniskontrollen erfolgen. Aus einem Vergleich von normativen Soll-Größen mit faktischen Ist-Größen oder prognostischen Wird-Größen festgestellte Abweichungen werden analysiert und durch Nachsteuerungsmaßnahmen behoben.

Innerhalb oder am Ende einer Periode lassen sich Annahmen der Planung (Prämissenkontrolle) und das Verhalten der Mitarbeiter (Verhaltenskontrolle) überwachen.

Zunächst sollten Kontrollen durch die Handlungsträger erfolgen, denn Selbstkontrollen ermöglichen schnelle Anpassungsmaßnahmen und generieren Lernprozesse im Sinne zukunftsorientierter Informationsgewinnung. Da aber Selbstkontrollen immer subjektiv sind und damit der Gefahr eines rechtfertigenden Informationsverhaltens oder einer Manipulation der zu kontrollierenden Ist - Größen unterliegen, sind aufgrund der Forderung nach Neutralität und Objektivität sowie im Interesse einer stellenübergreifenden Koordination zusätzliche Fremdkontrollen durch Vorgesetzte unerlässlich.

Jede unternehmerische Entscheidung kann als die Folge einer Information angesehen werden. Die Richtigkeit der Entscheidung hängt von der Güte und dem Vorhandensein einer Information ab. Deshalb sind Aufbau und Pflege eines aussagefähigen betrieblichen Informationssystems eine Hauptaufgabe des Controllers (Preißler, 1991, S. 65). Die Informationen für Planungs- und Kontrollprozesse können aus formalisierten Prozessen der Informationsgewinnung oder aus direkten zwischenmenschlichen Kontakten stammen. Ziegenbein (1995, S. 42) bezeichnet die Summe aller Maßnahmen, die zur Beherrschung des Produktionsfaktors Information führen, als Informationsmanagement und gliedert dies in ein Informationstechnologie-Management und ein Informationsressourcen-Management.

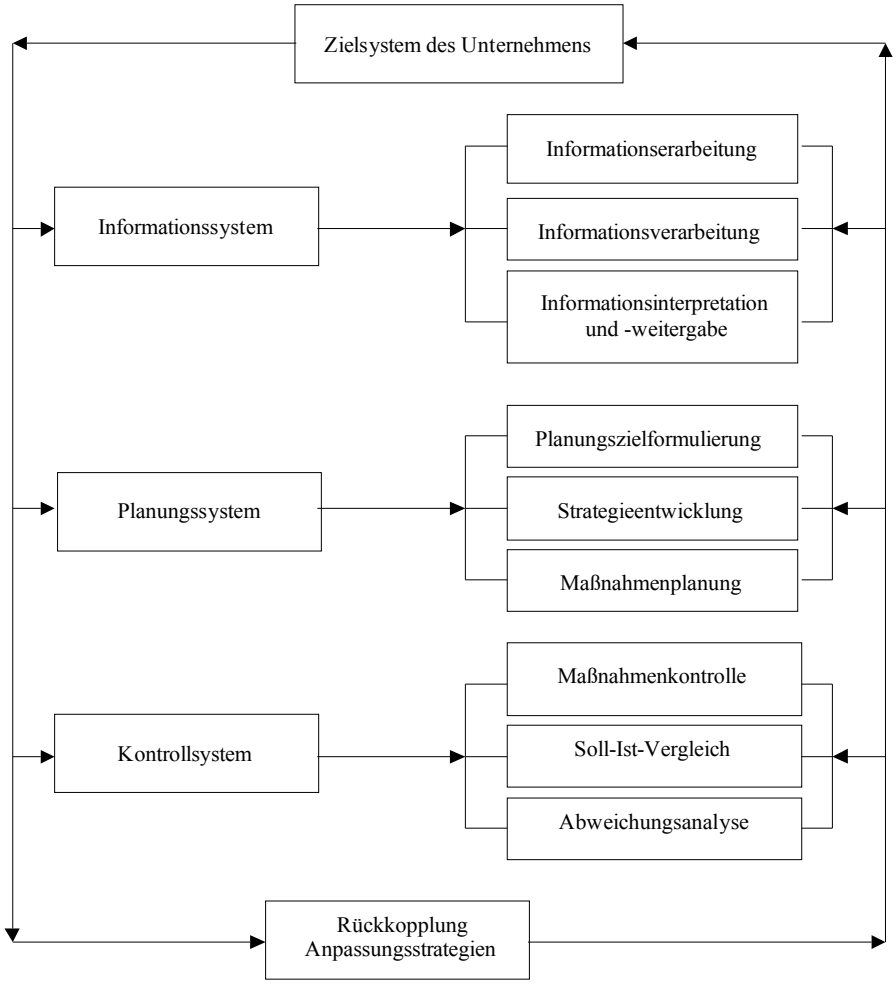


Abbildung 2.4. Ziel-, Informations-, Planungs- und Kontrollsystem (Preißler, 1991, S. 67).

Dabei umfasst nach Heinrich und Burgholzer (1992, zitiert nach Ziegenbein, 1995, S. 42) das Informationstechnologie-Management die Gestaltung und Implementierung der informations- und kommunikationstechnologischen Infrastrukturen, worunter man sämtliche Einrichtungen, Mittel und Maßnahmen versteht, die die Voraussetzungen für die Produktion, Speicherung und Übermittlung von Informationen in einer Organisation schaffen.

2.4 Kennzahlen als Instrument des Controlling

Kennzahlen werden nach Reichmann (1995, S. 18) als Hilfsmittel betrachtet, um die Wirtschaftlichkeit und die finanzielle Situation eines Betriebes zu analysieren. Sie liefern Informationen, die Sachverhalte und Tatbestände in einer Ziffer knapp ausdrücken und erfassen damit quantitative Sachverhalte in konzentrierter Form. Die wichtigsten Elemente einer Kennzahl sind ihr Informationscharakter, die Quantifizierbarkeit und die spezifische Form der Information.

Damit Kennzahlen Urteile über Sachverhalte und Zusammenhänge ermöglichen, müssen diese auf einem Skalenniveau gemessen werden. Diese spezifische Form ermöglicht es, komplizierte Strukturen und Prozesse wie z. B. die Auswirkungen eines forstlichen Eingriffes auf einfache Weise darzustellen. Mit Hilfe der Kennzahlen sollen alle Mitarbeiter eines Betriebes in die Lage versetzt werden, sich einen umfassenden Überblick über das Ergebnis des Eingriffs zu verschaffen. Zusammenfassend verstehen Reichmann und Lachnit (1976, S. 706) „unter Kennzahlen [...] absolute Zahlen, wie Summen, Differenzen und Mittelwerte oder Verhältniszahlen, wie Gliederungs-, Beziehungs- und Indexzahlen, die in konzentrierter Form über einen zahlenmäßig erfassbaren Tatbestand informieren“. Diese werden entweder aus dem Zahlenwerk der Finanzbuchhaltung, der Kosten- und Leistungsrechnung, der Planungsrechnung oder aus betrieblichen Sonderrechnungen übernommen. Zusätzlich können sie aus verschiedenen Daten abgeleitet werden, die das betriebliche Rechnungswesen bereitstellt.

Bei Verhältniszahlen werden Sachverhalte in Beziehung zueinander gesetzt. Diese relativen Kennzahlen lassen sich weiter in Gliederungszahlen, Verhältniszahlen und Indexzahlen unterteilen. Gliederungszahlen setzen verschiedene Teilgrößen zu ihrer übergeordneten Größe in Beziehung (z. B. Holzbodenfläche zur Gesamtfläche des Forstbetriebes). Beziehungszahlen verknüpfen verschiedenartige Größen miteinander, die eine sachliche Beziehung zueinander aufweisen (z. B. €/m³ o. R.). Indexzahlen legen für eine bestimmte Periode eine Basiszahl fest und geben in folgenden Perioden die Veränderung an (z. B. Lebenshaltungsindex zur Inflationsmessung, Holzpreisindex). Reichmann (1993, S. 18) klassifiziert die Kennzahlen nach den Gesichtspunkten Informationsbasis (Herkunft der Ausgangsdaten), statistische Form (absolute oder relative Zahlen), Zielorientierung (Erfolg und Liquidität), Objektbereich (Gesamtbetrieb und Teilbereiche) und Handlungsbezug (normative und deskriptive Größen).

Der formale Aufbau von Kennzahlen und die Unterscheidung in absolute und relative Zahlen wird von Geiß ausführlich diskutiert (vgl. die Darstellung bei Geiß, 1986, S. 22). Ob absolute Zahlen als Kennzahlen gelten können oder ob ausschließlich relative Zahlen so bezeichnet werden dürfen, ergibt sich bei näherer Betrachtung des Analysezwecks. In dieser Arbeit wird dem erweiterten Kennzahlenbegriff nach Geiß (1986, S. 24) gefolgt, der sowohl relative als auch absolute Kennzahlen umfasst. Für externe Analysen, wie z. B. den zwischen- oder überbetrieblichen Vergleich haben absolute Zahlen nur einen begrenzten Aussagewert. Forstbetriebe können in befriedigendem Maße nur miteinander verglichen und analysiert werden, wenn sinnvolle Bezugsgrößen benutzt werden. Absolute Kennzahlen können dagegen bei der innerbetrieblichen Analyse durchaus genutzt werden,

da sie klare Aussagen über die betrieblichen Verhältnisse liefern. Bei relativen Kennzahlen besteht die Gefahr, dass durch Kompensationseffekte zwischen Zähler und Nenner Fehlinterpretationen auftreten. Die Bezugsgröße ist genauso in ihrer Entwicklung zu beachten wie die in Relation gesetzte Ausgangsgröße.

2.4.1 Funktionen von Kennzahlen und Kennzahlsystemen

Die bisherige Definition von Kennzahlen weist ihnen einen informationsbezogenen Charakter zu. So werden die Zahlen durch die Dimensionen Inhalt, Wert und Zeit sowohl dynamisch als auch statisch bestimmt. Nach Geiß (1986, S. 46-48) „[...] sind Kennzahlen demnach jene Maßgrößen, die in schlecht-strukturierten Entscheidungssituationen auf konzentrierte und knappe Weise Informationsfunktion erfüllen.“ Aus dem Entscheidungsphasenschema (Tab. 2.2) folgt, dass Kennzahlen Planungs-, Steuerungs- und Kontrollinformationen liefern können.

Zielvorgabe			
Phasen des Durchführungsprozesses mit spezifischem Führungsverhalten	**Tätigkeiten der Unternehmungsführung**	**Tätigkeiten der Controlling - Organe**	**Gliederung der Führungs-tätigkeiten**
1. Problemstellungsphase		Planung / Planaufstellung	Planung
2. Suchphase	Entscheidungsvorbereitung		
3. Beurteilungsphase / Bewertungsphase			
4. Entscheidungsphase	Entscheidungsfällung	Planverabschiedung	
5. Realisationsphase	Detaillierte Festlegung der Durchführung / Veranlassung der Durchführung	Durchführung	Steuerung
6. Kontrollphase	Vergleich der Durchführungs- und Entscheidungsresultate / Soll – Ist – Vergleich	Rückinformation / Rückkoppelung	Kontrolle

Tabelle 2.2. Führungstätigkeiten in der Unternehmung. Entscheidungsphasenschema (nach Hahn, 1996, S. 46).

Hopfenbeck (1992, S. 819) sieht Kennzahlenkataloge als Zahlenwerk zur Bereitstellung entscheidungsrelevanter Informationen im Rahmen eines strategischen Managements. Neben der Beantwortung finanzwirtschaftlicher Fragestellungen werden Kennzahlen verstärkt als Führungsinstrument eingesetzt. Unternehmensextern werden sie zur Bilanzanalyse sowie zum Betriebsvergleich herangezogen, im internen Gebrauch sind sie ein Hilfsmittel der Betriebsanalyse. Sie können Bestandteil einer umfassenden Controlling-Konzeption sein und in diesem Zusammenhang

Informationen für verschiedene Entscheidungssituationen liefern. Ordnet man die Funktion von Kennzahlen in das Entscheidungsphasenschema ein, so können Kennzahlen im gesamten operativen Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozess eingesetzt werden und erfüllen nach Weber (1993, S. 202) dabei die folgenden fünf Funktionen (Tab. 2.3).

Operationalisierungsfunktion	Bildung von Kennzahlen zur Operationalisierung von Zielen und Leistungen
Anregungsfunktion	Laufende Erfassung von Kennzahlen zur Erkennung von Auffälligkeiten und Veränderungen
Vorgabefunktion	Ermittlung kritischer Werte als Zielgrößen für unternehmerische Teilbereiche
Steuerungsfunktion	Verwendung von Kennzahlen zur Vereinfachung von Steuerungsprozessen
Kontrollfunktion	Laufende Erfassung von Kennzahlen zur Erkennung von Soll-Ist-Abweichungen

Tabelle 2.3. Funktionen von Kennzahlen nach Weber (1993, S. 202).

Werden verschiedene Kennzahlen zu einem gemeinsamen Zweck zusammengefasst und aufeinander aufgebaut oder voneinander abgeleitet, so entstehen Kennzahlensysteme (Hopfenbeck 1992, S. 824). Nach Reichmann (1995, S. 23) wird unter einem Kennzahlensystem im Allgemeinen eine Zusammenstellung von quantitativen Variablen verstanden, wobei die einzelnen Kennzahlen in einer sachlich sinnvollen Beziehung zueinander stehen, einander ergänzen oder erklären und insgesamt auf ein gemeinsames und übergeordnetes Ziel ausgerichtet sind.

In einem Kennzahlensystem sind Ziele operational abzubilden. Nach Reichmann (1995, S. 29) liegt die Bedeutung der Steuerung von betrieblichen Prozessen mit Hilfe von Kennzahlen darin, dass auf der Basis der vorgegebenen Pläne Vorgabewerte ermittelt werden können. Aufgrund ihrer Klarheit und Kürze und der daraus resultierenden geringen Störanfälligkeit sind sie geeignet, den reibungslosen Informationsfluss als Grundvoraussetzung eines innerbetrieblichen Kommunikationsprozesses sicherzustellen. Dabei haben Kennzahlen grundsätzlich eine Doppelfunktion. Einmal dienen Kennzahlensysteme durch die Transformation prägnanter Zielvorstellungen zur Übermittlung spezifischer Aufgabenstellungen und ihrer Ausführungsanweisungen. Weiter können mit Kennzahlen betriebliche Prozesse über alle Hierarchiestufen hinweg koordiniert werden. Dabei müssen die Planwerte ständig überprüft und zwecks rationeller Wirtschaftsführung den sich ändernden Rahmenbedingungen angepasst werden. Der Vergleich zwischen den geplanten und den realisierten Werten gibt Auskunft über das Ergebnis des betrieblichen Handelns. Der Kennzahlenkontrollprozess besteht aus drei Phasen: Der Festlegung der Ist-Werte, dem Vergleich von Ist- und Sollwerten und dem Initiieren von Anpassungsprozessen.

Mit Hilfe dieses Kontrollprozesses kann ständig ein aktueller Überblick über die betriebliche Situation gewonnen werden.

2.4.2 Forstliche Kennzahlenpläne

Speidel (1983, S. 131–134) unterscheidet drei Gruppen von Kennzahlen: die Gliederungs- und Gefügezahlen, die Beziehungszahlen und die Indexzahlen. Ein *Kennziffernschema* für den gesamten Forstbetrieb gliedert Speidel in den Absatzbereich, den Produktionsbereich und den Arbeitsbereich. Hieraus lassen sich als *gesamtbetriebliche Kennziffern* der Reinertrag in Euro (€) je Hektar, der Betriebskoeffizient, der Produktivitätsindex und die Wertschöpfung errechnen.

Ripken schlägt 1977 Kennzahlen für die Holzernte und die Holzverwertung in der niedersächsischen Landesforstverwaltung vor und 2002 ein Kennzahlenschema für den Betriebs- und Zeitvergleich von staatlichen, kommunalen und privaten Forstbetrieben. Empfehlungen zur Vereinheitlichung des forstlichen Rechnungswesens veröffentlicht der Deutsche Forstwirtschaftsrat (1988). Wichtige Ziele dieser Empfehlungen sind, das forstliche Rechnungswesen weiter zu vereinheitlichen und bessere Vergleichsmaßstäbe für den externen Vergleich von Forstbetrieben zu schaffen. Diese Empfehlungen enthalten Begriffsbestimmungen sowohl zum forstlichen Rechnungswesen als auch zu den darauf aufbauenden Kennzahlen. Ein Betriebsabrechnungsbogen und eine Datenliste mit einer Darstellung der für die Ableitung der Kennzahlen notwendigen Angaben vervollständigen die Empfehlungen (Berger, 1997, S. 93-110).

Der Kennzahlenplan gliedert sich in sieben Abschnitte: Flächen- und Vermögensstruktur, Personal, Holzernte und Wegeunterhaltung, Einnahmen bzw. Erträge, Aufwand, der Erfolgsrechnung und dem Betriebsabrechnungsbogen. Die einzelnen Gruppen des Kennzahlenplans sind nach sachlogischen Aspekten geordnet. Die in der Kennzahlengruppe *Flächen- und Vermögensstruktur* zusammengefassten Kennzahlen charakterisieren die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit des Forstbetriebs. Strukturdaten beschreiben die Betriebsgröße, das naturale Vermögen, die Flächenerschließung und den Wert der betriebseigenen Maschinen. Die Holzbodenfläche und der Einheitswert werden als Absolutzahl, die weiteren Kennzahlen entweder als Gliederungszahl (in Prozent von Holzboden bzw. Altersklassenwald) oder als Beziehungszahl (pro Hektar Holzbodenfläche) angegeben.

Die dritte Kennzahlengruppe enthält Naturaldaten aus den Bereichen *Holzernte und Wegeunterhaltung*. Hier interessieren der Hiebssatz und die Gliederung des Holzeinschlages nach Baumarten- und Baumartengruppen. Formal handelt es sich um Beziehungszahlen (m^3 o. R. / ha

Holzboden, € / m³ / Stunde, € / ha Holzboden) und Gliederungszahlen (Prozentanteile der einzelnen Baumarten am Holzeinschlag). In der Kennzahlengruppe *Einnahmen bzw. Erträge* wird der Ertrag aus der Holznutzung gegliedert nach Baumartengruppen wiedergegeben und anschließend hiebssatz- und einschlagsbezogen zusammengefasst. Zu den gesamten Einnahmen des Forstbetriebes zählen weiter die Einnahmen aus Nebennutzungen, Jagd und Fischerei sowie die sonstigen Einnahmen. Die Summe der Erträge werden für den Betriebsvergleich als Beziehungszahlen (Erträge aus Holznutzung in € / m³ o. R., sonstige Erträge in € / ha Holzboden) hiebssatz- und einschlagsbezogen dargestellt. Der gesamte Betriebsaufwand, hiebssatz- und einschlagsbezogen, sowie Investitionen und Abschreibungen werden in der Kennzahlengruppe *Aufwand* erfasst und als Beziehungszahlen (€ / ha Holzboden) dargestellt. Das Betriebsergebnis wird nach drei verschiedenen Berechnungsmethoden ermittelt und der jeweilige Betriebskoeffizient wird angegeben. Die Kennzahlen werden als Beziehungszahlen (€ / ha Holzboden, € / Fm) und als Gliederungszahlen berechnet. Den Abschluss des Kennzahlenplans bildet der Betriebsabrechnungsbogen, der die folgenden Kostenstellen enthält: Holzeinschlag, Holzrücken, Bestandesbegründung, Waldpflege, Forstschutz, Wege und Brücken, sonstige Betriebsarten, Jagd und Fischerei, Schutz- und Erholungsfunktion, Verwaltung und höhere Instanzen sowie die Hilfskostenstelle Maschinen. Die Kennzahlen im Betriebsabrechnungsbogen sind Beziehungszahlen, mit denen in € pro Hektar Holzboden das Betriebsergebnis übersichtlich gegliedert nach Kostenarten und Kostenstellen dargestellt wird.

Berger (1997, S. 186–202) schlägt aufbauend auf einer kritischen Analyse der Kennzahlenpläne des Deutschen Forstwirtschaftrates, des Testbetriebsnetzes Westfalen-Lippe und des Testbetriebsnetzes der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg das „Kennzahlensystem Forstwirtschaft“ vor. Dieses *Kennzahlensystem Forstwirtschaft* besteht aus vier Komplexen und enthält als Kernstück Führungskennzahlen, die einen raschen und umfassenden Überblick über den Forstbetrieb geben sollen. Strukturkennzahlen informieren über die Infrastruktur und das Personal des Betriebes. Den Schwerpunkt in diesem System bilden die beiden Komplexe Prozesskennzahlen und monetäre Kennzahlen, mit deren Hilfe die laufenden Prozesse des Betriebes abgebildet werden. Mit diesem Instrument sollen sie geplant, geregelt und kontrolliert werden. Prozesskennzahlen und die monetären Kennzahlen werden in diesem System streng hierarchisch angeordnet und über insgesamt drei Verdichtungsstufen bis zu einem Steuermodul für die Betriebsleitung aggregiert (Berger, 1997, S. 188).

Die Führungskennzahlen sollen Hilfestellung für die operative Betriebssteuerung geben, indem sie *sowohl naturale als auch monetäre Größen* vereinigen, die einen Überblick über die wirtschaftliche Situation des Forstbetriebes geben. Berger verbindet mit diesen Kennzahlen die mittelfristige naturale Planung der Forsteinrichtung mit einer mittelfristigen detailscharfen Planung, die Aussagen über die aktuelle bis mittelfristige Finanzsituation des Forstbetriebes zulassen soll. Einem Vorschlag von Moog (1995a) folgend, soll diese mittelfristige Planung in einem Turnus von vier Jahren erfolgen, wobei der Plan alle zwei Jahre rollierend zu überarbeiten ist. Diese mittelfristige detailscharfe Maßnahmenplanung des Forstbetriebes übernimmt aus der als strategischen Waldentwicklungsplanung ausgerichteten Forsteinrichtung die langfristigen Zielvorgaben und verbindet diese mit den jährlichen Wirtschaftsplänen des Forstbetriebes. Besonders deren finanzielle Dispositionsfreiheit soll sich durch diesen Planungsansatz erhöhen.

Die vier zentralen naturalen Größen in diesem Kennzahlensystem sind der Hiebssatz, der Ist-Einschlag, der Stand des Einschlags gegenüber dem Hiebssatz in der aktuellen Forsteinrichtungsperiode und das Über- bzw. Unternutzungsprozent. Weitere Kennzahlen für den naturalen Bereich sind der durchschnittliche Gesamtzuwachs und der durchschnittlich mögliche Holzeinschlag bis zum Ende der Planungsperiode der Forsteinrichtung. Mit den vier monetären Kennzahlen *Einnahmeüberschuß, Zieleinnahmeüberschuss, Stand des Einnahmeüberschusses* gegenüber dem mittelfristigen Planungszyklus und dem *mittelfristigen Zieleinnahmeüberschuss* soll der monetäre Bereich geplant, gesteuert und kontrolliert werden.

Merker (1997, S. 41-47) prüft bei der Entwicklung seines Controllingsystems *Naturgemäße Waldwirtschaft,* ob mit den derzeit angewandten naturalen und monetären Kennzahlen die naturale Steuerung der naturgemäßen Waldwirtschaft möglich ist. Dies wird am Beispiel der Betriebsstatistik der niedersächsischen Landesforstverwaltung verdeutlicht, die in einen naturalen, sachzielorientierten und einen monetären, formalzielorientierten Bereich gegliedert ist. Die Daten für den naturalen Teil der Statistik und die strukturellen Kennzahlen liefert die Forsteinrichtung im Rahmen der zehnjährigen Betriebsregelung. Die monetären Kennzahlen kommen aus der laufenden Auswertung des betrieblichen Rechnungswesens.

	Kennzahlen-Betriebsstruktur
1	**Flächen**
	Gesamtfläche
	Betreuungsforsten
	Forstämter
	Revierförstereien
2	**Baumartengliederung, Alters- und Leistungsklassen**
	Flächenanteile der Baumartengruppen
	Flächenanteile der Laubbäume/Nadelbäume
	Flächenanteile der Altersklassen
3	**Vorrat, Zuwachs, Hiebssatz**
	Vorrat/ha Holzboden
	Anteil vom Sollvorrat
	Zuwachs/ha Holzboden
	DGZ/ha Holzboden
	Hiebssatz/ha Holzboden
	Davon Vornutzung
	Davon Laubbaumarten
	Hiebssatz gesamt

Tabelle 2.4. Kennzahlen Betriebsstruktur. Naturale Kennzahlen der Landesforstverwaltung Niedersachsen (nach Merker, 1997, S. 42).

Bestandteil der naturalen Betriebsstatistik sind die *Kennzahlen Betriebsstruktur* (Tab. 2.4) mit der Flächengliederung nach Baumarten, Alter- und Leistungsklassen und den Angaben von Vorrat, Zuwachs und Hiebssatz je Hektar. Mit diesen Kennzahlen stehen im altersklassenweise bewirtschafteten Forstbetrieb der Betriebsleitung die wichtigsten Steuerungsgrößen für den gesamten Betrieb zur Verfügung. Zusätzlich sind im Betriebswerk der Forsteinrichtung die an den Sachzielen ausgerichteten Planungen für die einzelnen Bestände als Blockplanung für den Betriebsregelungszeitraum von 10 Jahren schriftlich dokumentiert. Der Vollzug der sachzielorientierten, bestandesweisen Einzelplanungen wird periodisch alle 10 Jahre sowohl auf der Ebene Bestand als auch auf der Betriebsebene mit diesen Kennzahlen kontrolliert.

Die Altersklassenverteilung entfällt in naturnah bewirtschafteten Wäldern als mögliche Steuerungsgröße, da sie ebenso wie der durchschnittliche Gesamtzuwachs (DGZ) nicht zu ermitteln ist. Merker sieht in der Stärkeklassenverteilung kombiniert mit dem Vorrat und Zuwachs je Hektar Holzboden die künftige Steuerungsgröße, da sich aus diesen Größen die Kapitalausstattung des Forstbetriebes herleiten lässt. Hieraus wiederum sind Rückschlüsse möglich auf den aktuellen Zustand, die Substanz und das künftige Potential des Forstbetriebes. Eine Übersicht der sachzielorientierten Bestimmungsfaktoren *naturgemäße Waldwirtschaft,* gegliedert in die beiden Bereiche Holzabsatz und Beschaffung – Produktion, ist in Tabelle 2.5 aufgeführt. Für den Holzabsatz sind Vorrat, Zuwachs und Hiebssatz die bestimmenden Faktoren. Für den Absatz ist der Vorrat weiter aufgeteilt nach Baumarten, Stärke- und Güteklassen einschließlich der

durchschnittlichen Stärkeklasse. Werden diese Bestimmungsfaktoren entsprechend mit Kennzahlen hinterlegt, liefern diese die Informationen über Holzsorten oder Sortimentsstrukturen für den kundenorientierten Holzverkauf. Für die Produktion sind neben der Flächengröße der Produktionseinheiten und der Verjüngungs- und Pflegeflächen, Naturnähe, Struktur, Vielfalt und die Vorratsstruktur die Faktoren, die über den Erfolg der Strategie *naturgemäße Waldwirtschaft* entscheiden. Für den Bereich Produktion wird der Vorrat wie im Absatzbereich nach Baumarten, Stärke- und Güteklassen unterteilt. Diese getrennte Betrachtung des Holzvorrates unter den Gesichtspunkten Holzabsatz und Holzproduktion wird bei den Kennzahlen für die ökonomischen Sachziele wieder aufgegriffen.

Holzabsatz	***Beschaffung / Produktion***
Vorrat (Kapital)	Fläche pro Produktionseinheit
Zuwachs	Naturnähe (PNV, Naturnäheindex)
Hiebssatz	Struktur (Strukturindex)
Absatz-Sortimentsstruktur (Baumart, Stärke, Güte)	Vielfalt (Mischungsindex und Flächenverteilung der Baumarten)
Durchschnittliche Stärkeklasse	Vorratsstruktur (Baumarten, Stärke, Wertholz)
Kalamitätsholz	Fläche der Kunstverjüngung
Leistung in der Holzernte	Fläche der Naturverjüngung
	Pflegefläche

Tabelle 2.5. Sachzielorientierte Bestimmungsfaktoren Naturgemäßer Waldwirtschaft (nach Merker, 1997, S. 45).

Seit 1998 empfiehlt der Deutsche Forstwirtschaftsrat die bisherige Trennung von betrieblichem und nichtbetrieblichem Aufwand und Ertrag aufzugeben. Dazu wird ein Produktplan vorgeschlagen, der eine Gesamtschau aller Tätigkeitsfelder des Forstbetriebes darstellt. Dabei werden sowohl die bisherigen Begriffsdefinitionen beibehalten als auch die Zielsetzung forstbetrieblicher Tätigkeit: Produktion von Holz und anderen Erzeugnissen sowie Schutz- und Erholungsleistungen auf der gesamten Betriebsfläche. In Anlehnung an die aktuelle Reform in öffentlichen Verwaltungen wird der Begriff *Produkt* neu eingeführt. Produkte sind von außen nachgefragte oder aufgrund von Vorschriften erstellte Leistungen eines Betriebes und zweckmäßig gebündelte betriebliche Leistungen, denen die zugehörigen Kosten zugerechnet werden. Produkte sind Kostenträger und damit Ansatzpunkte für das Controlling. Gleichzeitig dienen sie als geeignete Grundlage für Betriebs- und Zeitvergleiche. Produkte werden in einem Produktplan hierarchisch zu Produktgruppen und Produktbereichen zusammengefasst.

2.4.3 Kennzahlen für das ökonomische Sachziel

Das ökonomische Sachziel für den forstlichen Eingriff kann wie folgt definiert werden: *Der forstliche Eingriff nutzt das ökonomische Potential des Bestandes nachhaltig.* Als Kriterien zur Bestimmung des Potentials werden die *Absatzfähigkeit*, die *Produktionsfähigkeit*, die *Regenerationsfähigkeit* und die *Eingriffsstärke* vorgeschlagen (Tab. 2.6).

Die **Produktionsfähigkeit** beschreibt das bisher in einem Bestand produzierte Holzvolumen, gegliedert in Stärke- und Güteklassen. Diese Übersicht informiert über die möglichen Nutzungsvarianten in einem Bestand. Dies Kriterium entspricht dem Vorrat pro Hektar, für diese Aufgabe allerdings gegliedert nach Güte- und Stärkeklassen.

Mit dem Kriterium der **Absatzfähigkeit** wird geprüft, welcher Anteil der produzierten Holzsorten unter den aktuellen Bedingungen auf dem Holzmarkt verkauft werden kann. Dieser Anteil geht aus der Stärke- und Güteklassenübersicht hervor, die darstellt, welche Holzsorten in dem betreffenden Bestand aktuell geerntet werden können. Der Übersicht können die Anteile entnommen werden, die entsprechend der Zielsetzung vermarktet werden sollen. Eine mögliche Zielsetzung stellt dabei die Ernte der Bäume dar, die einen vorgegebenen Durchmesser in Brusthöhe erreicht haben. In einer Verhältniszahl wird das potentiell marktfähige Bestandesvolumen zum Gesamtvorrat vor dem Eingriff ausgedrückt. Diese Größe kann als Absatzpotential betrachtet werden und stellt eine Zielvorgabe oder Soll - Größe dar.

Mit dem Kriterium der **Regenerationsfähigkeit** wird geprüft, wie der verbleibende Bestand auf die Auswirkungen des forstlichen Eingriffs reagieren kann. Mit Kennzahlen sind der verbleibende Bestand, der prognostizierte Zuwachs und der Zustand der Verjüngung darzustellen. Für die Naturverjüngung werden die Flächenanteile der einzelnen in der Verjüngung vorhandenen Baumarten angegeben sowie die Flächenanteile ohne Verjüngung erfasst und als Verhältniszahlen dargestellt.

Die **Eingriffsstärke** beschreibt die Veränderungen des Bestandes durch den Eingriff. Der ausscheidende Bestand wird dabei einmal im Verhältnis zum Bestand vor dem Eingriff betrachtet und mit den Soll - Größen verglichen. Absolute Zahlen und Verhältniskennzahlen jeweils bezogen auf den Hektar Holzboden geben die Veränderungen der Stammzahl, der Grundfläche und des Volumens an. Eine wichtige Größe in diesem System ist der Anteil der durch den Eingriff tatsächlich genutzten marktfähigen Holzsorten am gesamten ausscheidenen Bestandesvolumen. Diese Verhältniszahl kann

in direkter Beziehung zur monetären Kennzahl analysiert werden, dem Deckungsbeitrag I oder dem holzerntekostenfreien Erlös.

Kriterium	***Kennzahl***	***Erläuterung***
Produktionsfähigkeit	V_{Gesamt} m³ m. R.	Vorrat des Bestandes vor dem Eingriff
Absatzfähigkeit	$V_{Soll} = \frac{V_{Markt}}{V_{Gesamt}}$ m³ m. R.	Anteil des marktfähigen Holzes am Vorrat vor dem Eingriff (Soll-Größe)
Regenerationsfähigkeit	V_{Ver} m³ m. R.	Verbleibender Bestand, der zur Regeneration und Verjüngung des Bestandes beiträgt
	$V_{Zuwachs}$ m³ m. R.	Prognostizierter Zuwachs für die nächsten 10 Jahre
	$V_Z = \frac{V_{Markt}}{V_{Gesamt}}$ m³ m. R.	Anteil des marktfähigen Holzes am prognostizierten Zuwachs für die nächsten 10 Jahre
Eingriffsstärke	$V_{Ist} = \frac{V_{Markt}}{V_{Aus}}$ m³ o. R.	Anteil der marktfähigen Holzsorten am ausscheidenden Bestand (Ist-Größe)
	$V_{\mathrm{Re}al} = \frac{V_{Aus}}{V_{Gesamt}}$ m³ m. R.	Verhältnis von ausscheidendem Bestand und Gesamtbestand vor dem Eingriff (Ist-Größe)

Tabelle 2.6. Ökonomisches Sachziel: Kennzahlen zur Analyse forstlicher Eingriffe.

Das tatsächliche Hiebsergebnis verglichen mit der Zielvorgabe informiert darüber, inwieweit das Absatzpotential des Bestandes hinsichtlich der Zielsetzung durch den Eingriff genutzt wird und erlaubt eine genaue Analyse des absatzorientierten Marktverhaltens. Gleichzeitig dient sie der flexiblen Überprüfung der Wertnachhaltigkeit, da erkennbar ist, ob eine Über- oder Unternutzung bei den marktfähigen Holzsorten erfolgte. Hieraus ergeben sich Hinweise für die künftigen Nutzungsmöglichkeiten in einzelnen Beständen und damit für die mittelfristige Liquidität des Forstbetriebes insgesamt.

2.4.4 Kennzahl für das ökonomische Formalziel

Das ökonomische Formalziel für den forstlichen Eingriff kann wie folgt definiert werden: *Durch den forstlichen Eingriff ist ein positiver Deckungsbeitrag erzielt.* Das ökonomische Formalziel für den forstlichen Eingriff ist somit die ökonomische Effizienz. Die Entscheidungsträger im Forstbetrieb betrachten bei der ökonomischen Effizienz das erzielte Ergebnis eines forstlichen Eingriffs im Hinblick auf die eingesetzten Mittel. Wegen der Bedeutung für das laufende Betriebsergebnis ist es notwendig, vor jedem geplanten forstlichen Eingriff zu kalkulieren, welches monetäre Ergebnis zu erwarten ist. Als wichtigstes Kriterium zur Bestimmung der ökonomischen Effizienz wird der Deckungsbeitrag

herangezogen, definiert als die Differenz von Leistung und Kosten, bzw. von Ertrag und Aufwand. Die positiven Deckungsbeiträge eines forstlichen Eingriffs können dazu verwendet werden, die übrigen Aufwendungen des Betriebes zu decken (Tab. 2.7).

Kriterium	***Kennzahl***	***Erläuterung***
Deckungsbeitrag I	Differenz von Leistung und Kosten (€ / m³ o. R.)	Die Differenz von Leistung und Kosten, bzw. von Ertrag und Aufwand ist definiert als Deckungsbeitrag. Erntekosten-freier Erlös, € / m³ o. R.)

Tabelle 2.7. Ökonomisches Formalziel: Kennzahl Deckungsbeitrag I.

2.4.5 Kennzahlen für das ökologische Sachziel

Das ökologische Sachziel für den forstlichen Eingriff kann lauten: *Der forstliche Eingriff ist ökologisch verträglich ausgeführt.* Der Grundsatz *Gesundheit des Ökosystems und Vitalität* fordert, dass der Einfluss von biotischen und abiotischen Schadfaktoren durch menschliches Verhalten und damit durch forstliche Eingriffe nicht erhöht werden soll. Die Leistungsfähigkeit der Waldstandorte und damit die Produktionskraft sollte erhalten bleiben und darf durch forstliche Eingriffe nicht nachteilig beeinflusst werden.

Eine besondere Bedeutung haben hier die Schutzwirkungen des Waldes gegenüber dem Boden und dem Wasser. Ein stark strukturierter, artenreicher und damit gegen den Einfluss z. B. von Wind und Sturm widerstandsfähigerer Wald kann diese Schutzfunktionen in Mitteleuropa erfahrungsgemäß besser erfüllen als arten- und strukturarme Wälder. Parameter zur Beschreibung der Strukturvielfalt können daher als Kennzahlen dienen. Die Strukturvielfalt beschreibt die horizontale und vertikale Struktur der Wälder, besonders die Verteilung der einzelnen Baumarten auf der Fläche und deren Nachbarschaftsbeziehungen zueinander. Durch forstliche Eingriffe soll die Strukturvielfalt erhalten bleiben bzw. nicht beeinträchtigt werden. Der Begriff *Struktur* bezieht sich auf die spezifische Anordnung der Elemente eines Systems. Die Waldstruktur kann mit Hilfe von Variablen beschrieben werden, die einen Vergleich zwischen einer gegebenen Situation und einer oder mehreren Standardsituationen ermöglichen. Gadow (2000) schlägt eine Unterscheidung zwischen Merkmalen vor, die die einfache Struktur (*Einfache Diversität*) und die räumliche Struktur (*Räumliche Diversität*) beschreiben (Tab. 2.8).

Kriterium	*Differenzierung nach*	*Kennzahl*
Einfache Diversität	Arten	Shannon-Index
		Evenness
		Artenzahl
	Dimensionen	Durchmesserverteilung
Räumliche Diversität	Arten	Artendurchmischung
	Dimensionen	Durchmesserdifferenzierung
	Individuen	Winkelmaß

Tabelle 2.8. Ökologisches Sachziel: Kennzahlen zur Analyse forstlicher Eingriffe.

Die Beschreibung der einfachen Waldstruktur befasst sich mit den Anteilen bestimmter Merkmale innerhalb einer Population, z. B. mit den Anteilen der Baumarten oder den Anteilen unterschiedlicher Baumdimensionen (Abb. 3.6; Vanclay, 1998). Der Artenreichtum bzw. die Artendiversität kann mit Hilfe des Index von Shannon und Weaver (1949) beschrieben werden:

$$H'(p_1, p_2, ..., p_S) = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ell n(p_i) \qquad [1]$$

wobei

S = Anzahl der vorkommenden Arten

$p_i = n_i / N$ mit n_i = Anzahl der Individuen der Art i und N = Anzahl aller Individuen.

Der Shannon-Weaver-Index erfüllt dabei drei Bedingungen (Pielou, 1977, S. 293): Bei der ersten Bedingung erreicht die Artendiversität einen Maximalwert, wenn alle Arten mit gleichen Anteilen vertreten sind (maximale *evenness*). Bei der zweiten Bedingung sind die Arten in zwei Populationen gleichmäßig verteilt und die Population mit der größeren Anzahl von Arten weist die höhere Diversität auf. Bei der dritten Bedingung wird eine zusätzliche Klassifikation verwendet, z. B. eine Einteilung in Höhenklassen. Sind beide Klassifikationen voneinander unabhängig, d. h. die Kenntnis der Art enthält keine Information über die Höhe, dann ist die Arten-Höhen-Diversität gleich der Summe aus Arten-Diversität und Höhen-Diversität: H' (Art,Höhe) = H' (Art) + H' (Höhe).

Innerhalb räumlich begrenzter Probeflächen kann eine Aussage über die einfache Diversität ausreichend sein. Kommen auf einer Probefläche von 500 m² drei Baumarten vor, dann ist eine höhere räumliche Durchmischung gegeben als bei nur einer vorkommenden Baumart. Ein Nachteil der Häufigkeitsverteilungen der Durchmesser bzw. Höhen besteht darin, dass aus ihnen nicht auf die *räumliche* Verteilung dieser Baumattribute geschlossen werden kann. Es können Bestände mit

identischen Durchmesser- und Höhenverteilungen generiert werden, die bezüglich ihrer räumlichen Struktur erhebliche Unterschiede aufweisen.

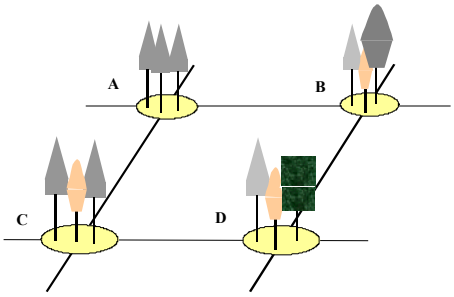


Abbildung 2.5. Innerhalb räumlich begrenzter Probeflächen kann eine Aussage über die einfache Struktur ausreichend sein, da die Anteile gleichzeitig räumliche Diversität beschreiben; (A=räumlich homogen; B=räumlich inhomogen; C=räumlich homogen; D=räumlich inhomogen; Gadow, 2000).

Für Strukturanalysen in ungleichaltrigen Mischbeständen werden zusätzlich zu den Häufigkeitsverteilungen Informationen darüber benötigt, wie die Arten- und Dimensionsanteile räumlich vermischt sind (Abb. 2.5, Gadow, 1993; Füldner, 1995).

Bei der Beschreibung der Dimensionsstruktur genügt es nicht, wenn nur die Dimensionsunterschiede benachbarter Bäume angegeben werden. Von zusätzlichem Interesse ist die relative Dominanz einer bestimmten Baumart oder einer Baumklasse. Die Dominanz kann anstelle bzw. zusätzlich zur *Differenzierung* mit dem *Umgebungsmaß* charakterisiert werden. Dies gibt den Anteil der Nachbarn an, die größer sind als der Bezugsbaum. Dies Maß eignet sich für die Reproduktion von Bestandesstrukturen (Hui et al., 1998) und hat damit eine große Bedeutung bei der Entwicklung von Wuchsmodellen. Auf das Umgebungsmaß wird in dieser Arbeit allerdings nicht näher eingegangen, da es mit den erhobenen Daten nicht ermittelt werden kann (Abb. 2.6).

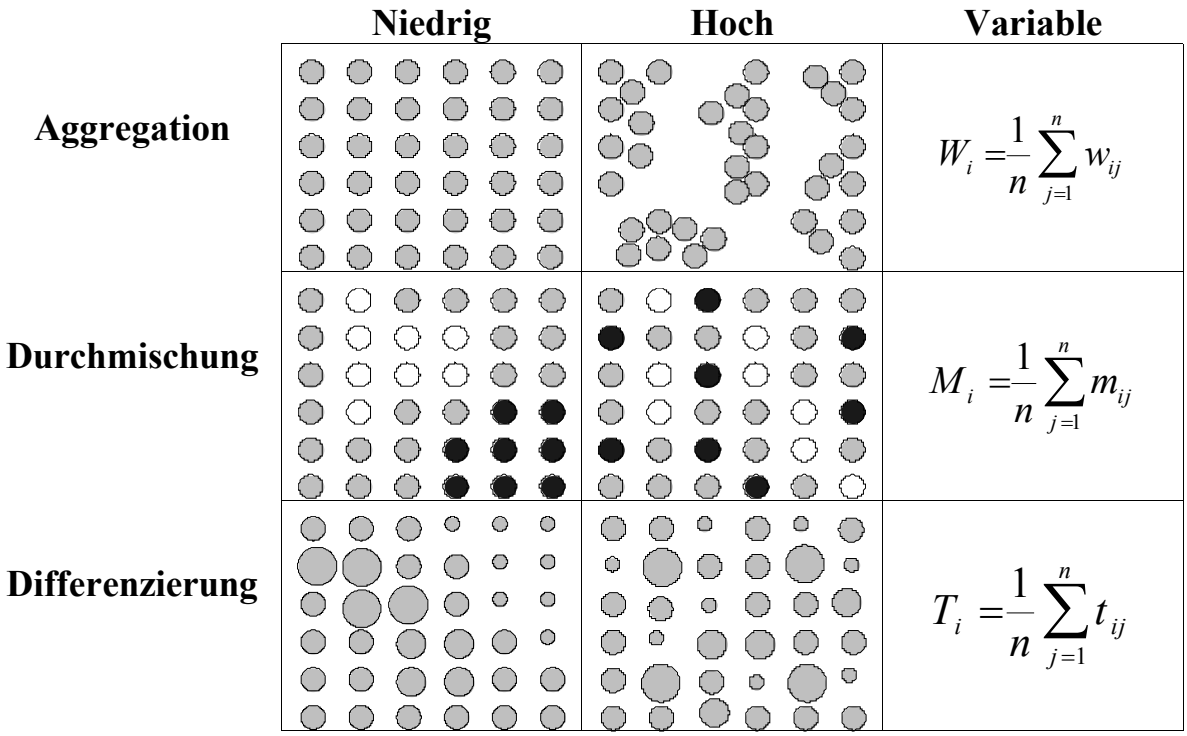


Abbildung 2.6. Elemente der Waldstruktur, die die räumliche Verteilung der Baumeigenschaften berücksichtigen (w_{ij}, m_{ij} und t_{ij} sind Variablen, die die Anzahl abnormal positionierter, andersartiger und größerer Nachbarn j eines gegebenen Bezugsbaumes i repräsentieren; Gadow, 2000).

Bei einer *Strukturellen Vierergruppe* werden der dem Stichprobenpunkt nächstgelegene Bezugsbaum und dessen n nächste Nachbarn bestimmt, ohne deren Abstände zueinander zu messen. Das Beispiel in Abbildung 2.7 zeigt eine Gruppe von fünf Bäumen, den Bezugsbaum *i* und dessen *vier nächste Nachbarn* mit den entsprechenden Brusthöhendurchmessern. Von diesen fünf Bäumen gehören drei der Baumart Buche und zwei der Baumart Fichte an. Für die in Abb. 3.8 aufgeführte Fünfergruppe ergeben sich folgende Parameterwerte:

W_i=(0+0+0+1)/4=0.25;

M_i=(0+0+1+1)/4=0.50;

T_i=(1-20/40+1-10/20+1-20/30+1-20/20)/4=0.42.

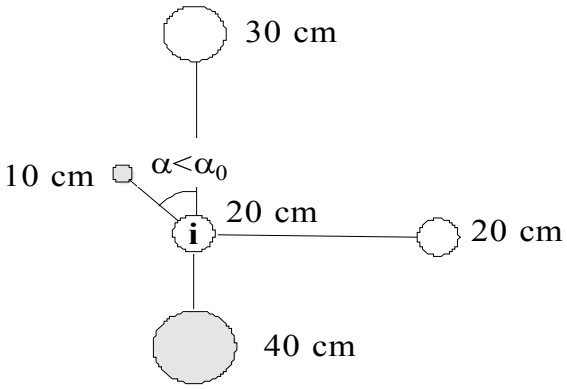


Abbildung 2.7. Strukturelle Vierergruppe zur Bestimmung der Aggregation, Durchmischung und Differenzierung (Gadow, 2000).

Entscheidend für die Interpretation der Aufnahmeergebnisse ist die Unterscheidung zwischen Stammzahl- und Flächen-Anteilen der Strukturklassen. Die topologische Standfläche des Baumes wird mit dem Strukturmerkmal belegt. Da die Auswahlwahrscheinlichkeit eines Bezugsbaumes proportional zu dessen Standfläche ist, können die dem Bezugsbaum zugehörigen Flächenanteile der Strukturmerkmale verzerrungsfrei geschätzt werden (Albert, 1999, S. 78; Staupendahl, 1997).

Ein bestandesbezogenes Dichtemaß ist die Summe der Brusthöhen-Stammquerschnittsflächen der Bäume, die *Bestandesgrundfläche*. Vereinfachend wird angenommen, dass eine Stammquerschnittsfläche durch eine Kreisfläche beschrieben werden kann. Die Grundfläche für den Baum i (i = 1,..., n) ergibt sich bei bekanntem Durchmesser d_i [in cm] aus

$$g_i = \frac{\pi}{4} d_i^{\,2} \qquad [2]$$

Somit beträgt die Bestandesgrundfläche in m² für n Bäume

$$G = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^{n} d_i^{\,2} \qquad [3]$$

Die Grundflächen verschiedener Bestände lassen sich vergleichen, wenn die zur Verfügung stehende Fläche identisch ist. Da dies selten der Fall ist, wird als normierte Größe die Grundfläche pro Hektar genommen. Diese wird ermittelt, indem die Grundfläche des gesamten Bestandes durch die Bestandesfläche in Hektar dividiert wird. Je größer die Anzahl gleichstarker Bäume auf der Fläche ist, desto größer ist die Grundfläche und damit die Bestandesdichte. Bleibt die Stammzahl konstant, so wird sich im Laufe der Zeit die Grundfläche und somit auch die Bestandesdichte durch das Wachstum der Bäume erhöhen.

Kramer (1990) berechnet die Eingriffsstärke als Verhältnis der ausscheidenden Grundfläche zur Grundfläche des Gesamtbestandes:

$$rG = \frac{Gaus}{Gges} \qquad [4]$$

Die Interpretation einer gegebenen Eingriffsstärke hängt von mehreren Faktoren ab. Es müssen die Bestandesdichte vor dem Eingriff, die beteiligten Baumarten, die waldbauliche Zielsetzung und das Bestandesalter berücksichtigt werden (Gadow, 2000, S. 171). Neben der Eingriffsstärke entscheidet die Art des Eingriffs über die weitere Bestandesentwicklung. Die Eingriffsart kann zu einer Veränderung der Durchmesserverteilung führen. Im Rahmen dieser Arbeit wird das Stammzahl-Grundflächenverhältnis gewählt, das dem Quotienten aus relativer Stammzahl- und relativer Grundflächenentnahme entspricht (Kassier, 1993; Staupendahl, 1999).

$$NG = \frac{(N_{aus} / N_{ges})}{(G_{aus} / G_{ges})} = \frac{rN}{rG} \qquad [5]$$

mit NG = Stammzahl-Grundflächenverhältnis

N_{aus}, N_{ges} = Stammzahl des ausscheidenden Bestandes und des Gesamtbestandes

G_{aus}, G_{ges} = Grundfläche des ausscheidenden Bestandes und des Gesamtbestandes

Aus der Gleichung [5] lässt sich folgende Beziehung ableiten:

$$Dg_{aus} = NG^{-0,5} * Dg_{ges} \qquad [6]$$

mit Dg_{aus} = Durchmesser des Grundflächenmittelstamms des ausscheidenden Bestandes

Dg_{ges} = Durchmesser des Grundflächenmittelstamms des Gesamtbestandes

Ein NG < 1 bedeutet, dass ein geringerer Stammzahl- als Grundflächenanteil entnommen wird, d.h. der Dg_{aus} größer ist als der Dg_{ges}. Somit handelt es sich rein rechnerisch um eine Hochdurchforstung. Im Umkehrschluss entspricht ein NG>1 theoretisch einer Niederdurchforstung. Dabei ist der Charakter der Durchforstung um so ausgeprägter, je mehr sich der NG-Wert von 1 unterscheidet (Gadow, 2000).

2.5 Controllingsystem für forstliche Eingriffe

In diesem Abschnitt wird dargestellt, inwieweit Informationen für die zielorientierte Planung und Kontrolle forstlicher Eingriffe von Forsteinrichtungsverfahren bereitgestellt werden. Dazu werden ein klassisches Verfahren (der Waldbegang mit Ertragstafelschätzung), ein aktuelles modernes Verfahren aus Niedersachsen (die Betriebsinventur mit Kontrollstichprobe) und das Konzept der Eingriffsinventuren von Gadow und Stüber (1994) kurz skizziert (Abb. 2.8). Thesen Eiseles (1998) folgend, wird ein Controllingsystem für den forstlichen Eingriff entworfen. Dieses Eingriffscontrolling ist für die operative Bestandesebene konzipiert und kann als Basismodul in ein gesamtbetriebliches Controllingsystem integriert werden. Mögliche Folgen der von Gadow u. Stüber (1994) vorgeschlagenen Verschiebung des Inventurzeitpunktes für die Ablauforganisation im Forstbetrieb und für die Forsteinrichtung werden beschrieben und Folgerungen diskutiert.

2.5.1 Waldbegang mit Ertragstafelschätzung

Beim *Waldbegang mit Ertragstafelschätzung* werden die Inventur, die kritische Würdigung der im abgelaufenen Betriebregelungszeitraum durchgeführten Maßnahmen und die Planung für das kommende Jahrzehnt für jede Buchungs- und Planungseinheit getrennt durchgeführt. Das Produkt ist das Betriebswerk, gegliedert in einen Allgemeinen Teil, das Bestandeslagerbuch mit den Bestandesblättern, Übersichtstabellen, Grafiken und das Kartenwerk. In der Einleitungsbereisung werden die Ziele der Betriebsführung für den künftigen Betriebsregelungszeitraum festgelegt.

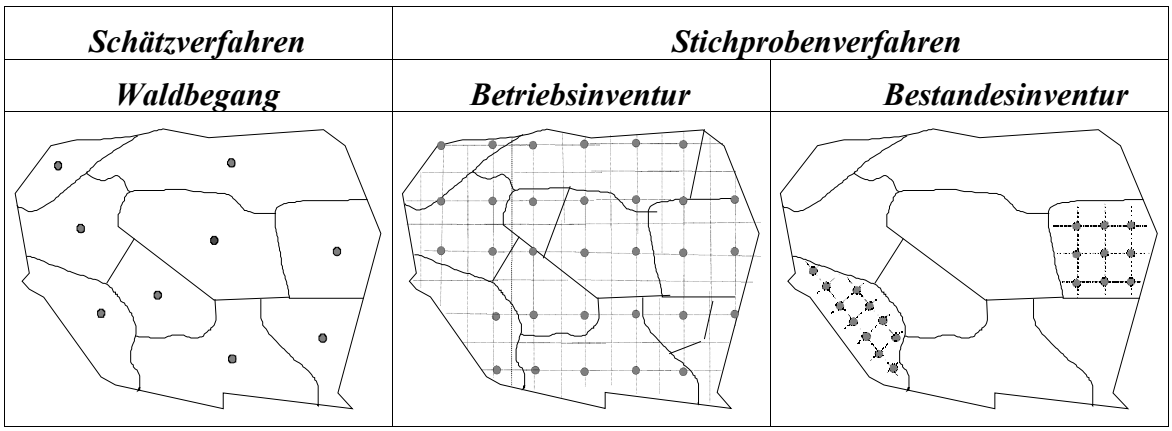


Abbildung 2.8. Bestandesweise Bearbeitung beim Waldbegang und beispielhafte Darstellung der systematischen Verteilung von Probekreisen für die Teilfläche eines Betriebes bei der Betriebsinventur und von zwei Beständen bei der Bestandesinventur.

