



Universität für Bodenkultur Wien

Auswirkungen von Rotfäule auf Waldvermögen und Ertrag

Untersuchungen anhand eines betrieblichen Fallbeispiels

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieur
im Rahmen des Studiums Forstwissenschaften

Eingereicht von: Christoph GEIER

Matrikelnummer: 1240075

Email: christoph.geier1@gmx.net

Betreuer:
Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Walter SEKOT
Institut für Agrar- und Forstökonomie
Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Wien, August 2016



EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, August 2016

*meiner Freundin Susanne und
meiner Tochter Florentina*

Dankeschön

Zuerst gebührt mein Dank Herrn Prof. Walter Sekot, der meine Masterarbeit mit besonderem Engagement betreute. Herzlich bedanken möchte ich mich für die vielen hilfreichen Anregungen, die konstruktive Kritik und die außergewöhnlich kurzen Antwortzeiten.

Bedanken möchte ich mich auch bei DI Günther Bronner für die Idee zu dieser Masterarbeit. Bei Eigentümer und Management des Forstbetriebes möchte ich mich für die Bereitstellung der Datengrundlagen und die zahlreichen interessanten Diskussionen bedanken.

An dieser Stelle möchte ich mich auch bei all denjenigen Menschen bedanken, die mich während meines gesamten Studiums unterstützt haben. Dazu gehören...

...meine Eltern, weil ihr immer an mich glaubt und euer gesamtes Leben für mich da seid.

...meine Schwester Barbara und meine Brüder Johannes und Michael, da ihr mir immer zur Seite steht.

...meine Freundin Susanne, weil du so viele Stunden auf mich verzichten musstest und großes Verständnis dafür aufbrachtest. Danke für deine Toleranz.

...meine Tochter Florentina, für deine ansteckende Lebensfreude, die du an den Tag legst und mich so zu neuen Höchstleistungen motivierst.

...meine Schwiegereltern Eva und Elias, weil ihr mich so liebevoll in eure Familie aufgenommen habt und während des gesamten Studiums moralisch und fachlich zur Seite gestanden seid.

...meine Studienkollegen, die zu Freunden wurden. Ich danke euch sowohl für die gemeinsamen Prüfungsvorbereitungen als auch die darauffolgenden unvergesslichen Feiern.

...alle langjährigen Freunde, die mich über alle Lebensabschnitte begleiten.

Kurzfassung

Auswirkungen der Rotfäule auf Waldvermögen und Ertrag – Untersuchungen anhand eines betrieblichen Fallbeispiels

Keywords: Rotfäule, Waldvermögen, Ertragsregelung, Umtriebszeit

Rotfäule ist eine besonders weit verbreitete Waldkrankheit, welche die Wertleistung der Holzproduktion maßgeblich beeinträchtigt. Für das Management von Forstbetrieben ist es daher von großer Bedeutung, deren Auswirkungen abschätzen und in der Betriebsplanung entsprechend berücksichtigen zu können.

Die transdisziplinäre Untersuchung erfolgt anhand eines Fallbeispiels und stellt darauf ab, Antworten zu konkreten, betrieblichen Fragestellungen zu erarbeiten. In dem hier untersuchten Forstbetrieb sind stark von Rotfäule befallene Bestände einer eigenen Betriebsklasse als Einheit der Ertragsregelung zugeordnet. Zudem wird ein besonders detailliertes Materialbuch geführt, das es ermöglicht, die verkauften Sortimente den einzelnen Nutzungsorten zuzuordnen. Es wird untersucht, inwieweit über statistische Auswertungen der Nutzungsergebnisse die Fragen der Waldvermögensrechnung beantwortet werden können. Als weiteres Element eines einschlägigen Informationssystems wird ein bereits implementiertes, betriebliches Schälmonitoring evaluiert.

Hinsichtlich der Auswirkungen der Rotfäule auf das Einkommen des Waldeigentümers gilt es, die von der Steuergesetzgebung zu deren Abmilderung bereitgestellten Instrumente entsprechend zu nutzen.

Aufgabe der Ertragsregelung ist es, die Entwicklung des Waldes sowie die Holznutzung unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit zu planen. Diesbezüglich werden das Modell der Leistungsklassen sowie die dynamische Nutzungspotenzialanalyse als Alternativen zum konventionellen Planungsansatz erörtert. Aspekten des Wildtiermanagements sollte durch Einrichtung einer Sonderbetriebsklasse Rechnung getragen werden.

Abstract

Impacts of red rot in regard to forestry assets and returns at the example of a private forest enterprise

Keywords: red rot, forest assets, yield regulation, rotation period

Red rot is a wide-spread forest disease which significantly affects the economics of timber production. It is essential for the management of forest enterprises to assess respective impacts and to adjust management planning accordingly.

The case study follows an interdisciplinary approach and strives to answer specific questions on behalf of the management of an Austrian forest enterprise. In this enterprise, heavily affected stands make up a separate management class for yield regulation. Furthermore, the record of fellings is especially detailed, so that the assortments can be adjoined to individual stands. On that basis it is demonstrated, how the impact of red rot on the value of the forest can be assessed by means of statistical analyses. The scheme for monitoring bark peeling constitutes another element of a specific information system and is evaluated in this context.

As regards effects on income, the specific, mitigating regulations provided by tax legislation should be utilized.

Yield regulation harmonizes the development of the growing stock on the one hand and harvest scheduling on the other, guided by the notion of sustainability. In this context, the model of ‘performance classes’ as well as the ‘dynamic analysis of harvest potentials’ are discussed as potential alternatives to the traditional approach. The requirements of game management should be acknowledged by establishing a specific management class.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Problemstellung und Zielsetzung.....	3
3. Methodik	5
4. Pathologische Grundlagen.....	9
4.1. Rotfäule – Terminologische Abgrenzung	9
4.2. Wurzelfäulen	10
4.3. Wundfäulen	14
4.4. Vertikaler Fäulefortschritt	16
5. Die monetäre Bewertung der von Rotfäule betroffenen Bestände	17
5.1. Die Bedeutung des Betriebszieles	17
5.2. Die Bewertung von Waldvermögensänderungen.....	17
5.3. Wirtschaftliche Auswirkungen von Rotfäule	18
5.4. Die praktische Bestimmung rotfäulebedingter Waldvermögensänderung.....	21
5.4.1. Bewertungsmethode nach SCHALLER	23
5.4.2. Methode der föderalen Jagdverordnungen nach BINDER.....	27
6. Dokumentation, Weiterentwicklung und Evaluierung des betrieblichen Schälmonitorings	32
6.1. Datenaufnahme und Auswertung	32
6.1.1. Einrichtung des Probepunktes und Datenerhebung.....	32
6.1.2. Auswertung der Daten	34
6.2. Prognose über Gesundheitszustand des Endbestandes.....	40
6.3. Evaluierung des betrieblichen Schälmonitorings.....	43
6.3.1. Evaluierung des Stichprobendesigns	43
6.3.2. Evaluierung der monetären Bewertung	45
6.4. Resümee zum betrieblichen Schälmonitoring.....	49
7. Ergebnisse der Materialbuchauswertung	50
7.1. Konsequenzen auf den naturalen Holzertrag	50
7.1.1. Vornutzung	51
7.1.2. Endnutzung.....	55

7.2. Konsequenzen für den monetären Holzertrag	61
7.2.1. Vornutzung	62
7.2.2. Endnutzung.....	63
7.3. Evaluierung der betrieblichen Informationssysteme.....	64
7.3.1. Gedanken zum Bewertungsverfahren.....	64
7.3.2. Potenzielle Unschärfen des Datenmaterial.....	65
7.4. Resümee zur Materialbuchauswertung	67
7.5. Diskussion zur Materialbuchauswertung	68
8. Steuerliche Aspekte der Rotfäule.....	71
8.1. Die Relevanz der Rotfäule in der Einheitsbewertung	71
8.2. Ermäßigung der Progression für Einkünfte aus besonderen Waldnutzungen.....	73
8.3. Resümee der steuerlichen Aspekte.....	75
8.4. Exkurs zur land- und forstwirtschaftlichen Buchführung.....	76
9. Konsequenzen der Rotfäule in Bezug auf Nachhaltigkeit und Ertragsregelung	77
9.1. Definition des Begriffes Ertragsregelung.....	77
9.2. Einfluss der Rotfäule auf die Nachhaltigkeit	78
9.2.1. Gedanken zur Massennachhaltigkeit.....	79
9.2.2. Gedanken zur Wertnachhaltigkeit	79
9.3. Die Ertragsregelung in von Rotfäule betroffenen Beständen.....	81
9.4. Die Umtriebszeit	83
9.4.1. Effekte der Umtriebszeitverkürzung	83
9.4.2. Das Umtriebszeitdilemma	86
9.4.3. Die Bedeutung des Ausgleichszeitraumes.....	87
9.4.4. Abweichung der faktischen Produktionsdauer von der planmäßigen Umtriebszeit.....	88
9.5. Die Paradoxie der Betriebsklasse B und deren Berechtigung.....	90
9.5.1. Betriebsklasse Wirtschaftswald.....	91
9.6. Sonderbetriebsklasse	92
9.7. Alternative Konzepte zur Ertragsregelung in von Rotfäule betroffenen Beständen	95
9.7.1. Konzept der Leistungsstufen als Basiseinheiten der Ertragsregelung.....	95

9.7.2. Dynamische Nutzungspotenzialanalyse	97
9.8. Konklusion	101
10. Schlussfolgerung.....	103
11. Quellenverzeichnis	105
12. Abbildungsverzeichnis	115
13. Tabellenverzeichnis.....	117

1. Einleitung

Der Begriff Rotfäule wird in der forstlichen Praxis für eine hellbraune bis dunkelrotbraune Verfärbungen des Stammholzes, die mit einer Strukturzerstörung verbunden ist, verwendet (SCHMIDT-VOGT, 1989). Die Besiedlung durch Basidiomyceten beeinflusst die Vitalität der Fichte in Bezug auf die grünen Krone und damit verbundenen Assimilationsleistung meist nur geringfügig, beachtlich sind jedoch die Wertverluste, da das Holz meist nur noch weniger ertragreichen Verwendungszwecken zugeführt werden kann (SCHMIDT-VOGT, 1989).

Die von nagelfester Holzfäule betroffenen Sortimente werden als Braunbloche gehandelt und müssen von der Schaftform grundsätzlich der Güteklasse B entsprechen, wobei maximal dreiviertel des Stirnflächendurchmessers von der Verfärbung betroffen sein dürfen. Wird ein Sortiment als Braunblock anstatt als B-Block verkauft, so sind Einbußen im Verkaufserlös von ca 30 Prozent¹ zu erwarten. Ist das Holz durch den Pilzbefall bereits in jenem Ausmaß zerstört, dass es nicht mehr sägefähig ist, wird es als Industrieholz klassifiziert, dies bedeutet zur ursprünglichen B-Qualität eine Wertdifferenz von mehr als 60 Prozent¹. Sind die Stämme bereits hohl (sog ‚Brunnröhren‘), dann handelt es sich um Manipulationsholz für die lediglich ein Verkaufserlös von ein bis zwei Euro/Festmeter frei Straße erzielt werden kann (FRIEDL, 2015). Zusätzlich sind erhöhte Ernteverluste durch das Gesundschnitten wie auch die gegebenenfalls höheren Holzerntekosten zu beachten.

Die holzerstörenden Pilze dringen entweder über Rindenverletzungen (Wundfäule) oder über die Wurzeln (Kernfäule) in den Baum ein. Stammwunden können unter anderem durch Steinschlag, Holzurückung oder den Einfluss des Wildes entstehen und stellen die Eintrittspforten für *Stereum*-Arten dar. Der prominenteste Vertreter unter den *Stereum*-Arten ist *Stereum sanguinolentum*, der blutende Nadelholz-Schichtpilz, dessen Fruchtkörper auch häufig auf der Stirnseite des zu lange gelagerten Nadelrundholzes beobachtet werden kann.

Im Gegensatz dazu dringt der bekannteste Rotfäuleerreger *Heterobasidion annosum* über Wunden im Wurzel und Stockbereich, sowie durch Wurzelverwachsungen ein. Von diesem Pilz betroffen sind vor allem Aufforstungen ehemals landwirtschaftlich bewirtschafteter Flächen, da dort der Schutz durch Mykorrhizapartner fehlt. *Heterobasidion annosum* bereitet auch oft nach Durchforstungen Probleme, da der Pilz die Stöcke der entnommenen Bäume besiedelt und über Wurzelverwachsungen Bäume des verbleibenden Bestandes befällt.

Die Bedeutung von Rotfäule, die durch *Stereum*-Arten verursacht werden, wird durch die Ergebnisse der österreichischen Waldinventur 2007/09 verdeutlicht. So weisen in Österreichs Wäldern ca 19 Prozent der Stämme Verletzungen des Stammmantels durch Steinschlag, Rückung oder Schälung auf. Die durch Wunden in ihrer Wertentwicklung beeinträchtigten Stämme repräsentieren ca ein Fünftel des stehenden Vorrates. An dieser Stelle muss jedoch angemerkt werden, dass die Verursachung vieler dieser Wunden mehrere Jahrzehnte zurückliegt.

In den Anfängen der Erschließung des österreichischen Waldes wurden Forststraßen mit der Schubraupe angelegt. Durch diese Bauweise waren Steinschlagschäden in felsigen, schroffen Lagen kaum vermeidbar. Heute werden Forststraßen bestandesschonend mit der Baggerbauweise errichtet, so dass neue Verletzungen durch Steinschlag von untergeordneter Bedeutung sind.

Um einer negativen Wertentwicklung des verbleibenden Bestandes nach Vornutzungen, zum Beispiel durch Verletzung der Zukunftsbäume, vorzubeugen, wird ständig an der Qualitätssicherung von Holzernteeinsätzen gearbeitet.

¹ Prozentwerte errechnet auf Basis „Holzpreise in der Steiermark im Juli 2015“ von DI Klaus Friedl, Landeskammer für Land und Forstwirtschaft Steiermark.

Zum Beispiel entwickelt OFNER (2005) ein Bonus-Malussystem für Harvestereinsätze, welches Holzschlägerungsunternehmer zu einer pfleglichen Arbeitsweise motivieren soll.

Die Ursache für nachteilige Einflüsse des Wildes auf den Wald darf nicht nur überhöhten Wildbeständen zugeschrieben werden, sondern muss als multifaktorielles Problem betrachtet werden (REIMOSER, 1986). Wildökologische Raumplanung, lebensraumverbessernde Maßnahmen, Lenkung des Tourismus sowie geeignete Jagdmethoden und Strategien tragen heute und in Zukunft dazu bei, das Betriebsziel traditioneller Forstbetriebe *Wald mit Wild* bei einem geringeren Niveau an Walvermögensverlusten als in vergangenen Jahrzehnten umzusetzen.

Auch die für Rotfäule prädisponierten Fichtenaufforstungen landwirtschaftlicher Grenzertragsböden stellen ein Erbe vergangener Generationen dar. Ein Paradigmenwechsel in der Forstwirtschaft führte dazu, dass bei solchen Erstaufforstungen häufig zugunsten des Laubholzes auf die Fichte verzichtet wird.

Durch Rotfäule erkrankte Bestände erfordern ungeachtet des auslösenden Pathogenes (*Stereum ssp.* bzw. *Heterobasidion annosum*) eine spezifische waldbauliche Behandlung. Da die Wertentwicklung des Bestandes anders als bei gesunden Beständen verläuft, werden Durchforstungen mit erhöhter Eingriffsstärke durchgeführt. Bei der Fichte können durch kräftige Eingriffe in der Jugend Höhen- und Grundflächenzuwachs und damit auch der Volumszuwachs des Einzelstammes gefördert werden (MITSCHERLICH, 1970). Diesen Effekt kann sich der Forstmann in Beständen, die von Rotfäule betroffen sind, zunutze machen, um noch einen positiven Wertzuwachs zu erreichen. Durch starke Freistellungen in jungem Bestandesalter ist eine Reduktion der Produktionsdauer in Bezug auf den Zieldurchmesser verbunden, weshalb eine gesonderte Berücksichtigung dieser Bestände im Rahmen der Ertragsregelung angezeigt ist.

Durch die langen Umtriebszeiten in der Forstwirtschaft werden die Wertverluste, deren Entstehung meist in der Vergangenheit liegen, erst Jahre später erfolgswirksam. Anhand des umfassenden Datenmaterials eines Betriebes soll diese Diplomarbeit die tatsächlichen monetären Auswirkungen von Rotfäulebefall feststellen, um daraus Konsequenzen für die mittelfristige Betriebsplanung abzuleiten.

2. Problemstellung und Zielsetzung

Die Forstökonomie beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren mit der Erstellung geeigneter Modelle zur Schätzung des DWertverlustes infolge von Rotfäule, zB SUDA (1989), BINDER (1991) und SCHALLER (2002). Einen rezenten Überblick vermittelt Moog (2008). Diese Modelle dienen einerseits dazu, Waldvermögensänderungen zu dokumentieren und andererseits die Bewertung und Abgeltung von erwarteten künftigen Ertragsverlusten infolge der Schältätigkeit des Rotwildes zu objektivieren. Auch die Bewertung des pekuniären Wertverlustes im Zuge des Schältschadensmonitoring, angeboten von der Fa *Umweltdata*, erfolgt mithilfe von Modellen, die sowohl Prämissen in Bezug auf den Diskontierungszinssatz als auch auf das Wachstum der Fäule erfordern. Zinssatz und Holzpreise werden in diesem Modell über die Jahre konstant gehalten, um die Wertverluste vergleichen zu können. Die Ergebnisse der Berechnungen spiegeln daher nicht unbedingt die Realität wieder (BRONNER, 2015). In Anbetracht der langen Wirkungszeiträume ist insbesondere der Kalkulationszinsfuß für das errechnete Ergebnis von ausschlaggebender Bedeutung.

Aufgrund der oben beschriebenen Unsicherheiten in den Modellen soll untersucht werden, ob aus Daten der betrieblichen Informationssysteme (Materialbuch und Operat) auf alternativem Wege eine Dimension des Wertverlustes abgeleitet werden kann. Es wird geprüft, ob es durch den Untersuchungsansatz auf Ebene der Betriebsklassen möglich ist, das zeitliche Nacheinander durch das räumliche Nebeneinander zu ersetzen und den Einfluss des Kalkulationszinssatzes auszuschalten. In weiterer Folge wird evaluiert, wie das betriebliche Informationssystem zu gestalten ist und welche Datengrundlagen erforderlich sind, um entsprechende Aufschlüsse über die monetären Auswirkungen zu erlangen.

Die Berechnungsergebnisse über diese monetären Auswirkungen bilden die Grundlage des Lösungsansatzes der zweiten Problemstellung. Erkenntnisse über den aktuellen Wert sowie über den geänderten Wertzuwachsverlauf eines durch holzzerstörende Pilze beeinträchtigten Bestandes sind nämlich auch in Bezug auf die Ertragsregelung relevant. Im Vergleich zu einem gesunden Bestand verläuft der Wertzuwachs eines rotfaulen Bestandes auf niedrigerem Niveau und kulminiert früher (SAGL, 1995). Neben diesem frühzeitigen Höhepunkt des Wertzuwachses ist das erhöhte Ausfallrisiko durch Wind- und Schneebruch - somit die Betriebssicherheit - ein Argument für den frühzeitigen Abtrieb rotfauler Bestände. Da die Umtriebszeit in den meisten Formelweisern zur Ertragsregelung explizit oder implizit von Bedeutung ist, wird im Modell der Firma *Umweltdata* unterstellt, auch die nächste Baumgeneration mit einer kürzeren Umtriebszeit zu bewirtschaften (BRONNER, 2015). Als Konsequenz einer solchen Verkürzung der Umtriebszeit kommt es, zu einer rechnerischen Steigerung des Hiebsatzes, welche sich aus einem temporären und einen eventuellen permanenten Effekt zusammen (vgl Kapitel 9.4.1. *Effekte der Umtriebszeitverkürzung*). In dem zu untersuchenden Forstbetrieb werden gesunde Bestände des Wirtschaftswaldes zu einer Betriebsklasse A (BKL A) und an Rotfäule erkrankte Bestände zu einer Betriebsklasse B (BKL B) zusammengefasst. Die BKL B ist dabei keine Betriebsklasse im Sinne des Normalwaldes, sondern eine vorübergehende Zusammenfassung von Beständen (*fliegende Betriebsklasse*), die nach der Endnutzung des stammfaulen Bestandes wieder der *BKL A* zugeordnet werden. Umgekehrt werden Bestände der BKL A, deren Wertentwicklung sich durch ein Schälereignis verschlechtert, in die BKL B verschoben. Charakteristisch für ein klassisches Betriebsklassenmodell ist jedoch, dass die Gesamtfläche dieser Befund- und Planungseinheit im Sinne der Nachhaltsregelung konstant gehalten wird (WIRNSBERGER, 2011). Aufgrund des Überganges von Flächen der BKL B in die BKL A und vice versa wird die Modellprämisse der konstanten Gesamtfläche in keiner der beiden Betriebsklassen erreicht.

Neben diesen rotfaulen Beständen der Betriebsklasse B existiert in dem hier untersuchten Forstbetrieb ein relativ hoher Anteil an Beständen der Betriebsklasse A, die sich in der Terminal- und Zerfallsphase befinden. Sowohl die rotfaulen Bestände der BKL B als auch hochbejahrte Bestände der BKL A erzielen

nur noch geringen oder bereits negativen Wertzuwachs. Beim Abbau dieser Bestände sind neben dem Holzproduktionsbetrieb auch jagdliche Interessen im Sinne der Erhaltung eines ausreichenden Angebotes lichter Altholzbestände als Lebensraum des Wildes zu berücksichtigen.

Ziel dieser Masterarbeit ist es, praxisrelevante Beiträge zu folgenden zwei Fragestellungen zu liefern:

- 1.) Kann der betriebswirtschaftliche Schaden, der infolge von Rotfäule unter dem Titel des Holzertrags entsteht, für Zwecke der Betriebssteuerung auf Grundlage einer detaillierten Materialbuchführung praxisgerecht bemessen werden?
- 2.) Welche Konsequenzen ergeben sich aus den Ergebnissen der Fragestellung 1.) und einer Verkürzung der Umtriebszeit in Bezug auf die Ertragsregelung und auf die nachhaltige Holzproduktion?

3. Methodik

Diese Untersuchung, die anhand eines betrieblichen Fallbeispiels erfolgt, erhebt den Anspruch, Lösungsvorschläge für die Praxis zu bieten sowie wissenschaftlicher Problemidentifikation und Problembearbeitung derselben Thematik gerecht zu werden.

Vorgehen und Aufbau erfolgt unkonventionell, teils um für den hier untersuchten Forstbetrieb direkt von praktischem Wert zu sein, teils um zu zeigen, wie durch abstrahierende Wissenschaft verbunden mit fachlich relevantem Wissen eine am Betriebswohl orientierte Lösung erarbeitet werden kann. Daher wird die Abhandlung stets in wechselseitigem Bezug auf beide Aspekte durchgeführt.

Diskussionen mit dem betrieblichen Management sowie die in mehrjähriger Berufserfahrung gesammelten Erkenntnisse führen zu eigenständigen Überlegungen, welche mit Ergebnissen aus Literaturrecherche ergänzt werden. Aussagen aus der wissenschaftlichen Literatur werden gleich im Anschluss auf ihre Gültigkeit für den Betrieb diskutiert. Die Diskussion über die Validität wissenschaftlicher Erkenntnisse hinsichtlich des Fallbeispiels soll den betrieblichen Nutzen der Untersuchung aufwerten.

In den Kapiteln 4. (*Pathologische Grundlagen*) und 5 (*Die monetäre Bewertung der von Rotfäule betroffenen Bestände*) werden Basiswissen über die Pathologie der Rotfäule sowie fundamentale Kenntnisse zur Bewertung von Waldvermögensänderungen für sämtliche zu behandelnden Problemstellungen angeführt und erläutert. Hingegen werden Voraussetzungen, die lediglich zum Verständnis einer einzigen Aufgabenstellung oder zur Interpretation eines einzelnen Befundes erforderlich sind, aus eben angeführten Gründen jeweils an der entsprechenden Stelle beschrieben. Durch diese Vorgehensweise sind einige Kapitel logisch und strukturell in sich geschlossen. Aus diesem Grunde erfolgt nach jedem dieser Kapitel ein Resümee, damit betriebsrelevante Informationen (für Praktiker) über das Inhaltsverzeichnis abrufbar sind. Die Synthese der einzelnen Erkenntnisse aus den Kapiteln erfolgt im Rahmen einer Schlussfolgerung (vgl Kapitel 10.).

Der Nutzen der vorliegenden Arbeit für den Forstbetrieb liegt also in der Dokumentation und Weiterentwicklung der entsprechenden Informationssysteme sowie in der Auswertung des Datenmaterials, indessen der wissenschaftliche Wert in der kritischen Evaluierung dieser Methoden zu sehen ist.

In dem betreffenden Forstbetrieb wurde zur Erhebung der jährlichen Schälaktivität und zur Schätzung der sich daraus ergebenden jährlichen Wertverluste ein Monitoring implementiert. Diesbezüglich erfolgt eine Dokumentation der Datenerhebungsmethodik. Die Auswertung der Daten erfolgte bisher über externe Dienstleister, welche die Hilfstafeln zur Bewertung von Schälschäden von BINDER (1991) heranziehen. Es wird unter anderem erarbeitet, wie der in den Hilfstafeln von BINDER (1991) beschriebene Rechenweg auf das vorhandene betriebliche Datenmaterial angepasst werden kann. Dafür wird mit dem Datenmaterial einer Erhebungsperiode gerechnet. Zudem wird versucht, mit dem vorhandenen Datenmaterial ein Verfahren zur Prognose der Fäulesituation im Endbestand zu entwickeln. Auf eine Darstellung des errechneten Wertverlustes wird verzichtet, da es sich um eine vertrauliche Betriebsinformation handelt und diese außerdem keinen wissenschaftlichen Wert besitzt. Zuletzt erfolgt die kritische Evaluierung des Monitorings hinsichtlich Aufnahme- und Auswertungsmethodik unter Heranziehung der Ergebnisse von Expertenbefragungen.

Dieser Modellierung der monetären Verluste wird eine unkonventionelle Methode der Bemessung des Wertverlustes gegenübergestellt. In der betreffenden Forstverwaltung wird ein Materialbuch geführt, mit welchem die verkauften Sortimente bis zum Nutzungsort zurückverfolgt werden können. Außerdem werden im Zuge der Forsteinrichtung die Bestände neben einer Stichprobeninventur mittels Taxation erhoben (BRONNER, 2015), wobei die Bestände, die Stammwunden oder bereits Rotfäule aufweisen, identifiziert und als solche im Wirtschaftsbuch (Operat) gesondert vermerkt werden. Diese Form der

Verwaltung liefert wertvolle Daten, da durch die Verknüpfung des Materialbuches mit dem Operat sowohl Unterschiede in der Sortiments- und Güteverteilung als auch daraus resultierende Erlösdifferenzen statistisch untersucht werden können. Die Trennung der angefallenen Holzmengen nach Vor- und Endnutzung sowie eine weitere Untergliederung in Alters- und Bonitätsklassen (gut, mittel und schlecht) erscheinen sinnvoll, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten und Hinweise auf mögliche Interaktionen zwischen Fäulefortschritt und Standort zu erlangen.

Aus den drei Datenmaterialien (Materialbuch, Dokumentation der Gedinge mit Verweis auf den Waldort, Operat) soll durch statistische Auswertungen auf den Wertverlust durch Rotfäule geschlossen werden. Seit dem Jahr 2012 wird das Materialbuch besonders detailliert geführt und es ist nachvollziehbar aus welcher Unterabteilung die Holzmenge stammt. Für die Zeit zuvor können Rückschlüsse meist nur auf die Abteilung und vereinzelt auf die Unterabteilung gezogen werden. In den letzten drei Jahren wurden zwar 921 Gedinge angelegt, jedoch kann nur ein kleiner Teil dieser Gedinge für einen Betriebsklassenvergleich herangezogen werden.

Die Einführung einer Materialbuchführung, welche bis in die Unterabteilung zurückführt, verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele, zum einem neben einer Massennachhaltigkeit auch eine Flächennachhaltigkeit zu gewährleisten und zum anderen strukturelle Unterschiede beim Vorgehen der Revierleiter in deren Nutzungsplanung zu erkennen, um steuernd eingreifen zu können.

In einem ersten Schritt werden die Informationen der drei verschiedenen Datenquellen hinsichtlich des Waldortes miteinander verknüpft. Das Materialbuch liefert Daten über die Sortimentsverteilung je nach Gedinge und Baumart. Aus dem Wirtschaftsbuch (Operat) können Informationen über die Altersklasse sowie über die Bonität für eine vertiefende Auswertung entnommen werden. In der Gedingeliste sind die Bezeichnung der Unterabteilung, die Flächengröße und die ausgewiesene Betriebsklasse dargestellt. Im Falle von Mischgedingen ist die prozentuelle Aufteilung auf die einzelnen Unterabteilungen und dadurch auf die Betriebsklassen, Altersklassen und Bonitäten ersichtlich.

Der Forstbetrieb arbeitet in seinem Wirtschaftsbuch mit vier verschiedenen Betriebsklassen. In der Betriebsklasse A werden Bestände des „gesunden“ Wirtschaftswaldes zusammengefasst. In der Betriebsklasse B werden Bestände vereinigt, die durch unterschiedliche Faktoren in ihrer Wertentwicklung und Stabilität negativ beeinflusst werden und somit eine andere Behandlung erfordern. In den Betriebsklassen C und D werden schließlich alle Bestände aggregiert, die als Schutzwald im Ertrag bzw. Schutzwald außer Ertrag ausgewiesen wurden.

Für dieses Projekt wird nur die Auswertung der Betriebsklassen A und B herangezogen, da in den Betriebsklassen C und D nicht weiter zwischen „gesund“ oder „geschädigt“ differenziert werden kann. Zur Auswertung gelangt lediglich die Fichte, da diese in einem breiten Sortimentsspektrum beginnend von Faserholz für die Papierindustrie über Sägerundholz geringer Qualität (zB Braunbloche) bis hin zu hochwertigem Blochholz gehandelt wird. Diese detaillierten Abstufungen in Güteklassen sind erforderlich, um die Auswirkungen auf den Holzertrag wahrheitsgetreu darzustellen und um nicht von Mischpreisen, die mehrere Qualitätsstufen enthalten, verfälscht zu werden. Im Falle der Buche, von der beinahe die gesamte Holzmenge als Industrieholz vermarktet wird, wären demgegenüber Rückschlüsse auf die tatsächliche Qualität nicht möglich. Die Brandigkeit, eine durch Pilze hervorgerufene Fäule der Lärche, ist sowohl in Beständen der *Betriebsklasse A* als auch der *Betriebsklasse B* ubiquitär, daher bleibt auch die Lärche bei den Auswertungen außer Betracht.

Alle einheitlichen Gedinge, die nur eine Betriebsklasse und nur eine Nutzungsart (Vor- bzw. Endnutzung) umfassen, werden vorerst einzeln ausgewertet. Dies dient einerseits dazu, die Bandbreite der Verteilungen wie auch die Besonderheiten in einzelnen geernteten Beständen aufzuzeigen. Nach dieser ersten Auswertung und der Klärung etwaiger Ungereimtheiten werden die Gedinge in Pools einheitlicher Betriebsklassen, Baumarten und Nutzungsarten zusammengefasst. Die Mittelwerte der Sortimentsverteilung werden gewichtet mit den jeweiligen Erntefestmetern bestimmt. In einem dritten Auswerteschritt wird eine Einteilung in die Bonitätsstufen guter, mittlerer und schlechter Standorte vorgenommen. Auf dieser Grundlage sollen standörtliche Abhängigkeiten rotfäulebedingter

Wertdifferenzen aufgezeigt werden. Die Trennung nach verschiedenen Nutzungsarten erscheint besonders wichtig, da eine Negativauslese bei Durchforstungen und einzelstammweisen Endnutzungen auch die Sortimentsstatistik beeinflussen.

Die statistische Absicherung der Resultate erfolgt, da es sich bei den Auswertungsergebnissen um Mittelwerte handelt, mittels t-Test. Dazu wird für die jeweilige *Sortimentgruppe*, in beiden Betriebsklassen die Standardabweichung mit folgender Formel berechnet:

$$s = \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i} \cdot \frac{n}{n-1}}$$

$\sum f_i$Gesamtmenge der Auswerteeinheit je BKL in efm

x_i Prozentueller Anteil des Sortimentes am Gedinge

$\bar{x}$Mittelwert des prozentuellen Anteils aller Gedinge

nAnzahl der Gedinge (Stichprobenumfang)

Aus den beiden Stichproben sind nun Mittelwerte ($\bar{x}_1, \bar{x}_2$), Standardabweichung (s_1, s_2) und Stichprobenumfang (n_1, n_2) bekannt. Dem Verfahren liegt die Hypothese zugrunde, dass s_1 und s_2 Schätzungen für die gleiche Standardabweichung σ sind, und daher der Mittelwert aus beiden eine bessere Schätzung der Standardabweichung um die Mittelwerte darstellt (STERBA, 2011):

$$s_x = \sqrt{\frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Danach kann der t-Wert mit folgender Formel berechnet werden:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_x} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

Die Nullhypothese lautet, dass sich die Betriebsklassen hinsichtlich der Mittelwerte für das jeweilige Sortiment nicht unterscheiden. Der aus den Daten errechnete t-Wert wird mit dem Tabellenwert für die gewünschte Irrtumswahrscheinlichkeit (zweiseitige Fragestellung) verglichen. Ist er größer als die dort angegebene Perzentile, dann gilt der Unterschied bei der gegebenen Irrtumswahrscheinlichkeit als gesichert (STERBA, 2011).

In Anbetracht der Volatilität der Holzpreise sind die jeweiligen Sortimentsverteilungen das zentrale Ergebnis der ersten Fragestellung dieser Masterarbeit. Bezüglich der Bewertung erfolgt eine Berechnung von Varianten. Effektiv erzielte Erlöse werden einheitlichen Preisansätzen je Sortiment mit dem Durchschnittspreis der Jahre 2012, 2013 und 2014 gegenübergestellt. Da die Preisschwankungen am Holzmarkt in diesen drei Jahren nicht sehr groß waren, wird mit dem durchschnittlichen, mit dem höchsten und mit dem niedrigsten Preis der letzten zehn Jahren bewertet. Auf den Einfluss sich allfällig im Laufe der Zeit verschiebender Wertrelationen zwischen den Sortimenten wird in der Diskussion eingegangen. Die berechneten Wertverluste werden mit jenen aus konventionellen Ansätzen der Bewertung verglichen und interpretiert.

Die Fassung der Sortimente in Gruppen ist also einerseits für die statistische Absicherung von Bedeutung und andererseits, um einen pekuniären Wertverlust zu bestimmen. Die publizierten Statistiken für Sägerundholz dokumentieren zumeist nur den Preis des Leitsortimentes *Fichte/Tanne Güteklasse B, Media 2b*. Lediglich in der Statistik der Landwirtschaftskammer Steiermark sind auch Durchschnittspreise der Sortimente Braunblock, Cx-Block, Hoblerblock und Zerspanerholz zu finden.

Sondersortimente wie zB Käferholz und Palettenholz oder das im Industrieholzsektor gehandelte Manipulationsholz und Sekunda sind in keiner Preisstatistik zu finden. Darüber hinaus ist das geerntete Holz an Kunden verkauft worden, die in der Qualitätsbezeichnung unterschiedlich zwischen den Sortimenten differenzieren. Zum Beispiel übernehmen manche Sägewerke von Borkenkäfern befallenes Holz als Cx-Bloch, andere definieren ein eigenes Sortiment, *Käferholz*. Aus diesem Grund werden Gruppen einheitlichen Preisniveaus geschaffen und bewertet.

Alle Gedinge, die sich auf Kalamitätsnutzungen beziehen, werden in Bezug auf die Sortimentsverteilung nicht ausgewertet, da Bruchholz, Ausformungsverlust und Verblauung zu großen Verzerrungen führen.

Die einnahmeseitigen Auswirkungen der Rotfäule auf das Kerngeschäft Holz werden durch die Ergebnisse der Materialbuchauswertung verdeutlicht. Die ausgabenseitigen Effekte auf das Betriebsergebnis können durch die Inanspruchnahme steuerlicher Ausgleichsregelungen in zweierlei Hinsicht abgeschwächt werden. Einerseits kann im Großwald (über 100 ha) Rotfäule im Zuge der Einheitsbewertung als wertminderndes Kriterium geltend gemacht werden. Andererseits sieht das Einkommenssteuergesetz (EStG, 1988 idgF) für Waldnutzungen infolge höherer Gewalt eine Progressionsermäßigung vor. Experten für fiskalische Aspekte haben die praktische Umsetzung dieser Rechtsmaterien in Bezug auf die Rotfäule zu beurteilen.

Der methodische Ansatz der zweiten zentralen Fragestellung besteht in der Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für das Problem der Umtriebszeitverkürzung. Hierbei wird das von SEKOT (2010) entwickelte Modell der *dynamischen Ertragsregelung* herangezogen, da dieses System zwischen Normal- und Schadbetrieb unterscheidet und für Zu- Ab- und Übergänge offen ist. Mithilfe der *dynamischen Nutzungspotenzialanalyse* von BRONNER (2008) können hingegen langfristige Auswirkungen verschiedener Strategien beim Abbau rotfauler Bestände modelliert werden.

4. Pathologische Grundlagen

In dieser Masterarbeit steht die betriebswirtschaftliche Betrachtungsweise des Themas Rotfäule im Vordergrund. Auf einen Überblick über pathologisches Basiswissen soll jedoch aus zweierlei Gründen nicht verzichtet werden. Zum einen muss der in der forstlichen Fachsprache verwendete Begriff Rotfäule, welcher einen Komplex an Krankheitsbildern und Erregern darstellt, einer Definition und Abgrenzung unterzogen werden, zum anderen wird aufgezeigt, wie unterschiedlich die auslösenden Umweltbedingungen und Erreger sein können, die zu dieser Erkrankung führen. Die wichtigsten Erreger von Stamm- und Stockfäule an der Fichte mit ihren ökologischen und pathologischen Besonderheiten werden vorgestellt, sowie Möglichkeiten der Prävention aufgezeigt.

4.1. Rotfäule – Terminologische Abgrenzung

Fäulen sind definiert als Destruktion des Gewebes größerer Zellpartien auf Grund von enzymatischer Tätigkeit von Mikroorganismen und Pilzen (BUTIN, 2010). Die im forstlichen Jargon verwendete Bezeichnung der Rotfäule der Fichte führt aus zwei Gründen zu Fehldeutungen. Einerseits ist die Rotfäule chemisch betrachtet eine Weißfäule des Reifholzes, allerdings wird der ursprünglich helle Farbton von anderen Farbreaktionen überlagert (ALTENKIRCH et al, 2002). Andererseits fehlt eine klare Definition des Begriffes, da die auf unterschiedliche Weise verursachten Stammfäulen alle unter dem Ausdruck Rotfäule zusammengefasst werden (KIRISITS, 2015). Im engeren Sinn wird jedoch nur die von *Heterobasidion annosum* verursachte Holzzersetzung als Rotfäule bezeichnet (KIRISITS, 2015). ROHMEDER (1969) schlägt daher vor, anstatt des vorwiegend gebrauchten Begriffes Rotfäule den übergeordneten Sammelbegriff „Stammfäule“ zu verwenden. BUTIN (2010) unterteilt die Weißfäule (Korrosionsfäule) weiter in eine selektive Delignifizierung, bei der vorerst nur das Lignin abgebaut wird, und in eine simultane Weißfäule, bei welcher Lignin, Cellulose und Hemicellulosen gleichzeitig abgebaut werden. Bei der echten Rotfäule (synonym als Kernfäule bzw Wurzelfäule bezeichnet), verursacht durch *H. annosum*, handelt es sich um eine selektive Weißfäule (KIRISITS, 2015). Im Gegensatz zur Braunfäule (Destruktionsfäule) kommt es bei der Weißfäule zu einem gleichmäßigen Schwinden des Holzes, das infolgedessen auch kaum Risse zeigt (ALTENKIRCH et al, 2002). Die unter dem Sammelbegriff Rotfäule bzw Stammfäule geführten Pilzerkrankungen werden von ROHMEDER (1969) auf Grund der Eintrittspforten der zersetzenden Pilze in Wurzel- und Wundfäulen unterteilt. ZYCHA & KATO (1967) nehmen eine Einteilung in Kernfäule und Wundfäule vor, da die Verwendung des Begriffes Wurzelfäule unterstellt, dass nur die Wurzeln von der Fäule betroffen seien. Dem entgegen ROHMEDER (1969), dass erstens der gleiche Vorbehalt auch gegen den Ausdruck Wundfäule möglich wäre, denn auch in diesem Fall beschränkt sich die Holzzersetzung nicht nur auf die Wunde und ihre nächste Umgebung, sondern breitet sich ebenfalls in den Stamm aus. Zweitens führt er an, dass die über das äußere Splintholz eindringenden Wundparasiten sich vorwiegend im Kernholz (bei der Fichte im Reifholz) ausbreiten, da dort das Verhältnis Wasser zu Sauerstoff für die Pilzentwicklung günstig ist. In dieser Masterarbeit wird aus den oben genannten Gründen die von ROHMEDER (1969) vorgeschlagene Einteilung in Wurzel- und Wundfäule verwendet.

4.2. Wurzelfäulen

Unter diesem Befallstyp versteht man Fäulen, die im Wurzelbereich ihren Anfang nehmen und dann entweder auf diese Region beschränkt bleiben oder sich auf das Stammholz ausweiten (STEYRER, 1992). Greift die Fäule auf das Stammholz über, wird sie je nach Ausmaß als Stock- bzw Kernfäule bezeichnet (STEYRER, 1992). Als Synonym findet in der Fachliteratur auch der Begriff *echte Rotfäule* Verwendung (GRABER, 1996; KIRISITS, 2015). Die wichtigsten Pathogene, welche Wurzelfäule verursachen, sind *Heterobasidion annosum sensu lato* und *Armillaria mellea sensu lato* (STEYRER, 1992). ZYCHA (1976) weist darauf hin, dass auch der typische Wundfäuleerreger *Stereum sanguinolentum* als Verursacher der Kernfäule auftreten kann, dass zudem ca 20 weitere Pilzarten gelegentlich Wurzelfäule verursachen, jedoch sind diese von geringer Bedeutung. DIMITRI (1969) hält fest, dass die Erreger der Wurzelfäulen sowohl durch natürliche als auch durch künstliche Infektionswege (Wunden und abgestorbene Wurzeln) eindringen können. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen zeigen, dass sowohl im Bezug auf *A. mellea* als auch *H. annosum* die größte Infektionsgefahr dann besteht, wenn Schädigungen in unmittelbarer Nähe des Wurzelstockes bestehen.

Heterobasidion annosum sensu lato

In Europa existieren drei Intersterilitätsgruppen des Wurzelschwammes mit Präferenz für verschiedene Baumarten (BUTIN, 2010).

- *Heterobasidion annosum sensu stricto*: Der Kiefernwurzelschwamm verursacht eine schwerwiegende Wurzelfäule an Kiefern jeden Alters, befällt aber auch andere Koniferen wie Fichte, Douglasie, Lärche und Wacholder.
- *Heterobasidion parviporum* wird Fichtenwurzelschwamm genannt, da er in Europa fast ausschließlich auf Fichten vorkommt.
- *Heterobasidion abietinum*: Der Tannenwurzelschwamm kommt in Tannenwäldern Mittel- und Südeuropas mit unterschiedlicher Aggressivität vor.

Der Wurzelschwamm wird heute als Artkomplex verstanden und daher im Folgenden als *Heterobasidion annosum s.l.* erörtert. Dieser Pilz ist an der Fichte unter den Stammfäule verursachenden Pilzen der bedeutendste (SCHMIDT-VOGT, 1989). Die Übertragung der Krankheit erfolgt entweder über Sporen, die mit dem Regenwasser in den Boden gelangen und auf prädisponierten Wurzeln auskeimen, oder durch Wurzelkontakt mit erkrankten Bäumen oder mit infizierten Baumstümpfen (BUTIN, 2010). DIMITRI (1969) untersucht Fichtenwurzeln auf den Befall von Kernfäuleerreger und kommt zu dem Schluss, dass der überwiegende Anteil (82 %) der Infektionen über Wurzelwunden und abgestorbene Wurzeln erfolgt. Wurzelkontaktinfektionen, also die Berührung gesunder mit kranken Wurzeln, führen nur in ca 5-10 % der Fälle zu Infektionen. GRABER (1996) weist bei seiner Studie zur Kernfäule an Fichte in der Schweiz nach, dass natürlich verjüngte Fichten signifikant weniger oft von Kernfäule betroffen sind als Bestände aus künstlicher Verjüngung. Der für die Winkelpflanzung notwendige Wurzelschnitt sowie Wurzelverkrümmungen aufgrund von Setzfehlern wurden als Ursachen für diese erhöhte Disposition zur Kernfäule verantwortlich gemacht.

Die parasitische Phase des Wurzelschwammes verursacht vorerst eine schwerwiegende Wurzelfäule (BUTIN, 2000), welche durch Abwehrreaktionen des Baumes zu Zuwachsverlusten führt (JOHANN, 1988). Mit der Inversion des aus toten Zellen bestehende Kern- oder Reifholzes beginnt die saprobische Aktivität des Pilzes (BUTIN, 2010). Das Myzel des Wurzelschwammes wächst vor allem in vertikaler Richtung und kann im Jahr eine Strecke von über 50 cm zurücklegen, während die Ausbreitung in radialer Richtung sehr langsam verläuft und das Splintholz meist nicht angegriffen wird (SCHMIDT-VOGT, 1989). Im Gegensatz dazu dringt das Myzel bei der stark harzenden Kiefer nicht weit in den

Stamm vor, jedoch führt die parasitische Aktivität des Pilzes zu einem weitreichenden Absterben des Wurzelsystemes und schließlich zum Tod des Baumes (BUTIN, 2010).

Die Aggressivität von *H. annosum* wird in großem Ausmaß von standörtlichen Faktoren beeinflusst. Allgemein bekannt ist, dass der Pilz auf Böden mit hohem Kalkgehalt bevorzugt auftritt. Die Azidität des Bodens dürfte jedoch nicht in direktem Zusammenhang mit dem Verhalten des Pilzes stehen, sondern vielmehr der Umstand, dass die hohe Zahl an azidophilen Pilzen eine antagonistische Wirkung auf *H. annosum* ausübt (GRABER, 1996). SCHWANTES et al (1976) untersuchten den Einfluss des pH-Wertes auf das Wachstum des Pilzes sowie auf die Enzymaktivität. Der optimale pH-Bereich für gutes Wachstum lag bei dem untersuchten Fomes-Stamm bei 5,5. Das Maximum an Cellulaseaktivität der Fomes-Stämme lag etwa um pH 4, wobei zwischen den einzelnen Stämmen quantitative Unterschiede bestehen. Diese Untersuchungsergebnisse untermauern die These von GRABER (1996), dass die erhöhten Rotfäuleschäden in kalkreichen Gebieten auf den fehlenden Gegenspielerkomplex zurückzuführen sind. ALCUBILLA et al (1990) fanden bei ihren Düngeversuchen heraus, dass Fichten, die mit Kalzium, Phosphor und Stickstoff gedüngt wurden, eine geringere Ausbreitungsresistenz gegenüber *H. annosum* aufwiesen als ungedüngte Fichten. In Bezug auf die Feuchtigkeit stellt KATÒ (1967) fest, dass Wälder, die auf Böden stocken, welche zur Wechselfeuchte neigen, mehr von Rotfäule betroffen sind, als Wälder auf Böden mit ausgeglichenem Wasserhaushalt (cit GRABER, 1996). Fichtenaufforstungen, die auf ehemaligen landwirtschaftlich genutzten Böden stocken, werden von *H. annosum* stark gefährdet. Selbst bei saurer Bodenchemie können Erstaufforstungen in beachtlichem Ausmaße erkranken (SCHMIDT-VOGT, 1989).

Die Diagnose eines Wurzelschwammbefalles mit freiem Auge ist oft sehr schwierig, da man infizierten Fichten die Erkrankung äußerlich meist nicht ansieht (SCHMIDT-VOGT, 1989). Das sicherste Anzeichen für einen Befall sind die mehrjährigen konsolenförmigen Fruchtkörper an der Stammbasis. Bei stark attackierten Bäumen höheren Alters ist der Stammgrund auf Grund des vermehrten Zuwachses flaschenförmig aufgetrieben. Als unspezifische Symptome sind ein verstärkter Harzfluss sowie eine Vergrößerung der Lentizellen zu nennen (SCHMIDT-VOGT, 1989).

Durch Wahl der geeigneten Baumart für den jeweiligen Standort sowie durch fachmännische Behandlung des Pflanzenmaterials lässt sich dieser echten Rotfäule vorbeugen. Wurzelverletzungen, verursacht zB durch flächiges Befahren des Waldes mit Forstmaschinen, als potenzielle Eintrittspforten sind zu vermeiden (ALTENKIRCH et al 2002). Es ist empfehlenswert, Durchforstungen von Fichtenbeständen, die auf ehemals landwirtschaftlichen Böden stocken, herauszuzögern, wenn eine Kolonisierung von *H. annosum* über frische Stöcke zu befürchten ist (ALTENKIRCH et al, 2002). Eine Behandlung der Baumstümpfe kann präventiv wirksam sein, da frisch infizierte Stöcke oft neue Ausbreitungszentren des Pilzes darstellen (BUTIN, 2010). Chemisch kann der Baumstumpf mit Harnstoff behandelt werden. Dieser wirkt gegen eine Infektion von *H. annosum*, verhindert jedoch nicht die Zersetzung des Stockes durch Saprobionten (BUTIN, 2010). Eine biologische Möglichkeit der Stockbehandlung ist das Aufbringen einer Sporensuspension des antagonistischen Riesen-Rindenpilzes - *Phlebiopsis gigantea* (BUTIN, 2010). Die Behandlung der Stöcke dürfte sich nur bei Aufforstungen erster Generation lohnen, da bei Beständen zweiter Generation die alten Stümpfe des Vorbestandes die Hauptüberträger des Pilzes sind (SCHMIDT-VOGT, 1989). Bei Beständen zweiter Generation würde eine Stockrodung den Befallsdruck zwar herabsetzen (SCHMIDT-VOGT, 1989). Sie ist jedoch aus ökologischen und technischen Gründen (Gebirgsforstwirtschaft) nicht durchführbar.

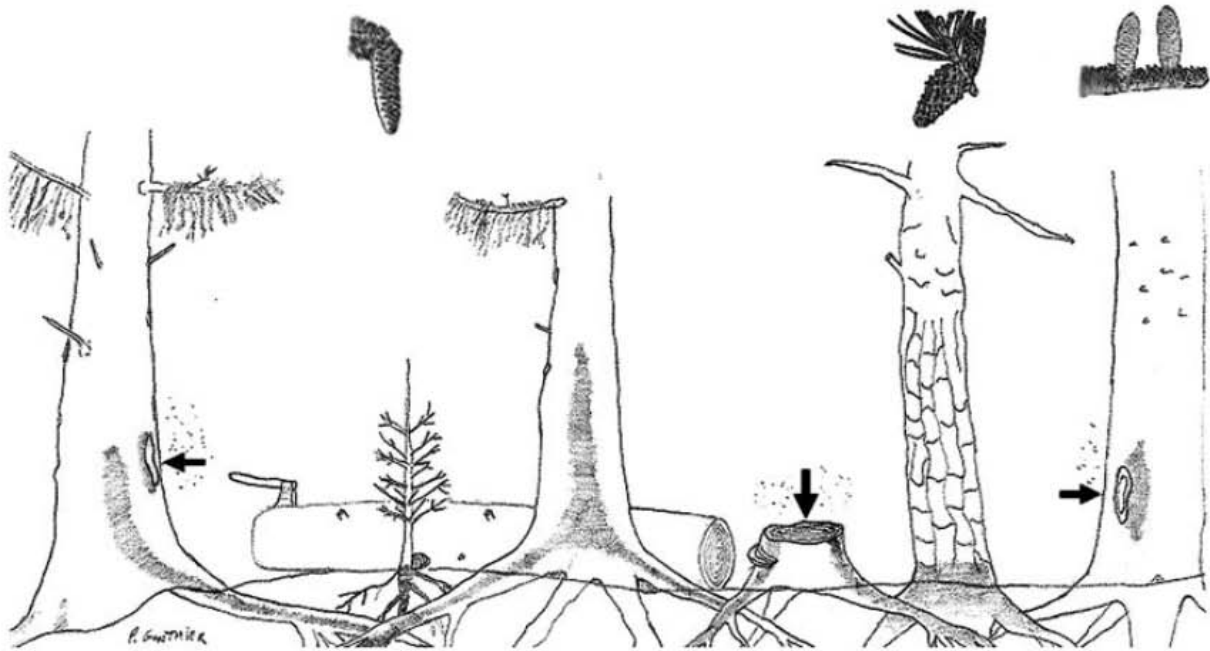


Abbildung 1: Infektionszyklus von *H. annosum* (GONTHIER P. & THOR M., 2013, 133)

Die Sporen werden durch die Luft auf frische Stöcke oder Wunden transportiert und gelangen so in die Wurzelsysteme der Bestände. Wunden dürften als Infektionsstellen bei *Abies* spp bedeutender sein als bei *Pinus* spp. Nach der Etablierung des Pilzes im Wurzelsystem der Stöcke und Bäume, kann der Pilz über Wurzelkontakt gesunde Bäume befallen (GONTHIER P. & THOR M., 2013).

Armillaria mellea sensu lato

NIERHAUS-WUNDERWALD (1994) beschreibt die fünf in Europa relevanten Hallimasch-Kleinarten aufgrund ihrer biologisch-ökologischen Verhaltensmuster:

- *Armillaria borealis*: Der Nördliche Hallimasch lebt überwiegend als Saprobiont an bereits toten oder absterbenden Laub- und Nadelbäumen, sporadisch tritt er an Fichte als Kernfäuleerreger auf.
- *Armillaria cepistipes*: Der Keulige Hallimasch ist eine weniger häufig vorkommende Art, welche vorwiegend im Gebirge als Saprobiont an Nadeltotholz anzutreffen ist.
- *Armillaria gallica*: Der Gelbschuppige Hallimasch gilt als Sekundärschädling (Schwächeparasit), der bereits geschwächtes Laubholz befällt und als häufigste Hallimasch-Spezies bei der Eichen-Komplexkrankheit mitwirkt.
- *Armillaria mellea*: Der Honiggelbe Hallimasch kommt sowohl als Primärparasit als auch als Saprobiont auf vielen Laubhölzern (auch Obstbäumen) vor.
- *Armillaria ostoyae*: Der Dunkle Hallimasch ist ein in Mitteleuropa häufig vorkommender Primärparasit, der als Kambiumkiller an Koniferen (vor allem auch Fichte) in Erscheinung tritt. Dieser Pilz kann jedoch auch als Saprobiont an Stöcken und Wurzeln leben.

Die oben beschriebenen Hallimasch Kleinarten unterscheiden sich in ihrer Pathogenität und Wirtsbaumwahl. In den Ausführungen werden diese Unterarten als *Armillaria mellea* s.l. bezeichnet.

Der Hallimasch gilt als Sekundärschädling unter den Pilzen, da er meist nur Bäume befällt, die unter Stress leiden (zB durch Staunässe, Pflanzschock, Schädlingsbefall, Wasser oder Nährstoffmangel) und

ansonsten als Saprobiot in Totholz lebt. Charakteristisch für diesen Pilz sind die sich zwischen Rinde und Holz entwickelnden Rhizomorphen (fächerartig ausstrahlende, weiße Myzellappen), die der Wasser- und Nährstoffaufnahme dienen. Sie spielen eine wichtige Rolle am Infektionsweg des Pilzes (BUTIN, 2010). Der Baum wird infiziert, indem ein dünner Myzelstrang einer Bodenrhizomorphe in die unverletzte Wurzel des lebenden Baumes einwächst (NIERHAUS-WUNDERWALD, 1994). Mit diesen wurzelähnlichen Strängen (Rhizomorphen) kann der Pilz ein weites Areal durchwachsen und gilt daher als größtes Lebewesen der Welt. In Nordamerika gibt es einen Befallsherd eines einzigen Klonen des dunklen Hallimasch (*Armillaria ostoyae*), welcher bereits eine Größe von 10 km² erreicht hat (HALMSCHLAGER et al, 2013). Trifft dieses Myzel auf einen Baum, der infolge der einwirkenden Stressfaktoren nicht in der Lage ist, sich durch chemische Barrieren zu schützen, so erfolgt der Befall des Kambiums, welcher den Tod des Baumes bedeutet (BUTIN, 2010).

Im Gegensatz zu *H. annosum* s.l. verursacht *A. mellea* s.l. eine nur wenige Meter aufsteigende Weißfäule, die daher als Stockfäule bezeichnet wird und einen rotbraunen Farbton durch Oxidationsprozesse erhält (BUTIN, 2010). Das Myzel von *A. mellea* vermag sowohl Zellulose als auch Lignin abzubauen (SCHMIDT-VOGT, 1989). Somit handelt es sich hier um eine simultane Weißfäule.

Als Maßnahmen gegen diesen pathogenen Pilz wird unter anderem die Wiederbewaldung durch Naturverjüngung, Vermeidung von Setzfehlern sowie die Wahl von standortsgerechten Baumarten genannt (HALMSCHLAGER et al, 2013). NIERHAUS-WUNDERWALD (1994) empfiehlt zusätzlich durch Jungwuchspflegemaßnahmen einerseits die Vitalität der Bäume zu fördern und andererseits die Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren und somit einen funktionierenden Gegenspielerkomplex zu erhalten. Bodenverdichtung sowie Schäden am verbleibenden Bestand im Zuge der Durchforstung sind zu vermeiden.

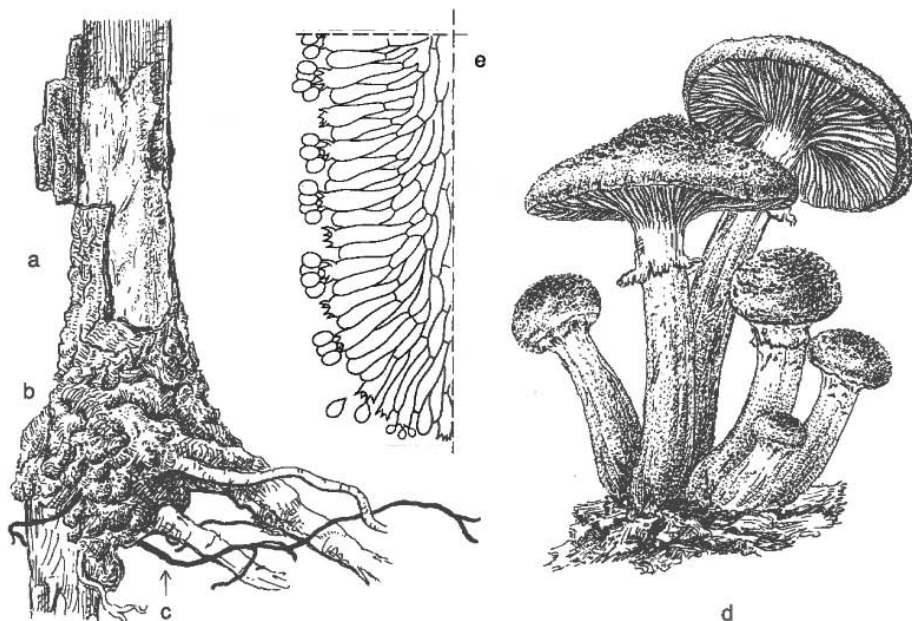


Abbildung 2: *Armillaria* species a-d Befallsmerkmale an junger Fichte: a weiße Myzelmatten unter der abgetöteten Rinde, b Harzstickchen, c Bodenrhizomorphe, d Fruchtkörper, e Querschnitt (Ausschnitt) durch eine basidientragende Lamelle (BUTIN, 1996, 179)

4.3. Wundfäulen

In diesem Fall erfolgt die Infektion über oberirdische Verletzungen des Stammes bzw des Wurzelanlaufes, als Eintrittspforten für die in der Luft mehr oder minder allgegenwärtigen Sporen. Die wichtigsten Wundfäuleerreger bei der Fichte sind *Stereum sanguinolentum*, *Stereum areolatum*, der eigentlich typische Wurzelfäuleerreger *Heterobasidion annosum* s.l. und von untergeordneter Bedeutung auch *Armillaria mellea* (STEYRER, 1992). Im Gegensatz zum Befall von *H. annosum* ist eine Reduktion des Einzelbaumzuwachses bei den typischen Wundfäuleerregern *S. sanguinolentum* umstritten (vgl Kapitel 5.3. – *Wirtschaftliche Auswirkungen der Rotfäule*).

Stereum sanguinolentum

Der Blutende Schichtpilz ist der bedeutendste Wundfäuleerreger an der Fichte (SCHMIDT-VOGT, 1989). Der Pilz befällt auch frisch geerntetes Holz und Schnittholz, wenn dieses nicht trocken gelagert wird. Die dabei entstehende Holzentwertung wird im Holzhandel als Rotstreifigkeit bezeichnet (DONAUBAUER, 2009). Wunden, die mechanisch durch die Fällung oder Rückung von Holz, durch Steinschlag (natürlich oder durch Straßenbau), durch die Schälbarkeit von Weidevieh (Rinder und Schafe) und Wild (Rotwild und Wildschafe) sowie durch klimatische Einwirkungen (Sonnenbrand, Frostrisse, Wipfelbruch) verursacht werden, besiedelt der Pilz binnen weniger Tage. Nach der Infektion durch die Sporen beginnt sich der Pilz im Stamm auf- und abwärts auszubreiten, wobei sich das Holz rötlich verfärbt (BUTIN, 2010). Wenn der Baum es schafft, die Wunde zu überwallen, schreitet die Weißfäule nur noch sehr langsam voran oder kommt völlig zum Stillstand (BUTIN, 2010), ein Umstand, der die Bedeutung der Wundgröße verdeutlicht. Ist die Rindenverletzung zu groß, so dass der Baum sie nicht zu schließen vermag, kann sich der Pilz vertikal mehrere Meter im Stamm ausbreiten (BUTIN, 2010). Der zentrale Teil des Stammes und auch das neu gebildete Holz, welches durch eine harzreiche Schutzholzzone, die als chemische Barriere gegen den Pilz wirkt, geschützt wird, bleiben meist befallsfrei (BUTIN, 2010).

Auf stehenden Bäumen können sich die Fruchtkörper, die muschelförmigen Hütchen gleichen, nur selten entwickeln. Sie sind jedoch häufig auf den Hirnflächen frisch geschlagenen Holzes zu finden. Bei Berühren des Hymeniums tritt aus Saft führenden Hyphen eine an der Luft rötlich erscheinende Flüssigkeit aus, welcher der Pilz seinen Namen verdankt (HALMSCHLAGER et al, 2013)

Neben den präventiven Vorkehrungen wie Sorgfalt bei der Holzernte, Wald-Weide-Trennung und Wildtiermanagement erweisen sich die Applikation eines Wundverschlussmittels - binnen 24 Stunden nach Entstehung einer Verletzung des Stammmantels - als wirksamste Maßnahme (DONAUBAUER, 2009).

Amylostereum areolatum

Der Braunfilzige Schichtpilz verursacht sowohl eine Wundfäule an Fichte als auch Rotstreif an Lagerholz. Verbreitet wird der Pilz luftbürtig durch Basidiosporen wie auch durch Holzwespenarten der Gattung *Sirex*, mit denen der Pilz in Symbiose lebt. Der Pilz ermöglicht den Holzwespen einerseits den Befall von Koniferen, da er dort eine Weißfäule verursacht, zum anderen ernähren sich die Holzwespenlarven vom Myzel der *Amylostereum* sp. (KIRISITS, 2014).

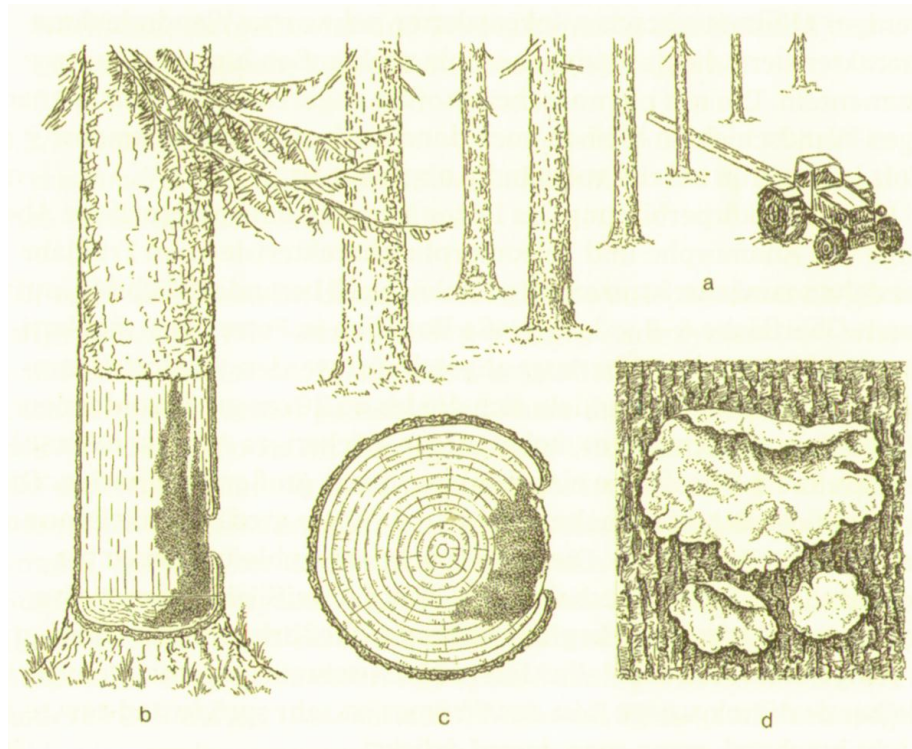


Abbildung 3: Entstehung von Rindenverletzungen bei der Holzernte (a), Ausdehnung der Fäule zwei Jahre nach der Verwundung (b), Überwallungsreaktion am Stammquerschnitt (c), die muschelförmigen Fruchtkörper auf abgestorbener Rinde (d) (BUTIN, 2010, 230)

Sonstige Stammfäuleerreger

BUTIN & ZYCHA (1972) nennen folgende weitere potenzielle Wundfäuleerreger an der Fichte mit untergeordneter Bedeutung. Auf eine genaue Beschreibung derselben wird in dieser Arbeit verzichtet.

- *Phaeolus schweinitzii*: Der Kiefern-Braunporling ist der wirtschaftlich bedeutsamste Kernholzerstörer der Kiefer, er befällt aber gelegentlich auch Douglasie, Lärche und Fichte.
- *Phellinus pini*: Der Kiefernbaumschwamm ist in nordöstlichen Wäldern verbreitet und gilt dort als bedeutsamer Kiefern-pilz. Schäden, die er in Europa an Fichte, Lärche und Douglasie anrichtet, werden als gering eingestuft.
- *Tyromyces stipticus*: Der Herbe Saftporling verursacht eine Braunfäule im Holz von Fichten und anderen Nadelbäumen.
- *Fomitopsis pinicola*: Der Rotrandige Baumschwamm gilt als Wundparasit und Saprobiont und vermag im Gegensatz zu den meisten anderen Holzerstörern sowohl Nadelholz als auch Laubholz anzugreifen.
- *Merulius silvester*: Der Wilde Hausschwamm ist ein Braunfäuleerreger, der als Kernfäulepilz die Stammbasis von Fichten und anderen Nadelbäumen vom Boden her befallen kann.

4.4. Vertikaler Fäulefortschritt

HABSBURG-LOTHRINGEN (2000) hat in seiner Diplomarbeit die bisherigen Erkenntnisse bezüglich des Fäulewachstums zusammengefasst (vgl. Tabelle 1). STEYRER (1992) stellt dabei fest, dass die Fäule nach einem raschen Wachstum am Beginn später nur noch sehr langsam weiter wächst oder vollkommen zum Stillstand kommt. Das Maximum der Ausbreitung liegt nach STEYRER (1992) in den ersten fünfzehn Jahren. Einen Unterschied im vertikalen Fäulefortschritt zwischen Rückwunden und Schälwunden konnte er nicht feststellen. NÖBAUER (1993) kommt in seiner Diplomarbeit zu dem Schluss, dass zwischen dem Alter der Wunde und dem durchschnittlichen jährlichen Fäulefortschritt ein exponentieller Zusammenhang besteht.

Autor	mittleres Alter des Schadens [Jahre]	mittleres Wachstum [cm/Jahr]	Anzahl der Beobachtungen
<i>HILSCHER (1964)</i>	15,2	0,3	71
	25,3	6	142
	34,3	17	245
	44,4	11	137
	54,7	11	92
	71,7	14	73
<i>LEINSS (1991)</i>	10,5	11,9	14
	14,8	22,4	40
	14,8	14,4	24
	15,3	7,6	37
	15,4	12,3	22
	18,7	5,3	30
<i>MENG (1978, cit. LEINSS 1991)</i>	5,7	22,4	35
	5,8	13,2	43
	7	12,6	13
<i>RICHTER (1974, 1981)</i>	40	3,2	43
<i>SCHÖNHAR (1975)</i>	1	8,3	120
	3	17	120
<i>ZÖHRER (1931)</i>	8,7	27,4	51
	12,4	25,1	43
	17,7	23,5	35
	30,4	14,6	90
	47,9	11,9	8
<i>STEYRER (1992)</i>	8,6	30,8	22
	12,5	21,7	65
	16,7	19,4	28
	25,6	12,2	17
	34,9	5,8	8

Tabelle 1: Zusammenstellung, der in bisherigen Arbeiten gefundenen vertikalen Ausdehnungen der Stammfäule (HABSBURG-LOTHRINGEN, 2000, 17)

5. Die monetäre Bewertung der von Rotfäule betroffenen Bestände

5.1. Die Bedeutung des Betriebszieles

Forstliche Betriebe unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich ihrer Betriebsziele. Beruht die Zielsetzung eines Betriebes hauptsächlich auf jagdlichen Interessen, wird den Einkünften aus der Holzwirtschaft weniger Bedeutung beigemessen werden, als wenn das Betriebsziel „Maximierung des Holzertrages aus der Waldwirtschaft“ lautet. Wenn das Betriebsziel rein naturschützerischen Grundsätzen unterworfen ist, wie es bei einem Nationalpark der Fall ist, kann die Entstehung von hohlen Bäumen (Spechtbäume) und von Totholz, infolge fortgeschrittener Rotfäule sogar positiv bewertet werden.

Unter diesem Gesichtspunkt sind die Begriffe *Schaden* und *Schädigung* keine objektiven Sachverhalte, sondern negativ behaftete Werturteile. Den Begriff *Schaden* (an Beständen verursacht durch Rotfäule) zu verwenden, hieße, dem Betriebseigentümer zB das Betriebsziel der Maximierung des Holzertrags aus der Waldwirtschaft zu unterstellen. *Schäden* bzw. *Schädigungen* ergeben sich erst durch die Beeinträchtigung der jeweils definierten Betriebsziele. Wegen deren unterschiedlichen Festlegungen werden sich die Ausführungen in dieser Masterarbeit hinsichtlich der Waldvermögensänderungen auf *Wertverhältnisse* und *Wertdifferenzen* zwischen gesunden und an Rotfäule erkrankten Beständen beziehen. Gesetzestexte, die den Terminus Schaden explizit beinhalten, sind aus Gründen des korrekten Zitierens von diesem Prinzip ausgenommen.

Den Untersuchungen wird das erwerbswirtschaftliche Ziel der Holzproduktion unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit zugrunde gelegt.

5.2. Die Bewertung von Waldvermögensänderungen

Der Wald nimmt ca 80 bis 99% des Anlagenvermögens eines Forstbetriebes ein. Trotzdem bleibt er im betrieblichen Rechnungswesen weitestgehend außer Ansatz, ein Umstand, der zu einer falschen Wirtschaftsbeurteilung und folglich zu Fehlentscheidungen führen kann (JÖBSTL, 1999).

Die Notwendigkeit, Waldvermögensänderung infolge von Rotfäule zu quantifizieren, ergibt sich aus dem Nachhaltigkeitsgedanken. Die Bedeutung des Begriffes Nachhaltigkeit wird heute sehr dynamisch betrachtet und ändert sich ständig mit den Ansprüchen der Gesellschaft an den Wald. Historisch gesehen war die Holzknappheit der Beginn des forstlichen Nachhaltigkeitsgedankens. Die Kontinuität der Holzlieferungen stand im Mittelpunkt des Interesses (MÜLLER, 2000). Zu dieser reinen Nachhaltigkeit der Erntemengen kam mit zunehmender ökonomischer Entwicklung die Wertigkeit der entnommenen Menge hinzu (MÜLLER, 2000). Da die meisten Forstbetriebe im Einschlagverhalten strenge budgetmäßige Liquiditätsorientierung zeigen (SEKOT, 1989), muss im Falle von rotfaulen Beständen flächen- und mengenmäßig mehr genutzt werden als von gesunden, um die gleiche Liquidität zu erreichen.

LEMMEL (1956) nennt vier Zwecke der forstlichen Erfolgsrechnung unter Einbeziehung der Waldvermögensänderung:

- betriebswirtschaftliche Zwecke
- betriebspolitische Zwecke
- erzieherische Zwecke
- publizistische Zwecke

Das Wissen über die Höhe der Veränderung des Waldvermögenswertes durch Rotfäule hat betriebswirtschaftliche Bedeutung in Bezug auf die strukturelle Gestaltung des Hiebsatzes und auf den daraus erzielbaren Holzertrag. Betriebspolitisch dient es der Versachlichung der Diskussion über die Wirtschaftlichkeit des Jagdbetriebes sowie als Argumentationshilfe bei Verhandlungen bezüglich des Jagdpachtpreises. Pädagogische Effekte können bei Holzernteunternehmern durch ein Hinwirken zu erhöhter Pfleglichkeit bei Durchforstungseingriffen erwartet werden. Die ersten drei Zwecke der Waldbewertung sind für den internen Gebrauch bestimmt und dienen als Instrumente der Betriebsleitung. Die Erfolgsrechnung für publizistische Zwecke dient der Darstellung von Vermögensänderungen gegenüber Dritten, wie Shareholder, Stakeholder und Banken (JÖBSTL, 1999). Stand in früheren Zeiten die Vervollständigung des forstlichen Rechnungswesens im Mittelpunkt der Überlegungen damaliger Forstökonomien (BORCHERS, 1999), so dient die Erfassung von Waldvermögensänderungen heute der Bewusstseinsstärkung für das Anlagenvermögen Wald (JÖBSTL & KARISCH, 1999). Außerdem werden in einem zunehmenden Wettbewerb um knappes Kapital branchenübergreifende Effizienzvergleiche angestellt und ein Messen des Betriebserfolges ausschließlich am jährlich generierten Cashflow als unzureichend erachtet (BORCHERS, 1999).

Werden beispielsweise Durchforstungsarbeiten an Holzernteunternehmer, die zu Dumpingpreisen arbeiten, ungeachtet deren Pfleglichkeit in Bezug auf Bestandesschäden vergeben, so werden zwar kurzfristig gute Deckungsbeiträge erwirtschaftet, langfristig schmälert diese Vorgehensweise aber das Anlagevermögen Wald.

Änderungen im Waldvermögen können unter anderem durch geändertes Einschlagverhalten, Vernachlässigung von Dickungspflege und Wiederbewaldung sowie durch die Entwertung stehenden Holzes infolge von Rotfäule entstehen. Im Zusammenhang mit der Waldvermögensänderung infolge von Rotfäule ist deren Ursache von Bedeutung. Liegt die Ursache im unpfleglichen Straßenbau oder in der achtlosen Rückung von Holz, so müssen die Vermögensverluste dem Forstbetrieb angelastet werden. Ist die Schältätigkeit des Rotwildes verantwortlich für die Entwertung von Beständen, so wäre die Wertdifferenz verursachungsgerecht dem Betriebszweig Jagd zuzurechnen und dem Forstbetrieb gutzuschreiben (KARISCH, 2003).

Aus den Gründen, die unter Punkt 5.4. dargelegt werden, hat sich die Waldvermögensrechnung in der forstlichen Praxis nicht durchgesetzt, stattdessen wird allenfalls eine einfache Hiebsatzbereinigung der Kostenträgerstückrechnung durchgeführt. Dies bedeutet, dass die direkten Kosten und Erträge aus der Holznutzung dem Einschlag der Periode, alle weiteren Kosten und Erträge dagegen dem Hiebsatz gegenübergestellt werden (KARISCH, 2000). Die Hiebsatzbereinigung alleine dient allerdings nur dazu, quantitative Abweichungen (Über-/Unternutzung) aufzuzeigen, während qualitative Abweichungen außer Betracht bleiben (KARISCH, 2000). So ist aus dieser Rechnung nicht ersichtlich, ob wertvolle Bestände in bester Bringungslage enthalten sind oder ob es sich um einen Bestandesumbau rotfauler Bestände handelt.

5.3. Wirtschaftliche Auswirkungen von Rotfäule

Die ökonomischen Konsequenzen aufgrund von Rotfäule stellen ein mehrdimensionales Problem dar. Durch die Verletzungen des Stammes entstehen Eintrittspforten für Wundfäuleerreger (zB *Stereum sanguinolentum*), die eine Holzfäule und somit Holzentwertung verursachen. Im Kalkül der Ermittlung von Wertdifferenzen zwischen gesunden und erkrankten Beständen ist neben dem **Güteverlust** auch der **Sortenverlust** zu berücksichtigen, da mit zunehmender Faullänge ein steigender Anteil der Reststämme in eine geringere Stammklasse fällt (GERKE, 1980). SAGL (1995a) kommt bei seinen Untersuchungen zweier Vergleichspaare (geschälte und ungeschälte Bestände derselben Unterabteilung) im Lehrforst der Universität für Bodenkultur zu einer Erlösdifferenz von - 18% in der Vornutzung und - 8,4% in der Endnutzung, verursacht sowohl durch Güte- als auch durch Sortenverlust. Die Qualitätsminderung und

die Verringerung der Dimensionen der im Zuge der Ausformung als Sägeholz anfallenden Sortimente werden für die Bewertung von Schälwunden mit Hilfe von Modellstämmen und Stammzahlverteilungskurven bei der Entwicklung in Hilfstafeln und Computerprogrammen erfasst (SAGL, 1995a).

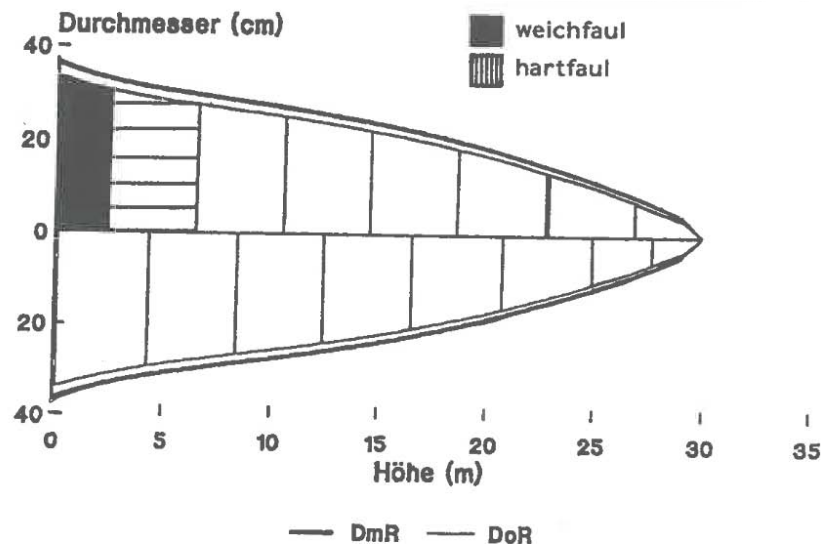


Abbildung 4: Sortenverschiebung und Dimensionsverschiebung aufgrund von Rotfäule, DmR = Durchmesser mit Rinde, DoR = Durchmesser ohne Rinde (SAGL, 1995, 255)

HILSCHER (1964) kann einen geringfügigen **Zuwachsverlust** von 0,89 % als Folge der Rotfäule feststellen. Andere Autoren wie zum Beispiel ROEDER (1970) können keine Zuwachsverluste an geschälten Stämmen nachweisen und argumentieren ihr Ergebnis, dass keine die Assimilation bestimmenden Pflanzenteile von der Schälverletzung betroffen sind (GERKE, 1980). Auch das Institut für Waldwachstumsforschung der Universität für Bodenkultur kann keine Verminderung des Zuwachses bei ihren Forschungsprojekten feststellen (STERBA, 2015). Außerdem ist es schwierig, den Zuwachs von durch Schälung beeinflussten Bäumen zu bestimmen. In Bruthöhe, wo der Zuwachs gebohrt wird, befinden sich meist auch die Schälwunden, die zu Wuchsanomalien führen (STERBA, 2015). SHIBATA (2007) untersucht die Auswirkungen der Schältätigkeit des Sikawildes (*Cervus nippon*) auf die Zapfenproduktion und auf den Durchmesserzuwachs an der *Picea jezoensis* in Zentraljapan. Seine Hypothesen, dass eine Schälwunde einerseits eine Notfruktifikation des Baumes auslöst und dass andererseits die zur Verfügung stehenden Ressourcen anstatt in das Stärkenwachstum in den Wundverschluss des Baumes alloziert werden, müssen verworfen werden. Die geschälten Bäume fruktifizieren synchron mit den ungeschälten, ebenso konnte kein Effekt im Radialzuwachs beobachtet werden. SIMON & KOLAR (2001) wiederum können bei ihren Untersuchungen zur Schältätigkeit des Rotwildes in Tschechien markante Zuwachsverluste an der Fichte (*Picea abies*) feststellen. Grundsätzlich erfolgt der Transport der für die Photosynthese notwendigen Mineralstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium im Splintholz, welches durch das Schälen nicht lädiert wird. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass die Abwehrmechanismen gegen den eindringenden Pilz an Ressourcen zehren, die für den Durchmesserzuwachs nicht mehr zur Verfügung stehen. Resümierend kann festgehalten werden, dass zur Frage des Zuwachsverlustes in Folge von Schälung zwei voneinander divergierende Ansichten existieren.

Zur **waldbaulichen und ertragskundlichen Beeinträchtigung** kommt es, wenn, wie SUDA (1989) nachweist, Bäume aus der herrschenden und vorherrschenden Bestandesschicht eine höhere Disposition zur Schälung besitzen als Bäume unterer sozialer Schichten.

Als Folge erhöhter Stammbruchgefahr in der Höhe der Steinschlag-, Rücke- oder Schälwunde bei Schnee und Wind ergibt sich eine **Erhöhung des Betriebsrisikos**.

Die Quantifizierung der tatsächlichen monetären Wertdifferenz zwischen gesunden und rotfaulen Beständen stellt schon seit Jahrzehnten eine Herausforderung der Forstökonomie dar. Wissenschaftler bedienen sich verschiedener Modelle um den Schaden zu berechnen, wobei große Unsicherheiten in Bezug auf den Fortschritt der Fäule und der daraus resultierenden Holzentwertung bestehen. SUDA (1989) kann in den ersten Jahren nach der Schädigung ein Fäulewachstum von 30 cm pro Jahr in vertikaler Richtung feststellen. Dieses sinkt dann bald auf Werte unter 10 cm ab und stabilisiert sich bei durchschnittlich 6 cm pro Jahr. Diese Stabilisierung zeigt, dass der Pilz im Laufe der Zeit in seinem Wachstum gehemmt wird. Auch Unsicherheiten bezüglich des Schälzeitpunktes sowie der Einfluss der Wundgröße sind potenzielle Schwächen der Modelle. In Bezug auf die Wundgröße geht SUDA (1989) von einer Mindestwundgröße von 25 cm² bei Bäumen über 15 cm BHD aus, damit es überhaupt zu einer Fäule kommt. Wie in Abbildung 5 illustriert, setzt sich der Gesamtwertverlust pro Baum zum Zeitpunkt der Holzernte aus den Komponenten Holzwertverluste, höhere Arbeitskosten sowie der Deklassierung des Nutzholzstammes zusammen. Überdies wird bei starkem Fäulefortschritt das Windwurf- und Schneebruchrisiko für stehende Bäume erhöht (GRABER, 1996).