Der Einrichter schätzt bei seinem Waldbegang für jede Aufnahme- und Buchungseinheit den Vorrat und Zuwachs mit Hilfe der vorgegebenen Ertragstafeln. Die Eingangsgrößen für die

Ertragstafelschätzung sind die Baumart, das Alter und die Oberhöhe oder Mittelhöhe des Bestandes. Üblicherweise werden für die Ermittlung der Ertragsklasse oder Leistungsklasse des Bestandes etwa zehn Baumhöhen gemessen. Die im abgelaufenen Betriebsregelungszeitraum durchgeführten waldbaulichen Maßnahmen werden vom Einrichter analysiert und gutachterlich bewertet. Die Ergebnisse der Inventur und die Folgerungen aus der kritischen Bewertung der durchgeführten Maßnahmen bilden die Grundlage für die Planung der Maßnahmen für jeden Bestand im nächsten Jahrzehnt. Geplant werden u. a. Jungwuchs- und Bestandespflege, Ästung, die Holznutzung, die Walderneuerung einschließlich der Waldentwicklungstypen und naturschutzfachliche Maßnahmen, wie die Waldrandpflege oder die Freistellung von Fließgewässern.

Die Ergebnisse der bestandesweisen Inventur werden für jede Baumart oder Baumartengruppe getrennt und geordnet nach den Altersklassen zusammengestellt. Die durchschnittlichen Leistungsklassen und Bestockungsgrade werden hergeleitet und der Zuwachs der einzelnen Baumarten wird mit Ertragstafeln geschätzt. Die Hauptergebnisse der Betriebsregelung sind in einer Flächen- und Massenübersicht dargestellt. Der laufende Zuwachs, der durchschnittliche Gesamtzuwachs dGZ, der tatsächliche Vorrat, der Normalvorrat und die Hiebsatzweiser z. B. nach Heyer, Gerhardt, Breymann (Gadow, 2000) werden berechnet und dienen als Weiser zur Herleitung des Nachhaltshiebssatzes. In der Schlussbereisung werden die Hauptergebnisse der Forsteinrichtung vom Einrichter präsentiert und der Nachhaltshiebssatz des Forstbetriebes für den künftigen Betriebsregelungszeitraum wird festgelegt (z. B. EA Gen. 74, 1974 u. B. A. 87 der Niedersächsischen Landesforstverwaltung, 1987).

2.5.2 Betriebsinventur mit Kontrollstichprobe

Die *Betriebsinventur mit Kontrollstichprobe* ist ein bestandesübergreifendes Inventurverfahren mit systematisch auf die Betriebsfläche verteilten Probekreisen. Die Probekreismittelpunkte werden festgelegt und dauerhaft markiert, um Folgeaufnahmen zu erleichtern und Zustandsveränderungen zu erfassen (Saborowski, 1993, S. 22; Nagel, 1998). Das Konzept wurde Ende der 60er Jahre in der Schweiz entwickelt (Schmid-Haas, Werner, Baumann, 1978; Schmid-Haas, 1989; Fuchs u. Kennel, 1994) und ist inzwischen ein Standardverfahren der Forsteinrichtung sowohl in der Schweiz als auch in Deutschland.

Als Beispiel für ein in Deutschland eingeführtes Verfahren wird das der Landesforstverwaltung Niedersachsen gewählt. Es beruht zum einen auf einer zweiphasigen Betriebsinventur auf der Basis permanenter Stichproben. Die zweiphasige Betriebsinventur nutzt bei diesem Konzept Informationen

aus dem Luftbild für die Bestimmung optimierter Stichprobenumfänge. Die gesamte Aufnahmeeinheit wird nach Altersstufen in untergeordnete Befundeinheiten oder Waldtypen stratifiziert. Diese Inventur liefert Angaben über den Zustand, bei Folgeinventuren auch Informationen über Veränderungen bestimmter Merkmale innerhalb der Straten (Vorrat, Zuwachs, Schäden, Totholz u.a.). Die Ergebnisse bilden die Grundlagen für die naturale Analyse des Betriebsablaufes, die Entwicklung von Behandlungskonzepten und die summarische Nutzungsplanung.

Ergänzend zur Betriebsinventur sind stark vereinfachte Waldbegänge vorgesehen, die u. a. durch den Einsatz von Luftbildern rationalisiert werden sollen, da die erforderlichen Zustandsdaten nicht allein durch Betriebsinventuren bereitgestellt werden können. Starke (1989), Heuer (1992), Böckmann, et al. (1998a), Böckmann et al. (1998b), Wollborn u. Böckmann (1998), Nagel (1998), Spellmann et al. (1999), Böckmann et al. (2000) beschreiben das Verfahren ausführlich.

Bei der Waldeinteilung und Bestandesausscheidung ist vorgesehen, die Anzahl der Inventureinheiten deutlich zu verringern. Dabei sollen die einzelbestandesweisen Informationen nicht verloren gehen und der Betriebsleitung weiter zur Verfügung stehen. Flächenmäßig größere Baumartenmischungen werden aus dem Luftbild erfasst und in der Betriebskarte dargestellt. Zusätzlich wird ein Netz von Weiserflächen (0,05-0,25 ha) der wichtigsten Bestandestypen mittlerer Leistung aufgebaut, die nach den gültigen Pflegekonzepten (Merkblätter) bewirtschaftet werden (etwa 10-15 Weiserflächen je Forstamt). Sie dienen der Vereinbarung von Zielen an konkreten Beständen, der Orientierung für Nutzungsansätze und der Aus- und Fortbildung.

Ein Nachhaltshiebssatz für den gesamten Betrieb wird mit Hilfe der Ergebnisse der Betriebsinventur, der Weiserflächen und Simulationen des Wachstums von Einzelbäumen mit dem Waldwachstums-Simulator Bwin6.2 (Nagel et al., 2002) festgelegt. Den einzelbestandesweisen Nutzungssatz sowie die Maßnahmenplanung bestimmt der Betriebsleiter auf der Grundlage der vereinbarten Ziele. Die Kontrolle findet auf Betriebsebene durch Auswertung der Wiederholungsaufnahmen der permanenten Stichproben statt und wird ergänzt durch einzelbestandesweise Kontrollen mit gutachterlicher Einschätzung beim Waldbegang.

2.5.3 Eingriffsinventuren

Eingriffsinventuren sind temporäre Stichprobeninventuren auf Bestandesebene und unterscheiden sich von den periodischen Bestandesinventuren dadurch, dass sie nicht in fest definierten Zeitintervallen durchgeführt werden, sondern immer dann, wenn ein Eingriff bevorsteht (Gadow u.

Stüber, 1994; Gadow u. Schmidt, 1998). Eine Eingriffsinventur erfasst den Gesamtbestand vor dem Eingriff, den ausscheidenden Bestand und den nach dem erfolgten Eingriff verbleibenden Bestand (Abb. 2.9).

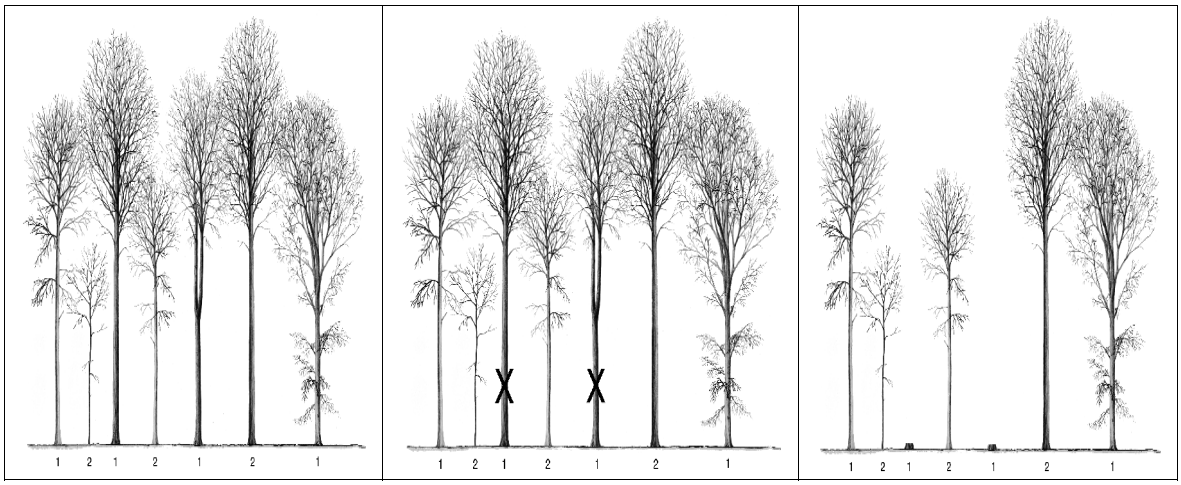


Abbildung 2.9. Waldinventuren erfassen den Gesamtbestand (links) oder den verbleibenden Bestand nach dem Eingriff (rechts). Eingriffsinventuren erfassen gleichzeitig zwei Zustände und die Zustandsveränderung (Mitte) (nach Gadow u. Stüber, 1994).

Dieser Vorschlag von Gadow und Stüber (1994) bezieht sich besonders auf den Zeitpunkt der Inventur. Sie dient in diesen Verfahren einmal als Grundlage zur kritischen Würdigung der waldbaulichen Maßnahmen im abgelaufenen Betriebsregelungszeitraum und zur vorausschauenden Planung für die kommende Forsteinrichtungsperiode. Um den Charakter der Bestandesinventur stärker hervorzuheben, wird neben dem Begriff Eingriffsinventur synonym im Folgenden auch der Begriff *ereignisorientierte Bestandesinventur* verwandt. Hierdurch soll deutlich werden, dass nicht nur Eingriffe in dieses Konzept integriert werden können, sondern alle forstbetrieblichen Maßnahmen, wie Pflanzung, Jungwuchspflege, Ästung und die Auswahl von Zukunftsbäumen.

Die Stichprobeninventur auf Bestandesebene erfasst den Waldzustand objektiv. Für die Bestandesinventur auf Stichprobenbasis stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Allen Verfahren liegt im Regelfall eine systematische Auswahl der Stichprobenpunkte zugrunde. Bei gegebenem Stichprobenumfang wird häufig eine größere Genauigkeit erzielt, weil die Stichprobenpunkte gleichmäßiger auf der Fläche verteilt sind. Darüber hinaus ist die Organisation der Aufnahme einfacher, da die Stichprobenpunkte mit Hilfe eines regelmäßigen Quadratnetzes über die Fläche verteilt werden (Kramer u. Akça, 1995, S. 84).

3 Ziele und Kennzahlen in der mittelfristigen Regelung der Waldentwicklung

Nach Zangemeister (1973, S. 92) sind „Ziele notwendige Prämissen eines Entscheidungsmodells in Form von Aussagen imperativischen Charakters, aus denen sich die für die Bewertung von Alternativen relevanten Zielkriterien ergeben.“ Nach Speidel (1983, S. 31) umfasst der Ausdruck *wirtschaftliches Zielsystem* die Gesamtheit und die Rangfolge aller Forderungen, die der Forstbetrieb für den Eigentümer und die Allgemeinheit heute und in Zukunft erfüllen soll. Das Zielsystem ist nach Speidel weiter der Richtpunkt, der mit einem zukunftsorientierten Plan erreicht werden soll und wird im Allgemeinen vom Eigentümer bestimmt. Das Zielsystem ist somit eine willensmäßig gesetzte Norm, die das *Sein-Sollen* ausdrückt. Ein Ziel ist nicht wahrheitsfähig und kann daher nicht als richtig oder falsch, gut oder schlecht eingestuft werden (Gadow, 2000, S. 49). Die willensmäßige Bestimmung der Zielkonzeption bedeutet ferner, wie Lemmel (1922; zitiert nach Speidel, 1983, S. 31) zeigt, dass nicht nur ein einziges allgemeingültiges Zielsystem existiert, sondern dass vielmehr zu einem bestimmten Zeitpunkt theoretisch ebenso viele Zielsysteme wie Forstbetriebe bestehen können.

Für Sekot (1993, S. 23) sind Ziele auf Werturteilen beruhende, generelle Imperative, die sich als präskriptive Aussagen an Entscheidungsträger wenden. Sie bestehen in der Festlegung von anzustrebenden *Ausprägungen von Systemkomponenten.* Ziele geben die Grundrichtung der zu setzenden Aktionen an und sind somit in sozio-technischen Systemen die zentralen Größen des Führungsprozesses.

Der Eigentümer oder der autorisierte Entscheidungsträger im Forstbetrieb wählt die betrieblichen Ziele auf der Basis seiner persönlichen Werte und seines Wissens aus. Sind diese Ziele systematisch aufgearbeitet und dokumentiert, ist es möglich, Entscheidungsbefugnisse im Betrieb zu delegieren, da die Rationalität der Entscheidung jederzeit anhand der Ziele nachprüfbar ist. Außerdem kann der Prozess der Zielfindung und die Auswahl der Ziele transparent und damit nachvollziehbar dargestellt werden. Alle am Zielfindungsprozess beteiligten Personen können auf der Grundlage dieses dokumentierten Verfahrens offen miteinander kommunizieren (vgl. Erler, 2000, S. 114). Ziele sind die Grundlage für Planungen, Kontrollen und Beurteilungen im Forstbetrieb. Ein Ziel ist nach Speidel (1972, S. 44; 1983, S. 38) operational, wenn es zeitlich festgelegt, realisierbar und messbar ist. Die Ziele im Forstbetrieb teilt Speidel (1972, S. 41; 1983, S. 33) in drei Gruppen ein: Sachziele, monetäre Ziele und Sicherheitsziele.

3.1 Zieltheoretische Grundlagen und forstliche Zielsysteme

3.1.1 Zieldimensionen und Zielbeziehungen

Ein Ziel hat drei verschiedene Dimensionen: einen Inhalt, einen Nutzen und einen zeitlichen Bezug (Erler 2000). Der Inhalt eines Zieles soll zweifelsfrei die Vorstellung des Entscheidungsträgers wiedergeben. Die Zielinhalte müssen so formuliert werden, dass sie als Führungsgrößen genügend konkret, zugleich aber nicht zu eng abgefasst sind, da sie sonst eine zu starke Begrenzung für die nachfolgenden Maßnahmen darstellen (Abb. 3.1).

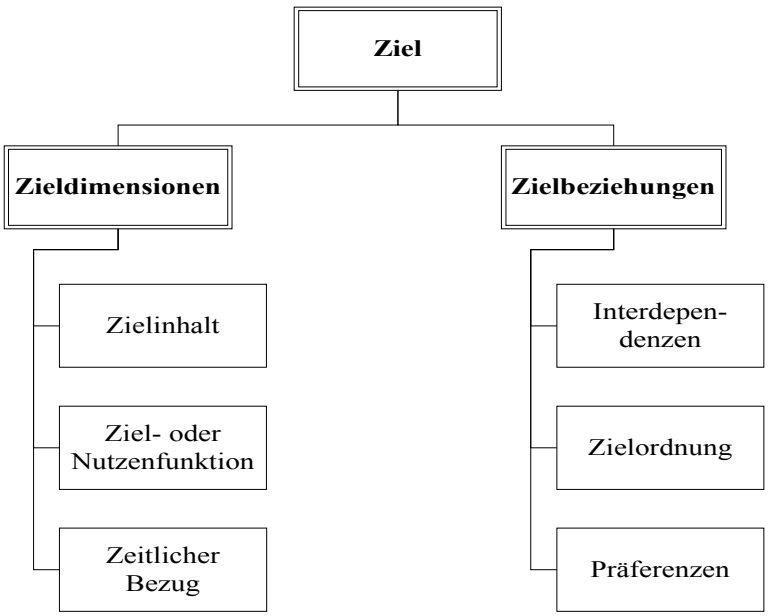


Abbildung 3.1. Zieldimensionen und Zielbeziehungen (Erler, 2000, S. 117).

Weil die Zielerfüllung häufig sehr abstrakt sein kann, wird versucht, den Nutzen eines Zustandes für den Entscheidungsträger zu quantifizieren. An die Stelle einer Zielfunktion tritt eine konkretere Nutzenfunktion. Ziele müssen in einer vorgegebenen Zeit oder zu einem festen Termin erreicht sein, daher die Bedeutung des zeitlichen Bezugs. Die Beziehungen der Ziele eines Zielsystems untereinander lassen sich einteilen: in Interdependenzen, in Zielordnung und in Präferenzen. Die Interdependenzbeziehung beschreibt die Beeinflussung eines Zieles durch ein anderes. Bei Zielindifferenz stören sich die Ziele gegenseitig nicht. Liegt Zielkomplementarität vor, führt die Erfüllung eines Zieles zur Verbesserung der Zielerfüllung eines anderen Zieles. Im Fall von Zielkonkurrenz führt die Erfüllung eines Zieles zur Verschlechterung der Zielerfüllung des anderen Zieles. Zielkonkurrenzen sind sehr häufig und führen zu Zielkonflikten (s. Abb. 3.1). Entsprechend der

gewählten Betrachtungsebene sind nach Ziegenbein (1995) folgende Zielinhalte in Tabelle 3.1 denkbar.

Nach dem vertikalen Ordnungsschema können Ziele von oben nach unten immer feiner aufgegliedert werden. Ausgehend von einem Oberziel können unter diesem viele konkrete Teilziele stehen. Diese Zielhierarchie kann als definitionsgleiche Relation oder als Mittel-Zweck-Relation gebildet werden. Bei der definitionsgleichen Relation wird ein Ziel in mehrere Teilziele aufgeteilt, um es konkreter zu beschreiben. Da diese Teilziele gemeinsam wieder das Ziel ergeben, wird auf jeder Ebene dieselbe Aussage gemacht, allerdings mit unterschiedlicher Konkretisierung. Bei der Mittel-Zweck-Relation wird ein Ziel dadurch erfüllt, dass ein anderes Ziel optimiert wird, das auf einer vertikal nachgeordneten Stufe steht.

Betrachtungsebene Betrachtungsweise	***Technologisch***	***Ökonomisch***	***Sozio-Kulturell***	***Ökologisch***
Art	Mengen Qualitäten	Werte	Bedürfnisse Rollen	Verfahrens- vorschriften
Schwerpunkte	Leistungsfähigkeit Leistungs- bereitschaft	Preise, Umsatz Kosten Zahlungen	Verhaltens- erwartungen Motivation	Abfälle Abwasser Abgase,Lärm
Zielinhalte	Produktivität Wirtschaftlichkeit	Erfolg Rentabilität Erfolgspotential	Zufriedenheit der Mitarbeiter	Umwelt- verträglichkeit

Tabelle 3.1. Betrachtungsebene und mögliche Zielinhalte (Ziegenbein, 1995, S. 24).

Schließlich treten Präferenzrelationen auf, mit denen die Bedeutung der Ziele im Vergleich miteinander dargestellt werden können. Erler (2000, S. 118) unterscheidet zwischen lexikographischen Zielordnungen und Zielgewichtungen. Bei einer lexikographischen Zielordnung stehen die Ziele in einer Rangfolge, sodass zunächst nur das ranghöhere Ziel optimiert wird. Wenn es mehrere Handlungsalternativen gibt, die unter diesem ranghöchsten Ziel als gleichwertig eingeschätzt werden, wird unter ihnen diejenige Alternative ausgewählt, die das zweithöchste Ziel optimiert.

3.1.2 Zielsysteme und Subzielsysteme

Jeder Betrieb sollte ein Zielsystem haben, das als oberste, richtungsweisende Orientierung für alle betrieblichen Entscheidungen gilt und aus einem Oberziel und mehreren Teilzielen besteht. Die Mitarbeiter der unterschiedlichen Organisationsebenen vereinbaren dabei Ziele, die in dem Zielsystem dokumentiert sein müssen. Das Oberziel hat nach Erler (2000, S. 119-120) die Aufgabe, den Sinn des betrieblichen Handelns auf *den Punkt zu bringen*. Ein entsprechend formuliertes Oberziel ist

sowohl für die weitere Entwicklung des Zielsystems wichtig als auch für die Kommunikation des Betriebes nach innen und außen. Unmittelbare Handlungsanweisungen können aus solchen Oberzielen nicht abgeleitet werden, da sie entsprechend ihrer Aufgabe sehr allgemein formuliert sind und keine quantifizierenden Maßstäbe vorhanden sind, mit deren Hilfe die Zielerreichung gemessen werden könnte.

Daher wird das Oberziel definitionslogisch in mehrere Teilziele unterteilt, die wiederum das gemeinsame Oberziel konkret beschreiben. Theoretisch ist es denkbar, die Teilziele weiter zu untergliedern, um für alle Entscheidungssituationen Zielvorgaben festlegen zu können. Hier besteht allerdings die Gefahr, dass ein solches Zielsystem zu unübersichtlich wird und von den Beteiligten nicht mehr genutzt werden kann. Erler (2000, S. 120) weist daraufhin, dass in der Praxis davon ausgegangen wird, dass der Mensch mit maximal 6 bis 8 Zielen umgehen kann, bei mehr Zielen verliert er den Überblick (Abb.3.2).

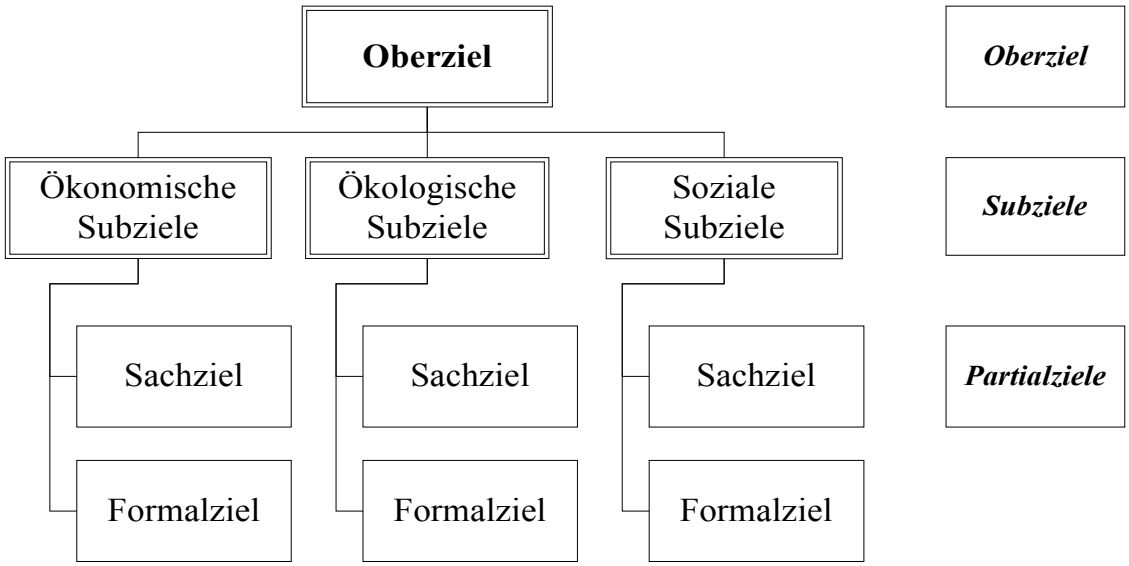


Abbildung 3.2. Beispiel eines Subzielsystems für den Forstbetrieb (Erler, 2000, S. 126).

Um dieses Problem zu lösen, kann das betriebliche Zielsystem in einzelne Subzielsysteme untergliedert werden. Diese entsprechen entweder den unterschiedlichen Aufgabenbereichen des Betriebes oder orientieren sich für den Forstbetrieb an den einzelnen Fachdisziplinen der Forstwissenschaften. Das Subzielsystem und das betriebliche Zielsystem stehen in einer Mittel-Zweck-Beziehung zueinander. Daraus folgt, dass die Ziele des Subzielsystems optimiert werden müssen, damit die Ziele auf der vertikal übergeordneten Stufe des betrieblichen Zielsystems erfüllt werden können. Werden spezielle Subzielsysteme für die unterschiedlichen Arbeitsbereiche entworfen, die im Betrieb bestehen, um das Betriebsziel zu erreichen, können sich diese Subzielsysteme für die einzelnen Aufgabenbereiche

deutlich voneinander unterscheiden. An der Spitze des Subzielsystems stehen genauso viele Subziele wie das Teilsystem Teilziele aufweist. Den Teilzielen sind Subziele zugeordnet, die sich ausschließlich auf diesen Aufgabenbereich beziehen und die angeben, welches Ziel im Subzielsystem erreicht werden muss, damit das gesamtbetriebliche Teilziel erfüllt werden kann.

3.2 Das forstbetriebliche Oberziel und die forstbetrieblichen Teilziele

Waldgesetze (z. B. BWaldG v. 2. 5. 1975; NwaldLG v. 21. 3. 2002) bilden die Grundlagen für die Formulierung eines forstbetrieblichen Oberzieles. Nach den Regeln der Zieltheorie ist dieses Oberziel in Teilziele zu untergliedern. Erler (2000, S. 122) schlägt ökonomische, ökologische und soziale Teilziele vor. Im ökonomischen Teilziel muss festgelegt werden, was der Betrieb im betrachteten Zeitraum produzieren will, welcher Aufwand hierfür notwendig ist und welcher Ertrag erwartet wird. Neben der Gewinnerwartung ist das mögliche Risiko zu berücksichtigen, das mit der Produktion verbunden sein kann (Speidel, 1972, S. 41).

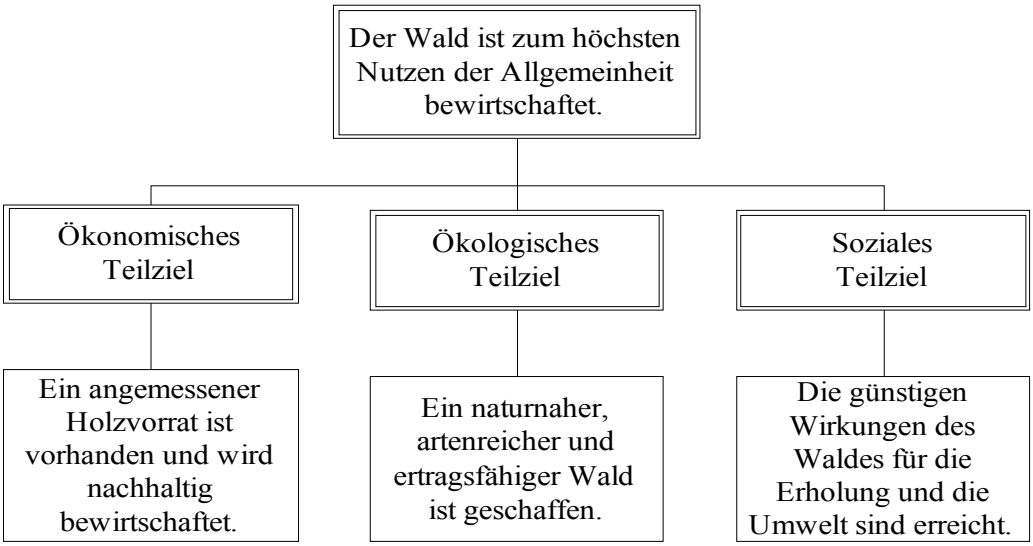


Abbildung 3.3. Oberziel und Teilziele für den Forstbetrieb.

Beim ökologischen Teilziel steht die Leistungsfähigkeit des Waldes im Vordergrund. Da sie gleichzeitig die Grundlage für den betrieblichen Erfolg ist, können hier durchaus Beziehungen für den Waldeigentümer zum ökonomischen Teilziel bestehen. Die von der Gesellschaft gestellten ökologischen Forderungen sind in der Agenda 21 des Welt-Umwelt-Gipfels in Rio de Janeiro 1992 festgehalten (Burger, 1997). Das soziale Teilziel umfasst einmal die direkt im Forstbetrieb beschäftigten Mitarbeiter einschließlich der in enger Kooperation mit dem Betrieb zusammenarbeitenden Unternehmer. Zum anderen zählen hierzu die Anforderungen, die die

Gesellschaft an den Waldeigentümer stellt. Um die gesellschaftliche Akzeptanz des forstbetrieblichen Handelns zu erhöhen, integrieren inzwischen viele Forstbetriebe diese Forderungen in ihr Zielsystem (Abb. 3.3). Unterschiedliche Bestimmungsgrößen können die Entscheidungsträger in den Forstbetrieben als Entscheidungskriterien heranziehen und beeinflussen, um die Ziele des Betriebes zu erreichen.

3.3 Das Subzielsystem für den forstlichen Eingriff

Erler (2000, S. 124-125) schlägt vor, ein spezielles Subzielsystem zu entwerfen, das sich an den forstlichen Fachdisziplinen orientiert und das aus dem Zielsystem des Betriebes abgeleitet wird. Da bei einem forstlichen Eingriff waldbauliche Ziele eindeutig im Vordergrund stehen, diese allerdings sowohl waldwachstumskundliche Fragestellungen und Lösungsvorschläge umfassen als auch Berührungspunkte zu Planungs- und Kontrollaufgaben der Forsteinrichtung haben, wird von dieser strengen Trennung in einzelne forstliche Fachdisziplinen beim Entwurf des folgenden Subzielsystems abgewichen. Hinzu kommt, dass absatzorientierte Aspekte und die Kundenwünsche bei der Planung und Durchführung eines forstlichen Eingriffs berücksichtigt werden sollen.

Die Subziele stehen zu den betrieblichen Teilzielen in einer Mittel-Zweck-Beziehung. Während die Teilziele des Forstbetriebes die betriebswirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Belange des Betriebes definieren, geben die waldbaulich-waldwachstumskundlichen Subziele an, welche Ziele mit dem forstlichen Eingriff erreicht werden sollen, und zwar wieder unter ökonomischem, ökologischem und sozialem Aspekt. Im Anhalt an Erler (2000, S. 126) werden die Subziele als ökonomische Eignung, ökologische Eignung und soziale Eignung bezeichnet, da sie Beiträge sind, um das betriebliche Teilziel zu erreichen.

3.3.1 Die Sach- und Formalziele

Die Subziele müssen durch Partialziele präzisiert werden, damit sie konkret genug sind, um für Entscheidungen verwendet werden zu können. Gleichzeitig soll die Zahl der Ziele möglichst auf sechs bis acht begrenzt bleiben, damit die Entscheidungsträger diese überblicken und sinnvoll anwenden können. Speidel (1972, S. 41; 1983, S. 32) bezeichnet die sachlichen Forderungen, die der Forstbetrieb für den Eigentümer und die Allgemeinheit erfüllen soll, als Sachziele und gliedert sie in Produktziele, monetäre Ziele und Sicherheitsziele. Wird angegeben, in welcher Form diese Forderungen erreicht werden sollen, sind dies Formalziele.

Die Sachziele beziehen sich auf reale Objekte und Aktivitäten des Forstbetriebes, wie z. B. die Ernte einer bestimmten Holzsorte in einer vorgegebenen Menge und Qualität bei einem forstlichen Eingriff. Das Regierungsprogramm der Niedersächsischen Landesregierung zur langfristigen ökologischen Waldentwicklung (*LÖWE*), das der niedersächsischen Landesforstverwaltung als waldbauliches Leitbild dient, enthält nach Merker (1997, S. 51) ausschließlich derartige Sachziele. Die Formalziele beziehen sich auf den Erfolg einer Handlungsalternative oder deren Effizienz, wie z. B. die Differenz der erzielten Erlöse einer Holzerntemaßnahme und deren Kosten. Diese Differenz ist der Deckungsbeitrag I und wird im folgenden als Kriterium herangezogen, um zu prüfen, ob das ökonomische Sachziel, die ökonomische Effizienz, erfüllt wird, bzw. in welchem Ausmaß es erfüllt wird.

Merker (1997, S. 52) stellt fest, dass die niedersächsische Landesforstverwaltung keine monetären Ziele definiert hat. Es darf allerdings unterstellt werden, dass gerade vor forstlichen Eingriffen häufig geprüft wird, welchen Deckungsbeitrag diese Maßnahme erbringen wird. Ist ein negativer Deckungsbeitrag zu erwarten, werden derartige Maßnahmen häufig nicht durchgeführt, wenn keine Sachziele dagegen sprechen, wie die Erhaltung der Bestandesstabilität durch rechtzeitige Pflegeeingriffe. In dieser Arbeit wird im Anhalt an Erler (2000, S. 127) einer Einteilung in Sach- und Formalziele gefolgt, um die ökologischen und sozialen Partialziele im Subzielsystem des forstlichen Eingriffs zu beschreiben.

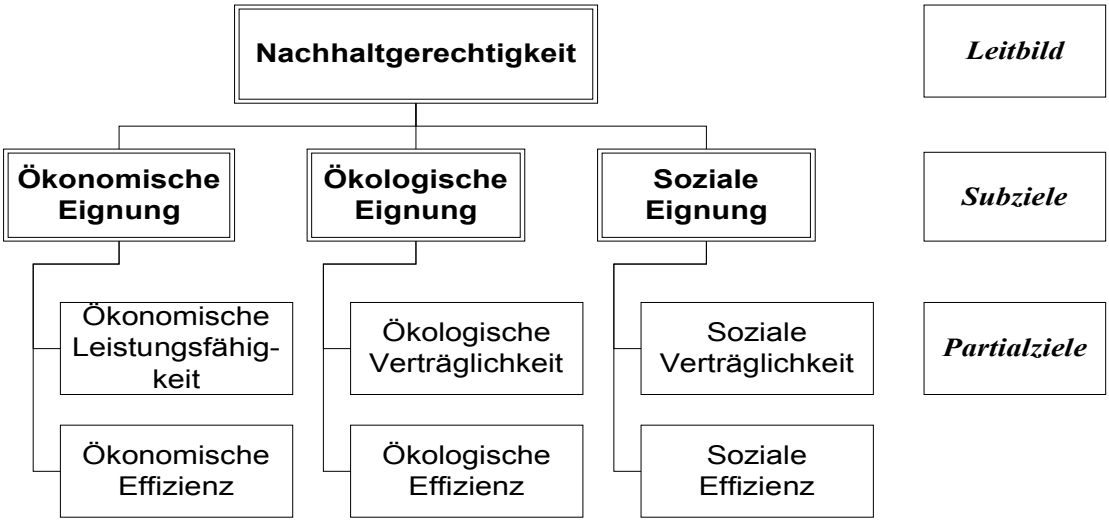


Abbildung 3.4. Waldbaulich-waldwachstumskundliches Subzielsystem für den forstlichen Eingriff.

Die Sachziele befassen sich mit dem Output eines Systems und beziehen sich auf die Ergebnisse von Handlungen. Die Sachziele waldbaulich-waldwachstumskundlichen Handelns leiten sich ab aus den Wirkungen des forstlichen Eingriffs gegenüber Gesellschaft, Betrieb und Umwelt. Die Entscheidungsträger im Forstbetrieb haben die Aufgabe, ihre Handlungen entsprechend dieser Sachziele zu optimieren und sie überprüfen die Effektivität ihrer Handlungen hinsichtlich der gesetzten Ziele. Dazu betrachten sie das erreichte Ergebnis im Hinblick auf das Ziel, um ihre Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Zielerfüllung beurteilen zu können. Entsprechend dem gewählten Modell gibt es drei Sachziele: Das ökonomische Sachziel umfasst die Gruppe der Partialziele, die sich mit den betrieblich beabsichtigten Output-Wirkungen befassen. Das ökologische Sachziel beschäftigt sich mit den Output - Effekten gegenüber der Umwelt. Hierzu können im Gegensatz zum ökonomischen Sachziel auch die nicht beabsichtigten Effekte eines Eingriffs gezählt werden wie die Risiken oder Nebenwirkungen. Das soziale Sachziel umfasst die Partialziele, die sich mit den Output - Effekten gegenüber der Gesellschaft beschäftigen. Hierunter fallen die Risiken und Nebenwirkungen eines Eingriffs, da die beabsichtigten Wirkungen bereits vom ökonomischen Sachziel erfasst werden. Das soziale Sachziel wird in dieser Arbeit nicht weiter beschrieben, da der Schwerpunkt bei ökonomischen und ökologischen Sachzielen liegt.

Aus dem Verhältnis von Input- und Output-Größen zueinander lassen sich zwei Optimierungsalternativen ableiten. Die Minimierungsregel fordert, dass bei gegebenem Output der Input so klein wie möglich gehalten werden soll. Die Maximierungsregel fordert, dass bei gegebenem Input ein maximaler Output erzielt werden soll. Diese beiden Regeln werden, wie bereits bei den forstbetrieblichen Teilzielen dargestellt, als das ökonomische Prinzip bezeichnet. Dies gilt damit nicht nur für betriebswirtschaftliche Zusammenhänge, sondern nach Erler (2000, S. 127-129) auch für das ökologische und soziale Formalziel. Allerdings ist kritisch zu prüfen, ob für jedes Subziel tatsächlich ein entsprechendes Formalziel existiert oder ob es sich hier nur um ein theoretisches Modell handelt, das nur schwer in die Praxis des Forstbetriebes zu übertragen ist.

In dem vorgeschlagenen Subzielsystem ergeben sich damit sechs Partialziele, die hierarchisch unter den Subzielen angeordnet sind. Diese Partialziele werden für den forstlichen Eingriff im einzelnen beschrieben. Zusätzlich werden Kriterien erarbeitet, mit deren Hilfe die Zielerfüllung dieser Partialziele im konkreten Fall quantifiziert werden kann (Abb. 3.4).

3.3.2 Ökonomische Kriterien

Die Entscheidungsträger im Forstbetrieb betrachten bei der ökonomischen Effektivität die erzielten Wirkungen eines forstlichen Eingriffs im Hinblick auf das formulierte Sachziel. Da sehr vielfältige Wirkungen möglich sind, ist es notwendig, eine Auswahl zu treffen und diese weiter zu beschreiben. Die hier getroffene Auswahl orientiert sich an der Leistungsfähigkeit eines Bestandes. Dessen Potential soll hinsichtlich der Produktion und der Absatzchancen für die einzelnen Holzsorten bei einem forstlichen Eingriff nachhaltig genutzt werden. Er kann damit als *ökonomische Leistungsfähigkeit* bezeichnet werden (Abb. 3.5).

Das ökonomische Sachziel lautet: *Jeder forstliche Eingriff nutzt die Leistungsfähigkeit des betreffenden Bestandes nachhaltig.* Als Kriterien für die Leistungsfähigkeit werden die Produktionsfähigkeit, die Absatzfähigkeit, die Regenerationsfähigkeit und die Eingriffsstärke herangezogen. Die Produktionsfähigkeit beinhaltet, welche Holzsorten oder Produkte in vorgegebener Menge und Qualität geliefert werden können. Mit dem Kriterium der Absatzfähigkeit wird quantifiziert, welcher Anteil der produzierten Holzsorten vermarktet werden kann. Die Holzsorten werden dazu in einer Stärke- und Güteklassenübersicht dargestellt, aus der hervorgeht, welche Sorten anfallen, welcher Anteil davon vermarktet werden kann und wie hoch der Anteil nicht marktfähiger Bäume im Bestand ist. Das Kriterium der Regenerationsfähigkeit quantifiziert die Fähigkeit des verbleibenden Bestandes, durch Wachstum und Naturverjüngung die Auswirkungen des forstlichen Eingriffs zu kompensieren bzw. zu nutzen. Die Eingriffsstärke beschreibt die Veränderungen des Bestandes durch den Eingriff, indem der ausscheidende Bestand im Verhältnis zum verbleibenden Bestand betrachtet wird. Die Veränderungen der Stammzahl, der Grundfläche und des Volumens gegliedert nach Stärke- und Güteklasse werden ermittelt.

Das Formalziel ist die ökonomische Effizienz. Die Entscheidungsträger im Forstbetrieb betrachten bei der ökonomischen Effizienz das erzielte Ergebnis eines forstlichen Eingriffs im Hinblick auf die eingesetzten Mittel. Wegen der Bedeutung für das laufende Betriebsergebnis ist es notwendig, vor jedem geplanten forstlichen Eingriff das monetäre Ergebnis zu kalkulieren. Das ökonomische Formalziel lautet: *Jeder forstliche Eingriff erbringt bei einem vorgegebenen Einsatz an Mitteln einen maximalen Deckungsbeitrag.*

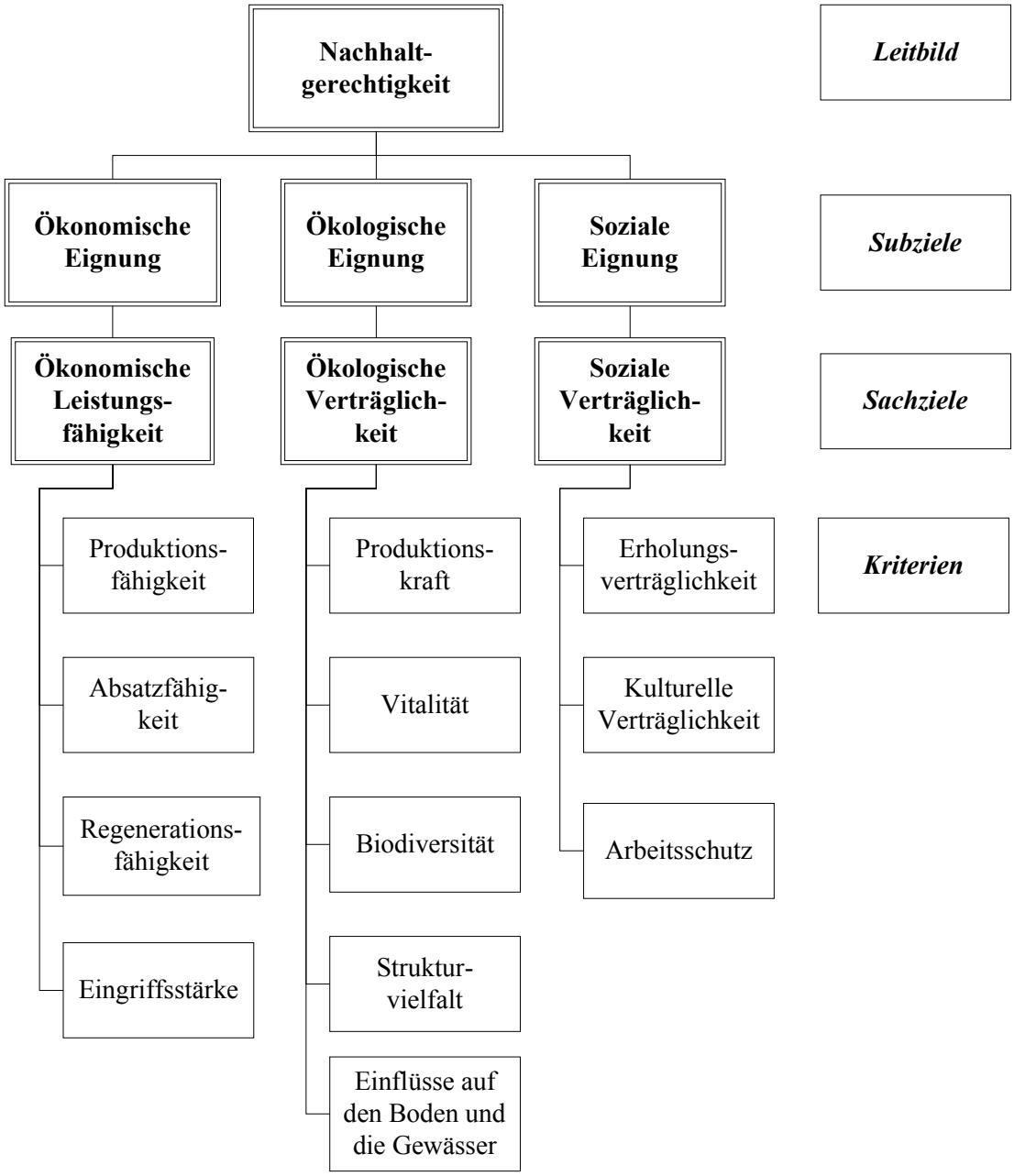


Abbildung 3.5. Kriterien zur Quantifizierung der Sachziele des forstlichen Eingriffs.

Da der Schwerpunkt dieser Arbeit im naturalen Bereich liegt und sich vorrangig mit den ökonomischen und ökologischen Sachzielen und deren Operationalisierung beschäftigt, wird als einziges Kriterium zur Bestimmung der ökonomischen Effizienz der Deckungsbeitrag I herangezogen.

3.3.3 Ökologische Kriterien

Das ökologische Sachziel befasst sich mit den Risiken und Auswirkungen eines forstlichen Eingriffs, die den Wald bedrohen oder belasten können. Da es eine Vielzahl möglicher Risiken und Wirkungen

gibt, wird im Anhalt an Erler (2000, S. 131) eine Gliederung gewählt, die sich an die Santiago-Erklärung (UNCSD, 1995) anlehnt. Diese Risiken oder Belastungen sollen entsprechend der Kriterien Produktionskraft, Vitalität, Biodiversität und Schutz und Erhaltung von Boden und Gewässern möglichst gering sein oder positiv ausgedrückt, verträglich sein. Ergänzt werden diese Kriterien um die Beschreibung der Strukturvielfalt der Wälder. Dieses Sachziel wird daher als *ökologische Verträglichkeit* bezeichnet.

Es wird gefordert, dass der Einfluss von biotischen und abiotischen Schadfaktoren durch menschliches Verhalten und damit durch forstliche Eingriffe nicht erhöht werden soll. Das Kriterium Produktionskraft verlangt, dass die Leistungsfähigkeit der Waldstandorte erhalten bleibt und damit durch forstliche Eingriffe nicht nachteilig beeinflusst werden darf. Die Biodiversität als Kriterium umfasst die Vielfalt der Ökosysteme, Arten und Erbanlagen und deren Schutz und Förderung. Durch forstliche Eingriffe darf die Biodiversität nicht negativ beeinflusst werden. Die Strukturvielfalt beschreibt die horizontale und vertikale Struktur der Wälder, besonders die Verteilung der einzelnen Baumarten auf der Fläche und die Nachbarschaftsbeziehungen zueinander. Durch forstliche Eingriffe soll die Strukturvielfalt mindestens erhalten und darf keinesfalls stark beeinträchtigt werden. Unter dem Schutz von Boden und Gewässern werden in der Santiago-Erklärung die Schutzwirkungen des Waldes gegenüber der Natur angesprochen, die durch forstliche Eingriffe nicht oder zumindest nur in einem nicht vermeidbaren Umfang beeinträchtigt werden sollen.

3.3.4 Soziale Kriterien

Das soziale Sachziel kann als die soziale Verträglichkeit umschrieben werden. Es umfasst die Risiken und Nebenwirkungen des forstlichen Eingriffs, die gegenüber der Gesellschaft oder gegenüber einzelnen Personen entstehen können. Ein Kriterium, diese Beeinflussungen zu charakterisieren, ist die Erholungsverträglichkeit. Die örtliche Bevölkerung stellt teilweise hohe Anforderungen an die Qualität der Erholungseignung von Wäldern. Da forstliche Eingriffe den Zustand des Waldes nachhaltig verändern, ist zu prüfen, ob hierdurch die Erholungseignung eines abgegrenzten Gebietes negativ beeinträchtigt wird.

Entsprechend dem gewählten Modell wird das soziale Formalziel als soziale Effizienz definiert. Der Input einer sozialen Ressource soll bei dem forstlichen Eingriff möglichst gering gehalten werden im Vergleich zum vorgegebenen Output. Um das Modell praktikabel zu gestalten, werden als soziale Ressource auf der Input-Seite ausschließlich die Mitarbeiter des Forstbetriebes betrachtet. Weitere Personen werden bei dieser Betrachtungsweise nicht berücksichtigt. Die Belastungen der

Mitarbeiter zu verringern und deren soziale Stellung zu verbessern, sind die Inhalte des sozialen Formalziels. Die Kriterien, mit denen geprüft werden kann, ob und wie dieses soziale Formalziel erreicht wird, sind die Arbeitserleichterung, die Unfallverhütung, die Zufriedenheit und die Persönlichkeitsförderung. Diese Kriterien werden nur genannt, um das Subzielsystem in sich logisch und vollständig darzustellen. Erler (2000, S. 134) weist ausdrücklich daraufhin, dass „sich die Bezeichnung soziale Effizienz aus der gewählten Systematik heraus ergibt und [...] logisch begründbar ist. Sie stützt sich aber nicht auf die Arbeiten anderer Autoren und sollte daher mit Vorsicht verwendet werden."

Da dies weitgehend auch für die ökologische Effizienz zutreffen könnte, werden im folgenden daher das ökologische Formalziel und die sozialen Sach- und Formalziele auf der Ebene der Partialziele aus der weiteren Betrachtung ausgeklammert. Der Schwerpunkt bei den Kennzahlen im folgenden Abschnitt liegt daher auf den ökonomischen und ökologischen Sachzielen der Partialzielebene.

3.3.5 Das ökonomische Sachziel

Das ökonomische Sachziel lautet: *Jeder forstliche Eingriff nutzt die Leistungsfähigkeit des betreffenden Bestandes nachhaltig.* Als Kriterien zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit werden Produktionsfähigkeit, die Absatzfähigkeit, die Regenerationsfähigkeit und die Eingriffsstärke vorgeschlagen.

Der Waldbegang liefert als Ergebnis der Inventur eine Schätzung von Vorrat und Zuwachs. Diese werden einschließlich der naturalen Nutzungsansätze für den Betriebsregelungszeitraum bei der waldbaulichen Einzelplanung für jeden Bestand mit den verwendeten Ertragstafeln geschätzt und im Betriebswerk dokumentiert (Tab. 3.2). Der Forstbetrieb setzt diese Blockplanung für 10 Jahre in die jährlichen Wirtschaftspläne um und führt die einzelnen Maßnahmen durch. Die Kontrollorgane der Verwaltung, z. B. die Inspektionsbeamten, überprüfen gemeinsam mit den Mitarbeitern vor Ort den wirtschaftlichen Erfolg der einzelnen Maßnahmen im Rahmen der jährlichen Betriebsanalyse und führen dabei stichprobenartig Kontrollen im Wald durch. Eine kritische Analyse und Erfolgskontrolle der naturalen Planung erfolgt während der nächsten Forsteinrichtung im Rahmen der Inventur (vgl. EAGen.74; B.A. 87, Niedersächsische Landesforstverwaltung).

	Waldbegang mit Ertragstafelschätzung	***Betriebsinventur mit Kontrollstichprobe und Waldbegang***	***Ereignisorientierte Bestandesinventur ohne Waldbegang***
Zielinhalte Sachziele	Aus Leitbildern abgeleitete Handlungsanweisungen; Vorgaben auf der Basis von Schätzungen	Aus Leitbildern abgeleitete Handlungsanweisungen; Stratenbezogene summarische Vorgaben auf der Basis von Messungen	Aus Leitbildern abgeleitete, operationalisierte Ziele; Operationale Partialziele auf der Basis von Messungen
Zielinhalte Formalziele	Ausgabenbudget; Summarische Einnahme – Soll auf der Basis von Schätzungen	Ausgabenbudget; Summarische Einnahme – Soll auf der Basis von Schätzungen	Operationale Partialziele auf der Basis von Messungen zur Herleitung des Budgets
Räumlicher Bezug	Bestand	Stratum –Altersklasse, –Bestandestyp	Bestand
Zeitlicher Bezug	Periodisch	Periodisch	Durchlaufend

Tabelle 3.2. Vergleich unterschiedlicher Verfahrenskonzepte in der Forsteinrichtung unter zieltheoretischen Aspekten.

Bei der Betriebsinventur entfällt die bestandesweise Einzelplanung und wird durch die summarische Nutzungsplanung ersetzt (Tab. 3.2). Für eine größere Anzahl von Beständen, die zu Straten zusammengefasst sind, werden summarisch durchschnittliche Nutzungsansätze festgelegt. Grundlage hierfür sind einmal die Ergebnisse der Stichprobeninventur, die Aufnahmen in ausgewählten Weiserflächen und der Waldbegang, der ein Bestandteil dieses Verfahrens ist (Böckmann et al., 1998). Informationen über die Vorratsstruktur einzelner Bestände fehlen. Sie können nur aus den Durchschnittswerten der Straten abgeleitet werden. Die Kontrolle erfolgt wiederum jährlich während der Betriebsanalyse und periodisch alle 10 Jahre im Rahmen der Wiederholungsaufnahme der Stichprobeninventur und des anschließenden Waldbeganges.

Bei der ereignisorientierten Bestandesinventur werden Planung und Kontrolle miteinander räumlich und zeitlich verbunden, da durch den gewählten Inventurzeitpunkt drei Zustände für die Planungs- und Buchungseinheit erfasst werden: der Gesamtbestand vor dem Eingriff, die eingriffsbedingten Bestandesveränderungen und der Zustand nach dem Eingriff (Tab. 3.2).

Nach Abschluss der Maßnahme und Auswertung aller erhobenen Daten kann der Eingriff hinsichtlich der naturalen Ziele durch einen Soll-Ist-Vergleich quantitativ und damit objektiv nachvollziehbar ohne gutachterliche Schätzungen analysiert werden. Die Information über den verbleibenden Bestand nach dem Eingriff können wiederum als Ausgangsbasis für den nächsten

Planungszyklus genutzt werden, vorausgesetzt, es treten in der Zeit zwischen den Eingriffen keine biotischen oder abiotischen Störungen auf (Otto, 1994, S. 322-347).

3.3.6 Das ökonomische Formalziel

Das ökonomische Formalziel für den forstlichen Eingriff lautet: *Durch den forstlichen Eingriff ist ein möglichst hoher Deckungsbeitrag erzielt.* Wegen der Bedeutung für das laufende Betriebsergebnis ist es notwendig, vor jedem geplanten forstlichen Eingriff zu kalkulieren, welches monetäre Ergebnis zu erwarten ist. Kriterium zur Bestimmung der ökonomischen Effizienz ist der Deckungsbeitrag I.

Beim Waldbegang stehen die sachzielorientierte Naturalplanung und die Kontrolle der durchgeführten Maßnahmen im Vordergrund. Während der waldbaulichen Einzelplanung werden die Nutzungsansätze mit der Ertragstafel, der Nutzungsplanung nach Kramer (1990) oder anderer Verfahren (vgl. Abetz u. Klädtke, 1997) geschätzt. Da die im Rahmen der Betriebsregelung geplanten naturalen Maßnahmen erst längere Zeit nach der Planung realisiert werden, ist es häufig schwierig, eine finanzielle Planung für diese Maßnahmen zu erstellen.