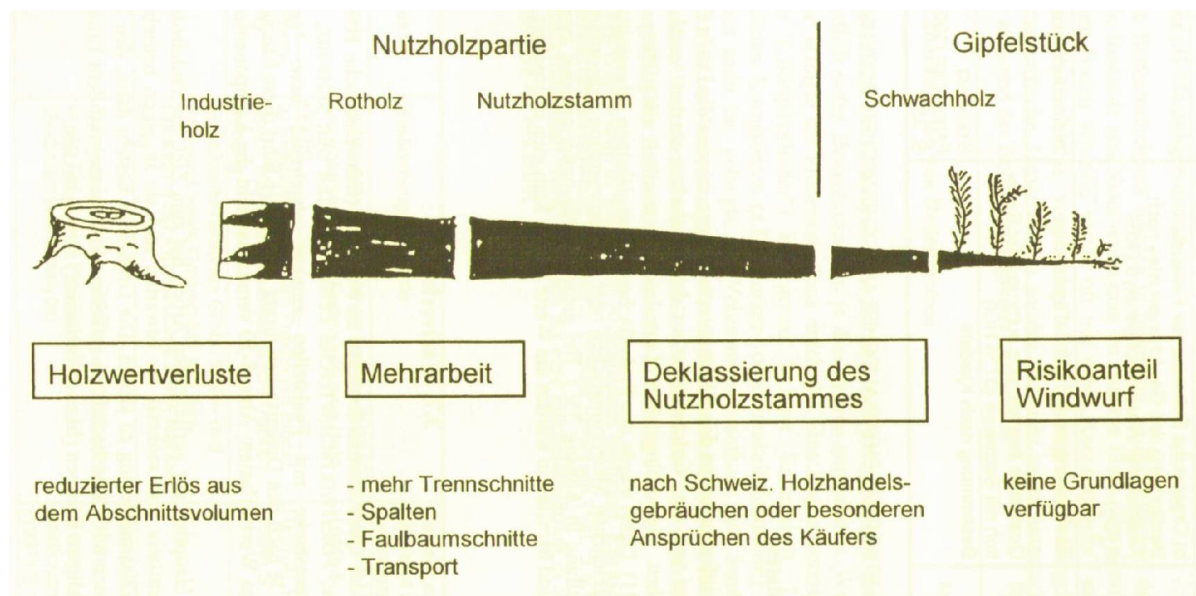


Abbildung 5: Komponenten des durch Rotfäule bedingten Wertverlustes (GRABER, 1996, 78)

5.4. Die praktische Bestimmung rotfäulebedingter Waldvermögensänderung

JÖBSTL (1999) nennt folgende Hauptgründe für das Scheitern der allgemeinen Waldvermögensermittlung in der Praxis:

- Inventurproblem (Verfahren, Genauigkeit und Kosten)
- Fragen der Bewertungsmethode
- Fragen des Preisansatzes
- Fragen der Berücksichtigung der Inflation und
- Frage des anzuwendenden Zinsfußes.

Aufgrund dieser Unsicherheiten in der Bewertung verzichtet die Steuergesetzgebung auf den Bestandesvergleich für das stehende Holz (BUNDESABGABENORDNUNG, 1961 idgF). Im Falle der Bewertung des ertragsmindernden Einflusses der Rotfäule kommen noch Unsicherheiten im Fäulewachstum und bzgl der später zu erntenden Qualitäten hinzu. Um die Waldvermögensänderung durch holzzerstörende Pilze trotzdem greifbar zu machen, ist sowohl ein Mengengerüst als auch ein Preisgerüst erforderlich (Wert = Menge x Preis) (JÖBSTL, 1999). Die mengenmäßige Erfassung der Anzahl durch Rotfäule betroffenen Bäume bzw Bestände kann im Rahmen der Waldinventur auch mittels eines Monitoringsystems stattfinden. Inwieweit Waldvermögensänderungen realitätsgerecht berücksichtigt werden, wird von der zweiten Komponente, dem Preisgerüst, bestimmt. Hier fließen Faktor- und Produktpreise wie auch die Wahl des Zinssatzes ein (JÖBSTL, 1999).

Aufgrund der langen Produktionszyklen in der Forstwirtschaft fallen Aufwendungen und Erträge zeitlich meist sehr weit auseinander. So wird die Verwundung von Bäumen infolge von Rotwild oder der Holzzückung erst Jahre später wirksam (auch wenn sich die Verluste nicht in der Finanzbuchhaltung niederschlagen, da Waldvermögen nicht angesetzt wird). Mit Hilfe von Zinseszinsrechnungen können die Aufwendungen und Erträge verschiedener Jahre jeweils auf einen Zeitpunkt bezogen werden. Im Falle des geschälten Bestandes müssten die Ertragsverluste zum Zeitpunkt der Ernte auf die Rechnungsperiode, in der die Rotfäule verursacht wurde, diskontiert werden. Da der Zinssatz bei der Diskontierungsformel ($K_0 = \frac{Kn}{(1+p/100)^n}$) im Nenner steht, ergibt sich eine gegenläufige Beziehung zwischen dem Kapitalwert und dem Zinssatz. Bei gegebener Wertdifferenz zwischen geschältem und gesundem Bestand zum Zeitpunkt der Ernte ist der Barwert des Verlustes durch die Lädierung umso größer je niedriger der Zinssatz ist. Mit steigendem Zins sinken die Einbußen infolge des Wildeinflusses. Die Wahl des Diskontierungs- bzw Kapitalisierungszinssatzes beschäftigt die Waldbewertung bereits seit einem Jahrhundert und bringt die Bedeutung der Zeitpräferenz des Bewertenden zum Ausdruck (MÜLLER, 2000). Unter Zeitpräferenz versteht man das Phänomen, dass ein Investor in der Regel frühere Einzahlungen gegenüber späteren Einzahlungen bevorzugt (positive Zeitpräferenz). Die Gründe dafür können zB in gewünschter Liquidität für Konsum liegen oder auch darin, dass später einlaufende Zahlungen durch Inflation an Wert verlieren. Ein Argument für eine positive Zeitpräferenz ist auch die Produktivität von Kapital als Potenzialfaktor, da früher verfügbare Mittel idR mit positiver Verzinsungserwartung veranlagt werden können. Schließlich trägt die Zeitpräferenz auch dem Umstand Rechnung, dass die Unsicherheit einer Investition tendenziell umso größer ist, je später die Rückflüsse erfolgen. Wird mit einem hohen Zinssatz gerechnet, so bedeutet dies eine höhere Zeitpräferenz, als wenn mit niedrigem Zinssatz gerechnet wird. Eine Konvention bezüglich eines forstlich einheitlichen Zinssatzes kann nicht festgelegt werden, da dieser von der individuellen Entscheidungssituation und den Erwartungen des Entscheidungsträgers abhängt (MÜLLER, 2000).

Da die zukünftige Entwicklung des Holzpreises kaum eingeschätzt werden kann, schlägt MÜLLER (1999) vor, dass aus zeitlicher Sicht zwar möglichst das aktuelle Preisniveau, jedoch ohne die singulären

Sondereffekte (zB Einfluss von Kalamitäten), abgebildet werden soll. Nach der Annahme von MÜLLER (1999) müsse mit einem fünfjährigen Mittel der erwünschte Ausgleich erreicht werden. Im Hinblick auf die großen Schwankungen des Holzpreises in der Vergangenheit formuliert SAGL (1995a, 92): „*Die Hypothese der Klassiker, dass ein säkulares **Steigen der Holzpreise als sicher anzunehmen ist, kann retrospektiv als widerlegt gelten.***“ Die Bewertungspraxis kennt drei Regeln:

- a) „*Verwendung gegenüblicher Stichtagspreise*
- b) *Verwendung von Mittelwerten der jüngsten Vergangenheit (3-5 Jahre)*
- c) *Verwendung von Höchstwerten der jüngsten Vergangenheit (3-5 Jahre).*“

Grundsätzlich wird nach SAGL (1995a) bei Erwartungswerten im gewöhnlichen Geschäftsfall die Regel b) verwendet. Bei Entschädigungen (zB Grundinanspruchnahmen) hat sich für die Ermittlung von Erwartungswerten die Regel c) durchgesetzt. Deren Anwendung wird damit gerechtfertigt, dass Höchstpreise der letzten Jahre mit der gleichen Wahrscheinlichkeit auch in den nächsten 3-5 Jahren erreicht und dann beim Holzverkauf erzielt werden können.

Auf Basis von Modellen, die das Fäulewachstum beschreiben, wird in zahlreichen Arbeiten versucht, Wertverluste infolge von Rotfäule abzuleiten. Zum Beispiel errechnet SUDA (1989) bei seinen Untersuchungen zu Stammfäuleschäden im Fichtelgebirge eine Schadenssumme von 70 DM/ha Holzboden und Jahr. Berücksichtigt man die Inflation (durchschnittliche Jahresinflationsraten des VPI Deutschland), so ergibt sich ein Wert von 58,13 €/ha/a. HILSCHER et al (1964) errechnen eine durchschnittliche Erlösdifferenz über alle BHD-Klassen von 31%. BINDER (1988) kommt in seiner Diplomarbeit zu dem Schluss, dass Rindenverletzungen Ertragseinbußen mit sich bringen, die - unter bestimmten Modellprämissen - bei Baumhöhen von etwa 35 m den Deckungsbeitrag eins um ca 10% bei geringem Schaden (Fäulegrad 1) senken. Unter Fäulegrad 1 versteht BINDER (1988) eine gerade noch erkennbare, leicht bräunliche Verfärbung. Der relative Schaden steigt bei größerer Faüllänge und niedrigeren Bäumen. BENAK (1993) errechnet für den einzelnen geschälten Stamm des ausscheidenden Bestandes eine Wertdifferenz von 9 öS bzw 103 öS. Berücksichtigt man die Inflation (durchschnittliche Jahresinflationsraten des VPI Österreich), entspricht das 1,01 € je Stamm für die Vornutzung bzw 11,56 € für die Endnutzung. Alle genannten Ergebnisse basieren auf Modellen, denen Prämissen zugrunde liegen und welche wie oben erwähnt große Unsicherheiten in sich bergen.

Die Bewertung eines etwaigen monetären Verlustes stellt sich für den bäuerlichen Waldbesitzer oder den Forstbetrieb meist nur dann, wenn die Möglichkeit besteht, sich an Dritten schadlos zu halten. Natürliche Steinschlagwunden, die kaum vermeidbar sind, werden in der Praxis nicht bewertet. Anders verhält es sich mit Verletzungen an Bäumen, die im Zuge eines Straßenbauprojektes oder im Zuge der Holzernte von Fremdfirmen verursacht werden. Da der Werkvertrag von den Vertragsparteien meist für eine „fach-, sach- und zeitgerechte Durchführung der Arbeiten“ unterschrieben wird, besteht hier die grundsätzliche Möglichkeit auf Schadenersatz.

Die größten Chancen auf Entschädigung etwaiger Wertverluste von einzelnen Bäumen oder ganzen Beständen ist gegeben, wenn festgestellt wird, dass Wild die Rindenverletzungen verursacht hat. Der Hauptgrund, warum sich viele ForstökonomInnen mit Fragen der Bewertung von Schälwunden und der Entwicklung entsprechender Bewertungsverfahren auseinandersetzen, liegt in den jagdrechtlichen Bestimmungen der Bundesländer. Im *Steiermärkischen Jagdgesetz* (1986) ist im § 64 Abs 1 festgehalten, dass der Jagdausübungsberechtigte verpflichtet ist „den innerhalb seines Jagdgebietes vom Wild an Grund und Boden und an dessen noch nicht eingebrachten Erzeugnissen verursachten Schaden (Wildschaden) [...], nach den Bestimmungen dieses Gesetzes zu ersetzen.“

MOOG (1997) stellt jedoch fest, dass es schwierig genug ist, die naturalen Folgen einer Verletzung von Bäumen zu prognostizieren und es noch komplizierter wird, wenn es die monetären Folgen zu bewerten gilt, da finanzielle Konsequenzen größtenteils erst nach Jahrzehnten in den Zahlungsströmen wirksam werden. Den Waldeigentümern ist es allerdings nicht zumutbar, über forstliche Produktionszeiträume hinweg auf Entschädigungszahlungen zu warten. Daher müssen sich die Bewerter den schwierigen Voraussagen zu den naturalen und pekuniären Folgen stellen. Diesbezüglich ist anzumerken, dass auch das steiermärkische Jagdgesetz (1986) eine rasche Entschädigung für zukünftige Ertragsverluste vorsieht. § 72 Abs 2 hält fest: *„Ansprüche auf Ersatz von Schäden im Wald sind nach 3 Jahren, nachdem dem Geschädigten der Schadenseintritt bekannt geworden ist, verjährt.“*

Zur Prognose der naturalen Folgen des Wildeinflusses sind unter anderem Kenntnisse über Einzelbaum- und Bestandeswachstum erforderlich (SCHALLER, 2002, 10). Um das Wachstum von Beständen vorauszusagen, bedient man sich meist der Ertragstafeln. PRETZSCH (1999) stellt jedoch zur Diskussion, dass veränderte Wachstumsbedingungen (zB Klimaerwärmung, Stickstoffeintrag) wie auch der Paradigmenwechsel in der waldbaulichen Bestandesbehandlung (zB Hochdurchforstung statt Niederdurchforstung) die Gültigkeit der Ertragstafeln in Frage stellen. Er konnte bei seinen Untersuchungen zum Wachstumstrend der bayerischen Fichte einen um 12 - 43% größeren Zuwachs feststellen, als es die Ertragstafeln angeben.

Neben dem Wachstum ist das Wissen darüber, ob es sich bei dem geschälten Baum um einen Z-Baum oder einen Füllbaum handelt, von Bedeutung. Modelle zur Prognose der naturalen Folgen müssen neben dem Wachstum der Bäume auch das Wachstum der Fäule simulieren. Große Bedeutung hat die räumliche Verteilung von geschälten und ungeschälten Bäumen im Hinblick auf deren Ersetzbarkeit.

Sind die naturalen Folgen bekannt, können die monetären Folgen abgeschätzt werden. Neben den anfallenden Holzmengen und der Sortimentsverteilung ist das Wissen von etwaigen Mehrkosten bei der Aufarbeitung und der Vermarktung von Bedeutung. MOOG (1997) sieht das größte Problem für die monetäre Bewertung in der nicht prognostizierbaren Änderung von Produktpreisen und Faktorkosten. Zusätzlich ist bei der monetären Bewertung das bereits im vorherigen Kapitel erwähnte Zinssatzproblem zu berücksichtigen. Hierbei ist auf KRACHT et al (1998, 108) zu verweisen. Sie fordern für die Schadensbewertung jeweils einen *„[...] fallspezifischen kalkulatorischen Zinssatz zu ermitteln und eingehend zu begründen“*.

5.4.1. Bewertungsmethode nach SCHALLER

SCHALLER (2002) entwickelt im Rahmen seiner Dissertation ein Bewertungsverfahren, welches die verbesserten Wachstumsbedingungen und die soziale Stellung der geschälten Bäume berücksichtigt. Außerdem erlaubt sein Modell Flexibilität in der Wahl der Bewertungsgrundlagen im Hinblick auf Holzpreis und Zinsfuß. Als besonders innovativ zu beurteilen ist, dass sowohl die Anzahl als auch die Verteilung von gesunden und geschälten Stämmen erhoben wird und somit die Ersetzbarkeit eines geschälten Baumes geprüft werden kann.

Die Ersetzbarkeit eines geschälten Baumes ist nach SCHALLER (2002) durch die Betrachtung der Nachbarbäume des geschälten Baumes feststellbar, indem man sich um den Standort des geschälten Baumes zwei konzentrische Kreise denkt, deren äußerste Kreislinie den projizierten Standraum des Baumes im Alter der Umtriebszeit entspricht und deren innere Kreislinie der aktuellen Standfläche entspricht.

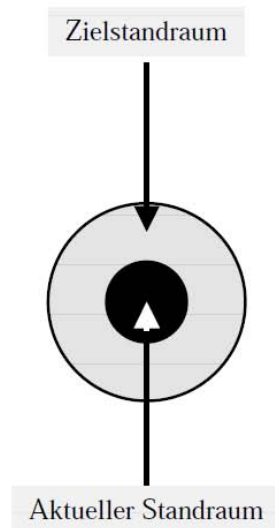


Abbildung 6: idealisierte aktuelle Standfläche eines frisch geschälten Baumes sowie Standraum eines Zielbaumes am gleichen Standort (SCHALLER, 2002, 95).

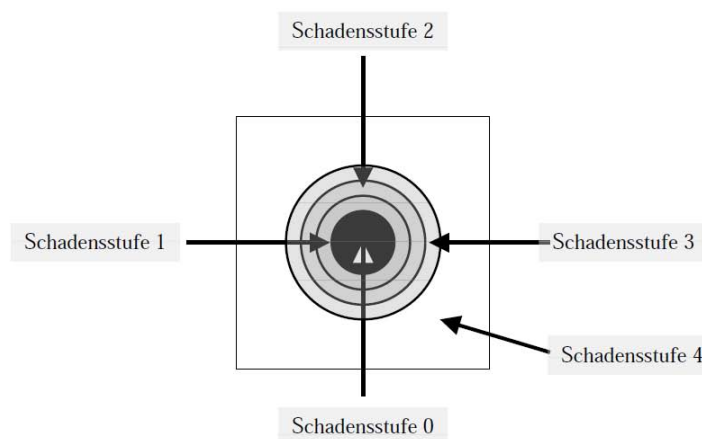


Abbildung 7: Schadensstufen in Abhängigkeit der Lage des Stammmittelpunktes von (SCHALLER, 2002, 97).

Befindet sich ein ungeschälter Ersatzbaum innerhalb des (grauen) Kreisringes in Abbildung 6, so ist lediglich mit einem Vornutzungsverlust zu rechnen. Der Ertragsausfall ist umso höher, je weiter entfernt der Baum vom Mittelpunkt der aktuellen Standfläche des frisch geschälten Stammes steht, weil der Ersatzbaum erst Jahre später die Funktion des frisch geschälten Baumes übernehmen kann. Der Kreisring wird daher durch das Einfügen von zwei weiteren Kreisen geteilt (Abbildung 7), wodurch sich die Schadensstufen 1, 2 und 3 ergeben. Von einem Ersatzbaum, der innerhalb der Standfläche des Zielbaumes steht, wird angenommen, dass er den geschälten Baum in Zukunft ersetzen kann. Der frisch geschälte Baum wird entnommen, sobald es waldbaulich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Höhe der Entschädigung für den Vornutzungsverlust steigt, je länger der Zeitraum zwischen dem Zeitpunkt der Schälung und der Entnahme durch die Durchforstung ist, da sich die Fäule im Baum weiter ausbreitet.

Ist ein Ersatzbaum im (schwarzen) inneren Kreis, dh innerhalb der aktuellen Standfläche des frisch geschälten Baumes vorhanden, so kann der Waldbesitzer seiner gesetzlichen Schadensminderungsobliegenheit nachkommen. Diese ist in Deutschland im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) im § 254 geregelt und bezeichnet die Pflicht des Geschädigten den Schaden abzuwenden oder zu

mindern. Das Vorhandensein eines gesunden Baumes im aktuellen Standraum des geschälten zieht die Verpflichtung des Waldeigentümer nach sich, den geschälten Baum so rechtzeitig bei der Vornutzung zu entnehmen, dass es zu keiner Verminderung des Holzertrages auf der Fläche kommt. Verstößt der Waldeigentümer gegen diese Schadensminderungspflicht, kann es zur Kürzung seines Anspruches auf Entschädigung kommen (SCHALLER, 2002). Eine solche Schadensminderungspflicht existiert laut SCHALLER (2002) in Österreich nicht. Zwar gibt es in Österreich diesbezüglich keine explizite Regelung, jedoch leitet die Rechtsprechung aus dem § 1304 ABGB eine Schadensminderungspflicht ab (SCHWIMANN, 2012). Diese beinhaltet die Obliegenheit, dass der drohende oder bereits eingetretene Schaden möglichst gering gehalten werden muss bzw dass die Folgen einer Beschädigung nicht durch Unterlassen der erforderlichen Tätigkeiten vergrößert werden dürfen (SCHWIMANN, 2012).

Gibt es weder innerhalb der aktuellen Standfläche noch innerhalb der Standfläche des Zielbaumes einen Ersatzbaum, so geht SCHALLER (2002) davon aus, dass der geschälte Baum erst im Zuge der Endnutzung geerntet wird.

Die Wertdifferenz zwischen einem gesunden und einem geschälten Baum errechnet sich nach SCHALLER (2002, 70) „als Barwert des geglätteten Differenzbetrages des Bruttoerlöses für einen gesunden Baum und des Bruttoerlöses desgleichen geschälten Baumes unter Einbeziehung von durch das Schälereignis verursachten Mehrkosten.“

$$\text{Wertverlust}_{\text{Baum}} = \frac{\text{Bruttoerlös}_{\text{gesunder Baum}} - (\text{Bruttoerlös}_{\text{geschälter Baum}} - \text{Mehrkosten})}{(1 + i)^{u-t}}$$

$\text{Wertverlust}_{\text{Baum}}$ = vom Jagdausübungsberechtigten zu ersetzender Betrag

Bruttoerlös = Holzverkaufserlös für einen Baum ohne Abzug von Erntekosten

Mehrkosten = zusätzliche Kosten durch Ernte und Verwertung von geschälten Stämmen

i = Zinsfuß (zb 0,03)

$u - t$ = Zeitspanne zwischen Schälzeitpunkt und Erntezeitpunkt

Zur Ermittlung der Wertdifferenz werden für das Modell nach SCHALLER (2002, 70) für jeden schadensfähigen, geschälten Baum folgende Daten benötigt:

- 1.) „Soziale Stellung des Baumes (vorherrschend, herrschend oder mitherrschend).
- 2.) Brusthöhendurchmesser des Baumes.
- 3.) Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein eines Ersatzbaumes, sowie ggf dessen Entfernung vom geschälten Baum.
- 4.) Bonitätsstufe.“

Neben der Erhebung dieser naturalen Daten muss der Bewertende für den jeweiligen Begutachtungsfall Annahmen treffen im Bezug auf:

- 5.) Zieldurchmesser.
- 6.) Zinsfuß.
- 7.) Abschnittslänge.
- 8.) Holzpreise.
- 9.) Mehrkosten.

Als nicht schadensfähig werden nach SCHALLER (2002) Bäume der KRAFT'schen Klassen 4 und 5 eingestuft, da diese Individuen für die Bestandesentwicklung sofort entbehrlich sind. Der wirtschaftliche Wert dieser Stämme wird durch die Schältätigkeit des Wildes, wenn überhaupt, nur geringfügig

beeinflusst. Ebenfalls als nicht schadensfähig werden Bäume eingestuft, die entweder früher schon einmal geschält wurden oder die andere Verletzungen (zB Wunden durch Rückung oder Steinschlag) aufweisen.

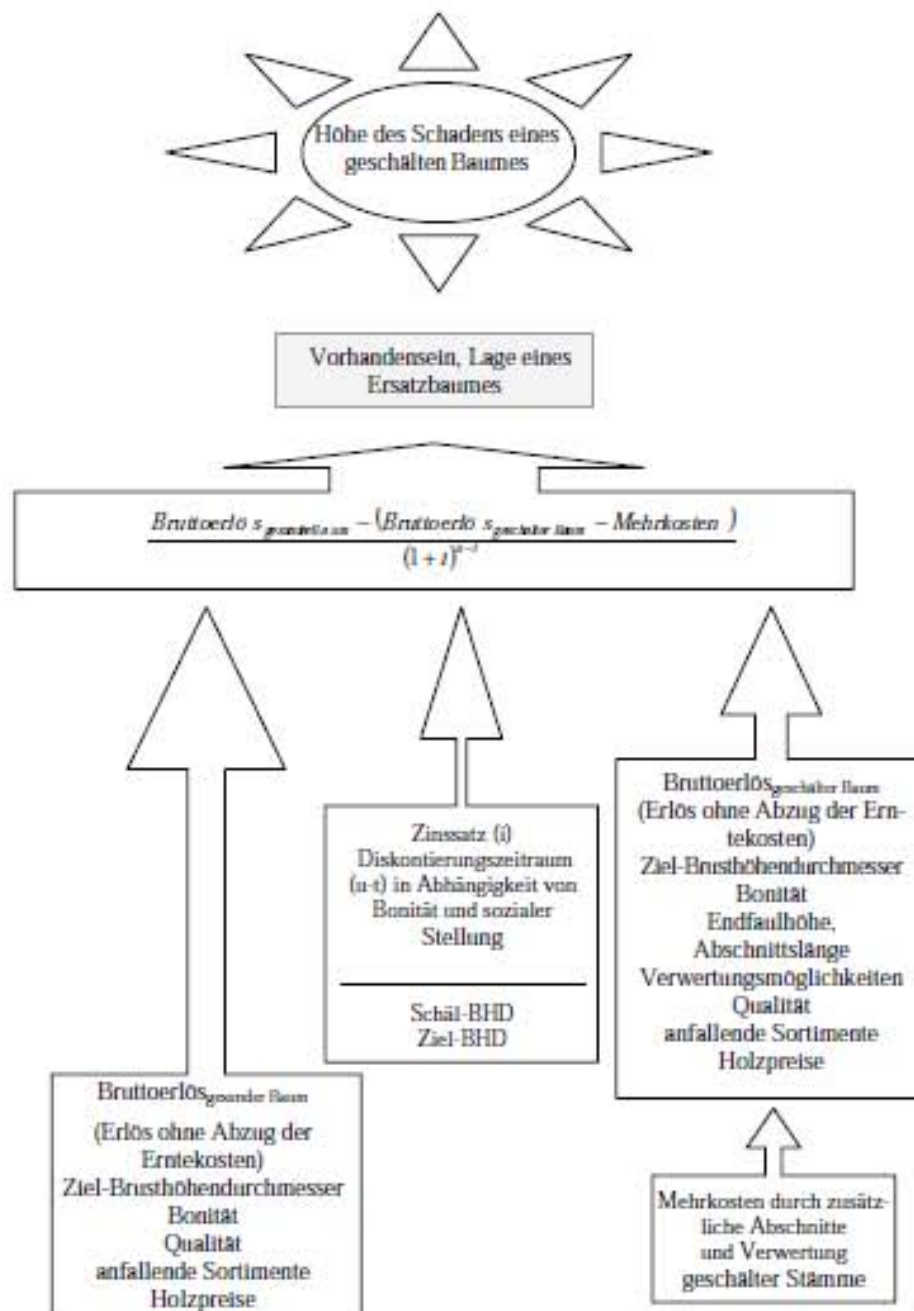


Abbildung 8: Bestimmungsfaktoren für die Höhe der Wertdifferenz infolge von Schälung an einzelnen Bäumen (SCHALLER, 2002, 71).

Aufgrund der bereits oben erwähnten Unzuverlässigkeit der Ertragstafeln verwendet SCHALLER (2002) in seinem Modell Naturaldaten der permanenten Stichprobeninventur der bayerischen Staatsforstverwaltung zur Simulation der Zuwachshöhe und des Zuwachsverlaufes der Bäume. Zur Bestimmung des Diskontierungszeitraumes wird mittels einer Regressionsfunktion das wahrscheinliche Baumalter in Abhängigkeit von Brusthöhendurchmesser und sozialer Stellung des Baumes geschätzt. Nachdem dieselbe Funktion auch zur Berechnung des Alters der Hiebsreife verwendet wird, wirkt sich ein eventuell unrichtig geschätztes Alter des frisch geschälten Baumes nicht negativ auf den Diskontierungszeitraum aus.

Die von BINDER (1991) verwendete interne Verzinsung, auch Effektivverzinsung einer Anlage genannt, lehnt SCHALLER (2002) ab. Er zitiert CONRAD und SCHNEIDER (1997), die zu bedenken geben, dass ein gut geführter Betrieb einen relativ hohen Zins und ein schlecht geführter Betrieb einen relativ niedrigen Zins erwirtschaften. Es ist deren Meinung nach dem Schadenersatzpflichtigen nicht zumutbar, die Höhe des Schadenersatzes von der Fähigkeit der Betriebsleitung abhängig zu machen.

Diese Aussage ist aus zwei Gründen zu hinterfragen. Erstens spiegelt die Verzinsung des Waldvermögens nicht unbedingt die Fähigkeit eines Betriebsleiters wieder. Dies wäre lediglich bei dem Betriebsziel *maximale Rendite des Waldvermögens* der Fall. Zweitens ist der entstandene Wertverlust durch Schälung ja umso höher, je besser sich ein Wald verzinst. Ein höherer Ertragsausfall erfordert wiederum einen höheren Entschädigungsbetrag.

SCHALLER (2002) schlägt jene Höhe des Diskontierungszinsfußes vor, der bei einer Lebensversicherung erreicht werden kann. Lebensversicherungen haben eine Laufzeit von 30 bis 35 Jahren. Das entspricht in etwa dem Zeitraum, der zwischen einem Schälereignis und dem Erntezeitpunkt vergeht. Zieht man von den 6-7% Zinsen, die man bei einer Lebensversicherung erhält, 2% für die Inflation ab, so erhält man die vielfach geforderten 4% als Diskontierungszinsfuß. Der Vergleich des Zinsfußes der Lebensversicherung mit dem Diskontierungs-Zinssatz bietet sich an, da der Geschädigte den Entschädigungsbetrag aus der langfristigen Wertanlage Wald in eine langfristige Versicherungsanlage investieren könnte.

Betreffend der Wahl des für die Bewertung heranzuziehenden Holzpreises hat sich nach Sagl (1995a) in Entschädigungsfällen die Verwendung von Höchstwerten aus der jüngsten Vergangenheit bewährt. Da diese mit gleich hoher Wahrscheinlichkeit wie in der Vergangenheit auch in der Zukunft bei Nutzungen lukriert werden können und somit abgegolten werden müssen. Dieses Postulat bezieht SAGL (1995a) auf Entschädigungen für Grundinanspruchnahmen. Da auch die Pacht eines Jagdausübungsrechtes eine Form der Grundinanspruchnahme darstellt, sollte dieser Grundsatz auch auf Verluste im Holzertrag, die durch die Jagd verursacht werden, angewandt werden.

MOOG (2008) stellt dem Bewertungsverfahren nach SCHALLER (2002) hinsichtlich der Eignung zur finanziellen Quantifizierung des Wildeinflusses ein sehr gutes Zeugnis aus. Positiv beurteilt werden die Berücksichtigung der Möglichkeit der Schadensminderung und die Möglichkeit, Eingangsparameter wie den Zinsfuß frei zu wählen. Auch die Verwendung von Wachstumsfunktionen anstatt der Ertragstafeln wird als wesentliche Verbesserung im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren gewertet. Gutachter, die nach diesem Verfahren bewerten möchten, stehen jedoch vor dem Problem, dass das Verfahren nicht öffentlich verfügbar ist (MOOG, 2008). Bisher dürfte noch niemand mit dem Verfahren bewertet haben, da das Computerprogramm bis dato noch nie erbeten wurde (SCHALLER, 2015). Die Software, die für die Bewertung benötigt wird, ist mittlerweile auch schon so veraltet, dass es sehr schwierig wäre, sie wieder in Gang zu setzen. Sinngemäß könnte die Methode jedoch trotzdem angewandt werden (SCHALLER, 2015).

5.4.2. Methode der föderalen Jagdverordnungen nach BINDER

Für die Anwendung der Hilfstafeln zur Beurteilung geschälter Bestände, entwickelt von BINDER (1991), müssen folgende Informationen erfasst werden:

1. Wuchsalter
2. Standortsgüte
3. Baumzahl je Schädigungsgrad nach ausscheidendem Bestand und Endbestand getrennt
4. Bei Überbestockung: Stammzahl und Fläche des zu bewertenden Bestandes oder Bestandesteiles
5. Erntekostenfreie Erlöse

Die Altersbestimmung kann durch Zählen der Jahresringe eines Bohrkerns, der auf Brusthöhe gewonnen wurde, erfolgen. Dazu müssen allerdings die Jahre addiert werden, die der Baum brauchte, um die

Brusthöhe zu erreichen. Anderenfalls wird das Alter durch Zählung der Jahrringe an vergleichbaren Stockabschnitten bestimmt. Die Standortgüte wird ab der dritten Altersklasse in Abhängigkeit von Alter und Oberhöhe mit den örtlich zutreffenden Ertragstafeln ermittelt. In jüngeren Beständen kann die Standortgüte entweder dynamisch von benachbarten Altholzbeständen übernommen oder über den fünfjährigen Höhenzuwachs bestimmt werden. Eine zu bewertende Schädigung liegt vor, wenn das Kambium verletzt wurde. Zudem wird je nach Schädigungsgrad in fünf Klassen unterteilt. Die niederösterreichische Jagdverordnung (2009, 30) definiert einen Schälsschaden folgendermaßen: „Schälsschäden sind die durch Abreißen der Rinde und Bloßlegen des Holzes oder Bastes an Stämmen oder Wurzeln des forstlichen Bewuchses verursachte Schäden. Nicht als Schälsschäden gelten Kratzwunden bis zu 1 cm Breite, durch die das Holz nicht freigelegt wurde.“ Treten neue Schäden auf alt geschälten Stämmen auf, so werden diese nach der niederösterreichischen Jagdverordnung nur dann bewertet, wenn der alte Schaden einen geringeren Schälgrad als den Schälgrad „stark“ aufweist.

Die Höhe des Wertverlustes an einem Baum ergibt sich nach BINDER (1995, 37) aus der „[...] Differenz zwischen den Sortenvolumina des theoretisch ungeschälten Baumes zum tatsächlich geschälten Baum.“ Es verschieben sich die Anteile qualitativ hochwertiger Sortimente hin zu weniger wertvollen (Schlagrücklass SRL, Braunbloche BBL, Sekundaholz, I2).

Der monetäre Wertverlust berechnet sich nach BINDER (1995) durch folgende Formel:

$$\text{monetärer Wertverlust} = \sum_{i=Nr_{Block}}^{Nr_{I2}} (efmG_i * ekfE_i - efmS_i * ekfE_i)$$

Nr = Ordnungsnummer eines Sortiments ($i = 1: Block, i = 2: IS, i = 3: SRL, i = 4: BBL, i = 5: I2$)

$efmG_i$ = Erntefestmeter eines Sortiments des nicht geschälten Baumes

$ekfE_i$ = erntekostenfreier Erlös für ein Sortiment

$efmS_i$ = Erntefestmeter eines Sortiments des geschälten Baumes

Für die Diskontierung verwendet BINDER (1991) den internen Zinsfuß, da dieser seiner Meinung nach den tatsächlichen Produktionsverhältnissen entspricht. Bei der statischen Grundgleichung nach FAUSTMANN werden die bis zur Umtriebszeit anfallenden Erlöse den Kosten gegenübergestellt. Sowohl die Kosten als auch die Erlöse müssen auf die Umtriebszeit prolongiert werden.

Die interne Verzinsung eines Bestandes berechnet sich durch die statische Grundgleichung nach FAUSTMANN wie folgt:

$$A_u + D_a * 1,0p^{u-a} = D_b * 1,0p^{u-b} + \dots = c * 1,0p^u + (B + V) * (1,0p^u - 1)$$

A_u = erntekostenfreier Abtriebserlös im Alter u

$D_a, D_b \dots$ = erntekostenfreie Durchforstungserlöse in den Altern a, b usw

c = Kulturkosten

B = Bodenertragswert

p = Zinsfuß

$(B + V) * (1,0p^u - 1)$ = Zinseszinsen d. Bodenwertes u. d. Verwaltungskostenkapitals bis zur Umtriebszeit

Durch Einsetzen der Beträge und anschließender Iteration lässt sich der interne oder effektive Zinsfuß p bestimmen. Im Hinblick auf die Berechnung der internen Verzinsung muss auf die große Bedeutung des Bodenwertes in der Formel verwiesen werden.

Zu seinen Berechnungen der internen Verzinsung nach Standortgüte und Umtriebszeit bemerkte BINDER (1995, 91) jedoch kritisch: „Die Ergebnisse zeigten bei Variation der Eingangsgrößen Schwankungen sowohl hinsichtlich der Höhe der iterativ hergeleiteten internen Verzinsung, als auch der Umtriebszeit bei maximaler Verzinsung. Deshalb gibt es auch nicht den internen Zinsfuß und die Umtriebszeit.“ Trotzdem wurden für die Operationalisierung des Bewertungsverfahrens die in der Tabelle 2 angeführten Zinsfüße und Umtriebszeiten verwendet.

Standortgüte	EKL	Umtriebszeit	Zinsfuß
Schlecht	4	120 Jahre	1,00%
Mittel	8	100 Jahre	1,50%
gut	12	80 Jahre	2,00%

Tabelle 2: Umtriebszeit und Zinsfuß in Abhängigkeit von der Standortgüte bzw der mittleren Ertragsklasse (BINDER, 1995, 91).

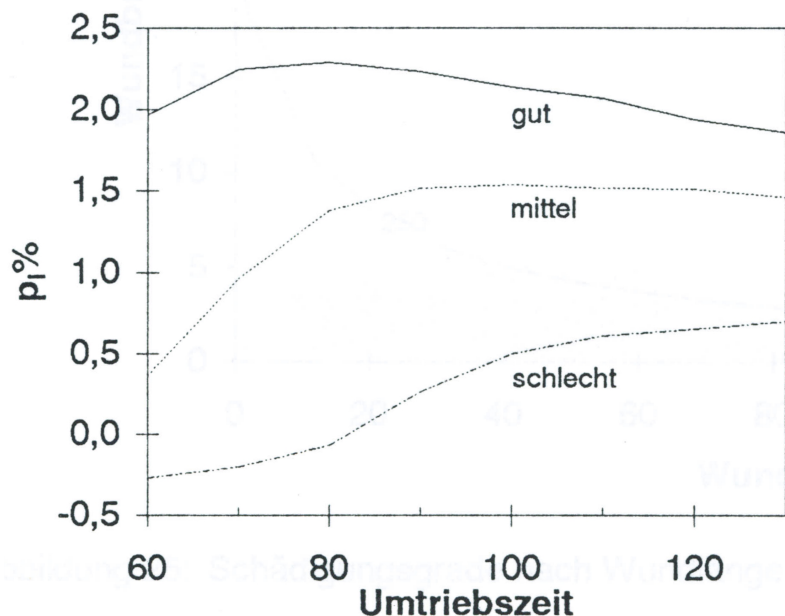


Abbildung 9: Höhe der internen Verzinsung (pi%) nach Standortgüte und Umtriebszeit am Beispiel der Ertragstafel Fichte-HOCHGEBIRGE (BINDER, 1995, 91)

Da sich sowohl die Kosten als auch die Erträge im Laufe der Zeit ständig ändern und die Tabellenwerte daher immer neu berechnet werden müssten, diskontierte BINDER (1991, 38) anstatt der Wertdifferenzen die Sortimentsdifferenzen².

² Die von BINDER (1991, 38) übernommene Darstellung ist mathematisch nicht präzise, da auch auf der rechten Seite der Gleichung die $ekfE_i$ über alle i anzuwenden sind und eine entsprechende Summe zu bilden ist. Zu beachten ist auch die alte, mathematisch nicht exakte, forstliche Schreibweise für Zinsfaktoren. Ist p der Zinsfuß in %, so wird geschrieben $1,0p$ für $(1+p/100)$. Die korrekte Schreibweise der Gleichung lautet:

$$\frac{\sum_{i=Nr_{Block}}^{Nr_{I2}} (efmG_i * ekfE_i - efmS_i * ekfE_i)}{(1 + \frac{p}{100})^{u-a}} = \frac{\sum_{i=Nr_{Block}}^{Nr_{I2}} [(efmG_i - efmS_i) * ekfE_i]}{(1 + \frac{p}{100})^{u-a}}$$

$$\frac{\sum_{i=Nr_{Bloch}}^{Nr_{I2}} (efmG_i * ekfE_i - efmS_i * ekfE_i)}{1,0p^{u-a}} = \frac{\sum_{i=Nr_{Bloch}}^{Nr_{I2}} (efmG_i - efmS_i)}{1,0p^{u-a}} * ekfE_i$$

Nr = Ordnungsnummer eines Sortimentes ($i = 1: Bloch, i = 2: IS, i = 3: SRL, i = 4: BBL, i = 5: I2$)

$efmG_i$ = Erntefestmeter eines Sortimentes des nicht geschälten Baumes

$ekfE_i$ = erntekostenfreier Erlös für ein Sortiment

$efmS_i$ = Erntefestmeter eines Sortimentes des geschälten Baumes

$1,0p^{u-a}$ = Diskontierungsfaktor (u = unterstellter Erntezeitpunkt,

a = Alter des Baumes bei der Feststellung der Schälung)

Multipliziert man den entnommenen Tabellenwert mit den tatsächlichen erntekostenfreien Erlösen, die sich je nach Lage am Holzmarkt ändern können, ergibt sich der Entschädigungsbetrag für einen geschälten Baum. Laut steiermärkischer Wildschadensverordnung (1994) sind bei den Holzpreisen die Durchschnittspreise der letzten drei bis fünf Jahre zu verwenden. Im Hinblick auf die Holzernte sollen die zum Bewertungszeitpunkt aktuellen Kosten ohne Trennung nach Vor- und Endnutzungskosten herangezogen werden. Sofern bei der Ernte geschälter Bäume höhere Erntekosten anfallen, können diese bei den Sortimenten Schlagrücklass bzw Brennholz, Braunblöcke sowie Sekundaholz entsprechend erhöht werden.

Die Steiermärkische Wildschadensverordnung (1994) sieht vor, dass die Tafel nur für Einzelbaumschäden mit einem Wuchsalter von mehr als 15 Jahren anzuwenden ist und dass Schälsschäden an jüngeren Bäumen wie Fegeschäden zu bewerten sind. Des Weiteren besagt die Verordnung, dass fäuleverursachende Vorschäden (zB Wunden die durch die Holzernte oder durch Steinschlag entstanden sind) entsprechend in Abzug zu bringen sind.

Der Unterschied zum Bewertungsverfahren nach SCHALLER (2002) hinsichtlich der zu erfassenden Daten liegt einerseits darin, dass es notwendig ist, ein Alter zu bestimmen und andererseits, dass die Standfläche nicht explizit nach Bäumen abgesucht wird, welche den geschälten Baum ersetzen können. Im Verfahren von BINDER (1991) wird jedoch eine von der Oberhöhe abhängige, maximal zu bewertende Stammzahl festgelegt, da unterständige und absterbende Bäume nicht entschädigt werden sollen. Es ist in diesem Verfahren auch eine durchmesserabhängige Einteilung in ausscheidenden Bestand und Endbestand vorgesehen. Im Gegensatz zum Verfahren von SCHALLER (2002) bleibt die räumliche Verteilung jedoch unberücksichtigt. Eine andere Schwäche des Verfahrens besteht in der Modellierung des Baumwachstums durch Ertragstafeln. SCHALLER (2002) meint, dass BINDER (1991) zwar die Wundfäule und ihre Auswirkungen auf die anfallenden Sortimente intensiv erforschte, jedoch die Bedeutung der Verwertungsmöglichkeiten und Holzhandelsusancen auf die Länge des abzutrennenden Stammstückes nicht berücksichtigte. MOOG (2008) erachtet das Verfahren nach BINDER (1991) zwar für den Gutachter als praktisch, da sich einerseits der Rechenaufwand in Grenzen hält und andererseits aktuelle und sachgerechte, erntekostenfreie Erlöse eingesetzt werden können. Kritisch sieht MOOG (2008) jedoch die Verwendung von bonitätsabhängigen Zinsfüßen und dass die Möglichkeit zur schadensmindernden Bewirtschaftung nicht im notwendigen Umfang berücksichtigt wird. Er bemängelt zudem, dass der Aspekt der überholenden Kausalität, wenn zB andere Ursachen zu Fäulen führen (Rückeschäden, Kernfäule, Fällungsschäden), in der Anleitung zu Schälsschadensberechnung unerwähnt bleibt.

Aufgrund der oben angeführten Ausführungen sollte man in Erwägung ziehen, das Bewertungsverfahren nach SCHALLER (2002) in die Wildschadensverordnungen der österreichischen Bundesländer zu implementieren.

In der Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung (1994) über die Richtlinien für die Feststellungs- und Berechnungsmethoden der Wildschäden im Wald ist definiert, was als Einzelbaumschäden und was als Bestandes- und Betriebsschäden zu gelten haben.

Zu den Einzelbaumschäden zählen:

- Ertragseinbußen durch Qualitätsminderung oder Ausfall (Totalschaden)
- Schädigungsbedingte Kosten (zB erhöhte Erntekosten, zusätzliche Sortierung, Vermarktungsschwierigkeiten)

Als Bestandes- oder Betriebsschäden sind anzusehen:

- Weniger als sechs Zehntel der überschirmenden Stämme sind gesund.
- Verminderung der Bestandesstabilität,
- Beeinträchtigung der Nachhaltigkeit.

Die in der steiermärkischen Wildschadensverordnung vorgesehenen Hilfstafeln (nach BINDER, 1991) dienen der Ermittlung der Einzelbaumschäden. Die Höhe etwaiger Bestandes- oder Betriebsschäden muss gutachtlich schlüssig begründet werden. Die Wildschadensverordnung des Landes Salzburg definiert einen Betriebsschaden als eine „*Infragestellung des forstlichen Betriebszieles*“ und stellt fest: „*Betriebsschäden sind nach dem im Zeitpunkt der Bewertung allgemein anerkannten Stand der wissenschaftlichen Lehre zu bewerten.*“ Eine genauere Definition für die Begriffe Bestandesschädigung und betriebswirtschaftliche Schädigung lassen sich in der Niederösterreichischen Jagdverordnung finden. Im § 50 Abs 3 steht: „*Eine Bestandesschädigung liegt vor, wenn eine Verminderung der Bestandesstabilität durch [...] eine Verminderung der [...] Stammzahl unterhalb 70% der [...] maximal zu bewertenden Stammzahl zu erwarten ist.*“ In Abs 4 heißt es weiter: „*Eine betriebswirtschaftliche Schädigung liegt vor, wenn bereits 50% des Bewuchses einer 10jährigen Altersklasse des Gesamtbetriebes Schäden aufweisen und der Anteil des unbeschädigten Bewuchses dieser Altersklasse des Gesamtbetriebes durch den Wildschaden noch weiter vermindert wird.*“ Im Vergleich zu der steiermärkischen und salzburgischen Verordnung, schreibt die niederösterreichische konkretere Bewertungsansätze im Falle der bestandes – und betriebswirtschaftlichen Schädigung vor. So ist in Niederösterreich bei Bestandesschäden ein Zuschlag von 40% und bei betriebswirtschaftlicher Schädigung ein Zuschlag in der Höhe von 60% der Einzelpflanzenschäden zu berücksichtigen.

Um den Anspruch auf Schadenersatz geltend machen zu können, müssen vom Geschädigten in der Steiermark die nachfolgenden Fristen und bürokratischen Wege eingehalten werden: Stellt der Waldbesitzer in seinem Wald einen Schaden fest, so muss er diesen binnen zweier Wochen ab Kenntnis schriftlich nachweislich (zB eingeschrieben) dem Jagdausübungsberechtigten gegenüber geltend machen. Kommt es binnen einer Woche zu keiner einvernehmlichen Lösung, so muss ein Schiedsrichter (von der Bezirksverwaltungsbehörde bestellter und beeideter Sachverständiger) hinzugezogen werden. Dieser muss die Höhe des Schadens schriftlich unter Einhaltung von Fristen feststellen. Die festgestellte Schadenshöhe stellt einen Exekutionstitel gemäß § 1 Exekutionsordnung dar. Wurde ein Wildschaden festgestellt, so sind die Kosten des Schiedsrichters vom Jagdausübungsberechtigten, ansonsten vom Antragsteller zu tragen. Schadenersatzansprüche verjähren drei Jahre, nachdem dem Geschädigten der Schadenseintritt bekannt geworden ist.

Abschließend sei festgehalten, dass nur in äußerst seltenen Fällen Bewertungen nach irgendeiner Methode durchgeführt werden. Die Methoden tragen aber vielleicht dazu bei, zu einer gütlichen Einigung zu kommen. Im Regelfall werden die Schadenersatzpflichtigen versuchen, eine gütliche Einigung herbeizuführen um sich die Kosten einer Bewertung zu sparen, da diese dann deutlich über den berechneten Summen liegen könnte (SCHALLER, 2015).

6. Dokumentation, Weiterentwicklung und Evaluierung des betrieblichen Schälmonitorings

Im betreffenden Forstbetrieb wurde ein Schälmonitoring (SMON) zur Quantifizierung des Wildeinflusses implementiert. Einerseits dienen die aus den erhobenen Daten abgeleiteten Informationen zur Beurteilung des jagdlichen Managements in Bezug auf die Prophylaxe von Schälwunden. Die diesbezüglichen Einflussmöglichkeiten des Jagdpersonales sind vor allem durch die Art und Weise der Fütterung (zB Wintergatterbetrieb), der wildökologischen Raumplanung und der Abschussplanung sowie der Abschusserfüllung gegeben. Andererseits erlaubt SMON die Abschätzung des Ausmaßes des durch die Schältätigkeit des Wildes jährlich entstehenden Wertverlustes. Über die Abgeltung des forstwirtschaftlich nachteiligen Wildeinflusses wird meist im Rahmen von Jagdpachtverträgen eine pauschale Vereinbarung getroffen. Um die entstandenen Wertverluste durch eine Vollaufnahme zu erfassen, fehlt den Forstbetrieben das Personal. Die in diesem Kapitel vorgestellte, statistisch fundierte Bewertungsmethode des Forstbetriebes stellt eine Alternative zur pauschalen Abgeltung des Wildeinflusses dar, und schafft Anreize, aktiv Maßnahmen gegen wirtschaftlich negativen Wildeinfluss zu setzen. Zusätzlich beinhalten sie einen Erziehungseffekt. Neben Rotwild und Muffelwild schält auch Weidevieh (zB Pferde) die Rinde von Bäumen. Auf Basis dieses Monitorings konnten im Betrieb bereits Schälwunden, die von Pferden verursacht wurden, dokumentiert und die verantwortlichen Landwirte zur Rechenschaft gezogen werden.

6.1. Datenaufnahme und Auswertung

6.1.1. Einrichtung des Probepunktes und Datenerhebung

Das Monitoring beruht auf einer permanenten Stichprobeninventur mit einer Rasterweite von 200*200 Meter. In besonders gefährdeten Revierteilen werden Verdichtungsgebiete eingerichtet und die Gitterweite wird entsprechend verengt. Es kommt hierbei eine *segmentierte N-Baum-Stichprobe* zur Anwendung, die aus sieben *Vier-Baum-Stichprobensegmenten* besteht. Der Punkt X, als Zentrum des SMON-Clusters, wird durch die Koordinaten bestimmt. Rund um den Punkt X befinden sich in einer Schrägdistanz von 20 m und um jeweils 60 Altgrad versetzt die Satelliten (Segmente) des Clusters (vgl Abb 12). Der gesamte Cluster eines Stichprobenpunktes umfasst sieben Segmentstichprobenpunkte (SSP), von welchen jeweils die vier nächstliegenden Bäume erhoben werden. Der Mittelpunkt des Clusters wird um maximal 50 Meter verlegt, wenn der gesamte Cluster nicht innerhalb eines schälfähigen Bestandes zu liegen kommt. Die Mittelpunkte der Satelliten und der Zentralpunkt sind mit Holzpflocken dauerhaft markiert. Fällt ein Satellitenpunkt in einen anderen Bestand, so wird dieser nur erhoben, wenn sich auch der Nachbarbestand im schälfähigen Alter befindet.

Fällt ein Punkt in eine Dickung und sind weder die vier Stämme um den Zentralpunkt geschält noch sind im Umkreis von ca 30 Meter geschälte Stämme sichtbar, so werden keine Satelliten aufgenommen. Die Satellitenpunkte werden für die Folgeaufnahmen aktiviert, wenn mindestens zwei der vier Stämme um den Zentralpunkt einen Brusthöhendurchmesser von 10 cm erreicht haben oder Schäl Schäden im Umkreis von 30 m um den Zentralpunkt feststellbar sind. Es werden keine SMON-Cluster in Baumhölzern mit einem Brusthöhendurchmesser von 30 cm und darüber eingerichtet.

Im Zuge der alle drei Jahre stattfindenden Aufnahmen der permanenten Stichprobenpunkte werden zusätzliche SMON-Punkte in gefährdeten Gebieten eingerichtet.

Um den jeweiligen Segmentpunkt werden die vier nächstliegenden Stämme unabhängig von der Baumart aufgenommen. Die Kluppschwelle beträgt 5 cm und der Maximalabstand des Baumes vom jeweiligen Mittelpunkt beträgt 10 m. Zur eindeutigen Identifizierung der Bäume bei Wiederholungsmessungen werden Azimut, Horizontalabstand und Baumart erhoben.

Die Horizontaldistanz vom Segmentpunkt zur Stammachse wird bei dem am weitesten entfernten Baum mit einem Rollmaßband auf Dezimeter genau vermessen. Die Horizontaldistanz der drei näherliegenden Bäume wird auf halbe Meter geschätzt. Der Brusthöhendurchmesser wird in einer Klassenbreite von 5 cm geschätzt.

Ein Baum gilt als geschält, wenn das Kambium zumindest in der Größe einer 2 Euro Münze verletzt wurde. Die Größe der Wunde und die vermeintlich verursachende Wildart (Rotwild oder Muffelwild) werden nicht dokumentiert. Aufgenommen wird jedoch, ob es sich um Sommer- oder Winterschäle handelt und ob die aufgenommenen Bäume den Gesamtbestand repräsentieren. Die Begutachtung der Repräsentation des Gesamtbestandes erfolgt am Hin- und Rückweg zum Clusterpunkt.

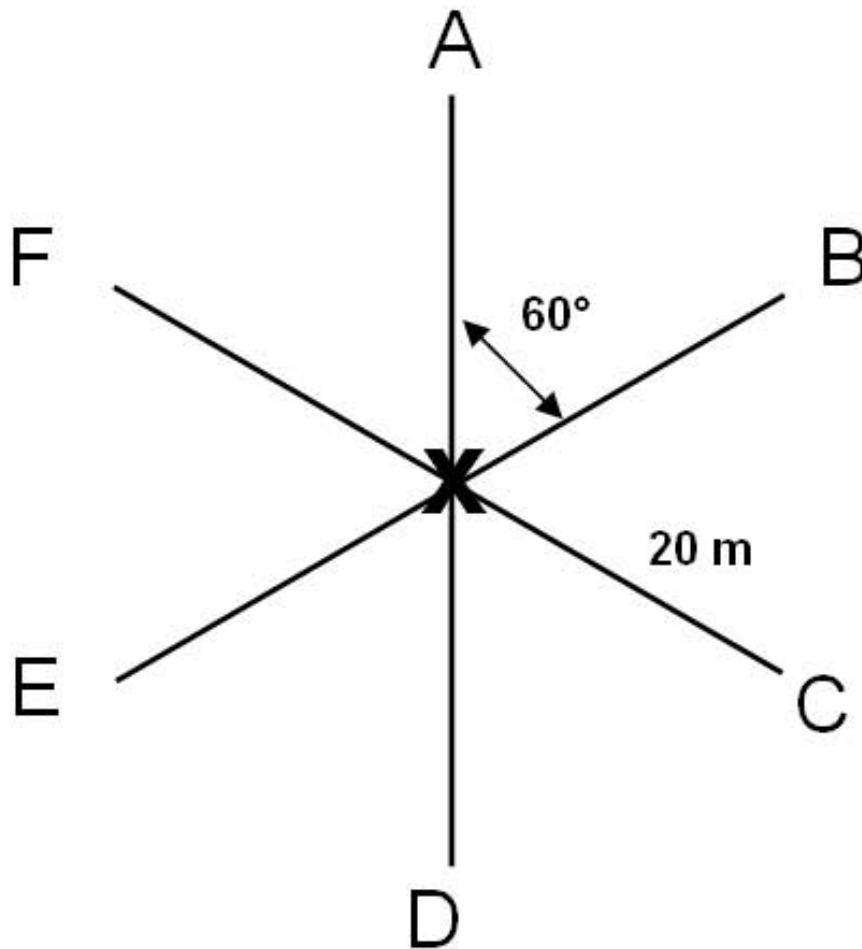


Abbildung 10: Anordnung der Segmentstichprobenpunkte im Cluster
(AUFNAHMEANLEITUNG, 2015, 1)

Am Segmentpunkt *B* kam beim Baum Nr 3 zusätzlich zur bereits vorhandenen Wunde eine neue Schälwunde hinzu. Dies ergibt eine Bruttoneuschälung am Hektar von $(10.000/11,34)*1 = 882$ Bäumen. Beim Satelliten *D* wurde der bisher unversehrte Baum Nr 3 geschält. Dieser Baum repräsentiert 796 netto-neu-geschälte Stämme am Hektar. Durch arithmetisches Mitteln der einzelnen brutto und netto Satellitenwerte ergeben sich die geschälten Stammzahlen je Hektar repräsentiert auf Ebene des Gesamtpunktes. Setzt man diese ins Verhältnis zur Gesamtstammzahl, ergibt sich die relative Brutto- (Spalte *S*) und Nettoschälaktivität (Spalte *T*).

Schritt 3: Monetäre Bewertung der Nettoschälaktivität

Sie erfolgt nach der von BINDER (1991) entwickelten Bewertungsmethode. Für die Anwendbarkeit auf das betriebliche Datenmaterial mussten kleine Adaptionen vorgenommen werden.

Schritt 3.1: Errechnung des Trenndurchmessers

Wie bereits beschrieben wird der Brusthöhendurchmesser im Wald lediglich in 5 cm-Klassen angesprochen (Spalte *D*). Um den Mitteldurchmesser (*dg*) berechnen zu können, wird der BHD der einzelnen Bäume über die Klassenmitte festgelegt (Spalte *E*). Beispielsweise wurde der Baum X-3 bei der Aufnahme in die BHD-Klasse 1a geschätzt. Diese reicht von 10 – 14 cm, der durchschnittliche BHD kann somit mit 12 cm angenommen werden. Der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes (*dg*) wird mit folgender Formel berechnet:

$$dg = \sqrt{\frac{\sum BHD^2}{n}}$$

Es wird ein Trenndurchmesser ermittelt um festzustellen, welche Bäume dem ausscheidenden Bestand und welche dem Endbestand angehören. Die Bestimmung des Trenndurchmessers erfolgt nach BINDER (1991) über den Mitteldurchmesser (*dg*) und der Stammzahl anhand des folgenden Diagrammes (Abbildung 11).

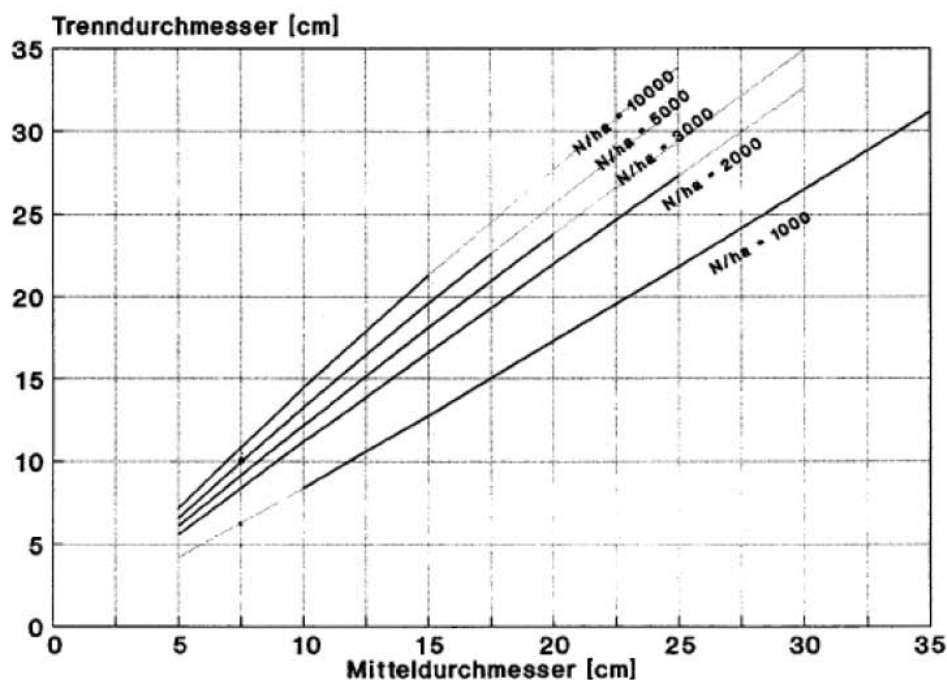


Abbildung 11: Ermittlung des Trenndurchmessers nach BINDER (1991, 8)

Im Beispiel (Tabelle 3) wurde ein Mitteldurchmesser (dg) von 10,7 cm errechnet. Die Stammzahl pro ha beträgt 2100 Stämme, daher wird die 2000er Linie als Referenz herangezogen. Ein Trenndurchmesser von 12 cm kann dem Diagramm entnommen werden.

Da das manuelle Ablesen des Trenndurchmessers bei großen Anzahlen an Stichprobenpunkten nur unter unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist, empfiehlt sich folgende Vorgehensweise: Man unterstellt, dass es sich bei den in Abbildung 11 dargestellten Kurven um lineare Funktionen handelt und errechnet die Koeffizienten dieser Funktionen. In Anbetracht der Tatsache, dass der tatsächliche BHD der Bäume aufgrund der lediglich geschätzten BHD-Klasse nicht bekannt ist und folgedessen auch der Mitteldurchmesser (dg) mit großer Ungenauigkeit behaftet ist, erscheint die geringe Abweichung der Funktion von einer Geraden als vernachlässigbar. Die Funktionen können in weiterer Folge in eine Excel Tabelle durch einfache *WENN-DANN-Abfragen* implementiert werden. Folgende Funktionen konnten aus der Steigung (k) und dem Achsenabstand (d) aufgestellt werden:

$N/ha = 1000 \rightarrow TD = 0,875 \cdot dg - 0,5$
 $N/ha = 2000 \rightarrow TD = 1,083 \cdot dg + 0,676$
 $N/ha = 3000 \rightarrow TD = 1,146 \cdot dg + 0,912$
 $N/ha = 5000 \rightarrow TD = 1,23 \cdot dg + 1,09$
 $N/ha = 10.000 \rightarrow TD = 1,27 \cdot dg + 1,9$

Schritt 3.2: Ermittlung der maximal zu bewertenden Baumzahl

Die Standortsgüte wird bei BINDER (1991) in gut, mittel und schlecht eingeteilt und kann über Wuchsalter und Oberhöhe dem Tabellenwerk entnommen werden. Im Falle des betrieblichen Schälmonitorings können die Bonitäten sowie das Wuchsalter direkt dem Operat entnommen werden.

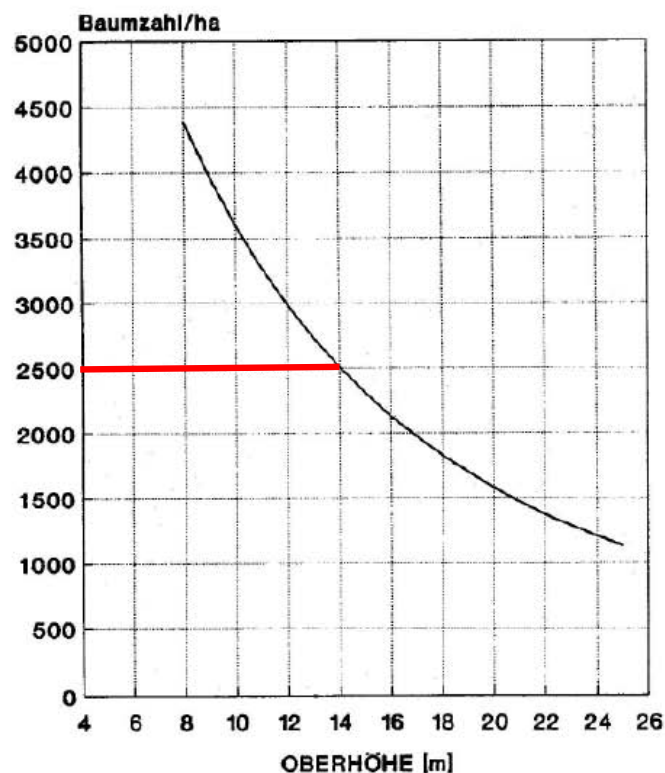


Abbildung 12: maximal zu bewertende Stammzahl nach BINDER (1991, 10), verändert. Rote Linie kappt die Kurve bei 2500 Stämmen/ha.

In Tabelle 4 sind die maximal zu bewertenden Stammzahlen nach BINDER (1991) dargestellt. BINDER (1995) leitete diese Baumzahlkurve aus der Ertragstafel Fichte Bayern ab, welche annähernd zuwachsoptimale Stammzahlhaltungen unterstellt. Als Bestimmungsgröße wird die Oberhöhe gewählt, da ein enger Zusammenhang zwischen der Oberhöhe (Definition nach ASSMANN: mittlere Höhe der 100 stärksten Bäume je Hektar) und der Baumzahl besteht. Da die Begründung von Fichtenbeständen mit einer Stammzahl von 2.500 Stämmen pro Hektar heute als ausreichend und zeitgemäß betrachtet wird, sollte dies auch die maximal zu bewertende Stammzahl darstellen. Nach den Tafeln von BINDER (1991) werden geschälte Stämme bewertet, die ohnehin im Zuge einer Läuterung eliminiert werden. Daher wird vorgeschlagen, dass bis zu einer Oberhöhe von 14 Metern maximal 2500 Stämme berücksichtigt werden. Diese Adaption kommt in Abbildung 12 durch die rote Linie zum Ausdruck.

Oberhöhe in m	8	10	12	14	18	20	22	24
Mindestabstand (m)	1,5	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,7	2,9
Stammzahl/Hektar	4.400	3.500	3000	2.500	1.800	1.600	1.400	1.200

Tabelle 4: Bestimmung der maximal zu bewertenden Baumzahlen nach Oberhöhe und die zugehörigen Abstände im Quadratverband auf Basis von BINDER (1991, 10)

Oberhöhe in m	14	18	20	22	24
Mindestabstand (m)	2,0	2,4	2,5	2,7	2,9
Stammzahl/Hektar	2.500	1.800	1.600	1.400	1.200

Tabelle 5: Maximal zu bewertende Stammzahlen auf Basis von BINDER (1991, 10) begrenzt bis 14 Meter OH mit maximal 2.500 Stämmen

Da bei den Aufnahmen der Clusterpunkte keine Oberhöhe erhoben wird, muss für die maximal zu bewertenden Stammzahlen ein Proxy gefunden werden. Dem betrieblichen Datenmaterial kann das Wuchsalter und die Standortsgüte der Unterabteilungen, in denen die Stichprobenpunkte liegen, entnommen werden. Da die Oberhöhe bei gegebenem Wuchsalter Ausdruck der Standortsgüte ist, können die oben angegebenen maximal zu bewerteten Stammzahlen auch in Standortsgüte und Wuchsalter angegeben werden. Die Werte für die maximal zu bewerteten Stammzahlen werden der Ertragstafel Fichte/Bruck entnommen und gerundet. Aus den oben angeführten Gründen wird unabhängig von den Ertragstafelangaben die Zahl 2.500 als maximal zu bewertende Stammzahl festgelegt. Für die Standortsgüte *gut* wird die EKL 14, für die Standortsgüte *mittel* die EKL 10 und für die Standortsgüte *schlecht* die EKL 6 verwendet. Mithilfe dieser Tabelle können durch Excel-Funktionen dem jeweiligen Clusterpunkt die maximal zu bewertenden Stammzahlen zugewiesen werden. Repräsentiert ein Stichprobenpunkt bei einem Wuchsalter von 35 Jahren und der Standortsgüte gut 3500 Bäume, so bedeutet dies, dass 1900 Bäume (vom schwächeren Ende her) nicht berücksichtigt werden.

Wuchsalter	Standortsgüte <i>gut</i>	Standortsgüte <i>mittel</i>	Standortsgüte <i>schlecht</i>
WA 15	2.500	2.500	2.500
WA 20	2.500	2.500	2.500
WA 25	2.500	2.500	2.500
WA 30	1.900	2.500	2.500
WA 35	1.600	2.100	2.500
WA 40	1.300	1.700	2.300
WA 45	1.200	1.500	2.000
WA 50	1.000	1.300	1.700
WA 60	800	1.000	1.300
WA 65	750	900	1.200

Tabelle 6: Maximal zu bewertende Stammzahlen auf Basis der Ertragstafel FICHTE – BRUCK/MUR (gerundet)

Schritt 3.3: Festlegung des Schädigungsgrades

In den Bewertungstabellen von BINDER (1991) werden grundsätzlich fünf Schädigungsgrade unterschieden:

Schädigungsgrad *schwach* (1): Breite unter 5 cm

Schädigungsgrad *mittel* (2): Breite über 5 cm und Länge unter 100 cm

Schädigungsgrad *stark* (3): Breite über 5 cm und Länge über 100 cm oder Wurzelschäle

Schädigungsgrad *sehr stark* (4): Breite größer als der halbe Stammumfang

Im Zuge des betrieblichen Wildeinflussmonitorings werden die Wundgrößen nicht erhoben, daher wird für alle Verletzungen der *mittlere Schädigungsgrad* (2) unterstellt. Der Schädigungsgrad (1) erscheint als Durchschnitt zu gering, hingegen scheinen die Schädigungsgrade (3) und (4) in ihrem Flächenausmaß extrem stark auszufallen.

Schritt 3.4: Hochrechnen der Ertragseinbußen auf die Fläche:

Die Hektarwerte der Nettoneuschälung werden getrennt nach ausscheidendem Bestand und Endbestand in Gruppen gleichen Wuchsalters und gleicher Bonitätsstufe zusammengefasst und arithmetisch gemittelt. Die Flächengröße je Wuchsalter und Bonitätsstufe auf Ebene des Betriebes kann dem Operat entnommen werden. Die Gesamtzahl je Wuchsalter und Bonitätsstufe ergibt sich aus Multiplikation der Nettoneuschälung je Hektar mit dem jeweiligen Flächenausmaß.

Schritt 3.5: Berechnung der durch Schälung bedingten Mindererträge

Für die Berechnung des Wertverlustes werden die frisch geschälten Bäume in Gruppen einheitlichen Wuchsalters und einheitlicher Standortsgüte zusammengefasst. Für die einzelnen Sortimente (Blochholz, Schleifholz, Schlagrücklass, Braunbloch und Sekundaholz) sind erntekostenfreie Erlöse festzulegen. Für das betriebliche Monitoring empfiehlt es sich, ein mehrjähriges Mittel in den Holzerlösen und bei den Erntekosten anzusetzen. Dadurch wird vermieden, dass kalamitätsbedingte Konjunkturschwankungen am Holzmarkt das Bewertungsergebnis stärker beeinflussen als die tatsächliche Schälaktivität des Rotwildes. Für Vergleichsaussagen kann eine doppelte Bewertung vorgenommen werden. Man setzt zum einen das gleiche Preisniveau wie in der vorherigen Periode und zieht parallel dazu aktualisierte Werte als Grundlage für die Gegenüberstellung mit der darauffolgenden Inventur heran.

Zur Ermittlung der Wertdifferenzen sind die Tabellenwerte mit den jeweiligen erntekostenfreien Erlösen der Sortimente (Blochholz, Schleifholz, Schlagrücklass, Braunbloche und Sekundaholz) zu multiplizieren. Die Tabellenwerte geben die diskontierten Differenzen zwischen den Sortenvolumina der gesunden und der geschälten sortierten Bäume zum Zeitpunkt der Ernte an. Durch die Verlagerung der Diskontierungsrechnung auf die Mengenkomponente der Bewertung wird die Zinsfußdiskussion aus der ökonomischen Betrachtung herausgenommen (SEKOT, 2014).

WA	SG	AUSSCHIEDENDER BESTAND				
		SORTIMENT				
		BLOCH	IS	SRL	BBL	I2
15	1	.000	.016	-.006	.000	-.010
	2	.000	.016	-.014	.000	-.002
	3	.000	.024	-.014	.000	-.010
	4	.000	.025	.001	-	-
20	1	.000	.019	-.007	.000	-.012
	2	.000	.018	-.016	.000	-.002
	3	.000	.030	-.017	.000	-.013
	4	.000	.032	.001	-	-
25	1	.000	.022	-.007	.000	-.015
	2	.000	.021	-.019	.000	-.002
	3	.000	.034	-.019	.000	-.015
	4	.000	.038	.001	-	-
30	1	.000	.025	-.007	.000	-.018
	2	.000	.023	-.021	.000	-.002
	3	.000	.039	-.021	.000	-.018
	4	.000	.045	.001	-	-
35	1	.000	.028	-.008	.000	-.020
	2	.001	.026	-.024	.000	-.003
	3	.000	.044	-.023	.000	-.021
	4	.000	.053	.001	-	-
40	1	.002	.031	-.009	.000	-.024
	2	.002	.027	-.026	.000	-.003
	3	.002	.048	-.026	.000	-.024
	4	.001	.059	.001	-	-
45	1	.004	.032	-.010	.000	-.026
	2	.004	.027	-.028	.000	-.003
	3	.005	.052	-.030	.000	-.027
	4	.003	.066	.001	-	-
50	1	.009	.031	-.010	.000	-.030
	2	.008	.026	-.032	.000	-.002
	3	.008	.053	-.032	.000	-.029
	4	.007	.073	.001	-	-
55	1	.013	.031	-.011	.000	-.033
	2	.012	.025	-.035	.000	-.002
	3	.013	.054	-.034	.000	-.033
	4	.013	.078	.001	-	-
60	1	.018	.030	-.012	.000	-.036
	2	.015	.025	-.038	.000	-.002
	3	.019	.054	-.038	.000	-.035
	4	.020	.085	.001	-	-
65	1	.023	.029	-.013	.000	-.039
	2	.018	.025	-.040	.000	-.003
	3	.026	.053	-.042	.000	-.037
	4	.029	.089	.001	-	-

WA	SG	ENDBESTAND				
		SORTIMENT				
		BLOCH	IS	SRL	BBL	I2
15	1	.063	.001	-.005	-.029	-.030
	2	.069	.002	-.053	-.017	-.001
	3	.125	.003	-.061	-.062	-.005
	4	.171	.034	.001	-	-
20	1	.068	.001	-.004	-.032	-.033
	2	.072	.003	-.057	-.017	-.001
	3	.132	.003	-.064	-.067	-.004
	4	.184	.036	.001	-	-
25	1	.075	.001	-.004	-.036	-.036
	2	.079	.002	-.062	-.018	-.001
	3	.141	.003	-.068	-.071	-.005
	4	.197	.039	.001	-	-
30	1	.081	.001	-.003	-.039	-.040
	2	.084	.002	-.067	-.018	-.001
	3	.147	.004	-.071	-.075	-.005
	4	.212	.042	.001	-	-
35	1	.087	.001	-.003	-.042	-.043
	2	.087	.002	-.071	-.017	-.001
	3	.155	.004	-.076	-.078	-.005
	4	.228	.045	.001	-	-
40	1	.095	.001	-.003	-.046	-.047
	2	.093	.003	-.076	-.018	-.002
	3	.167	.004	-.081	-.085	-.005
	4	.248	.049	.001	-	-
45	1	.104	.001	-.002	-.051	-.052
	2	.099	.003	-.083	-.017	-.002
	3	.176	.005	-.086	-.090	-.005
	4	.266	.053	.001	-	-
50	1	.111	.001	-.001	-.055	-.056
	2	.103	.004	-.087	-.017	-.003
	3	.184	.006	-.091	-.094	-.005
	4	.290	.057	.001	-	-
55	1	.121	.001	-.001	-.060	-.061
	2	.111	.003	-.096	-.015	-.003
	3	.198	.006	-.098	-.100	-.006
	4	.307	.061	.001	-	-
60	1	.131	.001	-.001	-.065	-.066
	2	.117	.002	-.101	-.014	-.004
	3	.210	.006	-.105	-.106	-.005
	4	.336	.066	.001	-	-
65	1	.140	.002	-.001	-.070	-.071
	2	.123	.003	-.108	-.012	-.006
	3	.222	.008	-.112	-.113	-.005
	4	.355	.071	.001	-	-

Tabelle 7: Bewertungstabelle nach BINDER (1991, 14) für die Standortsgüte ‚mittel‘ (WA = Wuchsalter und SG =Schädigungsgrad)

In der Tabelle 8 wird die praktische Anwendung der Hilfstafeln von BINDER (1991) anhand eines Beispiels erläutert. Es wurden 320 Bäume des künftigen Endbestandes in der mittleren Bonitätsstufe mit einem Wuchsalter von 50 Jahren geschält. Die Werte aus der Tabelle 7 sind mit den jeweiligen erntekostenfreien Erlösen zu multiplizieren, zB $0,103 \cdot 70 = 7,21$. Die Summe der einzelnen Produkte ist die Wertdifferenz zwischen einem gesunden und einem rotfaulen Baum zum Zeitpunkt der Ernte. Dieser Betrag ist noch mit der Anzahl der Bäume des entsprechenden Wuchsalters und der entsprechenden BHD Stufe zu multiplizieren $6,24 \cdot 320 = 1.995,20\text{€}$.

	BLOCH	IS	SRL	BBL	I2	SUMME	* Bäume
Tabellenwerte	0,103	0,004	-0,087	-0,017	-0,003		
DB I	70	25	5	35	15		
DB I *Tabellenwert	7,21	0,1	-0,435	-0,595	-0,045	€ 6,24	€ 1.995,20

Tabelle 8: Anwendung der Hilfstafeln von BINDER (1991) anhand eines Beispiels

6.2. Prognose über Gesundheitszustand des Endbestandes

Zusätzlich zur monetären Bewertung können anhand des vorhandenen Datenmaterials Prognosen über den Gesundheitszustand des Endbestandes getroffen werden. Die Zuordnung, ob ein Baum dem Endbestand oder dem ausscheidenden Bestand angehört, erfolgt erneut über den Trenndurchmesser. Um den Einfluss des Wildes an der potenziellen Endbaumzahl beurteilen zu können, muss in einem ersten Schritt die Stammzahl pro Hektar, die über den Trenndurchmesser liegt (Endbestand), errechnet werden. Es bleibt vorerst noch außer Betracht, ob der Baum geschält oder gesund ist. Aufgrund der Definition des Endbestandes über den Trenndurchmesser ist es möglich, dass sich bereits von vorne herein zu wenige Stämme im Endbestand befinden. In einem zweiten Schritt wird die Anzahl der ungeschälten Stämme über den Trenndurchmesser ermittelt. Diese Zahl verglichen mit einem Sollwert gibt Auskunft über die waldbauliche Möglichkeit der Gesunddurchforstung des Bestandes. Dieser prognostizierten Endbaumzahl liegt die Prämisse zugrunde, dass keine weiteren Bäume geschält werden oder durch andere Umwelteinflüsse ausfallen.

In einem dritten Schritt wird die voraussichtliche Zahl an gesunden Bäumen im Endbestand unter der Prämisse einer konstant bleibenden Schälaktivität geschätzt. Dazu werden vorab die pro Jahr durchschnittlich geschälten Individuen des künftigen Endbestandes errechnet. Diese ergeben sich aus den bisher geschälten Bäumen des Endbestandes dividiert durch die bereits vergangenen Jahre potenzieller Schälgefährdung. Als nächstes wird die Zeitspanne in Jahren, in der ein Baum schälfähig ist, nach Bonitätsstufen getrennt festgelegt. Dabei wird unterstellt, dass bei niedrigeren Ertragsklassen die Schälfähigkeit etwas später beginnt, aber länger erhalten bleibt.

Durch Multiplikation der im Jahresdurchschnitt geschälten Z-Bäume mit den Jahren der Schälgefährdung ergibt sich die Anzahl an geschälten Bäumen des künftigen Endbestandes bei unterstellter, über die Jahre gleichmäßig verteilter Schälaktivität. Wird dieses Ergebnis von der Zahl an potenziellen Endbestandsbäumen, die über den Trenndurchmesser liegen, in Abzug gebracht, so kann eine Prognose über die Rotfäulesituation im Endbestand getroffen werden.

Diesem trivialen Ansatz liegt eine Reihe von realitätsfernen Prämissen zugrunde. Erstens unterstellt das Modell, dass es keine Stammzahlreduktion (natürliche Mortalität oder Durchforstung) gibt und die Zahl an neu geschälten Individuen über die Jahre konstant bleiben. In der Realität steigt jedoch die Schälwahrscheinlichkeit des einzelnen Individuums bei sinkender Stammzahl. Zweitens wird davon ausgegangen, dass alle Bäume zeitgleich der Schälgefährdung entwachsen. Bei der natürlichen Bestandesentwicklung bilden einzelne vorwüchsige Bäume jedoch früher eine grobe Borke aus, die als Nahrungsquelle des Wildes weniger geeignet ist. Dennoch können aus diesen auf realitätsfernen Annahmen beruhenden Modell Entwicklungstendenzen und etwaige Gegenmaßnahmen abgeleitet werden.

Die Sollgröße an gesunden Stämmen des Endbestandes kann entweder der Ertragstafel über Bonität und den geplanten Nutzungsalter entnommen oder gutachtlich geschätzt werden. Die den Ertragstafeln unterstellten Niederdurchforstungen zielen auf eine kollektive Bestandesstabilität mit hoher Stammzahlhaltung ab. Moderne forstliche Behandlungsprogramme fördern jedoch durch starke Eingriffe die einzelbaumweise Stabilität mit entsprechend niedrigeren Stammzahlen. Der größere Wuchsraum des Einzelbaumes führt zu stärkeren Dimensionen. Diese Bestände erzielen mit geringerer Stammzahl höhere Deckungsbeiträge und sind widerstandsfähiger gegen Kalamitäten. Die Eignung der Ertragstafel für die Ableitung einer Sollgröße muss daher kritisch hinterfragt werden. Plausibler ist die Ableitung der Endbaumzahl über den Platzbedarf eines Baumes im Alter des planmäßigen Nutzungsalters. Bei einer Schirmfläche der Fichte im Endbestand von 20 m² ergibt sich eine Endbaumzahl von 500 Stämmen. HERBSTTRITT & KOHNLE (2005) empfehlen auf Basis der Ergebnisse des europäischen Fichten - Stammzahlversuches (1969 – 1976) eine Z-Baumzahl in Abhängigkeit von Standortsgüte und Produktionsziel zwischen lediglich 100 und 400 Fichten je Hektar.

Für die Festlegung einer Anzahl an Endbestandsbäumen muss eine Abgrenzung zwischen Vornutzung und einzelstammweiser Endnutzung erfolgen. Im betreffenden Forstbetrieb gelten in der BKL A alle Nutzungen ab 80 Jahre und in der BKL B ab 60 Jahre als Endnutzung. Infolge der Tatsache, dass in vielen Forstbetrieben die Endnutzung sukzessive über einen längeren Zeitraum erfolgt, sollte auch die Beurteilung des Qualitätszustandes (Fäulefreiheit) eines künftigen Endbestandes über fünf Grade erfolgen.

pot. Endbestandstammzahl	Abstand im Quadratverband	Beurteilungsgrad
>700	3,8	1
>500	4,5	2
>300	5,8	3
>200	7	4

Tabelle 9: Potenzielle Endbestandszahlen und der damit verbundene Abstand im Quadratverband.