Ein zahlenmäßig festgelegter Deckungsbeitrag I kann vor dem Beginn der Hiebsmaßnahme berechnet und als Planungsunterlage genutzt werden. Eine summarische Kalkulation der im laufenden Forstwirtschaftsjahr zu erwartenden Einnahmen aus dem Holzverkauf der letzten Jahre ist üblich. Für die dispositiven Planungen der Betriebsleitung sind diese Informationen ausreichend. Eine Steuerung der Einnahmen über die Festlegung von Deckungsbeiträgen aus den einzelnen Hieben ist dagegen nicht möglich, da die notwendigen zeitnahen und aktuellen Informationen fehlen.

Die naturale Planung im Rahmen der Betriebsinventur findet während des Waldbeganges statt und stützt sich auf die Ergebnisse der Stichprobeninventur, der Aufnahmen einzelner Weiserflächen und Simulation mit einem Wachstumssimulator. Die ermittelten Nutzungsansätze gelten summarisch für einzelne Straten unter Verzicht auf eine flächenscharfe waldbauliche Einzelplanung. Der Waldbegang dient überwiegend der Qualitätskontrolle der ausgeführten Maßnahmen, wird aber mit einem Planungsauftrag verbunden. Da wie beim klassischen Waldbegang mit Ertragstafelschätzung der zeitliche Bezug und zusätzlich der eindeutige räumliche Bezug zu den Planungseinheiten fehlt, ist es bei diesem Vorgehen nicht möglich, Ziele für einzelne Flächen festzulegen und entsprechend ergebnisorientiert zu planen und zu kontrollieren.

3.3.7 Das ökologische Sachziel

Das ökologische Sachziel lautet: *Der forstliche Eingriff ist ökologisch verträglich durchgeführt worden.* Die Kriterien sind Produktionskraft, Vitalität, Biodiversität, Strukturvielfalt und die Einflüsse auf den Boden und das Wasser (Höfle, 1992). Die Kennzahlen für das ökologische Sachziel werden in Kapitel 3.4.5 beschrieben.

Beim Waldbegang werden Maßnahmen geplant, wie z. B. die Pflege von Waldinnen- und -außenrändern, die Freistellung von Bachrändern und die Erhaltung von stehendem Totholz. Diese Maßnahmenplanung ist nicht operational. Aus den Leitbildern der langfristigen ökologischen Waldbauplanung, z. B. LÖWE in Niedersachsen, werden Handlungsanweisungen für einzelne Maßnahmen abgeleitet, die im Rahmen der Planung für die jeweilige Planungs- und Buchungseinheit festgeschrieben werden. Der zeitliche Rahmen ist klar definiert, es fehlen jedoch die genauen Angaben zur Ausführung der Maßnahmen, wie z. B. die Anzahl der zu entnehmenden Bäume.

Die Einschätzung hinsichtlich der Planung und Kontrolle der ökologischen Sachziele gilt im Grundsatz auch für die Betriebsinventur. Ein wesentlicher Vorteil der messenden Inventur ist, Veränderungen z.B. des Totholzbestandes tatsächlich nachzuweisen. Ähnliches gilt für die Strukturveränderungen, die für naturnah bewirtschaftete Wälder langfristig zu erwarten sind. Allerdings werden Aussagen zu Veränderungen nur auf Betriebsebene für einzelne Straten möglich sein, während Daten für einzelne Bestände nicht zu erwarten sind.

Ein ökologisches Formalziel fehlt bisher, da die methodischen Grundlagen für die Definition der ökologischen Effizienz fehlen.

4 Das Beispiel: Der Lehrwald Södderich und die Abteilung 141

4.1 Datengrundlage und Aufnahmegebiet

4.1.1 Lage und Standort

Die Bestandesinventuren für diese Arbeit wurden in den Abteilung 1, 2, 3, 11 und 12 der Revierförsterei Bösinghausen und in der Abteilung 141 der Revierförsterei Reyershausen des niedersächsischen Forstamtes Bovenden durchgeführt. Die Bestände liegen im Wuchsgebiet „Südniedersächsisches Bergland", Wuchsbezirk "Göttinger Wald" in 350 – 400 m Höhe. Der Göttinger Wald weist ein mildes, mäßig feuchtes Klima mit subkontinentalem Einschlag auf. Otto (1991) nennt in der langfristigen ökologischen Waldbauplanung die in der Tabelle 4.1 dargestellten Klimakennwerte für diesen Wuchsbezirk, die von Gruber (2001) für den Zeitraum 1969 bis 1999 aktualisiert wurden.

	Otto	***Gruber***
Mittlere Niederschlagssumme im Jahr (mm/Jahr)	680	637
Mittlere Niederschlagssumme in der forstlichen Vegetationszeit (FVZ) von Mai bis September (mm)	340	302
Mittlere relative Luftfeuchtigkeit im Jahr (%)	80	80
Mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur (^{0}C)	17,3	-
Mittlere Lufttemperatur (^{0}C)	8,0	8,0
Mittlere Lufttemperatur in der FVZ (^{0}C)	14,1	15,3
Mittlere Zahl der Frosttage im Jahr	100	100

Tabelle 4.1. Klimawerte für den Wuchsbezirk Göttinger Wald nach Otto (1991) und Gruber (2001).

Als Grundgestein steht der Untere Muschelkalk an, der örtlich mit Löss von unterschiedlicher Mächtigkeit überlagert ist. Mit Zunahme des Verwitterungsgrades und einer mehr oder weniger mächtigen Auflage von Kalksteinbraunlehm oder einer Lössauflage erfolgt bei den Bodentypen der Übergang von der Rendzina zur Terra fusca. Die Nährstoffversorgung ist auf den kalkbeeinflussten Standorten gut bis sehr gut. Auf den flachgründigen Kalkböden ist der für das Baumwachstum begrenzende Faktor die Wasserversorgung. Da die Gesteine des Unteren und Mittleren Muschelkalkes eine relativ weit nach unten reichende Spaltendurchwurzelung erlauben, ist der Wasserstress für die Bäume geringer, als die Flachgründigkeit des Standortes erwarten lässt.

Vorherrschende Waldgesellschaft im Untersuchungsgebiet ist das Hordelymo-Fagetum (Waldgersten – Buchenwald). Nach Fischer (1995, S. 201) gehört diese Assoziation zum Unterverband des Galio – odorati – Fagenion und dieser wiederum zum Verband Galio odorati – Fagion (Waldmeister – Buchenwälder). Der Waldgersten – Buchenwald stockt auf nährstoffreichen Böden, die aus basen- bzw. kalkreichen Substraten wie Kalkgesteinen, kalkigen Lockersedimenten und basenreichen Basalten hervorgegangen sind.

4.1.2 Bisherige Waldbehandlung

Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts ist der Mittelwald die herrschende Wirtschaftsform im Göttinger Wald. Im Oberstand werden besonders Eichen stark begünstigt. Es gelingt jedoch nicht, die Buche wesentlich zurück zu drängen. Das Unterholz wird im 25 jährigen Umtrieb genutzt. Seit etwa 1860 werden diese Mittelwälder in Hochwald überführt. Die oberholzreichen Bestände wachsen zusammen, die Bestände mit überwiegend Buche werden durch Großschirmschlag im wesentlichen in Buche verjüngt. Die Bestände der zuerst genannten Umwandlungsart sind inzwischen weitgehend abgenutzt, verjüngt und bilden die heutigen Jungbestände bis Stangenhölzer. Der heutige Anteil an Edellaubholzarten hängt weitgehend vom Verjüngungszeitpunkt ab. Die zu Beginn der Umwandlungsperiode herrschende Dunkelschlagwirtschaft begünstigte die Buche und der Edellaubholzanteil ist daher niedriger als in den heutigen Jungbeständen (s. Züge, 1986, S. 12-13).

4.1.3 Bestandesbeschreibungen

In Tabelle 4.2 ist die Flächeneinteilung der Forsteinrichtung (Stichtag: 1. 10. 1991) einschließlich der Flächengröße in Hektar für die einzelnen Unterabteilungen und Unterflächen angegeben. Bis auf den Pappel–Roterlen–Bestand in der Unterabteilung 2e sind Buche und Esche die beiden wichtigsten Hauptbaumarten in dem insgesamt 96,7 Hektar großen Inventurgebiet. Als weitere Misch- und Nebenbaumarten kommen Bergahorn, Feldahorn, Kirsche, Elsbeere und Eiben vor. Die beiden Unterabteilungen 1c und 2f sind nicht berücksichtigt, da es sich bei diesen Flächen um Pflanzungen längs der B 27 handelt.

Nr.	*Abteilung Unterabteilung Unterfläche*	*Bestand*	*Haupt-baumarten*	*Alter zum Stichtag: 1.10.1991*	*Flächen-größe ha*
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	1a	Geringes Baumholz	Buche, Esche	51 – 56	18,0
2	1b	Geringes Baumholz	Buche, Esche	51 – 56	1,8
3	1c	Kultur (Randstreifen der B 27)			0,6
4	2a	Geringes Baumholz	Esche, Buche	56	1,2
5	2b	Mittleres – starkes Baumholz	Esche, Buche	132	4,3
6	2c	Mittleres Baumholz	Buche, Esche	130	13,7
7	2d	Geringes Baumholz	Buche Esche	95 – 97	2,9
8	2e	Geringes Baumholz	Pappel, Roterle	40 – 41	1,0
9	2f	Kultur (Randstreifen der B 27)			0,5
10	$3a_1$	Geringes – mittleres Baumholz	Buche - Esche	116	3,5
11	$3a_2$	Jungbestand – Stangenholz	Esche, Buche	26	8,7
12	$3a_3$	Jungbestand – Stangenholz	Esche, Bergahorn	36	3,2
13	$3a_4$	Geringes Baumholz	Buche, Esche	105	1,1
14	11	Mittleres Baumholz	Buche, Esche	119	24,5
15	$12a_1$	Geringes – mittleres Baumholz	Buche - Esche	102	10,7
16	$12a_2$	Mittleres Baumholz	Buche - Esche	106	2,1
17	$141a_1$	Mittleres Baumholz	Buche - Esche	116	15,2

Tabelle 4.2. Übersicht der Flächeneinteilung der Abteilungen 1, 2, 3, 11, 12 und 141 nach der Forsteinrichtung (Stichtag der Forsteinrichtung: 1. 10. 1991).

4.2 Inventurverfahren

Durch forstliche Eingriffe werden Dichte, Struktur und Wert eines Bestandes verändert (Gadow 1995). Das Ziel der ereignisorientierten Bestandesinventur ist es, diese Größen und ihre eingriffsbedingten Veränderungen objektiv und damit reproduzierbar zu erheben. Dazu werden die Merkmale Baumart, BHD, Baumhöhe, Höhe des Kronenansatzes und die sichtbaren äußeren Holzmerkmale an einer ausreichend großen Anzahl von repräsentativ ausgewählten Bäumen im Bestand erhoben.

4.2.1 Temporäre Probekreise

Diese Vielzahl von Informationen in einem Bestand lassen sich aus ökonomischen und arbeitstechnischen Gründen nur auf einer begrenzten Anzahl von Bäumen erheben. Der Waldzustand kann mit temporären oder permanenten Stichproben erfasst werden. Diese Stichprobenpunkte können zufällig oder systematisch im Bestand verteilt sein. Sollen die Veränderungen erhoben werden, die ein forstlicher Eingriff bewirkt, muss die Bestandesinventur zum Zeitpunkt einer forstlichen Maßnahme durchgeführt werden (Gadow u. Stüber, 1994; Schmidt u. Gadow, 1997; Gadow u. Schmidt, 1998).

Mench (1999, 2000) und Meyer (1995) diskutieren die Vor- und Nachteile temporärer und permanenter systematischer Stichproben bei der Inventur von Naturwaldparzellen und empfehlen permanente systematische Stichproben für die langfristige Beobachtung von Naturwäldern. Bei einer systematischen Stichprobe kann die Varianz der Schätzung mathematisch-statistisch nicht korrekt hergeleitet werden, da sie eine Klumpenstichprobe mit dem Umfang 1 ist. Zusätzlich kann der Mittelwert verzerrt sein, wenn die räumliche Verteilung der Populationseinheiten und der Stichprobe korreliert sind. Trotz dieser Nachteile überwiegen die Vorteile einer systematischen Stichprobe gegenüber der Zufallsstichprobe, da sie leichter vorzubereiten und durchzuführen ist. Zudem ist die systematische Stichprobe gegenüber der Zufallsstichprobe repräsentativer, da die Probekreise gleichmäßig über die Inventurfläche verteilt sind und daher eine zufällige Klumpung nicht möglich ist (Akça, 2001, S. 39-43; Laar u Akça, 1997; Saborowski, 1992, 1993).

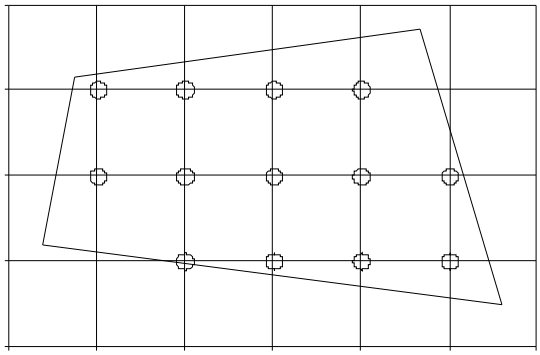


Abbildung 4.1. Schematische Darstellung einer systematischen Verteilung von Probekreisen mit Hilfe eines quadratischen Gitternetzes (im Anhalt an Kramer u. Akça, 1995, S. 85).

Zöhrer (1980, S. 26) empfiehlt Probekreise mit einer Flächengröße von 0,05 bis 0,1 Hektar mit 15 bis 20 Bäumen pro Probekreis für systematische Stichproben. Der Kreis hat im Vergleich zu anderen Formen von Probeflächen das geringste Verhältnis von Umfang zu Fläche. Der Mittelpunkt ist

eindeutig bestimmbar und die Anzahl von Grenzbäumen kann gering gehalten werden. Abbildung 4.1 zeigt beispielhaft die systematische Verteilung der Probekreise in einem Bestand. Der Abstand zwischen den Probepunkten (in Metern) kann mit der Formel 4 berechnet werden:

$$a = \sqrt{\frac{F}{n}} \qquad [7]$$

In allen Probekreisen werden für alle Bäume mit einem BHD >7 cm die Baumart bestimmt, der BHD gemessen und die Qualitätskontrolle durchgeführt. Zusätzlich werden die Bäume ermittelt, die einer *Strukturellen Vierergruppe* angehören. Der Bezugs- oder Nullbaum ist der Baum, der dem Probekreismittelpunkt am nächsten steht. Die Naturverjüngung wird mit der Methode nach Staupendahl (1997) erhoben.

Übersichten mit Angaben zu den Beständen und Auswertungen mit dem Programm *WaldDat 2.0* für die Abteilungen 1, 2, 3, 11/1, 11/2, 12 und 141/1 sind im Anhang aufgeführt. Für die Aufnahmen in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 werden mit dem Programm *Bwin Pro 6.02* zusätzlich Zuwachsprognosen erstellt (s. Anhang). Für die Entwicklung der Qualitätskontrolle werden die beiden Aufnahmen in der Abteilung 11 genutzt. Die Ergebnisse sind in der Arbeit nicht aufgeführt, da sie aufgrund von Änderungen bei der Aufnahmemethodik nicht mit den Ergebnissen in der Abteilung 141/1 vergleichbar sind.

4.2.2 Strukturelle Vierergruppe

Die Strukturelle Vierergruppe ist von Füldner (1995, S. 126) aus dem Stammabstandsverfahren entwickelt worden. An jedem Stichprobenpunkt wird der nächstgelegene Baum, der Bezugs- oder Nullbaum bestimmt. Ausgehend von diesem werden die drei nächsten Nachbarbäume ermittelt, gekluppt und die Abstände zum zweiten und dritten Nachbarbaum des Nullbaums werden gemessen. In der Abbildung 4.2 ist die Aufnahme einer Strukturellen Vierergruppe grafisch dargestellt.

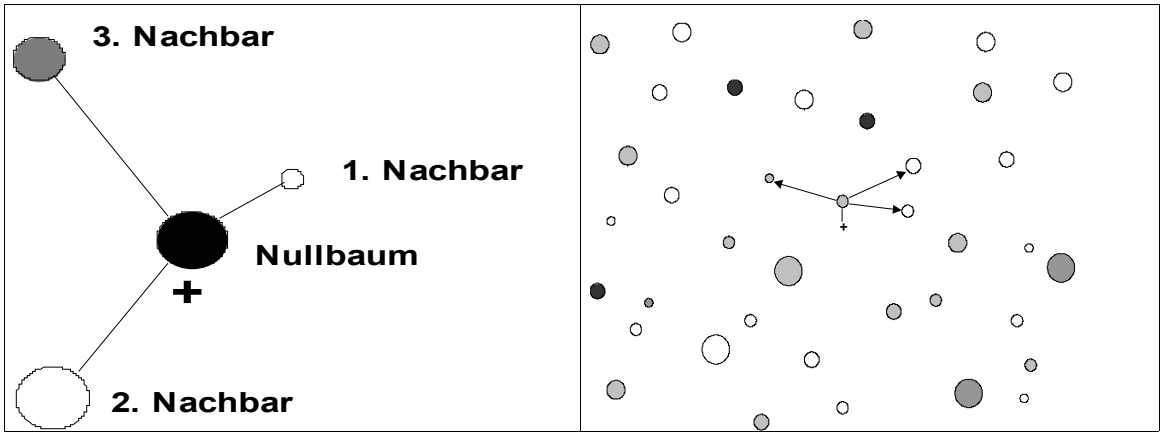


Abbildung 4.2. Strukturelle Vierergruppe zur Erfassung der räumlichen Struktur von Waldbeständen (Füldner, 1995).

Aus den gemessenen Abständen zu den Nachbarn, können die Stammzahl und die Grundfläche hergeleitet werden (Kramer u. Akça, 1995, S. 93-96). Die Grundflächen- und die Stammzahlschätzung können bei geklumpter räumlicher Verteilung der Bäume eines Bestandes mit einem erheblichen Fehler behaftet sein. Schmidt und Gadow (1997) schlagen daher vor, das Stammabstandsverfahren mit der Winkelzählprobe zu kombinieren. Mit der Winkelzählprobe wird die Grundfläche an ausgewählten Stichprobenpunkt ermittelt. In dieser Arbeit wird auf die Winkelzählprobe verzichtet, da die Grundfläche mit den Daten der Probekreisaufnahme errechnet werden kann.

Der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes wird mit dem Stammabstandsverfahren geschätzt (Pommerening u. Lewandowski, 1996; Pommerening u. Schmidt, 1998). Mit Hilfe der Baumart und des Brusthöhendurchmessers können die beiden Strukturparameter Artendurchmischung und Durchmesserdifferenzierung ermittelt werden.Die räumliche Verteilung der Baumarten wird als Artendurchmischung bezeichnet und ergibt sich aus dem Anteil artfremder Nachbarn, die den Bezugsbaum umgeben (Füldner, 1995, S. 66). Bei drei Nachbarn gibt es vier mögliche Werte für die mittlere Durchmischung (Abb. 4.3). Bei dieser Darstellungsweise wird nicht berücksichtigt, ob sich die Baumarten der drei Nachbarn voneinander unterscheiden. Eine Vierergruppe, in der z. B. eine Esche von drei Buchen umgeben ist, ergibt den gleichen Wert wie eine Vierergruppe, bei der die Nachbarn der Esche eine Buche, ein Bergahorn und eine Ulme sind.

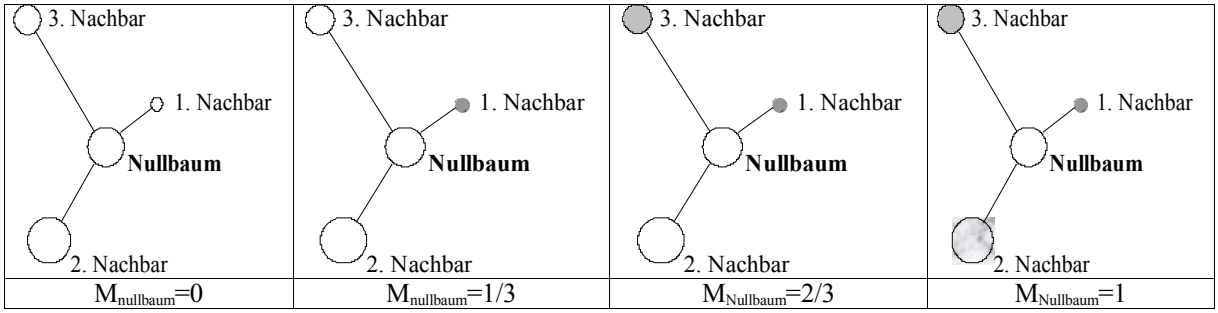


Abbildung 4.3. Mögliche Werte der Artendurchmischung in der Strukturellen Vierergruppe (Gadow, 2000).

In einer Strukturellen Vierergruppe muss daher nur die jeweilige Art der vier Bäume bestimmt werden, um die Durchmischung zu berechnen. Bei der Auswertung der Inventurdaten wird lediglich geprüft, wie viele Nachbarn bezüglich des Nullbaumes einer anderen Baumart angehören. Die Position der Nachbarn wird dabei nicht berücksichtigt.

Als Maß für den Größenunterschied benachbarter Bäume schlägt Füldner (1995, S. 90) die Durchmesserdifferenzierung vor. Die Berechnung der Durchmesserdifferenzierung basiert auf dem paarweisen Vergleich eines Baumes mit seinen Nachbarn. Für den i'ten Baum (i = 1...N) und seine n nächsten Nachbarn j (j = 1...n) ist die Durchmesserdifferenzierung TD_i nach Formel 8 definiert (Füldner, 1995, S. 90):

$$TDn_i = 1 - \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{\min\ (BHD_i, BHD_j)}{\max\ (BHD_i, BHD_j)} \qquad [8]$$

Die Durchmesserdifferenzierung T_i ist ein Mittelwert, der die Differenzierungskonstellation des i-ten Baumes im Bestand bezüglich seiner n nächsten Nachbarn angibt. In Abbildung 4.4 sind beispielhaft einige mögliche Konstellationen innerhalb einer Strukturellen Vierergruppe dargestellt.

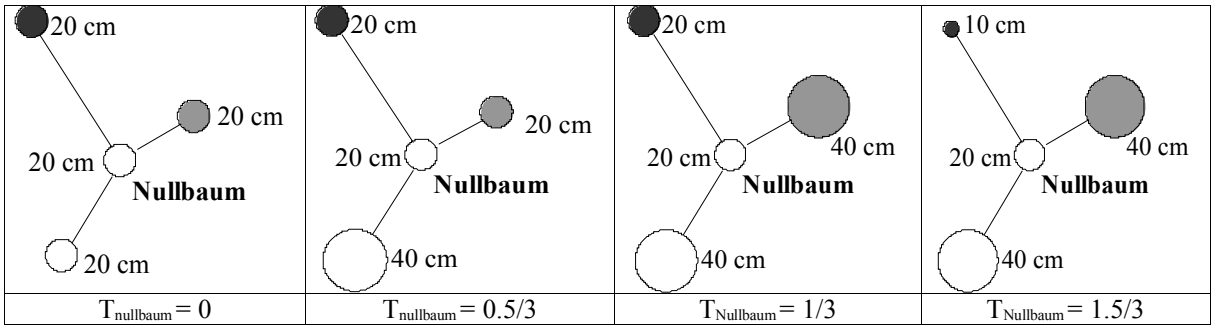


Abbildung 4.4. Mögliche Werte der Durchmesserdifferenzierung in der Strukturellen Vierergruppe (Gadow, 2000).

4.2.3 Wertholzinventuren und Qualitätskontrolle

Die Holzqualität[4] ist ein Ausdruck, in dem sich nach Burschel und Huss (1997, S. 78) „[...] die Verwendbarkeit forstlicher Produkte für wirtschaftliche Zwecke widerspiegelt. Je höherwertiger die Gegenstände sind, die aus Holz hergestellt werden können, desto besser wird das dafür geeignete Holz bezahlt. Und je besser ausnutzbar im technischen Sinne ein Stück Rohholz ist, desto höher ist sein Wert am Markt.“ Rohholz ist hinsichtlich Holzart, Dimensionen und seiner äußeren und inneren physikalischen, technologischen und chemischen Eigenschaften ein äußerst heterogenes Produkt. Nur wenn diese Eigenschaften auf die Nachfrage auf dem Holzmarkt abgestimmt sind, kann Holz optimal vermarktet werden (Becker, 1996).

Über die Qualitätskriterien, die wertvolles Stammholz erfüllen muss, besteht weitgehend Konsens. Gayer schreibt 1898: „Von einem qualitativ wertvollen Nutzholzschaft wird bekanntlich bezüglich der äußeren Form verlangt, dass er geradschaftig, astfrei und möglichst vollholzig sei.“

Nach Burschel und Huss (1997, S. 78) „sind der Durchmesser und die Astigkeit die beiden bedeutendsten Qualitätskriterien, die den Wert des Rohholzes bestimmen. Sie lassen sich zudem durch waldbauliche Maßnahmen stärker beeinflussen als andere Holzmerkmale.“ Der wichtigste Fehler des Stammholzes in holztechnologischer Sicht ist der Grad der Astigkeit, da die Güteklasse ganz wesentlich von der Anzahl und Stärke der vorhandenen Äste abhängt. Becker (1996) ergänzt, dass die Qualitätseigenschaften außer durch waldbauliche Maßnahmen durch eine pflegliche Behandlung bei Ernte, Bereitstellung und Lagerung positiv und gezielt beeinflusst werden können.

Außer diesen angebotsorientierten Aspekten ist die retrospektive Kontrolle ein weiteres Argument für eine umfassende Wertinventur. Arnswaldt (1950a) wiederholt eine vom Reichsforstverband 1923 erhobene Forderung, dass „die Forstverwaltungen über das Ergebnis der Wirtschaft Bilanzen aufzustellen haben, aus denen Zunahme und Abnahme des Holzvorrates an Masse und Wert ersichtlich sind, damit günstige Scheinergebnisse, die durch den Kapitalverbrauch entstanden sind, als solche erkannt werden.“ Für die Bewertung forstlicher Eingriffe durch den Vergleich der finanziellen Erträge verschiedener Maßnahmen sind Durchmesserverteilungen des verbleibenden und ausscheidenden Bestandes nicht ausreichend. Erst eine Stärke- und Güteklassenübersicht ermöglicht eine Analyse des Eingriffs hinsichtlich der Wertveränderungen des Bestandes und lässt Rückschlüsse zu, wie die Nutzung die Vorratsstruktur des Bestandes verändert hat (Wiegard, 1998; Schütz, 2001).

[4] Zur Qualität von Rohholz werden die entsprechenden Begriffe und Normen des Gesetzes über gesetzliche Handelsklassen für Rohholz vom 31. 7. 1969 verwandt (Kramer, H., Akça, A. 1982, S. 53).

Seit Krutzsch und Loetsch (1938) die „Holzvorratsinventur und Leistungsprüfung der naturgemäßen Waldwirtschaft“ veröffentlicht haben, gibt es eine Reihe weiterer Vorschläge und Verfahren zur Wertinventur. Arnswaldt (1950a, 1950b, 1953, 1962) berichtet über „Wertkontrollen in Laubholzrevieren“, Speidel (1955) über „Grundfragen zur Qualitäts- und Wertermittlung“, Mikulka (1955) über den „Versuch zur zahlenmäßigen Erfassung der Qualität von Waldbeständen“ und Brabänder (1957) über die „Gesetzmäßigkeiten im Volumen- und Wertaufbau des Schaftes als Grundlage zur Qualitätskontrolle von Laubholzbeständen“. Es folgen die Arbeiten von Düser (1978), und das Schweizerische Landesforstinventar (Zingg u. Bachofen, 1988). Wiegard (1998) entwickelt ein operationales und flexibles Verfahren zur Wertinventur von Waldbeständen. Erstmals werden die angesprochenen Bäume keinen Güte- oder Merkmalsklassen zugeordnet, bei denen die Zuordnung durch den Gutachter subjektiven Einflüssen unterliegt. Die äußerlich sichtbaren Holzmerkmale des Erdstammstückes werden quantitativ und damit objektiv reproduzierbar erfasst und codiert aufgenommen. Schroeter (2000) wendet diesen Ansatz für die *Wertansprache von Eichenholz am stehenden Stamm* an und erweitert die Erdstückmethode zur „Erdstückmethode mit quantitativer und qualitativer Merkmalserfassung“ und erfasst nur die wirtschaftlich wertvollen *Bäume von Interesse* genau. Heute stehen eine hohe Wertschöpfung und damit die Wertträger im Zentrum der waldbaulichen Bestrebungen (Schütz, 2001, S. 81). Folgerichtig warnt Schütz (2001, S. 39) vor einer unkontrollierten, einzelstammweisen Nutzung und misst der Kontrolle künftig eine größere Bedeutung bei.

Eine multifunktional ausgerichtete Forstwirtschaft benötigt auf der Betriebsebene außer den Informationen über die Struktur und den Wert des Produktlagers Wald vielfältige weitere Daten, um das Informationsbedürfnis einer breiten Öffentlichkeit oder einzelner gesellschaftlicher Interessengruppen befriedigen zu können. Aus naturschutzfachlicher Sicht soll z. B. der Anteil von Habitatbäumen[5] oder das stehende Totholz erfasst werden, um Aussagen für den Biotop- und Artenschutz treffen zu können.

Wiegard (1998) schlägt eine Einteilung der Wertinventurverfahren nach Erdstück-, Unterlängen-, Fixlängen- und Relativlängen-Methode vor (Abb. 4.5). Bei der Unterlängen-Methode wird der stehende Stamm vom Wurzelanlauf bis zum Kronenansatz in Güteklassen eingeteilt. Gemessen werden die entsprechenden Höhen der unterteilten Stammstücke (Güteklasse A, B, C), der BHD und in einzelnen Fällen zusätzlich der Durchmesser in 7 m Höhe. Auf der Basis dieser Daten werden mit Hilfe unterschiedlicher Verfahren die Volumen der Sortimente errechnet. Je nach Stichprobenumfang kann der Wert für einzelne Bäume oder den gesamten Bestand ermittelt werden.

[5] Niedersächsische Landesforsten (2000): Habitatbäume und Totholz im Wald. Merkblatt Nr. 38.

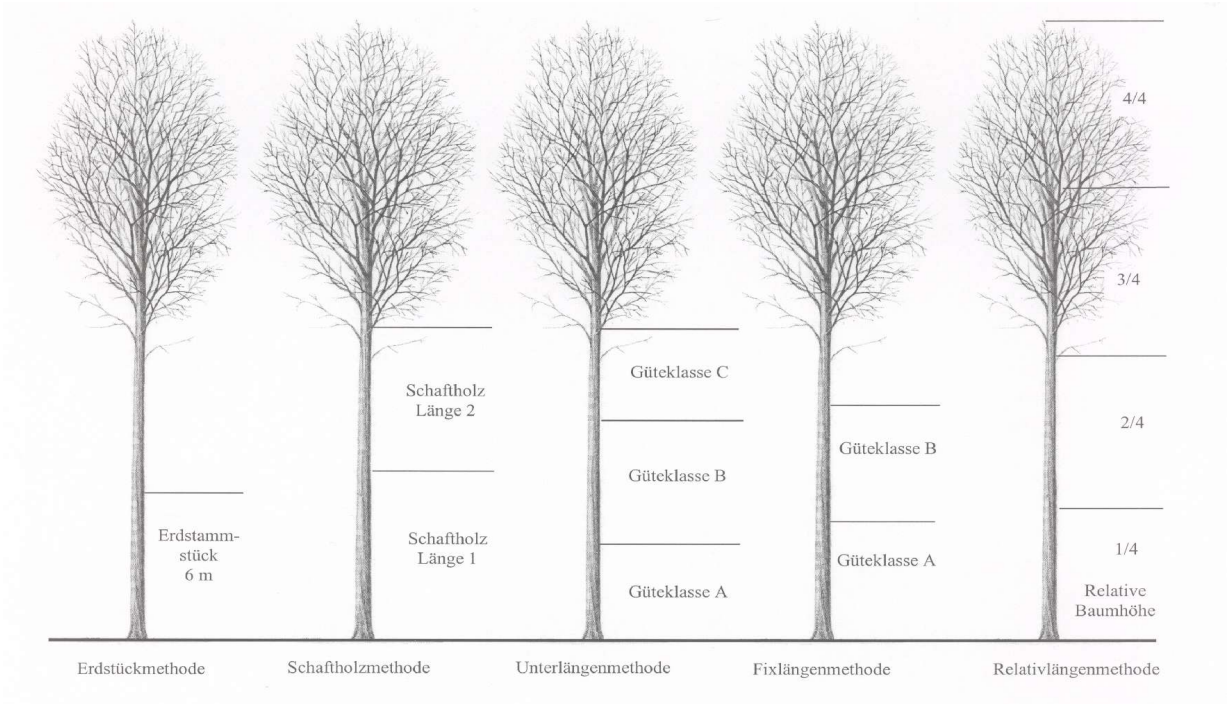


Abbildung 4.5. Schematische Darstellung der fünf Methoden der Wertansprache (nach Wiegard, 1998).

Zu den Unterlängen-Methoden zählen das Verfahren nach Brabänder (1957) und das Verfahren nach Düser (1978). Schober (1972) hat Buchenversuchsflächen mit einer ähnlichen Methode aufgenommen.

Die Schaftabschnitte werden bei der Fixlängen-Methode mit einer festen Länge angesprochen und einer begrenzten Anzahl von Güteklassen zugewiesen. Mikulka (1955) spricht in Buchenbeständen die untersten 5 m jeweils in Abschnitten nach der in der Schweiz gebräuchlichen Rundholzsortierung an (Brabänder, 1957). Das Schweizerische Landesforstinventar (Zingg u. Bachofen, 1988) verwendet für Laub- und Nadelbäume getrennt jeweils 3 Güteklassen, nach denen die untersten 8 m von Bäumen angesprochen werden, die einen BHD von mindestens 20 cm aufweisen. Die 8 m Unterlänge wird unterteilt in zwei 4 m Längen. Bei der Relativlängen-Methode wird der Baum vom Wurzelansatz bis zur Spitze in Abschnitte gleicher relativer Länge eingeteilt.

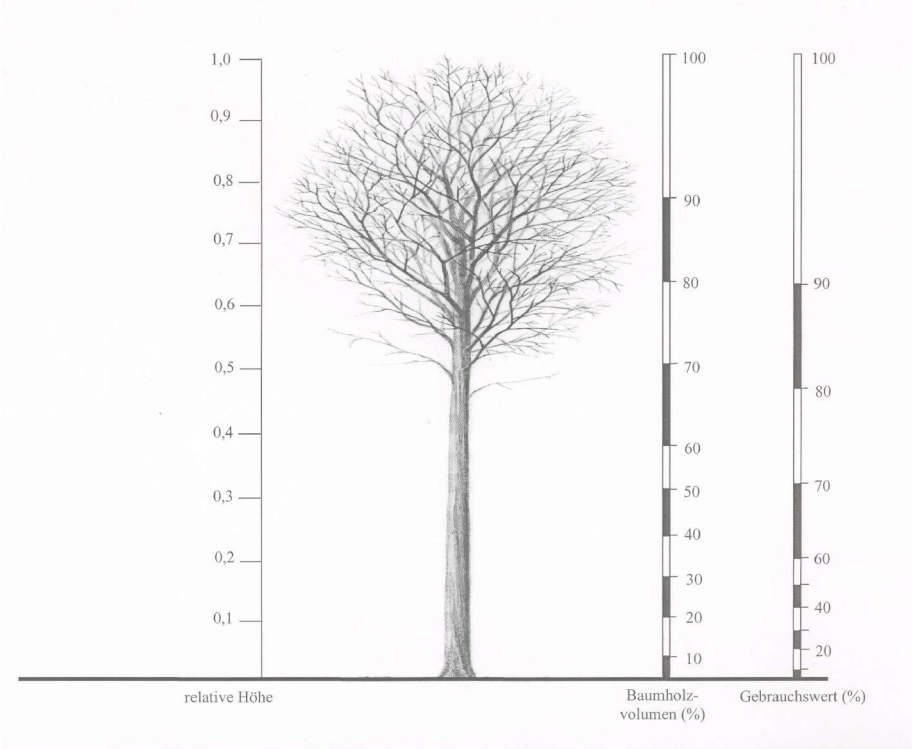


Abbildung 4.6. Schematische Darstellung der Qualitätsansprache massengleicher Stammteile.

Der Vorteil dieser Verfahren liegt in der vereinfachten Messung der Abschnitte (Abb. 4.6). Die Verfahren nach Speidel (1955), Bachmann (1990) sowie das Gartower Verfahren (Bernstorff, 1988, zitiert nach Wiegard, 1998) zählen zu dieser Gruppe. Bachmann (1990) beschreibt die Entwicklung einer praxisnahen Methode zur Bestimmung des Wertzuwachses von Einzelbäumen, Beständen und Bestandestypen in Verbindung mit der Kontrollstichprobe. Das Verfahren nach Bernstorff verwendet ein System von vier Güteklassen, a = ausgezeichnet, n = normal, f = fehlerhaft und Sch = Schichtholz, die sich von den handelsüblichen Güteklassen unterscheiden sollen. Nadelbäume werden in 3/3 und Laubbäume in 4/4 eingeteilt.

Bei der Erdstück-Methode werden die untersten 4 m bis 6 m Schaftteile des Erdstammstückes angesprochen. Arnswaldt (1950a, 1950b, 1953) wendet diese Methode großflächig zur Wertkontrolle an. Bei der Vollkluppung reifer Buchenbestände wird das 6 m - Erdstammstück angesprochen und je nach Güte einer Güteklasse zugeordnet. In Eichenbeständen wird das unterste 4 m - Stammstück erfasst und ebenfalls einer von drei Güteklassen zugeteilt. Das Ergebnis dieser Einstufung der Erdstammstücke in einzelne Güteklasse wird direkt am Stamm markiert. Anschließend werden die Bäume gekluppt und das Volumen berechnet. Die Ergebnisse wurden auf Unterabteilungs-, Revier- und Forstamtsebene zusammengefasst.

Bei der Betriebsinventur mit dauerhaft markierten Stichprobenpunkten der Niedersächsischen Landesforsten wird im Rahmen der Waldzustandserfassung bei der Wertansprache der untere Stammabschnitt bis 7 m Höhe als Ganzes bewertet und sein Durchschnittswert im Anhalt an die HKS den Güteklassen A, B oder C zugeordnet (Niedersächsische Landesforsten, Anweisung zur Kontrollstichprobe, 1994). Bei allen Verfahren werden die Höhe des Kronenansatzes und der Durchmesser am Kronenansatz entweder gemessen oder geschätzt. Die Güteklasse wird aufgrund des Vorhandenseins und der Ausprägung der sichtbaren Holzfehler im oberen Stammabschnitt geschätzt.

Schroeter (2000) verändert die von Wiegard (1998) vorgeschlagene Erdstückmethode weiter und wendet die „Erdstückmethode mit quantitativer und qualitativer Merkmalserfassung“ zur Wertansprache von Eichenbeständen an. An systematisch festgelegten Stichprobenpunkten oder bei Vollaufnahmen ganzer Bestände werden ausschließlich die *Bäume von Interesse* angesprochen. Die Schäfte sollen astfrei und frei von äußerlich sichtbaren Holzmerkmalen sein, einen Durchmesser in Brusthöhe von mindestens 40 cm und eine minimale Stammstücklänge von 3 m aufweisen. In einer von Schroeter (2000) durchgeführten Umfrage zu Wertholzpräferenzen haben Holzkäufer und Holzverkäufer diese Längen- und Durchmesserdimensionen als Mindestvoraussetzungen für die Aushaltung von Eichenwertholz genannt. Bei der Ansprache des Einzelbaumes wird zuerst das 6 m-Erdstück beurteilt. Die äußerlich sichtbaren Holzmerkmale werden quantitativ erfasst. Je nach Baumart, Baumhöhe und Schaftform befinden sich in den ersten 6 m bis 8 m eines Erdstammstückes rund 50-95 % des Holzwertes.

Bei dieser quantitativen Merkmalserfassung werden die wichtigsten baumartenspezifischen äußeren Holzeigenschaften unverschlüsselt durch direktes Zählen aufgenommen. Falls im oberen oder unteren Bereich des 6 m-Erdstücks wesentliche Holzmerkmale den Wert des Stammstücks mindern, ist die Ausscheidung einer Unterlänge (>3 m Länge) möglich. Anschließend wird zusätzlich der Stammabschnitt vom 6 m-Erdstück bis zum Kronenansatz gutachterlich durch Schätzung in eine Güteklasse eingeteilt. Bei dieser qualitativen Merkmalserfassung ist die Ausscheidung der Güteklasse A ausgeschlossen, da mit zunehmender Baumhöhe einige Holzfehler (z. B. Rosen) vom Boden aus nicht sicher beurteilt werden können. Bachmann (1990) empfiehlt, dass das restliche Schaftvolumen oberhalb einer bestimmten Höhe (z. B. 6 m) bei einer späteren Auswertung der Güteklasse C zugeordnet werden sollte.

Die Mehrzahl der Verfahren zur Qualitäts- und Wertansprache bewerten einzelne Stammabschnitte bis zu einer Baumhöhe von 6 m oder den ganzen Stamm bis zum Kronenansatz und

ordnen diese gutachterlich einer Güteklasse zu. Diese Zuordnung geschieht sowohl in enger Anlehnung an die Gütesortierung der Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Rohholz als auch in eigens für das jeweilige Inventurziel entwickelte Güte- oder Merkmalsklassen. Sowohl bei den klassischen Verfahren (Arnswaldt (1950a, 1950b, 1953), Brabänder (1957), Düser (1978), Speidel (1955, 1957) als auch bei den Methoden nach Wiegard (1998) und Schroeter (2000) gehen durch die Codierung der Holzmerkmale oder durch die Zuordnung von Stämmen- oder Stammteilen zu Güteklassen Informationen verloren. Nicht alle äußerlich sichtbaren Holzmerkmale sind bekannt, nach denen ein Stamm oder Stammabschnitt einer bestimmten Güte- oder Merkmalsklasse zugeordnet wurde. Bei gutachterlicher Zuordnung zu Güteklassen können die Ergebnisse von Wiederholungsaufnahmen hinsichtlich der Beurteilung von Veränderungen bei der Besetzung der einzelnen Güteklassen nur eingeschränkt miteinander verglichen werden, da quantifizierbare und damit objektiv nachvollziehbare Ansprachekriterien fehlen.

Wiegard (1998, S. 21) erfasst die äußerlich sichtbaren Holzfehler quantitativ und damit objektiv nachvollziehbar. Durch die Codierung der Daten bei der Aufnahme ist nicht nachvollziehbar, aufgrund welcher Holzmerkmale wie z. B. der Anzahl der Äste ein Stamm einer bestimmten Güteklasse zugeordnet wird. Zudem werden bei den einzelnen Verfahrensmodifikationen nicht ausschließlich sichtbare Holzmerkmale angesprochen und quantitativ erhoben, sondern Stammteile werden wie bei anderen Verfahren zur Wertansprache von Waldbäumen wieder Güteklassen zugeordnet (vgl. Wiegard 1998, S. 32).

Schroeter´s (2000) Vorschlag, diesen Nachteil dadurch zu umgehen, dass bei einer Wertinventur zunächst nur die Wertträger eines Bestandes oder Aufnahmeeinheit genau angesprochen werden, während Bäume schlechterer Qualität nicht berücksichtigt werden, beschränkt sich damit ebenfalls nur auf die Wertansprache. Der Anteil der Wertträger an der Gesamtstammzahl des Bestandes als wichtige Information für Nutzungsentscheidungen kann nicht ermittelt werden. Die klassischen Verfahren der Wertansprache beschränken sich zu dem darauf, die Qualität des Einzelbaumes zu erfassen, während sie naturschutzfachliche Aspekte wie die Erfassung von Habitatbäumen oder die Inventur stehenden Totholzes nicht berücksichtigen. Diese Merkmale werden entweder separat im Inventurverfahren erhoben oder im Rahmen spezieller Erhebungen wie der Waldbiotopkartierung erfasst. Weitere Beispiele für separate Erhebungen sind die Erfassung der durch die Holzernte verursachten Fäll- und Rückeschäden am verbleibenden Bestand oder die Schälschäden durch das Rotwild (Trisl, 1998).

Ein Modul Qualitätskontrolle soll in vorhandene Inventurverfahren integrierbar sein (Wiegard et al., 1997; Wiegard, 1998; Schroeter, 2000). Die Stichprobenpunkte sollen systematisch über die gesamte Aufnahmeeinheit verteilt sein (Saborowski, 1993; Kramer u. Akça, 1995; Akça, 2001; Mench, 1999, 2000). Zur Erfassung von Informationen über die Qualität von Merkmalsträgern wird empfohlen, zahlreiche kleine Stichprobeneinheiten systematisch auf eine Inventurfläche zu legen, statt nur weniger großer (Lohl et al., 1994).

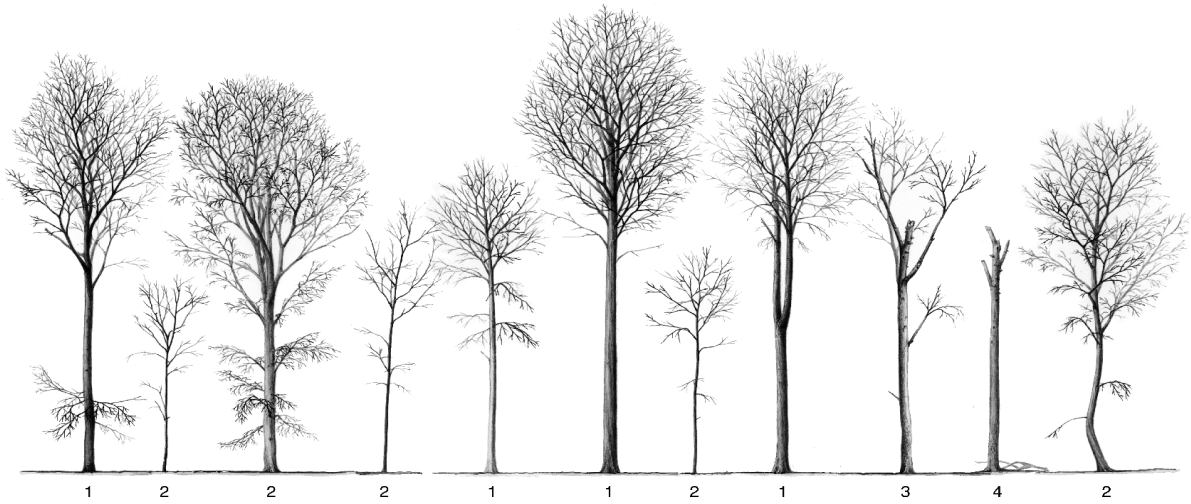


Abbildung 4.7. Qualitätsansprache von Buchen.

Es sollten äußerlich sichtbare Holzmerkmale erfasst werden, die objektiv und damit reproduzierbar erhoben werden können. Notwendige Merkmalsklassen für die Stammform und den Drehwuchs sollen eindeutig definiert sein (Loetsch, 1950; Wiegard et al., 1997). Die waldbaulich beeinflussbaren Holzmerkmale wie der Durchmesser, die astfreie Schaftlänge, die Anzahl und Stärke von Ästen und die Form und Länge der Kronen sollten bei der Ansprache im Vordergrund stehen (Gayer, 1898; Leibundgut, 1978; Bachmann, 1990; Burschel und Huss, 1997). Die aus naturschutzfachlicher Sicht bedeutsame Erfassung von Habitat-, Horst- und Höhlenbäume sowie das stehende Totholz sollten in das Ansprache- und Inventurverfahren integriert sein (Akça et al., 1991 und 1998; Mench, 1999, 2000). Holzernteschäden am verbleibenden Bestand oder Schälschäden sollten bei einer umfassend konzipierten Qualitätskontrolle erfasst werden können (Trisl, 1998). Alle Bäume in einem Probekreis sollen bei einer Qualitätskontrolle angesprochen und ihre Funktion im Bestand beurteilt werden (Abb. 4.7).

Bei der Qualitätskontrolle werden alle Bäume im Probekreis angesprochen und den in Abbildung 4.8 dargestellten Klassen zugeordnet. Dabei wird zuerst entschieden, ob der Baum wirtschaftlich

verwertbar ist oder nicht. Ist der Baum wirtschaftlich verwertbar, wird im zweiten Schritt geprüft, ob er ein astfreies Erdstammstück von mindestens 2,50 m Länge enthält. Ist dies der Fall wird die Länge des fehlerfreien Erdstammstückes ermittelt. Danach werden die äußerlich sichtbaren Holzmerkmale bis zum Kronenansatz quantitativ und qualitativ erhoben.

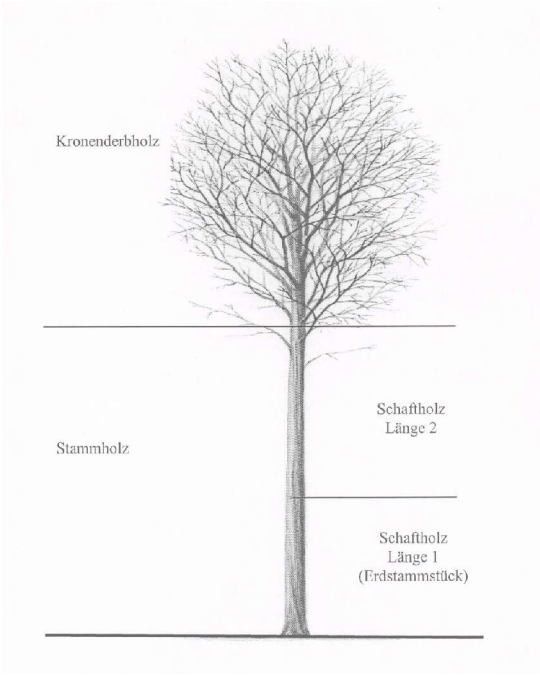


Abbildung 4.8. Qualitätsansprache von Buchen am Einzelbaum.

Ist der Baum wirtschaftlich verwertbar, enthält aber kein Erdstammstück von mindestens 2,50 m, werden die Äste gezählt (s. Stamm 2. Länge) und weitere Holzmerkmale erfasst. Die Merkmale Stammform und Drehwuchs werden für den gesamten Stamm angesprochen. Der Stamm wird bei der Stammform einer der drei Merkmalsklassen (zweischnürig, einschnürig oder unschnürig) und beim Drehwuchs den zwei Klassen "< ¼ Drehwuchs oder >¼ Drehwuchs" zugeordnet. Ist der Baum wirtschaftlich nicht mehr zu verwerten, wird er als Habitatbaum oder potentielles Totholz registriert. Enthält der Baum Bruthöhlen von Höhlenbrütern oder Horste, so werden diese erfasst. Stehendes Totholz wird soweit erkennbar mit Baumart, BHD und geschätzter Höhe aufgenommen. Die Ursache des Absterbens sollte vermerkt werden, wenn sie erkennbar oder bekannt ist.

4.2.4 Inventur der Naturverjüngung

Staupendahl (1997) empfiehlt einen Stichprobenumfang von 40 Probepunkten pro Aufnahmeeinheit und eine systematische Verteilung der Stichprobenpunkte über die Jungwuchsfläche. Abbildung 4.9 zeigt den schematischen Aufriss eines Stichprobenpunktes. An dem Bäumchen, das dem Stichprobenmittelpunkt am nächsten steht, wird die Art bestimmt, die Höhe der Verjüngung gemessen

und der Verbiss bestimmt. Im gesamten Probekreis wird die Anzahl der Bäumchen ermittelt (Abb. 4.9).

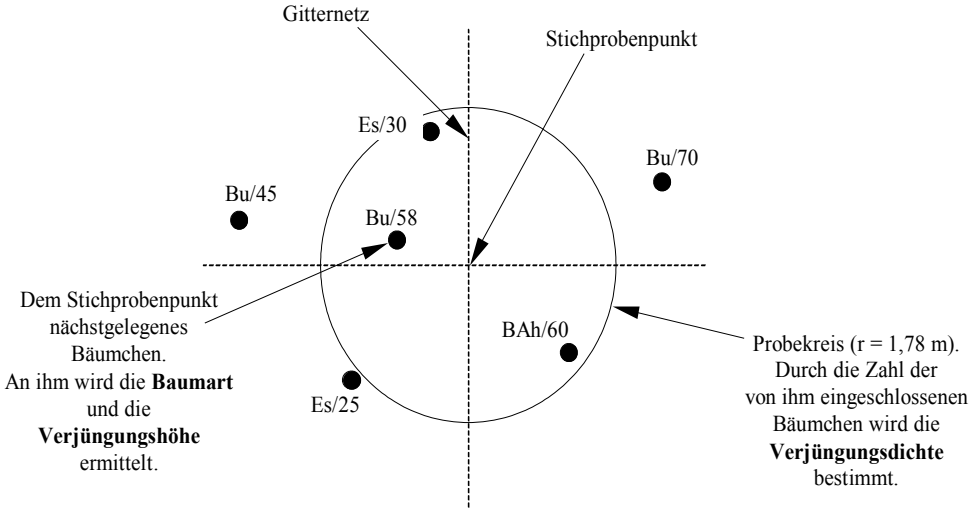


Abbildung 4.9. Schema eines Stichprobenpunktes mit Angabe der Baumart und der Pflanzenhöhe in cm. Das Ergebnis ist eine dreidimensionale Matrix und lautet in diesem Fall: "Buche, 3000 Pfl./ha, Höhenstufe 50-99 cm" (Staupendahl, 1997).

Die Formel [9] zur Berechnung der auf einem Hektar vorkommenden Pflanzen mit der in den Probekreisen ermittelten Pflanzenzahlen lautet:

$$n_i = \frac{p_i}{a} \qquad [9]$$

mit n_i Pflanzenzahl pro ha, ermittelt im Probekreis i (i=1..k)
a Probekreisgröße in ha
p_i Pflanzenzahl im Probekreis i

Eine Pflanze je Probekreis entspricht 1000 Pflanzen pro Hektar. Der Schätzer für die Pflanzenzahl pro ha im Gesamtbestand ($\hat{N}$) berechnet sich als arithmetisches Mittel aus den Werten je Hektar aller Probekreise nach Formel [10] mit k = Anzahl der Probekreise (Stichprobenpunkte):

$$\hat{N} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^{k} n_i \qquad [10]$$

4.3 Auswertungsverfahren

4.3.1 Höhenmodell

Die Einzelbaumhöhen werden mit einer Bestandeshöhenkurve ermittelt, die mit einem Höhenmodell nach Schumacher (1939) angepasst wird. Oliveira (1980) fand bei einer vergleichenden

Untersuchung eine gute Eignung dieses Modells für die untersuchte Baumpopulation. (Gadow u. Bredenkamp, 1992, S. 34). Die Modellgleichung lautet:

$$\ln(h) = a_0 + a_1 \frac{1}{BHD} \cdot \qquad [11]$$

Die Schätzer der artenspezifischen Parameter a_0 und a_1 berechnen sich nach [12] und [13].