Aus der vorhandenen Anzahl an Zukunftsbäumen kann der Fäulezustand des Endbestandes beurteilt werden. In Beständen, denen der *Beurteilungsgrad 1* oder *2* zugewiesen wird, stocken mehr potenzielle Kandidaten für den Endbestand als tatsächlich erforderlich sind. Mit diesen Stammzahlen können auch weitere Verluste durch Schneedruck, Rückewunden oder Schälung verkraftet werden. Die bei den *Beurteilungsgraden 3* und *4* angegebenen Stammzahlen beziehen sich bereits auf aufgelichtete Bestände vor deren Räumung. Bei weiteren Schälereignissen kann ein Endbestand frei von Schälwunden nicht mehr erreicht werden. Wie hoch die kritischen Stammzahlen in einem Betrieb tatsächlich sind, hängt von den Produktionszielen und waldbaulichen Konzepten ab und muss für jeden Betrieb individuell festgelegt werden. Als Ergebnis einer solchen Analyse kann eine Prognose über die Z-Baumausstattung im Endbestand unter dem Szenarium konstant anhaltender oder beendeter Schälaktivität getroffen werden. Zudem können Aussagen über diese Kennzahl ein Indikator der Bestandesstabilität und des damit verbundenen Bestandesrisikos sein.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Baum	Alter	Alt- oder Neuschaden	Baum des künftigen Endbestandes	geschälte Bäume Endbestand	Fläche [m ²]	N/ha gesamt	N/ha Endbestand	Beurteilung ohne Berücksichtigung d. Wldeinflusses	gesunde Bäume des Endbestandes	N/ha des gesunden Endbestandes	Beurteilung mit Wldeinfluss	vergangene Jahre der Schälgefährdung	geschälte Bäume Endbestand pro ha	geschälte Bäume pro Jahr	schälfähige Jahre	erwartete geschälte Stämme bis Ende der Schälbarkeit	verbleibende Bäume für den Endbestand	Beurteilung bei konstant bleibender Schälaktivität
x-1	31	1	1	1	220	1595	591	2	10	455	3	16	136	8,5	45	383	208	4
x-2	31	0	1	0														
x-3	31	0	0	0														
x-4	31	0	1	0														
A-1	31	0	0	0														
A-2	31	0	0	0														
A-3	31	0	0	0														
A-4	31	0	0	0														
B-1	31	0	0	0														
B-2	31	0	0	0														
B-3	31	0	0	0														
B-4	31	0	0	0														
C-1	31	1	0	0														
C-2	31	0	1	0														
C-3	31	0	1	0														
C-4	31	0	1	0														
D-1	31	0	0	0														
D-2	31	0	1	0														
D-3	31	1	0	0														
D-4	31	0	0	0														
E-1	31	0	0	0														
E-2	31	0	1	0														
E-3	31	1	1	1														
E-4	31	0	1	0														
F-1	31	1	0	0														
F-2	31	1	1	1														
F-3	31	0	1	0														
F-4	31	0	1	0														

Tabelle 10: Exemplarische Darstellung der Beurteilung der Fäulesituation im Endbestand anhand eines Clusterpunktes

Der in der Tabelle 10 dargestellte Clusterpunkt repräsentiert 1595 Stämme am Hektar (Spalte G). Davon liegen 591 Stämme über dem Trenndurchmesser und gehören somit dem künftigen Endbestand an. Die Ausstattung des künftigen Endbestandes mit Z-Bäumen ist also mit der *Ziffer 2* zu beurteilen (Spalte I). Von den 28 aufgenommenen Bäumen am Clusterpunkt weisen 10 Bäume des künftigen Endbestandes keine Schälwunde auf. Sie repräsentieren am Hektar $(10.000/220) \cdot 10 = 455$ Bäume (*Beurteilungsziffer 3*). Der Bestand ist bereits seit 16 Jahren im schälfähigen Entwicklungsstadium (Spalte M). In dem Beobachtungszeitraum wurden am Hektar 136 Bäume geschält (Spalte N). Das sind im Jahr durchschnittlich $136/16 = 8,5$ Bäume/ha (Spalte O). Ist der Bestand in Summe für 45 Jahre schälgefährdet und werden im Jahr konstant 8,5 Bäume des künftigen Endbestandes geschält, so sind nach den 45 Jahren 383 Bäume des Endbestandes von Rotfäule betroffen (Spalte Q). Somit bleiben lediglich $591 - 383 = 208$ Bäume als gesunder Endbestand übrig und dem Bestand kann gerade noch die *Beurteilungsziffer 4* gegeben werden.

6.3. Evaluierung des betrieblichen Schälmonitorings

6.3.1. Evaluierung des Stichprobendesigns

Die sternförmig angelegte *4-Baumstichprobe* kann als Weiterentwicklung der von PRODAN (1968) vorgeschlagenen *k-Baum-Stichprobe* verstanden werden. Die Methode zählt zu den *Stammabstandsverfahren*, bei denen die Probeflächengröße im Vorhinein unbekannt und variabel ist. Durch die konstante Anzahl an Bäumen in der Probefläche werden zu gering und zu stark besetzte Probekreise vermieden. Die einfache und schnelle Anwendbarkeit des Verfahrens führt zur Vermeidung von Fehlern und fördert die Leistung. Die Kosten pro Stichprobenpunkt sind nahezu konstant und von vorneherein abschätzbar. Außerdem ist eine Dokumentation der vier aufgenommenen Bäume über Horizontalwinkel und Distanz sehr leicht möglich. Damit ist nachvollziehbar, welcher Baum in der vergangenen Aufnahmeperiode bereits eine Schälwunde aufwies und welche Bäume bei Nutzungen entnommen wurden. Darüber hinaus können räumliche Strukturinformationen wie die Arten-Durchmischung, Durchmesser-Differenzierung und Individual-Abstand erfasst werden (POMMERENING & SCHMIDT, 1998), anders als bei Verfahren mit fixem Probekreis. Bei diesen müssen in stammzahlreichen Jungbeständen sehr viele Bäume angesprochen werden. Die Kosten einer Dokumentation jedes einzelnen Baumes wären kaum vertretbar.

Als wesentlichen Nachteil der *k-Baumstichprobe* nennt NOTHDURFT (2011) die Tatsache, dass es keine unverzerrten Schätzer für wichtige ertragskundliche Größen wie die Stammzahl, die Grundfläche und den Vorrat pro Hektar gibt. Auch wenn man in einem Bestand sehr viele dieser *4-Baumstichproben* Cluster anlegt, lässt sich die wahre Stammzahl daher nicht berechnen. Beim fixen Probekreis hingegen existieren unverzerrte Schätzer. Diese nutzen die Tatsache, dass die Wahrscheinlichkeit für jeden Baum von einem Probekreis eingeschlossen zu sein bekannt ist. Die Einschlusswahrscheinlichkeit eines Baumes ergibt sich aus der Größe des fixen Probekreises dividiert durch die Bestandsfläche. Bei der *k-Baumstichprobe* sind die Einschlusszonen variabel und die Einschlusswahrscheinlichkeit daher unbekannt. Dementsprechend wird die Stammzahl je Hektar nicht korrekt geschätzt (NOTHDURFT et al, 2011). Das Ausmaß und die Richtung dieses Fehler-Trends sind nicht bekannt (NOTHDURFT et al, 2011). NOTHDURFT (2011) entwickelte einen unverzerrten Dichteschätzer für PRODANS *k-Baum – Stichprobe*. Für die Anwendung dieses Schätzers müssen jedoch die Koordinaten jedes einzelnen Baumes bekannt sein. Angesichts des Umstandes, dass das betriebliche Schälmonitoring Entwicklungstendenzen des Wildeinflusses aufzeigen soll und nicht der Erfassung einer genauen Anzahl an geschälten Individuen dient, erscheint die beschriebene Verzerrung von untergeordneter Bedeutung zu sein. Die genannten praktischen Vorteile der *k-Baumstichprobe* überwiegen.

Zur Beantwortung der Frage, warum genau vier Bäume pro Segment (Satellit) erhoben werden, kann auf eine Untersuchung von TRISL et al (1997) im Harz (Deutschland) verwiesen werden. Dabei wurde erforscht, dass eine Reduktion von sechs Bäumen auf vier Bäume pro Segment, bei einer Zeiteinsparung von ca 40 Prozent Werte annähernd gleicher Genauigkeit und mathematisch-statistischer Sicherheit liefert.

Der clustermäßige Aufbau des Stichprobenpunktes wird in der Literatur als *segmentierte N-Baum-Stichprobe* bezeichnet (TRISL et al, 1997). Die einzelnen Klumpensegmente gruppieren sich in einem Abstand von 20 m jeweils um 60 Altgrade versetzt um den Zentralpunkt. Wenn auf Forststraßen oder andere nicht erhebungsrelevante Flächen einzelne Segmente fallen, erhält man eine *Klumpenstichprobe* mit ungleicher Klumpengröße. Infolge des sternförmigen Stichprobenaufbaues mit einem Durchmesser von 40 m kann auch auf die Schälsituation in der einzelnen Unterabteilung geschlossen werden. Das Aufnahmepersonal vermerkt am Erhebungsformular, ob der Punkt für den Gesamtbestand repräsentativ ist. Bei der letzten Erhebung wurden beinahe alle Stichprobenpunkt als *repräsentativ* vermerkt.

Wie am Beispiel in Tabelle 2 dargestellt berechnet der Betrieb die Stammzahl/Hektar über den direkten Schluss $N/ha = (10.000/Probekreisfläche [m^2]) \cdot 4$. Tatsächlich aber lautet der von PRODAN verwendete Dichteschätzer für die Stammzahl je Hektar: $k = 0,5$. Daher darf der k -te Baum nur zur Hälfte gezählt werden (NOTHDURFT, 2011) und müsste bei der betrieblichen 4-Baumstichprobe die Stammzahl pro Hektar durch den Zusammenhang $N/ha = (10.000/Probekreisfläche [m^2]) \cdot 3,5$ berechnet werden. Weist der vierte vom Segmentzentralpunkt weitest entfernte Baum eine Schälwunde auf, so darf dieser vierte konsequenterweise ebenfalls nur zur Hälfte in die weiteren Berechnungen eingehen.

Diese Regel kann damit begründet werden, dass beim vierten Baum nur bis zur Stammachse gemessen wird. Der vierte Baum ist also nur noch zur Hälfte in der Stichprobenfläche enthalten. Abbildung 13 veranschaulicht diesen Zusammenhang an einer Sechs-Baumstichprobe. Gemessen wird der Radius zum sechsten Baum vom Stichprobenpunkt bis zur Stammachse. Wie aus der Graphik hervorgeht, ist der sechste Baum nur noch zur Hälfte in der Stichprobenfläche enthalten.

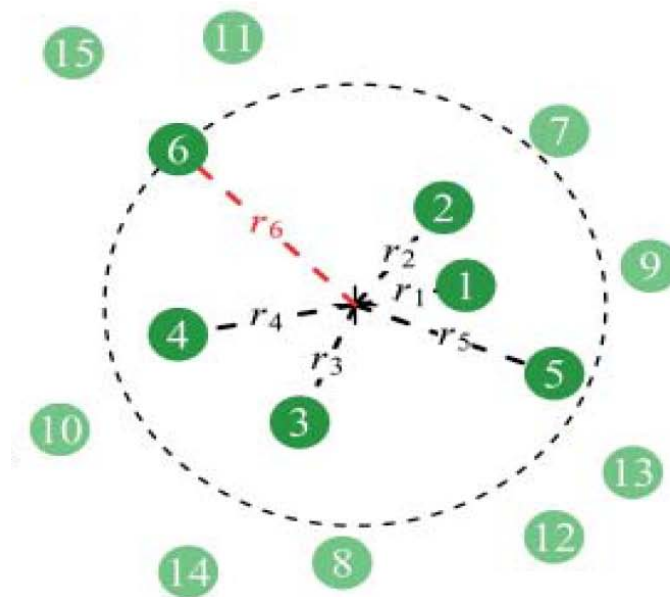


Abbildung 13: Illustration für PRODANs Dichteschätzer ($k=0,5$)/Stichprobenfläche (NOTHDURFT, 2011, 11).

In der Tabelle 11 wird derselbe Clusterpunkt wie in Tabelle 3 mit 3,5 Bäumen pro Segmentpunkt berechnet. Notwendigerweise verringert sich die rechnerische Stammzahl pro Hektar um 12,5%. Der Baum X-4 weist als vierter Baum einen alten Schälsschaden auf. Der Baum darf nur zur Hälfte in die Berechnungen eingehen. Die rechnerische Anzahl an Stämmen mit alten Schälwunden nimmt ab.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W										
Baum	Baumart	Distanz	BHD	Ø BHD	Altschälung	Neuschälung	Nettoneuschälung	Satelliten	Fläche	Stamm/ha	Altschälung/ha	Bruttoneu- schälung je ha	Nettoneu- schälung je ha	Stammzahl/ha	Altschälung/ha	Bruttoneu- schälung je ha	Nettoneu- schälung/ha	Altschälung in %	Bruttoneu- schäle in %	Nettoneu- schälung in %	Mitteldurchmesser [cm]	Trenndurchmesser [cm]										
X-1	Fi	3,0	0b	7	0	0	0	x	47,8	732,5	313,9	0,0	0,0	1888,8	410,5	239,6	113,7	21,7%	12,7%	6,0%	10,7	12,2										
X-2	Fi	3,7	0b	7	0	0	0																									
X-3	Fi	3,4	1a	12	1	0	0																									
X-4	Fi	3,9	1a	12	0,5	0	0																									
A-1	Fi	1,5	1a	12	0	0	0	A	26,4	1324,7	0,0	0,0	0,0										0,0									
A-2	Fi	1,6	0b	7	0	0	0																									
A-3	Fi	2,6	1b	17	0	0	0																									
A-4	Fi	2,9	1a	12	0	0	0																									
B-1	Fi	1,5	1a	12	0	0	0	B	11,3	3086,1	1763,5	881,7	0,0										0,0									
B-2	Fi	1,7	1a	12	1	0	0																									
B-3	Fi	1,8	0b	7	1	1	0																									
B-4	Fi	1,9	0b	7	0	0	0																									
C-1	Fi	1,3	0b	7	0	0	0	C	12,6	2785,2	0,0	0,0	0,0										0,0									
C-2	Fi	2,0	0b	7	0	0	0																									
C-3	Fi	1,6	0b	7	0	0	0																									
C-4	Fi	1,7	0b	7	0	0	0																									
D-1	Fi	1,3	0b	7	1	0	0	D	12,6	2785,2	795,8	795,8	795,8										795,8									
D-2	Fi	1	0b	7	0	0	0																									
D-3	Fi	1,2	1a	12	0	1	1																									
D-4	Fi	2,0	1a	12	0	0	0																									
E-1	Fi	1,4	0b	7	0	0	0	E	40,7	859,6	0,0	0,0	0,0										0,0									
E-2	Fi	1,5	1b	17	0	0	0																									
E-3	Fi	1,0	0b	7	0	0	0																									
E-4	Fi	3,6	1b	17	0	0	0																									
F-1	Fi	1,5	1a	12	0	0	0	F	21,2	1648,1	0,0	0,0	0,0										0,0									
F-2	Fi	1,5	1b	17	0	0	0																									
F-3	Fi	1,8	0b	7	0	0	0																									
F-4	Fi	2,6	0b	7	0	0	0																									

Tabelle 11: Berechnung des Beispiels von Tabelle 3 über den Dichteschätzer $N/ha = (10.000/\text{Stichprobenfläche}) \cdot (K-0,5)$

6.3.2. Evaluierung der monetären Bewertung

Die für den Forstbetrieb berechneten monetären Beträge dienen intern unter anderem als Grundlage jagdpolitischer Diskussionen und werden nicht tatsächlich zahlungswirksam. Wird die Jagd verpachtet und eine Abgeltung des auf die Holzproduktion wirkenden negativen Wildeinflusses nicht pauschal vereinbart, so dienen die Hilfstafeln von BINDER (1991) als rechtliche Grundlage der Bewertung. Die prinzipielle Möglichkeit der Geltendmachung der errechneten Beträge beim Jagdpächter immunisiert die Bewertungsmethode intern vor der Kritik etwaiger Überschätzung der Bestandeswertverluste.

Die Hilfstafeln von BINDER (1991) wurden für die Fichte konzipiert und sind ausschließlich für diese Baumart korrekt anwendbar. Die Bewertung geschälter Mischbaumarten (zB Tanne, Lärche oder Buche) wird auch in den Jagdverordnungen der Länder nicht geregelt.

Die Bezirksbauernkammer Liezen verwendet bei allen Baumarten die Bewertungstabellen von BINDER (1991) und multipliziert die errechneten Wertverluste bei Mischbaumarten mit denselben Faktoren, welche bei der Bewertung von Wildverbiss zur Anwendung kommen (RINESCH, 2016). Dabei sind in der Verbisstafel von POLLANSCHÜTZ & NEUMANN (2002) die Multiplikationsfaktoren 1,5 (Laubholz, Lärche, Kiefer) und 2 (Tanne, Zirbe) vorgesehen. RINESCH (2016) argumentiert die Verwendung dieser Faktoren bei Schälwunden mit der großen Bedeutung von Mischbaumarten für die Bestandesstabilität und für die Betriebssicherheit. Die Anwendung der Hilfstafeln von BINDER (1991) auf andere Baumarten als der Fichte bezeichnet auch RINESCH (2016) als Krücke. Auch PELZMANN (2016) bestätigt, dass dies die offizielle Vorgehensweise bei der Erstellung von Gutachten durch die Landwirtschaftskammer ist. In der österreichischen Rechtslehre gibt es nach SCHLAGER (2015) aktuell zwei Gedankenmodelle zur Bewertung des Wildeinflusses: Die objektiv-abstrakte Bewertung und die subjektiv-konkrete Bewertung. Die objektiv-abstrakte Bewertung sieht eine einzelne Bewertung der beschädigten Pflanzen (Sachwert) vor. Es gibt keinen Bezug zum Betriebsziel. Die subjektiv-konkrete Schadensbewertung orientiert sich am konkreten Minderwert, also den wildbedingten Mindererträgen.

Der Bezug zum Betriebsziel ist zwingend. Die Veränderungen im Waldverkehrswert werden über das Ertragswertverfahren abgebildet. Da die Landwirtschaftskammer geschältes Laubholz unabhängig von der betrieblichen Zielsetzung bewertet (objektiv-abstrakt), liegen die sich hieraus errechnenden Entschädigungswerte deutlich über den tatsächlichen Ertragseinbußen. Tatsächlich muss die Entscheidung, ob und wie Laubholz bzw Mischbaumarten zu bewerten sind, von der waldbaulichen Zielsetzung abhängen. Ist das Ziel ein Fichtenreinbestand und wird eine Buche geschält, wirkt dies nicht mindernd auf den zukünftigen Ertrag. Die Buche würde im nächsten Pflegeeingriff entfernt werden. Ist die Buche eine Zielbaumart, so stellt sich die Frage der korrekten Bewertung. Die Verwendung der Hilfstafeln von BINDER (1991) ist aufgrund des Unterschiedes in der Sortimentsverteilung zwischen Laub- und Nadelholz sowie dem unterschiedlichen Fäulewachstum nicht zu empfehlen. Es wäre zielführender, Laubholzarten pauschale Wertverluste zu unterstellen als mit Hilfstafeln zu arbeiten, welche auf für die entsprechende Baumart unzutreffenden Prämissen aufbauen. Ist zu erwarten, dass der betreffende Baum abstirbt, so könnten die Herstellungskosten auf das Alter zum Zeitpunkt der Schälung prolongiert werden. Dabei wären die gesamten Herstellungskosten des Baumes inklusive Kulturpflege und Verbissschutz anzusetzen. Stehen beispielsweise zum Zeitpunkt der Schälung 500 Ahorne am Hektar, mussten aber – um ausreichend viele qualitativ hochwertige Z-Bäume zu erziehen – 2000 Ahorne gesetzt werden, so sind für einen geschälten Ahorn die Herstellungskosten von vier Bäumen anzusetzen. Ein weiterer Aspekt der Bewertungsmethode, den es zu diskutieren gilt, ist die Zuordnung der Bäume zu ausscheidendem Bestand oder zu Endbestand über einen rechnerisch ermittelten Trenndurchmesser. Hierbei wird dem eigentlichen Bewertungsmodell (Tabellenwerte) ein Modell für die Zuordnung zu Vor- oder Endnutzung vorgeschaltet. Im Falle des betrieblichen Monitorings wird der BHD nicht gemessen, sondern in 5 cm-Klassen geschätzt. Dadurch ist auch die Berechnung des Mitteldurchmessers und die anschließende Festlegung des Trenndurchmessers als grobe Schätzung zu verstehen. Durch diese Unschärfen kann in einigen Beständen auch ohne Berücksichtigung der geschälten Individuen rechnerisch keine ausreichende Stammzahl für einen vollbestockten Endbestand erzielt werden. Die Variation der tatsächlichen Durchmesser innerhalb der 5 cm-Klassenbreite wird nicht berücksichtigt. Eine ausschließliche Definition eines potenziellen Endbestandsbaumes unterstellt einerseits eine nicht mehr zeitgemäße Niederdurchforstung und eine homogene Qualität hinsichtlich von Schaftmerkmalen. Die Fähigkeit unterständiger Individuen, noch umzusetzen, kann in Plenterwäldern beobachtet werden. Außerdem bleibt die räumliche Verteilung der Zukunftsbäume bei einer rein rechnerischen Ermittlung über den Trenndurchmesser vollkommen unberücksichtigt. In Anbetracht dieser Aspekte wäre es sinnvoll, die Zuordnung der Bäume zu ausscheidendem Bestand oder zu Endbestand explizit im Zuge der Geländeerhebungen durchzuführen. Die Zuweisung müsste ungeachtet der Tatsache, ob der betreffende Baum geschält ist oder nicht, über die Merkmale Stabilität, Vitalität und Qualität getroffen werden. Von vornherein festgelegte Kriterien für die Ausweisung zum Endbestand vereinheitlichen die Ansprache des Erhebungspersonales. Diese Ansprache vor Ort würde, bei relativ geringem Zeitaufwand, die Qualität des Datenmaterials wesentlich verbessern. Ein gewisser subjektiver Einfluss der erhebenden Personen kann dennoch nicht ausgeschlossen werden.

Vier Steuergrößen beeinflussen die Höhe des ermittelten monetären Wertverlustes im Zuge des betrieblichen Schälmonitorings:

1. Trenndurchmesser,
2. Höhe der erntekostenfreien Erlöse,
3. Schädigungsgrad,
4. Anzahl der zu bewertenden Bäume.

Die gutachtliche Festlegung der Größe dieser Parameter führt einerseits zu einer flexiblen Anwendung des Verfahrens je nach betrieblichen Gegebenheiten, andererseits birgt sie die Gefahr der einseitigen Verzerrung aufgrund subjektiver Einstellungen der bewertenden Person und führt zu Schwierigkeiten bei der Analyse der Ergebnisse.

Das Problem bei der rechnerischen Festlegung des Trenndurchmessers wurde bereits erörtert. Die Höhe der erntekostenfreien Erlöse je Sortiment richtet sich nach der potenziellen Holzerntetechnologie und der Lage am Holzmarkt. Im Betrieb werden diese erntekostenfreien Erlöse zum Zweck der Bemessung des Wertverlustes ab der Implementierung des Monitoring konstant gehalten. Damit können die entstanden Wertverluste in den verschiedenen Perioden verglichen werden. Außerdem kann anhand des gewählten Verfahrens ohnehin nur eine Größenordnung der für die Zukunft verlorenen Holzerträge quantifiziert werden, der wahre Verlust bleibt unbestimmbar. Die Annahme des mittleren Schädigungsgrades nach BINDER (1991) für alle geschälten Bäume erscheint sinnvoll. Überlegenswert scheint es jedoch, bei Winterschälung einen niedrigeren und bei Sommerschälung einen höheren Schädigungsgrad anzusetzen, da sich während der Saftzeit die Rinde leichter vom Holz löst und somit größere Wunden entstehen. Bezüglich der Anzahl der zu bewertenden Bäume wurde bereits eine Deckelung mit maximal 2500 Bäumen pro Hektar vorgeschlagen. Diese Begründungszahl erwies sich als günstiger Kompromiss zwischen Qualität in Bezug auf den Astbasisdurchmesser und der Stabilität hinsichtlich des *Höhe/Durchmesser-Wertes*. HERBSTTRITT & KOHNLE (2005) postulieren, dass die Ausgangsbaumzahlen in Fichtenbeständen auf 1.200 – 1.500 Pflanzen je Hektar begrenzt werden sollen, um defizitäre Schwachholzsortimente zu vermeiden und das Risiko von Schnee- und Windbruch zu reduzieren. Bei hohen Wildständen erscheint diese geringe Ausgangsstammzahl allerdings nicht empfehlenswert. Schälereignisse können durch selektive Pflegemaßnahmen eventuell nicht mehr ausgeglichen werden. BINDER (2016) meint, dass die Festlegung der Stammzahl, mit der ein Bestand erwachsen und somit zu bewerten ist, letztendlich die Entscheidung des Eigentümers ist. Daher sei auch bei seinen Tafeln eine hohe maximal zu bewertende Stammzahl von 4400 Stämmen pro Hektar vorgesehen. Diese Überlegung impliziert jedoch wieder die Abgeltung von Herstellungskosten (Sachwertverfahren). Tatsächlich geht es aber um den Ausgleich wildeinflussbedingter Mindererträge. Die maximal zu bewertende Stammzahl muss daher je nach Baumart und Standortsbedingungen ertragskundlichen Kriterien entsprechen.

Die Anwendung der Hilfstafeln von BINDER (1991) beschränkt sich lediglich auf Schälwunden an Einzelbäumen mit einem Wuchsalter von mehr als fünfzehn Jahren. Sind ganze Bestände durch die Schälaktivität beeinflusst, verwendet die Landwirtschaftskammer Steiermark bei der Erstellung von Gutachten das Sachwertverfahren (PELZMANN, 2016). Dabei wird der Bestand einmal als fiktiv gesund und einmal als geschält bewertet. Aus der Differenz der beiden Beträge ergibt sich der Wertverlust (PELZMANN, 2016). Auch bei diesem Verfahren müssen Unterstellungen zur Sortimentsverschiebung (Braunblochanteile, Faserholzanteile) getroffen werden. Im Falle des betrieblichen Monitorings werden die Hilfstafeln von BINDER (1991) eingesetzt, obwohl es sich um eine Betrachtung auf Ebene der Betriebsklassen handelt. Durch eine ideelle Trennung in geschälte und ungeschälte Flächen könnte eine Bewertung auch durch die gewonnenen Erkenntnisse einer Materialbuchanalyse erfolgen. Dabei müsste die hier vorgestellte Methodik der Auswertung in einigen Jahren, wenn genügend Datenmaterial vorhanden ist, nochmals wiederholt werden.

In der von BINDER (1991) entwickelten Methode wird eine Verschiebung von den Sortimenten Blochholz und Schleifholz zu den Qualitäten Braunbloch, Sekunda und Schlagrücklass unterstellt. Die Tatsache, dass sich Übernahmebestimmungen und Handelsgebräuche ständig ändern, findet in diesem Modell keine Berücksichtigung. Beispielsweise konnte in der Zeit, in der diese Hilfstafeln erstellt wurden, geschältes Holz nicht mehr als Schleifholz verkauft werden. Aktuell kann Holz, das von der

eigentlichen Beschaffenheit dem Sortiment *Schleifholz* entspricht, jedoch rotfaul ist, als sogenanntes *Mischsortiment* an die Fa *Norske Skog Bruck/Mur* geliefert werden. Dieser Umstand kann im Bewertungsverfahren berücksichtigt werden, indem für Schleifholz und Sekundaholz derselbe Preis eingesetzt wird. Sondersortimente wie zB *Palettenholz* können in diesem Modell nicht einkalkuliert werden. Dabei handelt es sich um Zwecksortierungen, die einen höheren Grad an Rotfäule als in den ÖHU vorgesehen zulassen. Gehandelt wird das Sortiment *Palettenholz* nach Auskunft des Betriebes auf einem Preisniveau, welches zwischen jenem von Braunblochen und dem vom Faserholz liegt. Mit der Einführung dieser Sortimente sinkt die Wertdifferenz zwischen einem rotfaulen und einem gesunden Baum. Unter dem Sortiment *Schlagrücklass* versteht BINDER (1991) Holz, welches aufgrund des fortgeschrittenen Fäuleprozesses nicht mehr vermarktet werden kann und im Wald verbleibt. Werden jedoch die Bäume im Baumverfahren zur Forststraße gerückt und mit einem Prozessor aufgearbeitet, so können diese ‚Brunnröhren‘ noch als Energieholz genutzt werden. Ob sich hierbei ein positiver Deckungsbeitrag ergibt, ist vor allem vom Entlohnungssystem, von der Gestaltung der Werkverträge und dem gewählten Arbeitsverfahren abhängig. Erfolgt die Holzernte mit eigenem Personal in Regie und es wird am Hiebsort ausgeformt, so fallen spezifische Rückekosten an, welche keinen positiven erntekostenfreien Erlös erwarten lassen. Wenn hingegen an der Forststraße ausgeformt wird oder die Arbeit an einen Unternehmer über einen Werkvertrag vergeben wird, lässt sich ein positiver Deckungsbeitrag erwirtschaften, da sich im Regelfall das Entgelt der Unternehmer nur auf die im Materialbuch dokumentierten Festmeter bezieht, sodass keine sortimentspezifischen Zusatzkosten entstehen. Der Verkauf dieser *Brunnröhren* frei Waldstraße generiert somit analog zu Prozessorhaufen aus Astmaterial zusätzliche Erträge, denen keine zusätzlichen Erntekosten (Grenzkosten) gegenüberstehen. Diese Beispiele verdeutlichen, wie schwierig es ist, einen realitätsnahen Deckungsbeitrag für das Sortiment *Schlagrücklass* zu finden. Zudem ist die Sortimentsbezeichnung *Schlagrücklass* im Falle einer energetischen Nutzung des Holzes irreführend.

Die Unterscheidung zwischen Sommer- und Winterschälung liefert Hinweise auf die mögliche Schälursache. Winterschäle kann auf sogenannte Außensteher hindeuten, also auf Rotwild, das nicht in das Wintergatter einspringt. Diese haben keinen Zugang zu Futtermittel und müssen sich von Baumrinde ernähren. Kommt es zu vermehrtem Auftreten von Sommerschäle, so könnte dies ein Indiz für mangelndes alternatives Nahrungsangebot sein. Wo in diesem Fall die Schwelle der wirtschaftlichen Tragfähigkeit liegt, muss vom Eigentümer definiert werden. Für die wildökologische Raumplanung ist auch von Interesse, von welcher Wildart die Schälwunde verursacht wurde. Je nach Wildart, die im betreffenden Revierteil problematisch ist, können unterschiedliche Maßnahmen ergriffen werden. Stammwunden verursacht von Muffelwild liegen im Gegensatz zu jenen des Rotwildes der Körpergröße entsprechend etwas niedriger. Außerdem wird von diesem Wildschaf bevorzugt die Wurzel geschält. Eine präzise Diagnose der verursachenden Wildart ist jedoch laut Auskunft des Betriebes nicht möglich.

Für die eindeutige Identifikation der aufgenommenen Bäume werden Azimut und Horizontalabstand vom Stichprobenpunkt zu jedem der vier Bäume aufgenommen. Diese Form der Dokumentation erscheint sinnvoll, da die Kennzeichnung der Bäume mit einem Markierspray einen Repellent-Effekt zur Folge haben könnte. Anhand dieser Lagedaten könnte ein Bewertungsverfahren ähnlich dem von SCHALLER (2002) entwickelt werden, welches räumliche Strukturen berücksichtigt. Möglicherweise hinderlich für die Entwicklung eines solchen Verfahrens ist, dass lediglich vier Bäume pro Segmentpunkt aufgenommen werden. Damit kann nicht von jedem Baum am Segmentpunkt dessen Ersetzbarkeit beurteilt werden.

6.4. Resümee zum betrieblichen Schälmonitoring

Die jährliche Schälaktivität des Rotwildes sowie die daraus resultierenden, jagdbedingten, forstlichen Mindererträge werden durch ein betriebliches Schälmonitoring quantifiziert. Dabei kommt eine *Vier-Baum-Stichprobe* zur Anwendung. Die monetäre Bewertung der erhobenen Daten erfolgt mit den Hilfstafeln von BINDER (1991) wobei Adaptionen notwendig sind. Die erhobenen Daten können des Weiteren dazu dienen, um Prognosen über die Fäulesituation im Endbestand abzuleiten.

Kritisch evaluiert und diskutiert wurde das betriebliche Monitoring hinsichtlich...

- ...des Fehlens von unverzerrten Schätzern für die wichtigsten ertragskundlichen Größen,
- ...der Tatsache, dass die *4-Baumstichprobe* eigentlich eine *3,5-Baumstichprobe* ist,
- ...der Unzulänglichkeiten bei der Bewertung von Mischbaumarten,
- ...der Probleme bei der rechnerischen Ermittlung des Trenndurchmessers,
- ...der maximal zu bewertenden Stammzahl,
- ...der Aktualität der Hilfstafeln von BINDER (1991) und der darin verwendeten Sortimente.

Die aus dem Schälmonitoring abgeleiteten Informationen können für die Betriebsleitung von wesentlicher Bedeutung sein. Erstens dienen sie der Beurteilung des jagdlichen Managements in Bezug auf die Prophylaxe von Schälwunden. Zweitens gewährleisten sie die Versachlichung innerbetrieblicher, jagdpolitischer Diskussionen. Drittens können mit dem Jagdpächter die Ergebnisse der monetären Bewertung als Verrechnungsbasis negativen Wildeinflusses vereinbart werden. Viertens sind die Daten hilfreich für die Legitimation der Inanspruchnahme der im Kapitel 8. *Steuerliche Aspekte der Rotfäule* beschriebenen, fiskalischen Instrumente.

7. Ergebnisse der Materialbuchauswertung

Die Ergebnisse der Auswertungen und Analysen des Materialbuches werden in *Ergebnisse der Sortimentverteilung* und den daraus abgeleiteten *Konsequenzen auf den monetären Holzertrag* gegliedert. In Anbetracht der Volatilität der Holzpreise sind jedoch die jeweiligen Sortimentverteilungen das zentrale Ergebnis der ersten Fragestellung dieser Masterarbeit. In Punkt 7.3. wird eine *Evaluierung des betrieblichen Informationssystems* vorgenommen. Dabei wird die Eignung der verwendeten Methode zur Bestimmung von Wertverlusten beurteilt, es werden Verbesserungspotenziale erhoben und Schwachstellen aufgezeigt.

7.1. Konsequenzen auf den naturalen Holzertrag

In den nachfolgenden Tabellen und Diagrammen sind die Ergebnisse getrennt nach Vor- und Endnutzung dargestellt. Zu einer umfangreichen Auswertung im Hinblick auf eine Differenzierung in Bonitätsstufen und Altersklassen reichte das vorhandene Datenmaterial nicht aus. Präzise Gedinge, die jeweils nur einer BKL, Bonitätsstufe, Altersklasse und Nutzungsart zugeordnet werden können, sind rar. All jene *Nutzungsprojekte*, die zu 100 % einer der genannten Merkmalsausprägungen zuordenbar sind, werden in der Folge als *reine Gedinge* bezeichnet, ansonsten wird der Ausdruck *Mischgedinge* verwendet. Besonders gering war der Anteil der *reinen Gedinge* in der Vornutzung.

Die Bedeutung des Bestandesalters für die Sortimentverteilung ist in der Vornutzung besonders groß. Eine grobe Einteilung in Altersklassen mit einer Klassenbreite von 20 Jahren ist für einen Vergleich zweier Betriebsklassen hinsichtlich der Sortimentverteilung unzureichend. Aufgrund der geringen Dimensionen wird beispielsweise ein 41-jähriger Bestand der BKL A eine deutlich geringwertigere Sortimentverteilung aufweisen als ein 60-jähriger Bestand der BKL B, obwohl sich beide in der dritten Altersklasse befinden. Bereits ein Wuchsvorsprung von wenigen Jahren kann dazu führen, dass ein großer Anteil der geernteten Sortimente den für *Schwachbloche* geforderten Zopfdurchmesser von 12 cm erreicht.

Die unterschiedlichen Qualitätsklassen und Qualitätsbezeichnungen werden in fünf Gruppen (*Blochholz hoher Qualität*, *Blochholz minderer Qualität*, *Braunbloche*, *Schwachbloche* und *Industrieholz*) zusammengefasst. In der Gruppe *Blochholz hoher Qualität* werden die Güteklassen A, B und C des Sägerundholzes zusammengefasst. Die Akkumulation dieser drei Klassen ist notwendig, da einerseits die meisten Sägewerke dieses Blochholz pauschal als AB oder ABC übernehmen und eine nachträgliche Trennung nicht mehr möglich ist. Andererseits würde eine weitere Differenzierung der eigentlichen Zielsetzung dieser Masterarbeit nicht dienen, da es keinen Zusammenhang zwischen der Stammfäule und der Zuordnung eines Bloches zur Güteklasse A, B oder C gibt.

Zur Gruppe *Blochholz minderer Qualität* wurden die Qualitätsklassen C-Kreuz sowie die beiden nicht ÖHU konformen Sortimente *Palettenholz* und *Käferholz* zusammengefasst. *Braunbloche* werden zwar zum selben Preis wie Holz der Güteklasse C-Kreuz gehandelt (FRIEDL, 2015), bilden jedoch aufgrund ihrer großen Aussagekraft in Bezug auf den Wertverlust durch Rotfäule in dieser Arbeit eine eigene Auswertungseinheit. Um etwaige Verschiebungen in der Stärkenklassenverteilung zwischen den Betriebsklassen zu erkennen, wurde das *Zerspannerholz*, das ist Holz mit einem Zopfdurchmesser von 12 bis 14 cm (Qualitätsklassen 1a1 und 1a2), unter der Rubrik *Schwachbloche* eigens ausgewertet. Am heterogensten hinsichtlich des Preisniveaus ist die Gruppe *Industrieholz*. Diese stellt eine Aggregation all jener Sortimente dar, die für den Sägeverschnitt nicht mehr geeignet sind. Die Sortimente Schleifholz, Faserholz, Industriedünnholz, Sekunda, Manipulationsholz, Splitterholz und Brennholz werden also zu einer Einheit zusammengefasst.

7.1.1. Vornutzung

Für eine Aussage im Hinblick auf Auswirkungen der Rotfäule in Abhängigkeit der Bonitätsstufe und des Bestandesalters ist zu diesem Zeitpunkt noch zu wenig betriebliches Datenmaterial verfügbar. Der Mangel an eindeutig zuordenbarem Datenmaterial rührt daher, dass die im Zuge einer Vornutzung pro Waldort anfallenden Nutzungsmengen gering sind. Damit der administrative Aufwand hinsichtlich des Anlegens und Abrechnens der Gedinge so gering wie möglich gehalten werden kann, wird eine Vielzahl an Nutzungen aus verschiedenen Waldorten – und daher aus unterschiedlichen Betriebsklassen, Altersklassen und Bonitätsstufen – in einem Gedinge aggregiert.

Als erstes werden die wenigen Gedinge, die eindeutig einer Altersklasse zuordenbar waren, separat ausgewertet. Hierbei kann nur in der dritten und vierten Altersklasse, jeweils der mittleren Bonitätsstufe, eine Auswertung erfolgen. Diese Gedinge beziehen sich in beiden Betriebsklassen auf jeweils zwischen ein und fünf verschiedene Unterabteilungen mit zwar derselben Altersklasse jedoch mit unterschiedlichem Bestandesalter.

Es wurde ein festmetergewichtetes Durchschnittsalter errechnet. Das Ergebnis beruht jedoch zum Teil auf Schätzungen der Mengenanteile aus den Unterabteilungen durch die Revierleiter.

In der AKL III waren für die BKL B lediglich zwei Gedinge, die in Summe rund 465 efm umfassen, für die Auswertung verfügbar (siehe Tabelle 12). Aufgrund des geringen Stichprobenumfanges kann aus der daraus gewonnenen Sortimentsstatistik nur eine Aussage für die entsprechenden Nutzungen getroffen werden. Es wäre unkorrekt, von einigen wenigen Beständen auf eine gesamte Betriebsklasse zu schließen.

BKL	A	A	A	B	B	A gesamt		B gesamt	
Erntefestmeter	376,2	110,8	216,6	135,7	329,2	703,6		464,9	
Alter [Jahren]	58	46	43	41	55	$\bar{x}$ [A]	52	$\bar{x}$ [B]	51
Media [cm]	19,2	18,9	18,8	19,7	16,4		19		17,4
Blochholz A, B, C, AB [%]	30,0	65,0	27,3	17,2	37,9		34,7		31,9
Blochholz Cx, Kä, Palette [%]	0,3	2,3	3,8	0,0	1,0		1,7		0,7
Braunbloche [%]	1,5	1,3	4,4	1,9	0,7		2,4		1,1
Schwachbloche (1a1, 1a2) [%]	0,1	0,2	0,4	0,1	0,8		0,2		0,6
Industrieholz [%]	68,1	31,2	64,1	80,8	59,5		61,1		65,7

Tabelle 12: Ergebnis der Materialbuchanalyse reiner Gedinge für die AKL III in der Vornutzung

Tabelle 12 zeigt unter anderem die Schwächen des gewählten Bewertungsverfahrens auf. Betrachtet man die Mittelwerte der beiden Betriebsklassen bei nahezu gleichem durchschnittlichen Nutzungsalter (52 bzw 51 Jahre), so unterscheiden sich diese hinsichtlich des Faserholzanteiles um nur ca 4,5%. Eine mögliche Ursache dieser geringen Abweichung voneinander könnte in der Definition der BKL B liegen. Erst wenn 50% der Individuen Verletzungen des Stammmantels aufweisen, wird der betroffene Bestand der BKL B zugeordnet. Sind im entsprechenden Bestand beispielsweise jedoch 40% betroffen, so bleibt der Bestand in der BKL A. Im Falle einer Durchforstung würde sich die Sortimentsstatistik jedoch nicht von der eines Bestandes der BKL B unterscheiden. Da es nicht sinnvoll ist, bei nur drei (BKL A) bzw zwei (BKL B) Gedingen eine Standardabweichung zu rechnen, wird die Auswertung der einzelnen Gedinge dargestellt. Als Proxy für die Standortgüte wird der Media in der Tabelle 12 dargestellt, welcher als Funktion von Standortgüte und Alter zusätzlich durch Fäule und Wundkallusbildungen im Bereich des Erdbloches beeinflusst wird. Die grundsätzliche Vermutung, dass mit steigendem Media der Industrieholzanteil sinkt, kann anhand dieser Auswertung nicht bestätigt werden. Ein eindeutiger Trend auf Basis der einzelnen Gedinge ist nicht erkennbar. Auffallend ist, dass sowohl in der AKL III (vgl Tabelle 12) und AKL IV (vgl Tabelle 13) wie auch in der Gesamtauswertung der Vornutzung (vgl Tabelle 15) das Blochholz der BKL B einen im Durchschnitt um ca 2 cm geringeren Media aufweist als jenes in der BKL A. Dieser Umstand ist zum einen ein Hinweis auf die Sortenverschiebung infolge des

sogenannten *Gesundschneidens*. Zumindest die ersten beiden Meter sind aufgrund von Wuchsanomalie und Fäule für den Sägeverschnitt nicht brauchbar und werden als Industrieholz vermarktet. Zum anderen sind schwächere Durchmesser in der BKL B ggf auch als Ausdruck waldbaulicher Inaktivität zugunsten jagdstrategischer Überlegungen zu verstehen. Einige Bestände der BKL B sind wichtige Einstände rund um Fütterungsstellen. Eine Durchforstung würde die Eignung als Einstand durch Verminderung des Deckungsschutzes vorübergehend herabsetzen. Um eine Dislozierung des Wildes auf umliegende schälfähige Bestände zu vermeiden, wird der ohnehin bereits lädierte Bestand geopfert. Entgangene Vornutzungserträge (natürliche Mortalität) sowie geringere Bruthöhendurchmesser und eine Verringerung der Bestandsstabilität sind im Kalkül zu berücksichtigen.

In der IV. Altersklasse mittlerer Bonitätsstufe kann nur noch ein Gedinge der BKL B mit 489 fm ausgewertet werden, für die BKL A stehen fünf Gedinge zur Verfügung. In der Tabelle 13 sind die Auswertungen der einzelnen Gedinge der BKL A und deren Mittelwert ($\bar{x}$ [A]) im Vergleich zum Gedinge der BKL B ersichtlich.

BKL	A	A	A	A	A	A gesamt		B
Erntefestmeter	241,3	702,9	581,5	286,1	236,6	2048,3		489,0
Alter [Jahren]	64	64	65	77	80	[A]	67,9	73
Media [cm]	16	19,5	20	23	22,6		20,1	18,1
Blochholz A, B, C, AB [%]	43,5	41,0	46,1	57,5	52,4		46,4	31,0
Blochholz Cx, Kä, Palette [%]	1,0	2,1	2,9	4,6	1,9		2,5	0,8
Braunbloche [%]	1,3	1,8	1,8	6,4	6,1		2,9	0,7
Schwachbloche (1a1, 1a2) [%]	1,8	0,1	0,2	0,1	0,2		0,4	0,4
Industrieholz [%]	52,4	55,0	49,0	31,4	39,5		47,9	67,1

Tabelle 13: Ergebnis der Materialbuchanalyse reiner Gedinge für die AKL IV in der Vornutzung

Der Blochholzanteil der BKL A ist sowohl im gewichteten Durchschnitt als auch bei jedem einzelnen Gedinge höher als jener der BKL B. Innerhalb der BKL A ist die Abnahme des Industrieholzanteiles mit dem Alter erkennbar. Beträgt dieser in ca 65-jährigen Beständen noch zwischen 50% und 55% (vergleiche mit den linken drei Spalten der Tabelle 13), so reduziert sich dieser in ca 80-jährigen Beständen auf 30% bis 40%. Der Industrieholzanteil der BKL B ist um 19% höher als jener der BKL A. Bei einem Vergleich mit der Gesamtauswertung (Tabelle 15) wird ersichtlich, dass die Ergebnisse der Tabelle 13 bereits repräsentativ für die IV. Altersklasse sind.

Um eine generelle Aussage zur Sortimentsverteilung in der Vornutzung treffen zu können, muss ein festmetergewichtetes Durchschnittsalter der beiden Betriebsklassen berechnet werden. Eine Differenzierung in Bonitätsstufen wird mangels ausreichender Datengrundlage unterlassen. Zusätzlich werden Mischgedinge mit einem Mengenanteil von bis zu 13% aus der jeweils anderen Betriebsklasse (nicht jedoch aus den BKL des Schutzwaldes C und D) in die Grundgesamtheit mit einbezogen. In einem ersten Schritt wird das mit den Erntefestmetern gewichtete Durchschnittsalter der einzelnen Gedinge errechnet. Hierbei muss angemerkt werden, dass die Mengenanteile aus den verschiedenen Beständen (und somit Altern) auf Schätzungen der Revierleiter beruhen. Dieses mittlere Bestandesalter innerhalb eines Gedinges fließt festmetergewichtet in ein mittleres Alter der BKL ein. Für die BKL B ergibt sich ein durchschnittliches Alter von 60,1 Jahren, wobei sieben Gedinge, die zusammen 3.378,5 efm repräsentieren, zu diesem Ergebnis führen. Bei der BKL A ergibt sich für 19 verschiedene Gedinge mit einer gesamten Nutzungsmenge von 10.405,4 efm ein durchschnittliches Alter von 51,6 Jahren.

	BKL A		BKL B	
Durchschnittsalter	51,6		60,1	
Erntefestmeter gesamt	10.405,4		3.378,5	
Anzahl der Gedinge	19		7	
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]
Blochholz hoher Qualität	40,6	10,7	29,5	11,1
Blochholz minderer Qualität	1,8	0,9	1,1	0,6
Braunbloche	2,4	1,2	1,9	1,1
Schwachbloche	0,4	0,6	0,3	0,2
Industrieholz	54,8	11,6	67,2	11,3

Tabelle 14: Ergebnis der Materialbuchanalyse in Bezug auf alle auswertbaren Gedinge der Vornutzung

Damit die Sortimentsverteilungen der beiden Betriebsklassen vergleichbar sind, wird das Durchschnittsalter der BKL A durch schrittweisen Ausschluss der jeweils jüngsten Gedinges an die BKL B angepasst (siehe Tabelle 15). Nachdem in der BKL B nur 3.378,5 efm zur Analyse bereit stehen, führen verhältnismäßig hohe Mengen in der BKL A (10.405,4 efm) statistisch gesehen ohnehin zu keiner Verbesserung der Genauigkeit des Mittelwertvergleiches.

	BKL A		BKL B		
Durchschnittsalter	60,8		60,1		
Ø Media	20,9		18,9		
Erntefestmeter	5.338,7		3.378,5		
Anzahl der Gedinge	9,0		7,0		
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	t-Test
Blochholz hoher Qualität	45,3	10,7	29,5	11,1	signifikant
Blochholz minderer Qualität	1,9	1,0	1,1	0,6	nicht signifikant
Braunbloche	2,8	1,5	1,8	1,1	nicht signifikant
Schwachbloche	0,3	0,4	0,3	0,2	nicht signifikant
Industrieholz	49,7	11,6	67,2	11,3	hoch signifikant

Tabelle 15: Ergebnis der Materialbuchanalyse für die Vornutzung bezogen auf ein einheitliches Durchschnittsalter

	BKL A		BKL B		
Erntefestmeter gesamt	5.338,7		3.378,5		
Anzahl der Gedinge	9,0		7,0		
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	t-Test
Blochholz hoher Qualität & Schwachbloche	45,6	10,8	29,8	11,2	signifikant
Bloche minderer Qualität & Braunbloche	4,7	2,0	3,0	1,1	nicht signifikant
Industrieholz	49,7	11,6	67,2	11,3	hoch signifikant

Tabelle 16: Gesamtergebnis Vornutzung zusammengefasst in Klassen gleichen Qualitätsniveaus

In der Tabelle 15 und 16 ist das Hauptergebnis der Materialbuchanalyse in der Vornutzung bei einem festmetergewichteten durchschnittlichen Alter von 60 Jahren dargestellt. Es sind für die BKL A neun Gedinge mit rund 5.340 efm und für die BKL B sieben Gedinge mit einer Gesamtholzmenge von 3.380 efm ausgewertet. An dieser Stelle muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass es sich um *Mischgedinge* handelt, in denen unterschiedliche Waldorte zusammengefasst sind. Für eine dennoch hohe Repräsentativität der Ergebnisse auf Gesamtbetriebsebene spricht die Tatsache, dass die genutzten Holzmengen der BKL A aus 43 und der BKL B aus 27 verschiedenen Unterabteilungen stammen. Unterstellt man beispielsweise, dass im Durchschnitt über die verschiedenen Bestandesalter in der

Durchforstung 100 efm pro Hektar entnommen werden, so spiegelt das Datenmaterial 53 (BKL A) und 34 (BKL B) Hektar durchforstete Waldfläche wider.

Als gesichert (5%ige Irrtumswahrscheinlichkeit) gilt der Unterschied zwischen den Betriebsklassen in Bezug auf den Anteil an *hochwertigem Blochholz*. In der BKL A können im Mittel in der Durchforstung um beinahe 16% mehr an wertvollen Sortimenten geerntet werden als in der Betriebsklasse B. Der hochsignifikante Unterschied zwischen den Betriebsklassen hinsichtlich des Industrieholzanteiles (ca 17% Differenz) zeigt die Verschiebung der Qualitäten vom *hochwertigen Blochholz* zum *Industrieholz* in der BKL B. Zu beachten ist jedoch, dass, wie bereits oben erwähnt, Holzmengen bis zu 13% von der jeweils anderen Betriebsklasse pro Gedinge in der Auswertung vorhanden sind. Konkret sind in der Auswerteeinheit BKL A 249 efm enthalten, die aus Beständen der BKL B stammen. Dies entspricht 4,7% der ausgewerteten Festmeter in der BKL A. In der BKL B werden 220 efm, die eigentlich der BKL A angehören, in die Berechnungen mit einbezogen. Dies entspricht 6,5% der betrachteten Gesamtmenge. Der Unterschied hinsichtlich des Mengenanteiles an *hochwertigem Blochholz* und *Industrieholz* zwischen den beiden Betriebsklassen wird demnach tendenziell unterschätzt.

Diese Sortimentsverschiebung ergibt sich bereits durch eine Wundkallusbildung am Erdbloch, hervorgerufen durch Steinschlag, Holzrückung oder Schälung. Rundholz mit Wuchsanomalien wird als Industrieholz vermarktet, unabhängig davon ob das Holz auch tatsächlich von Fäulepilzen befallen wurde oder nicht. In der Analyse von Sortimentsverteilungen ist die Standardabweichung neben dem Mittelwert die wichtigste statistische Größe. Die Standardabweichung beschreibt in diesem Fall, wie die Sortimentsanteile der einzelnen Gedinge um den (arithmetischen) Mittelwert aller ausgewerteten Gedinge einer Betriebsklasse streuen. Die Auswertungsergebnisse der einzelnen Gedinge gehen dabei festmetergewichtet in die Berechnung der Standardabweichung ein.

Die verglichen zur Auswertung der Endnutzung (vgl 7.1.2.) deutlich höheren Standardabweichungen in der Vornutzung lassen sich mit der bereits oben (vgl 7.1.) beschriebenen großen Abhängigkeit der Sortimentsverteilung vom Bestandesalter erklären. Die Standardabweichung liegt bei beiden Betriebsklassen, sowohl in der Gruppe des *Blochholzes hoher Qualität* als auch in der des *Industrieholzes*, bei ca 11%. An dieser Stelle muss nochmals auf die Definition der BKL B verwiesen werden. Somit können auch die Bestände der BKL A von Pilzen befallene Individuen enthalten, die im Zuge eines selektiven Durchforstungseingriffes zu entnehmen sind. Unter ceteris paribus Bedingungen (hinsichtlich Bestandesalter und Bonität) wird sich kein Unterschied in der Sortimentsverteilung zwischen einem zB zu 40% (BKL A) und einem zB 80% (BKL B) geschälten Bestand in der Durchforstung ergeben. In beiden Fällen wird eine Negativauslese zu Gunsten ungeschälter Individuen erfolgen. Der etwas höhere Braunblochanteil in der BKL A (welcher jedoch als nicht gesichert gilt) könnte mit dieser sogenannten Gesunddurchforstung des Bestandes in Zusammenhang stehen.

Hinsichtlich des Anteiles an *Blochholz minderer Qualität* und *Schwachblochen* kann kein Unterschied zwischen den Betriebsklassen nachgewiesen werden. Bemerkenswert ist, dass sich bei dieser Gesamtauswertung ein exakt gleich hoher Industrieholzanteil wie bei der Auswertung der AKL IV (Tabelle 12) ergibt (67,2%).

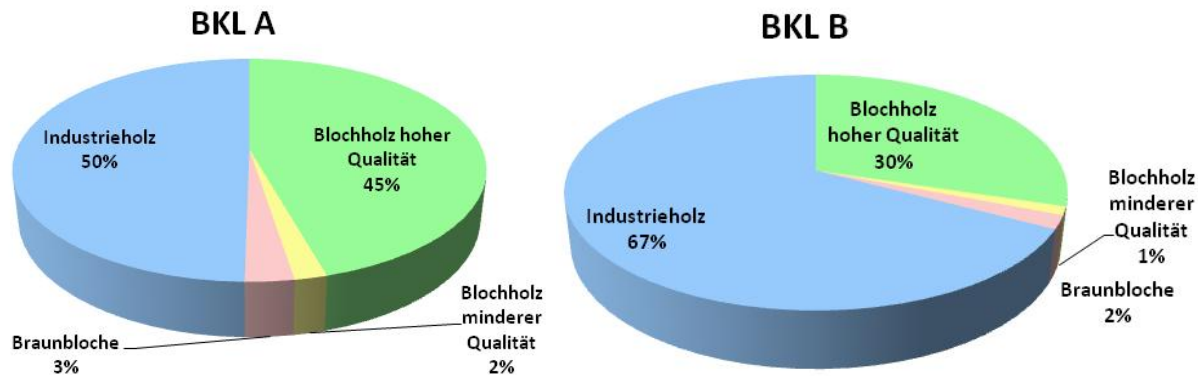


Abbildung 14: Gesamtauswertung der Materialbuchanalyse in der Vornutzung getrennt nach BKL A und BKL B für ein Durchschnittsalter von ca 60 Jahren. Die Schwachbloche sind in dieser Darstellung in der Rubrik *Blochholz hoher Qualität* enthalten.

7.1.2. Endnutzung

Auf Basis des vorhandenen Datenmaterials können grundsätzliche Unterschiede in der Sortimentsverteilung von Endnutzungen zwischen der BKL A und der BKL B quantifiziert werden. Infolge der größeren Nutzungsmengen pro Waldort ist eine größere Anzahl an reinen Gedingen hinsichtlich BKL, AKL und Nutzungsart vorhanden. Um Interaktionen zwischen der Bonität und der Sortimentsverteilung festzustellen, reichte das in den letzten drei Jahren gesammelte Datenmaterial jedoch nicht aus.

Nachfolgend werden die Auswertungsergebnisse der Endnutzung sowohl nach den Merkmalen Nutzungsart, Altersklasse und Bonitätsstufe getrennt als auch aggregiert dargestellt.

AKL V, mittlere Bonitätsstufe, Kahlhieb

	BKL A		BKL B	
Erntefestmeter gesamt	1.479,31		355,11	
Anzahl der Gedinge	5		1	
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]
Blochholz hoher Qualität	71,2	4,7	61,1	—
Blochholz minderer Qualität	2,2	0,5	1,0	—
Braunbloche	10,7	3,6	7,8	—
Schwachbloche	0,0	0,0	0,0	—
Industrieholz	15,9	2,7	30,0	—

Tabelle 17: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Kahlhieb in der AKL V für die Bonitätsstufe „mittel“

In der V. Altersklasse konnte im Kahlhieb nur ein Gedinge, welches ausschließlich der BKL B zugeordnet werden konnte, mit den Gedingen der BKL A verglichen werden. Die Differenz im Industrieholzanteil (ca 14%) ist größer als bei allen anderen Auswertungsergebnissen dieser Untersuchung. Erwähnenswert ist auch der hohe Braunblochanteil der BKL A (ca 11%), der entgegen jeder Erwartung höher ist als jener der BKL B (vgl Tabelle 17).

AKL VI, alle Bonitätsstufen, Kahlhieb

	BKL A		BKL B		
Erntefestmeter gesamt	7.283,8		3.564,3		
Anzahl der Gedinge	14		9		
Qualitätsanteile in %	$\bar{X}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{X}$ [%]	$\pm$ [%]	t-Test
Blochholz hoher Qualität	71,3	7,0	63,9	6,1	signifikant
Blochholz minderer Qualität	2,6	1,6	2,6	1,0	nicht signifikant
Braunbloche	9,1	3,9	10,6	3,0	nicht signifikant
Schwachbloche	0,0	0,0	0,1	0,2	nicht signifikant
Industrieholz	16,9	5,1	22,8	5,8	signifikant

Tabelle 18: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei der Nutzungsart Kahlhieb in der AKL VI (alle Bonitätsstufen)

Aufgrund der beachtlichen Holzmenge (ca 7.300 efm in der BKL A bzw 3.600 efm in der BKL B) und der großen Anzahl an Gedingen (14 in der BKL A bzw 9 in der BKL B) können die Ergebnisse der Tabelle 18 als repräsentativ für die Sortimentsverteilung in der AKL VI angesehen werden. Als statistisch gesichert (5%-ige Irrtumswahrscheinlichkeit) gilt der Unterschied bei den Sortimentensgruppen *Blochholz hoher Qualität* und dem *Industrieholz*. Hinsichtlich des Industrieholzanteiles fällt auf, dass die Höhe der Standardabweichung innerhalb einer Betriebsklasse in etwa der Mittelwertdifferenz zwischen den Betriebsklassen entspricht. Dies bedeutet, dass sich die Sortimentsverteilungen der Betriebsklassen zwar im Mittel unterscheiden, jedoch in den einzelnen Nutzungen erheblich streuen.

AKL VI, gute Bonitätsstufe, Kahlhieb

	BKL A		BKL B		
Erntefestmeter gesamt	4.142,3		429,8		
Anzahl der Gedinge	5		2		
Qualitätsanteile in %	$\bar{X}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{X}$ [%]	$\pm$ [%]	t-Test
Blochholz hoher Qualität	71,8	5,7	55,0	0,1	hochsignifikant
Blochholz minderer Qualität	2,6	1,6	2,4	0,7	nicht signifikant
Braunbloche	9,4	3,7	15,8	4,1	nicht signifikant
Schwachbloche	0,0	0,0	0,0	0,0	nicht signifikant
Industrieholz	16,2	3,0	26,8	3,4	hochsignifikant

Tabelle 19: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Kahlhieb in der AKL VI für die Bonitätsstufe ‚gut‘**AKL VI, mittlere Bonitätsstufe, Kahlhieb**

	BKL A		BKL B		
Erntefestmeter gesamt	2.789,5		2.075,8		
Anzahl der Gedinge	7		4		
Qualitätsanteile in %	$\bar{X}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{X}$ [%]	$\pm$ [%]	t-Test
Blochholz hoher Qualität	71,3	7,2	67,5	3,2	nicht signifikant
Blochholz minderer Qualität	2,9	1,8	2,3	1,0	nicht signifikant
Braunbloche	8,6	4,3	10,0	2,7	nicht signifikant
Schwachbloche	0,02	0,03	0,09	0,08	nicht signifikant
Industrieholz	17,1	1,9	20,1	5,2	nicht signifikant

Tabelle 20: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Kahlhieb in der AKL VI für die Bonitätsstufe ‚mittel‘

In der VI. Altersklasse mittlerer Bonitätsstufe können trotz beachtlicher Nutzungsmengen keine Unterschiede in der Sortimentsverteilung zwischen den Betriebsklassen als statistisch abgesichert gelten (vgl. Tabelle 20).

AKL VI, schlechte Bonitätsstufe, Kahlhieb

BKL	A	B	B	B	$\bar{X}$ [B]	$\pm$ [%]
Erntefestmeter	115,6	332,5	393,4	332,8	1.058,8	
% Blochholz hoher Qualität	50,6	52,7	63,0	65,0	60,4	6,4
% Blochholz minderer Qualität	0,3	3,8	2,6	4,3	3,5	0,9
% Braunbloche	1,5	9,7	10,5	8,4	9,6	1,1
% Schwachbloche	0,04	0,02	0,02	0,31	0,11	0,17
% Industrieholz	47,6	33,7	23,9	22,0	26,4	6,2

Tabelle 21: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Kahlhieb in der AKL VI für die Bonitätsstufe ‚schlecht‘

Die Sortimentsverteilung des Gedinges der BKL A (Tabelle 21) gleicht der Sortimentsverteilung einer Vornutzung mehr als der einer geplanten Endnutzung in der AKL VI. Nach Auskunft des Betriebes handelt es sich hierbei um eine Hochlagennutzung auf einem schlechten Standort. Außerdem seien bei dieser Nutzung alte Käferbäume gefällt worden, die infolge des sekundären Befalles von Bockkäfern nur noch als Industrieholz vermarktet werden konnten. Dieses Gedinge ist im Materialbuch fälschlicherweise als Plannutzung anstatt als Kalamitätsnutzung ausgewiesen. An dieser Stelle wird auf die im Kapitel 8.2. *Steuerliche Aspekte der Rotfäule* beschriebene Progressionsermäßigung nach § 37 EStG (1988) verwiesen. Man vergleiche dazu auch Punkt 7.3 *Evaluierung des betrieblichen Informationssystems*. Um die gesamte Bandbreite einer solchen Sortimentsverteilung erfassen zu können, sind bei der BKL B alle drei Gedinge dargestellt. Sowohl der Industrieholzanteil (26,4%) als auch der Braunblochanteil (9,6%) in der BKL B stimmen unter Beachtung der Standardabweichung mit der guten und mittleren Bonitätsstufe des Kahlhiebes in der AKL VI überein.

ABL VI, mittlere Bonitätsstufe, Räumung

	BKL A		BKL B	
Erntefestmeter gesamt	762,19		769,41	
Anzahl der Gedinge	2		1	
Qualitätsanteile in %	$\bar{X}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{X}$ [%]	$\pm$ [%]
Blochholz hoher Qualität	62,5	0,9	70,8	—
Blochholz minderer Qualität	2,4	0,4	10,1	—
Braunbloche	12,4	1,4	7,9	—
Schwachbloche	0,05	1,02	0,07	—
Industrieholz	22,7	0,04	11,2	—

Tabelle 22: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Räumung in der AKL VI für die Bonitätsstufe ‚mittel‘

Wider Erwarten zeigte die BKL A in der Räumung einen sowohl höheren Braunblochanteil als auch einen höheren Industrieholzanteil im Vergleich zur sogenannten *Schadensbetriebsklasse* (BKL B). Für diesen Umstand gibt es zwei Lesarten. Das Forstgesetz (1975) definiert den Begriff Räumung im § 86 (1). Hierbei handelt es sich um Fällungen, nach deren Durchführung eine gesicherte Verjüngung zurückbleibt. Diese impliziert, dass es sich bereits um sehr lichte, stammzahlarme Bestände handeln muss. Folglich spiegelt die Tabelle 22 das Ergebnis jahrelanger waldbaulicher Negativauslese wider. Wenn ein Fichtenbestand mit 2.500 Pflanzen pro Hektar begründet wird und die Stämme zB im Alter von 20 Jahren in einem einmaligen Ereignis zu 80% von Schälung betroffen sind, so bleiben noch immer 500 gesunde

Stämme über. Sind diese gleichmäßig über die Fläche verteilt, so kann der Bestand theoretisch gesundgepflegt werden. Die Zuordnung eines Bestandes zur BKL B bleibt nämlich unabhängig von dem aktuellen Zustand bis zur Endnutzung erhalten.

Die zweite, pessimistische Interpretation leitet sich aus den Übernahmebestimmungen für Industrieholz ab. Es wäre möglich, dass in diesem Bestand (BKL B) die Holzzersetzung bereits so weit fortgeschritten ist, dass große Stammabschnitte nicht mehr als Faserholz vermarktet werden können und als Schlagrücklass im Wald verbleiben. Diese sogenannten *Brunnröhren*, werden in der Sortimentsstatistik nicht miterfasst. Die ausschließliche Betrachtung der verkauften Sortimente würde die Dimension des Wertverlustes deutlich unterschätzen. Kritik an dieser Erwägung ist aufgrund der Ergebnisse in der Nutzungsart *Kahlhiebe* berechtigt. Beim Kahlhieb (Tabelle 18) gilt der Unterschied zwischen den Betriebsklassen hinsichtlich des Faserholzanteiles nämlich als gesichert. Dem steht jedoch entgegen, dass Vorrichtungen vor allem in solchen Beständen stattfinden, die besonders massiv von Stammverletzungen betroffen sind. Ziel eines Lichtwuchsbetriebes ist es, dass der Baum rascher wächst als die Fäule fortschreitet. Die Verjüngung, die sich in diesen Beständen einstellt (vgl. *Räumung*), kann als Nebeneffekt interpretiert werden.

Auffällig ist zudem der hohe Anteil an *Blochholz minderer Qualität* (ca 10%). Möglicherweise führte eine größere Sorgfalt bei Sortierung und Ausformung zu einem geringeren Faserholzanteil und zu einem steigenden Anteil des Sortimentes C-Kreuz.

AKL V, gute Bonitätsstufe, Räumung

	BKL A		BKL B	
Erntefestmeter gesamt	1.962,65		475,28	
Anzahl der Gedinge	7		1	
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]
Blochholz hoher Qualität	72,7	11,5	74,6	—
Blochholz minderer Qualität	3,6	4,4	1,04	—
Braunbloche	7,3	2,2	8,4	—
Schwachbloche	0,01	0,01	0,04	—
Industrieholz	16,4	8,7	15,9	—

Tabelle 23: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Räumung in der AKL V für die Bonitätsstufe ‚gut‘

Auch hier kann kein Unterschied innerhalb der Betriebsklassen quantifiziert werden. Das durchschnittliche (festmetergewichtete) Alter aller geräumten Bestände in der Tabelle 23 in der BKL A beträgt ca 90 Jahre, jenes der BKL B 85 Jahre. Ein Unterschied in der Sortimentsverteilung aufgrund des Alters kann ausgeschlossen werden.

AKL V, mittlere Bonitätsstufe, Endnutzung Einzelstammweise

	BKL A		BKL B	
Erntefestmeter gesamt	171,5		486,14	
Anzahl der Gedinge	1		1	
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]
Blochholz hoher Qualität	73,88	—	70,40	—
Blochholz minderer Qualität	0,29	—	4,78	—
Braunbloche	2,98	—	13,70	—
Schwachbloche	0,00	—	0,05	—
Industrieholz	22,86	—	11,06	—

Tabelle 24: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei einzelstammweiser Endnutzung in der AKL V für die Bonitätsstufe „mittel“

Bei einer Vergleichsgrundlage von jeweils nur einem Gedinge müssen die Ergebnisse der Tabelle 24 als nicht repräsentativ betrachtet werden. Sowohl die entnommenen Bäume der BKL A als auch jene der BKL B weisen laut Operat ein Alter von 90 Jahren auf. Der Anteil an *hochwertigem Blochholz* ist in der BKL A um ca 3,4% höher als in der BKL B. Der *Industrieholzanteil* ist in der BKL A etwa doppelt so hoch wie jener der BKL B. Der hohe Braunblochanteil (13,7%) untermauert, dass die entnommenen Bäume der BKL B von Rotfäule befallen waren. Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist auch der überdurchschnittlich hohe Anteil an Blochholz minderer Qualität. Eine plausible Interpretation ist jedoch schwierig. Denkbar wäre zum Beispiel ein Befall von Bläuepilzen infolge verzögerter Holzabfuhr.

AKL V, alle Bonitätsstufen, Endnutzung Einzelstammweise

	BKL A		BKL B	
Erntefestmeter gesamt	992,27		486,14	
Anzahl der Gedinge	3		1	
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]
Blochholz hoher Qualität	65,28	7,94	70,40	—
Blochholz minderer Qualität	1,57	0,98	4,78	—
Braunbloche	3,02	1,65	13,70	—
Schwachbloche	0,23	0,23	0,05	—
Industrieholz	29,90	8,13	11,06	—

Tabelle 25: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei einzelstammweiser Endnutzung in der AKL V (alle Bonitätsstufen)

AKL V und VI, alle Bonitätsstufen, Kahlhieb, Räumung und Einzelstammweise Nutzung

	BKL A		BKL B		
Erntefestmeter gesamt	19.764,88		6.603,92		
Anzahl der Gedinge	49		14		
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	t-Test
Blochholz hoher Qualität	72,16	5,92	64,02	6,95	höchstsignifikant
Blochholz minderer Qualität	2,98	1,84	2,63	1,53	nicht signifikant
Braunbloche	8,95	3,38	10,21	2,94	nicht signifikant
Schwachbloche	0,03	0,04	0,07	0,08	signifikant
Industrieholz	15,88	4,17	23,06	5,11	höchstsignifikant

Tabelle 26: Gesamtergebnis der Materialbuchanalyse in der Endnutzung (Kahlhieb, Räumung und einzelstammweise Endnutzung) in der AKL V und VI (alle Bonitätsstufen)

	BKL A		BKL B		
Erntefestmeter gesamt	19764,88		6603,92		
Anzahl der Gedinge	49		14		
Qualitätsanteile in %	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	$\bar{x}$ [%]	$\pm$ [%]	t-Test
Blochholz hoher Qualität & Schwachbloche	72,2	5,9	64,1	6,9	höchstsignifikant
Bloche minderer Qualität & Braunbloche	11,9	3,7	12,8	3,9	nicht signifikant
Industrieholz	15,9	4,2	23,1	5,1	höchstsignifikant

Tabelle 27: Gesamtergebnis der Materialbuchanalyse in Klassen einheitlichen Qualitätsniveaus zusammengefasst

Tabelle 26 und 27 stellen das zentrale Ergebnis der Materialbuchauswertung hinsichtlich der Endnutzung dar. Mit 0,1-prozentiger Irrtumswahrscheinlichkeit unterscheiden sich die Mittelwerte bei den Auswertegruppen *Blochholz hoher Qualität* und *Industrieholz*. Dabei ist der *Industrieholzanteil* der BKL B um ca 7% höher als jener der BKL A. Der Anteil an *qualitativ hochwertigem Blochholz* ist in der BKL A um ca 8% höher. Analog zur Vornutzung gibt es auch in der Endnutzung keinen signifikanten Unterschied im Braunblochanteil zwischen den Betriebskassen.

Ein Vergleich der Tabelle 26 mit der Tabelle 18 (AKL VI, Kahlhieb) zeigt, dass die Mittelwerte der einzelnen Sortimentsgruppen, trotz größerer Grundgesamtheit als in der Tabelle 18, übereinstimmen.

Obwohl die Differenz beim Industrieholzanteil in der Vornutzung (ca 17%) wesentlich höher als in der Endnutzung (ca 7%) ist, liegt der größere monetäre Verlust jedoch aufgrund der höheren Erntemengen in der Endnutzung. In der Tabelle 27 sind die fünf ursprünglichen Auswerteeinheiten in drei Klassen einheitlichen Qualitätsniveaus zusammengefasst. Aggregiert wurden *Blochholz hoher Qualität* mit *Schwachblochen* und *Blochholz minderer Qualität* mit *Braunblochen*.

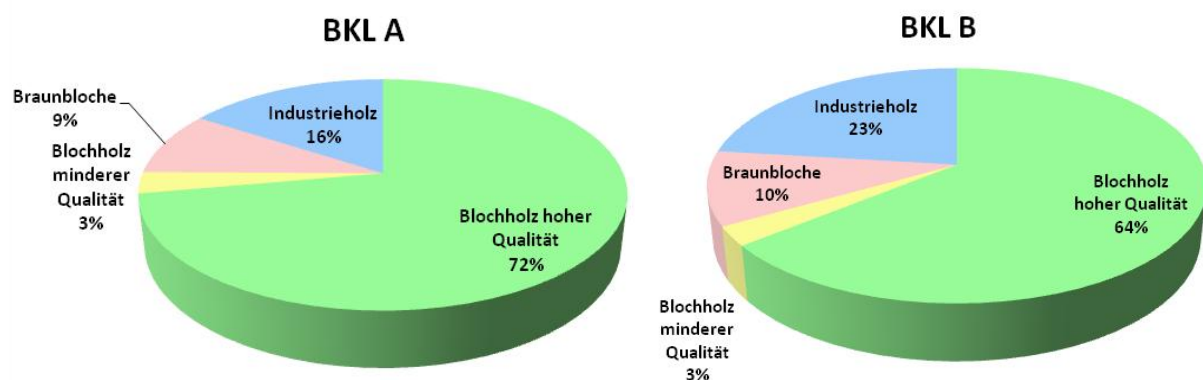


Abbildung 15: Gesamtauswertung der Endnutzung (Kahlhieb, Räumung und einzelstammweise Endnutzung, AKL V und VI) getrennt nach BKL A und BKL B. Die Schwachbloche sind in dieser Darstellung bereits beim Blochholz hoher Qualität enthalten.

7.2. Konsequenzen für den monetären Holzertrag

Da die Preise der verschiedenen Sortimente im Laufe der Zeit unterschiedlich starken Schwankungen ausgesetzt sind, wird mit vier verschiedenen Preisniveaus eine Bewertung vorgenommen. Monetarisiert wird mit dem durchschnittlichen Preis der Jahre 2012, 2013 und 2014 sowie mit dem Durchschnittspreis der letzten 10 Jahre und mit dem sowohl höchsten als auch dem niedrigsten Monatspreis je Sortiment. Zur Berechnung der Durchschnittspreise wird die Preisstatistik der *Landwirtschaftskammer Steiermark* (FRIEDL K., 2015c) herangezogen, da in dieser auch die Sortimente Braunbloch bzw C-Kreuz und Schwachbloche dokumentiert sind. Zur Berechnung der verschiedenen Preisniveaus wurde jeweils der nominale Holzpreis herangezogen.

Die Bewertung durch unterschiedliche Holzpreise dient der Aufklärung, wie sensitiv die Wertrelationen zwischen den Betriebsklassen auf geänderte Holzpreise reagieren. Eine monetäre Bewertung kann zudem dazu beitragen, je nach Lage am Holzmarkt, strategisch gute Nutzungsentscheidungen zu treffen. Das Sortiment *Braunbloch* wurde zwar aufgrund der Indikatorfunktion in Bezug auf Rotfäule eigens ausgewertet, dieses Sortiment wird jedoch am Holzmarkt zum gleichen Preis wie die Qualitätsklasse C-Kreuz gehandelt. Unter *Schwachbloche* wird hier Zerspanerholz bis 14 cm Mittendurchmesser, somit die Stärkeklasse 1a, verstanden.

Preisniveaus (aus nominalen Holzpreisen errechnet):

- a) Jahresdurchschnittspreis von 2005 bis 2015 [€/fm]
- b) Jahresdurchschnittspreis von 2012 bis 2014 [€/fm]
- c) Höchster Monatspreis von 2005 bis 2015 [€/fm]
- d) Niedrigster Monatspreis von 2005 bis 2015 [€/fm]

Preisniveau	a	b	c	d
Blochholz hoher Qualität [FI 2a+ ABC]	92,3	96,5	99,4	66,2
Schwachbloche [FI 1a ABC]	49,5	50,4	53,0	38,5
Blochholz mindererer Qualität [BB, Cx]	60,2	67,2	70,5	38,5
Industrieholz [FI IF]	35,8	36,1	37,5	26,8

Tabelle 28: Verschiedenen Holzpreise in €/FMO für die monetäre Bewertung. Die Preise verstehen sich ohne Umsatzsteuer, frei Waldstraße.

Aus der Tabelle 28 sind die Preise zur Berechnung der pekuniären Wertrelationen dargestellt. Der tiefste Monatspreis von 66,2 €/fm des Leitsortimentes Fichtenblochholz 2a+, ABC, wurde im April 2008 aufgrund der Orkane *Paula* und *Emma* erreicht. Die Sortimente Braunbloch/Cx und Schwachbloche hatten ihren niedrigsten Verkaufswert im Jahr 2005 mit jeweils 38,5 €/fm. Die höchsten Erlöse für Blochholz aller Qualitäten und Stärkeklassen konnten im Jahr 2013 lukriert werden. Die verschiedenen, nicht mehr für den Sägeverschnitt geeigneten Sortimente werden in dieser Untersuchung unter dem Überbegriff Industrieholz zusammengefasst. Eine Bewertung mit dem Preis des Hauptindustrieholzsortimentes *Faserholz* erscheint sinnvoll zu sein. Dieses Produkt hatte seinen niedrigsten Preis im Jahr 2005 mit 26,8 €/fm und den höchsten im Jahr 2011 mit 37,5 €/fm.

7.2.1. Vornutzung

Aus der Tabelle 29 sind die durchschnittlich erzielbaren Erlöse pro efm bei einem durchschnittlichen Bestandesalter von 60 Jahren in den beiden Betriebsklassen ersichtlich. Die Wertdifferenzen schwanken zwischen 6,4 €/efm bei schlechter und 10,4 €/efm bei guter Marktlage. Diese Bandbreite liegt darin begründet, dass der absolute Faserholzpreis geringeren Preisschwankungen ausgesetzt ist als der absolute Blochholzpreis und dass die BKL B vor allem durch einen um ca 17% höheren Industrieholzanteil bei der Ernte charakterisiert ist. Der relative Wertverlust ist beinahe unabhängig vom Holzpreis und beträgt ca 15%. Für die Vornutzung lässt sich aus dieser Analyse Folgendes ableiten: Bei schlechter Marktlage sollte verstärkt in der BKL B genutzt werden, da aufgrund des absolut gesehen geringeren Preisverfalles beim Industrieholz die pekuniäre Wertdifferenz zwischen den Betriebsklassen pro geerntetem Festmeter am geringsten ist. Dieser Empfehlung könnte in der Praxis allerdings ein mengenmäßiges Absatzproblem entgegenstehen (vgl Zufuhrscheine).

Preisansatz	a	b	c	d
BKL A	€ 62,6	€ 64,9	€ 45,2	€ 67,1
BKL B	€ 53,2	€ 54,9	€ 38,8	€ 56,8
Differenz	€ 9,4	€ 10,1	€ 6,4	€ 10,4
Verlust	15%	16%	14%	15%

Tabelle 29: Gesamtauswertung der Vornutzung (Tabelle 15) bewertet mit unterschiedlichen Preisniveaus

In der Tabelle 30 sind die durchschnittlich erzielbaren Erlöse pro efm der reinen Gedinge in der IV. AKL ersichtlich. Die Wertdifferenzen schwanken ähnlich wie bei der Gesamtauswertung zwischen 6,5 €/efm bei schlechter und 10,8 €/efm bei guter Marktlage.

Preisansatz	a	b	c	d
BKL A	€ 63,4	€ 65,8	€ 45,7	€ 68,0
BKL B	€ 53,7	€ 55,3	€ 39,2	€ 57,3
Differenz	€ 9,6	€ 10,5	€ 6,5	€ 10,8
Verlust	15%	16%	14%	16%

Tabelle 30: Auswertung der AKL IV in der Vornutzung (Tabelle 13) bewertet mit unterschiedlichen Preisniveaus

7.2.2. Endnutzung

AKL VI – Kahlhieb – alle Bonitätsstufen:

Preisansatz	a	b	c	d
BKL A	€ 79,0	€ 82,8	€ 56,3	€ 85,5
BKL B	€ 75,1	€ 78,8	€ 53,5	€ 81,4
Differenz	€ 3,9	€ 4,0	€ 2,8	€ 4,1
Verlust	5%	5%	5%	5%

Tabelle 31: Auswertung des Kahlhiebes in der VI AKL (Tabelle 18) bewertet mit unterschiedlichen Preisniveaus

Aufgrund geringerer Differenzen im Industrieholzanteil bei der Endnutzung sinken auch die monetären Wertverhältnisse zwischen den Betriebsklassen. Der relative Wertverlust ist wie schon bei der Vornutzung relativ konstant und liegt stabil unter 5%. Der Erlösunterschied zwischen einer Nutzung bei höchstem (Szenario d) bzw bei niedrigstem (Szenario c) Holzpreis beträgt nur noch 1,3 €/efm. Dem aktuellen Holzpreis kommt bei der Überlegung, ob in der BKL A bzw BKL B verstärkt in die Endnutzung gegangen werden soll, nur untergeordnete Bedeutung zu.

Gesamtauswertung Endnutzung: AKL V und VI, Kahlhieb, Einzelstamm und Räumung

Preisansatz	a	b	c	d
BKL A	€ 79,5	€ 83,4	€ 56,6	€ 86,1
BKL B	€ 75,1	€ 78,8	€ 53,5	€ 81,4
Differenz	€ 4,4	€ 4,6	€ 3,1	€ 4,7
Verlust	6%	6%	5%	5%

Tabelle 32: Gesamtauswertung der Endnutzung (Tabelle 26) bewertet mit den verschiedenen Preisniveaus

Die Gesamtauswertung der Endnutzung (Kahlhieb, Räumung und Einzelstamm) zeigt ähnliche Ergebnisse wie die Auswertung der Nutzungsart Kahlhieb in der VI. AKL. Der prozentuelle Verlust gemessen an der Sortimentsverteilung der BKL A steigt auf ca 5,5%. Die absoluten Wertdifferenzen sind, wie bereits oben beschrieben, nicht besonders stark vom Holzpreis abhängig.

7.3. Evaluierung der betrieblichen Informationssysteme

Es stellt sich die Frage, ob sich durch diese unkonventionelle Form der Bewertung das zeitliche Nacheinander durch das räumliche Nebeneinander ersetzen und sich somit der in den diversen Modellen dominante Einfluss des Zinsfußes ausschalten lässt. Im folgenden Abschnitt werden zur Prüfung dieser Fragestellung die betrieblichen Informationssysteme hinsichtlich Datenqualität einer Evaluierung unterzogen.

7.3.1. Gedanken zum Bewertungsverfahren

Eingangs muss festgehalten werden, dass es sich bei dieser Untersuchung um einen Vergleich auf Ebene der Betriebsklasse handelt. Anders als bei einem Vergleich von einem rotfaulen Einzelbaum mit einem gesundem Einzelbaum oder einem Vergleich von einem zu 100% geschälten Bestand mit einem vollkommen gesunden Bestand werden bei einem Vergleich einer Schadensbetriebsklasse mit einer Betriebsklasse des Wirtschaftswaldes die Auswirkungen der Rotfäule unterschätzt. Erst wenn 50% der Individuen eines Bestandes Verletzungen des Stammmantels aufweisen, wird der entsprechende Bestand der BKL B zugeordnet. Aus diesem Grund sind sowohl in der BKL A rotfaule als auch in der BKL B gesunde Individuen enthalten. Wie hoch die tatsächlichen Anteile im jeweiligen Bestand an gesunden und rotfaulen Bäumen sind, kann den betrieblichen Aufzeichnungen nicht entnommen werden.