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \ln(h_i) - a_1 \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{BHD_i}}{n} \qquad [12]$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \ln(h_i) \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{BHD_i} - n \sum_{i=1}^{n} \ln(h_i) \cdot \frac{1}{BHD_i}}{\left(\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{BHD_i} \right)^2 - n \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{1}{BHD_i^2} \right)} \qquad [13]$$

Im Rahmen dieser Arbeit werden zur Vereinfachung die artenspezifischen Schätzer verwendet, die Hessenmöller (2002) für den Bereich des Göttinger Kalkbuchenwaldes ermittelt (vgl. Tab. 4.3). Für Baumarten ohne Messdaten werden die Parameter einer Baumart mit ähnlichem Höhenwachstum verwendet. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Parameter bei der Betrachtung von Beständen aus anderen Regionen neu angepasst werden müssen, da sie standortsabhängig sind.

Art	***N***	a_0	a_1	R^2	***SE***
Ahorn	202	3,626	-10,825	0,75	3,761
Buche	1981	3,757	-15,177	0,83	3,686
Eiche	24	3,755	-22,414	0,48	6,383
Elsbeere	16	3,481	-13,006	0,72	2,813
Esche	383	3,693	-10,437	0,73	3,504
Feldahorn	23	3,078	-14,161	0,66	2,825
Hainbuche	83	3,053	-7,984	0,28	3,898
Linde	28	3,793	-17,471	0,80	4,021
Roteiche	22	4,055	-34,035	0,41	3,661

Tabelle 4.3. Die artenspezifischen Parameter der Höhenkurve nach Schumacher für den Göttinger Kalkbuchenwald. N=Anzahl der untersuchten Bäume, a_0 und a_1=geschätzte Parameter, r^2=Bestimmtheitsmaß, SE=mittlerer quadratischer Fehler der Schätzung (Hessenmöller, 2002).

4.3.2 Schätzung des Kronenansatzes

Der Kronenansatz ist definiert als der unterste Quirl mit drei grünen Ästen bei Nadelholz und als der Ansatz des ersten Primärastes bei Laubholz (Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Arbeitsanweisung Außenarbeiten, 1995). Wasserreiser und Sekundärkrone werden bei der Kronenansatzmessung nicht gemessen. Steiläste und Zwieselansätze gelten nur als Kronenansatz, wenn sie Primärastcharakter haben. Mit dem Datenmaterial der Niedersächsischen Forstlichen

Versuchsanstalt wird eine Schätzfunktion für den Kronenansatz aus dem Durchmesser und der Höhe für alle Baumarten parametrisiert (Pommerening u. Lewandowski, 1997).

$$Kronenansatzhöhe_i = Höhe_i \cdot \left[1 - e^{-\left(c0 + c1 \cdot \frac{Höhe_i}{BHD_i} \right)^2} \right] \qquad [14]$$

wobei
$c0, c1$ = baumartenspezifische Regressionskoeffizienten
$Höhe_i$ = Einzelbaumhöhe aus der Höhenregression
BHD_i = Einzelbaum-Brusthöhendurchmesser

Die Schätzfunktion [14] wird in Anlehnung an van Deusen und Biging (1985) übernommen. Die Funktion ist so aufgebaut, dass der Kronenansatz Werte zwischen Null und der Baumhöhe annehmen kann. Er wird über das h/d-Verhältnis gesteuert. Mit steigendem h/d-Verhältnis steigt der Kronenansatz, d. h. die Krone wird kleiner. Die Koeffizientenwerte der Kronenansatzfunktion werden baumartenweise für das Datenmaterial der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt mit der SPSS-Routine für nichtlineare Regression geschätzt (Nagel, 1999). Die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Koeffizienten für Laubbäume finden sich in der Tabelle 4.4.

Baumart	***Baumarten-schlüssel***	c_0	c_1	R^2	***N***
Eiche	110	0,925	0,116	0,86	9374
Roteiche	113	0,754	0,265	0,76	1946
Rotbuche	211	0,802	0,176	0,71	8418
Hainbuche	221	0,721	0,248	k.A.	k.A.
Esche	311	0,704	0,316	k.A.	k.A.
Bergahorn	321	0,803	0,217	k.A.	k.A.
Kirsche	354	0,840	0,182	k.A.	k.A.
Birke	410	0,745	0,193	k.A.	k.A.
Erle	421	0,504	0,356	k.A.	k.A.

Tabelle 4.4. Koeffizienten der Kronenansatzfunktion (nach Nagel, 1999).

Für Baumarten ohne Messdaten werden wiederum Koeffizienten einer Baumart mit ähnlichem Wachstum verwendet. Die Kronenansatzhöhe geht in die Berechnung des Einzelbaumvolumens für Laubbäume mit Hilfe der *Brinkfunktion* ein.

4.3.3 Volumenberechnung

In der Anwendung *Eingriffsinventur* sind drei verschiedene Verfahren zur Volumenschätzung am stehenden Stamm implementiert. Zum einen werden die in der Praxis häufig verwendeten *Formzahlfunktionen* angewendet, die einen Vergleich der Ergebnisse mit den Angaben der

klassischen Ertragstafeln erlauben. Aus den Eingangsgrößen Brusthöhendurchmesser und Höhe wird die Formzahl eines Baumes abgeleitet, die dann in die Formel [15] zur Herleitung des Volumens des Einzelbaumes eingesetzt wird.

$$V = \frac{\pi}{4} * d^2 * f * h \qquad [15]$$

wobei d = Brusthöhendurchmesser; f = Formzahl; h = Baumhöhe

Es werden die Formzahlfunktionen für Laubhölzer von Bergel (1973, 1974) verwendet (Tab. 4.5).

Baumart	***Funktion***	***Jahr***
Eiche	0.4786-(1.011176/d) + (2.10428/h) - (203.1997/(d*h^2))	1974
Buche	0.4039+0.0017335*h + 1.1267/h-118.188/ (d^3) + 0.0000042 *d^2	1973
Roteiche	0.4237+0.039178/d - 4.69154/ (d^2) + 38.5469/(h*d)-335.8731 / (h*d^2)	1974

Tabelle 4.5. Formzahlfunktionen für Laubhölzer nach Bergel (aus Pommerening u. Lewandowski, 1997).

Formzahlfunktionen ermitteln das Derbholzvolumen eines Baumes ab einem Durchmesser von mindestens 7 cm auch in der Baumkrone. Das Volumen wird dabei als Vorratsfestmeter mit Rinde (m³ m. R.) errechnet.

Die beiden anderen angewendeten Methoden zur Bestimmung des Volumens basieren beide auf der *modifizierten Brinkfunktion***.** Diese von Brink und Gadow (1986) entwickelte und von Riemer et al. (1995) modifizierte, 3-parametrige Schaftfunktion ermöglicht die Bestimmung der Schaftradien in beliebiger Höhe. Um diese Funktion bei Laubhölzern verwenden zu können, muss zunächst der Radius am Kronenansatz (*rka)* ermittelt werden. Dieser muss von allen gemessenen Baumradien $r_{(h)}$, abgezogen werden, auch vom Brusthöhenradius $r_{1,3}$. Trincado (1996, S. 39) fand zwischen dem Radius auf Brusthöhe und dem Kronenansatzradius eine lineare Beziehung:

$$rka_i = -1.851312 + 0.686284 \cdot r_{1.3i} \text{ mit} \qquad n = 542 \qquad r^2 = 0.8567 \qquad [16]$$

wobei rka_i = Radius am Kronenansatz; $r_{1.3i}$ = Radius auf Brusthöhe

Da der Radius am Kronenansatz im Wald nur mit einem sehr hohen Aufwand erhoben werden könnte, wird er mit der Formel [16] berechnet. Wird der Radius am Kronenansatz mit einbezogen, ergibt sich

eine Schaftfunktion für den Bereich zwischen Stammfuß und Kronenansatz, die in Höhe des Kronenansatzes einen Durchmesser von Null hat (Abb. 4.10).

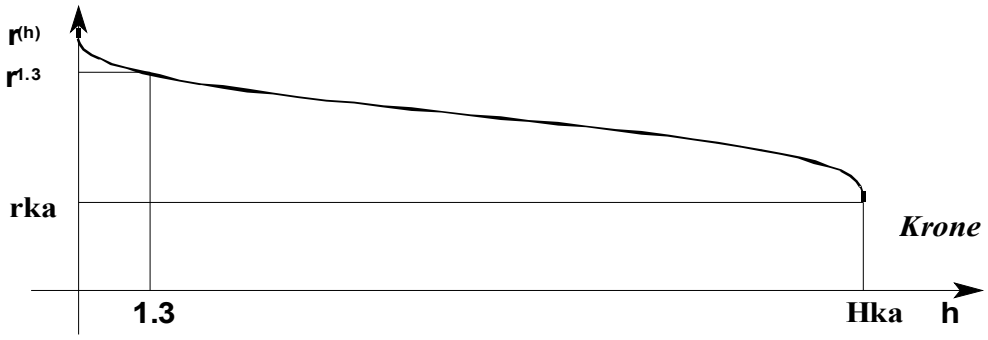


Abbildung 4.10. Darstellung eines Schaftprofils eines Laubbaumes bis zum Kronenansatz (Pommerening u. Lewandowski, 1997, S. 40).

Die modifizierte Brinkfunktion hat folgende Form:

$$r'_{(h)} = i + \left(r'_{1,3} - i\right)\frac{e^{p(1,3-h)} - e^{p(1,3-Hka)}}{1 - e^{p(1,3-Hka)}} - i\frac{e^{q(h-Hka)} - e^{q(1,3-Hka)}}{1 - e^{q(1,3-Hka)}}$$
$$= u + ve^{-ph} - we^{qh} \qquad [17]$$

wobei

$$u = \frac{i}{1 - e^{q(1,3-Hka)}} - \frac{\left(r'_{1,3} - i\right)e^{p(1,3-Hka)}}{1 - e^{p(1,3-Hka)}}; v = \frac{\left(r'_{1,3} - i\right)e^{1,3p}}{1 - e^{p(1,3-Hka)}} \text{ und } w = \frac{ie^{-qHka}}{1 - e^{q(1,3-Hka)}} \qquad [18]$$

Mit

$r'_{(h)}$ Transformierter Baumradius (cm) in Höhe h (m) bzw. Baumradius mit Rinde in einer beliebigen Höhe $r_{(h)}$ abzüglich dem Radius am Kronenansatz *rka*

Hka Höhe am Kronenansatz (m)

$r'_{1,3}$ Transformierter Baumradius in 1,3m bzw. Brusthöhenradius mit Rinde abzüglich dem Radius am Kronenansatz

i Parameter (*gemeinsame Asymptote)*

p Parameter (*unterer Schaftteil*)

q Parameter (*oberer Schaftteil*)

Für die Funktionsparameter *i*, *p* und *q* werden Werte verwandt, die Nagel et al. (2001) in der Bestandessimulationssoftware Bwin Pro 6.02 verwenden. Für Laubhölzer sind dort die Parameter für die Baumarten Rotbuche und Eiche angegeben, die vereinfachend für alle Baumarten angewendet werden (Tab. 4.6).

Baumart	*Parameter*	*Wert*	*Std.-Fehler*	*t-Wert*	*Residual Std. Fehler (mm)*
Rotbuche	K	0,6946140	0,00975345	71,2173	0,683244
	P	0,0862735	0,00427386	20,1863	bei 6331
	Q	0,1359840	0,00304893	44,6007	Freiheitsgraden
Eiche	K	0,5698770	0,01181670	48,2263	0,504138
	P	0,0450652	0,00354560	12,7102	bei 9421
	Q	0,2452940	0,00724047	33,8782	Freiheitsgraden

Tabelle 4.6. Geschätzte Parameter und statistische Kennwerte der modifizierten Brinkfunktion für Rotbuche und Eiche, wobei $k=i/r'_{1,3}$ (nach Nagel et al., 2001).

Um bei Laubbäumen eine Schätzung des tatsächlichen Schaftradius *r(h)* durchführen zu können, muss der Radius am Kronenansatz *rka* zu dem transformierten Radius [17] addiert werden. Nach dieser Modifizierung ergibt sich die folgende Form:

$$r_{(h)} = r'_{(h)} + rka = u + v\,e^{-ph} - w\,e^{qh} + rka \qquad [19]$$

Die Methode zur Volumenbestimmung mit der *Brinkfunktion* schätzt das Schaftvolumen zwischen zwei Höhen als Volumen eines Rotationskörpers:

$$v_{(h_2,h_1)} = \pi \int_{h_1}^{h_2} r^2_{(h)}\,dh \qquad h_2 > h_1\ ;\ h_2 \le Hka \qquad [20]$$

Wobei

$$r^2_{(h)} = r'^2_{(h)} + 2\,r'_{(h)}\,rka + rka^2 \qquad [21]$$

Nach Einsetzen von [19] in [20] ergibt sich die folgende Lösung (Trincado u. Gadow, 1996):

$$\begin{aligned} v_{(h_2,h_1)} = \pi \Bigg[& u^2(h_2 - h_1) - 0{,}5\left\{\frac{v^2}{p}\left(e^{-2ph_2} - e^{-2ph_1}\right) - \frac{w^2}{q}\left(e^{2qh_2} - e^{2qh_1}\right)\right\} \\ & -2\left\{\frac{uv}{p}\left(e^{-ph_2} - e^{-ph_1}\right) + \frac{uw}{q}\left(e^{qh_2} - e^{qh_1}\right) - \frac{vw}{p-q}\left(e^{(q-p)h_2} - e^{(q-p)h_1}\right)\right\}\Bigg] \\ & +2\pi\,rka\left[\left(u + \frac{rka}{2}\right)(h_2 - h_1) - \frac{v}{p}\left(e^{-ph_2} - e^{-ph_1}\right) - \frac{w}{q}\left(e^{qh_2} - e^{qh_1}\right)\right] \end{aligned} \qquad [22]$$

Weiter wird das Volumen des Schaftholzes mit der Huber'schen Formel ermittelt:

$$v = \frac{\pi}{4} * d_m^2 * l \qquad [23]$$

Mit d_m Durchmesser in der Mitte des Schaftes
und l Länge des Schaftes

Der Mittendurchmesser d_m wird mi Hilfe der Formel [19] bestimmt:

$$d_m = 2 * (r'_{(h)} + rka = u + ve^{-ph} - we^{qh} + rka) \qquad [24]$$

Die Schafthöhe (h) berechnet sich dabei aus:

$$\frac{Kronenansatzhöhe_i + Stockansatzhöhe_i}{2} \qquad [25]$$

Die Stockansatzhöhe wird im Rahmen dieser Arbeit auf 0,25 cm festgesetzt. Die Länge des Schaftes (l) ergibt sich aus der Subtraktion der Stockansatzhöhe von der Kronenansatzhöhe eines Baumes. Bei der Berechnung des Volumens mit der *Brinkfunktion* und mit der Huber'schen Formel wird nur das Volumen des Schaftes berechnet. Dies ist zu berücksichtigen, wenn die mit diesen Formeln ermittelten Volumenwerte mit Volumenwerten verglichen werden, die mit Hilfe von Formzahlen berechnet werden. Bei der Volumenermittlung mit Formzahlen geht das Derbholzvolumen der Krone mit in das berechnete Volumen ein.

4.3.4 Sortimentierung

Eine genaue Schätzung der Sortimente stehender Bäume ist ein vorrangiges Ziel der quantitativen Waldforschung und hat große Bedeutung für die Forstplanung (Pommerening u. Lewandowski, 1997). Die Datenbankanwendung *Eingriffsinventur* stellt das stehende Schaftholz nach Qualität und Quantität gegliedert dar.

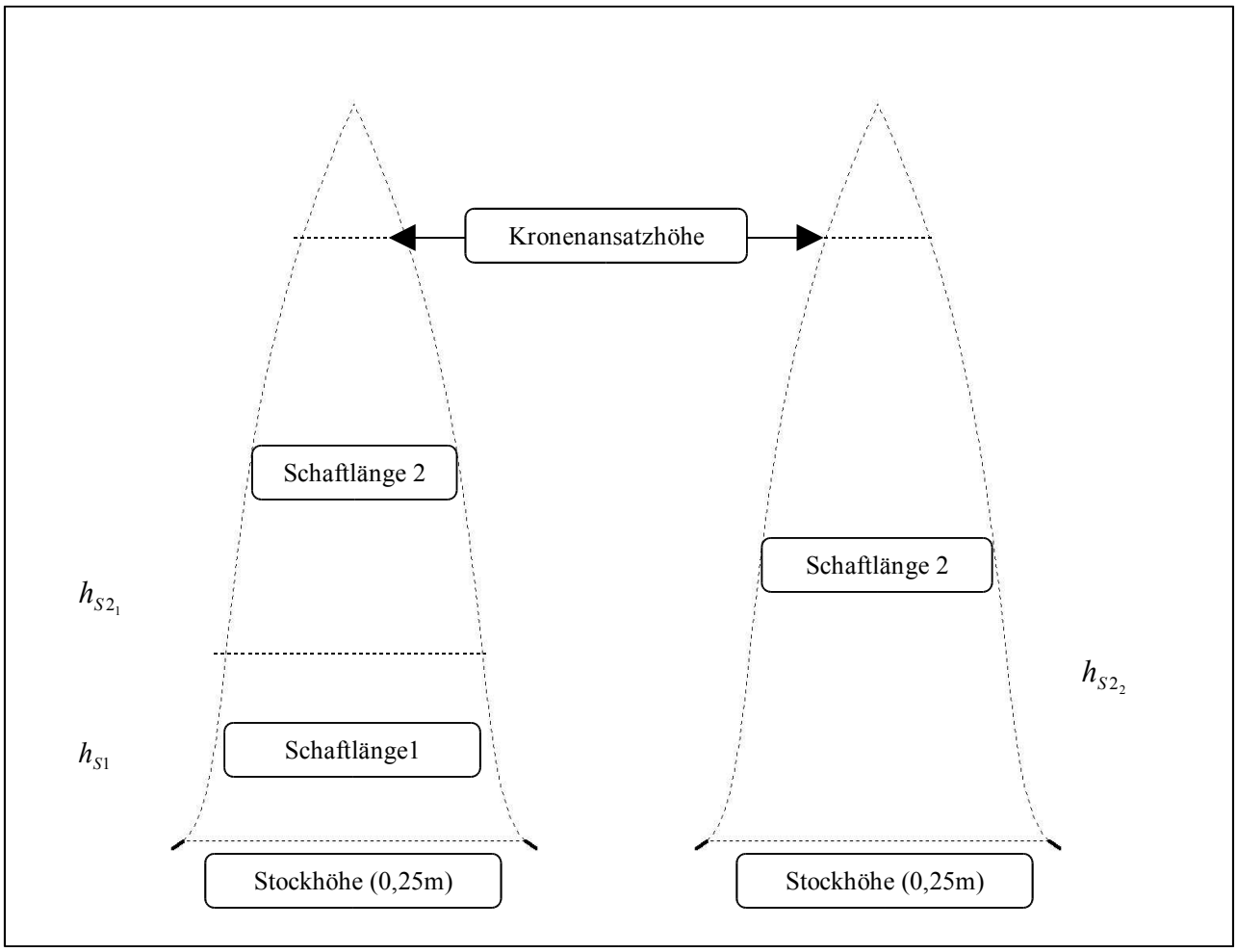


Abbildung 4.11. Zwei Varianten der Laubholzsortierung (Hinrichs, 2002).

Das Schaftholz wird zu diesem Zweck zunächst in Abschnitte gleicher Qualität unterteilt, wobei die Güteklassen A, B und C zur Verfügung stehen. Daneben werden die einzelnen Schaftabschnitte nach Stärkeklassen sortiert und der Holzvorrat der einzelnen Stärkeklassen berechnet. Die Volumenschätzung erfolgt mit der *Brinkfunktion* und der Huber'schen Formel. Mit den Formzahlfunktionen ist eine Gliederung des Bestandesvolumens nach Sortimenten nicht möglich. Die Herleitung der dafür benötigten Variablen zeigt Abbildung 4.11.

Zwei Möglichkeiten der Aushaltung des Schaftholzes bei der Datenaufnahme werden beschrieben. Es wird grundsätzlich von einer Stockhöhe von 0,25 m ausgegangen. Die Schaftlänge 1 im linken Bild entspricht der Länge des fehlerfreien Erdstammstücks, die im Rahmen der Datenaufnahme gutachterlich geschätzt oder gemessen wird. Die darüber liegende Schaftlänge 2 errechnet sich aus:

$$Schaftlänge2 = Kronenansatzhöhe(m) - Schaftlänge1(m) + 0{,}25(m) \qquad [26]$$

Das Volumen nach der *Brinkfunktion* berechnet sich aus der oben genannten der Formel [22].
Für die Schaftlänge 1 gilt dabei:

$$h_2 = Schaftlänge1(m) + 0{,}25(m) \text{ und } h_1 = 0{,}25(m) \qquad [27]$$

und für die Schaftlänge 2:

$$h_2 = Kronenansatzhöhe(m) \text{ und } h_1 = Schaftlänge1(m) + 0{,}25(m) \qquad [28]$$

Für die Volumenschätzung nach der Huber'schen Formel werden die Mittendurchmesser mit Hilfe der Formel [17] in der Höhe h_{S1} bzw. h_{S2_1} bestimmt, wobei:

$$h_{S1} = \frac{Schaftlänge1(m) + 0{,}25(m)}{2} \qquad [29]$$

und

$$h_{S2_1} = \frac{Kronenansatzhöhe(m) + Schaftlänge1(m) + 0{,}25(m)}{2} \qquad [30]$$

Die rechte Seite der Abbildung 4.11 zeigt die Aushaltung für den Fall, dass kein fehlerfreies Erdstammstück vorhanden ist. Die Volumenermittlung und die Berechnung des Mittendurchmessers in der Höhe h_{S2_2} erfolgen hier analog zu den Ausführungen in Kapitel 4.3.3. Die einzelnen Schaftabschnitte werden nach dem Mittendurchmesser in Stärkeklassen eingeteilt. Dabei wird die Stärkeklasseneinteilung der HKS übernommen, mit dem Unterschied, dass keine Rindenabzüge am Mittendurchmesser vorgenommen werden (vgl. dazu Kramer u. Akça, 1995, S. 59).

Für die Ermittlung der Güteklassenanteile werden zunächst die Schaftabschnitte der Schaftlänge 1 aufsummiert. Sie bilden den Anteil der Güteklasse A. Die Schaftabschnitte der Schaftlänge 2 werden, ihren äußeren Holzmerkmale entsprechend, der Güteklasse B oder C zugeordnet. Die Auswahlkriterien für diese beiden Güteklassen sind in der Tabelle 4.7 beschrieben.

Kriterium	*Güteklasse B*	*Güteklasse C*
Anzahl der Starkäste	<3 und	>=3 oder
Anzahl der Klebäste	<5 und	>=5 oder
Stammform	<2 und	>=2 oder
Drehwuchs	<2	>=2 oder

Tabelle 4.7. Kriterien für die Zuordnung in die Güteklassen B und C (Hinrichs, 2002).

Während für die Einordnung in die Güteklasse B alle Kriterien erfüllt sein müssen, reicht für die Einordnung in die Güteklasse C die Erfüllung eines Kriteriums aus.

4.3.5 Statistische Kenngrößen der Probekreisaufnahmen

Ein großer Nachteil der systematischen Stichprobe ist das Fehlen eines erwartungstreuen Schätzers für die Varianz. In der Praxis wird entweder mit den Varianzschätzern gearbeitet, die im Fall vom zufälligen Ziehen ohne Zurücklegen erwartungstreu sind. Daneben gibt es unterschiedliche Varianzschätzer, die in der Literatur für systematische Stichproben beschrieben werden (Saborowski, 1993, S. 63). Um den Stichprobenfehler bei einmaliger Stichprobennahme zu approximieren, gibt es verschiedene Ansätze, die alle von einer Varianzschätzung ausgehen. Die Formel [31] darf strenggenommen nur verwendet werden, wenn die Stichprobe nach dem erwartungstreuen Verfahren der einfachen Zufallsstichprobe durchgeführt wurde (Pommerening u. Lewandowski, 1997, S. 45).

$$S^2 = \frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^{n} \left(\hat{\theta}_i - \bar{\theta}\right)^2 \quad \text{Ziehen mit Zurücklegen } E(S^2) = \frac{1}{n}\sigma^2 \qquad [31]$$

Wobei

σ^2 Varianz der Grundgesamtheit (Bestandesstreuung)

S^2 Stichprobenvarianz

$\hat{\theta}_i$ geschätzte Zielgröße der i-ten Probefläche

$\bar{\theta}$ geschätzte Zielgröße der Stichprobe

n Anzahl der Probeflächen in der Stichprobe (Stichprobenumfang

Werden Varianzen von einfachen Zufallsstichproben des Umfangs n mit der Formel [31] berechnet, so ist die Schätzung erwartungstreu, d.h. der Mittelwert der geschätzten Größen aller möglichen Stichproben ist gleich dem tatsächlichen Wert. Voraussetzung dafür ist aber eine voneinander unabhängige Auswahl der Stichprobenpunkte. Werden aber wie beim Probekreisverfahren klumpenartige systematische Stichproben durchgeführt, kann es bei Verwendung der Formel [31] unter Umständen zu einer systematischen Fehleinschätzung der Bestandesvarianz kommen. Die

Verwendung der nur bei Zufallsstichproben erwartungstreuen Schätzer für den Stichprobenfehler führt gerade in den Fällen, in denen die systematische Stichprobe genauer als die Zufallsstichprobe ist, zu einer Überschätzung des wahren Stichprobenfehlers. Dies trifft dann zu, wenn die Streuung innerhalb der möglichen Stichproben größer ist als die Streuung aller Stichprobeneinheiten des Inventurgebietes ($s^2 \approx s_{in}^2$).

Für die Planung von systematischen Stichprobeninventuren legt dies sehr große Stichprobenumfänge nahe, womit hohe Inventurkosten verbunden sind (Saborowski, 1992). Zur Absicherung der Schätzgüte von Mittelwerten bieten sich Paardifferenzschätzer an (Pommerening, 1997, S. 134). Zur Verwendung dieser Schätzer werden aber die Koordinaten der Probepunkte benötigt, die im Rahmen der Datenaufnahme für diese Arbeit nicht erhoben worden sind. Für die statistische Auswertung der Daten werden daher die gebräuchlichen Formeln für die einfache Zufallsstichprobe angewendet (Kramer u. Akça, 1995). Dabei werden für die Bestandesparameter Grundfläche, Stammzahl und Volumen die bestandesbezogenen Mittelwerte, Varianzen, Standardabweichungen, Standardfehler und Variationskoeffizienten ermittelt (s. Anhang).

4.4 Ergebnisse

4.4.1 Grundfläche, Stammzahl, Volumen

Mit dem Programm *WaldDat 2.0* werden aus den aufgenommenen Daten die Grundfläche, die Stammzahl und das Volumen jeweils getrennt für den verbleibenden und ausscheidenden Bestand berechnet. Zusätzlich errechnet dieses Programm die Durchmesserdifferenzierung und die Artendurchmischung und liefert damit die Ergebnisse für die Abschnitte 4.4.1 und 4.4.2 Mit dem Programm *BWin Pro 6.02* werden die Zuwachsprognosen für die drei Teilflächen erstellt und die Durchmesserverteilungen für die Baumart Buche dargestellt. Außerdem wird der Shannon-Index, die Evenness, die Anzahl, der in den aufgenommenen Probekreisen gefundenen Baumarten, sowie das vertikale Artenprofil bestimmt (Nagel et al. 2001, 2002). Zusätzlich kann dieses Programm Angaben zur Dimensionsvielfalt der Bestände wie Kronenprozente und h / d - Verhältnisse und Sortimentsschätzungen liefern, auf die in dieser Arbeit nicht eingegangen wird. Die mit diesem Programm errechneten Ergebnisse stehen in den Abschnitten 4.4.3 bis 4.4.5. Die MS - Access Anwendung *Eingriffsinventur* stellt die Verteilung des ermittelten Bestandesvolumen auf die Stärke- und Güteklassen nach der Handelsklassensortierung für Rohholz dar (Abs. 4.4.6; Hinrichs, 2002). Dies ist eine Voraussetzung für die anschließende Kalkulation der Erlöse für die einzelnen

Sortimente auf der Basis der aktuellen Holzpreise. Aufgrund der jeweils eingesetzten Rechenroutinen kann es zu geringfügigen Abweichungen bei den von den einzelnen Programmen errechneten Ergebnissen kommen. Dies sollte beim Vergleich der einzelnen Übersichten berücksichtigt werden. Die Verjüngungsinventuren werden mit dem Programm *VIA* ausgewertet (Staupendahl, 1997).

Die Ergebnisübersichten wurden von Bartmer und Schneider (2001) erstellt. Tabelle 4.8 zeigt die Anteile der einzelnen Baumarten an der Grundfläche je Hektar in den drei Flächen. Die Dominanz der Buche ist in allen Flächen hoch, in Abteilung 141/1 mit einem relativen Anteil von 92,4% am verbleibenden Bestand besonders deutlich. Entsprechend gering ist in dieser Fläche der Anteil der Edellaubhölzer Esche und Bergahorn im Vergleich zu den beiden Teilflächen der Abteilung 11. Feldahorn, Spitzahorn, Hainbuche, Eiche und die Elsbeere kommen nur vereinzelt vor und sind nicht in allen Flächen zusammen vertreten.

	Abteilung 11 Teilfläche 1 / 1999				***Abteilung 11 Teilfläche 2 / 2000***				***Abteilung 141 Teilfläche 1 / 2001***			
	G / ha m²				**G / ha m²**				**G / ha m²**			
Baumarten	**Verbleibend**		**Ausscheidend**		**Verbleibend**		**Ausscheidend**		**Verbleibend**		**Ausscheidend**	
Buche	17,36	74,8 %	3,51	13,1 %	16,19	77,7 %	4,62	18,2 %	18,38	92,4 %	4,15	17,3 %
Esche	2,91	12,5 %	0,0	0,0	3,28	15,8 %	0,0	0,0	0,89	4,5 %	0,0	0,0
Bergahorn	2,06	8,9 %	0,0	0,0	0,98	4,7 %	0,0	0,0	0,50	2,5 %	0,0	0,0
Feldahorn	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,01	0,1 %	0,0	0,0
Spitzahorn	0,71	3,1 %	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,01	0,0 %	0,0	0,0
Hainbuche	0,04	0,2 %	0,0	0,0	0,06	0,3 %	0,0	0,0	0,11	0,5 %	0,0	0,0
Eiche	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,31	1,5 %	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0
Elsbeere	0,12	0,5 %	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0
Summe	**23,2**	**100 %**	**3,51**	**13,1 %**	**20,82**	**100 %**	**4,62**	**18,2 %**	**19,88**	**100 %**	**4,15**	**17,3 %**

Tabelle 4.8. Grundfläche pro Hektar für alle Baumarten in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 (WaldDat 2.0).

Die Grundflächenanteile des ausscheidenden Bestandes sind in den Flächen 11/2 und 141/1 mit relativen Anteilen von 18,2 % bzw. 17,3 % an der Gesamtgrundfläche von insgesamt 25,44 m² bzw. 24,03 m² je Hektar vor dem Eingriff etwa gleich hoch. Der Eingriff bezogen auf die Veränderung der Grundfläche ist in der Fläche 11/1 mit einem relativen Anteil von 13,1 % bezogen auf die Gesamtgrundfläche von 26,71 m² / ha vor dem Eingriff deutlich geringer. Absolut betrachtet werden die Grundflächen in der Teilfläche 11/1 von 26,71 m² / ha um 3, 51 m² / ha auf 23,20 m² / ha, in der Teilfläche 11/2 von 25,44 m² / ha um 4, 62 m² / ha auf 20,82 m² / ha und in der Abteilung 141/1 von 24,03 m² / ha um 4,15 m² / ha auf 19,88 m² / ha durch den Eingriff abgesenkt. Durch die Entnahme der Buchen erhöht sich der relative Grundflächenanteil der Edellaubhölzer und entspricht damit dem waldbaulichen Ziel der Förderung des Edellaubholzes.

	Abteilung 11 Teilfläche 1 / 1999				*Abteilung 11 Teilfläche 2 / 2000*				*Abteilung 141 Teilfläche 1 / 2001*			
	N/ ha				**N/ ha**				**N/ ha**			
Baumarten	**Verbleibend**		**Ausscheidend**		**Verbleibend**		**Ausscheidend**		**Verbleibend**		**Ausscheidend**	
Buche	201,70	78,5 %	24,58	8,7 %	162,40	79,8 %	22,35	9,9 %	153,70	92,4 %	18,95	10,2 %
Esche	19,17	7,5 %	0,0	0,0	15,29	7,5 %	0,0	0,0	5,26	3,2 %	0,0	0,0
Bergahorn	19,17	7,5 %	0,0	0,0	14,12	6,9 %	0,0	0,0	3,16	1,9 %	0,0	0,0
Feldahorn	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0	1,05	0,6 %	0,0	0,0
Spitzahorn	15,00	5,8 %	0,0	0,0	8,24	4,0 %	0,0	0,0	0	0,0 %	0,0	0,0
Hainbuche	0,42	0,2 %	0,0	0,0	2,35	1,2 %	0,0	0,0	3,16	1,9 %	0,0	0,0
Eiche	0,00	0,0 %	0,0	0,0	1,18	0,6 %	0,0	0,0	0	0,0 %	0,0	0,0
Elsbeere	1,25	0,5 %	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0	0,0 %	0,0	0,0
Summe	**256,71**	**100 %**	**24,58**	**8,7 %**	**203,58**	**100 %**	**22,35**	**9,9 %**	**166,35**	**100 %**	**18,95**	**10,2 %**

Tabelle 4.9. Stammzahl pro Hektar für alle Baumarten von den Flächen 11/1, 11/2 und 141/1 (WaldDat 2.0).

Ein hinsichtlich der Verteilung der Baumarten ähnliches Bild zeigt die Tabelle 4.9 mit den Angaben zur Anzahl der Bäume pro Hektar in den drei Flächen gegliedert nach den Baumarten. Allerdings unterscheiden sich die Flächen bei den Stammzahlen je Hektar deutlicher als dies bei der Grundfläche der Fall ist. Die absoluten Zahlen sinken von 256 in der Abteilung 11/1 über 203 in der Fläche 11/2 bis auf 166 in der Abteilung 141/1. Die Anzahl der entnommenen Bäume dagegen steigt umgekehrt von 18 in der Fläche 141/1 über 22 in der 11/2 auf 24 in der Abteilung 11/1.

	Abteilung 11 Teilfläche 1 / 1999				*Abteilung 11 Teilfläche 2 / 2000*				*Abteilung 141 Teilfläche 1 / 2001*			
	V / m³ m. R. ha				**V / m³ m. R. ha**				**V / m³ m. R. ha**			
Baumarten	**Verbleibend**		**Ausscheidend**		**Verbleibend**		**Ausscheidend**		**Verbleibend**		**Ausscheidend**	
Buche	213,50	74,7 %	46,30	13,9 %	198,00	75,2 %	58,39	18,2 %	211,40	92,9 %	51,40	18,4 %
Esche	36,04	12,6 %	0,0	0,0	43,81	16,6 %	0,0	0,0	10,20	4,5 %	0,0	0,0
Bergahorn	26,44	9,3 %	0,0	0,0	11,09	4,2 %	0,0	0,0	5,03	2,2 %	0,0	0,0
Feldahorn	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0,14	0,10%	0,0	0,0
Spitzahorn	8,17	2,9 %	0,0	0,0	5,88	2,2 %	0,0	0,0	0	0,0 %	0,0	0,0
Hainbuche	0,37	0,1 %	0,0	0,0	0,66	0,2 %	0,0	0,0	0,69	0,3 %	0,0	0,0
Eiche	0,00	0,0 %	0,0	0,0	4,16	1,6 %	0,0	0,0	0	0,0 %	0,0	0,0
Elsbeere	1,11	0,4%	0,0	0,0	0,00	0,0 %	0,0	0,0	0	0,0 %	0,0	0,0
Summe	**285,63**	**100 %**	**46,3**	**13,9 %**	**263,6**	**100 %**	**58,39**	**18,2 %**	**227,4**	**100 %**	**51,4**	**18,4 %**

Tabelle 4.10. Volumen m³ / ha der Flächen 11/1, 11/2 und 141/1 (Brinkfunktion; WaldDat 2.0).

Die Abteilung 141/1 weist mit 278,8 m³ pro ha vor dem Eingriff im Vergleich zu den beiden Flächen in der Abteilung 11 (Abt.11/1: 331,93 m³ und Abt.11/2: 321,99 m³) einen deutlich geringeren Vorrat je Hektar auf. Trotzdem liegt die Eingriffsstärke in dieser Abteilung mit 51,4 m³ ausscheidendem Volumen höher als in Fläche 11/1. Auf der Fläche mit dem höchsten Vorratsanteil (11/1) ist die Eingriffsstärke am geringsten, während in der Abteilung 11/2 mit 58,39 m³ am stärksten geerntet wird. Die relativen Eingriffsstärken liegen in den Abteilungen 141a und 11/2 mit 18,4, bzw. 18,1 sehr dicht zusammen, während sie für die Fläche 11/1 mit 13,9 deutlich abfällt (Tab. 4.10).

4.4.2 Artendurchmischung und Durchmesserdifferenzierung

Die Anzahl der jeweils in den drei Flächen aufgenommenen strukturellen Vierergruppen ist unterschiedlich. Daher werden sowohl bei der Artendurchmischung als auch bei der Durchmesserdifferenzierung nur die relativen Werte betrachtet. Auf die M-Klassen 0,67 und 1 in den Flächen 11/1 und 11/2 entfallen relativ betrachtet mit 35,2% bzw. 37,2% deutlich mehr strukturelle Vierergruppen. Diese Werte erklären die höheren mittleren M-Werte von 0,39 bzw. 0,44 und damit die Erhöhung der Artendurchmischung. Dies lässt darauf schließen, dass in der Fläche 11/2 der Anteil der Mischbaumarten höher ist als in der von der Buche dominierten Abteilung 141/1 (Tab. 4.11).

	Abteilung 11 Teilfläche 1 / 1999		***Abteilung 11 Teilfläche 2 / 2000***		***Abteilung 141 Teilfläche 1 / 2001***	
M – Klasse	N	%	N	%	N	%
0	6	35,3	32	24,2	13	37,1
0,33	5	29,4	51	38,6	15	42,9
0,67	3	17,6	22	16,7	1	2,9
1	3	17,6	27	10,5	6	17,1
Summe	17	100	132	100	35	100
Mittleres M	0,39		0,44		0,33	

Tabelle 4.11. Artendurchmischung für die Flächen in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 nach dem Eingriff (WaldDat 2.0).

Die Durchmesserverteilung und die summarische Betrachtung der entnommenen Bäume und ihrer Dimension lässt Rückschlüsse auf die Veränderung der Struktur im Bestand zu. Die Durchmesserverteilung allein reicht nicht aus, um die tatsächliche räumliche Struktur wiederzugeben. Hierzu werden die Durchmesserdifferenzierungen der Abteilungen 141/1 und 11 miteinander verglichen.

Abt.11/1	***T1***		***T2***		***T3***	
Klasse	N	%	N	%	N	%
Schwach	6	35,3	6	35,3	7	41,2
Mittel	3	17,6	3	17,6	2	11,8
Stark	4	23,5	4	23,5	6	35,3
Sehr stark	4	23,5	4	23,5	2	11,8
Summe	17	100	17	100	17	100

Tabelle 4.12. Durchmesserdifferenzierung in Abteilung 11/1 (WaldDat 2.0).

In Abteilung 11/1 sind die Durchmesserdifferenzierungen für T1 und T2 in den Klassen *schwach bis mittel* (53 %) und *stark bis sehr stark* (47 %). Sie sind damit annähernd gleich verteilt. Der mittlere T-Wert ist gleich und liegt bei 0,44. Für T3 ergibt sich wie für T3 in Abteilung 141/1 eine Abweichung. Die Durchmesserdifferenzierungsklassen *schwach* und *stark* steigen relativ an, die Klassen *mittel* und *sehr stark* sind dafür weniger stark vertreten. Dadurch ergibt sich nur eine geringfügige Änderung des

mittleren T-Wertes von 0,44 für T1 und T2 hin zu 0,43 für T3. In Abteilung 11/1 liegt eine größere Durchmesserdifferenzierung und somit eine erhöhte Inhomogenität hinsichtlich der Durchmesser als in Abt. 141/1 vor (Tab. 4.12).

Abt.11/2	***T1***		***T2***		***T3***	
Klasse	N	%	N	%	N	%
Schwach	32	24,2	56	42,4	49	37,1
Mittel	17	12,9	16	12,2	22	16,7
Stark	48	36,4	30	22,7	24	18,2
Sehr stark	35	26,5	30	22,7	37	28,0
Summe	132	100	132	100	132	100

Tabelle 4.13. Durchmesserdifferenzierung in Abteilung 11/2 (WaldDat 2.0).

In Abteilung 11/2 unterscheidet sich der T1 hinsichtlich seines Durchmessers bei 63 % der beobachteten Vierergruppen stark oder sehr stark vom Nullbaum. Dies erklärt den hohen T1-Mittelwert von 0,51. Bei der Betrachtung von T2 bzw. T3 nimmt die starke bis sehr starke Differenzierung zum Nullbaum ab. In T2 liegen bereits 54,5 % bzw. in T3 53,8 % in den Klassen schwach bis mittel und erklärt die geringeren T-Mittelwerte von 0,42 (T2) bzw. 0,44 (T3). Im Vergleich zu Abt. 141/1 zeigt sich, dass eine insgesamt geringe Differenzierung vorliegt und hier zumindest der erste Nachbar häufig einen unterschiedlichen Durchmesser besitzt (Tab. 4.13).

Abt.141	***T1***		***T2***		***T3***	
Klasse	N	%	N	%	N	%
Schwach	19	54,3	19	54,3	21	60,0
Mittel	10	28,6	10	28,6	5	14,3
Stark	5	14,3	5	14,3	7	20,0
Sehr stark	1	2,9	1	2,9	2	5,7
Summe	35	100	35	100	35	100

Tabelle 4.14. Durchmesserdifferenzierung in Abteilung 141/1 (WaldDat 2.0).

In der Abt. 141/1 (Tab. 4.14) werden insgesamt 35 strukturelle Vierergruppen aufgenommen, von denen in 19 Fällen (54,3 %) der erste Nachbar T1 eine schwache Differenzierung des BHD zum Nullbaum aufweist. Auf eine mittlere Differenzierung des BHD des T1 zum Nullbaum entfallen weitere 10 Fälle (28,6 %). Somit liegt bei 82,9 % der strukturellen Vierergruppen eine schwache bis mittlere Differenzierung des ersten Nachbarn zum Nullbaum vor. Hieraus folgt ein niedriger Mittelwert für T von 0,27. Das gleiche Bild ergibt sich bei der Betrachtung des zweiten Nachbarn (T2) beim Durchmesservergleich zum Nullbaum. Beim Vergleich des Nullbaums mit seinem dritten Nachbarn (T3) treten geringe Änderungen auf. Statt wie zuvor 82,9 % liegen nun nur noch 74,3 % in den Durchmesserdifferenzierungsklassen *schwach bis mittel*, was auf eine Zunahme der

Differenzierung des T3 zum Nullbaum schließen lässt. Dies erklärt auch die Erhöhung des T-Mittelwertes auf 0,32.

In Tabelle 4.15 sind die Mittel für den ersten, zweiten und dritten Nachbarn des Nullbaumes der aufgenommenen Vierergruppen für die drei Flächen angegeben. Diese Werte liegen für die Abteilung 11/1 deutlich unter den Vergleichswerten der beiden anderen Flächen. Dies deutet auf eine homogenere Struktur des Bestandes hinsichtlich der Durchmesserverteilungen hin und stimmt gut mit den Beobachtungen beim Waldbegang überein. Die Werte für die beiden anderen Flächen liegen deutlich höher und weisen damit auf eine stärke Differenzierung der Durchmesser in den Vierergruppen hin.

	Abteilung 11 Teilfläche 1 / 1999	***Abteilung 11 Teilfläche 2 / 2000***	***Abteilung 141 Teilfläche 1 / 2001***
T1-Mittel	0,27	0,44	0,51
T2-Mittel	0,27	0,44	0,42
T3-Mittel	0,32	0,43	0,44

Tabelle 4.15. Mittel für T 1, T 2 und T 3 der drei Teilflächen in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 (WaldDat 2.0).

4.4.3 Artenvielfalt

Die Flächengrößen der drei untersuchten Gebiete betragen zur Ermittlung der Arten- und Dimensionsvielfalt 0,85 ha in Abteilung 11/2, in der Abteilung 141/1 0,95 ha und der zuerst aufgenommenen Fläche in Abteilung 11/1 2, 4 ha. Die Anzahl der in den Probekreisen gefundenen Baumarten beträgt in Abteilung 11/1 sieben, in Abteilung 11/2 sechs und in Abteilung 141/1 fünf (Tab. 4.16).

	Abteilung 11 (Teilfläche 1)	***Abteilung 11 (Teilfläche 2)***	***Abteilung 141 (Teilfläche 1)***
Inventurflächengröße(ha)	2,40	0,85	0,95
Jahr	1999	2000	2001
Anzahl der Baumarten im Bestand	7	6	5
Shannon-Index (N):	0,790	0,734	0,365
Shannon-Index (G):	0,838	0,788	0,337
Evenness (N)	0,406	0,410	0,227
Evenness (G)	0,431	0,440	0,209
Vertikales Artprofil (A)	1,825	1,658	1,384

Tabelle 4.16. Artenvielfalt in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 (BWin Pro 6.02).

Diese Unterschiede in der Anzahl der gefundenen Baumarten in den drei Teilflächen zeigen Shannon-Index und Evenness. Der Shannon-Index berücksichtigt die Tatsache, dass ein Mischbestand umso vielfältiger ist, je mehr Arten vorkommen. Am deutlichsten ist dieser Unterschied zwischen den drei

Teilflächen beim Shannon-Index (N) zu sehen, bei dem die baumartenspezifischen Stammzahlanteile berücksichtigt werden. Der Wert beträgt für die artenärmste Fläche in Abteilung 141/1 0, 365 und steigt auf einen Wert von 0,790 für die Abteilung 11/1, in der die meisten Baumarten gefunden wurden. Werden die Grundflächenanteile zur Berechnung des Indexes (G) herangezogen, bleibt die Reihenfolge der drei Teilflächen erhalten und die Abteilung 11/1 erhält wieder den höchsten Indexwert.

Wird der Shannon-Index H´ ins Verhältnis zum im Bestand erreichbaren Maximalwert $H_{max} = \ln(n)$ mit $p_j = 1/n$ gesetzt, können mit dem errechneten Maß E Bestände trotz unterschiedlicher Artenzahl bezüglich der Diversität miteinander verglichen werden. Dieser standardisierte Shannon-Index E wird als Evenness bezeichnet. Den höchsten Wert für diesen Index mit 0,440 erreicht die Teilfläche 11/2, unterscheidet sich dabei aber nur sehr geringfügig von der Teilfläche 1 in Abteilung 11. Der Wert für die Fläche 1 in der Abteilung 141 fällt dagegen mit 0,209 deutlich ab.

4.4.4 Durchmesserverteilungen

Die BHD-Verteilungen der drei Teilflächen in den beiden Abteilungen 11 und 141 sind ähnlich aufgebaut und zeigen jeweils einen zwei-gipfeligen Verlauf. Ein Gipfel der BHD-Verteilung der Abteilung 141/1 liegt in den Durchmesserklassen von 15-20 cm, während die Bäume in den Durchmesserklassen 40 – 55 cm den Schwerpunkt bilden (Abb. 4.12). Der durchschnittliche BHD des Gesamtbestandes vor dem Eingriff beträgt 37,6 cm und sinkt nach dem Eingriff auf 36 cm, da nach den waldbaulichen Vorgaben Bäume mit einem Zieldurchmesser von 60 cm und mehr geerntet werden sollten. Abweichungen im BHD des entnommenen Bestandes nach unten lassen sich erklären durch die Entnahme von Bedrängern zur Förderung der Edellaubhölzer und durch die Erweiterung der bestehenden Femel. Der durchschnittliche BHD der entnommenen Bäume liegt bei 51,6 cm.

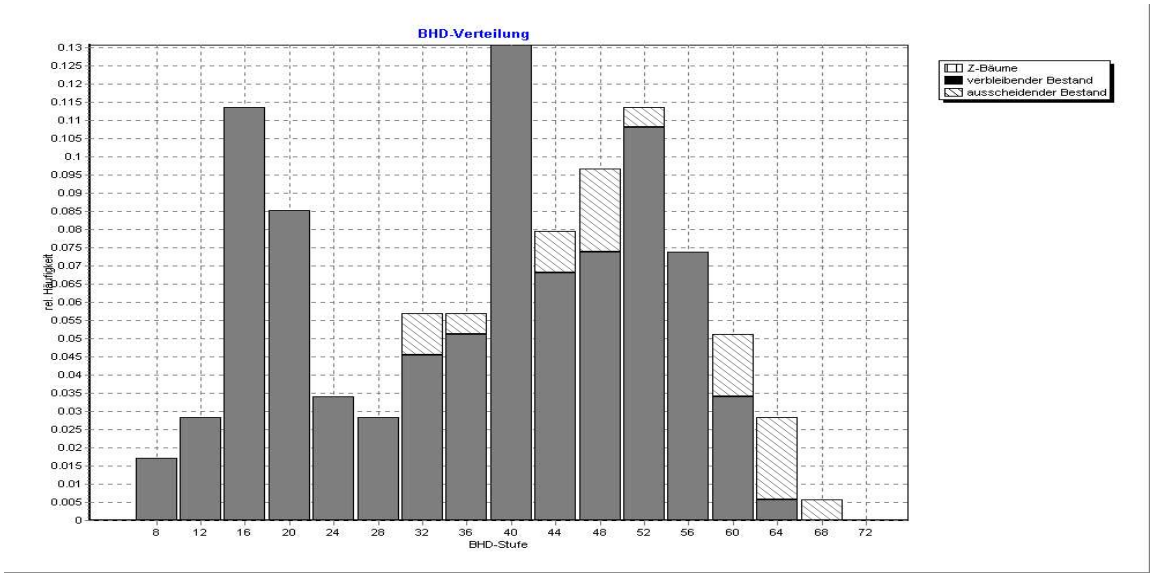


Abbildung 4.12. Durchmesserverteilung für die Baumart Buche in der Abteilung 141. Z- Bäume werden nicht aufgenommen und dargestellt (BWin Pro 6.02).

Ein ähnliches Bild wie in Abt. 141/1 zeigt Abbildung 4.13, die den Bestand der Abt. 11/2 wiedergibt. Der erste Gipfel befindet sich in den Durchmesserklassen 15 - 25 cm, der zweite bei 50 - 60 cm. Auffällig ist hier im Vergleich der deutlich höhere Anteil an Bäumen mit geringen Durchmessern. Daher beträgt der mittlere BHD des Gesamtbestandes vor dem Eingriff 33,5 cm. Durch den Eingriff sinkt der mittlere Durchmesser des verbleibenden Bestandes auf 32 cm.

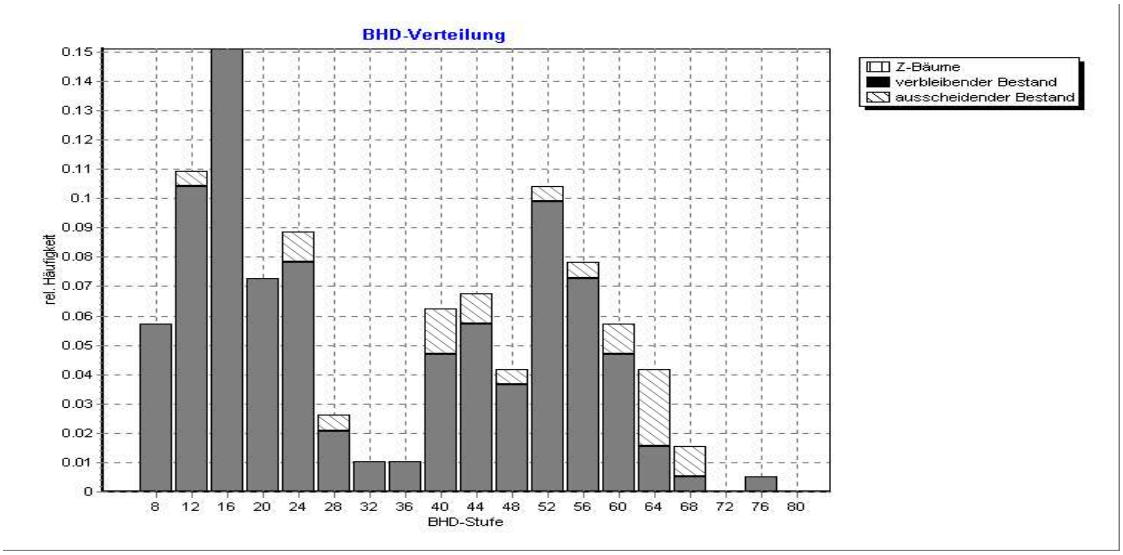


Abbildung 4.13. Durchmesserverteilung für die Baumart Buche in der Abteilung 11/2. Z- Bäume werden nicht aufgenommen und dargestellt (BWin Pro 6.02).

Bei der BHD-Verteilung der Abt. 11/1 liegt der erste Gipfel bei den Durchmesserklassen von 10-20 cm mit der höchsten Anzahl an Bäumen geringer Durchmesser (Abb.: 4.14). Dies führt zum niedrigsten durchschnittlichen Durchmesser des Gesamtbestandes vor dem Eingriff mit 31 cm. Der

zweite Gipfel befindet sich bei den BHD-Klassen von 40 - 50 cm. Nach dem Eingriff sinkt der durchschnittliche BHD aller Bäume auf 30 cm ab, der durchschnittliche BHD des ausscheidenden Bestandes ist mit 41,3 cm deutlich niedriger als in den beiden anderen Flächen.

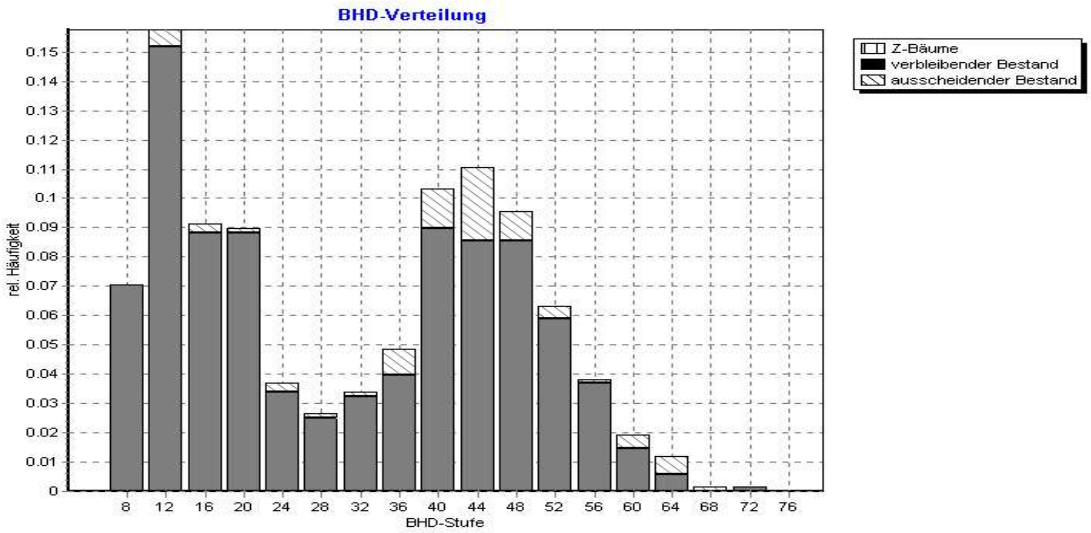


Abbildung 4.14. Durchmesserverteilung für die Baumart Buche in der Abteilung 11/1. Z - Bäume werden nicht aufgenommen und dargestellt (Bwin Pro 6.02).

4.4.5 Eingriffsstärken und Zuwachsprognosen

Die mit dem Programm Bwin Pro 6.02 ermittelten Werte in der Tabelle 4.18 beziehen sich ausschließlich auf die Baumart Buche. Alle Angaben sind in Kubikmeter im Festmaß mit Rinde gemacht, um den Vergleich mit den Angaben anderer Programme und den Übersichten im Anhang zu erleichtern. Hinsichtlich der Produktionsfähigkeit ist die Ausgangssituation in den drei Teilflächen vor dem Eingriff für die Baumart Buche fast gleich. Die Werte für den gesamten Vorrat unterscheiden sich kaum und betragen für die Abteilung 11/1 331,8 m³ m. R., für Abteilung 11/2 338,0 m³ m. R., und für Abteilung 141/1 332,2 m³ m. R. (Tab. 4.17).

Bei der Absatzfähigkeit ist der relative Anteil des marktfähigen Holzvolumens in der Abteilung 11/2 mit 13,3 % deutlich höher als in den beiden anderen Teilflächen, deren Werte bei 5,3 % für die Abteilung 11/1 und bei 5,9 % für die Abteilung 141/1 liegen. Ähnlich sieht es bei der Regenerationsfähigkeit aus. Die Volumenwerte für den verbleibenden Bestand nach dem Eingriff liegen mit 273,5 m³ m. R. in Abteilung 11/1, 258,1 m³ m. R. in Abteilung 11/2 und 265,5 m³ m. R. in der Teilfläche 141/1 nicht weit auseinander. Dies gilt ebenso für den prognostizierten Zuwachs für die nächsten 10 Jahre von 91,0 m³ m. R., 93,9 m³ m. R. und 86,6 m³ m. R. in den drei Flächen. Der Anteil des marktfähigen Holzvolumens nach 10 Jahren unterscheidet sich wieder wie bei dem

Kriterium der Produktionsfähigkeit. Nach 10 Jahren beträgt der relative Anteil der bereits zielstarken Buchen in der Abteilung 11/2 55,4 % am Vorrat. Die vergleichbaren Werte für die Abteilung 11/1 liegen mit 23,7 %, bzw. 29,5 % für die Fläche 141/1 deutlich unter der Prognose für die Abteilung 11/2.

Kriterium	***Kennzahl***	***Abteilung 11/1***		***Abteilung 11/2***		***Abteilung 141/1***	
Produktionsfähigkeit	V_{Gesamt} m³ m. R.	331,8		338,0		332,2	
Absatzfähigkeit	$V_{Soll} = \frac{V_{Markt}}{V_{Gesamt}}$ m³ m. R.	$\frac{17,8}{331,8}$	5,3 %	$\frac{45,2}{338,0}$	13,3 %	$\frac{19,7}{332,2}$	5,9 %
Regenerationsfähigkeit	V_{Ver} m³ m. R.	273,5		258,1		265,5	
	$V_{Zuwachs}$ m³ m. R.	91,0		93,9		86,6	
	$VZ = \frac{V_{Markt}}{V_{Gesamt}}$ m³ m. R.	$\frac{86,5}{364,5}$	23,7 %	$\frac{195,0}{352,0}$	55,4 %	$\frac{101,1}{352,2}$	28,7 %
Eingriffsstärke	$V_{Ist} = \frac{V_{Markt}}{V_{Aus}}$ m³ o. R.	$\frac{17,8}{58,3}$	30,5 %	$\frac{45,2}{79,9}$	56,5 %	$\frac{19,7}{66,7}$	29,5 %
	$V_{Real} = \frac{V_{Aus}}{V_{Gesamt}}$ m³ m. R.	$\frac{58,3}{331,8}$	17,5 %	$\frac{79,9}{338,0}$	23,6 %	$\frac{66,7}{332,2}$	20,0 %

Tabelle 4.17. Kriterien Produktions-, Absatz-, Regenerationsfähigkeit und Eingriffsstärke.

Bei der Eingriffsstärke liegen die relativen Zahlen für den Anteil des ausscheidenden Bestandes am Gesamtbestand vor dem Eingriff mit 17,3 % für die Abteilung 11/1, 23,3 % für die Abteilung 11/2 und 20,0 % für die Fläche in der Abteilung 141 nicht sehr weit auseinander. Rund ein Fünftel des vorhandenen Vorrates wird in den drei Flächen geerntet. Allerdings unterscheiden sich die Flächen wieder deutlich voneinander, wenn der Anteil des marktfähigen Anteils am genutzten Holzvolumen betrachtet wird. Mit 57,1 % liegt der relative Anteil der Buchen, die einen Durchmesser von 60 cm in Brusthöhe beim Eingriff erreicht haben, in der Abteilung 11/2 deutlich über den Angaben für die Abteilung 11/1 mit 30,4 % und 28,3 % in der Abteilung 141.

4.4.6 Stärke- und Güteklassenverteilung für die Abteilung 141

Die Aufnahmemethodik für die Qualitätsansprache der Buche wird während des Projektes ständig weiter entwickelt und modifiziert. Daher sind die Ergebnisse der drei Aufnahmen nicht vollständig miteinander vergleichbar. So werden in diesem Abschnitt nur die Ergebnisse der dritten Aufnahme in der Abteilung 141 vorgestellt, da bei dieser Inventur die im Kapitel 4.2.3 beschriebene Qualitätskontrolle für Buchen angewandt worden ist. In der Abteilung 141/1 werden insgesamt 185 Bäume in 19 temporären, 500 m² großen Probekreisen aufgenommen und den vier Kategorien A, B, C, oder kein verwertbares Nutzholz bzw. Struktur- oder Habitatbaum zugeordnet (Abb. 4.15).

Von diesen werden 118 Bäume als Nutzholz, 60 als Strukturbäume, fünf als Habitatbäume sowie zwei als stehendes Totholz angesprochen. Die Ausweisung von Habitatbäumen und Totholz deckt sich mit den Richtlinien des Naturschutzes. Aufgrund der geringen Anzahl der Edellaubhölzer in dieser Abteilung wird eine Betrachtung der Güteverteilung in Abhängigkeit vom BHD nur für die Hauptbaumart Buche vorgenommen.

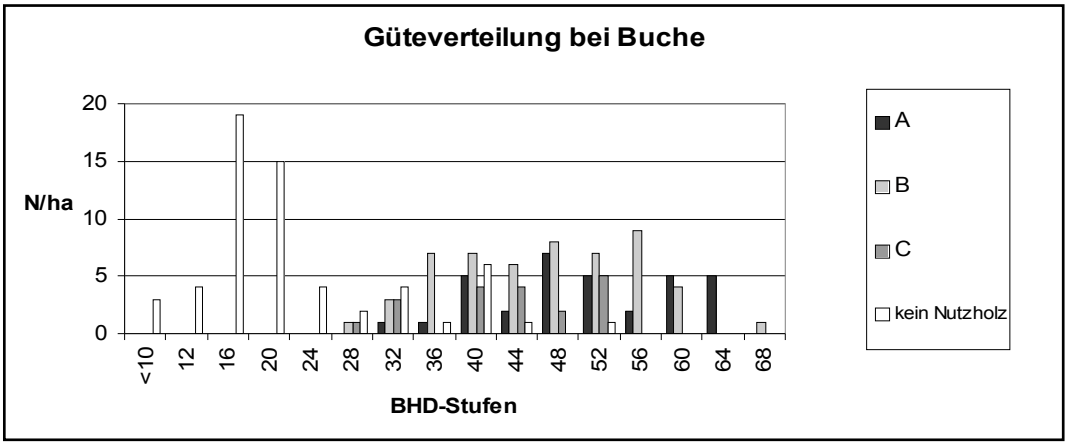


Abbildung 4.15. Güteverteilung der Buche in Abteilung 141/1 (Eingriffsinventur).

Von insgesamt 104 Stammabschnitten, wurden 33 Stück der Güteklasse A zugeordnet. In die Güteklasse B fielen 52 Stammstücke und 19 in die Güteklasse C. Bäume, die kein Nutzholz enthalten oder deren weitere Entwicklung keine Nutzholzproduktion erwarten lassen, liegen vor allem in den unteren BHD-Stufen bis 32 cm. Die Sortimente A, B und C sind in allen BHD-Stufen vertreten, wobei sich ab der Stufe 56 cm nur noch Holz besserer Qualitäten findet. Entsprechend der waldbaulichen Vorgabe, Buchen zu ernten, die mindestens die Zielstärke von 60 cm in Brusthöhe erreicht haben oder stärker sind, fallen nach dieser Aufnahme zehn Stammstücke in die Güteklasse A und fünf in die Klasse B .

	Güteklasse A		***Güteklasse B***		***Güteklasse C***	
Stärkeklassen	**m³**	**%**	**m³**	**%**	**m³**	**%**
L0			0,08	0,10	0,04	0,01
L1a			3,30	2,50	0,42	0,40
L1b			3,62	2,80		
L2a			2,74	2,10	0,66	0,70
L2b			6,68	5,20	5,51	5,50
L3a	1,96	3,80	23,84	18,40	5,58	5,60
L3b	2,84	5,50	13,97	10,80	17,95	17,90
L4	17,51	34,00	46,06	35,50	49,18	49,10
L5	13,06	25,40	3,72	2,90	7,88	7,90
Summe	35,37	68,70	104,01	80,30	87,22	87,11
Summe	**226,60 *m³ o. R.***					

Tabelle 4.18. Stärke- und Güteklassenverteilung für die verbleibende Buche in Abteilung 141/1 in m³ o. R. im Festmaß (Eingriffsinventur).

Um den Eingriff ökonomisch bewerten zu können, werden die Volumina des ausscheidenden und verbleibenden Bestandes den Stärke- und Güteklassen zugeordnet. Bäume mit einem geringeren BHD als 30 cm werden dabei mit erfasst und mit der MS-Access-Anwendung *Eingiffsinventur* berechnet. Dies erklärt geringfügige Abweichungen bei der Ergebnisdarstellung zwischen den eingesetzten Auswertungsprogrammen. Vor dem Eingriff beträgt der Vorrat des Bestandes in Abteilung 141/1 rund 281 m³ / ha. Beim Eingriff werden 55 m³ / ha Holz geerntet. Nach dem Eingriff beträgt der Vorrat des verbleibenden Bestandes damit 226,6 m³ / ha (Tab. 4.18). Der überwiegende Teil des verbleibenden Holzvolumens von 104 m³ / ha ist der Güte B zuzuordnen, während 87 m³ / ha auf die Güteklasse C entfallen. Der Güteklasse A verbleiben 35 m³ / ha. Bis auf die Stärkeklasse L6 sind sämtliche Stärkeklassen im Bestand vertreten. Die waldbauliche Vorgabe der Zielstärkennutzung ab 60 cm BHD bei Buche ist damit erfüllt.

Von den eingeschlagenen 54,69 m³ o. R. / ha Holz entfallen 16,1 m³ o. R. / oder 31,3 % auf die Güteklasse A, 25,7 m³ o. R. / ha oder 19,8 % auf die Güteklasse B und schließlich 12,8 0m³ o. R. / ha oder 12,8 % auf die Güteklasse C. Der Schwerpunkt der Nutzung liegt bei Bäumen der Stärkeklasse L2b bis L6, wobei sich in L6 nur Stammstücke der Güteklasse A befinden. Das geerntete Holz wird mit den aktuellen Preisen für die Güte- und Stärkeklassen bewertet (Tab. 4.20). Für die Güteklasse A wird über beide Stärkeklassen hinweg ein mittlerer Preis von 284 € / m³ angesetzt. Somit ergibt sich über alle Stärkeklassen hinweg ein Verkaufswert für die Güteklasse A von rund 4570 € / ha, für die Güteklasse B von 3655 € / ha und für Güteklasse C von 757 € / ha. Der Erlös für das gesamte geerntete Holz beträgt 8985 € / ha. Die angefallenen Holzerntekosten, einschließlich Rücken, Lohnnebenkosten und Werkzeuggeld betragen durchschnittlich über alle Sortimente hinweg 18,70 € / m³. Bei einem entnommenen Volumen von rund 55 m³ o. R. / ha betragen die Kosten für die Holzernte 1029 € / ha. Damit ergibt sich ein erntekostenfreier Holzerlös von 7956 € / ha.

4.4.7 Analyse der Naturverjüngung in Abteilung 141

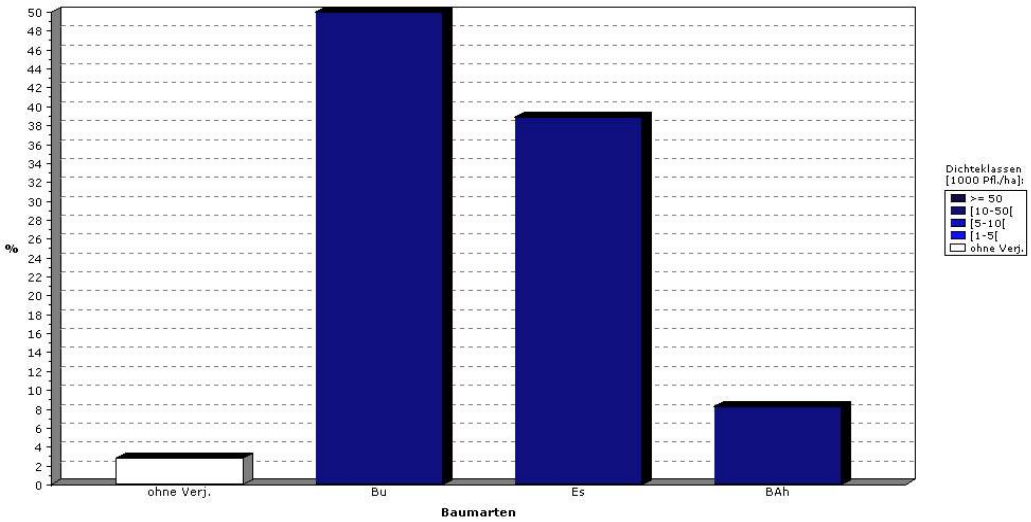


Abbildung 4.16. Flächenanteile der Baumarten Buche, Esche und Bergahorn in Abteilung 141/1 (VIA 2.0).

Der Flächenanteil der Buche an der Naturverjüngung in der Abteilung 141/1 beträgt 50 %, während 38 % der Fläche von der Esche und 8 % vom Bergahorn bedeckt werden. Nur auf etwa 2 % der Fläche wird keine Naturverjüngung an den Probekreismittelpunkten gefunden. Es werden für die drei Baumarten jeweils mehr als 50.000 Pflanzen je Hektar ermittelt (Abb. 4.16).

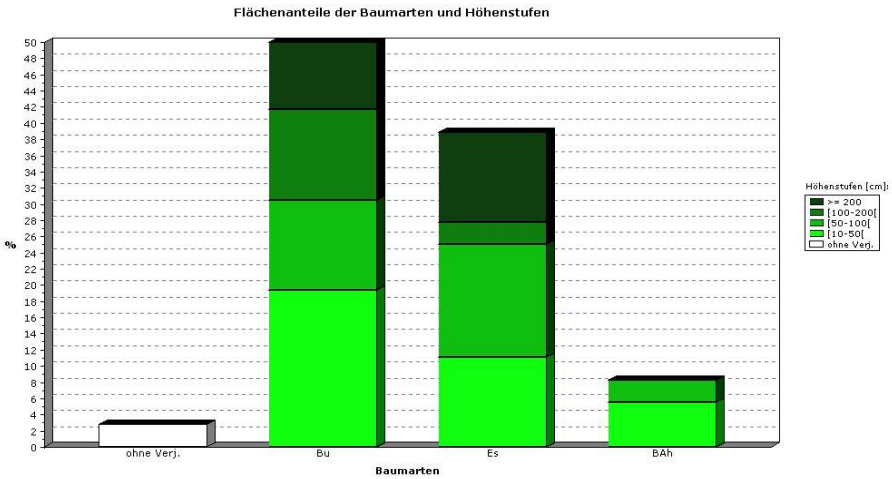


Abbildung 4.17. Flächenanteile und Höhenstufen der Baumarten Buche, Esche und Bergahorn in Abteilung 141/1 (VIA 2.0).

Von den gemessenen Buchen haben rund 19 % eine Höhe von 10-50 cm, 11 % sind 50-100 cm hoch, während weitere 11 % eine Höhe von 100-200 cm erreicht haben. Die restlichen rund 9 % sind

bereits höher als 2 m. Von den Eschen entfallen auf die Höhenstufe 10-50 cm 10 %, während 14 % zwischen 50-100 cm hoch sind, gehören nur etwa 2 % der dritten Höhenstufe von 100-200 cm an. Über 2 m hoch sind 12 % der gemessenen Eschen. Alle gemessenen Bergahorn gehören den beiden ersten Höhenstufen an und sind damit höchstens einen Meter hoch (Abb. 4.17).

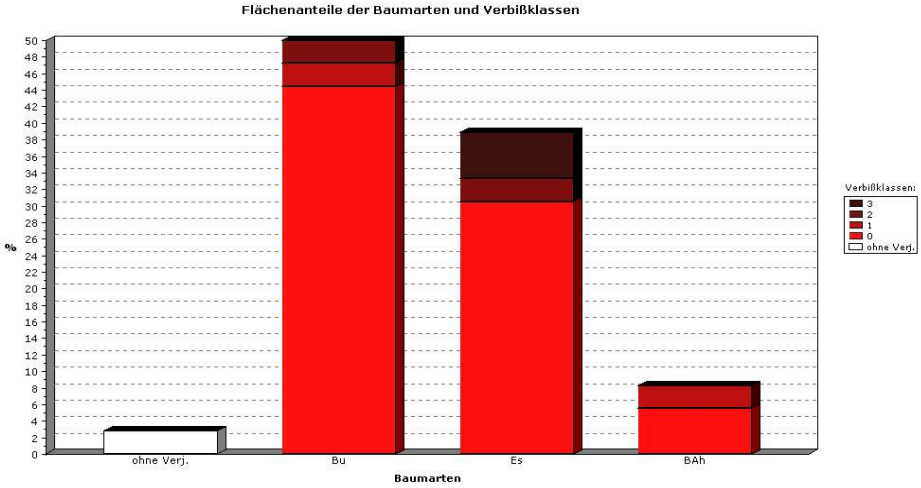


Abbildung 4.18. Flächenanteile und Verbissklassen der Baumarten Buche, Esche und Bergahorn in Abteilung 141/1 (VIA 2.0).

Nur rund 6 % der beobachteten Buchen weisen Spuren von Wildverbiss durch Rehwild auf. Die restlichen jungen Buchen sind nicht verbissen. Von den Eschen sind rund 5 % stark verbissen (Klasse 3), während 2 % der Klasse 1 angehören. Vom Bergahorn sind 2 % der untersuchten jungen Bäume verbissen und werden der Klasse 1 zugeordnet (Abb. 4.18).

5 Diskussion

Durch die Globalisierung der Märkte steigt der Einfluss internationaler Entwicklungen auf die Forstbetriebe in Europa und verändert deren Wettbewerbsbedingungen auf den nationalen und internationalen Märkten deutlich. In der Forstwirtschaft sind die Auswirkungen dieses Prozesses deutlich spürbar, da die Preise für den Rohstoff Holz seit langem stagnieren oder für einzelne Sortimente gesunken sind. Der Holzmarkt hat sich in den vergangenen Jahren von einem Verkäufermarkt zu einem ausgeprägten Käufermarkt entwickelt (Volz, 2002).

Die Lage der öffentlichen Forstverwaltungen in Deutschland ist neben der schlechten Ertragslage durch eine hohe Verschuldung der öffentlichen Haushalte geprägt. Dies führt dazu, weiter Personal abzubauen und die Sachmittelbudgets zu kürzen. Anderseits stellen einzelne Gruppen innerhalb der Gesellschaft weitergehende ökologische und soziale Ansprüche, wie die Ausweisung großer Wälder als Schutzgebiete oder die Nutzung des Waldes für Freizeitaktivitäten wie Wandern, Reiten und Mountainbiking. Forstbetriebe benötigen daher angepasste Informations- und Führungsinstrumente, um die Planung, Ausführung und Kontrolle dieser vielfältigen und teilweise neuen Aufgaben bewältigen zu können. Das Controlling kann die Führung von Forstbetrieben unterstützen, wenn es alle Ebenen des Betriebes bei der Informationsaufbereitung so betreut, dass Entscheidungen sachgerecht getroffen werden können.

Controlling setzt operational beschriebene Ziele voraus, nach denen geplant, durchgeführt und geregelt werden kann (Jöbstl, 2004). Allerdings ist die Zielfindung in einer multifunktional ausgerichteten Forstwirtschaft schwierig, da es die Besonderheiten eines Forstbetriebes erschweren, eine widerspruchsfreie Zielhierarchie aufzustellen (Duffner, 2004). Für die Zielsetzung des öffentlichen Waldes gibt es nach Volz (2000) unter Berücksichtigung der vorliegenden Erkenntnisse und Erfahrungen zwei mögliche Zielvarianten: eine erwerbswirtschaftliche und eine gemeinwohlorientierte Zielsetzung. Die erwerbswirtschaftliche Variante setzt auf den Markt, wenn sie mit Gütern und Dienstleistungen eine Nachfrage zu angemessenen Preisen befriedigt. Die gemeinwohlorientierte Zielsetzung dagegen ist auf staatliche Zuwendungen angewiesen, über die in den Parlamenten entschieden wird.

Öffentliche Forstverwaltungen haben die Aufgabe, die Zuschüsse aus den öffentlichen Haushalten zu minimieren und langfristig ökonomisch und ökologisch erfolgreich zu wirtschaften. Dazu haben zahlreiche öffentliche Forstverwaltungen Zielsysteme entwickelt (Janßen, 1989;

Freudenstein, 1994; Wenzel, 1997), die die besonderen Produktionsbedingungen der Forstwirtschaft, wie lange Produktionszeiten, unbekannte Umweltveränderungen, komplexe biologische Zusammenhänge zwischen Boden, Luft und Schadstoffen und deren Einfluss auf das Wachstum von Bäumen, berücksichtigen (Brabänder, 1995; Burschel u. Huss, 1997).

Allerdings sind die Beziehungen der Ziele untereinander oft nicht bekannt und können nicht optimal im Zielsystem abgebildet werden oder die Ziele sind auf der Ortsebene nicht operational darzustellen. Eine weitere Schwierigkeit der operationalen Zielformulierung zeigt sich in der Tatsache, dass aufgrund des unvollkommenen Wissens über die komplexen Wechselwirkungen im Waldökosystem objektiv keine Eindeutigkeit darüber herrscht, wie sich ein konkreter Einzelbestand entwickeln wird (Gadow, 1996). Deshalb vertreten Forstleute häufig die Auffassung, dass sich eine optimale Waldentwicklung kaum eindeutig definieren lässt, selbst wenn Vorschriften und Merkblätter letzteres suggerieren. Auf Grund der Unsicherheit und Unvollständigkeit der vorhandenen Informationen werden langfristige strategische Ziele des Forstbetriebes oftmals nur als allgemein gehaltene Leitbilder formuliert (Oesten, 1984). Derartige Vorgaben stellen bisher eine wesentliche Voraussetzung für eine ordnungsgemäße Waldbewirtschaftung dar (Otto, 1995; Gadow u. Füldner, 1995; Gadow, 1996; Kramer, 2000).

Die Artikulierung einer Zielvorstellung, ausgedrückt in Leitbildern und Waldentwicklungstypen, bleibt nach Otto (1995) unverzichtbar. Das Abwägen der verschiedenen Funktionen macht es notwendig, weiterhin Ziele und ihre Umsetzung zu beschreiben und nicht lediglich zu akzeptieren, was im Walde an natürlichen Entwicklungen vor sich geht. Otto warnt weiter davor, dass durch Flexibilisierung des Waldbaus einer Orientierungslosigkeit, Konzeptlosigkeit, Beliebigkeit des Handelns und der Rückkehr örtlich bestimmter waldbaulicher Moden Vorschub geleistet wird, und fordert permanente Entwicklungsprozesse, bei denen ständige Zielüberprüfungen zwischen der Revier- und Forstamtsleitung, der Inspektion und der Forsteinrichtung stattfinden.

Kramer (2000) vergleicht das Ergebnis von 20 unterschiedlichen Behandlungsvarianten eines Bestandes aufgrund unterschiedlicher Zielvorgaben. Insgesamt 20 Förster haben einen Bestand beurteilt und aufgrund von vorher formulierten Zielen ausgezeichnet. Kramer stellt aufgrund der beobachteten Ergebnisse die verhaltensteuernde Wirkung in Frage, die operational formulierte Ziele haben sollen. Die Ergebnisse seiner Untersuchung zeigen, dass die Entscheidungen beim Auszeichnen weitgehend von persönlichen Eigenschaften des Handelnden abhängig sind.

Trotz dieser Schwierigkeiten und Widersprüche hinsichtlich der zu erreichenden Ziele werden in Forstbetrieben Tag für Tag Produktionsentscheidungen getroffen. Ob diese regelnden Eingriffe im Sinne der Zielsetzung zweckrational und zielorientiert vorgenommen werden können, entzieht sich in den meisten Fällen der unmittelbaren Kontrolle und kann erst im Nachhinein festgestellt werden (Kramer, 2000). Eine mögliche Lösung dieser Probleme kann darin bestehen, Ziele nur für einen Eingriff in einem räumlich abgegrenzten Bestand operational zu beschreiben. Dieser Ansatz wird in der vorliegenden Arbeit verfolgt und ökonomische Sach- und Formalziele und ein ökologisches Sachziel werden in Kapitel 3 beschrieben.

Erler (2000) schlägt als ökologisches Formalziel die *ökologische Effizienz* vor. Als Kriterium zur Bestimmung der ökologischen Effizienz soll die direkte Ressourcenschonung herangezogen werden. Da im Rahmen des Projektes *Analyse eines forstlichen Eingriffs* keine Daten zur Bestimmung der Ressourcenschonung aufgenommen worden sind, wird auf das ökologische Formalziel in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um bereits vorhandene Parameter daraufhin zu prüfen, ob sie geeignet sind, den Umfang der Ressourcenschonung durch einen forstlichen Eingriff zu bestimmen.

Dies gilt ebenfalls für die sozialen Sach- und Formalziele. Während das soziale Sachziel, die *Erholungsverträglichkeit* mit vorhandenen Kennzahlen im weiteren Sinne erfasst werden kann, ist dies für das soziale Formalziel nicht möglich. Die *soziale Effizienz* ist bisher nur ein von Erler theoretisch begründeter Vorschlag, der sich aus der von ihm gewählten Systematik zur Beschreibung der Sach- und Formalziele ergibt. Kennzahlen zu diesem Ziel und eine weitere Beschreibung fehlen daher in dieser Arbeit.

Die vorgeschlagenen Kennzahlen für die ökonomischen Sach- und Formalziele und das ökologische Sachziel sind geeignet, im Sinne von Indikatoren den Grad der Zielerfüllung in diesen Bereichen zu messen. Mit den Kriterien *Absatzfähigkeit, Produktionsfähigkeit, Regenerationsfähigkeit und Eingriffstärke* kann insbesondere die Erfüllung der ökonomischen Sachziele überprüft werden. Eine Forderung von Merker (1997) wird damit erfüllt, da mit Hilfe verschiedener im Rahmen einer Stichprobeninventur erhobener Merkmale automatisiert Steuerungsparameter ermittelt werden können. Diese sollen messen, ob die operational beschriebenen naturalen Zielsetzungen erreicht worden sind. Wie von Gadow (1993) vorgeschlagen, werden folgende Variablen ohne Mehraufwand im Rahmen der Inventur erhoben: Durchmischung, Differenzierung, Artenvielfalt (Shannon-Index, Evenness) und die Anzahl der in der Stichprobe vorkommenden Baumarten.

Bisher fehlen eindeutige Empfehlungen zu der Flächengröße der künftigen forstlichen Planungs- und Kontrolleinheiten. Langfristig ist als Folge der naturnahen Waldnutzung zu erwarten, dass die Waldstrukturen komplexer werden und erntereife Bäume über die gesamte Fläche des Betriebes verteilt vorkommen. Für einen Übergangszeitraum von mehreren Jahrzehnten ist weiterhin mit gleichaltrigen, einschichtigen Reinbeständen oder wenig strukturierten Mischbeständen mit nur wenigen Baumarten zu rechnen.

Otto (1995) befürchtet, „dass zunehmende Reviergrößen dazu führen, dass Forstamts- und Revierleitung die Bodenhaftung verlieren“, d. h. sich in großen Flächeneinheiten nur unvollkommen auskennen. Je größer die zu betreuende Fläche sein wird, umso genauer sollte die Inventurgrundlage für den Wirtschafter sein. Sagl (1995) weist daraufhin, dass in strukturreichen Wäldern die Festlegung von Teilflächen weitgehend überflüssig wird. Unter Teilflächen versteht er Unterabteilungen und Unterflächen. Höher (1995; zitiert nach Merker, 1997, S. 77) fordert, in naturgemäß bewirtschafteten Wäldern die Abteilung als Planungs- und Buchungseinheit einzurichten. Dies deckt sich mit dem Vorschlag der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, die ebenfalls die Abteilung aus waldbaulichen, forsteinrichtungs- und buchungstechnischen Gründen als zweckmäßige Einheit der Bestandesausscheidungen ansieht. Auf der Fläche einer Abteilung sollte es möglich sein, eine auf Dauer selbständige Entwicklung und Ausgeglichenheit der Produktion zu erreichen (AG Forsteinrichtung, 1995).

Die mittelfristige Planung und Kontrolle im Forstbetrieb sollte nach Sagl (1995, S. 40) und Tzschupke (1991) durch bestandesbezogene Angaben gekennzeichnet sein. Alle Schutz- und Erholungsleistungen des Waldes werden über die jeweilige Fläche wirksam und werden entsprechend kartiert und dokumentiert. Die Ansprüche Dritter richten sich häufig auf konkrete Teile der forstlichen Betriebsfläche, die z. B. für den Biotop- und Artenschutz oder die Erholung eine besondere Bedeutung haben.

Bitter und Merrem (1998) sehen eine kritische Entwicklung darin, dass sich die Forstbetriebe mit der Entscheidung für eine Stichprobeninventur auf Betriebsebene zumindest hinsichtlich der Inventur- und Plandaten gleichsam zwangsläufig von der Einzelfläche zurückziehen. Der Flächenbezug ist für Planungen im Forstbetrieb zwingend notwendig, da eine der Besonderheiten des Forstbetriebes ist, Betriebsabläufe für eine große Fläche zu organisieren.

Die Möglichkeiten der räumlichen Steuerung forstlicher Maßnahmen sind heute sehr viel besser als noch vor wenigen Jahren z. B. durch räumliche Aggregation von Durchforstungen in benachbarten

Beständen. Eine beispielhafte Anwendung dieser neuen Verfahren der räumlichen Optimierung findet sich bei Chen (2003). Die bereits verfügbaren Geografischen Informationssysteme bieten zahlreiche Möglichkeiten zur benutzerfreundlichen Visualisierung der flächenbezogenen Informationen (Beispiele dazu finden sich im Anhang: Betriebskarten, Karte der Verjüngung).

Eine mittelfristige Planungsperiode von 10 Jahren kann bei der Planung und Kontrolle der Sachziele sinnvoll sein, da die natürliche Waldentwicklung abgesehen von biotischen und abiotischen Störungen nur langsam verläuft. Für eine mittelfristige Planung und Kontrolle der Formalziele erscheint ein zehnjähriger Zeitraum zu lang. Angesichts technischer Entwicklungsschübe bei den Holzernteverfahren und nicht voraussehbarer Veränderungen der finanziellen Rahmenbedingungen des Forstbetriebes können monetäre Ziele bereits nach kurzer Zeit nicht mehr erreichbar sein und Korrekturen der Planung erfordern. Eine auf 10 Jahre ausgerichtete Planung wird daher in Frage gestellt.

Die operative Kontrolle sollte begleitend zur Durchführung erfolgen, wenn sie wirksam werden soll. Die Entscheidungsträger sollen mit aktuellen Informationen versorgt werden und nicht nur rückblickend einmal im Jahrzehnt über eventuell aufgetretene Mängel oder gelungene Maßnahmen nachrichtlich informiert werden. Für Germann (1998) verbietet es sich von selbst, eine solche Produktionsplanung einmal für 10 Jahre in Kraft zu setzen und ihre Umsetzung zu verlangen. Horváth (2000) betont, dass Ziele keine verbindliche Wirkung auf die Mitarbeiter mehr haben, wenn die Planung einzelner Aktionen und ihre konkrete Ausführung mehrere Jahre auseinander liegen.

Sekot (1993) regt an, die klassischen Arbeitsschritte der Forsteinrichtung, Inventur, Analyse und Planung zeitlich zu entflechten. Nicht mehr die periodische, alle 10 Jahre durchzuführende Inventur steht im Mittelpunkt, sondern zeitlich voneinander unabhängige Arbeitsabschnitte, die jeweils nach Bedarf zu organisieren und durchzuführen sind. Die periodische Kontrolle im Rahmen der Forsteinrichtung als nachträgliches, passives Feststellen von Fehlern und Mängeln kann in der Praxis zu Diskussionen über die Bedeutung der festgestellten Befunde führen. Die mittelfristige Betriebsregelung und damit die Sachzielplanung für die gesamte Betriebsfläche in kürzeren Abständen durchzuführen, ist mit einem erheblichen zusätzlichen finanziellen Aufwand verbunden. Da die Forstbetriebe in allen Bereichen Kosten durch weitere Rationalisierungsmaßnahmen senken sollen, scheidet diese Lösung aus.

Die Naturalplanung der Forsteinrichtung hat heute keinen direkten Bezug zur mittelfristigen Finanzplanung. Merker (1997) weist daraufhin, dass es im Sinne einer harmonischen Umsetzung der

gesamtbetrieblichen Ziele entscheidend ist, dass beide Planungen über koordinierende Instrumente verflochten werden.

Moog (1995a) will den naturalen Planungsturnus in einen längeren Planungszeitraum von etwa 10-20 Jahren einbinden, um die Zahl der teuren Inventuren zu reduzieren. Die monetäre Planung dagegen soll sich in einem kürzeren Zeitraum von etwa 2-5 Jahren wiederholen und mit der Planung der einzelnen Maßnahmen verbunden sein. Die zunehmende Bedeutung der Absatzorientierung und die dazu notwendigen aktuellen Inventurdaten sprechen allerdings gegen eine Verlängerung des Inventurintervalls. Für den Forstbetrieb sind aktuelle Informationen über dessen nutzbares Absatzpotential unverzichtbar. Für die Liquiditätsplanung sind darüber hinaus Informationen über das kurz- bis mittelfristige Absatzpotential notwendig. Horváth (2000) erwartet eine zunehmend heterogene, fragmentierte Nachfrage bei gleichzeitig hohen Kundenerwartungen auf vielen Märkten. Hierdurch kann für Forstbetriebe ein höherer Informationsbedarf hinsichtlich der Bestände entstehen.

Der Waldbegang mit Ertragstafelschätzung liefert als Ergebnis der bestandesweisen Waldinventur gutachterliche Schätzungen auf der Grundlage von Ertragstafeln. Die Angaben der Ertragstafeln stimmen in zahlreichen Fällen nicht mehr mit den tatsächlichen Wachstumsvorgängen in den Beständen überein und der Fehler dieser Schätzung ist nicht bekannt. Die Inventurergebnisse und die daraus abgeleiteten Nutzungssätze für die Planung können den Charakter von unverbindlichen Vorgaben bekommen (Bitter, 1995, Gadow, 1996).

Hinzu kommen subjektive Aspekte durch den als Gutachter tätigen Einrichter, der aufgrund der persönlichen Kenntnisse und vor dem Hintergrund der bisherigen beruflichen Erfahrung persönlich geprägte Bewertungen vornimmt, wenn er den Waldzustand analysiert und den Erfolg der durchgeführten Maßnahmen kritisch würdigt. Daher haben die auf dieser Informationsbasis erstellten Angaben in den Betriebswerken in der Praxis häufig nur den Charakter von Vorgaben, die nicht zwingend einzuhalten sind (Teufel u. Krebs, 1999). Abweichungen von der Planung können mit dem Hinweis auf die unsichere Datengrundlage jederzeit erklärt oder begründet werden. Wenn Schätzungen im praktischen Betrieb nicht als ausreichend angesehen werden, können sie nicht als sichere Grundlage für die betriebliche Steuerung gelten. Hier setzt im wesentlichen die Kritik an diesem Inventur- und Planungskonzept an (Bitter, 1990; Sekot, 1991, 1993; Merker, 1997; Kätsch, 1998; Gadow u. Stüber, 1994; Gadow u. Schmidt, 1998; Gadow, 2002a).

Die Schätzungen des ausscheidenden Bestandes im Rahmen des Waldbeganges bieten keine ausreichend sichere Basis, um ein ökonomisches Formalziel festzulegen. Vor allem fehlen

Informationen über die zu erwartenden Anteile der einzelnen Holzsorten am ausscheidenden Bestand zum Zeitpunkt der Hiebsmaßnahme. Dies erschwert die Kalkulation der Holzerntekosten und Erlöse. Von erfahrenen Praktikern werden vorhandene Kalkulationshilfen aus der Betriebsbuchführung und der Holzverkaufsstatistik für die Disposition von betrieblichen Abläufen zwar als ausreichend angesehen. Für eine vorausschauende Planung und Kontrolle des wirtschaftlichen Erfolges reichen solche Schätzungen jedoch häufig nicht aus. Hinzu kommt der unterschiedlich lange Zeitraum zwischen Planung und Realisierung der Maßnahmen.

Nach Bitter (1995) steht den bei einer Stichprobeninventur für die Betriebsebene mit größerer Genauigkeit anzugebenden Bestockungskennziffern und Zuwachswerten ein deutlicher Datenmangel für einzelne Bestände gegenüber. Konkrete Planungsvorgaben für die Bewirtschaftung des einzelnen Bestandes und Informationen über die räumliche Verteilung des Hiebsanfalls sind nicht möglich. Für die einzelnen Bestände und Teilflächen fehlen Inventurdaten, so dass die Revierleiter langfristig auf ergänzende eigene Datenerhebungen angewiesen sind. Als Lösung schlägt Bitter vor, die Stichprobeninventur und den Waldbegang miteinander zu verbinden.

Die Betriebsinventur ist als Instrument geeignet, rückblickend die Einhaltung verschiedener Ziele zu prüfen und kann dabei auch qualitative Aspekte berücksichtigen. Für Sander (2003) ist jedoch fraglich, ob damit die bestehenden Konflikte zwischen den Zielen und der Zielerreichung von dem einzelnen Mitarbeiter in den einzelnen Beständen gelöst werden können. Aus dem beschriebenen Datenmangel für die Bestände folgt, dass es nicht möglich ist, bei der Betriebsinventur ein ökonomisches Formalziel für einzelne Bestände und damit für die einzelnen Hiebsmaßnahmen abzuleiten. Wird ein solches Formalziel im Rahmen der Planung für Straten festgelegt, ist die Kontrolle nur auf der Ebene der Straten möglich. Da bei diesem Vorgehen weiter der Bezug zu konkreten Maßnahmen fehlt, ist die Betriebsinventur mehr ein Instrument der Vollzugskontrolle auf Betriebsebene als ein Steuerungssystem für die operative Ebene. Für die prozessorientierte Steuerung besonders im monetären Bereich fehlen sowohl der Flächenbezug der Inventurergebnisse als auch der zeitliche Bezug der zur Verfügung gestellten Information.

Eine Holzerntemaßnahme kann umfassender beurteilt werden, wenn das monetäre Ergebnis zeitgleich und flächenbezogen mit dem naturalen Ergebnis verglichen wird. So kann beurteilt werden, ob das Potential des Bestandes in Form von marktfähigen Holzsorten hinsichtlich der sich bietenden Marktchancen ausgenutzt wird, ob Reserven gebildet worden sind oder substanzverzehrende Übernutzungen stattfinden. Ob die Höhe des Deckungsbeitrages I für einen speziellen Eingriff ein gutes oder ein schlechtes wirtschaftliches Ergebnis darstellt, kann nur vor dem

Hintergrund der Sachziele beurteilt werden. Der Grad der Zielerreichung bei den Sachzielen kann mit den vorgeschlagenen Kriterien auf der Grundlage der aktuellen Bestandesdaten hergeleitet werden.

Sander (2003) stellt fest, dass die monetäre Erfolgsrechnung der Niedersächsischen Landesforsten heute nicht dem naturalen Ergebnis gegenübergestellt werden kann. Es gibt keinen Bezug auf das mögliche Einnahmepotenzial bei der Nutzung des vorhandenen Holzvorrates. Er bemerkt weiter, dass das monetäre Ergebnis weder den waldbaulichen Pflegemaßnahmen, der Investitionssicherung wie der Auswahl und Förderung der Zukunftsbäume, noch der Produktion in Form der Bestandesbegründung, Jungwuchspflege und Läuterung oder der Sanierung von Produktionsfaktoren wie beim Waldumbau gegenüber gestellt werden kann. Damit ist das vorhandene Controllingsystem nur bedingt geeignet, die Betriebsleitung bei der Planung, Durchführung und Kontrolle der Maßnahmen zu unterstützen.

Durch Einführung ereignisorientierter Bestandesinventuren als Basismodul eines Eingriffscontrolling kann diese Lücke geschlossen werden. Die Zielerfüllung beim Erreichen der Sach- und Formalziele kann aufeinander abgestimmt und durch Regelungsmechanismen fortwährend gemessen bzw. korrigiert werden. Die Integration ereignisorientierter Bestandesinventuren in das Informationsversorgungssystem kann nach Dietz (1998) den erhöhten Bedarf an kurzfristig abrufbaren Informationen erfüllen.

Das in Kapitel 2 beschriebene Controllingsystem liefert zeitnah und flächenbezogen die notwendigen Informationen für die *Wald-Ereignisanalyse* (Gadow, 2002a). Weder der klassische Waldbegang mit Ertragstafelschätzung noch die Betriebsinventur mit Kontrollstichprobe erfüllen die von Eisele (1998) formulierten Voraussetzungen, die an ein derartiges Führungsinstrument zu stellen sind. Diese Verfahren stellen Informationen überwiegend retrospektiv bereit oder der Bezug zu konkreten Flächen und Beständen fehlt. Die Eingriffsinventur als Kernelement eines umfassenden Controllingsystems liefert die für den Regelungsprozess notwendigen Informationen über Dichte, Struktur und Wertveränderungen einzelner, flächenscharf abgrenzbarer Bestände und ermöglicht damit eine präventive Nachhaltskontrolle.

Mit dem im Anhang aufgeführten *Controllingblatt: Hiebsmaßnahme* kann nach Abschluss eines Eingriffs geprüft werden, ob die vereinbarten Ziele erreicht worden sind. Im monetären Bereich ist dies im Beispiel der holzerntekostenfreie Erlös und der Vergleich von verbleibendem und ausscheidendem Bestand in der Stärke- und Güteklassenübersicht (Dunkel, 1997). Nach Moog (1994) bietet der Deckungsbeitrag der einzelnen Wirtschaftsmaßnahmen nach wie vor den besten Maßstab für

Intensivierungsentscheidungen. Damit stellen Eingriffsinventuren Informationen zur Verfügung, die für das kurzfristige Controlling genutzt werden können, das Merker (1998b) in einem Planungs- und Kontrollsystem der Landesforstverwaltung Niedersachsen vorschlägt. Die Einführung der Prozesskostenrechnung (Moog, 1995b) kann hier zu größerer Transparenz bei den Kosten führen, die bei der Holzernte entstehen, aber bisher nicht den Holzerntekosten zugerechnet werden. Dies können u. a. die Kosten des Revierleiters für Planungsaufgaben im Rahmen der Holzernte, das Auszeichnen des Bestandes oder die Kosten für eine Eingriffsinventur sein. Watermann (2003) berechnet Prozesskosten bei der Rundholzlogistik und stellt fest, dass von den Kosten für den Leistungserstellungsprozess in Höhe von 31,67 € je Kubikmeter Rundholz frei Werk rund 11 % der Kosten auf den Hauptprozess *Blockbildung und Disposition* entfallen.

Im naturalen Bereich können die Veränderungen bei Stammzahl, Grundfläche, Bestandesvolumen je Hektar, der Artendurchmischung, Durchmesserdifferenzierung, dem Shannon-Index und Evenness beurteilt werden. Eingriffsinventuren werden durchgeführt, bevor in einem Bestand ein veränderndes Ereignis eintritt und finden nicht in regelmäßigen Intervallen von einem Jahrzehnt statt, wie in der Forsteinrichtung in Deutschland bisher üblich, sondern nach Bedarf dort, wo Informationen über einen Bestand für eine geplante forstliche Maßnahme benötigt werden. Zur Erfüllung eines bestimmten Informationsbedarfs können sie flexibel hinsichtlich der aufzunehmenden Parameter gestaltet werden (Gadow u. Stüber, 1994; Gadow u. Füldner 1995).

Die Daten werden *vor* einem Eingriff, aber *nach* dem Auszeichnen der zu entnehmenden Bäume aufgenommen. So lässt sich der ausscheidende und der verbleibende Bestand gleichzeitig erfassen und zudem eine Aussage über den Ausgangszustand treffen (Puumalainen et al., 1998; Gadow u. Puumalainen, 1998). Bereits vor dem Eingriff lassen sich die Auswirkungen auf die Bestandesstrukturen evaluieren. Weichen die ermittelten Parameter für Dichte, Struktur und Wert des Bestandes gravierend vom vorgegebenen Entwicklungspfad ab, kann vor dem irreversiblen Einschlag die Maßnahme korrigiert werden (Gadow u. Schmidt, 1998; Staupendahl u. Gadow, 2002).

Uusitalo (1995; vgl. Uusitalo et al. 2000) beschreibt ein vergleichbares Vorgehen bei der Inventur von Kiefernbeständen in Finnland mit dem Ziel, detaillierte Informationen über die Qualität der zu erntenden Bäume zu gewinnen. Mit diesen Informationen sollen die Produktionskette vom Bestand bis zum Sägewerke optimiert werden und damit die Kosten für die Holzbereitstellung in den verarbeitenden Betrieben gesenkt werden. Morasse (1998) stellt Methoden für Inventuren in kaum erschlossenen borealen Wäldern Kanadas vor, die ebenfalls das Ziel haben, detaillierte Informationen

über das zu erntende Holzvolumen zu erhalten. Dabei wird das auf den zu bauenden Waldstraßen anfallende Holz für Stichprobenerhebungen genutzt und die Ergebnisse werden mit den Einschlagsergebnissen verglichen. In deutschen Wäldern fallen diese Daten bei der Anlage von Rückegassen besonders im Rahmen der hochmechanisierten Holzernte an und könnten genutzt werden.

Forstbetriebe brauchen nach Brabänder (1995, S. 281; vgl. 1991, 1992) qualitative, wertmäßige Angaben über die disponiblen Holzvorräte der Waldbestände in der zu erwartenden Sortimentsgliederung. Darüber hinaus sollten Informationen über die mit der Nutzung verbundenen Ernte- und Rückekosten und eventuell entstehende Folgekosten der Nutzung verfügbar sein. Zweckmäßigerweise sollten diese Informationen in einer Datenbank abrufbereit gespeichert sein und permanent fortgeschrieben werden. Auf dieser Informationsbasis lassen sich Planungsgrundlagen für eine optimale Nutzungsstrategie entwickeln. Duffner und Ketterer (2002) betonen ebenfalls die Vorteile, die detaillierte Kenntnisse über die verfügbaren Rundholzvorräte bieten. Das stehende *Rundholzlager* erlaubt z. B. den Sägewerken als Kunden des Waldbesitzers auf große, unproduktive, der Wertminderung ausgesetzte Vorräte zu verzichten, die im Wald oder Werk zur weiteren Verarbeitung bereit liegen.

Voraussetzung hierfür ist, dass Eingriffsinventuren mit einer Wertkontrolle, -inventur oder Qualitätskontrolle des Bestandes verknüpft werden. Es gibt zahlreiche Methoden und Verfahren zur Wertkontrolle (Arnswaldt, 1950a, 1950b, 1953, 1962; Brabänder, 1957; Engstler, 1956; Eidmann, 1956; Gadow, 1950; Loetsch, 1950; Mikulka, 1955; Wohlfarth, 1950; Kramer, 1964; Kremer, 1997; Puttkamer, 1997) und Wertinventur (Bachmann, 1990; Trincado u. Gadow, 1996; Netzker, 1997; Wiegard et al., 1997; Leßner u. Wiegard, 1998; Wiegard, 1998; Bergholz, 1999; Akça et al. 2001; Schroeter, 2000; Schütz 2001). Bisher wird keines der genannten Verfahren ständig in Forstbetrieben eingesetzt, sondern ihr Einsatz beschränkt sich im wesentlichen auf wissenschaftliche Fragestellungen und das forstliche Versuchswesen.

Die Beschreibung der Veränderungen des Wertes von Beständen durch forstliche Eingriffe bleibt weiterhin eine wichtige Aufgabe, da nur so „günstige Scheinergebnisse, die durch Kapitalverbrauch entstanden sind, als solche erkannt werden“ (Arnswaldt, 1950a). Tzschupke (1989) findet es „unverständlich [...], weshalb bei einem Vorrang der Produktionsfunktion kaum irgendwo eine brauchbare Wertkontrolle praktiziert wird, obwohl es doch geeignete Verfahren gäbe, wie die von Abetz (1980) vorgeschlagene Z-Baum-Kontrolle“. Münch (2002) befürchtet, dass „die jährlich vereinbarten Ziele im Wald auf Kosten der Waldsubstanz realisiert werden, da dort auf Grund der

Lebensrhythmen andere Zeitdimensionen bestehen“. Er fordert, dass bei der Führung mit Zielvereinbarungen diese mit Nachhaltigkeitsregelungen und einem Qualitätsmanagement verbunden sein sollten. Das aktuelle Forsteinrichtungsverfahren in Baden-Württemberg verzichtet vorläufig nach Abwägung von Aufwand und Ertrag auf eine Wertinventur (Teuffel u. Krebs, 1999).

Zur Qualitätskontrolle im Rahmen der Waldereignis-Analyse wird eine Aufnahmemethode vorgeschlagen und für die Baumart Buche beispielhaft angewandt. Ausgehend von der Wertkontrolle nach Arnswaldt werden dabei aufbauend auf das Verfahren der Wertinventur von Wiegard ökonomische und naturschutzfachliche Merkmale in die Ansprache einbezogen. Das vorgestellte Konzept einer Qualitätskontrolle übernimmt von Wiegard (1998) den Ansatz der qualitativen und quantitativen Erfassung der äußerlich sichtbaren Holzmerkmale. Die durch waldbauliche Maßnahmen am stärksten beeinflussbaren Baummerkmale *ast- und fehlerfreie Schaftlänge* und *Schaftform* werden erfasst und beurteilt. Das Ergebnis ist eine umfassende Qualitätskontrolle eines Bestandes, da sie sowohl ökonomische Aspekte wie die Wertveränderungen durch den forstlichen Eingriff als auch ökologische Aspekte wie die Anzahl von Habitatbäumen oder das Volumen des stehenden Totholzes erfasst. Das Ergebnis der Qualitätskontrolle wird getrennt für den verbleibenden und ausscheidenden Bestand in einer Stärke- und Güteklassenübersicht dargestellt. Im Gegensatz zu der Z-Baum-orientierten Kontrollmethode von Abetz (1980) werden alle Bäume erfasst. Vorhandene Z-Bäume können bei der Datenerhebung mit aufgenommen werden und Informationen über ein eventuell vorhandenes Z-Baumkollektiv würden bei der Auswertung zur Verfügung stehen.

Sollen forstliche Eingriffe hinsichtlich des holzerntekostenfreien Erlöses miteinander verglichen und bewertet werden, sind Angaben aus der Ertragstafel mit dem Holzvolumen je Hektar oder Durchmesserverteilungen des verbleibenden und ausscheidenden Bestandes nicht ausreichend. Sortenertragstafeln (Mitscherlich, 1939) bieten ebenfalls keine befriedigende Lösung, da sie wie die Ertragstafeln Durchschnittswerte enthalten, die für den betreffenden Bestand nicht zutreffen müssen (Burschel u. Huss, 1997). Eine Stärke- und Güteklassenübersicht wie für die Abteilung 141/1 beschrieben, ermöglicht eine Analyse des Eingriffs hinsichtlich der Wertveränderungen des Bestandes und lässt Rückschlüsse zu, wie sich durch die Nutzung die Vorratsstruktur des Bestandes verändert. Nach Sander (2000) werden Informationen über Baumarten, Massen, Stärkeklassenaufteilung und Sortimente auf Bestandesebene für die Jahresplanung benötigt.