In dieser scheinbaren Schwäche des Verfahrens liegt jedoch auch der Vorteil für den Praktiker. Es werden Erträge aus Beständen, die ein sogenanntes Normalmaß an Rotfäule aufweisen (BKL A), mit jenen verglichen, bei denen das Ausmaß des Fäulebefalles über das *Normalmaß* hinausgeht. Bedenkt man die unterschiedlichen Ursachen und Erreger der Rotfäule, (vgl Kapitel 4. *Pathologische Grundlagen*), so erklärt sich, dass auch unter Anwendung sämtlicher Präventionsmaßnahmen ein gewisser Anteil an pilzbefallenen Bäumen unausweichlich und omnipräsent ist. Hierbei sei auch auf die Einkommenssteuerrichtlinien (2000) verwiesen, in denen ein Anteil bis zu 30% an rotfaulen Individuen als Normalmaß bezeichnet wird. Des Weiteren wird in Revieren, in denen Rotwild auftritt, ein gewisses Maß an geschälten Einzelbäumen unvermeidbar sein und vom Management akzeptiert werden.

Daher zieht man die Bestände, die ein sogenanntes *Normalmaß an Rotfäule* aufweisen, als Referenz heran und vergleicht mit jenen, die auf Grund von Fehlern in der Bewirtschaftung oder auf Grund von Naturereignissen ein überdurchschnittlich hohes Ausmaß an geschädigten Individuen aufweisen.

Das Verfahren weist allerdings den Mangel auf, dass nur jenes Holz bewertet werden kann, das tatsächlich auch verkauft wurde. Weichfaule oder hohle Stämme, die nicht mehr vermarktet werden können, bleiben im Wald zurück und stellen den größten Wertverlust dar. Das fehlende Abmaß und die Bewertung dieses zurückbleibenden Moderholzes stellen die größte Unbekannte und Verzerrung in diesem Bewertungsverfahren dar. Um die These des erhöhten Ernteverlustes in der BKL B verifizieren zu können, sollten Vorrats- und Erntemengen bestandesbezogen gegenübergestellt werden. Da sich die mittelfristige Planung des Forstbetriebes jedoch hauptsächlich auf Daten der Stichprobeninventur stützt, kann anhand des betrieblichen Fallbeispiels diese Dimension des Wertverlustes nicht näher untersucht werden. Bestandesbezogene Vorratsmengen können im betreffenden Forstbetrieb lediglich aus den vorhandenen Laserscanning-Daten abgeleitet werden. Die Genauigkeit dieser Werte ist jedoch für einen Vergleich des Ernteverlustes zwischen den beiden Betriebsklassen nicht zufriedenstellend. RIEDER (1990) kann bei seinen Untersuchungen in den österreichischen Bundesforsten zeigen, dass der Ernteverlust meist unterschätzt wird. Für den Wirtschaftswald fand er Werte von 23% in der Endnutzung und 32% in der Vornutzung. Für den Schutzwald werden Werte von 40 bis 50% ermittelt. Der Anteil an Restholz am Ernteverlust beträgt jedoch im Wirtschaftswald in der Vornutzung 3%, in der Endnutzung 1% und im Schutzwald 3%. Zum Restholz gehören neben faulen Stammabschnitten noch Bruchholz, nicht kostendeckend lieferbare Sortimente und übersehenes Material insbesondere bei verstreuten Nutzungsorten.

7.3.2. Potenzielle Unschärfen des Datenmaterial

Erste Unschärfen im Datenmaterial können bereits durch die Zuordnung der Bestände zu einer Betriebsklasse auftreten. Die Feststellung, ob in einem Bestand mehr als die Hälfte der Bäume Verletzungen des Stammmantels bzw Fäulesymptome (zB Flaschenhals) aufweisen, erfolgt gutachtlich durch den Revierleiter. Eine rein okulare Ansprache beim Durchstreifen der Bestände ohne unabhängiges Aufnahmeverfahren führt zwangsläufig zu Verzerrungen. Um hier Objektivität zu wahren, müssten statistisch objektive Aufnahmeverfahren (Probekreis, Winkelzählprobe) angewandt werden. Aus den Daten der Stichprobeninventur kann BRONNER (2016) zeigen, dass sich die beiden Betriebsklassen hinsichtlich der starken Schaftschäden deutlich unterscheiden. In der BKL B sind ca 31% des Vorrates von starken Schaftschäden betroffen, in der BKL A sind es ca 8% des Vorrates. Der Anteil an schwach geschädigtem Vorrat ist in beiden Betriebsklassen gleich und beträgt jeweils ca 30%. Bei der Interpretation dieser Werte muss jedoch auf mögliche Doppelerfassungen geachtet werden. Weist ein Baum zB eine starke Rücke- und eine starke Schälwunde auf, so geht das gesamte Volumen des Baumes doppelt in diese Statistik ein. Die im Zuge der Materialbuchanalyse zum Teil quantifizierten hohen Braunbloch- und Industrieholzanteile der BKL A sind durch die, wenn auch im Vergleich zur BKL B geringere, aber trotzdem beachtliche Menge an geschädigtem Vorrat (ca 8% stark und 30% schwach) erklärbar.

Durch die Zusammenfassung von Nutzungen aus verschiedenen Waldorten zu sogenannten *Mischgedingen* wird die Bewertung zusätzlich unpräzise. Um Verwaltungsaufwand zu sparen, wird – vor allem in der Vornutzung – für eine Vielzahl von Nutzungen ein Gedinge bzw ein Symbol vergeben. Verschiedene Betriebsklassen, Altersklassen und Bonitätsstufen können in einem solchen *Sammelgedinge* aggregiert sein. Zum Zwecke eines optimalen Controllings des Holzgeschäftes wäre es hingegen sinnvoll, Gedinge zumindest nach BKL, AKL und Nutzungsart getrennt anzulegen. Statistiken über die Ausformungsqualität zwischen verschiedenen Dienstleistern (zB Blochholzanteile) erhielten dadurch mehr Aussagekraft. In diesem Zusammenhang wird auf die Notwendigkeit einer genauen Buchführung der Materialbewegungen hingewiesen. Beispielsweise finden sich im Zuge der Auswertungsarbeiten Plannutzungen in der BKL A, die einen Industrieholzanteil von 50% aufweisen. Es ist jedoch festzuhalten, dass hierbei Nutzungen in Hochlagen unter Einbeziehung alter Käferbäume mit einbezogen sind. Dieses Holz sollte aus buchhalterischen Gründen als Kalamitätsnutzung ausgewiesen werden (vgl Kapitel 8. *Steuerliche Aspekte der Rotfäule*).

Zu unvermeidbaren Verzerrungen, die jedoch von untergeordneter Bedeutung sind, kommt es bei der Verladung von Restholzmengen verschiedener Gedinge, wobei die Mengen nur noch grob geschätzt werden. Die vom Sägewerk protokollierten Qualitäten können den einzelnen Gedingen dann nicht mehr zugeordnet werden.

In den Sägewerken herrschen unterschiedliche Klassifizierungsgebräuche und es werden verschiedene Bezeichnungen für die Sortimente verwendet. Die beiden wichtigsten Größen einer Auswertung sind Menge und Qualität des produzierten Holzes. Beide werden in den Werken der holzverarbeitenden Industrie bestimmt. Nicht ÖHU-konforme Güteklassen wie zB *Palettenholz* können zu Ungenauigkeiten führen. So werden zur Produktion von Paletten zwar hauptsächlich Sortimente der Güteklasse C-Kreuz, manchmal jedoch auch Braunbloche verwendet (Persönliche Mitteilung des betreffenden Forstbetriebes, 2015). Auch das Sortiment *Käferholz* ist eine Güteklasse, die in den ÖHU nicht definiert ist. Grundsätzlich müsste von Borkenkäfern befallenes, weißes Holz je nach sonstigen Qualitätsmerkmalen als A, B oder C und bei Befall durch Bläuepilze als C-Kreuz klassifiziert werden (ÖHU, 2006). Wird das Sortiment *Käferholz* in den bilateralen Schlussbriefen zwischen Forstbetrieb und Sägeindustrie über längere Zeit geduldet, kann ein Handelsgebrauch entstehen. Ist das Sortiment *Käferholz* einmal Handelsgebrauch, wird es rasch in die ÖHU Eingang finden.

Auf Grund der voneinander abweichenden Handelsgebräuche bei der Industrieholzübernahme bestehen Zweifel bezüglich der Genauigkeit des hier gewählten Bewertungsverfahrens. Die größte Unsicherheit hinsichtlich der Genauigkeit dieser Studie dürfte im Werksabmaß der Papier- und Zellstoffindustrie liegen. Durch Wiegen des waldfrischen Holzes mit anschließender Erhebung der Holzfeuchtigkeit wird das absolute Trockengewicht der Lieferung bestimmt. Über konstante Faktoren, bei der Fichte beispielsweise mit 475 kg/FMO, wird das Gewichtsmaß wieder in Festmeter umgerechnet (RICHTLINIEN ZUR GEWICHTSVERMESSUNG VON INDUSTRIEHOLZ, 2015). Es wird in dieser Berechnungsmethode nicht differenziert, ob es sich um Hochlagenfichten mit hoher oder Tieflagenfichte mit geringer Holzdichte handelt. In Bezug auf die Materialbuchauswertung kann die beschriebene Verzerrung nur dann von Bedeutung sein, wenn beispielsweise Bestände der BKL B tendenziell in den höheren Lagen und Bestände der BKL A in den tieferen Lagen konzentriert sind. In diesem Fall würde es zu einer systematischen Verfälschung der Ergebnisse kommen.

Zu noch größerer Unschärfe im Datenmaterial dürfte es bei der Bestimmung der Baumartenanteile des Industrieholzes kommen. Im Protokoll der Holzübernahme wird die okular geschätzte Holzartenverteilung in Prozent des Volumens angegeben (RICHTLINIEN ZUR GEWICHTSVERMESSUNG VON INDUSTRIEHOLZ, 2015). Es stellt sich jedoch die Frage, wie hoch die Genauigkeit der Schätzung der Holzartenanteile auf einem LKW bzw Waggon tatsächlich ist. Zudem ist zu bedenken, dass Fichte und Tanne hier mit demselben Faktor (475 kg/FMO) vom Gewichtsmaß in das Raummaß umgerechnet werden. In der vorliegenden Arbeit wurde lediglich die Fichte ausgewertet. Eine Vermischung der Mengen beider Baumarten bei den Industrieholzsortimenten ist daher nicht ausgeschlossen.

7.4. Resümee zur Materialbuchauswertung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich Nutzungen aus den beiden Betriebsklassen in der Sortimentsverteilung vor allem hinsichtlich des Industrieholzanteiles unterscheiden. In der Betriebsklasse B muss in der Vornutzung eines ca 60-jährigen Bestandes mit einem im Mittel um 17% höheren Industrieholzanteil als in der BKL A gerechnet werden. In der Endnutzung reduziert sich dieser Unterschied auf ca 6-7%. Hinsichtlich des Braunblochanteiles kann zwischen den beiden Betriebsklassen kein Unterschied nachgewiesen werden. Die monetäre Wertdifferenz liegt je nach Marktlage in der Vornutzung zwischen 6,5 bis 10,5 €/fm. In der Endnutzung muss mit einer Erlösdifferenz von 3,1 bis 4,7 €/fm zwischen den beiden Betriebsklassen gerechnet werden. Somit lukriert der Waldeigentümer in der BKL B bei der Vornutzung um ca 15% und in der Endnutzung um ca 5,5% weniger als in der Betriebsklasse A.

Diese Werte spiegeln jedoch nicht die Ertragsdifferenzen zwischen gesunden und rotfaulen Bäumen wider, sondern dienen dem Ertragsvergleich auf Ebene der Betriebsklassen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung können aus folgenden Gründen nur als grobe Schätzung der tatsächlichen Auswirkung der Rotfäule auf den Holzertrag erachtet werden:

1. Auch in der BKL A gibt es Bäume, die Schaftschäden bzw Pilzbefall aufweisen.
2. Holz, welches aufgrund der fortgeschrittenen Stammfäule weitgehend zersetzt ist und nicht mehr vermarktet werden kann (sog *Brunnröhren*), bleibt in der Sortimentsstatistik unberücksichtigt.
3. Die ausgewerteten Durchforstungsgedinge sind zu einem geringen Prozentsatz (bis zu 13%) mit Nutzungsmengen der jeweils anderen Betriebsklasse vermischt.
4. Zusätzlich kann es zu einseitigen Verzerrungen des Datenmaterials durch die Handelsgebräuche und Übernahmebestimmungen kommen, die im Punkt 7.3.2. beschrieben werden.

Bis dato ist nicht ausreichendes Datenmaterial vorhanden, um eine umfassende Analyse getrennt nach Nutzungsart, Bonität und Bestandesalter durchzuführen. Dies sollte in den nächsten drei Jahren der Fall sein. Eine Wiederholung des Projektes erscheint sinnvoll.

7.5. Diskussion zur Materialbuchauswertung

SAGL (1995a) untersucht die Auswirkungen von Schälwunden im Lehrforst der BOKU Wien. Es wird sowohl die Vor- als auch die Endnutzung in einem zu 100% geschälten Bestand mit einem angrenzendem gesunden Bestand verglichen. Die erzielten Holzerlöse im geschälten Bestand sind in der Vornutzung um 18,2% und in der Endnutzung um 8,4% geringer als im ungeschälten Bestand. Die Ergebnisse von SAGL (1995a) liegen somit in beiden Fällen um ca 3% höher als jene der die tatsächlichen Auswirkungen der Rotfäule unterschätzenden Materialbuchanalyse.

Ebenso wie SAGL (1995a) kommt WEIßBÖCK (1994) bei seinen Untersuchungen zur Stammfäule im Rax-Schneeberggebiet zu Erlöseinbußen von 18,2% in der Vornutzung. In der Endnutzung liegt er mit einer Angabe von 14,6% jedoch deutlich über dem Ergebnis von SAGL (1995a). Im Durchschnitt errechnet WEIßBÖCK (1994) einen Mindererlös von 109,2 öS/efm, inflationsbereinigt (mit dem österreichischen VPI) entspricht dies einem Betrag von 12,02 €/efm.

HILSCHER et al (1964) untersuchen Schäl Schäden durch Rotwild in Fichtenbeständen. Dabei kommen sie zum Ergebnis, dass die Erlösminderung wegen Rotfäule 8,12% und die Reinertragsminderung 19% des theoretischen Wertes der Hölzer betragen.

NÖBAUER (1993) errechnet in seiner Studie zur wirtschaftlichen Bedeutung der Stammfäule in einem Fichtenforstbetrieb einen durchschnittlichen Verlust von 129,- öS pro Festmeter bringungsgeschädigtem Baum. Dies entspricht unter Berücksichtigung der Inflation (VPI Österreich) 14,71 €/efm und liegt damit deutlich über den oben genannten Beträgen.

Neben dem in dieser Materialbuchanalyse herausgearbeiteten Güteverlust spielen auch noch der Sortenverlust und die erhöhten Holzerntekosten für die Aufarbeitung des rotfaulen Holzes eine Rolle. Unter Sortenverlust versteht man, dass mit zunehmender Faullänge ein steigender Anteil der Reststämme in eine geringere Stammklasse fällt (GEHRKE, 1980).

Im Forstbetrieb der Leobner Realgemeinschaft untersucht MATTERSBERGER (2015) anhand von drei gefälltten rotfaulen Bäumen die Auswirkungen des Güte- und Sortenverlustes. Die Bäume mit jeweils einer Höhe von 27 m entstammen einer Wiesenaufforstung, die vollständig geschält wurde. Die Mittendurchmesser der Erdbloche betragen 33 cm, 29 cm und 36 cm. Die Bäume werden entsprechend ihres Fäulefortschrittes optimal ausgeformt. Danach werden die Stämme ein zweites Mal unter der Annahme, dass keine Fäule vorhanden wäre, rechnerisch ausgeformt und die Wertdifferenzen errechnet. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist ein in Relation zum gesunden Baum um 22% bis 35% geringerer Verkaufserlös.

Die Entwertung durch den rotfaulen Anteil beträgt laut JOHANN (1988) größenordnungsmäßig 35 bis 45% gegenüber gesunden Bäumen, die Entwertung des gesunden Anteils rotfauler Bäume ca 4 bis 7%. JOHANN beziffert die relativen Verluste durch Fäulebefall mit insgesamt 10 – 20% auf die gesamte Umtriebszeit. Auch APFLER (1984) erforscht die Stammfäule in einem Revier im Waldviertel und fand einen Wertverlust von 33% pro Faulstamm. APFLER (1984) kann in ihrer Diplomarbeit keine Abhängigkeit des Wertverlustes von der Bonität nachweisen.

Neben diesem Güte- und Sortenverlust ist in der forstökonomischen Literatur der Hinweis auf eine Steigerung der Aufarbeitungskosten für geschältes bzw rotfaules Holz zu finden. Als Argument für höhere Aufarbeitungskosten kommen neben dem erhöhten Aufwand für die Ausformung aufwendigere Beurteilungen der Z-Bäume (Begutachtung über das Vorhandensein etwaiger *Schältaschen*) sowie das größere Unfallrisiko bei der Fällung hohler Bäume durch das Fehlen der Bruchleiste in Betracht. Zudem erfordern hohle Bäume Arbeiten, die aufgrund des fehlenden Abmaßes bei einer Entlohnung auf Basis des geernteten Festmeters nicht bezahlt werden. JOHANN (1988) geht davon aus, dass die erhöhten Aufarbeitungskosten ca 10% des Gesamtwertverlustes infolge Rotfäule ausmachen. Dieser Meinung kann sich das Management des untersuchten Forstbetriebes nicht anschließen. Bei Preisverhandlungen mit

Dienstleistern des Holzerntesektors sei der Umstand, ob ein Bestand rotfaul oder gesund ist, kein Merkmal, welches den Preis beeinflusst.

Auswirkungen der Rotfäule in Bezug auf Verringerung der Bestandesstabilität, auf Erhöhung des Betriebsrisikos, auf Zuwachsverluste durch Unterbestockung sowie auf Verluste durch vorzeitigen Abtrieb, sind monetär schwer erfassbar.

KRAUSE & BORENS (2009) definieren den Begriff Risiko als das Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß. Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird unter anderem durch lokale Gegebenheiten wie Höhenstufe, Geländeform und Bestandesaufbau und durch den Grad der Holzzersetzung infolge der Fäule bestimmt. Das Schadensausmaß hängt im Wesentlichen vom Bestandesalter, der Bonität und dem bereits investierten Kapital ab. SEKOT (1991) bemerkt, dass probabilistische Planungsansätze eine explizite Berücksichtigung von Eintrittswahrscheinlichkeiten zulassen. Hierbei werden historische Wahrscheinlichkeitsstrukturen in die Zukunft projiziert. Die Planung dient dabei dem Krisentraining, da sie mögliche Präventiv- und Reaktivmaßnahmen aufzeigt. Es kann also auf Daten der Vergangenheit zurückgegriffen werden und daraus eine begründbare Wahrscheinlichkeit errechnet werden, dass ein rotfauler Bestand zB das Umtriebsalter von 100 Jahren erreicht. HÄRTL (2015) meint, dass man auf diesem Weg ein quantifizierbares Maß für das Risiko schätzen kann. Diese Berechnungen implizieren jedoch, dass sich die Rahmenbedingungen nicht ändern. Da sie sich in Zeiten der Klimaerwärmung jedoch mit ziemlicher Sicherheit ändern, kann ein solches Risikomaß niemals vollständig die Unsicherheiten der Zukunft abbilden und es bleibt ein nicht quantifizierbares Restrisiko. KENDA (2015) passt ein *Award-Penalty-Point-System* an die Bedürfnisse der forstlichen Praxis an. Mithilfe dieses Systems und der Daten, die im Zuge der Forsteinrichtung erhoben werden, ist es möglich, Gefährdungsziffern für jeden einzelnen Bestand zu generieren, welche deren Ausfallrisiko angeben.

Wind- und Schneebruch führen in destabilisierten Beständen einerseits zu erhöhten Kosten bei der Aufarbeitung des Schadholzes und zu Ausformungsverlusten, andererseits steigern diese Kalamitäten auch den Verwaltungsaufwand. Sowohl Naturereignisse (zB Schneebruch auf der Höhe der Stammwunde) als auch starke Durchforstungseingriffe (zB *Schnellwuchsbetrieb*) können zu *Zuwachsverlusten infolge Unterbestockung* führen. Im Falle des *Schnellwuchsbetriebes* wird der Bestand soweit aufgelichtet, dass optimale Wachstumsbedingungen für den Einzelbaum geschaffen und somit die entsprechenden Zieldurchmesser rasch erreicht werden. In Beständen, die exzessiv von Rücke- oder Schälwunden betroffen sind, wird diese waldbauliche Strategie angewandt, um am Einzelbaum ein positives Wertzuwachsprozent zu erreichen. Um Zuwachsverluste auf Ebene des Bestandes gering zu halten, darf die *kritische Grundflächenhaltung* nach ASSMANN (1961) nicht unterschritten werden, also jene Fläche bei der noch 95% des maximalen Volumszuwachses geleistet werden (cit KRAMER, 1988). Der Ertragsausfall der ideell unbestockten Fläche (hergeleitet über den Bestockungsgrad) müsste im Kalkül des Betriebsklassenvergleiches berücksichtigt werden. Ertragsverluste durch vorzeitigen Abtrieb werden als Hiebsunreife bezeichnet. Diese ist die Differenz zwischen dem Bestandeswert und dem Bestandesabtriebswert (SEKOT, 2015). Wird ein Bestand infolge massiver Stammverletzungen vor dem Erreichen der Hiebsreife genutzt, so schlägt neben dem qualitätsbedingten geringeren Abtriebsertrag der entgangene Wertzuwachs des fiktiven gesunden Bestandes zu Buche.

Die in dieser Arbeit errechneten Informationen und die Literaturangaben über den finanziellen Verlust infolge von Rotfäule sollen eine Kalkulationsgrundlage für die Planung der Betriebsführung bilden. Hinsichtlich der Jagdthematik können die gewonnenen Informationen extern die Argumentationsgrundlage für Jagdpachtverhandlungen bilden. Intern sind sie eine wichtige Grundlage in Bezug auf die strategische Ausrichtung des Betriebes. Auf welche Art und Weise und auf welchem

Niveau der Betriebszweig Jagd ökonomisch sinnvoll ist, hängt neben dem Saldo aus Jagdertrag und Jagdaufwand auch von den forstlichen Mindererträgen ab.

Für die Betriebssteuerung ist es notwendig, die aktuellen absoluten und relativen Wertdifferenzen zwischen gesunden und rotfaulen Bäumen, Beständen und Betriebsklassen zu kennen. Im operativen Holzgeschäft kann auf Änderungen im Markt rasch reagiert werden. Ist beispielsweise Industrieholz hoch im Preis, sollte verstärkt in der BKL B genutzt werden. Jedoch könnte es im Laufe der nächsten Jahre auch zu Verschiebungen der Wertrelationen kommen. Fichtensägerundholz könnte sich infolge der Klimaerwärmung und nachfolgenden Borkenkäferkalamitäten verknappen, sodass hochwertige Fichtensortimente noch nie da gewesene Preise erzielen. In diesem Fall würden die Wertdifferenzen noch wesentlich größere Dimensionen erreichen als oben beschrieben. Vice versa wäre es jedoch auch denkbar, dass die Nachfrage nach Energieholz stark steigt, während Schnittholz durch einen anderen Baustoff substituiert wird. STUCKI (2009) sieht in seiner Arbeit über *Perspektiven zur Nutzung von Energieholz* enormes Potential in der Methanierung von Holz. Sowohl der Einsatz in effizienten Holzkraftwerken als auch die Produktion von Biokraftstoffen der zweiten Generation könnten somit zu einem verstärkten Bedarf an Holz minderer Qualität führen. SCHWARZBAUER & STERN (2010) untersuchen den österreichischen Holzmarkt und kommen zur Schlussfolgerung, dass eine erhöhte Energieholznachfrage zu einer Verschärfung des Wettbewerbs mit der Papier- und Zellstoffindustrie führt und dieser Umstand höhere Beschaffungskosten für letztere verursacht. Nach Ansicht des untersuchten Forstbetriebes ist auch die zunehmende Homogenisierung der Holzwerkstoffe, wodurch Qualitätsansprüche an das einzelne Sortiment obsolet werden, bei diesen Überlegungen zu berücksichtigen. Unter diesen Umständen würde sich die pekuniäre Ertragskluft zwischen den Betriebsklassen schließen. Wie so oft in der Forstwirtschaft müssen wir jedoch heute Entscheidungen treffen, über deren Richtigkeit und Qualität nachfolgende Generationen urteilen werden.

8. Steuerliche Aspekte der Rotfäule

Die einnahmeseitigen Auswirkungen der Rotfäule auf das Kerngeschäft Holz wurden durch die Ergebnisse der Materialbuchauswertung verdeutlicht. Der Deckungsbeitrag *eins* kann zusätzlich durch erhöhte Kosten für die Aufarbeitung geschmälert werden (siehe Kapitel 5.3.). Ausgabenseitig kann der Effekt auf das Betriebsergebnis jedoch durch steuerliche Begünstigungen in zweierlei Hinsicht gemildert werden. Einerseits kann im sogenannten Großwald (über 100 ha) Rotfäule im Zuge der Einheitsbewertung als wertminderndes Kriterium geltend gemacht werden. Andererseits sieht das Einkommenssteuergesetz (EStG, 1988 idgF) für Waldnutzungen infolge höherer Gewalt eine Progressionsermäßigung vor. Um hinsichtlich der praktischen Umsetzungen dieser Rechtsmaterien eine multilaterale Betrachtungsweise zu erlangen, wurde bei Experten seitens der Wirtschaftstreuhänder (*LBG Österreich*), Finanzverwaltung (*FA Lilienfeld-St.Pölten*) und der betrieblichen Interessensvertretung (*Land & Forst Betriebe Österreich*) recherchiert.

8.1. Die Relevanz der Rotfäule in der Einheitsbewertung

Das Bewertungsgesetz (BewG, 1955 idgF) sieht vor, dass sich die Hektarsätze des forstwirtschaftlichen Vermögens nach dem *Verhältnis zum Normalbetrieb* ergeben. Unter Normalbetrieb versteht das Bewertungsgesetz unter anderen, dass keine Bestandes- oder Stammschäden vorhanden sind (SENITZA, 2014). Schäden werden laut § 46 (4) des BewG (1955 idgF) als ein Merkmal, welches einen Einfluss auf die natürlichen Ertragsbedingungen hat, definiert. In der Kundmachung des Bundesministeriums für Finanzen vom 5. März 2014 § 2 (1) wird explizit zum Ausdruck gebracht, dass „*Stammschäden im Wirtschaftswald-Hochwald, die eine Verschlechterung der Holzqualität verursachen (zB Pilzbefall), bei gänzlichem Vorkommen durch eine Verminderung der Hektarsätze um 40% zu berücksichtigen sind*“. Im § 2 (2) heißt es weiter, dass bei teilweisem Vorkommen dieser Schäden eine ideelle Trennung von befallener und unbefallener Waldfläche vorzunehmen ist und zwar getrennt nach Betriebsklassen, Baumarten und Altersklassen. Schäden in der ersten Altersklasse, welche zu einem flächigen Ausfall des Hauptbestandes führen, können anteilig als Blöße erklärt werden.

In der Ausfüllhilfe für Formulare zur Hauptfeststellung 2014 ist definiert, was als Rotfäule im Sinne des Bewertungsgesetzes zu gelten hat. „*Ein Baum ist von Rotfäule befallen, wenn der Pilzbefall im Holzkörper deutlich feststellbar ist. Indiz sind zB erhebliche Stammschäden, Bohrkern, Stöcke von Nutzungen. Bäume mit erheblichen Rindenverletzungen, welche Rotfäule nur vermuten lassen, sind nicht zu zählen*“. Im Falle von frischen Rindenverletzungen zB durch die Schälstätigkeit des Rotwildes würde dieser Passus bedeuten, dass eine Verminderung der Hektarsätze hier nicht geltend gemacht werden kann. Da es den Betrieben jedoch unzumutbar wäre, jeden Baum zu bohren und da eine hohe Kausalität zwischen einer Schälwunde und dem eintretenden Fäulebefall besteht, ist der bestehende Rechtstext in der Praxis kaum umsetzbar (URBAN, 2015). Bei frischen Schäden würde sich eine Bohrung ohnehin erübrigen, da zu diesem Zeitpunkt ein Befall im Holzkörper noch nicht nachweisbar wäre. Große, alte Schälwunden könnten dagegen durchaus als *erhebliche Stammschäden* betrachtet werden. In der Praxis wird eine Einigung über das Ausmaß an von Rotfäule betroffenen Beständen durch iterative Argumentation zwischen Forstbetrieb und Finanzamt erreicht (URBAN, 2015).

In Bezug auf die betriebliche Dokumentation für Bestandesschäden gibt es seitens der Finanzbehörde keine Formvorschriften, es sind daher auch reine Schätzungen zulässig (VON DER HELLEN, 2015). Das Ausmaß an betroffenen Flächen kann aus Erfahrungswerten des Betriebes (zB Nutzungsmengen) oder aber auch durch eine aktuellere Stichprobeninventur (kein zu weitmaschiger Erhebungsraster) hergeleitet werden (VON DER HELLEN, 2015). In Bezug auf die Angabe der Schäden müssen die Erklärungsbögen zum Einheitswert vom Steuerpflichtigen nach „*bestem Wissen und Gewissen*“

ausgefüllt und unterschrieben werden und sollen einer Überprüfung der Finanz standhalten (VON DER HELLEN, 2015). Das Finanzstrafrecht sieht – wie für alle Steuererklärungen – im Falle von Falschangaben entsprechende Sanktionen vor (SEKOT, 2016). Zur Überprüfung der Richtigkeit der Angaben erfolgen stichprobenartige Kontrollen des Finanzamtes (SMOLKA, 2015). Für systematische und flächendeckende Kontrolle fehlt der Finanzbehörde jedoch das Personal (VON DER HELLEN, 2015). Es ist jedoch allgemeine Verwaltungspraxis, dass Kontrollen nur stichprobenartig und ggf in größeren, zeitlichen Abstand erfolgen (SEKOT, 2016).

Die oben beschriebenen Regelungen zu *Schäden im Hochwald* gelten nur für Betriebe mit einer Forstbetriebsfläche über 100 ha. Für Betriebe unter 100 ha bzw unter 10 ha Waldfläche sind ertragsmindernde Abweichungen bereits pauschal im zugrunde gelegten Hektarsatz berücksichtigt (VON DER HELLEN, 2015). Demnach sind Betriebe mit fixem Hektarsatz (unter 100 bzw unter 10 ha) privilegiert, die keine Stammschäden oder keine geschälten Bestände haben (VON DER HELLEN, 2015). Auch SMOLKA (2015) bestätigt, dass der Klein- und Kleinstwald im Hinblick auf die Einheitsbewertung steuerlich bevorzugt wird. So beträgt der höchstmögliche Hektarsatz im Kleinstwald € 367,- (Ried im Innkreis). Hingegen beläuft sich der höchstmögliche Hektarsatz im Großwald bei einem schadf freien Fichtenaltholzreinbestand der 14. Ertragsklasse mit günstigen wirtschaftlichen Ertragsbedingungen in der Ertragsregion A auf € 4060,-. Die genannten € 4060 setzen sich aus einem Ausgangshektarsatz von € 2361 (§ 1 und Anlage 1 und 8: Ertragsregion A) multipliziert mit einem Hundertsatz von 172, da Altholz vorliegt (§ 4 und Anlage 3) zusammen. SEKOT (2015) entgegnet, dass die Pauschalierung per se nicht der systematischen Besserstellung sondern der Vereinfachung dient. Außerdem würde die oben beschriebene Gegenüberstellung implizieren, dass es keine *economy of scale* gibt und die Betriebsgröße keinen Einfluss auf den Ertragswert je ha hätte. Das sei jedoch nicht zwingend der Fall.

Auf das Betriebsergebnis kann sich die Ermäßigung des Hektarsatzes in zweierlei Hinsicht auswirken: erstens in Bezug auf die Höhe der vom Einheitswert abgeleiteten Abgaben (Betriebs- und Personensteuern) und zweitens in puncto des Über- oder Unterschreitens von gesetzlichen Buchführungsgrenzen. Die Betriebssteuern werden vom Grundsteuermessbetrag hergeleitet, welcher sich aus 1,6 Promille der ersten 3.650 € sowie 2 Promille des restlichen Einheitswertes zusammensetzt (SEKOT, 2014). Über Hebesätze (Prozentwerte des Grundsteuermessbetrages) werden Abgaben an die Landwirtschaftskammer, an die Unfallversicherung, an land- und forstwirtschaftliche Betriebe, an den Familienlastenausgleichsfonds und die Grundsteuer hergeleitet (SEKOT, 2014). Im österreichischen Großwald wird der Festmeter Einschlag im Durchschnitt mit 1,3 € einheitswertabhängigen Steuern und Abgaben belastet (SEKOT, 2014). In Anbetracht dieser eher geringen Steuerbelastung wirkt sich auch eine Ermäßigung des Hektarsatzes nicht wesentlich auf das finanzielle Ergebnis des Betriebes aus. Im Hinblick auf diese Gegebenheit stellt die steuerliche Begünstigung im Falle von an Rotfäule erkrankten Beständen keine große Erleichterung für die Betriebe dar. An Personensteuern, die vom Einheitswert abhängen, fallen zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur der Kirchenbeitrag und die pauschalierte Einkommenssteuer an. Die Beitragsbemessung in der bäuerlichen Sozialversicherung ist ebenfalls vom Einheitswert abhängig. Die Abgaben zur Kranken-, Unfall-, Pensionsversicherung und der Betriebshilfe (Wohngeld) werden nach dem Versicherungswert bemessen, welcher ein Hundertsatz des Einheitswertes des land- und forstwirtschaftlichen Betriebes ist (BEITRAGSTABELLE DER BÄUERLICHEN SOZIALVERSICHERUNG, 2016). Hinzu kommt die Grunderwerbssteuer, die bei bestimmten Erwerbsvorgängen von land- und forstwirtschaftlichem Vermögen vom Einheitswert berechnet wird (GRUNDERWERBSTEUERGESETZ, 1987 idgF). Dieser Umstand könnte vor allem bei der Übertragung eines Grundstückes an den in § 26a Abs. 1 Z1 des Gerichtsgebührengesetzes angeführten Personenkreis von Bedeutung sein. Zu diesem begünstigten Personenkreis zählen unter anderem der Ehegatte oder eingetragene Partner, Lebensgefährten (sofern die Lebensgefährten einen gemeinsamen Hauptwohnsitz haben) sowie Verwandte und Verschwägte in gerader Linie (GERICHTSGEBÜHRENGESETZ, 1984 idgF).

8.2. Ermäßigung der Progression für Einkünfte aus besonderen Waldnutzungen

§ 1 (1) des Einkommenssteuergesetzes (EStG, 1988 idgF) bestimmt: „*Einkommensteuerpflichtig sind nur natürliche Personen*“. Nachfolgende Ausführungen besitzen ausschließlich für diese Rechtsform Gültigkeit.

Im § 37 des EStG (1988 idgF) wird festgehalten, dass sich der Steuersatz für besondere Waldnutzungen auf die Hälfte des auf das gesamte Einkommen entfallenden Durchschnittssteuersatzes ermäßigt. Einkünfte aus besonderen Waldnutzungen liegen dann vor, wenn für das stehende Holz kein Bestandesvergleich vorgenommen wird. Das EStG (1988 idgF) unterscheidet zwischen *außerordentlichen Waldnutzungen* – darunter versteht man wirtschaftlich notwendige Fällungen, die den nachhaltigen Hiebsatz übersteigen (Überhieb) – und *Waldnutzungen infolge höherer Gewalt* (Kalamitätsnutzungen).

Im Falle der Waldnutzungen infolge höherer Gewalt gibt es durch den § 12 EStG (1988 idgF) die Möglichkeit, die Hälfte dieser Einkünfte einer Übertragungsrücklage (einem steuerfreien Betrag) zuzuführen. Dieser Teil muss innerhalb einer Frist von 24 Monaten auf Anschaffungs- oder Herstellungskosten von Anlagenvermögen übertragen werden. Auf diese Weise kommt es in den darauf folgenden Jahren zu einer Reduktion der Abschreibungsbasis und somit des AfA-Aufwandes. Betriebswirtschaftlich gesehen wird bei der Übertragung einer stillen Reserve, neben dem Effekt des Steueraufschubes, gegebenenfalls auch ein Progressionsaspekt wirksam, da der entsprechende Betrag verteilt auf den Abschreibungszeitraum gewinnwirksam wird.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht bedeutet die Übertragung einer stillen Reserve somit lediglich einen Steueraufschub. Die Übertragung muss jedoch innerhalb der genannten Frist erfolgen, andernfalls ist die Rücklage im betreffenden Wirtschaftsjahr gewinnerhöhend aufzulösen.

Bei Kalamitätsnutzungen ist es – trotz der Behandlung eines Teiles dieser Einkünfte als stille Reserve nach § 12 Abs 7 – möglich, den restlichen Teil dieser Einkünfte gemäß § 37 Abs 1 zu versteuern. Die Einnahmen aus Waldnutzungen infolge höherer Gewalt sind um die damit zusammenhängenden Betriebsausgaben (einschließlich der direkt zurechenbaren Kulturkosten) zu kürzen (EStR, 2000 idgF).

§ 173 des Österreichischen Forstgesetzes (1975 idgF) sieht vor, dass die Forstbehörde auf Antrag des Waldeigentümers Art und Ausmaß von Fällung infolge höherer Gewalt zu bescheinigen hat. Im Falle eines finanzrechtlichen Verfahrens stellt diese Bescheinigung der Bezirksverwaltungsbehörde keinen Sachverständigenbeweis sondern lediglich einen der freien Beweiswürdigung unterliegenden Urkundenbeweis dar (EINKOMMENSTEUERRICHTLINIEN, 2000 idgF). Verbindlich sind die Einkommensteuerrichtlinien nur für die Finanzbehörde beim Prüfen von Betrieben. Forstbetriebe hingegen haben keine Strafen zu befürchten, wenn sie ihre Steuererklärungen abweichend von diesen Einkommenssteuerrichtlinien abgeben (SMOLKA, 2015).

Im Falle eines Berufungsverfahrens, wenn sich der Steuerpflichtige mit der Entscheidung des Finanzamtes nicht abfindet, ist auch das Bundesfinanzgericht befugt, von den bestehenden Richtlinien Abstand zu nehmen und das Gesetz neu zu interpretieren (URBAN, 2015).

In Bezug auf die Bescheinigungen für Fällungen infolge höherer Gewalt würde sich SMOLKA (2015) ein restriktiveres Vorgehen seitens der Forstbehörde wünschen. Das Hauptproblem sei, dass die Bezirksforstinspektionen einerseits sich nicht als Handlanger der Finanzverwaltung sehen und andererseits ständig mit den Betrieben in Kontakt sind und daher nach gutem Einvernehmen streben.

Die Einkommensteuerrichtlinien (EStR, 2000 idgF) definieren als Kalamitätsnutzung ein von außen kommendes, unabwendbares Ereignis, das nicht der typischen Betriebsgefahr unterliegt. Als typische Betriebsgefahr wird beispielsweise die Überalterung von Waldbeständen verstanden. Explizit wird auch

festgehalten, dass die Nutzung von Baumgruppen oder Einzelbäumen wegen Pilzbefalls als Kalamitätsnutzung ausgewiesen werden kann. Nicht zur Waldnutzung infolge höherer Gewalt zählt hingegen Rotfäule, die in Erstaufforstungsbeständen auftritt, sowie Rotfäule in späteren Aufforstungen, wenn weniger als 30% des Bestandes davon betroffen sind.

Im gegenständlichen Forstbetrieb, aus welchem das verwendete Datenmaterial stammt, werden Bestände, in denen mehr als 50% der Bäume Verletzungen des Stammmantels aufweisen, der BKL B zugeordnet (vgl. Kapitel 3. *Methodik*). Eine Dokumentation von Beständen, die über 30% geschädigte Individuen aufweisen, wäre jedoch als zusätzliches Beweismittel (in Kombination mit dem Materialbuch, welches auf den Waldort bezogen ist) zur Anerkennung der Fällung infolge höherer Gewalt vorteilhaft.

Auch Nutzungen aufgrund von „*Schäden, die durch eine Waldbewirtschaftung, bei der die jagdlichen Interessen gegenüber den forstwirtschaftlichen Interessen im Vordergrund waren, entstanden sind,*“ unterliegen dem regulären Steuersatz (EStR, 2000 idgF). Liegen die Ursachen der Schäden jedoch im Nachbarbesitz oder in Monokulturen, die zu einem Zeitpunkt angelegt wurden, als diese Art der Auspflanzung der zeitgemäßen forstlichen Bewirtschaftung entsprach, so können die Nutzungen als Kalamität im Sinne des EStG 1988 idgF, § 37, anerkannt werden.