Eingriffsinventuren liefern Informationen, die in einem Koordinationsprozess genutzt werden können, der nach Merker (1998a) notwendig ist, um waldbauliche und betriebswirtschaftliche Prioritäten miteinander zu verknüpfen. Hierdurch sollen negative Auswirkungen, die durch das

Unterlassen von Pflegemaßnahmen oder die einseitige Orientierung auf Erlöse entstehen können, auf Bestände begrenzt werden, in denen sich mögliche Schäden relativ am geringsten auswirken bzw. die Mittel so investiert werden, dass der relativ höchste Nutzen erreicht wird (Möhring, 1994).

Die Sortimente können (bisher nur für die Baumart Buche) mit dem Programm *Eingriffssinventur* (Hinrichs, 2002) geschätzt werden. Mit dem Programm *Holzernte* (Schöpfer, 1998; Schöpfer et al. 1996, 2003; 2004) kann der holzerntekostenfreie Erlös kalkuliert werden. Diese Ergebnisse können eine der Voraussetzungen für den Verkauf des Holzes auf dem Stock sein (Westphal, 2002). Multipliziert mit den aktuellen Holzpreisen können sowohl der Erlös für das verkaufte Holz als auch der Wert des verbleibenden Bestandes kalkuliert werden. Damit können die durch forstliche Eingriffe verursachten Wertveränderungen einzelner Bestände beschrieben werden, ein Problem, das angesichts der beschriebenen Besonderheiten bisher nur unvollkommen gelöst werden konnte, aber bei der Änderung von Rechtsformen für Forstbetriebe von Interesse sein kann, wie Borchers et al. (2002) berichten.

Die kontinuierliche Belieferung großer Sägewerke oder Zellstofffabriken mit dem Rohstoff Holz erfordert einen ständigen Daten- und Informationsaustausch zwischen allen Akteuren, die an diesem Prozess beteiligt sind. Für Forstbetriebe kann es daher in Zukunft notwendig und wirtschaftlich vorteilhafter sein, die Datengewinnung wie im Konzept der Waldereignis-Analyse vorgeschlagen zu organisieren und Daten in den Bestände zu erheben, in denen Holz geerntet wird.

Hecker et al. (1998) beschreiben die Vorteile einer auftragsbezogenen Holzbereitstellung gegenüber schematisch gekappten Fixlängen und stellen die möglichen Wertschöpfungspotentiale in der *Prozesskette Holzernte* heraus. Die Auswahl der Bestände für die Planung des Harvestereinsatzes sollte von einer Bestandesdatenbank unterstützt werden, die eine Produktions- und Erlöskalkulation ermöglicht. Kraft (2000) sieht im Rahmen der Planung von Holzerntemaßnahmen in der *Prozesskette Holzernte* die Aufnahme von Probeflächen vor, da er hier erhebliche Wertschöpfungspotentiale durch eine verbesserte, auf gemessenen Daten beruhenden Planung sieht. Die *Prozesskette Holzernte* kann nach Kraft nur optimiert werden, wenn es zu einer vertrauensvollen Zusammenarbeit von Waldbesitzern, Industriebetrieben und Forstunternehmen kommt.

Eine Voraussetzung für diese Zusammenarbeit kann eine von allen Beteiligten genutzte Datenbank sein, in der die Ergebnisse der Inventuren für die jeweiligen Planungsaufgaben abgerufen werden können (Duffner, 1988). Nach Gerold und Gerold (2001) sollten diese flexiblen Hiebsdatenbanken neben Forsteinrichtungsmerkmalen wie Bodenausformung, Hangneigung,

Befahrbarkeit auch Logistik- und Sortenmerkmale enthalten. Funk (2004) sieht weitere Entwicklungspotentiale, wenn der Informationsfluss weiter verbessert wird und damit den *Prozess Holzernte* effizient unterstützt. Werden ständig alle Informationen in einer Datenbank abgelegt, können sich sowohl die Mitarbeiter der Forstbetriebe als auch die anderen Akteure der Logistikkette Holz über den jeweils aktuellen Stand des verfügbaren Holzes informieren (Schwarz u. Reich, 2002; Hauck, 2003).

Für die umfassenden Aufgaben einer rationellen Logistik des Holztransportes vom Bestand bis zum Werk sind die Forstbetriebe in Deutschland vielfach zu klein oder es fehlt eine für diese Aufgabe notwendige Infrastruktur. Ripken (2001) sieht zudem „in den Staatsforstverwaltungen eine Hemmschwelle, sich dieser Entwicklung anzuvertrauen, weil damit die Zahl der Waldarbeiter und Forstbediensteten dezimiert werden müsste.“ Da diese Entwicklung z. B. in Finnland und Schweden bereits weit vorangeschritten ist, sollte die deutsche Forst- und Holzwirtschaft diesen Entwicklungsrückstand aufholen, wenn sie im größeren Europa weiterhin wettbewerbsfähig bleiben will (Jacke u. Wilwerding, 2003; Schickmüller u. Moos, 2004).

Mitarbeiter der unterschiedlichen Hierarchiestufen oder Organisationseinheiten eines Forstbetriebes könnten mit derartigen Informationen künftig ohne wiederholte Waldbegänge einen Forstbetrieb lenken. Die in der *Prozesskette Holzernte* gewonnenen Daten erlauben in Verbindung mit den vorgeschlagenen Kennzahlen und Indikatoren eine ständige Überwachung des Prozesses durch die Mitarbeiter. Becker (2003, S. 7) erwartet, dass die Mitarbeiter in den Forstbetrieben künftig verstärkt in den Bereichen Arbeitsvorbereitung, Inventur, Datenaufbereitung und -pflege eingesetzt werden. Diese Funktionserweiterung in allen betrieblichen Arbeitsprozessen führt zu einer stärkeren Selbststeuerung und Selbstkontrolle der Mitarbeiter. Das Instrument des Selbstcontrolling gehört für Merker (1998b) zu jeder Delegation von Verantwortung.

Der Faktor Mensch spielt nach Kramer (2000) innerhalb des Informationsverarbeitungsprozesses eine zentrale Rolle. Dies sollte bei der Gestaltung der Arbeitsprozesse und Steuerung der Informationsflüsse berücksichtigt werden. Wiederholte Misserfolge, befriedigende Lösungen zu erzielen, führen zur Senkung des individuellen Anspruchsniveaus. Häufige Erfolge dagegen steigern das persönliche Engagement und führen langfristig zu einer Anhebung des Leistungsniveaus. Diese Zusammenhänge sind allgemein gültig und damit auf die Forstwirtschaft übertragbar. Aktiv gestaltete Lernprozesse können allen Mitarbeitern Chancen eröffnen, ihr Erfahrungswissen ständig zu vertiefen, um ihr persönliches Anspruchsniveau zu heben und damit zu besseren Arbeitsergebnissen zu kommen.

Dieser reichhaltige persönliche Erfahrungsschatz ist ein wertvolles Kapital, das weitgehend ungenutzt bleibt und zumeist dauerhaft verloren geht, wenn die Fachleute aus dem Berufsleben ausscheiden. Förster brauchen ihre Entscheidungen oder ihr Expertenwissen im Detail nicht zu erläutern oder zu formalisieren. Die individuelle Natur dieses Wissens sowie die üblichen Instrumente zur Weitergabe dieses Wissens wie Publikationen oder Exkursionen führen nur zu einem begrenzten Wissenstransfer.

Daume (1999) schlägt Expertensysteme vor, die als Instrument zur Formalisierung und Sicherung entsprechenden Wissens dienen können und zu seiner aktiven Verbreitung beitragen. Das vorgeschlagene Controllingsystem kann Informationen für derartige Expertensysteme liefern, Lernprozesse der Mitarbeiter aktiv unterstützen und stellt damit ein weiteres Argument für dessen Einführung dar. Nach Janßen (2000) „erwirtschaften [...] kompetente Waldbesitzer und Forstleute [...] bessere Ergebnisse als weniger kompetente."

Wenn Informationen zur forstlichen Produktionsplanung und –regelung benötigt werden, sind nach Kätsch (1998) Wirtschaftlichkeitsüberlegungen zum Informationseinsatz im Forstbetrieb anzustellen. Die Beschaffung grundlegender Informationen über den Wald zählt zu den teuersten Teilaufgaben forstlicher Planung. Da für die Datenerhebung mit temporären Probekreisen für diese Arbeit keine Angaben zu den entstandenen Kosten vorliegen, werden nur einige grundsätzliche Überlegungen zu den Kosten von Eingriffsinventuren in Beständen angestellt. Für Teuffel und Krebs (1999) ist „die Inventurebene Einzelbestand für die messende Waldinventur in der Regel zu teuer [...] ". Die Neukonzeption der Forsteinrichtung in Baden-Württemberg sieht daher mit dem stratenweisen Vorgehen in Waldentwicklungstypen die Einführung einer neuen Ebene für die messende Waldinventur in einem zehnjährigen Turnus vor. Gleichzeitig soll die Bedeutung des Einzelbestandes als tragende Säule für Inventur, Planung, Vollzug und Kontrolle nicht aufgegeben werden. Um beide Ziele zu erreichen, wird jeder Bestand einem Waldentwicklungstyp und zusätzlich einem Waldbehandlungstyp zu gewiesen.

Nach Moog (1995a) rechtfertigt die Information über die Endnutzungsmöglichkeiten einen anderen Kosteneinsatz als die Information über diejenigen Teile der Bestockung, deren Erfolgsbeitrag in absehbarer Zeit zu vernachlässigen ist. Das Informationsverfahren sollte so gestaltet sein, dass die Informationsqualität mit der wirtschaftlichen Bedeutung der einzelnen Teile des Holzvorrates korreliert. Verwaltungskosten sollten durch Veränderungen von Prozessen und Strukturen so umgestaltet werden, dass sie mit dem Holzeinschlag verbunden und damit variabel werden. Die Kosten von Forsteinrichtungsverfahren könnten als variable Kosten gebucht werden, wenn sie aktuelle

Informationen über die Bestände liefern, in denen geerntet wird. Die Kosten der Informationserhebung könnten somit dem Holzeinschlag zugerechnet werden.

Eingriffsinventuren können diese Forderungen erfüllen, da sie nur dort durchgeführt werden, wo anschließend Holz geerntet wird. Dadurch entstehen keine Kosten für Inventuren und Planungen in Beständen, in denen aus den unterschiedlichsten Gründen keine der geplanten Maßnahmen durchgeführt wird. Nach Janßen (2000) beträgt der Anteil der zufälligen Nutzungen für den Zeitraum von 1981 bis 1999 in den Niedersächsischen Landesforsten für alle Baumarten 16% von rund 25 Mio. Festmeter Gesamteinschlag. Bei der Baumart Fichte beträgt der Anteil der zufälligen Nutzungen 27%. Hieraus darf zwar nicht gefolgert werden, dass die Kosten für Inventur und Planung in einer vergleichbaren Größenordnung sinken werden, wenn auf Inventuren in den betroffenen Beständen verzichtet wird. Es kann aber erwartet werden, dass die Kosten durch zeitlich und räumlich flexible Eingriffsinventuren sinken, da sie nur dort stattfinden, wo zeitnah Holz geerntet wird.

Staupendahl und Gadow (2002) schlagen vor, den Zeitraum für Wiederholungsinventuren auf 15 bis 25 Jahre zu verlängern, da bei vertretbarem Stichprobenumfang die Schätzung des Zuwachses im Stichprobenfehler untergeht. Es kann beim Vergleich der Grundfläche zwischen zwei zeitnah aufeinander folgenden Inventuren vollkommen unklar sein, ob die festgestellte Veränderung eine reale Ursache hat, wie das Wachstum oder nur durch Zufallseffekte der Stichprobeninventur verursacht worden ist. Die Inventurergebnisse für die Abteilungen 11 und 141 könnten somit bis zur vollständigen Nutzung der alten Bäume als Planungsgrundlage dienen.

Eine weitere Rationalisierungsmöglichkeit bei der Inventur bietet die Verwendung von angepassten regionalen Höhenmodellen, wie sie Hessenmöller (2002) für den Göttinger Wald beschreibt. Die aufwendigen und damit teuren Messungen der Baumhöhen können deutlich reduziert werden.

Trotz der genannten Möglichkeiten, Kosten bei der Bestandesinventur zu senken, bleibt das Problem des Stichprobenfehlers bei dieser Inventurmethode. Um mit einer Stichprobe den Vorrat mit einer vorgegebenen Genauigkeit zu schätzen, ist die Anzahl an Probeflächen für den Praktiker im Forstbetrieb zu hoch, die in einem Bestand aufzunehmen sind. Die Anzahl von z. B. 19 Probeflächen in der Abteilung 141/1 ist für den praktischen Einsatz für einen Bestand von rund 6,0 ha Flächengröße hoch. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um die statistische Auswertung von

Bestandesinventuren einschließlich der Berechnung des Stichprobenfehlers zu verbessern (van Laar u. Akça, 1997; Akça, 2001; Saborowski, 1992, 1993).

Der ausscheidende Bestand geht nur mit einem kleinen Teil in die Stichprobe ein. Daher ist der Stichprobenfehler für dieses Kollektiv relativ hoch, was den Nutzen dieser Art der Datengewinnung in Frage stellen könnte. Eine mögliche Lösung dieses Problems ist die vollständige Erfassung aller ausscheidenden Bäume, z. B. mit einer elektronischen Kluppe. Die baumartenspezifischen Durchmesserverteilungen des ausscheidenden Bestandes können auf diese Weise absolut zuverlässig und ohne jeden Stichprobenfehler erfasst werden, solange keine technischen Messfehler auftreten (Wilhelm, 1996; Staupendahl u. Gadow, 2002).

Wenn Ziele für forstliche Eingriffe eindeutig beschrieben sind, können verschiedene Maßnahmen mit multikriteriellen Bewertungsmethoden wie der *Analytic-Hierarchy-Process (AHP)* (Saaty, 1995, 2001) beurteilt werden. Hanewinkel (2001) sieht den Hauptnutzen der Anwendung multikriterieller Entscheidungsmethoden in der Offenlegung möglichst aller Argumente, Kriterien und Präferenzen und deren unterschiedlicher Gewichtung im Rahmen des Entscheidungsprozesses. Damit bieten derartige Entscheidungsunterstützungssysteme eine formalisierte Oberfläche für die Entscheidungsfindung. Sie können nach Vacik (2000) einen Beitrag zur Planung und Entscheidungsfindung bei schlecht strukturierten und komplexen Entscheidungsproblemen wie z. B. der Verjüngungsplanung im Forstbetrieb leisten.

Klar formulierte Ziele für den Bestand, ein darauf abgestimmtes Kennzahlensystem, zeitlich und inhaltlich flexible, an den jeweiligen Informationsbedarf angepasste Eingriffsinventuren, Wuchsmodelle und multikriterielle Bewertungsverfahren wie der *AHP* können Module eines forstbetrieblichen Informations- und Entscheidungsunterstützungssystems sein. Gerade die zunehmende Prozessorientierung der Betriebsabläufe in den Forstbetrieben und der Bedarf an aktuellen, bestandesbezogenen Informationen in der *Prozesskette Holzernte* könnten mit Eingriffsinventuren sinnvoll unterstützt werden und die Inventurdaten als Basis für weitere Arbeiten der Forsteinrichtung dienen. Die mit diesen Daten beschriebenen Zustandsgrößen des Bestandes verändern sich bis zum nächsten Eingriff nur durch das Wachstum der Bäume. Dieser Prozess kann im Rahmen vorgegebener Grenzen prognostiziert werden und die Ausgangsdaten zwischen den Eingriffen können mit Wuchsmodellen fortgeschrieben werden. Dies wird beispielhaft für drei Eingriffe in den Abteilungen 11 und 141 des Niedersächsischen Forstamtes Bovenden dargestellt.

Ausblick und Forschungsbedarf

Die Forsteinrichtung liefert, dokumentiert und visualisiert Informationen über den Wald und betreibt dazu umfangreiche Informationssysteme. Durch die sehr flexible Datenaufnahme und entsprechende Auswertungen stehen neben den klassischen waldmesskundlichen Daten umfangreiche Informationen für Wald-Ereignisanalysen und für Modelle unterschiedlicher Waldentwicklungen bereit (Gadow, 2002a, 2002b). Stoll und Grundmann (2001) sehen künftige Aufgaben der Forsteinrichtung für eine multifunktionale Forstwirtschaft in der Zieldefinition, Zielverfolgung, Controlling und der Nachhaltskontrolle.

Der Forsteinrichter kann dabei künftig neben seinen Aufgaben als Inventur- und Planungsspezialist vermehrt die Moderation und Dokumentation von Zielfindungsprozessen in den Forstbetrieben übernehmen (Rödig, 1999) und er kann Experte in Planungsteams sein, die sich in unterschiedlicher Zusammensetzung mit verschiedenartigen Optimierungsaufgaben beschäftigen. Gefordert sind in derartigen Konstellationen stets eine hohe Kommunikationsfähigkeit und Offenheit jenseits der eigenen Fach- und Statusgrenzen (Schumann, 2002). Nach Bitter (1994, 1995, 1998) wächst der Forsteinrichtung die Rolle eines betreuenden Partners zu, der beim Einsatz des angebotenen Instrumentariums beratend zur Seite steht und die Forsteinrichtung erhält den Charakter einer Unternehmensberatung.

Die Kontinuität der bisherigen Forsteinrichtungsdaten sollte bei einem möglichen Systemwechsel oder einer Verfahrensmodifikation gewahrt bleiben. Für längere Übergangsperioden könnten neben den bekannten Verfahren neue Ansätze auf den gleichen Flächen parallel angewandt werden, um Erfahrungen zu sammeln und die neuen Methoden zu erproben. Die dabei zwangsläufig anfallenden Kosten wären als Entwicklungs- und Einführungskosten neuer Verfahren zu sehen.

Nach Kätsch (1998) lässt sich der wirtschaftliche Nutzen integrierter Informationssysteme bisher nur schwer belegen. Zahlreiche Praktiker äußern häufig die Meinung, dass Hiebssatz und Karte allein als die notwendigen Hilfsmittel zur Steuerung eines Forstbetriebes ausreichen würden. Aus dieser Tatsache könnte der Schluss gezogen werden, dass es ausreicht, den Waldzustand zu erfassen und kartenmäßig darzustellen. Moderne Geographische Informationssysteme erlauben dies heute und stellen nach Gadow (2000) einen wichtigen Bestandteil der Programmbibliothek forstbetrieblicher Informationssysteme dar. Mit einem Geo-Informationssystem können die Karten kontinuierlich fortgeschrieben und aktualisiert werden. Über die digitale Kartographie soll ein

digitales Informationssystem zur Unterstützung der Geschäftsprozesse entwickelt werden (Schnellbächer, 2000, S. 26; Hanstein u. Thiel, 1998).

Die Realisierung dieser Konzepte setzt eine entsprechend gestaltete und leistungsfähige Datenverarbeitung voraus, die bisher für einzelne Aufgaben vorhanden ist oder als Insellösung existiert. Benutzerfreundliche Schnittstellen zwischen den einzelnen Programmen sind entweder nicht eindeutig definiert oder sind erst im Aufbau begriffen (Schwarz u. Reich, 2002; Hauck, 2003). Der Datentransfer zwischen den für diese Arbeit benutzten Programmen ist nicht automatisiert. Ähnliches beschreibt Sander (2000) für ein in den Niedersächsischen Landesforsten eingesetztes Informationssystem, das „nicht ausreichende und vor allem nicht automatisch kalkulierende Hilfsmittel zur Verfügung stellt.“ Die benutzerfreundliche, automatisierte Datenerfassung, -verarbeitung und -auswertung stellt eine Herausforderung dar und sollte gelöst werden. Nur wenn die Schnittstellen zwischen den vorhandenen Programmen definiert sind und der Datentransfer aus der zentralen Datenbank zu den einzelnen Auswertungs- und Präsentationsprogrammen reibungslos funktioniert, ist mit einer hohen Akzeptanz durch die Nutzer zu rechnen. Die bisher vorhandenen Insellösungen (z. B. die in dieser Arbeit eingesetzten Programme *WaldDat 2.0, Eingriffsinventur, VIA, Bwin Pro 6.02, ArcView* oder das in der Arbeit nicht benutzte Programm *Holzernte 6.1*) erfüllen diese Forderungen nur teilweise. Sie stellen Lösungen für einzelne Fragestellungen dar, wie die Auswertung von Inventuren, die Prognose des Bestandeswachstums oder die Unterstützung der Entscheidungsfindung bei der Bewertung von Maßnahmen. Sie sind aber derzeit keine benutzerfreundliche, umfassend anwendbare Lösung für die Leitung eines Forstbetriebes. Eine mögliche Herausforderung für die Forschung könnte daher die Konzeption eines umfassenden Informationssystems für den Forstbetrieb darstellen.

Bei der Verwirklichung der vorgeschlagenen Veränderungen in der *Prozesskette Holzernte* geht es aber letztlich nicht nur um den Einsatz der größtenteils bereits vorhandenen technischen Lösungen und Hilfsmittel, sondern um die Menschen, die nach Höfle (1998) bereit sein müssen, sich dieser technischen Möglichkeiten zu bedienen.

6 Zusammenfassung

Die Waldentwicklung in Deutschland ist durch häufige Durchforstungseingriffe gekennzeichnet. Jede Durchforstung bewirkt eine unmittelbare Veränderung zahlreicher Zustandsgrößen. Die Analyse der eingriffsbedingten Waldveränderungen (*Waldereignis-Analyse)* ist ein Verfahren, mit dessen Hilfe diese Veränderungen erkennbar gemacht werden können. Die mit Hilfe spezieller Erfassungs- und Analysemethoden gewonnenen Erkenntnisse bilden eine nützliche Grundlage für die Steuerung der Waldentwicklung.

Operational beschriebene Ziele bilden die Grundlage eines effizienten Controllings. Ein hierarchisches Zielsystem für den forstlichen Eingriff wurde entworfen. Abgeleitet vom Oberziel des Forstbetriebes, wurden Teilziele für die Bestandesebene festgelegt und beispielhaft für einen forstlichen Eingriff beschrieben. In einem Controllingsystem, das kurzfristige Planungs- und Kontrollaufgaben integriert, sollten die Sach- und Formalziele für flächenmäßig klar abgrenzbare Einheiten periodengleich geplant und kontrolliert werden. Mit Hilfe von Kennzahlen kann der Grad der Zielerfüllung bestimmt werden. Als Waldereignis-Kennzahlen wurden vorgeschlagen: Eingriffsstärke, Produktions-, Regenerations- und Absatzfähigkeit.

Das Verfahren der *Waldereignis-Analyse* erweist sich als besonders zielführend, wenn forstliche Eingriffe in Beständen periodengleich unter ökologischen und sozioökonomischen Aspekten analysiert und bewertet werden. Mögliche Konsequenzen für die Aufbau- und Ablauforganisation der Forsteinrichtung wurden beschrieben, unter der Annahme, dass die Verantwortung für die Gewinnung der Inventurdaten von einer zentralen Organisationseinheit auf die Betriebsebene verlagert wird. Diese Möglichkeiten wurden für unterschiedliche Eingriffe in den Abteilungen 11 und 141 des Niedersächsischen Forstamtes Bovenden untersucht.

In systematisch verteilten, temporären Probekreisen wurden die wichtigsten Baummerkmale wie Baumart, Durchmesser und Baumhöhe erfasst. Zusätzlich wurde in jedem Kreis eine Verjüngungsinventur nach Staupendahl durchgeführt. Um die eingriffsbedingte Veränderung der räumlichen Struktur und Diversität zu beschreiben, wurden am Mittelpunkt der Probekreise die vier nächsten Bäume als *strukturelle Vierergruppe* nach Füldner bestimmt. Zur Qualitätskontrolle im Rahmen der *Waldereignis-Analyse* wurde eine Aufnahmemethode der Gütemerkmale am stehenden Stamm entwickelt und für die Baumart Buche beispielhaft dargestellt. Ausgehend von der Wertkontrolle nach Arnswaldt wurden dabei, aufbauend auf das Verfahren der Wertinventur von

Wiegard, ökonomische und naturschutzfachliche Merkmale in die Ansprache der Buchen einbezogen. Das hier vorgestellte Konzept der Qualitätskontrolle übernimmt von Wiegard den Ansatz der qualitativen und quantitativen Erfassung der äußerlich sichtbaren Holzmerkmale. Die durch waldbauliche Maßnahmen am stärksten beeinflussbaren Baummerkmale *ast- und fehlerfreie Schaftlänge* und *Schaftform* wurden erfasst und beurteilt. Das Ergebnis ist eine umfassende Qualitätskontrolle für Bestände, die sowohl die Wertveränderungen durch einen forstlichen Eingriff als auch ökologische Parameter einbezieht.

Die hohe Aktualität der Datengewinnung zum Eingriffszeitpunkt und die automatisierte Informationsaufbereitung sind Vorteile dieses Verfahrens, unter der Voraussetzung, dass die technischen Hilfsmittel verfügbar sind. Die Untersuchung zeigt, dass die Waldnutzung im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses laufend an Modellzustände angepasst werden kann, die als optimal angesehen werden. Auf diese Weise kann bei Veränderung der Zielzustände der prozessorientierte Ansatz zu einer höheren Produktivität führen, ähnlich wie dies bei Reorganisationsmaßnahmen in der industriellen Fertigung der Fall ist. Angepasst an die besonderen Produktionsbedingungen der Waldwirtschaft sind bei der Datengewinnung, der Informationsversorgung von Forstbetrieben und der weiteren Optimierung der Prozesskette - von der Holzernte im Wald bis zum holzverarbeitenden Werk - erhebliche Vorteile zu erwarten. Aktuelle Informationen können die Mitarbeiter für das Selbstcontrolling nutzen. Weiter können Lernprozesse bei den Mitarbeitern induziert werden, die eine raschere Übertragung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse in die forstliche Praxis ermöglichen.

7 Literaturverzeichnis

Abetz, P. (1980): Zum Konzept einer Z-Baum-orientierten Kontrollmethode. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 151. Jg.: S. 65-68.

Abetz, P., Klädtke, J. (1997): Bewirtschaftung von Mischbeständen beliebiger Struktur und Zielsetzung. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (4): S. 203-205.

Akça, A. (2001): Waldinventur. J. D. Sauerländer´s Verlag. Frankfurt am Main.

Akça, A., Wolff, B., Pahl, A. (1991): Waldkundliche Zustandserfassung der Naturwaldparzelle Hellberg mit Hilfe von permanenten Probeflächen. Forschungsbericht. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August-Universität Göttingen.

Akça, A., Mench, A., Lambertz, B. (1998): Waldkundliche Zustandserfassung der Naturwaldparzelle Hellerberg im Jahre 1996 mit Hilfe von systematisch verteilten, permanenten Probeflächen. Forschungsbericht. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August-Universität Göttingen.

Akça, A., Hoffmann, B., Schumann, K., Staupendahl, K. [Hrsg.](2001): Waldinventur, Waldwachstum und Forstplanung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Klaus von Gadow. Zohab-Verlag. Göttingen.

Albert, M. (1999): Analyse der eingriffsbedingten Strukturveränderung und Durchforstungsmodellierung in Mischbeständen. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. Hainholzverlag. Göttingen.

Arnswaldt, H. J. v. (1950a): Wertkontrolle in Laubholzrevieren. Forstarchiv 21. Jg.: S. 130-135.

Arnswaldt, H. J. v. (1950b): Wertkontrolle. Allgemeine Forstzeitschrift 5. Jg. (17): S. 199–202.

Arnswaldt, H. J. v. (1953): Wertkontrolle. Allgemeine Forstzeitschrift 8. Jg. (37/38): S. 408–410.

Arnswaldt, H. J. v. (1962): Wertkontrolle und Betriebswirtschaft. Forstarchiv. 33. Jg. (33): S. 161-165.

Bachmann, P. (1990): Produktionssteigerung im Wald durch vermehrte Berücksichtigung des Wertzuwachses. Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft Nr. 327. Birmensdorf.

Bartmer, B., Schneider, O. (2001): Ereignisorientierte Stichprobeninventur im Rahmen des Projektes „Analyse eines forstlichen Eingriffs“. Unveröffentlichte Projektarbeit. Institut für Waldinventur und Waldwachstum. Georg-August-Universität Göttingen.

Beck, O. A. (1999): Inventur, Planung und Kontrolle im Forstbetrieb. Forst und Holz 54. Jg. (22): S.691-695.

Becker, G. (1996): Vom Rohstoff zum Produkt – Holzqualität als Schlüssel zum Vermarktungserfolg. Forstwissenschaftliches Centralblatt 115: S. 118–123.

Becker, G. (2003): Holzernte und Rundholzlogistik. Kernblock Forstliche Nutzung. Holzerntesysteme. www: forst.uni-freiburg.de/fobawi/Holzernte und Rundholzlogistik.

Beckmann, J. G. (1759): Anweisung zu einer pfleglichen Forstwirtschaft. Chemnitz.

Bergel, D. (1973, 1974): Massentafeln I und II für Buche, Fichte, Europäische Lärche, Japanische Lärche, Douglasie, Eiche, Roteiche und Kiefer. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt. Göttingen.

Berger, M. (1997): Controlling mit Kennzahlen im Forstbetrieb. Entwicklung eines forstspezifischen Kennzahlensystems zur operativen Steuerung. Dissertation. Shaker Verlag. Aachen.

Bergholz, U. (1999): Untersuchung zur Wertnachhaltigkeit in Buchenbeständen. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August-Universität Göttingen. Göttingen

Bernhard, L. (1999): Zielvereinbarungen und forstlicher Handlungsrahmen. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August-Universität Göttingen.

Biolley, H. E. (1920): L’Aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du Contrôle. Paris & Neuchâtel. Attinger. Übersetzt von Eberbach (1923): Die Forsteinrichtung auf der Grundlage der Erfahrung und insbesondere das Kontrollverfahren. E. F. Müller. Karlsruhe.

Bitter, A. W. (1990): EDV-gestützte Unternehmensführung im Forstbetrieb mit Hilfe eines flächenbezogenen Betriebsinformationssytems. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. Verlag K. Pachnicke. Göttingen.

Bitter, A. W. (1994): Aufgaben der Forsteinrichtung im Rahmen einer multifunktionalen Forstwirtschaft. Forst und Holz 49. Jg. (6): S. 163-165.

Bitter, A. W. (1995): Integrale Unternehmensplanung für den multifunktionalen Forstbetrieb. In: Institut für Forstökonomie Göttingen [Hrsg.]. Tagungsband zum Forstökonomischen Kolloquium „Forstwirtschaft im Umbruch“. Göttingen.

Bitter, A. W. (1998): Nachhaltsgerechte Inventur und Planung im multifunktionalen Forstbetrieb. Forstwissenschaftliches Centralblatt 117: S. 224-230.

Bitter, A. W., Merrem, M. (1998): Typenorientierte Kontrollstichprobe. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (23): S. 1414-1417.

Böckmann, T., Saborowski, J., Dahm, S., Nagel, J., Spellmann, H. (1998a): Die Weiterentwicklung der Betriebsinventur in Niedersachsen. Forst und Holz 53. Jg. (8): S. 219–226.

Böckmann, T., Spellmann, H., Hüsing, F. (1998b): Neukonzeption und Weiterentwicklung der Forsteinrichtung in den Niedersächsischen Landesforsten. Forst und Holz 53. Jg. (10): S. 298-302.

Böckmann, T., Dröge, H.-H., Thiel, B., Hüsing, F. (2000): Konzept für die Betriebskarte mit Strukturelementen. Forst und Holz 55. Jg. (5): S. 145–148.

Bolz, H. (1998): Leitbild und Zielsystem für eine Landesforstverwaltung. Forst und Holz 53. Jg. (1): S. 3-6.

Bonnemann, A. (1967): Waldbauliche Terminologie. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät und Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Band 40. J. D. Sauerländer´s Verlag. Frankfurt am Main.

Borchers, J., Merker, K., Schaefer, G., Wippel, B. (2002): Einstieg in die Bilanzierung stehender Holzvorräte. Forst und Holz 57. Jg. (17): S. 516-519.

Brabänder, H. D. (1957): Gesetzmäßigkeiten im Volumenaufbau und Wertaufbau des Schaftes als Grundlage zur Qualitätskontrolle von Laubholzbeständen. Dissertation. Freiburg.

Brabänder, H. D. (1991): Inventurgestützte betriebliche Angebotsplanung. Forstarchiv 62. Jg.: S. 155–157.

Brabänder, H. D. (1992):Produktionsorientierte oder absatzorientierte Forstwirtschaft? Holz-Zentralblatt 118. Jg. (23): S. 1-2.

Brabänder, H.-D. (1994): Neue Organisationsstrukturen in der Forstwirtschaft. In: Rationalisierungsmöglichkeiten im Forstbetrieb. Berichte und Studien der Hanns-Seidel-Stiftung e. V. Band 67. Reihe Agrarpolitik Band 6. München.

Brabänder, H. - D. (1995): Was muss der Forstbetrieb tun, um sich in der Zukunft zu behaupten. Erfahrungen und Folgerungen aus dem Betriebsvergleich Westfalen-Lippe. Forst und Holz 50 Jg. (9): S. 277–283.

Brink, C., Gadow, K. v. (1986): On the use of growth and decay functions for modelling stem profiles. EDV in Medizin und Biologie 17 (1/2): S. 20-27.

Burger, D. (1997): Das Leitbild nachhaltiger Entwicklung. Entwicklung ländlicher Raum (4): S. 7-10.

Burschel, P. (1994): Auszeichnen als zentrale forstliche Tätigkeit. Allgemeine Forstzeitschrift (5): S. 240-244.

Burschel, P. u. Huss, J. (1997): Grundriß des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Pareys Studientexte Nr. 49. 2., neubearbeitete und erweiterte Auflage. Parey Buchverlag. Berlin.

Chen, B. (2003): Applications of Optimization Methods to Forest Planning Problems. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen.

Daume, S. (1999): Forstliche Expertensysteme. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (18): S. 950-952.

Deusen van, P., Biging, G. S. (1985): STAG - A Stand Generator for Mixed Species Stands. Northern California Forest Yield Cooperative. Research Note No. 11. University. of California. Berkeley.

Drewes, D. (2000): Das Geo-Informationssystem Bösinghausen. Unveröffentlichte Masterarbeit. Institut für Waldinventur und Waldwachstum. Georg-August-Universität Göttingen.

Duffner, W. (1988): Gestaltung des Forstbetriebes im Jahre 2000. Forstarchiv 59. Jg.: S. 215–222.

Duffner, W., Ketterer, R. (2002): Neue Wege zur Optimierung der forstlichen Produktionskette. Forst und Holz 57. Jg.: S. 376-378.

Duffner, W. (2004): Ökonomie im Dienste der Ökologie. Forst und Holz 59. Jg. (2): S. 51-54.

Düser, R. (1978): Programmierte Berechnung stehenden Holzes mit dem Taschenrechner nach der Düser-Flori-Formel. Beilage der Allgemeinen Forstzeitschrift Nr. 36.

Dunkel, K. (1997): Bausteine des Controlling. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (6): S. 300-301.

Eidmann, F. E. (1956): Die Vorratsaufnahme nach Stärke- und Güteklassen im Stadtwald Aachen. Allgemeine Forstzeitschrift 11. Jg. (40/41): S. 517-519.

Eisele, F. L. (1998): Strategische Anforderungen an forstliche Informationssysteme. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (20): S. 1244-1247.

Engstler (1956): Bericht über die Wertansprache der Forche im Staatswald Wildbad. Allgemeine Forstzeitschrift 11. Jg. (40/41): S. 526-529.

Erni, V., Lemm, R., Frutig, F., Oswald, K. (2002): Abbildung von Prozessketten mit Componentware, dargestellt am Beispiel der Holzernte. Schweizerische Zeitung Forstwesen 153, (12): S. 462–470.

Erler, J. (2000): Forsttechnik. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

Erteld, T., Sproßmann, H. (1999): Verflechtung von Controlling und Forsteinrichtung. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (13): S. 684-686.

Fischer, A. (1995): Forstliche Vegetationskunde. Pareys Studientexte Nr. 82. Blackwell Wissenschafts-Verlag. Berlin und Wien.

Freudenstein, J. (1994): Zielsetzung für den Hessischen Staatswald. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (22): S. 1248

Fuchs, A., Kennel, E. (1994): Erste Wiederholungsaufnahme einer permanenten Betriebsinventur im bayerischen Staatswald. Forstwissenschaftliches Centralblatt 113: S. 224-235.

Füldner, K. (1995): Strukturbeschreibung von Buchen – Edellaubholz – Mischwäldern. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. Cuvillier Verlag. Göttingen.

Funk, M. (2004): Positionierung forstwirtschaftlicher Zusammenschlüsse in der Holzvermarktung. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (3): S. 108-109.

Gadow, K. v., Bredenkamp, B. (1992): Forest Management. Academica. Pretoria.

Gadow, K. v. (1993): Zur Bestandesbeschreibung in der Forsteinrichtung. Forst und Holz 48. Jg. (21): S. 602-606.

Gadow, K. v., Stüber, **V.** (1994): Die Inventuren der Forsteinrichtung. Forst und Holz 49. Jg. (5): S. 129-131.

Gadow, K. v. (1995): Möglichkeiten und Grenzen der mittelfristigen Waldbauplanung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 167. Jg.: S. 24-28.

Gadow, K. v., Füldner, K. (1995): Zur Beschreibung forstlicher Eingriffe. Forstwissenschaftliches Centralblatt (114): S. 151–159.

Gadow, K. v. (1996): Zur Planung forstlicher Maßnahmen. Forstwissenschaftliches Centralblatt (115): S. 90–96.

Gadow, K. v., Schmidt, M. (1998): Periodische Inventuren und Eingriffsinventuren. Forst und Holz 53 Jg. (22): S. 667-671.

Gadow, K. v., Puumalainen, J. (1998): Neue Herausforderungen für die Waldökosystemplanung. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (20): S. 1248-1250.

Gadow, K. v. (2000): Forsteinrichtung. Inventur und Planung in Waldökosystemen. Vorläufiges, unvollständiges Vorlesungsskript. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August- Universität Göttingen.

Gadow, K. v., Staupendahl, K., Roschak, C. (2000a): Zur Anlage, Auswertung und Funktion von Weiserflächen. Vortrag am 6. Mai 2000 anlässlich der Tagung der Sektion Ertragskunde. Kaiserslautern.

Gadow, K. v. (2002a): Steuerung und Analyse der Waldentwicklung. Vortragsmanuskript für die Forstwissenschaftliche Tagung am 11. 10. 2002.

Gadow, K. v. (2002b): Adapting silvicultural management systems to urban forests. Urban Forestry. Urban Greening (1): S. 107-113.

Gadow, K. v. (2002c): Forsteinrichtung. Neue Herausforderungen und Möglichkeiten der mittelfristigen Planung. Unveröffentlichte interne Diskussionsgrundlage. Institut für Waldinventur und Waldwachstum. Georg-August-Universität Göttingen.

Gadow, K. v. (2003): Waldstruktur und Wachstum. Institut für Waldinventur und Waldwachstum. Georg-August-Universität Göttingen.

Gadow, W. v. (1950): Wertleistung der Buche. Allgemeine Forstzeitschrift 6. Jg. (3): S. 29-30.

Gayer, K. (1898): Der Waldbau. Verlagsbuchhandlung Paul Parey. Berlin.

Geiß, W. (1986): Betriebswirtschaftliche Kennzahlen. Theoretische Grundlagen einer problemorientierten Kennzahlenanwendung. Schriften zum Controlling. Band 1. Hrsg.: Reichmann, T. Verlag Peter Lang. Frankfurt am Main. Bern. New York.

Germann, D. (1998): Aufgaben und Organisation des Controlling in der (Forst)-Verwaltung. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (4): S. 177–181.

Gerold, D., Gerold, D. (2001): Zuwachs- und Holzertragsanalysen als Basis moderner Forsteinrichtung. Forst und Holz 56. Jg. (20): S. 643-649.

Grammel, R. (1988): Holzernte und Holztransport. Grundlagen. Pareys Studientexte. Band 60. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.

Gruber, F. (2001): Wipfelwachstum von Altbuchen (*Fagus sylvatica* (L.) auf einem Kalkstandort (Göttingen/Södderich) in Abhängigkeit von der Witterung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 172. Jg. (10): S. 183–189.

Gurnaud, A. (1878): Cahier d'aménagement pour l'application de la méthode par contenance. Exposé sur la forêt des Eperons (Admis à l'exposition universelle de 1878). Tremplay & Jacquin. Paris, Besançon.

Hahn, D. (1996): PuK. Planung und Kontrolle. Controllingkonzepte. 5. überarbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Gabler. Wiesbaden.

Hanewinkel, M. (2001): Neuausrichtung der Forsteinrichtung als strategisches Managementinstrument. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 172. Jg. (11): S. 202-211.

Hanstein, F., Thiel, B. (1998): LFV Niedersachsen auf dem Weg zum Forstlichen Geoinformationssystem. Allgemeine Forstzeitung/Der Wald (20): S. 1234.

Hartig, G. L. (1813): Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste. Gießen.

Hauck, B. (2003): Optimierung der Holzlogistik-Trends und Entwicklungen. Forst & Technik Nr. 11: S. 12-14

Hecker, M., Ressmann, J., Becker, G. (1998): Wertschöpfungspotentiale und ihre Realisierung entlang von Holzernte- und Logistikketten. Forst und Holz 53. Jg. (21): S. 651-655.

Heinimann, H. R. (1999): Logistik der Holzproduktion - Stand- und Entwicklungsperspektiven. Forstwissenschaftliches Centralblatt 118.Jg. (1): S. 24-38.

Heinrich, L. J., Burgholzer, P. (1992): Informationsmanagement. 4. Auflage. Oldenbourg Verlag. München.

Hessenmöller, D. (2002): Modelle zur Wachstums- und Durchforstungssimulation im Göttinger Wald. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen.

Heuer, B. (1992): Kontrollstichprobe und konventionelle Forsteinrichtung. Forst und Holz 47. Jg. (3): S. 60–64.

Hillmann, M. (2002): Forsteinrichtung, Waldinventur, Betriebssteuerung. Forst und Holz 57. Jg. Nr. 10: S. 303 – 306.

Hinrichs, L. (2002): Datenbankgestützte Auswertung von ereignisorientierten Bestandesinventuren. Unveröffentlichte Masterarbeit. Institut für Waldinventur und Waldwachstum. Georg-August-Universität Göttingen.

Höfle, H. H. (1992): Ein ökologisch optimierter Wirtschaftsbetrieb. Allgemeine Forstzeitung (11): S. 612-615.

Höfle, H. H. (1998): Wo steht die Forsttechnik heute? Holz-Zentralblatt (79): S. 1141.

Höfle, H. H. (2002): Zum Stand und zu den Tendenzen der Forsttechnik. Rationalisierung vor allem durch Mechanisierung. Holz-Zentralblatt (77): S. 939.

Höher, G. C. (1995): Planung und Buchung der Arbeiten bei den Titelgruppen 61 und 62 in Betrieben mit naturgemäßer Waldwirtschaft. Bericht an das Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Unveröffentlicht.

Hofstetter, P. (1993): Das Informationssystem als Element des Controlling. Dissertation. Universität Zürich. Schulthess Polygraphischer Verlag AG. Zürich.

Horváth, P. (1994): Controlling. 5.Auflage. Verlag Vahlen. München.

Horváth, P. (2000): Das Controllingkonzept. 4. Auflage. Deutscher Taschenbuchverlag. München.

Hopfenbeck, W. (1992): Allgemeine Betriebswirtschafts- und Managementlehre. Das Unternehmen im Spannungsfeld zwischen ökonomischen, sozialen und ökologischen Interessen. 6. Auflage. Landsberg am Lech.

Huch, B., Behme, B., Ohlendorf, T. (1995): Rechnungswesen-orientiertes Controlling. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. 2., überarbeitete Auflage. Physica-Verlag. Heidelberg.

Hui, G. Y., Albert, M., Gadow, K. v. (1998): Das Umgebungsmaß als Parameter zur Nachbildung von Bestandesstrukturen. Forstwissenschaftliches Centralblatt (117): S. 258-266.

Hundeshagen, J. C. (1842): Forstliche Produktionslehre. 4. Auflage. Laupp´sche Buchhandlung. Tübingen.

Jacke, H., Wilwerding, A. (2003): Logistik in der deutschen Forst- und Holzwirtschaft. Forst und Holz 58. Jg. (21): S. 635- 640.

Janßen, G. (1989): Ziele und Aufgaben der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. Forst und Holz 44. Jg. (5): S. 107-112.

Janßen, G. (1999): Die Niedersächsische Landesforstverwaltung auf dem Weg in das nächste Jahrtausend. Forst und Holz 54. Jg. (19): S. 601-605.

Janßen, G. (2000): Von der Waldverwüstung zum naturnahen Wirtschaftswald - ein Gebot rationeller, ökonomisch sinnvoller Forstwirtschaft. Forst und Holz 55. Jg. (18): S. 579-587.

Jöbstl, H. A. (1978): Unternehmensplanung in der Forstwirtschaft. Veröffentlichungen des Instituts für forstliche Wirtschaftslehre an der Universität für Bodenkultur. Österreichischer Agrarverlag. Wien.

Jöbstl, H. A. (2004): Controlling. Grundlagen und Konzepte für die Forstverwaltung. Beitrag zur Studie „Grünes Informationssystem“. Schriftenreihe Berichte aus der Abteilung für Rechnungswesen und forstliche Marktlehre des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Heft 17. Wien.

Kätsch, C. (1998): Konzeption für ein forstliches Produktionsplanungs- und steuerungssystem unter besonderer Berücksichtigung der Forsteinrichtung. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Band 126. J. D. Sauerländer´s Verlag. Frankfurt am Main.

Kassier, H. W. (1993): Dynamics of Diameter and Height Distributions in Commercial Timber Plantations. Dissertation. Faculty of Forestry. University of Stellenbosch. South Africa.

Kleinschmit, H. (2002): Forsteinrichtung in Niedersachsen – Stellung und Grundsätze. Forst und Holz 57. Jg. (4): S. 91-94.

Kosiol, E. (1968): Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum. Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. Gabler Verlag. Wiesbaden.

Kraft, D. (2000): Die Prozesskette Holzernte: Leistungs- und Wertschöpfungsprozess aus der Sicht eines Forstunternehmens. Forst und Holzwirt 55. Jg. (5): S. 123-130.

Kramer, H. (1964): Das Wertkontrollverfahren. Forst und Holzwirt 19. Jg. (6): S. 113-116.

Kramer, H. (1976): Begriffe der Forsteinrichtung. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät und Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Band 48. J. D. Sauerländer´s Verlag. Frankfurt am Main.

Kramer, H. (1988): Waldwachstumslehre. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.

Kramer, H. (1990): Nutzungsplanung in der Forsteinrichtung. J. D. Sauerländer’s Verlag. Frankfurt am Main.

Kramer, H., Akça, A. (1982): Leitfaden zur Dendrometrie und Bestandesinventur. J. D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main.

Kramer, H., Akça, A. (1995): Leitfaden zur Waldmesslehre. 3. erweiterte Auflage. J. D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main.

Kramer, P. (2000): Zielorientierte Steuerung im Forstbetrieb. Dissertation. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg. Band. 13.

Kremer, W. (1997): Vorrats- und Wertkontrolle älterer Waldbestände. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (12): S. 668–670.

Krutzsch, H., Loetsch, F. (1938): Holzvorratsinventur und Leistungsprüfung der naturgemäßen Waldwirtschaft. Verlag J. Neumann. Neudamm.

Kurth, H. (1994): Forsteinrichtung. Nachhaltige Regelung des Waldes. Deutscher Landschaftsverlag. Berlin.

Laar A. van, Akça, A. (1997): Forest Mensuration. Cuvillier Verlag. Göttingen.

Leibundgut, H. (1978): Die Waldpflege. Verlag Paul Haupt. Bern und Stuttgart.

Leinert, S. (1998): Zukunftsfähige Organisation der Waldarbeit. Forst und Holz 53. Jg. (21): S. 648-650.

Lemmel, H. (1922): Das Problem der volkswirtschaftlichen Produktivität und seine Stellung in der Staatsforstwirtschaft. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen: S. 129 und 199.

Leßner, C., Wiegard, C. (1998): Flexibles Wertinventurverfahren am Beispiel der Kiefer. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (15): S. 797–800.

Loetsch, F. (1950): Quantitative und qualitative Holzvorratsinventur nach dem Verfahren des repräsentativen Querschnitts. Allgemeine Forstzeitschrift (45): S. 491-493.

Lohl, D., Saborowski, J., Gadow, K. v. (1994): Simulation zum Inventurkonzept „Strukturelle Vierergruppe". Unveröffentlicht. Institut für Forstliche Biometrie. Georg-August-Universität Göttingen.

Mench, A. (1999): Untersuchungen über die Erfassung und Analyse von Entwicklungen in Naturwäldern mit Hilfe von permanenten Stichproben. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. Cuvillier Verlag. Göttingen.

Mench, A. (2000): Zur Methodik der Naturwaldaufnahmeverfahren mit permanenten Stichproben. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung 172. Jg. (1): S. 12-18.

Merker, K. (1997): Ein Controllingsystem „Naturgemäße Waldwirtschaft". Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. J. D. Sauerländer´s Verlag. Frankfurt am Main.

Merker, K. (1998a): Chancen und Risiken einer Strategie „Umstellung auf naturgemäße Waldwirtschaft". Forst und Holz 53. Jg. (16): S. 495-500.

Merker, K. (1998b): Ziele, Methoden und Mittel der monetären Steuerung – Überlegungen zu einem Controllingsystem „Naturgemäße Waldwirtschaft" am Beispiel der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. Forst und Holz 53. Jg. (17): S. 524-530.

Meyer, P. (1995): Untersuchung waldkundlicher Entwicklungstendenzen und methodischer Fragestellungen in Buchen- und Buchenmischbeständen niedersächsischer Naturwaldreservate. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen.

Mikulka, B. (1955): Versuche zur zahlenmäßigen Erfassung der Qualität von Waldbeständen. Mitteilungen der Schweizer Anstalt für das forstliche Versuchswesen 23. Bd. 1.

Mitscherlich, G. (1939): Sortenertragstafel für Kiefer, Buche und Eiche. Mitteilungen Forstwirtschaft und Forstwissenschaft (10): S. 1-86.

Möhring, B. (1994): Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen. Band 7. Schriften zur Ökonomie. J. D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main.

Moog, M. (1994): Ansatzpunkte für Rationalisierungsbemühungen im Forstbetrieb. In: Rationalisierungsmöglichkeiten im Forstbetrieb. Berichte und Studien der Hanns-Seidel-Stiftung e. V. Band 67. Reihe Agrarpolitik Band 6. München.

Moog, M. (1995a): Betriebssteuerung und Kontrolle im Forstbetrieb. In: Institut für Forstökonomie Göttingen [Hrsg.]. Tagungsband zum Forstökonomischen Kolloquium „Forstwirtschaft im Umbruch". Göttingen.

Moog, M. (1995b): Die Prozesskostenrechnung in Forstbetrieben. Eine geeignete Form der Plankostenrechnung zur Unterstützung mittelfristiger Produktionsentscheidungen. Forst und Holz Jg. 50 (3): S. 69–74.

Morasse, J. M. G. (1998): Estimation of Cutting Volume with Three Inventory Methods for Harvest Planning in Canadian Boreal Forests. Acta Forestalia Fennica. 261. Tampere.

Münch, D. (2002): Möglichkeiten der Zielvereinbarung als Aufgabe wirksamer Führung – am Beispiel der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Forst und Holz 57. Jg. (11): S. 349 – 353.

Nagel, J. (1998): Zur Auswertung und Zuwachsprognose von permanenten Stichprobeerhebungen. Forst und Holz (7): S. 197-198.

Nagel, J. (1999): Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät und Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Band 128. J. D. Sauerländer´s Verlag. Frankfurt am Main.

Nagel, J., Albert, M., Schmidt, M., Döbbeler, H., 2001: BWINPro - Programm zur Bestandesanalyse und Prognose. Handbuch zur Version 6. Online Ausgabe. 93 S.

Nagel, J., Albert, M., Schmidt, M. (2002): Das waldbauliche Prognose- und Entscheidungsmodell BWINPro 6.1. Forst und Holz 57. Jg. (15/16): S. 486-493

Netzker, D. (1997): Die Qualitätsanspracheverfahren Modifizierte Erdstückmethode und Erdstück-Unterlängen-Methode. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August-Universität Göttingen.

Oesten, G. (1984): Zur Operationalität der Ziele im Forstbetrieb. Der Forst- und Holzwirt Nr. 14/15: S. 361-364.

Oesten, G. (2002): Rechtfertigen Besonderheiten der Forstwirtschaft die Existenz einer eigenständigen Wissenschaftsdisziplin Forstökonomik? Forst und Holz 57. Jg. (1/2): S. 37-41.

Ohrner, G. (1998): Zukunftsfähige Organisation der Waldarbeit. Forst und Holz 53. Jg. (21): S. 642–647.

Oliveira, A. M. (1980): Untersuchungen zur Wuchsdynamik junger Kiefernbestände. Dissertation. Forstliche Fakultät der Universität München.

Ontrup, G. (1997): Das Planungssystem als Voraussetzung für ein Betriebscontrolling. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (6): S. 306-309.

Otto, H. - J. (1991): Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die Niedersächsischen Landesforsten. Bd. 2. Aus dem Walde Heft 43. Mitteilungen aus der Niedersächsischen Landesforstverwaltung.

Otto, H. - J. (1993): Der dynamische Wald. Ökologische Grundlagen des naturnahen Waldbaues. Forst und Holz 48. Jg. (12): S. 331–335.

Otto, H. - J. (1994): Waldökologie. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.

Otto, H. – J. (1995): Zielorientierter Waldbau und Schutz sukzessionaler Prozesse. Holz und Forst 50. Jg. (7): S. 203–209.

Otto, H. – J. (1996): Gesellschaftliche Veränderungen und die Krise des Forstwesens. Forst und Holz 51. Jg. (21): S. 691–695.

Otto, H. – J. (1997): Baum ab – ja bitte. Nachhaltige Nutzung als Ausweg aus der ökonomischen und ökologischen Waldkrise. Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 29: S. 13.

Otto, H. – J. (1998): Gesellschaftliche Akzeptanz einer modernen Forstwirtschaft. Forst und Holz 53. Jg. (24): S. 723-727.

Pauli, B. (1999): Wald und Forstwirtschaft im Meinungsbild der Gesellschaft. Dissertation. Universität München.

Pfleiderer, E. H. (1998): Regionale Forstwirtschaft in globalen Märkten. Forst und Holz 53. Jg. (21): S. 635-641.

Pielou, E. C. (1977): Mathematical Ecology. John Wiley & Sons. New York.

Pommerening, A. (1997): Eine Analyse neuer Ansätze zur Bestandesinventur in strukturreichen Wäldern. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. Cuvillier Verlag. Göttingen.

Pommerening, A., Lewandowski, A. (1996): Zur Stichprobensimulation in strukturreichen Wäldern. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 168. Jg. (3-4): S. 63-66.

Pommerening, A., Lewandowski, A. (1997): Walddat 1.0 – Ein wissenschaftliches Auswertungsprogramm zur Bestandesinventur in strukturreichen Wäldern. Programmdokumentation. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August-Universität Göttingen.

Pommerening, A., Schmidt, M. (1998): Modifizierung des Stammabstandsverfahrens zur Verbesserung der Stammzahl- und Grundflächenschätzung. Forstarchiv 69. Jg.: S. 47-53.

Preißler, P. R. (1991): Controlling. Lehrbuch und Intensivkurs. 3., verbesserte und stark erweiterte Auflage. R. Oldenbourg Verlag. München und Wien.

Puttkamer, J. v. (1997): Qualitätsansprache in stehenden Beständen und ihre Verwendbarkeit. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (9): S. 487–490.

Puumalainen, J., Gadow, K. v., Korhonen, K. (1998): Flexible Ergebnisberechnung einer Eingriffsinventur. Forstarchiv 69. Jg.: S. 145-150.

Reichel, I. (2000): Darstellung der Waldstruktur im Geo-Informations-System. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August-Universität Göttingen.

Reichmann, T. (1993): Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten. Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption. 4. überarbeitete und erweiterte Auflage. Verlag Franz Vahlen. München.

Reichmann, T., Lachnit, L. (1976): Planung, Steuerung und Kontrolle mit Hilfe von Kennzahlen. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 28. Jg.: S. 705–723.

Riemer, T., Gadow, K. v., Sloboda, B. (1995): Ein Modell zur Beschreibung von Baumschäften. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 166. Jg. (7): S. 144-147.

Ripken, H. (1977): Ziele, Probleme und Möglichkeiten der forstlichen Betriebsanalyse unter Berücksichtigung der Inspektionstätigkeit. Allgemeine Forstzeitschrift 32. Jg. (31): S. 784-789.

Ripken, H. (1998a): Naturschutz als Bestandteil von Planung und Controlling. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (4): S.182-186.

Ripken, H. (1998b): Organisationsstrukturen für den Waldnaturschutz. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (4): S. 186-187.

Ripken, H. (2001): Vom Baum zum Werk – wer soll die Logistik bewältigen? Forst und Holz 56. Jg. (19): S. 628–631.

Ripken, H. (2002): Ein Kennzahlenschema für den Betriebs- und Zeitvergleich von staatlichen, kommunalen und privaten Forstbetrieben. Forst und Holz 57 Jg. (4): S. 100-104.

Rödig, K. P. (1999): Was soll Forsteinrichtung in der Zukunft leisten? Forst und Holz 54. Jg. (22): S. 701-704.

Saborowski, J., (1992): Ein Diskussionsbeitrag zum Thema: Systematische Stichproben in der Waldinventur. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung 163 (6): S. 107-110.

Saborowski, J. (1993): Stichprobenverfahren der Waldinventur. Unveröffentlichtes Scriptum. Institut für forstliche Biometrie. Georg-August-Universität Göttingen.

Sagl, W. (1995): Forsteinrichtung auf dem Prüfstand. Schriftenreihe Institut für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik der Universität für Bodenkultur. Nr. 26. Wien.

Sander, J. (2000): Betriebssteuerung mit moderner Informationstechnik und Aufgaben der Forsteinrichtung in der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. Forst und Holz 55. Jg. (5): S. 150-153.

Sander, J. (2003): Messung des Erfolges der Landesforstverwaltung. Vortrag im Betriebswirtschaftlichen Seminar. Münchehof.

Schanz, H. (1996): Forstliche Nachhaltigkeit. Sozialwissenschaftliche Analyse der Begriffsinhalte und –funktionen. Schriften aus dem Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg. Band 4.

Schickmüller, R., Moos J. v. (2004): Aufbau- und Ablauforganisation am Fallbeispiel Innerschweiz. Wald und Holz (2): S. 43-45

Schmid-Haas, P., Werner J., Baumann, E. (1978): Kontrollstichproben: Aufnahmeinstruktionen. 2. Auflage. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen. Birmensdorf.

Schmid-Haas, P. (1989): Schweizer Kontrollstichprobenverfahren in der Forsteinrichtung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen (140): S. 43-56

Schmidt, M., Gadow, K. (1997): Forsteinrichtung auf Basis von Stichprobeninventuren im Forstbetrieb der Stadt Brilon. Unveröffentlichter Abschlußbericht zum LÖBF–Forschungsprojekt. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde. Georg-August-Universität Göttingen.

Schnellbächer, H. J. (2000): Gemeinsame Sache. Forstverwaltungen entwickeln länderübergreifendes GIS. GeoBit (5): S. 26.

Schober, R. (1972): Die Rotbuche. J. D. Sauerländer´s Verlag. Frankfurt am Main.

Schoepfer, W. (1998): Schritte zu einem Informationssystem für Holzernte und Holzvermarktung. Forst und Holz 53. Jg. (12): S. 379-387.

Schoepfer, W., Avemark, W., Stöhr, D. (1996): Sorten-, Erlös- und Kostenkalkulation in der Holzernte- eine PC-gestützte Entscheidungshilfe für den Forstbetrieb. Forst und Holz 51. Jg. (14): S. 457-461.

Schoepfer, W., Kändler, G., Stöhr, D. (2003): Entscheidungshilfen für Forst- und Holzwirtschaft- zur Abschlussversion von HOLZERNTE. Forst und Holz 58. Jg. (18): S. 545-550.

Schoepfer, W., Kändler, G., Stöhr, D. (2004): Simulation einer wertoptimalen Holzeinteilung bei Vollernteeinsatz. Forst und Holz 59. Jg. (6): S. 263-268.

Schroeter, H. (2000): Konzeption einer Wertansprache für Eichenholz am stehenden Stamm. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. Cuvillier Verlag. Göttingen.

Schütz, J. - P. (2001): Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder. Parey. Berlin.

Schumacher, F. X. (1939): A new growth curve and its application to timber yield studies. J. of Forestry 37.

Schumann, M. (2002): Struktureller Wandel und Entwicklung der Qualifikationsanforderungen. Vortrag beim 4. BIBB-Fachkongress 2002 in Berlin. Berufsbildung für eine globale Gesellschaft: Perspektiven im 21. Jahrhundert-Ergebnisse und Ausblicke. Bonn.

Schwarz, T., Reich, C. (2002): ELDAT–Datenschnittstelle für Forst- und Holzwirtschaft. Allgemeine Forstzeitschrift-Der Wald (16): S. 844–845.

Schwennsen, A. (1994): Controlling-Anwendungsmöglichkeiten im Forstbetrieb? Rationalisierungs-möglichkeiten im Forstbetrieb. Berichte und Studien der Hanns-Seidel-Stiftung e.V. Band 67. Reihe Agrarpolitik Band 6. München.

Sekot, W. (1991): Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Forsteinrichtung als Führungsinstrument im Forstbetrieb. Schriftenreihe des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Band 12. Universität für Bodenkultur. Eigenverlag des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Wien.

Sekot, W. (1993): Studienunterlagen zur Forsteinrichtung. Schriftenreihe des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Band 19. Universität für Bodenkultur. Eigenverlag des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Wien.

Shannon, C. E., Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana. Illinois.

Speidel, G. (1955): Die Wertklasse als Gütemaßstab in der Forsteinrichtung. Forstarchiv 26 Jg.: S. 217-224.

Speidel, G. (1957): Die rechnerischen Grundlagen der Leistungskontrolle und ihre praktische Durchführung in der Forsteinrichtung. Schriftenreihe d. Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Bd. 19. J. D. Sauerländer´s Verlag. Frankfurt am Main.

Speidel, G. (1972): Planung im Forstbetrieb. Grundlagen und Methoden der Forsteinrichtung. Verlag P. Parey. Hamburg und Berlin.

Speidel, G. (1983): Forstliche Betriebswirtschaftslehre. 2., überarbeitete Auflage. Verlag P. Parey. Hamburg und Berlin.

Spellmann, H., Nagel, J. u. Böckmann, T. (1999): Summarische Nutzungsplanung auf der Basis von Betriebsinventurdaten. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 170. Jg. (7): S. 122–128.

Starke, J. (1989): Kontrollstichproben in Niedersachsen. Forst und Holz 44. Jg. (13): S. 331–341.

Staupendahl, K. (1997): Ein neues Stichprobenverfahren zur Erfassung der Naturverjüngung. Vortrag beim Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Sektion Forstliche Biometrie und Informatik. Freiburg im Breisgau.

Staupendahl, K. (1999): Bestandesbezogene Modellierung von Durchforstungen in Buchenreinbeständen auf der Basis des Stammzahl-Grundflächen-Verhältnisses. Vortrag beim Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Sektion Ertragskunde. Volpriehausen/Solling.

Staupendahl, K., Gadow, K. v. (2002): Zustandserfassung in der Forsteinrichtung. Beilage zur Lehrveranstaltung am 26.11.2002. Georg-August-Universität Göttingen.

Sterba, H., (1998): Das Randproblem bei der Erfassung von Strukturparametern. Vortrag am 25. 6. 1998. Fakultät für Forstwissenschaften u. Waldökologie. Göttingen.

Stoll, S., Grundmann, V. (2001): Forsteinrichtung im Wandel. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (1): S. 27-29.

Stolzenburg, U. (2003): Aus- und Bewertung der Einführung teilautonomer Gruppenarbeit. Vortrag im Seminar: Arbeitsorganisation und Arbeitsverfahren in anderen Forstverwaltungen. Münchehof.

Teuffel, K. Frhr. v., Krebs, M. (1999): Forsteinrichtung im Wandel. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (16): S.858-864.

Trincado, G. F. (1996): Modellierung der Schaftform von Fichten (Picea abies Karst.) und Buchen (Fagus sylvatica L.). Wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des Grades Magister der tropischen Forstwirtschaft. Fakultät für Forstwissenschaft und Waldökologie. Georg-August-Universiät Göttingen.

Trincado, G., Gadow, K. v. (1996): Zur Sortimentschätzung stehender Laubbäume. Centralblatt für das gesamte Forstwesen (113) (1): S. 27-38.

Trisl, O. (1998): Untersuchungen zur Entwicklung eines optimalen Stichprobenverfahrens für die langfristige Beobachtung der Schälschadenssituation. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. Hainholzverlag. Göttingen.

Tzschupke, W. (1989): Anforderungen an ein zeit- und funktionengerechtes Forsteinrichtungsverfahren. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 160. Jg. (4): S. 62-65.

Tzschupke, W. (1991): Betriebs- oder bestandesbezogene Waldzustandsinventuren für die Forsteinrichtung. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (10): S. 195-200.

Tzschupke, W. (1993): Der Zielbezug in der forstlichen Erfolgskontrolle. Forstarchiv 64. Jg.: S. 20–23.

Tzschupke, W. (1997): Controlling im Forstbetrieb. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 168. Jg. (10): S. 190-193.

Uusitalo, J. (1995): Pre-harvest measurement of pine stands for sawing production planning. Department of Forest Resource Management. Publications 9. University of Helsinki.

Uusitalo, J., Kivinen, V. P. (2000): EMO: A pre-harvest measurement tool for predicting forst composition. In: Usenius, A. et al. [eds.]: Proceedings of 3rd workshop on measuring of wood properties, grades and qualities in the conversion chain and global wood chain optimisation. S 173-180. Espo. Finland

Vacik, H. (2000): Ein entscheidungsunterstützendes System für die Verjüngungsplanung in den Quellenschutzwäldern der Stadt Wien. Forstarchiv 71. Jg.: S. 223-233.

Vanclay, J. (1998): Towards more rigorous assessment of biodiversity. In: Bachmann, P., Köhl, M., Päivinen, R. [eds]: Assessment of biodiversity for improved forest planning. Kluver Academic Publishers. Dordrecht.

Volz, K. R. (1997): Deregulierung aus forstpolitischer Sicht. Vortrag anlässlich des Kolloquiums zur Verleihung des Karl-Abetz-Preises am 17.6.1997. Freiburg.

Volz, K. R. (2000): Zur Rolle des Staatswaldes in unserer Gesellschaft. Forst und Holz 55. Jg.(17): S. 550–552.

Volz, K. R. (2002): Forstwirtschaft und Holzindustrie auf dem Weg zu größeren Einheiten. Forst und Holz 57. Jg. (12): S. 386–391.

Watermann, J. (2003): Kosten der Rundholzlogistik. Unveröffentlichte Hausarbeit an der Verwaltungsakademie. Göttingen.

Weber, J. (1993): Einführung in das Controlling. 4. Auflage. Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart.

Wenzel, P. (1997) Zielsystem für die Landesforstverwaltung von Sachsen-Anhalt. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald (11): S. 573-576.

Westphal, J. (2002): Vergleichende Organisationsanalyse der französischen und der britischen Staatsforstverwaltung vor dem Hintergrund des Strukturwandels in den deutschen öffentlichen Forstverwaltungen. Unveröffentlichter Projektbericht. Institut für Forstökonomie. Georg-August Universität Göttingen.

Wiegard, C. (1998): Untersuchung zur Entwicklung flexibler Wertinventuren in Waldbeständen. Dissertation. Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie. Georg-August-Universität Göttingen. Hainholzverlag. Göttingen.

Wiegard, C., Netzker, D., Gadow, K. v. (1997): Die Erdstückmethode der Wertinventur. Forstarchiv 68. Jg.: S. 144-148.

Wilhelm, G. J. (1996): Das rheinland-pfälzische Schwachholzkonzept: Frühzeitige, zuverlässige, umfassende Information zur erfolgreichen Bereitstellung und Vermarktung. Forstbetriebliche Optimierungsspielräume im Schwachholz. Forsttechnische Informationen. Fachzeitung für Waldarbeit und Forsttechnik (12): S. 156-158.

Wohlfarth (1950): Wertkontrolle im Nadelwald. Allgemeine Forstzeitschrift 5. Jg. (45): S. 484-485.

Wollborn, P., Böckmann, T. (1998): Ein praktikables Modell zur Strukturierung des Vorrates aus Ertragstafelschätzung. Forst und Holz 53. Jg. (18): S. 547–550.

Zangemeister, C. (1973): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. Wittemannsche Buchhandlung. München.

Ziegenbein, K. (1995): Controlling. 5. Auflage. Friedrich Kiehl Verlag. Ludwigshafen.

Zingg, A., Bachofen, H. (1988): Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Erstaufnahme 1982-1986. Berichte der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen. Birmensdorf.

Zöhrer, F. (1980): Forstinventur. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.

Züge, J. (1986): Wachtumsdynamik eines Buchenwaldes auf Kalkgestein – mit besonderer Berücksichtigung der interspezifischen Konkurrenzverhältnisse. Dissertation. Forstwissenschaftlicher Fachbereich der Georg-August-Universität Göttingen.

Software

Hinrichs, L. (2002): *Eingriffsinventur*. Entwickelt unter MS-Access.

Lewandowski, A., Pommerening, A., Gadow K. v., u. Schmidt, M. (2000): *WaldDat 2.0* - Ein Programm zur Auswertung und Präsentation von Stichprobeninventuren. Entwickelt unter Borland Delphi.

Nagel, J., Albert, M., Schmidt, M. (2002): Das Prognose- und Entscheidungsmodell *Bwin Pro 6.02*.

Staupendahl, K. (1997): *VIA 2.0*. Entwickelt unter Borland Delphi. Ein Programm zur Auswertung und Präsentation von Verjüngungsinventuren auf der Basis systematischer Stichproben.

Standardsoftware: *MS-Office 2000 (Access, Excel, Word), OpenOffice.org 1.1.0, Visio; ArcView.*

Mitteilungen der Verwaltung

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2001): Bundeswaldgesetz vom 2.5.1975 (BGBL. I S. 1037) zuletzt geändert durch Artikel 2 Abs. 1 des Gesetzes vom 26.8.1998 (BGBL. I S. 2521), BMVEL. Bonn.

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Juli 2001): Gesamtwaldbericht der Bundesregierung.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (1999): Grundsätze und Empfehlungen zur Naturnahen Wirtschaftsweise im Hessischen Staatswald. Wiesbaden.

Landesforstverwaltung Baden-Württemberg (1999): Richtlinie Landesweiter Waldentwicklungstypen. Ministerium Ländlicher Raum, Stuttgart.
Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt (1995): Arbeitsanweisung Außenarbeiten. Unveröffentlicht.
Niedersächsische Landesforstverwaltung (1974): Vorschrift für die Aufstellung periodischer Betriebspläne im Körperschafts- und Genossenschaftswald (BA GEN.74) und ergänzende Anweisung (EA GEN.74).
Niedersächsische Landesforsten (1994): Langfristige, ökologische Waldbauplanung in den niedersächsischen Landesforsten. RdErl. d. ML v. 5.5.1994.
Niedersächsische Landesforsten (1994): Anweisung zur Kontrollstichprobe.
Niedersächsische Landesforsten (1997): Entscheidungshilfen zur Behandlung und Entwicklung von Buchenbeständen. Merkblatt Nr. 33.
Niedersächsische Landesforsten (2001): Habitatbäume und Totholz im Wald 2000. Merkblatt Nr. 38.
Niedersächsische Landesregierung (1992): Niedersächsisches Programm zur langfristigen ökologischen Waldentwicklung in den Landesforsten. Wolfenbüttel.
Niedersächsische Landesregierung (2002): Niedersächsisches Gesetz über den Wald und die Landschaftsordnung (NwaldLG) vom 21.03.2002.
Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1987): Anweisung zur Betriebsregelung (Forsteinrichtung) in den Niedersächsischen Landesforsten (B.A.87).
Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1999): Einführung von Gruppenarbeit in der Landesforstverwaltung. RdErl. des ML v. 15.2.1999
Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1999): Fortentwicklung des Waldarbeitereinsatzes (Arbeitsorganisation). Anlage zum RdErl. v. 5.2.1999.
Thüringer Ministerium für Landwirtschaft und Forsten (1992): Waldbauliche Zielsetzungen der Thüringer Landesforstverwaltung. Erfurt.

Mitteilungen von Organisationen

Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung (1995): Stand und Entwicklung der Betriebsinventur auf Stichprobenbasis in der Bundesrepublik Deutschland.
Deutscher Forstwirtschaftsrat (DFWR) (1988): Empfehlungen zur Vereinheitlichung des forstlichen Rechnungswesens 1980. 3. Auflage. Euskirchen.
KWF (2001): 13. Tagung 2000, Hrsg. Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF). Groß-Umstadt.
KWF-Tagung (2000): Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 18-19: S. 996-1003.
UNCSD (1995): Santiago Erklärung, Montreal

8 Anhang

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Controllingblatt für die Abteilung 141/1

Auswertung der Daten aus der Abt. 141/1 mit dem Programm *Eingriffsinventur*

Statistische Parameter errechnet mit dem Programm *Eingriffsinventur*

Auswertung der Daten mit dem Programm *WaldDat 2.0*

Auswertung und Zuwachsprognosen mit dem Programm *BWin Pro 6.02*

Betriebskarten Lehrwald Södderich

Luftbild der Abteilung 141

Verjüngungskarte Lehrwald Södderich

Waldaufnahmeformular

	Inhalt	Seite
1	*Abbildung 2.1. Controlling Tätigkeiten (Ziegenbein, 1995, S. 64).*	13
2	*Abbildung 2.2. Planungssystem und Planungsebenen (nach Grammel, 1988, S. 32).*	15
3	*Abbildung 2.3. Der Controllingregelkreis (Gadow, 2000, S. 218).*	17
4	*Abbildung 2.4. Ziel-, Informations-, Planungs- und Kontrollsystem (Preißler, 1991, S. 67).*	19
5	*Abbildung 2.5. Innerhalb räumlich begrenzter Probeflächen kann eine Aussage über die einfache Struktur ausreichend sein, da die Anteile gleichzeitig räumliche Diversität beschreiben (A = räumlich homogen; B = räumlich inhomogen; C= räumlich homogen; D = räumlich inhomogen; Gadow, 2000).*	32
6	*Abbildung 2.6. Elemente der Waldstruktur, die die räumliche Verteilung der Baumeigenschaften berücksichtigen (w_{ij}, m_{ij} und t_{ij} sind Variablen, die die Anzahl abnormal positionierter, andersartiger und größerer Nachbarn j eines gegebenen Bezugsbaumes i repräsentieren; Gadow, 2000).*	33
7	*Abbildung 2.7. Strukturelle Vierergruppe zur Bestimmung der Aggregation Durchmischung und Differenzierung.*	34
8	*Abbildung 2.8. Bestandesweise Bearbeitung beim Waldbegang und beispielhafte Darstellung der systematischen Verteilung von Probekreisen für die Teilfläche eines Betriebes bei der Betriebsinventur und von zwei Beständen bei der Eingriffsinventur.*	36
9	*Abbildung 2.9. Waldinventuren erfassen den Gesamtbestand (links) oder den verbleibenden Bestand nach dem Eingriff (rechts). Eingriffsinventuren erfassen gleichzeitig zwei Zustände und die Zustandsveränderung (Mitte) (nach Gadow u. Stüber, 1994).*	39
10	*Abbildung 3.1. Zieldimensionen und Zielbeziehungen (Erler, 2000, S. 117).*	41
11	*Abbildung 3.2. Beispiel eines Subzielsystems für den Forstbetrieb (Erler, 2000, S. 126).*	43
12	*Abbildung 3.3. Oberziel und Teilziele für den Forstbetrieb.*	44
13	*Abbildung 3.4. Waldbaulich-waldwachstumskundliches Subzielsystem für den forstlichen Eingriff.*	46
14	*Abbildung 3.5. Kriterien zur Quantifizierung der Sachziele des forstlichen Eingriffs.*	49
15	*Abbildung 4.1. Schematische Darstellung einer systematischen Verteilung von Probekreisen mit Hilfe eines quadratischen Gitternetzes (im Anhalt an Kramer u. Akça, 1995, S. 85).*	58
16	*Abbildung 4.2. Strukturelle Vierergruppe zur Erfassung der räumlichen Struktur von Waldbeständen (Füldner, 1995).*	60
17	*Abbildung 4.3. Mögliche Werte der Artendurchmischung in der Strukturellen Vierergruppe (Gadow, 2000).*	61
18	*Abbildung 4.4. Einige mögliche Werte der Durchmesserdifferenzierung in der Strukturellen Vierergruppe (Gadow, 2000).*	61
19	*Abbildung 4.5. Schematische Darstellung der fünf Methoden der Wertansprache (nach Wiegard, 1998).*	64
20	*Abbildung 4.6. Schematische Darstellung der Qualitätsansprache massengleicher Stammteile.*	65

	Inhalt	Seite
21	*Abbildung 4.7. Qualitätsansprache von Buchen im Vergleich.*	68
22	*Abbildung 4.8. Qualitätsansprache von Buchen am Einzelbaum.*	69
23	*Abbildung 4.9: Schema eines Stichprobenpunktes mit Angabe der Baumart und der Pflanzenhöhe in cm. Das Ergebnis ist eine dreidimensionale Matrix und lautet in diesem Fall: "Buche, 3000 Pfl./ha, Höhenstufe 50-99 cm" (Staupendahl et al., 1997).*	70
24	*Abbildung 4.10. Darstellung eines Schaftprofils eines Laubbaumes bis zum Kronenansatz (Pommerening u. Lewandowski, 1997, S. 40).*	74
25	*Abbildung 4.11. Zwei Varianten der Laubholzsortierung(Hinrichs, 2002).*	77
26	*Abbildung 4.12. Durchmesserverteilung für die Baumart Buche in der Abteilung 141. Z- Bäume werden nicht aufgenommen und dargestellt (BWin Pro 6.02).*	87
27	*Abbildung 4.13. Durchmesserverteilung für die Baumart Buche in der Abteilung 11/2. Z- Bäume werden nicht aufgenommen und dargestellt (BWin Pro 6.02).*	87
28	*Abbildung 4.14. Durchmesserverteilung für die Baumart Buche in der Abteilung 11/1. Z - Bäume werden nicht aufgenommen und dargestellt (Bwin Pro 6.02).*	88
29	*Abbildung 4.15. Güteverteilung der Buche in Abteilung 141/1 (Eingriffsinventur).*	90
30	*Abbildung 4.16. Flächenanteile der Baumarten Buche, Esche und Bergahorn in Abteilung 141/1 (VIA 2.0).*	92
31	*Abbildung 4.17. Flächenanteile und Höhenstufen der Baumarten Buche, Esche und Bergahorn in Abteilung 141/1 (VIA 2.0).*	92
32	*Abbildung 4.18. Flächenanteile und Verbissklassen der Baumarten Buche, Esche und Bergahorn in Abteilung 141/1 (VIA 2.0).*	93

	Inhalt	Seite
1	*Tabelle 1.1. Besonderheiten der forstlichen Produktion (Schwennsen, 1994, S. 194)*	6
2	*Tabelle 2.1. Unterteilung in operatives und strategisches Controlling (Horváth 1994, S. 239).*	14
3	*Tabelle 2.2. Führungstätigkeiten in der Unternehmung. Entscheidungsphasenschema (nach Hahn, 1996, S. 46).*	21
4	*Tabelle 2.3. Funktionen von Kennzahlen nach Weber (1993, S. 202).*	22
5	*Tabelle 2.4. Kennzahlen Betriebsstruktur. Naturale Kennzahlen der Landesforstverwaltung Niedersachsen (nach Merker, 1997, S. 42).*	26
6	*Tabelle 2.5. Sachzielorientierte Bestimmungsfaktoren Naturgemäßer Waldwirtschaft (nach Merker, 1997, S. 45).*	27
7	*Tabelle 2.6. Ökonomisches Sachziel: Kennzahlen zur Analyse forstlicher Eingriffe.*	29
8	*Tabelle 2.7. Ökonomisches Formalziel: Kennzahl Deckungsbeitrag I.*	30
9	*Tabelle 2.8. Ökologisches Sachziel: Kennzahlen zur Analyse forstlicher Eingriffe.*	31
10	*Tabelle 3.1. Betrachtungsebene und mögliche Zielinhalte (Ziegenbein, 1995, S. 24).*	42
11	*Tabelle 3.2. Vergleich unterschiedlicher Verfahrenskonzepte in der Forsteinrichtung unter zieltheoretischen Aspekten.*	52
12	*Tabelle 4.1. Klimawerte für den Wuchsbezirk Göttinger Wald nach Otto (1991) und Gruber (2001).*	55
13	*Tabelle 4.2. Übersicht der Flächeneinteilung der Abteilungen 1, 2, 3, 11, 12 und 141 nach der Forsteinrichtung (Stichtag der Forsteinrichtung: 1. 10. 1991).*	57
14	*Tabelle 4.3. Die artenspezifischen Parameter der Höhenkurve nach Schumacher für den Göttinger Kalkbuchenwald. N=Anzahl der untersuchten Bäume, a_0 und a_1=geschätzte Parameter, r^2=Bestimmtheitsmaß, SE=mittlerer quadratischer Fehler der Schätzung (Hessenmöller, 2002).*	71
15	*Tabelle 4.4. Koeffizienten der Kronenansatzfunktion (nach Nagel, 1999).*	72
16	*Tabelle 4.5. Formzahlfunktionen für Laubhölzer nach Bergel (Pommerening u. Lewandowski, 1997).*	73
17	*Tabelle 4.6. Geschätzte Parameter und statistische Kennwerte der modifizierten Brinkfunktion für Rotbuche und Eiche, wobei $k=i/r'_{1,3}$ (nach Nagel et al., 2001).*	75
18	*Tabelle 4.7. Kriterien für die Zuordnung in die Güteklassen B und C (Hinrichs, 2002).*	79
19	*Tabelle 4.8. Grundfläche pro Hektar für alle Baumarten in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 (WaldDat 2.0).*	81
20	*Tabelle 4.9. Stammzahl pro Hektar über alle Baumarten von den Flächen 141/1, 11/1 und 11/2 (WaldDat 2.0).*	82
21	*Tabelle 4.10. Volumen m³ / ha der Flächen 11/1, 11/2 141/1 (Brinkfunktion; WaldDat 2.0).*	82
22	*Tabelle 4.11. Vergleich der Artendurchmischung für die Flächen in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 nach dem Eingriff (WaldDat 2.0).*	83

	Inhalt	Seite
23	*Tabelle 4.12. Durchmesserdifferenzierung in Abteilung 11/1 (WaldDat 2.0).*	83
24	*Tabelle 4.13. Durchmesserdifferenzierung in Abteilung 11/2 (WaldDat 2.0).*	84
25	*Tabelle 4.14. Durchmesserdifferenzierung in Abteilung 141/1 (WaldDat 2.0).*	84
26	*Tabelle 4.16. Mittel für T 1, T 2 und T 3 der drei Teilflächen in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 (WaldDat 2.0).*	85
27	*Tabelle 4.17. Artenvielfalt in den Abteilungen 11/1, 11/2 und 141/1 (BWin Pro 6.02).*	85
28	*Tabelle 4.18. Kriterien Absatzfähigkeit, Produktionsfähigkeit, Regenerationsfähigkeit und Eingriffsstärke.*	89
29	*Tabelle 4.19. Stärke- und Güteklassenverteilung für die verbleibende Buche in Abteilung 141/1 in m³ o. R. im Festmaß (Eingriffsinventur).*	90

Controllingblatt: Hiebsmaßnahme in Abteilung 141 (Teilfläche1)

Forstamt: Bovenden	Försterei: Reyershausen	Abteilung: 141	Fläche: ca. 6,0 ha		Datum: 1.11.2001
Probekreis: r = 12,62 m	Probekreis: F = 500 m²	Anzahl Probekreise: 19	Gitternetzweite in m: 40*40	Anzahl Bäume: 176	

Waldgesellschaft: Mesophiler Kalkbuchenwald
Bestand: Buchen – Edellaubholz – Mischbestand, mittleres bis starkes Baumholz

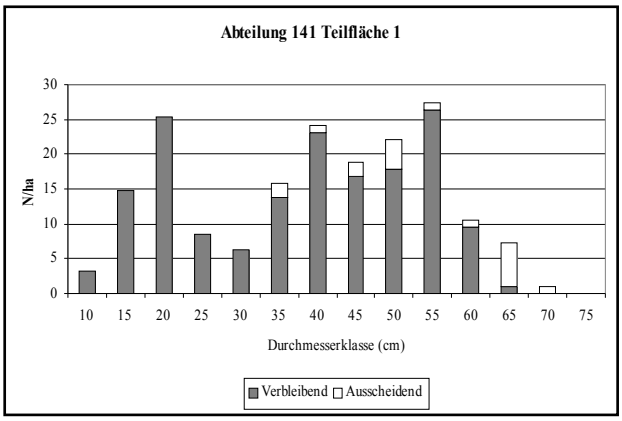
Bestandesdaten

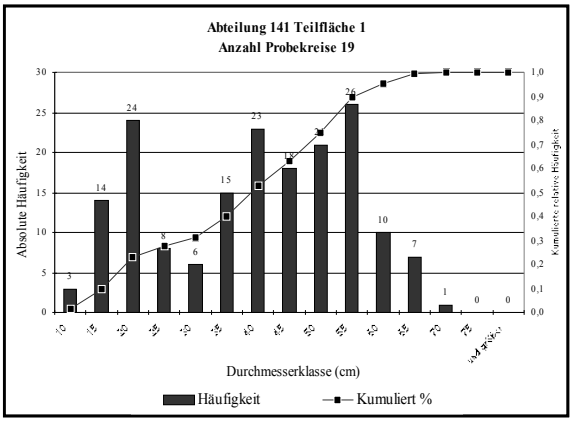
Baumart	Stammzahl N		Grundfläche G		Volumen Formzahl – Funktion		Volumen Brink – Funktion	
	N / ha	%	m² / ha	%	m³ m. R. / ha	%	m³ m. R. / ha	%
Buche verbleibend	153,70	83,0	18,38	76,5	278,15	75,4	226,60	75,6
Buche ausscheidend	18,95	10,2	4,15	17,3	68,29	18,5	54,69	18,2
Esche	5,26	2,8	0,89	3,7	14,44	3,9	11,67	3,9
Bergahorn	3,16	1,7	0,50	2,1	7,43	2,0	6,28	2,1
Feldahorn	1,05	0,6	0,01	0,4	0,04	0,0	0,03	0,0
Hainbuche	3,16	1,7	0,11	0,0	0,76	0,2	0,55	0,2
Summe	185,28	100	24,04	100	369,11	100	299,82	100

Güte- und Stärkeklassenübersicht / Baumart: Buche (Sortimentschätzung)

	Verbleibender Bestand nach dem Eingriff m³ o. R. / ha								Ausscheidender Bestand m³ o. R. / ha					
	Güteklasse A		Güteklasse B		Güteklasse C		Habitatbäume		Güteklasse A		Güteklasse B		Güteklasse C	
	m³	%	M³	%	m³.	%	m³.	%	m³	%	m³.	%	m³.	%
L 1a			3,38	2,6	0,46	0,4								
L 1b			3,62	2,8	0,00	0,0								
L 2a			2,74	2,1	0,66	0,7							0,93	0,9
L 2b			6,68	5,2	5,51	5,5							0,93	0,9
L 3a	1,96	3,8	23,84	18,4	5,58	5,6							1,24	1,2
L 3b	2,84	5,5	13,97	10,8	17,95	17,9					5,89	4,5	0,00	0,0
L 4	17,51	34,0	46,06	35,5	49,18	49,1					6,98	5,4	10,71	10,7
L 5	13,06	25,4	3,72	2,9	7,88	7,9			11,21	21,8	11,84	9,1	0,00	0,0
L 6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0			4,89	9,5	0,00	0,0	0,00	0,0
Summe	35,37	68,7	104	80,3	87,22	87,1			16,1	31,3	24,71	19,0	13,81	13,7
Summe	226,60								54,69					

Durchmesserverteilungen: Baumart Buche





Deckungsbeitrag I: Erlös für die Hiebsmaßnahme: 8985 €/ha / Holzerntekosten: 18,70 €/m³,
Holzerntekostenfreier Erlös: 7956 €/ha

Auswertung der Daten aus der Abt. 141/1 mit dem Programm *Eingriffsinventur*

Microsoft Access - [Bestandesdaten je ha]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?

Bestand | Grundfläche, Stammzahl, Vorräte | Sortimente | Stammzahlverteilung | Eingriffsstärke,Eingriffsart | artspez. rel. D-Verteilung | artspez. abs.D-Verteilung

Forstamt	Rfö	Abteilung	UAbteilung	Fläche (ha)	Pk.Radius	Pk.Anzahl	Raster	Datum
Bovenden		141	a		12,62	19,00	40	15.10.2001

Standortstyp	Mäßig frische bis kaum frische Standorte der Ebenen mit gut versorgten steinigen Kalksteinverwitterungslehmböden
WET	Buchen-Edellaubholz-Mischbestände
Waldgesellschaft	MK

Bestand wählen: Bovenden,141,a

schließen

Datensatz: 8 von 10

Formularansicht

Microsoft Access - [Bestandesdaten je ha]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?

Bestand | Grundfläche, Stammzahl, Vorräte | Sortimente | Stammzahlverteilung | Eingriffsstärke,Eingriffsart | artspez. rel. D-Verteilung | artspez. abs.D-Verteilung

Bestand

	G/ha	Stz/ha	Vol.FZ	Vol.Bfkt.	Vol.Huber
	m²	N	m³	m³	m³
v	19,87	166,20	300,83	245,15	249,63
a	4,15	18,93	68,29	54,69	55,77
Summe	24,02	185,14	369,12	299,84	305,40

Baumart

Baumart	w/a	Grundfläche		Stammzahl		VolFormzahl		VolBrink		VolHuber	
		m²	%	N	%	m³	%	m³	%	m³	%
Bergahorn	v	0,50	2,1	3,16	1,7	7,43	2,0	6,28	2,1	6,40	2,1
Esche	v	0,88	3,7	5,26	2,8	14,44	3,9	11,67	3,9	11,91	3,9
Feldahorn	v	0,01	0,0	1,05	0,6	0,04	0,0	0,03	0,0	0,03	0,0
Hainbuche	v	0,11	0,4	3,16	1,7	0,76	0,2	0,55	0,2	0,55	0,2
Rotbuche	a	4,15	17,3	18,93	10,2	68,29	18,5	54,69	18,2	55,77	18,3
Rotbuche	v	18,36	76,5	153,58	83,0	278,15	75,4	226,60	75,6	230,75	75,6

Datensatz: 8 von 10

Formularansicht

Microsoft Access - [Bestandesdaten je ha]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?

Bestand | Grundfläche, Stammzahl, Vorräte | Sortimente | Stammzahlverteilung | Eingriffsstärke,Eingriffsart | artspez. rel. D-Verteilung | artspez. abs.D-Verteilung

Baumart: Rotbuche

Anteil Güteklasse A				Anteil Güteklasse B				Anteil GüteklasseC			
Vol.Brinkfunktion		Vol.Huber		Vol.Brinkfunktion		Vol.Huber		Vol.Brinkfunktion		Vol.Huber	
m³	%	m³	%	m³	%	m³	%	m³	%	m³	%
51,48	18,3	51,73	18,1	129,71	46,1	131,96	46,1	100,10	35,6	101,97	35,6

Stärkeklassenverteilung

Güteklasse A

Stkl	w/a	Vol.Brinkfunktion		Vol.Huber		Stz/ha
		m³	%	m³	%	
L3a	v	1,96	3,8	1,97	3,8	3,16
L3b	v	2,84	5,5	2,85	5,5	5,26
L4	v	17,51	34,0	17,62	34,1	13,67
L5	a	11,21	21,8	11,27	21,8	4,21
L5	v	13,06	25,4	13,11	25,3	7,36
L6	a	4,89	9,5	4,91	9,5	2,10

Baumart wählen: Rotbuche

Güteklasse B

Stkl	w/s	Vol.Brinkfunktion		Vol.Huber		Stz/ha

Güteklasse C

Stkl	w/a	Vol.Brinkfunktion		Vol.Huber		Stz/ha

Datensatz: 5 von 5

Datensatz: 8 von 10

Formularansicht

Start | Datenbank | Karl : Datenbank | Start : Formular | Ergebnisse : Fo... | Bestandesdate... | Ergebnisse Har... | DE | 21:59

Microsoft Access - [Bestandesdaten je ha]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?

Bestand | Grundfläche, Stammzahl, Vorräte | Sortimente | Stammzahlverteilung | Eingriffsstärke,Eingriffsart | artspez. rel. D-Verteilung | artspez. abs.D-Verteilung

Güteklasse B

Stkl	w/s	Vol.Brinkfunktion		Vol.Huber		Stz/ha
		m³	%	m³	%	
L0	v	0,08	0,1	0,07	0,1	4,21
L1a	v	3,30	2,5	3,27	2,5	25,25
L1b	v	3,62	2,8	3,64	2,8	12,62
L2a	v	2,74	2,1	2,77	2,1	5,26
L2b	a	1,00	0,8	1,02	0,8	1,05
L2b	v	6,68	5,2	6,79	5,1	7,36
L3a	v	23,84	18,4	24,26	18,4	19,99
L3b	a	5,89	4,5	6,00	4,5	3,16
L3b	v	13,97	10,8	14,21	10,8	10,52
L4	a	6,98	5,4	7,09	5,4	4,21
L4	v	46,06	35,5	46,95	35,6	18,93
L5	a	11,84	9,1	12,08	9,2	3,16
L5	v	3,72	2,9	3,80	2,9	1,05

Güteklasse C

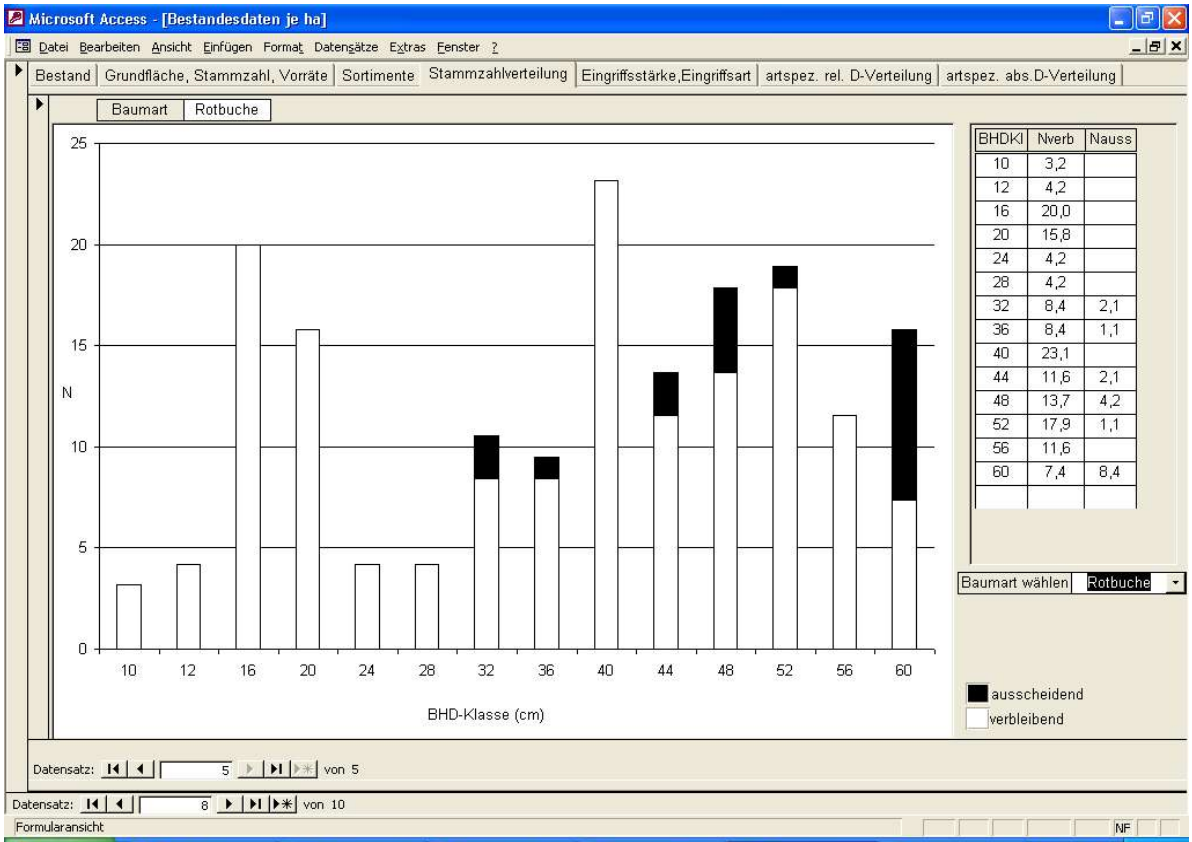
Stkl	w/a	Vol.Brinkfunktion		Vol.Huber		Stz/ha
		m³	%	%	%	
L0	v	0,04	0,0	0,04	0,0	1,05
L1a	v	0,42	0,4	0,41	0,4	3,16
L2a	v	0,66	0,7	0,67	0,7	1,05
L2b	a	0,93	0,9	0,94	0,9	1,05
L2b	v	5,51	5,5	5,60	5,5	6,31
L3a	a	1,24	1,2	1,26	1,2	1,05
L3a	v	5,58	5,6	5,67	5,6	5,26
L3b	v	17,95	17,9	18,28	17,9	10,52
L4	a	10,71	10,7	10,89	10,7	5,26
L4	v	49,18	49,1	50,15	49,2	18,93
L5	v	7,88	7,9	8,04	7,9	2,10

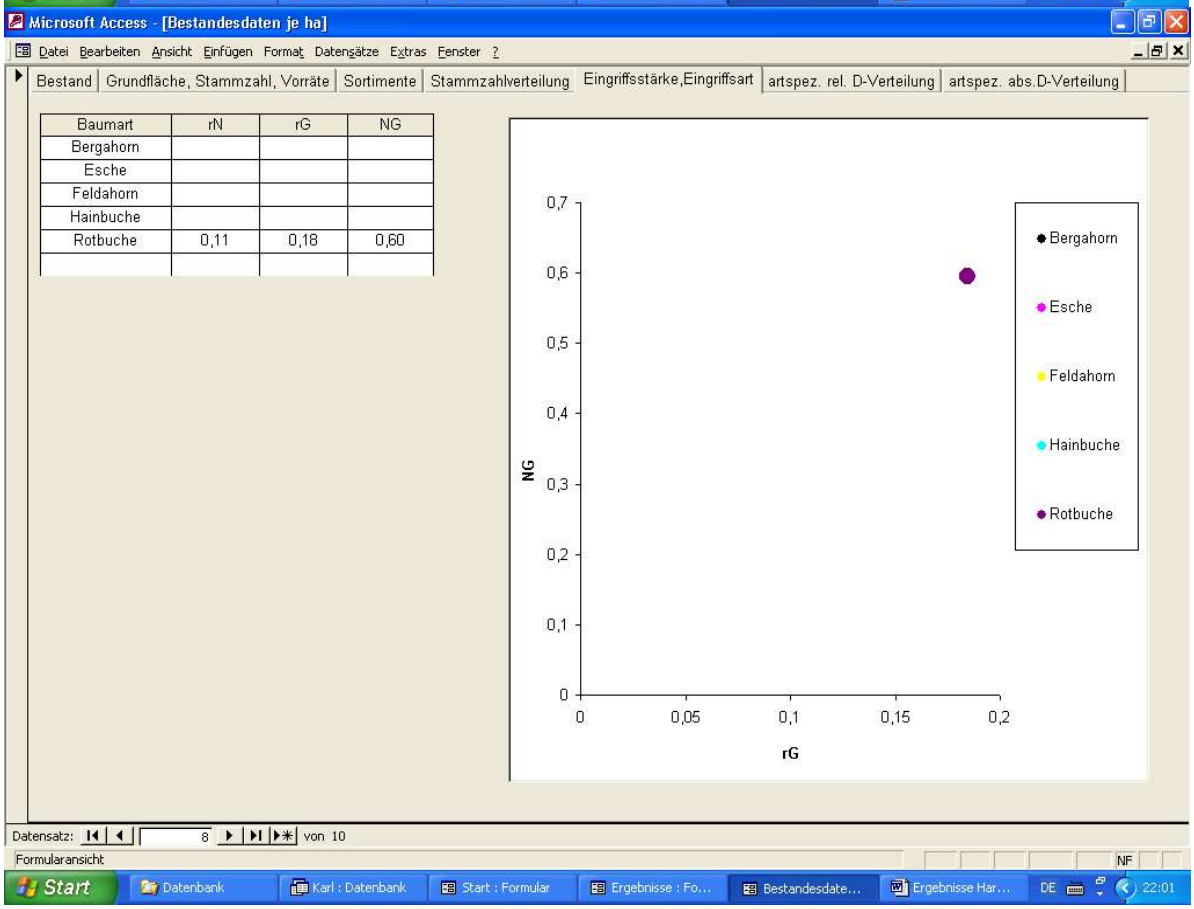
Datensatz: 5 von 5

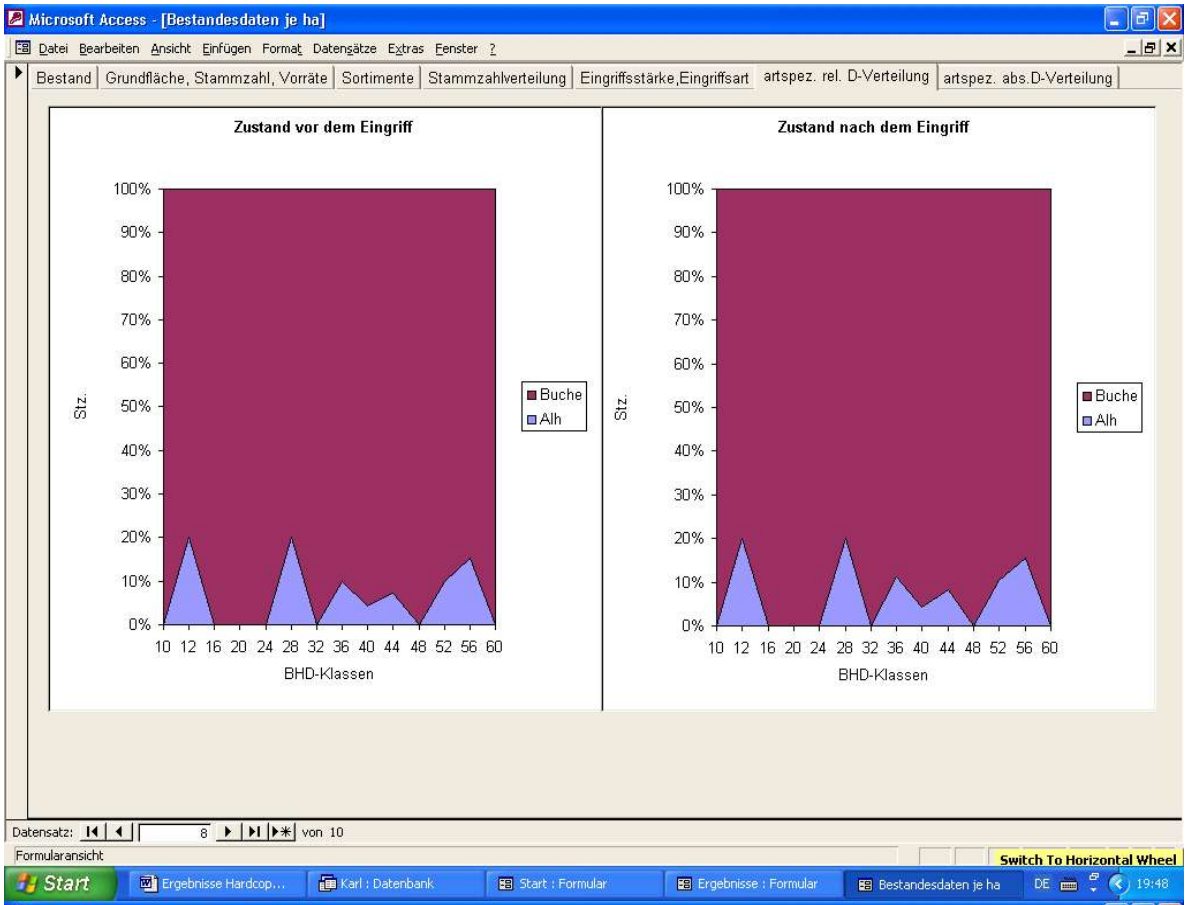
Datensatz: 8 von 10

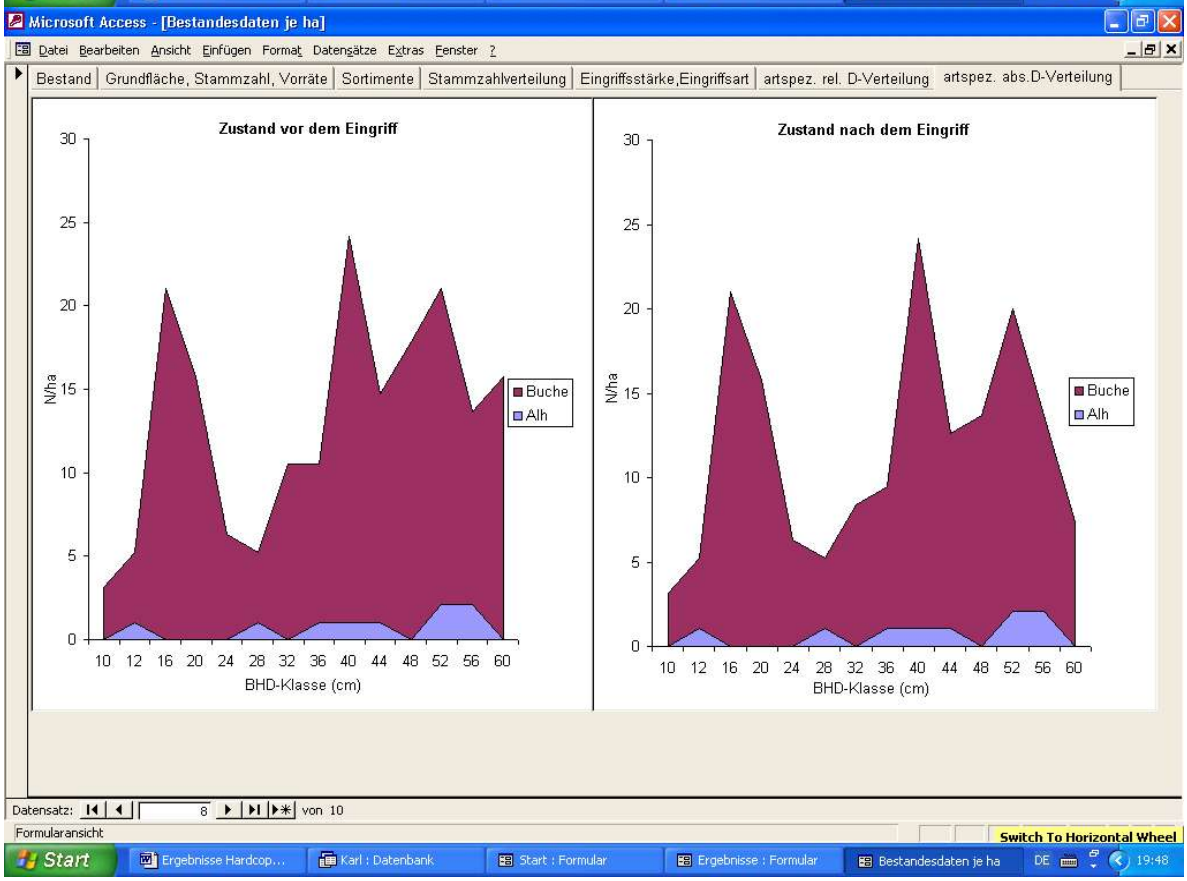
Formularansicht

Start | Datenbank | Karl : Datenbank | Start : Formular | Ergebnisse : Fo... | Bestandesdate... | Ergebnisse Har... | DE | 22:00


Microsoft Access - [Bestandesdaten je ha]
Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?
Bestand | Grundfläche, Stammzahl, Vorräte | Sortimente | Stammzahlverteilung | Eingriffsstärke,Eingriffsart | artspez. rel. D-Verteilung | artspez. abs.D-Verteilung
Baumart | Rotbuche
N
BHD-Klasse (cm)
BHDKl | Nverb | Nauss
10 | 3,2
12 | 4,2
16 | 20,0
20 | 15,8
24 | 4,2
28 | 4,2
32 | 8,4 | 2,1
36 | 8,4 | 1,1
40 | 23,1
44 | 11,6 | 2,1
48 | 13,7 | 4,2
52 | 17,9 | 1,1
56 | 11,6
60 | 7,4 | 8,4
Baumart wählen | Rotbuche
ausscheidend
verbleibend
Datensatz: 5 von 5
Datensatz: 8 von 10
Formularansicht
Start
Datenbank
Karl : Datenbank
Start : Formular
Ergebnisse : Fo...
Bestandesdate...
Ergebnisse Har...
DE
22:00


Microsoft Access - [Bestandesdaten je ha]
Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?
Bestand | Grundfläche, Stammzahl, Vorräte | Sortimente | Stammzahlverteilung | Eingriffsstärke,Eingriffsart | artspez. rel. D-Verteilung | artspez. abs.D-Verteilung
Baumart | rN | rG | NG
Bergahorn
Esche
Feldahorn
Hainbuche
Rotbuche | 0,11 | 0,18 | 0,60
NG
rG
Bergahorn
Esche
Feldahorn
Hainbuche
Rotbuche
Datensatz: 8 von 10
Formularansicht
Start
Datenbank
Karl : Datenbank
Start : Formular
Ergebnisse : Fo...
Bestandesdate...
Ergebnisse Har...
DE
22:01


Microsoft Access - [Bestandesdaten je ha]
Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?
Bestand
Grundfläche, Stammzahl, Vorräte
Sortimente
Stammzahlverteilung
Eingriffsstärke,Eingriffsart
artspez. rel. D-Verteilung
artspez. abs.D-Verteilung
Zustand vor dem Eingriff
Zustand nach dem Eingriff
Stz.
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
10 12 16 20 24 28 32 36 40 44 48 52 56 60
BHD-Klassen
Buche
Alh
Datensatz: 8 von 10
Formularansicht
Switch To Horizontal Wheel
Start
Ergebnisse Hardcop...
Karl : Datenbank
Start : Formular
Ergebnisse : Formular
Bestandesdaten je ha
DE
19:48


Microsoft Access - [Bestandesdaten je ha]
Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datensätze Extras Fenster ?
Bestand
Grundfläche, Stammzahl, Vorräte
Sortimente
Stammzahlverteilung
Eingriffsstärke,Eingriffsart
artspez. rel. D-Verteilung
artspez. abs.D-Verteilung
Zustand vor dem Eingriff
Zustand nach dem Eingriff
N/ha
30
25
20
15
10
5
0
10 12 16 20 24 28 32 36 40 44 48 52 56 60
BHD-Klasse (cm)
Buche
Alh
Datensatz: 8 von 10
Formularansicht
Switch To Horizontal Wheel
Start
Ergebnisse Hardcop...
Karl : Datenbank
Start : Formular
Ergebnisse : Formular
Bestandesdaten je ha
DE
19:48

Statistische Parameter errechnet mit dem Programm *Eingriffsinventur*

	Bösinghausen Abteilung 1				
	G/ha	***N/ha***	***Vol.FZ/ha***	***Vol.Bfkt./ha***	***Vol.Huber/ha***
Mittelwert	23,874	622,91	293,498	247,911	251,198
Varianz	33,276	47710,91	6877,700	4473,992	4639,583
Std.Abw.	5,769	218,43	82,932	66,888	68,114
Std.Fehler	1,360	51,48	19,547	15,766	16,055
VAR%	24,163	35,07	28,256	26,981	27,116
VAR%(MW)	5,695	8,27	6,660	6,359	6,391

	Bösinghausen Abteilung 2				
	G/ha	***N/ha***	***Vol.FZ/ha***	***Vol.Bfkt./ha***	***Vol.Huber/ha***
Mittelwert	26,869	322,54	397,292	324,799	330,765
Varianz	46,748	19565,23	12182,796	8119,021	8483,736
Std.Abw.	6,837	139,88	110,376	90,106	92,107
Std.Fehler	1,270	25,97	20,496	16,732	17,104
VAR%	25,446	43,37	27,782	27,742	27,847
VAR%(MW)	4,725	8,05	5,159	5,152	5,171

	Bösinghausen Abteilung 3				
	G/ha	***N/ha***	***Vol.FZ/ha***	***Vol.Bfkt./ha***	***Vol.Huber/ha***
Mittelwert	4,620	275,37	50,549	41,534	41,766
Varianz	11,161	41121,27	4051,658	2509,531	2636,708
Std.Abw.	3,341	202,78	63,653	50,095	51,349
Std.Fehler	1,056	64,13	20,129	15,841	16,238
VAR%	72,318	73,64	125,924	120,614	122,943
VAR%(MW)	22,869	23,29	39,821	38,141	38,878

	Bösinghausen Abteilung 11/2				
	G/ha	***N/ha***	***Vol.FZ/ha***	***Vol.Bfkt./ha***	***Vol.Huber/ha***
Mittelwert	26,210	225,73	407,795	329,306	335,452
Varianz	54,183	3283,72	14667,348	9044,938	9404,977
Std.Abw.	7,361	57,30	121,109	95,105	96,979
Std.Fehler	1,785	13,90	29,373	23,066	23,521
VAR%	28,084	25,39	29,698	28,880	28,910
VAR%(MW)	6,811	6,16	7,203	7,005	7,012

	Bösinghausen Abteilung 12				
	G/ha	***N/ha***	***Vol.FZ/ha***	***Vol.Bfkt./ha***	***Vol.Huber/ha***
Mittelwert	28,070	402,08	391,823	325,145	330,556
Varianz	31,778	37842,11	10757,717	6839,185	7171,320
Std.Abw.	5,637	194,53	103,719	82,699	84,684
Std.Fehler	1,367	47,18	25,156	20,058	20,539
VAR%	20,082	48,38	26,471	25,435	25,619
VAR%(MW)	4,871	11,73	6,420	6,169	6,213

	Bösinghausen Abteilung 141				
	G/ha	***N/ha***	***Vol.FZ/ha***	***Vol.Bfkt./ha***	***Vol.Huber/ha***
Mittelwert	24,017	185,14	369,116	299,836	305,400
Varianz	40,433	6206,68	9835,372	6417,829	6664,181
Std.Abw.	6,359	78,78	99,173	80,111	81,634
Std.Fehler	1,459	18,07	22,725	18,379	18,728
VAR%	26,476	42,55	26,868	26,718	26,730
VAR%(MW)	6,074	9,76	6,164	6,130	6,132

Auswertung der Daten mit dem Programm WaldDat 2.0

Forstamt: Bovenden	Försterei: Bösinghausen	Abteilung: 1	Fläche: 19,8 ha		Datum: 01.12.1998
Radius des Probekreises:	12,62 m 500 m²	Anzahl Probekreise: 18		Anzahl Bäume: 570	

Waldgesellschaft: Mesophiler Kalkbuchenwald
Bestand: Buchen – Edellaubholz – Mischbestand, mittleres bis starkes Baumholz

Bestandesdaten

Baumart	Stammzahl N		Grundfläche G		Volumen Formzahl – Funktion		Volumen Brink – Funktion	
	N / ha	%	m² / ha	%	m³ m. R. / ha	%	m³ m. R. / ha	%
Buche	490,00	77,3	15,20	62,1	194,00	62,83	164,20	62,98
Eiche	1,11	0,2	0,03	0,1	0,39	0,13	0,35	0,13
Birke	1,11	0,2	0,06	0,3	0,78	0,25	0,64	0,25
Europ.Lärche	10,00	1,6	0,55	2,2	8,01	2,59	7,66	2,94
Esche	72,22	11,4	4,73	19,3	61,49	19,92	51,10	19,60
Bergahorn	37,78	6,0	2,99	12,2	32,59	10,56	26,85	10,30
Spitzahorn	6,67	1,1	0,37	1,5	4,51	1,46	3,89	1,49
Hainbuche	7,78	1,2	0,15	0,6	1,64	0,53	1,52	0,58
Vogelkirsche	5,56	0,9	0,40	1,6	4,90	1,59	4,15	1,59
Pappel	1,11	0,1	0,03	0,1	0,42	0,14	0,37	0,14
Summe	633,34	100	24,51	100	308,73	100	260,73	100

Forstamt: Bovenden	Försterei: Bösinghausen	Abteilung: 2	Fläche: 21,9 ha		Datum: 01.02.1999
Radius des Probekreises:	12,62 m 500 m²	Anzahl Probekreise: 29		Anzahl Bäume: 469	

Waldgesellschaft: Mesophiler Kalkbuchenwald
Bestand: Buchen – Edellaubholz – Mischbestand, mittleres bis starkes Baumholz

Bestandesdaten

Baumart	Stammzahl N		Grundfläche G		Volumen Formzahl – Funktion		Volumen Brink – Funktion	
	N / ha	%	m² / ha	%	m³ m. R. / ha	%	m³ m. R. / ha	%
Buche	224,10	69,4	17,59	65,1	268,00	63,33	213,10	63,20
Eiche	9,66	3,0	2,06	7,6	34,29	8,10	27,53	8,17
Esche	26,90	8,3	4,30	15,8	80,01	18,91	62,56	18,56
Bergahorn	33,79	10,4	1,42	5,3	17,21	4,07	14,43	4,28
Spitzahorn	9,66	3,0	0,31	1,1	2,55	0,60	2,07	0,61
Hainbuche	3,45	1,1	0,04	0,2	0,43	0,10	0,46	0,14
Pappel	7,59	2,3	0,99	3,7	17,17	4,06	13,36	3,96
Fichte	0,69	0,2	0,09	0,3	0,97	0,23	1,14	0,34
Roterle	1,38	0,4	0,04	0,1	0,43	0,10	0,37	0,11
Elsbeere	1,38	0,4	0,13	0,5	1,27	0,30	1,24	0,37
Bergulme	1,38	0,4	0,02	0,1	0,23	0,06	0,23	0,07
Eberesche	3,45	1,1	0,06	0,2	0,58	0,14	0,63	0,19
Summe	323,43	100	27,05	100	423,14	100	337,10	100

Forstamt: Bovenden	Försterei: Bösinghausen	Abteilung: 3	Fläche: 16,5 ha		Datum: 01.02.1999
Radius des Probekreises:	12,62 m 500 m²	Anzahl Probekreise: 7		Anzahl Bäume: 125	

Waldgesellschaft: Mesophiler Kalkbuchenwald
Bestand: Buchen – Edellaubholz – Mischbestand, mittleres bis starkes Baumholz

Bestandesdaten

Baumart	Stammzahl N		Grundfläche G		Volumen Formzahl – Funktion		Volumen Brink – Funktion	
	N / ha	%	m² / ha	%	m³ m. R. / ha	%	M³ m. R. / ha	%
Buche	1229,00	72,2	10,65	73,4	56,62	69,88		
Esche	314,30	18,5	2,44	16,9	10,71	13,21		
Bergahorn	42,86	2,5	0,49	3,4	5,17	6,38		
Spitzahorn	57,14	3,4	0,41	2,8	3,64	4,50		
Pappel	57,14	3,4	0,50	3,5	4,89	6,03		
Summe	1700,44	100	14,49	100	81,03	100		

Forstamt: Bovenden	Försterei: Bösinghausen	Abteilung: 11 (1)	Fläche: 13,5 ha		Datum: 04.11.1999
Radius des Probekreis:	12,62 m 500 m²	Anzahl Probekreise: 48	Gitternetzweite in m: 40*40	Anzahl Bäume: 679	

Waldgesellschaft: Mesophiler Kalkbuchenwald
Bestand: Buchen – Edellaubholz – Mischbestand, mittleres bis starkes Baumholz

Bestandesdaten

Baumart	Stammzahl N		Grundfläche G		Volumen Formzahl – Funktion		Volumen Brink – Funktion	
	N / ha	%	m² / ha	%	M³ m. R. / ha	%	m³ m. R. / ha	%
Eiche	0	0	0	0	0	0	0	0
Buche verbleibend	201,70	71,28	17,36	64,28	268,40	64,87	213,50	63,51
Buche ausscheidend	24,58	8,68	3,51	13,01	50,92	12,31	46,30	13,78
Esche	19,17	6,78	2,91	10,77	45,71	11,05	36,04	10,72
Bergahorn	19,17	6,78	2,06	7,62	32,02	7,74	26,44	7,87
Spitzahorn	15,00	5,30	0,71	2,62	9,61	2,32	8,17	2,43
Hainbuche	0,42	0,15	0,04	0,15	0,47	0,11	0,37	0,11
Elsbeere	1,25	0,44	0,12	0,44	1,14	0,28	1,11	0,33
Bergulme	0,42	0,15	0	0	0,05	0,01	0,05	0,01
Alh ausscheidend	1,25	0,44	0,30	1,11	5,42	1,31	4,16	1,24
Summe	282,96	100	27,01	100	413,74	100	336,14	100

Forstamt: Bovenden	Försterei: Bösinghausen	Abteilung: 11 (2)	Fläche: 9,7 ha (9,2 ha)		Datum: 02.11. 2000
Radius des Probekreis:	12,62 m 500 m²	Anzahl Probekreise: 17	Gitternetzweite in m: 40*40	Anzahl Bäume: 192	

Waldgesellschaft: Mesophiler Kalkbuchenwald
Bestand: Buchen – Edellaubholz – Mischbestand, mittleres bis starkes Baumholz

Bestandesdaten

Baumart	Stammzahl N		Grundfläche G		Volumen Formzahl – Funktion		Volumen Brink – Funktion	
	N / ha	%	m² / ha	%	m³ m. R. / ha	%	m³ m. R. / ha	%
Eiche	1,18	0,52	0,31	1,19	5,21	1,29	4,16	1,29
Buche verbleibend	162,40	71,87	16,19	61,96	252,90	62,77	198,00	61,49
Buche ausscheidend	22,35	9,89	4,62	17,68	65,80	16,33	58,39	18,13
Esche	15,29	6,78	3,28	12,55	57,49	14,27	43,81	13,61
Bergahorn	14,12	6,25	0,98	3,75	13,57	3,37	11,09	3,44
Spitzahorn	8,24	3,65	0,69	2,64	7,23	1,79	5,88	1,83
Hainbuche	2,35	1,04	0,06	0,23	0,73	0,18	0,66	0,21
Summe	225,93	100	26,13	100	402,93	100	321,99	100

Forstamt: Bovenden	Försterei: Bösinghausen	Abteilung: 12	Fläche: 12,8 ha		Datum: 01.02.1999
Radius des Probekreises:	12,62 m 500 m²	Anzahl Probekreise: 17		Anzahl Bäume: 344	

Waldgesellschaft: Mesophiler Kalkbuchenwald
Bestand: Buchen – Edellaubholz – Mischbestand, mittleres bis starkes Baumholz

Bestandesdaten

Baumart	Stammzahl N		Grundfläche G		Volumen Formzahl – Funktion		Volumen Brink – Funktion	
	N / ha	%	m² / ha	%	m³ m. R. / ha	%	M³ m. R. / ha	%
Buche	314,10	77,5	24,32	85,1	372,00	87,95	293,50	87,32
Eiche	1,18	0,3	0,01	0,0	0,10	0,02	0,11	0,03
Esche	49,41	12,2	2,73	9,6	33,04	7,81	26,90	8,00
Bergahorn	23,53	5,8	1,12	3,9	13,56	3,21	11,69	3,48
Spitzahorn	4,71	1,2	0,08	0,3	0,81	0,19	0,78	0,23
Hainbuche	3,53	0,9	0,02	0,1	0,16	0,04	0,25	0,07
Vogelkirsche	2,35	0,6	0,05	0,2	0,58	0,14	0,55	0,16
Bergulme	5,88	1,5	0,23	0,8	2,71	0,64	2,33	0,69
Summe	404,69	100	28,56	100	422,96	100	336,10	100

Forstamt: Bovenden	Försterei: Reyershausen	Abteilung: 141/1	Fläche: ca. 6,0 ha		Datum: 1.11.2001
Radius des Probekreises:	12,62 m 500 m²	Anzahl Probekreise: 19	Gitternetzweite in m:40 x 40	Anzahl Bäume: 176	

Waldgesellschaft: Mesophiler Kalkbuchenwald
Bestand: Buchen – Edellaubholz – Mischbestand, mittleres bis starkes Baumholz

Bestandesdaten

Baumart	Stammzahl N		Grundfläche G		Volumen Formzahl – Funktion		Volumen Brink – Funktion	
	N / ha	%	m² / ha	%	m³ m. R. / ha	%	m³ m. R. / ha	%
Buche verbleibend	153,7	83,0	18,38	76,5	267,50	77,33	211,40	75,81
Buche ausscheidend	18,95	10,2	4,15	17,3	58,02	16,77	51,40	18,43
Esche	5,26	2,8	0,89	3,7	13,20	3,81	10,20	3,66
Bergahorn	3,16	1,7	0,50	2,1	6,27	1,81	5,03	1,80
Feldahorn	1,05	0,6	0,01	0,4	0,13	0,04	0,14	0,05
Hainbuche	3,16	1,7	0,11	0,0	0,84	0,24	0,69	0,25
Summe	185,28	100	24,04	100	345,96	100	278,86	100

Auswertung und Zuwachsprognosen mit dem Programm *BWin Pro 6.02*

Bestandeswerte nach dem Eingriff für die Baumart Buche

Fläche : Abteilung 11/1 / Flächengröße : 2.40 / Jahr : 1999 / Zuwachsprognose für 0 Jahre

Alter: 129; D100 : 44.9cm; H100: 32.3m; Grundflächenanteil: 74.8 %; Z-Bäume je ha: 0.0; Volumenfunktion :Buche Derbholz /Bergel 1973 / Höhenkurve : logarithmisch h=b0+b1*ln(d), *mit b0,b1,b2=-23.5025 , 14.6680 , 0.0000*

verbleibender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
6.0 - 9.9	19	8.3	7.5	0.1	0.3	0.2
10.0 - 13.9	41	11.6	12.5	0.4	2.3	1.8
14.0 - 17.9	22	15.5	16.7	0.4	3.4	2.7
18.0 - 21.9	17	19.5	20.1	0.5	5.0	4.0
22.0 - 25.9	7	23.3	22.7	0.3	3.3	2.7
26.0 - 29.9	4	27.0	24.9	0.2	2.6	2.1
30.0 - 33.9	4	31.8	27.2	0.3	4.6	3.7
34.0 - 37.9	8	35.6	28.9	0.7	11.2	9.0
38.0 - 41.9	15	39.6	30.5	1.9	29.2	23.3
42.0 - 45.9	18	43.4	31.8	2.6	42.7	34.1
46.0 - 49.9	19	47.5	33.1	3.3	55.0	44.0
50.0 - 53.9	14	51.5	34.3	2.9	49.7	39.8
54.0 - 57.9	9	55.6	35.4	2.1	38.1	30.5
58.0 - 61.9	3	58.4	36.2	0.9	16.6	13.2
62.0 - 65.9	2	63.5	37.4	0.5	9.5	7.6
Summe	**202**	**33.1**	**27.8**	**17.4**	**273.5**	**218.8**

Ertragstafel: Schober 1971 Die Rotbuche. J.D.Sauerländer Frankf

Bonitierung	EKl	LKl	Fl-Ant	G-Tafel	B°	Reduk.	iG	iV
Oberhöhe :	2.0	7.0	0.75	23.9	0.73	0.90	1.45	29.0
Mittelhöhe:	2.9	5.8	0.75	23.4	0.74	0.90	1.40	24.8

ausscheidender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
10 - 14	2	12.3	13.3	0.0	0.1	0.1
14 - 18	1	17.0	18.1	0.0	0.2	0.1
18 - 22	0	18.0	18.9	0.0	0.1	0.1
22 - 26	1	24.5	23.4	0.0	0.4	0.4
26 - 30	0	26.0	24.3	0.0	0.2	0.2
30 - 34	0	33.0	27.8	0.0	0.4	0.3
34 - 38	3	35.9	29.0	0.3	4.0	3.2
38 - 42	4	39.8	30.5	0.5	7.4	5.9
42 - 46	7	43.0	31.7	1.0	15.5	12.4
46 - 50	3	47.4	33.1	0.5	8.4	6.7
50 - 54	1	52.3	34.6	0.3	4.8	3.8
54 - 58	0	55.0	35.3	0.1	1.7	1.4
58 - 62	0	61.0	36.8	0.1	2.1	1.7
62 - 66	2	63.5	37.4	0.5	10.0	8.0
66 - 70	0	67.0	38.2	0.1	2.9	2.3
Summe	**25**	**42.7**	**31.5**	**3.5**	**58.3**	**46.6**

Bestandeswerte nach 10 Jahren für die Baumart Buche

Fläche : Abteilung 11/1 / Flächengröße : 2.40 / Jahr : 1999 / Zuwachsprognose für 10 Jahre

Alter: 129; D100 : 44.9cm; H100: 32.3m; Grundflächenanteil: 74.8 %; Z-Bäume je ha: 0.0; Volumenfunktion :Buche Derbholz /Bergel 1973 / Höhenkurve : logarithmisch h=b0+b1*ln(d), *mit b0,b1,b2=-23.5025 , 14.6680 , 0.0000*

verbleibender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
6.0 - 9.9	19	8.9	8.0	0.1	0.4	0.3
10.0 - 13.9	31	12.1	12.7	0.4	2.0	1.6
14.0 - 17.9	25	15.7	16.5	0.5	3.7	2.9
18.0 - 21.9	16	20.1	20.2	0.5	5.2	4.1
22.0 - 25.9	13	23.7	22.6	0.6	6.1	4.8
26.0 - 29.9	6	28.4	25.3	0.4	4.7	3.8
30.0 - 33.9	1	32.6	27.4	0.1	1.0	0.8
34.0 - 37.9	5	36.0	28.9	0.5	6.9	5.5
38.0 - 41.9	7	40.1	30.5	0.9	13.9	11.1
42.0 - 45.9	13	44.0	31.9	2.0	31.9	25.5
46.0 - 49.9	18	48.0	33.2	3.2	55.0	44.0
50.0 - 53.9	15	52.2	34.4	3.1	54.4	43.5
54.0 - 57.9	16	56.1	35.5	4.0	72.1	57.7
58.0 - 61.9	8	60.3	36.6	2.3	41.7	33.4
62.0 - 65.9	6	64.0	37.5	2.0	38.6	30.8
66.0 - 69.9	3	67.8	38.3	1.2	24.2	19.4
70.0 - 73.9	0	71.7	39.2	0.2	2.9	2.3
Summe	**202**	**37.1**	**29.3**	**21.8**	**364.5**	**291.6**

Ertragstafel: Schober 1971 Die Rotbuche. J.D.Sauerländer Frankf

Bonitierung	EKl	LKl	Fl-Ant	G-Tafel	B°	Reduk.	iG	iV
Oberhöhe :	1.8	7.2	0.76	24.6	0.89	1.00	1.57	32.8
Mittelhöhe:	2.7	6.0	0.76	24.1	0.91	1.00	1.50	28.0

Bestandeswerte nach dem Eingriff

Fläche : Abteilung 11/2
Flächengröße : 0.85
Jahr : 2000
Zuwachsprognose für 0 Jahre

Buche 211

Alter: 128; D100 : 44.3cm; H100: 30.7m; Grundflächenanteil: 77.3 %; Z-Bäume je ha: 0.0 Volumenfunktion :Buche Derbholz /Bergel 1973
Höhenkurve : logarithmisch h=b0+b1*ln(d), *mit b0,b1,b2=-29.5166 , 15.8782 , 0.0000*

verbleibender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
6.0 - 9.9	6	7.8	3.2	0.0	0.1	0.0
10.0 - 13.9	22	11.9	9.9	0.3	1.2	0.9
14.0 - 17.9	34	15.5	14.0	0.6	4.3	3.4
18.0 - 21.9	14	19.6	17.7	0.4	3.4	2.7
22.0 - 25.9	14	23.3	20.5	0.6	6.0	4.8
26.0 - 29.9	4	27.7	23.2	0.2	2.4	1.9
30.0 - 33.9	2	31.5	25.3	0.2	2.5	2.0
38.0 - 41.9	7	40.0	29.1	0.9	12.7	10.1
42.0 - 45.9	11	43.3	30.3	1.6	25.1	20.1
46.0 - 49.9	5	47.3	31.7	0.8	13.5	10.8
50.0 - 53.9	20	51.6	33.1	4.2	69.7	55.8
54.0 - 57.9	13	55.6	34.3	3.1	54.8	43.9
58.0 - 61.9	7	58.8	35.2	1.9	34.7	27.8
62.0 - 65.9	4	63.0	36.3	1.1	20.0	16.0
66.0 - 69.9	1	67.0	37.2	0.4	7.9	6.3
Summe	**164**	**35.7**	**27.3**	**16.4**	**258.1**	**206.5**

Ertragstafel: Schober 1971 Die Rotbuche. J.D.Sauerländer Frankf

Bonitierung	EKl	LKl	Fl-Ant	G-Tafel	B°	Reduk.	iG	iV
Oberhöhe :	2.4	6.5	0.77	24.4	0.67	0.90	1.48	28.3
Mittelhöhe:	3.0	5.7	0.77	24.1	0.68	0.90	1.44	25.2

ausscheidender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
10 - 14	1	13.0	11.2	0.0	0.1	0.1
22 - 26	2	23.5	20.6	0.1	1.1	0.9
26 - 30	1	28.0	23.4	0.1	0.8	0.7
38 - 42	2	39.5	28.9	0.3	4.4	3.5
42 - 46	2	43.5	30.4	0.4	5.4	4.3
46 - 50	1	46.0	31.3	0.2	2.7	2.2
50 - 54	1	53.0	33.5	0.3	4.6	3.7
58 - 62	2	60.0	35.5	0.7	12.4	9.9
62 - 66	6	63.6	36.4	1.9	35.0	28.0
66 - 70	2	66.0	37.0	0.8	13.3	10.7
Summe	**22**	**51.3**	**33.0**	**4.6**	**79.9**	**63.9**

Bestandeswerte nach 10 Jahren

Fläche : Abteilung 11/2
Flächengröße : 0.85
Jahr : 2010
Zuwachsprognose für 10 Jahre

Buche 211

Alter: 138; D100 : 50.3cm; H100: 32.2m; Grundflächenanteil: 78.3 %; Z-Bäume je ha: 0.0
Volumenfunktion :Buche Derbholz /Bergel 1973
Höhenkurve : logarithmisch h=b0+b1*ln(d), *mit b0,b1,b2=-30.9792 , 16.1269 , 0.0000*

verbleibender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
6.0 - 9.9	6	8.2	3.0	0.0	0.1	0.1
10.0 - 13.9	20	12.7	10.0	0.3	1.2	1.0
14.0 - 17.9	29	16.5	14.3	0.6	4.3	3.4
18.0 - 21.9	16	20.1	17.4	0.5	4.3	3.5
22.0 - 25.9	11	24.1	20.3	0.5	4.7	3.7
26.0 - 29.9	9	27.4	22.4	0.6	6.0	4.8
30.0 - 33.9	2	31.1	24.4	0.2	2.1	1.7
34.0 - 37.9	2	36.2	26.9	0.2	3.4	2.7
42.0 - 45.9	6	43.9	30.0	0.9	13.0	10.4
46.0 - 49.9	8	48.1	31.5	1.5	24.8	19.8
50.0 - 53.9	8	51.9	32.7	1.7	29.8	23.8
54.0 - 57.9	6	56.5	34.1	1.5	25.5	20.4
58.0 - 61.9	15	59.7	35.0	4.3	75.8	60.6
62.0 - 65.9	11	63.7	36.0	3.4	63.1	50.5
66.0 - 69.9	11	68.1	37.1	3.9	74.1	59.2
70.0 - 73.9	1	71.7	37.9	0.5	9.3	7.4
74.0 - 77.9	1	74.2	38.5	0.5	10.6	8.5
Summe	**164**	**40.4**	**28.7**	**21.0**	**352.0**	**281.6**

Ertragstafel: Schober 1971 Die Rotbuche. J.D.Sauerländer Frankf

Bonitierung	EKl	LKl	Fl-Ant	G-Tafel	B°	Reduk.	iG	iV
Oberhöhe :	2.2	6.7	0.78	25.2	0.83	0.95	1.52	30.4
Mittelhöhe:	2.9	5.8	0.78	24.8	0.85	0.95	1.48	26.8

Bestandeswerte nach dem Eingriff

Fläche : Abteilung 141
Flächengröße : 0.95
Jahr : 2001
Zuwachsprognose für 0 Jahre

Buche 211

Alter: 126; D100 : 46.3cm; H100: 29.5m; Grundflächenanteil: 92.4 %; Z-Bäume je ha: 0.0; Volumenfunktion :Buche Derbholz /Bergel 1973
Höhenkurve : logarithmisch h=b0+b1*ln(d), *mit b0,b1,b2=-22.6477 , 13.6052 , 0.0000*

Verbleibender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
6.0 - 9.9	3	8.0	5.7	0.0	0.0	0.0
10.0 - 13.9	4	12.0	11.2	0.0	0.2	0.2
14.0 - 17.9	20	15.6	14.7	0.4	2.7	2.2
18.0 - 21.9	16	19.3	17.6	0.5	3.8	3.0
22.0 - 25.9	4	23.5	20.3	0.2	1.8	1.4
26.0 - 29.9	4	28.0	22.7	0.3	2.8	2.3
30.0 - 33.9	8	32.1	24.6	0.7	8.1	6.5
34.0 - 37.9	8	35.3	25.8	0.8	10.5	8.4
38.0 - 41.9	23	39.3	27.3	2.8	38.4	30.7
42.0 - 45.9	12	43.8	28.8	1.7	24.7	19.7
46.0 - 49.9	14	47.7	29.9	2.4	38.1	30.5
50.0 - 53.9	18	51.4	30.9	3.7	57.7	46.1
54.0 - 57.9	12	55.2	31.9	2.8	42.9	34.4
58.0 - 61.9	6	58.8	32.8	1.7	27.7	22.2
62.0 - 65.9	1	62.0	33.5	0.3	5.9	4.7
Summe	**154**	**39.0**	**27.2**	**18.4**	**265.5**	**212.4**

Ertragstafel: Schober 1971 Die Rotbuche. J.D.Sauerländer Frankf

Bonitierung	EKl	LKl	Fl-Ant	G-Tafel	B°	Reduk.	iG	iV
Oberhöhe :	2.6	6.2	0.92	28.9	0.64	0.85	1.67	30.9
Mittelhöhe:	2.9	5.7	0.92	28.7	0.64	0.85	1.65	29.0

Ausscheidender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
30 - 34	2	32.5	24.7	0.2	2.1	1.7
34 - 38	1	36.0	26.1	0.1	1.5	1.2
42 - 46	2	42.5	28.4	0.3	4.2	3.3
46 - 50	4	47.3	29.8	0.7	10.6	8.5
50 - 54	1	51.0	30.8	0.2	3.2	2.6
58 - 62	3	60.7	33.2	0.9	15.6	12.5
62 - 66	4	63.5	33.8	1.3	22.8	18.3
66 - 70	1	67.0	34.6	0.4	6.6	5.3
Summe	**19**	**52.8**	**31.3**	**4.2**	**66.7**	**53.4**

Bestandeswerte nach 10 Jahren

Fläche : Abteilung 141
Flächengröße : 0.95
Jahr : 2011
Zuwachsprognose für 10 Jahre

Buche 211

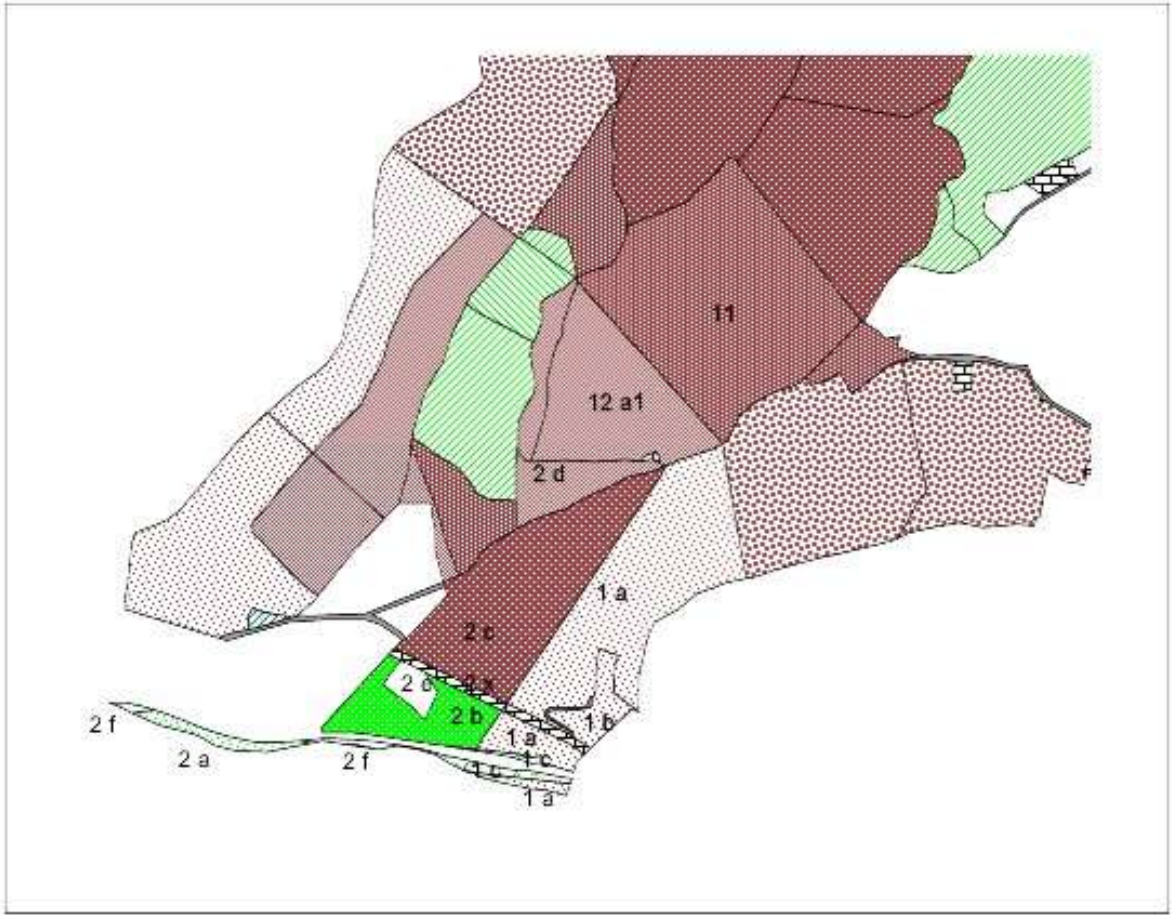
Alter: 136; D100 : 51.9cm; H100: 30.7m; Grundflächenanteil: 92.8 %; Z-Bäume je ha: 0.0; Volumenfunktion :Buche Derbholz /Bergel 1973
Höhenkurve : logarithmisch h=b0+b1*ln(d), *mit b0,b1,b2=-24.1869 , 13.9011 , 0.0000*

verbleibender Bestand						
BHD-Stufe	**N/ha**	**Dg**	**Hg**	**G/ha**	**Vfm/ha**	**Efm/ha**
6.0 - 9.9	3	8.6	5.7	0.0	0.1	0.0
10.0 - 13.9	2	12.1	10.5	0.0	0.1	0.1
14.0 - 17.9	14	16.3	14.6	0.3	2.0	1.6
18.0 - 21.9	18	19.7	17.2	0.5	4.5	3.6
22.0 - 25.9	8	23.3	19.6	0.4	3.4	2.7
26.0 - 29.9	3	28.2	22.2	0.2	2.1	1.7
30.0 - 33.9	4	32.1	24.0	0.3	4.0	3.2
34.0 - 37.9	9	36.4	25.8	1.0	12.2	9.7
38.0 - 41.9	7	39.7	27.0	0.9	12.9	10.3
42.0 - 45.9	19	43.6	28.3	2.8	40.6	32.5
46.0 - 49.9	12	47.9	29.6	2.1	31.0	24.8
50.0 - 53.9	12	51.9	30.7	2.4	37.9	30.3
54.0 - 57.9	18	56.6	31.9	4.5	72.9	58.3
58.0 - 61.9	12	60.0	32.7	3.3	55.0	44.0
62.0 - 65.9	8	63.5	33.5	2.7	45.0	36.0
66.0 - 69.9	4	68.6	34.6	1.6	28.6	22.9
Summe	**154**	**43.7**	**28.3**	**23.0**	**352.1**	**281.7**

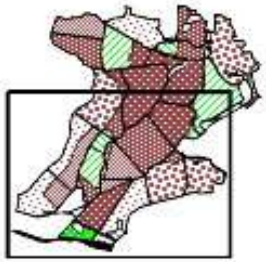
Ertragstafel: Schober 1971 Die Rotbuche. J.D.Sauerländer Frankf

Bonitierung	EKl	LKl	Fl-Ant	G-Tafel	B°	Reduk.	iG	iV
Oberhöhe :	2.5	6.3	0.93	29.6	0.78	0.95	1.79	33.9
Mittelhöhe:	2.9	5.8	0.93	29.3	0.79	0.95	1.76	31.5

Betriebskartenausschnitt der RFÖ Bösinghausen



Maßstab 1: 15.000



Maßstab 1: 70.000

Betrieb.shp

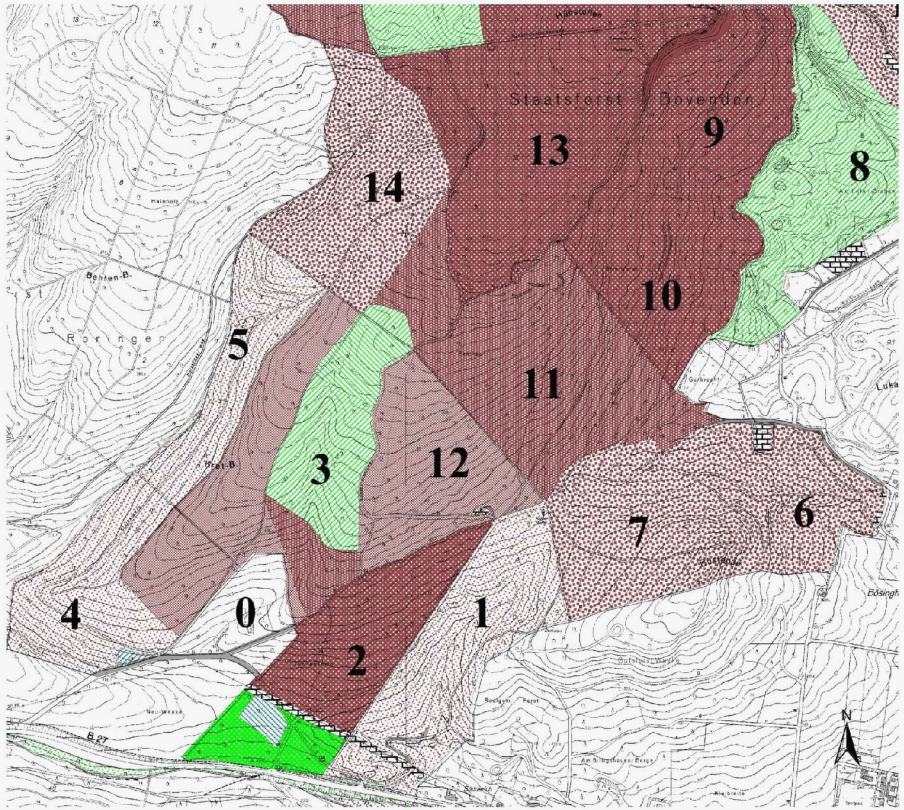
- Bu,41-60 j.
- Bu,61-80 j.
- Bu,81-100 j.
- Bu,101-120 j.
- Bu,121-140 j.
- Es,0
- Es,0-20 j.
- Es,21-40 j.
- Es,41-60 j.
- Es,121-140 j.
- SBi,0-20 j.
- NHB
- Weg

Datengrundlage: GIS Bösinghausen

Bearbeiter: D. Drewes

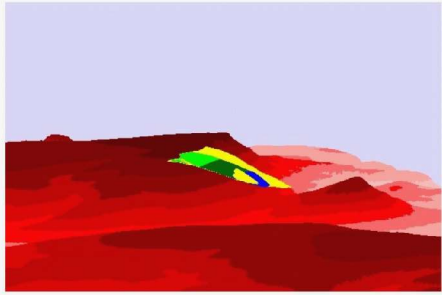
N

- Lehrwald Södderich -



1:10000

3D- Ansicht der Abteilung 11 und Projektflächen auf dem DGH Södderich



Die Höhenstufen des GRID´s sind in roter Farbabstufung angegeben, Abteilung 11 (gelb) und Projektflächen aus südwestlicher Sicht.

Datengrundlage: Betrieb- Coverage
DGK5
DGH (GRID)- als JPEG

Betrieb
- Bu,41-60 j.
- Bu,61-80 j.
- Bu,81-100 j.
- Bu,101-120 j.
- Bu,121-140 j.
- Bu,141-160 j.
- Es,0
- Es,0-20 j.
- Es,21-40 j.
- Es,41-60 j.
- Es,121-140 j.
- Es,181-200 j.
- SBl,0-20 j.
- BPa,21-40 j.
- NHB
- Weg

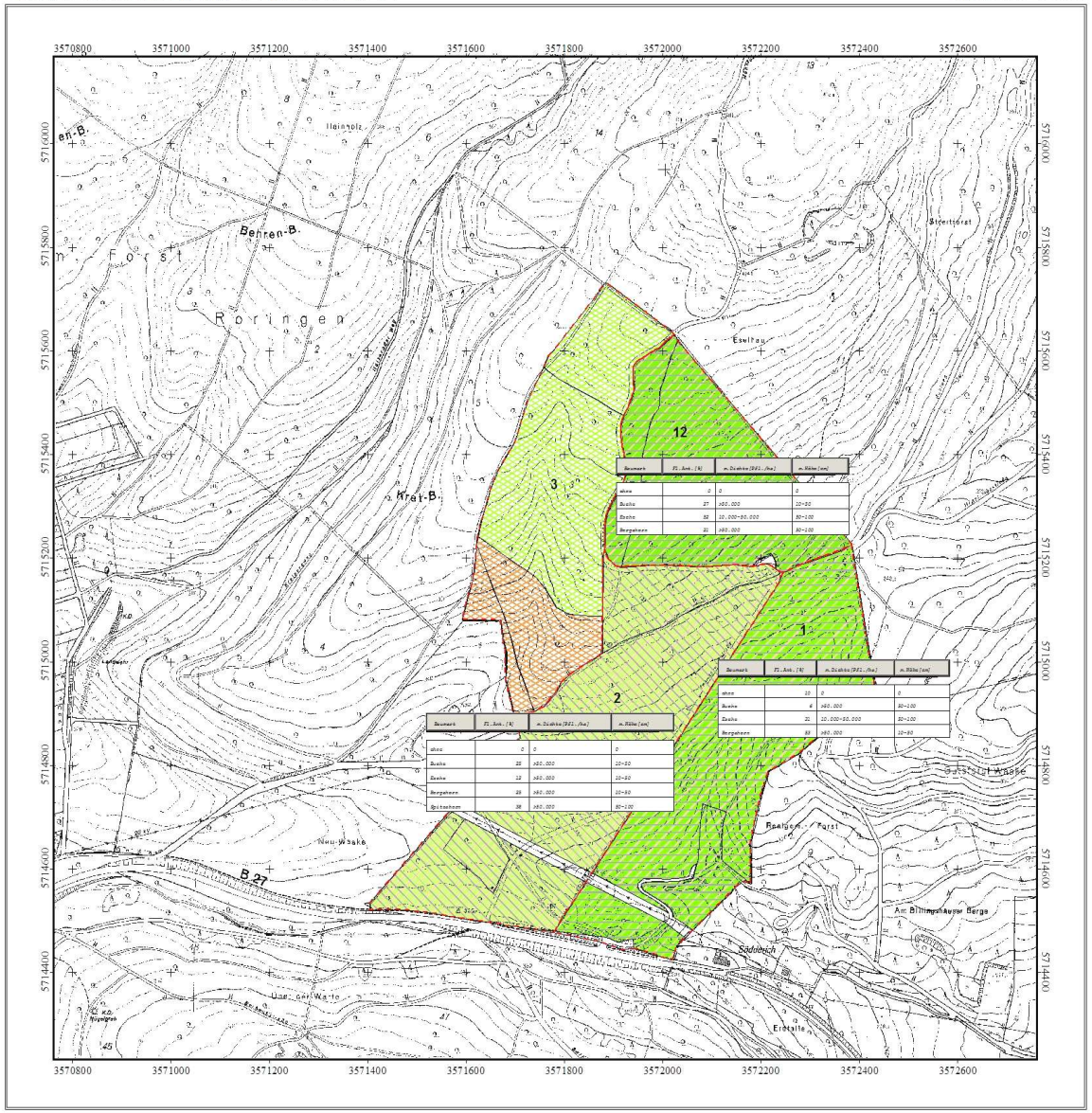
Bearbeitung: Dirk Drewes (2000)

Abbildung: Luftbild Abteilung 141 vor dem Eingriff

Verjüngungskarte

Revierförsterei Bösinghausen Abt. 1, 2, 3 u. 12

Maßstab 1:5000



Baumart	Pfl.-Anz. [%]	m. Dichte [Pfl./ha]	m. Höhe [cm]
ohne	0	0	0
Buche	27	>50.000	10-50
Esche	52	10.000-50.000	50-100
Bergahorn	21	>50.000	50-100

Baumart	Pfl.-Anz. [%]	m. Dichte [Pfl./ha]	m. Höhe [cm]
ohne	0	0	0
Buche	25	>50.000	10-50
Esche	13	>50.000	10-50
Bergahorn	23	>50.000	10-50
Spitzahorn	39	>50.000	50-100

Baumart	Pfl.-Anz. [%]	m. Dichte [Pfl./ha]	m. Höhe [cm]
ohne	10	0	0
Buche	6	>50.000	50-100
Esche	21	10.000-50.000	50-100
Bergahorn	63	>50.000	10-50

Legende

Abteillungsgrenzen

Mittlere Höhe [cm]
- 10-50
- 50-100

Mittlere Dichte [Pfl./ha]
- 0
- 50.000 - 100.000

Hauptbaumart Verjüngung
- Bergahorn
- Esche
- ohne Verj.
- Spitzahorn

Hauptbaumart Bestand
- Buche
- Buche, Esche
- Esche
- Pappel

Bearbeiterin: Inka Reiche (2000)
Institut für Forsteinrichtung
und Ertragskunde

Waldaufnahmeformular (Ereignisorientierte Bestandesinventuren / Kontrollstichprobe / Probekreise / Strukturelle Vierergruppe mit WZP)

Forstamt:	Försterei:	Abteilung:	Unter-abteilung:	Unter-fläche:	Fläche der Buchungs-einheit (BE) (ha):	Radius des Probekreis:	12,62 m	Probekreise Anzahl:	Gitternetz in m:	Probekreis Nr.:	Blatt – Nr.:	Datum:

Allgemeine Daten							*Status*	*Struktur*		*Qualitätskontrolle*								*Dichte*			
Nr.	Baum-art	BHD	Baum-höhe	KA - Höhe	Azi-mut	Entf.	*Verb.: 0 Auss.: 1*	*Vierer-gruppe (Ersatzbaum)*	*Baum-klasse (Kraft)*	*Kategorie Nutzholz 1 Strukturbaum 2 Habitatbaum 3* Totholz 4	*Stamm holz Längen in m*		*Anzahl Äste Klebast Starkast Beulen*		Stamm-form. zweischn: 0 *einschn: 1 unschn.: 2*	*Drehwuchs < ¼ : 0 >¼ :1*	*Holz-merk-male*	*Baum-art*	*WZP ver-bleibend*	*WZP aus-scheiden d*	*WZP Summe*
	Name	***cm***	***m***	***m***	***Gon***	***m***	***0 / 1***	***0/1/2/3/(4)***	***1/2/3/4/5***	***Code***	***1***	***2***	***K***	***S***	***0 / 1 / 2***	***0 / 1***	***Code***	***Code***	***m²/ha***	***m²/ha***	***m²/ha***
																		∑			
																		Verjüngungsinventur			
																		Baumart	***Höhe***	***Dichte***	***Verbiss-klasse***
																		Code	*cm*	*N*	*0/1/2/3*
																		Winkelmaß			
																		Winkel: 0 >= 100 G / 1 < 100 G			
																		1.Baum	*2.Baum*	*3.Baum*	*4.Baum*

Erläuterungen: Baumarten Code: Eiche = 1, Buche = 2, Hainbuche = 34, Esche = 31, Bergahorn = 32, Spitzahorn = 33, Feldahorn = 39, Kirsche = 36, Elsbeere = 37, Ulme = 38, Eberesche = 53;***Vierergruppe***: (4) = Ersatzbaum, wenn ein Baum der Gruppe entnommen wird; ***Baumklasse***: Kraft´sche Baumklassen; ***Stamm 1. Länge****:* Erdstammstück (Mindestlänge: 2,5 m), das gerade ist und äußerlich sichtbar keine Äste, Beulen, Drehwuchs oder sonstige Holzmerkmale aufweist;***Stamm 2. Länge:*** Stammstücke, die die Bedingungen für Stamm 1. Länge nicht erfüllen / ***nur Stamm 2.Länge: Äste:*** berücksichtigt werden alle nutzungseinschränkenden Äste bzw. deutlich sichtbare Astnarben, Totäste, abgebrochene Äste, Aststummel;***Krümmung****:* 0 = zweischnürig, 1 = einschürig 2 = unschnürig; ***Drehwuchs:*** 0 = < ¼ des Stammumfanges, 1 = > ¼ des Stammumfanges,
Anmerkungen Holzmerkmale: Rückeschaden: 1, Fällschaden: 2, Schleimfluss: 3, Wimmerwuchs: 4, Rillen: 5, Frostleisten: 6
Verjüngung nach niedersächs. Schlüssel*:* Code Eiche = 110, Buche = 211, Hainbuche = 221, Esche = 311, Bergahorn = 321, Spitzahorn = 322, Feldahorn = 323, Kirsche = 354, Elsbeere = 357, Ulme = 330, Eberesche = 451
Verbissklassen: 0 = kein Verbiss, 1 = Verbiss nur der Seitentriebe, 2 = Verbiss nur des Terminaltriebes, 3 = Verbiss des Terminaltriebes und der Seitentriebe

Institut für Waldwachstum und Waldinventur / Stand: 1. Oktober 2001

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand am Institut für Waldinventur und Waldwachstum der Georg-August-Universität Göttingen unter Anleitung von Herrn Professor Dr. Klaus von Gadow. Ihm danke ich besonders herzlich für seine unermüdliche und großzügige Förderung des Projektes, für die vielen Anregungen, Diskussionen und seine große Geduld bis zum erfolgreichen Ende.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Hanns H. Höfle, dem letzten Leiter des ehemaligen Niedersächsischen Forstamtes Bovenden, für seine zahlreichen Anregungen, wertvollen Hinweise und Hilfen bei den Korrekturen der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. Franz Gruber vom Institut für Forstbotanik danke ich ganz herzlich für die Diskussionen in der Zentralmensa am blauen Turm, seinen Anregungen beim Erstellen der Zusammenfassung und für seine Überraschung beim Rigorosum.

Herr Prof. Dr. Horst Kramer und Herr Prof. Dr. Alparslan Akça unterstützen mich durch ihr reges persönliches Interesse am Fortschritt der Arbeit.

Lars Hinrichs bin ich zu Dank verpflichtet für die Programmierung der Datenbankanwendung. Gemeinsam mit Lutz Fehrmann hat er mich zudem tatkräftig bei der Organisation der Lehrveranstaltung „Analyse eines forstlichen Eingriffs“ unterstützt. Allen Studierenden, die an dieser Veranstaltung von 1999 bis 2001 teilgenommen haben, danke ich für ihre aktive Mitarbeit. Besonders gilt dies für Bernd Bartmer, Ulrike Bergholz, Lutz Bernhard, Dirk Drewes, Inka Reichel und Olaf Schneider, die ihre Diplom-, Master oder Projektarbeiten über die Waldbestände des Lehrwaldes geschrieben haben.

Den beiden zuständigen Revierförstern des ehemaligen Niedersächsischen Forstamtes Bovenden, Herrn Dieter Birke und Herrn Ernst Kreysern, danke ich für ihre sehr engagierte Unterstützung bei der Durchführung des Projektes „Analyse eines forstlichen Eingriffs“ in ihren Revieren Bösinghausen und Reyershausen.

Herrn Tambour danke ich für seine präzisen Zeichnungen und persönlichen Interpretationen der unterschiedlichen Stamm- und Kronenformen der Baumart Buche.

Besonders bedanke ich mich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihre unermüdliche Unterstützung bei der langjährigen gemeinsamen Arbeit am Institut.

Dem Leiter des Niedersächsischen Forstlichen Bildungszentrums, Herrn Forstdirektor Hans-Ulrich Stolzenburg, danke ich für sein Verständnis bei der Fertigstellung der Arbeit nach dem Wechsel von Göttingen nach Münchehof.

Besonderer Dank gilt meiner Frau Elke für ihre unerschütterliche Geduld und Ausdauer bei dem langjährigen Projekt „Dissertation“. Sie hat mich tatkräftig beim Schreiben des Textes und des Literaturverzeichnisses unterstützt. Ich danke meinen beiden Söhne, Karl Frederik und Jan Philip, für ihr Verständnis und ihre Neugier, mit der sie sich stets nach dem Fortschritt des Projektes erkundigt haben.

Lebenslauf

Angaben zur Person

Name	Karl Schumann
Adresse	Unter dem Kleiberberg 10 in 37412 Hörden am Harz
Telefon	05521/7 29 96
E-mail	Karl.Schumann@NFBz.Niedersachsen.de
Geburtsdatum	3. September 1954
Familienstand	Verheiratet, zwei Söhne
Religion	Evangelisch-Lutherisch

Schul- und Berufsbildung

1960 – 1964	Grundschule in Schlewecke
1964 – 1974	Jacobson-Gymnasium in Seesen Zeugnis der Reife 21. Mai 1974
1974 – 1976	Wehrdienst Dienstgrad: Hauptmann der Reserve
1976 – 1982	Studium der Forstwissenschaften an der Georg-August-Universität in Göttingen und an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich Diplomprüfung 12. Oktober 1982 in Göttingen
1983 – 1984	Referendariat in der Niedersächsischen Landesforstverwaltung Große Staatsprüfung für den höheren Forstdienst 6. Dezember 1984

Arbeitserfahrung

1985 – 1990	Mitarbeiter in der Abteilung Forstpflanzenzüchtung der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt am Forstamt in Escherode
1990 – 1991	Leiter der Waldschadensinformationsstelle beim Niedersächsischen Forstamt Riefensbeek, Harz
1991 – 1994	Auslandsmitarbeiter der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (gtz) in Rabat, Marokko
1994 – 1997	Leiter der Stelle für Waldinformation am Niedersächsischen Forstamt Braunlage, Harz
1997 – 2002	Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Waldinventur und Waldwachstum der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen
Seit dem 1. April 2002	Stellvertretender Leiter des Niedersächsischen Forstlichen Bildungszentrums in Münchehof, Harz