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei der oben zitierten Einkommenssteuerrichtlinie um eine Interpretation des Einkommensteuergesetzes handelt. Die vier Faktoren historische Entwicklung, Judikatur (Präzedenzfälle), Gesetze und politische Interessen prägen die Ausgestaltung einer Richtlinie (SMOLKA, 2015). Der politische Einfluss offenbart sich in dem großen Interpretationsspielraum und in einer praxisfernen Formulierung. In Bezug auf die Klauseln *Ursache im Nachbarbesitz* und *zeitgemäß angelegte Monokulturen* ist Folgendes zu bedenken: Erstens sind Schälung durch Rotwild im Regelfall ein regionales Phänomen und schwer an einem einzelnen Betrieb zu fixieren (SMOLKA, 2015). In den Richtlinien sind weder quantitative noch qualitative Indikatoren beschrieben, an denen ein *überwiegend jagdliches Interesse* gemessen werden kann. Zweitens ist in der wissenschaftlichen Literatur an keiner Stelle angegeben, bis zu welchem Zeitpunkt die Anlage von Monokulturen als zeitgemäß anzusehen ist (SMOLKA, 2015). URBAN (2015) ist der Meinung, dass der Passus der *überwiegend jagdlichen Interessen* nur bei rotfaulen Beständen innerhalb eines Wintergatters und bei mehrjähriger Nichterfüllung des Abschussplanes anzuwenden sei. SMOLKA (2015) kommt zu folgendem Schluss: „*Wenn ein Geschädigter glaubhafte Argumente liefert und dabei von Privatsachverständigen unterstützt wird, hat er so gut wie gewonnen.*“ In Anbetracht einer von der Oberbehörde geforderten Erhöhung der Durchsatzraten an geprüften Betrieben und einer Verminderung des Verfahrensrisikos ist die Finanzbehörde dazu angehalten, ergebnisorientiert zu prüfen und keine Verfahren mit ungewissem Ausgang zu riskieren. (SMOLKA, 2015). Hinzu komme, dass bei Betriebsprüfungen forstlich wenig versierte Finanzbeamte Fachleuten von der Seite des Betriebes gegenüberstehen und daher häufig in der Argumentationssituation benachteiligt sind. Im Rahmen des Abschlussgespräches wird der beschriebene jagdwirtschaftliche Passus (EStR, 2000, 27.3.3.2/7336) jedoch als Argumentationshilfe verwendet, um in anderen Bereichen einen Interessensausgleich zwischen Forstbetrieb und Finanzamt zu erreichen (SMOLKA, 2015).

URBAN (2015) sieht im § 37 des EStG 1988 ein wichtiges Instrument für den Ausgleich des höheren Betriebsrisikos der forstlichen Produktion. SMOLKA (2015) hingegen ist der Meinung, dass es sich bei dieser Regelung um eine Besserstellung der Forstbetriebe handelt, da beispielsweise bei Obstbaubetrieben keine Progressionsermäßigungen im Falle eines Hagelschadens vorgesehen sind. Außerdem würden Kalamitäten bei den Forstbetrieben bereits jährlich auftreten und gehören somit zur *typischen Betriebsgefahr* (vgl. Definition Höhere Gewalt EStR 27.3.3.2). Zielführender wäre es, pauschal einen mehrjährigen Durchschnitt an Kalamitätserlösen anzusetzen als unklar formulierte Richtlinien im Zuge von Betriebsprüfungen zu exekutieren. Dieser Ansicht kann URBAN (2015) nicht zustimmen, da dies dem eigentlichen Gesetzessinn widerstrebe und es unfair gegenüber den Betrieben wäre, die in

bestimmten Jahren besonders stark von Kalamitäten heimgesucht werden. Auch für SEKOT (2015) ist der Vergleich mit einem Obstbaubetrieb nicht stichhaltig, sofern sich der Schaden auf die Ernte und nicht auf die Bäume per se bezieht. Die Regelung im Wald stelle einen pauschalen Ausgleich für den fehlenden Vermögensvergleich in Bezug auf das stehende Holz dar und versuche, die Besteuerung eines Aktivtauschs zu vermeiden.

8.3. Resümee der steuerlichen Aspekte

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sowohl die Verminderung des Einheitswertes als auch die Progressionsermäßigung nach § 37 EStG (1988 idgF) die Auswirkungen der Rotfäule auf das Betriebsergebnis dämpfen können. In Bezug auf das EStG stellt sich für den Waldeigentümer die Frage, ob für die Hälfte der Einkünfte infolge höherer Gewalt eine Übertragungsrücklage gemäß § 12 Abs 7 gebildet wird oder zur Gänze der Hälftesteuersatz nach § 37 beantragt wird. Die Entscheidung wird im Einzelfall über eine Modellrechnung getroffen werden und hängt unter anderem von den erzielten Einnahmen im Kalamitätsjahr, von den zu erwartenden Einkünften der nächsten beiden Jahre und vor allem von der Investitionsplanung ab. In der Praxis wird der § 12 (EStG, 1988 idgF) in Hinblick auf Waldnutzungen infolge höherer Gewalt selten angewandt. Das wäre jedoch vor allem dann vorteilhaft, wenn jedes Jahr Schadholz auftritt (URBAN, 2015). Einschränkend muss noch daran erinnert werden, dass die Bestimmungen des Einkommenssteuergesetzes nur für die Rechtsform der natürliche Person von Bedeutung sind. Privatstiftungen und Kapitalgesellschaften etwa unterliegen dem Körperschaftssteuergesetz (1988 idgF), das diese Instrumente nicht kennt. Dort behilft man sich insbesondere mit Rückstellungen.

Die Bedeutung detaillierter betrieblicher Informationssysteme erhellt sich, wenn es um die Erbringung des Nachweises eines berechtigten Anspruches der beschriebenen steuerlichen Begünstigungen geht. Ein ausführliches Operat, in welchem rotfaule Bestände ausgewiesen sind, dient als Nachweis für den ermäßigten Hektarsatz in der Einheitsbewertung. Dokumentationen im Materialbuch, die sogar den Nutzungsort bezeichnen, kommen nicht nur dem innerbetrieblichen Controlling zugute, sondern können im Falle eines Finanzverfahrens im Sinne der freien Beweiswürdigung eingebracht werden.

8.4. Exkurs zur land- und forstwirtschaftlichen Buchführung

Die Verordnung des Bundesministerium für Finanzen (BGBl Nr 51/1962 idgF, § 1) bestimmt, dass buchführende Land- und Forstwirte für steuerliche Zwecke eigene Verzeichnisse über die Grundstücke, den Anbau und die Ernte anzufertigen sowie ein Viehregister und ein Naturalienregister zu führen haben. Im § 2 (2) des BGBl Nr 51/1962 heißt es: „Aus dem Anbau- und Ernteverzeichnis muß sich ergeben, mit welchen Fruchtarten die selbstbewirtschafteten Flächen im abgelaufenen Wirtschaftsjahr bestellt waren und welche Mengenerträge sie gebracht haben“. Dem Anbauverzeichnis entspricht JÖBSTL (1995) zufolge im Forstbetrieb ein Verzeichnis über die Aufgliederung der Forstflächen nach Baumarten und Altersklassen. Dieses erübrigt sich, wenn ein Forsteinrichtungswerk vorhanden ist. Als Ernteverzeichnis dient im Forstbetrieb der Nachweis über den Holzeinschlag.

Im Hinblick auf die zitierte Rechtsvorschrift und auf die detaillierte Materialbuchführung, welche die entnommenen Holzmengen bis auf die Unterabteilung zurück dokumentiert, stellt sich die Frage, wie präzise die Herkunft des genutzten Holzes ex lege dokumentiert werden muss.

JÖBSTL (1995) nennt diesbezüglich den *Einschlagsort* und die *Nutzungsart* (zB Haupt-, Vor-, Nebennutzung, Windwurf, Schneebruch). URBAN (2016) ist der Ansicht, dass unter *Einschlagsort* die jeweilige Unterabteilung zu verstehen ist. Da in Bezug auf die räumliche Einteilung keine expliziten Rechtsvorschriften existieren, ist SEKOT (2016a) der Ansicht, dass der Begriff Unterabteilung arbiträr sei. Auch ein arrondiertes Revier oder eine reale BKL könne als Unterabteilung betrachtet werden. URBAN (2016) zufolge diene diese Rechtsvorschrift dazu, dem *Schwarzverkauf* von Holz vorzubeugen. Die Finanzbehörde könne – so die Theorie – anhand der in der jeweiligen Unterabteilung vorzufindenden frischen Stöcke, die Plausibilität der im *Ernteregister* dokumentierten Festmeter prüfen. Bei Betriebsprüfungen in der Praxis werde diese Art der Dokumentation jedoch nicht verlangt. So bestätigt zB das FINANZAMT JUDENBURG LIEZEN (2016), dass die Herkunft des Holzes nicht geprüft wird.

9. Konsequenzen der Rotfäule in Bezug auf Nachhaltigkeit und Ertragsregelung

Im Forstbetrieb existiert neben den rotfaulen Altholzbeständen der BKL B auch ein beträchtlicher Anteil an überalterten Beständen der BKL A. Dieser als *graue Turm* bezeichnete Altholzüberhang befindet sich zum einen im unerschlossenen Wirtschaftswald und zum anderen im ertragsarmen Schutzwald. Jagdpolitische Überlegungen führen zur Akkumulation großer Altholzreserven. Aus dem wildökologischen Blickwinkel betrachtet bieten diese vergreisten Bestände wertvollen Einstand für diverse Schalenwildarten sowie Schlaf- und Balzbäume für Rauhfußhühner. Aus ertragskundlicher Perspektive handelt es sich um Bestände, deren Nutzung zum ökonomisch optimalen Hiebszeitpunkt verabsäumt wurde. Dieser kann je nach Zielsetzung zum Zeitpunkt des höchsten Waldreinertrages oder bei noch positiver Kapitalertragsrate liegen. Die vergreisten Bestände haben die Phase des höchsten Waldreinertrages bereits überschritten und verlieren sogar laufend an Wert. Marginaler Holzzuwachs am Einzelbaum und Destruktion der Holzsubstanz durch Pilze führen zu einer stetigen Verminderung des monetären Abtriebswertes. Die zum Teil anfallenden starken Sortimenten bedingen zusätzlich Preisabschläge und Schwierigkeiten bei der Holzvermarktung. Diese dem höchstmöglichen Geldüberschuss entgegenstehenden Eigentümerziele (zB Risikominimierung, Nachhaltigkeitsstreben und Jagd) verringern die Zahlungsstromüberschüsse, sind jedoch als Rahmenbedingungen aufzufassen, wodurch der Handlungsspielraum für die Optimierung des Betriebserfolges begrenzt wird (JÖBSTL, 1973). In diesem Sinne bedeutet die mittelfristige Steuerung der Waldentwicklung die Koordinierung unterschiedlicher Interessen und die Erarbeitung gangbarer Lösungen, unter Beachtung realer Ausgangszustände und gesamtbetrieblicher Beschränkungen (GADOW, 2006). „*Das Optimum ist immer ein Kompromiss*“ (GADOW, 2006, 147).

Die nachfolgenden Abschnitte befassen sich mit der Behandlung solcher Bestände in der Ertragsregelung, welche die Kulmination des durchschnittlichen Wertzuwachses bereits überschritten haben. Dazu zählen sowohl rotfaule Bestände mit bereits fortgeschrittener Holzzersetzung der BKL B als auch überalterte Bestände der BKL A. Dabei werden Erwägungen in Bezug auf eine Verkürzung der Umtriebszeit für Bestände der BKL B getroffen und die mittel- bis langfristigen Auswirkungen eines drastischen Abbaus von Altholzbeständen diskutiert. Zum Abschluss wird die Zweckmäßigkeit der BKL B als Einheit der Ertragsregelung einer kritischen Analyse unterzogen.

9.1. Definition des Begriffes Ertragsregelung

„*Die Ertragsregelung bestimmt als Teil der komplexen Nachhaltsregelung den nachhaltigen Holzertrag nach Menge und Struktur*“ (KURTH, 1994, 407). Die Ertragsregelung erfüllt also eine Doppelfunktion, zum einen gilt es, die Höchstmengen an nachhaltig nutzbaren Holzpotenzialen aufzuzeigen, zum anderen auch Mindestmengen zur Erhaltung nachhaltiger Waldstrukturen zu bestimmen (MANTEL, 1959). Dieser Definition entsprechend ist die Wahrung der Nachhaltigkeit die inhärente Funktion der Ertragsregelung. Vorerst gilt es zu erwägen, was der teilweise inflationär verwendete Begriff der Nachhaltigkeit für einen wirtschaftlich ausgerichteten Forstbetrieb bedeuten kann bzw auf welche Weise rotfaule Bestände der BKL B sowie die Überalterung von Waldbeständen der BKL A die wirtschaftliche Nachhaltigkeit in Schieflage bringen.

9.2. Einfluss der Rotfäule auf die Nachhaltigkeit

RICHTER (1952, 32) definiert den Begriff Nachhaltigkeit als „*das Streben nach Dauer, Stetigkeit und Höchstmaß des Holzertragsvermögens.*“ Die negativen Effekte der Rotfäule auf die forstliche Nachhaltigkeit kommen bereits bei einer Gegenüberstellung der *Ergebnisse der Materialbuchauswertung* mit dem von RICHTER (1952) geforderten *Streben nach dem Höchstmaß des Holzertragsvermögens* zum Ausdruck.

RICHTER (1959, 10) postuliert für die oben zitierte Nachhaltigkeitsdefinition einen dynamischen Faktorenkomplex von zumindest vier Nachhaltigkeitsbedingungen:

- a) „*Erhaltung und Steigerung der Produktivität des Standortes [...]*“: Der Begriff Produktivität ist allgemein definiert als Verhältnis von Output-Menge zu Input-Menge.
Hochbejahrte und von pilzlichen Destruenten heimgesuchte Bestände produzieren pro Zeiteinheit weniger verwertbares Holz (Outputmenge) im Vergleich zu gesunden und vitalen Beständen. Die Produktivität (Output/Input) rotfauler und überalterter Bestände über eine Umtriebszeit gerechnet ist naturgemäß geringer. Die *Produktivität des Standortes* per se wird hingegen nicht verringert, es sei denn, dass beispielsweise der Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum* s. l.) durch die am Kahlschlag verbleibenden Stöcke auf die nächste Baumgeneration übertragen wird. Bei einer permanenten Kontamination des Bodens mit parasitischen Pilzen wäre die *Produktivität des Standortes* tatsächlich langfristig beeinträchtigt.
- b) „*[...] Streben nach dauernden Zuwachshöchstleistungen nach Masse und Güte [...]*“: Diese Bedingung bringt die explizite Forderung allein nach Massennachhaltigkeit zum Ausdruck. Die Sortimentnachhaltigkeit ist nur eine Vorstufe der Wertnachhaltigkeit und bezieht sich jedenfalls auf die physische Ebene. Von ergrauten und von Pilzen befallenen Beständen können jedoch keine *Zuwachshöchstleistungen* – weder nach *Masse* noch nach *Güte* – erzielt werden.
- c) „*[...] Herstellung einer optimalen Waldgefügeordnung [...]*“: Die Verkürzung der planmäßigen Produktionszeit sowie das erhöhte Kalamitätsrisiko rotfauler Bestände führen zu einer Störung der angestrebten Waldstrukturen. Große Komplexe überalterter Bestände verlangen nach einem raschen Fortschreiten der Hiebsfront. Gestörte Altersklassenstrukturen sind die Folge.
- d) „*[...] Herstellung einer optimalen Vorratshöhe und –gliederung nach Masse und Güte.*“ Die Bedingung der Herstellung einer optimalen *Güte des Vorrates* kann in Anbetracht des erhöhten Faserholzanteiles (vgl. *Materialbuchauswertung*) nicht erfüllt werden.

Mit Ausnahme der *Erhaltung der Produktivität des Standortes* kann also keine dieser Nachhaltigkeitsbedingungen von rotfaulen bzw von leistungsschwachen Altholzbeständen optimal erfüllt werden. In den weiteren Ausführungen werden rotfäulerelevante Aspekte der Massen- und Wertnachhaltigkeit diskutiert.

9.2.1. Gedanken zur Massennachhaltigkeit

Unter Massennachhaltigkeit ist die *Nachhaltigkeit der Holzerzeugung* zu verstehen. Im Zuge der periodischen Forstinventur werden das Volumen und der Zuwachs von Beständen bestimmt. In die Hiebsatzweiser fließen diese ertragskundlichen Größen als wesentliche Parameter ein. Diese *Massenweiser* ergeben Outputs in Vorratsfestmetern, die lediglich als Zwischenergebnisse anzusehen sind (WIRNSBERGER, 2011). Erst bei der Festlegung der effektiven Planungsgröße erfolgt die Umrechnung in Erntefestmeter (WIRNSBERGER, 2011). Wird nun für rotfaule Bestände der BKL B der gleiche Umrechnungsfaktor von Vorrats- in Erntefestmetern wie in der BKL A verwendet, werden die nachhaltig nutzbaren Erntemengen tendenziell überschätzt. Gleiches gilt für hochbejahrte Bestände der BKL A. Leistungsschwache Althölzer gefährden die Massennachhaltigkeit, da von Jahr zu Jahr weniger Zuwachs geleistet wird, wodurch auch die durchschnittliche Produktivität der Betriebsklasse abnimmt. Nach SPEIDEL (1957) ist der Zuwachs als Ausdruck der Leistung ein Sammelbegriff für den Massenzuwachs, Stärkenzuwachs, Qualitäts- und Wertzuwachs.

9.2.2. Gedanken zur Wertnachhaltigkeit

SEKOT (1991) bedauert, dass mit der Globalgröße Hiebsatz, die üblicherweise für jede Betriebsklasse nur in Vor- und Endnutzung strukturiert ist, lediglich einer wenig differenzierten Massennachhaltigkeit Rechnung getragen wird. Auch KÄTSCH (1998) richtet seine Kritik gegen die überwiegend naturale Ausrichtung der Forsteinrichtung, in der wertbezogene Gesichtspunkte weitgehend außer Acht gelassen werden. Die in Bezug auf erwerbswirtschaftliche Zielsetzungen bedeutendere Wertnachhaltigkeit erfordere eine Differenzierung nach kosten- und ertragsrelevanten Merkmalen (SEKOT, 1991). Dazu gehören die die Verwendbarkeit beeinflussenden, technologischen Parameter des Produkts, das Realisationsrisiko und alle Faktoren, die Holzernte- und Transportkosten bestimmen (SEKOT, 1991). SPEIDEL (1995) fordert in diesem Zusammenhang die Einführung von *Wertklassen*. Unter dem Begriff *Wertklasse* wird ein einheitlicher Gütemaßstab verstanden, der Qualitätsmerkmale wie zB Astigkeit, Geradschaftigkeit, Vollholzigkeit und Holzkrankheiten (zB Rotfäule) umfasst. Die einheitliche Gestaltung des Verfahrens ermögliche zwischenbetriebliche Vergleiche und schaffe die Grundlage für eine forstliche Budgetrechnung. Aus periodischen Vergleichen der Qualitätsermittlungen können Rückschlüsse auf die Wertnachhaltigkeit und den Wirtschaftserfolg gezogen werden.

Die Wertdifferenzen zwischen Beständen der BKL A und der BKL B werden durch die *Analyse des Materialbuches* quantifiziert. Der monetäre Holzertrag pro Festmeter ist in Beständen der BKL B bei der Endnutzung um ca 6% geringer als jener in der BKL A. Die Sortimentsstatistik der Materialbuchauswertung (vgl Tabelle 21 – Kahlhieb, VI. AKL, schlechte Bonitätsstufe) zeigt, dass dieselbe Dimension des Wertverlustes auch den terminalen Altholzbeständen der BKL A unterstellt werden kann. Um diese gering bis negativ verzinsten Holzvorräte abzubauen, bedarf es im Rahmen der mittelfristigen Planung einer expliziten Aufteilung der Nutzungsmengen auf die entsprechenden Betriebsklassen und innerhalb der Betriebsklassen einer Einteilung in Altersklassen, Bringungsklassen und Schadensklassen. Die Sicherung der Wertnachhaltigkeit erfordert in diesem Zusammenhang jedoch auch eine Berücksichtigung der aktuellen Holzpreise für die kurzfristige, operationale Nutzungsplanung. In Anbetracht der Schwankungen des Holzpreises erscheint nämlich eine Erlösdifferenz von 6% zwischen den Betriebsklassen von marginaler Bedeutung zu sein. Das Betriebsergebnis ist von der Unternehmensleitung jedoch nur dort beeinflussbar, wo steuernd eingegriffen werden kann. Flächenhafte Wertverluste durch Rotfäule sind vom einzelnen Forstbetrieb vermeidbar, Konjunkturschwankungen am Holzmarkt dagegen im Regelfall nicht.

So könnte es beispielsweise Strategie eines kostendeckend arbeitenden Forstbetriebes sein, in Zeiten guten Holzpreises aus den geringwertigen und in Zeiten schlechten Holzpreises aus den hochwertigen Beständen Holz zu mobilisieren. Damit wäre der Wertnachhaltigkeit im Sinne von RICHTER (1952) hinsichtlich der *Stetigkeit des Wirtschaftserfolges* Rechnung getragen. Vorweg müsste der Forstbetrieb,

eventuell auf Basis von Marktprognosen, definieren, ab welcher Höhe von einem guten Holzpreis gesprochen werden kann.

Nach RICHTER (1952, 31) ist *„Nachhaltigkeit ein allgemein-wirtschaftlicher Begriff, weil zu jedem wirtschaftlichen Handeln die überlegene Sorge um die künftige Bedarfsdeckung gehört. Erreiche ich wirtschaftliche Erfolge, dann sollen es keine Augenblicksgenüsse sein, sondern ich strebe nach einer Dauer, Stetigkeit, wenn möglich Steigerung des Wirtschaftserfolges.“*

Bei einem kostendeckend arbeitenden Forstbetrieb kann diese *Stetigkeit, Dauer und Steigerung des Wirtschaftserfolges* durch das beschriebene marktinverse Verhalten erreicht werden. In diesem Fall kann von einer *Nachhaltigkeit der monetären Holzerträge* gesprochen werden. Der Anspruch des Waldeigentümers an den Forstbetrieb lautet oftmals, laufende Erträge aus dem Holzgeschäft zu lukrieren und das Waldvermögen dauerhaft sicherzustellen (SEKOT, 2016). Diese Denkweise entspricht der forstlichen Nachhaltigkeit im ökonomischen Sinne. Eigentümer und Management besitzen eine *positive Waldgesinnung*. Darunter verstehen HOGEL et al (2008, 58) *„eine hohe ethische Einstellung, die forstwirtschaftliches Handeln als Tätigkeit frei von der Vorstellung einseitigen und ausschließlichen Gewinnstrebens anleitet und den Wald als einen unveräußerlichen Bestandteil unseres Daseins würdigt.“*

Für einen auf Gewinnmaximierung ausgerichteten Forstbetrieb würde sich ein rascher Abbau der Altholzreserven und der rotfaulen Bestände in Zeiten guten Holzpreises anbieten. Durch die Investition der lukrierten Holzerträge in rentablere Kapitalanlageformen (zB Immobilien) wären die Ansprüche der *betrieblichen Bedarfsdeckung* und der *Generierung von Einkommen* erfüllt. Der Wertnachhaltigkeit, im Sinne der *Steigerung des Wirtschaftserfolges*, wird bei dieser Strategie doppelt Rechnung getragen.

Erstens wird der *stehende Holzvorrat* bei bestem Preis verkauft und in ertragreicheres Anlagenvermögen (zB Immobilien oder Energieversorgungsanlagen) übergeführt. Zweitens ist in die Überlegungen miteinzubeziehen, dass die Betriebsfläche ein knapper Produktionsfaktor ist und die Produktivität auf dieser Fläche optimiert werden muss. Eine rasche Überführung der Altlasten (rotfaule und leistungsschwache Altholzbestände) in wuchskräftige und gesunde Bestände würde dem Modell des *Homo oeconomicus* entsprechen. Eine weitere Verzögerung dieser dringend anstehenden Nutzungen verursacht neben einem weiteren Güteverlust auch Opportunitätskosten im Sinne des in dieser Zeit nicht produzierten weißen Qualitätsholzes. In dieses Kalkül mit einzubeziehen ist jedoch, dass auf liquiditätsstarke Perioden des Altholzabbaus etwaige liquiditätsschwache Perioden, in denen geringen Holznutzungspotenzialen gegeben sind, folgen. Diese Ertragslücken werden durch Quersubventionierung, zB von den inzwischen entstandenen Kleinwasserkraftwerken, überbrückt.

Diese Form der Wirtschaftspolitik kann als *Nachhaltigkeit der Gelderträge* bezeichnet werden. Die Entscheidung, welche der zwei oben beschriebenen Strategien gewählt wird, ist eine Frage der Betriebsphilosophie wie auch des Betriebszweckes und bleibt als oberstes Werturteil dem Eigentümer überlassen.

Die Dokumentation der gewählten Vorgehensweise in Bezug auf diese Problembestände sollte jedoch in Form eines schriftlichen Strategiepapieres erfolgen, aus welchem hervorgeht, über welche Zeit und in welchem Ausmaß die Liquidation der Altholzreserven vorangetrieben wird. Eine derartige schriftliche Dokumentation erfüllt drei Zwecke. Sie sensibilisiert die Entscheidungsträger für das Problem leistungsschwacher Altholzbestände und durch die Unterschrift von Eigentümer und Management wird das Papier zur verbindlichen Unternehmensstrategie. Zudem hilft eine schriftliche Begründung der Strategie nachfolgenden Generationen, die Motivation hinter dem aktuellen Handeln zu verstehen.

9.3. Die Ertragsregelung in von Rotfäule betroffenen Beständen

Neben den ökonomischen Aspekten führen Bestände, die von Rotfäule betroffen sind, zu Schwierigkeiten bei der Forsteinrichtung und Ertragsregelung. Als Befundeinheit und somit als Basiseinheit für die Herleitung von Kennzahlen wird in den meisten Forstbetrieben die Betriebsklasse (BKL) verwendet (WIRNSBERGER, 2011). Definiert wird eine Betriebsklasse als rechnerische Zusammenfassung von Beständen zu einem Aggregat, für welches eine Umtriebszeit sowie eine Ertragsregelung vorgenommen wird (RICHTER, 1963). Charakteristisch für ein klassisches Betriebsklassenmodell ist, dass die Gesamtfläche dieser Befund- und Planungseinheit im Sinne der Nachhaltsregelung konstant gehalten wird (WIRNSBERGER, 2011). Daher kann es nicht zielführend sein, rotfaule Bestände in regulären Betriebsklassen zusammenzufassen, da dies eine nachhaltige Produktion von minderwertigem Holz unterstellen würde.

Es stellt sich die Frage der Behandlung geschädigter Bestände in Bezug auf die Stärke der Durchforstung und die Frage nach der Wahl der Umtriebszeit. Wie in Abbildung 6 (SAGL, 1995a, 253) dargestellt, erreicht ein geschädigter Bestand nicht den Wert eines gesunden. Der Wertzuwachs kulminiert früher.

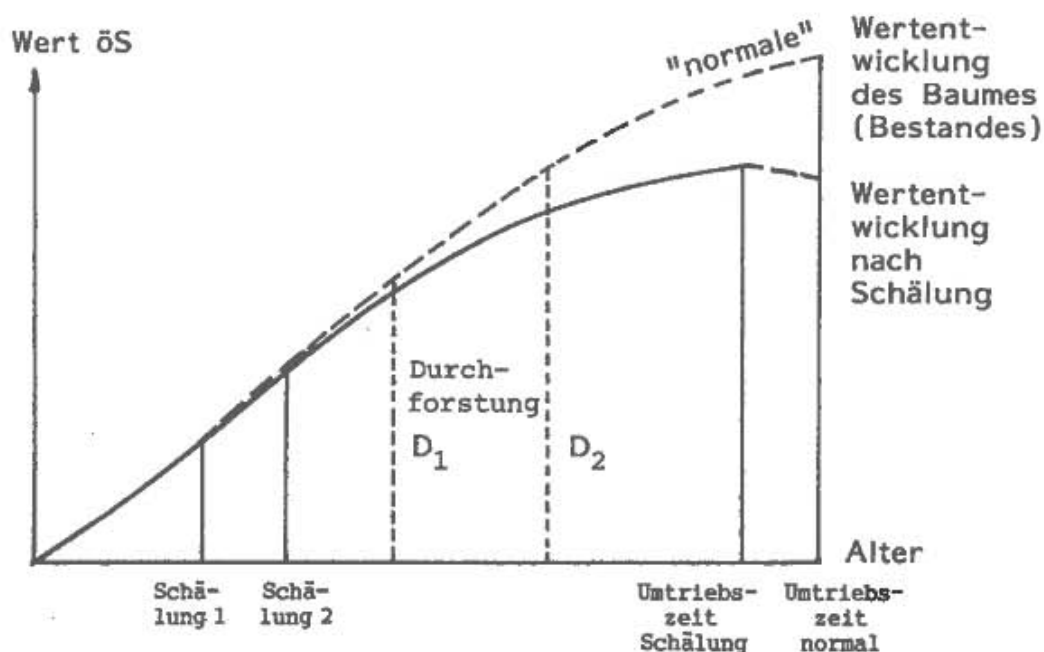


Abbildung 16: Wertentwicklung eines rotfaulen Bestandes im Vergleich zur Wertentwicklung eines gesunden Bestandes (SAGL, 1995a, 253).

JÖBSTL (1997, 40) hingegen kommt bei seinen Modellrechnungen zur Optimierung der Umtriebszeit von Fichtenbeständen zu der Auffassung „daß der maximale umtriebszeitbezogene Gesamtdeckungsbeitrag (DB_{GE}) bei geschälten Beständen tendenziell später als bei ungeschälten Beständen erreicht wird.“ Ausschlaggebend für dieses konträre Ergebnis ist einerseits die Tatsache, dass kein erhöhtes Ausfallrisiko in der Modellierung berücksichtigt wird und dass die verwendete Rotfäulewachstumsfunktion einen relativ langsamen Fäulnisfortschritt unterstellt. Ein weiterer interessanter Aspekt dieser Studie ist die Bonitätsabhängigkeit des Faulholzanteiles, der sich bei der Ertragsklasse 5 bis zum Alter 100 vergrößert und im Alter von 150 Jahren deutlich über jenem von 50 liegt. Bei der Ertragsklasse 14 hingegen wächst der Faulholzanteil nur bis zum Alter von 80 Jahren und liegt im Alter von 150 unter jenem vom Alter 50. Kurz zusammengefasst wächst der Faulholzanteil bei niedriger Ertragsklasse rascher als der Holzzuwachs und umgekehrt.

Ist ein Bestand zu 100% geschält, so erreicht dieser in der Ertragsklasse 14 nur etwa 85% des maximalen Gesamtdeckungsbeitrages eines ungeschälten Vergleichsbestandes. Dramatischer sieht die Lage bei der Ertragsklasse 5 aus. Hier wird die optimale Umtriebszeit im Alter von 150 Jahren noch nicht erreicht und der maximale Gesamtdeckungsbeitrag einer vollständig geschälten Betriebsklasse beträgt in diesem Alter nur noch 10% des maximalen Gesamtdeckungsbeitrages der gesunden Vergleichsbetriebsklasse (JÖBSTL, 1997).

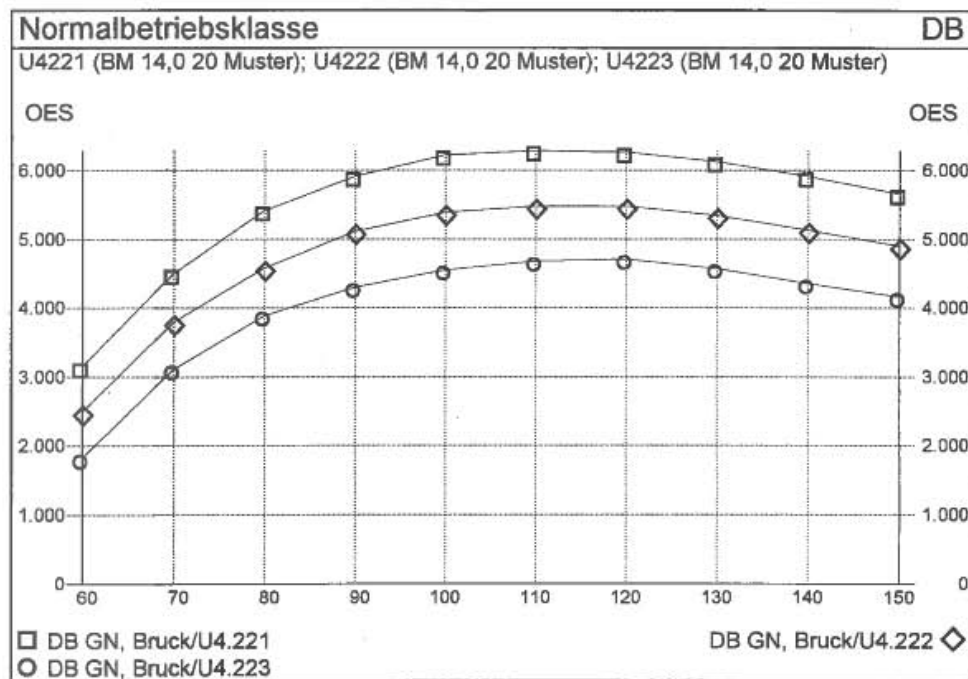


Abbildung 17: Entwicklung des Gesamtdeckungsbeitrages pro Jahr und Hektar über der Umtriebszeit. Ertragstafel Fichte-Bruck; Ertragsklasse 14; Schälgrad = 0%, 50% und 100%. Die Verschiebung der Umtriebszeit liegt im Bereich von maximal 10 Jahren, wobei der DB_{GE} bei einem Umtrieb im Alter von 100 Jahren 99% und im Alter von 120 Jahren überdies 99,7 % der optimalen Umtriebszeit von 110 Jahren erreicht (JÖBSTL, 1997, 41).

Von Rotfäule betroffene Bestände werden meist zu einer sogenannten fliegenden Betriebsklasse zusammengefasst. Mit Ausnahme der Modellrechnungen von JÖBSTL (1997) können in der Literatur verschiedene Vorschläge zur Verkürzung der Umtriebszeit gefunden werden. GERKE (1980) konnte bei seinen Recherchen in der Literatur Angaben über die Verkürzung auf 70 (KYNAST, 1977) und zwischen 80 und 120 Jahre (BEISEL, 1972), also höchst widersprüchliche Aussagen, finden.

Die Firma Umweltdata senkt das planmäßige Nutzungsalter für Bestände, die nicht mehr „gesunddurchforstet“ werden können, um 10 – 15 Prozent (BRONNER, 2015). Da die Umtriebszeit in den meisten Formelweisern Eingang findet, wird implizit unterstellt, auch die nächste Baumgeneration mit einer kürzeren Umtriebszeit zu bewirtschaften (BRONNER, 2015). Zu den Auswirkungen einer Umtriebszeitverkürzung zählen unter anderem ein vorübergehend höherer Hiebsatz durch die entstehende Kluft zwischen Normalvorrat und Realvorrat. Diese Erhöhung tritt nicht ein, wenn bereits vorher mit differenzierten Umtriebszeiten eine BKL B nachhaltig geplant wurde.

9.4. Die Umtriebszeit

SEKOT (1993, 215) definiert die Umtriebszeit als „*die in Jahren angegebene, mittlere, planmäßige Produktionsdauer innerhalb einer Betriebsklasse*“. Die Umtriebszeit kann als die zentrale Größe der Ertragsregelung bezeichnet werden, da sie wesentlichen Einfluss auf das Referenzmodell und dessen *normale Strukturverhältnisse* hat (WIRNSBERGER, 2011). Zur begrifflichen Trennung wird in dieser Arbeit der Begriff *Umtriebszeit* nur noch in Verbindung mit Betriebsklassen verwendet. Geht es um Betrachtungen auf Ebene des einzelnen Bestandes, soll der Begriff *planmäßiges Nutzungsalter* Verwendung finden.

Charakteristisch für ein Betriebsklassenmodell ist, dass die Gesamtfläche dieser Befund- und Planungseinheit im Sinne der Nachhaltsregelung konstant gehalten wird (WIRNSBERGER, 2011). Die zwei fundamentalen Prämissen des Normalwaldmodelles sind daher Konstanz von Fläche und Umtriebszeit.

9.4.1. Effekte der Umtriebszeitverkürzung

Zwei Effekte, ein temporärer und ein permanenter, lösen die aus einer Umtriebszeitverkürzung resultierende, rechnerische Erhöhung des Hiebsatzes aus:

1. Ein höherer Vorrat im Wald (Realvorrat) als der sich aus dem Referenzmodell ergebende Zielvorrat (Normalvorrat) bewirkt vorübergehend eine Steigerung des Hiebsatzes, welcher die Bestandesvorräte senkt. Dieser temporäre Effekt hält so lange an, bis das Vorratsniveau der Betriebsklasse jenem des Referenzmodelles (zB dem Normalwald) entspricht. Der Ausgleichzeitraum, innerhalb dessen sich der reale Vorrat und der normale Vorrat annähern sollen, bestimmt Ausmaß und Dauer der Hiebsatzsteigerung.
2. Eine dauerhafte Hiebsatzsteigerung resultiert aus einer Annäherung der Umtriebszeiten an den Kulminationspunkt des durchschnittlichen Gesamtzuwachses (DGZ_{max}) (vgl. Abbildung 1). Ob dieser permanente Effekt tatsächlich und in welcher Dimension wirksam wird, hängt – neben der Baumart, dem Alter und der Bonität - von den bisher vom Betrieb gewählten Hiebsreifekriterien und von den daraus für die Betriebsklasse abgeleiteten Umtriebszeiten ab.

Anzumerken ist hierbei, dass die Hiebsreife eines Bestandes wegen der unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeiten der Bäume keinesfalls auf einen Zeitpunkt sondern lediglich auf eine Zeitspanne von mehreren Jahrzehnten um einen mittleren Zeitraum festgelegt werden kann (KURTH, 1994). In diesem Zusammenhang formulierte BLANCKMEISTER (1956, 120) treffend: „*Die Hiebsreife des Bestandes ist eine Fiktion und sein Hiebsreifealter ein waldfremder Zeitbegriff [...]. Das Bestandesalter versagt hier als Maßstab zur Beurteilung der Hiebsreife.*“

SEKOT (2003) beschreibt sechs Kalküle zur Bestimmung der optimalen mittleren Produktionsdauer je nach angestrebtem Betriebsziel für eine Betriebsklasse. Für das Verständnis und die Veranschaulichung des permanenten Effekts sind insbesondere die drei folgenden Kalküle paradigmatisch.

- a) Das Optimierungskriterium des **maximalen durchschnittlichen Gesamtzuwachses (DGZ_{max})** verfolgt das Ziel der Maximierung des nachhaltigen, naturalen Holzertrages (WIPPERMANN, 2004). Die **Umtriebszeit dieser höchsten Massenleistung** wird zum Zeitpunkt der Kulmination des DGZ erreicht und lässt sich baumarten- und bonitätsspezifisch aus Ertragstafeln ableiten. Der jeweilige DGZ ist der Quotient von der erreichten Gesamtwuchsleistung (Vorrat des verbleibenden Bestandes zuzüglich der Vornutzungsmengen) dividiert durch das Bestandesalter. Die Kulmination des DGZs liegt

genau dort, wo die Kurve des laufenden Zuwachs die Funktion des DGZs, des mittleren jährlichen Zuwachs, schneidet (KURTH, 1994).

- b) Die **Umtriebszeit der maximalen Waldrente bzw des maximalen Wertertrags** lukriert den absolut höchsten Geldertrag. Diese Strategie wird in der Fachliteratur als *Waldreinertragslehre* bezeichnet. Die Berechnung erfolgt nach folgender Formel:
- $$\frac{[A_u + \Sigma D - (c + u \cdot v)]}{u} \rightarrow \text{Max} \quad (\text{SEKOT, 1993, 216}).$$
- Sie entspricht der Rente aus Boden- und Bestandeswerten nach der Formel $0,0p_i * (B + H_m)$ (SEKOT, 1993, 216)³. Dabei sind:

A_u... erntekostenfreier Abtriebsertrag je ha im Alter u
ΣD... Summe der Deckungsbeiträge aller Durchforstungen
c... Kulturkosten je ha
v... jährliche Verwaltungskosten
u... Umtriebszeit
B... Bodenwert (€/ha)
H_m... mittlere Bestandeswert der Betriebsklasse in €/ha
p_i... Zinsfuß

Nach Einsetzen der Werte für die höheren Holzpreise und die geringeren Holzerntekosten für starken Dimensionen und für die geringeren Kulturkosten durch die längere Produktionsdauer ergeben sich im Vergleich zu a) längere Umtriebszeiten (vgl Abbildung 18, Punkt b) (KURTH, 1994).

- c) Die **Umtriebszeit der maximalen Bodenrente bzw des maximalen Bodenreinertrages** berechnet sich nach der Formel:

$$\frac{[A_u + \Sigma D - (c + u \cdot v) - (0,0p_k * \Sigma H_m)]}{u} \rightarrow \text{Max} \quad (\text{SEKOT, 1993, 217}).$$

Dabei ist:

ΣH_m... Summe aller Bestandeswerte der Betriebsklasse

Diese Darstellung entspricht der Verzinsung des Bodenwertes nach der Formel: $0,0p_i * B$ (SEKOT, 1993, 217). Die Bodenreinertragslehre strebt an durch möglichst niedrig gehaltene Vorräte ein hohes Massenzuwachsprozent und einen hohen Bodenreinertrag zu erzielen. (BLANCKMEISTER, 1957).

Bei der Berechnung der Umtriebszeit des maximalen Bodenreinertrages werden die Zinsen für das im Holzvorrat gebundene Kapital als wesentlicher Teil der Bewirtschaftungskosten betrachtet (SEKOT, 2014a). Aufgrund der mit steigender Umtriebszeit progressiv anwachsenden Zinsen für das im Holzvorrat gebundene Kapital (SEKOT, 1993) sinken bei Anwendung dieser Formel die sonst gebräuchlichen Umtriebszeiten erheblich (MÖHRING, 1994). Die Verfechter der Bodenreinertragslehre verwendeten $p_k = 3\%$ (SPEIDEL, 1972).

³ In den Formeln zur Berechnung der Umtriebszeit des maximalen Bodenreinertrages und des maximalen Waldreinertrages wird die alte, mathematisch nicht korrekte, forstliche Schreibweise für Zinsfaktoren verwendet ($0,0p_i = \frac{p_i}{100}$). Dasselbe gilt für $0,0p_k$.

DEEGEN (1997) nennt als Determinanten der optimalen Umtriebszeit den Kalkulationszinssatz als bedeutendsten Faktor, außerdem die Auszahlung für die Walderneuerung und die Nettoeinzahlungen (Nettoerlöse) aus der Durchforstung und Endnutzung. Mit steigendem Kalkulationszinssatz und Erhöhung der Nettoeinzahlungen für Durchforstung und Endnutzung verringert sich die optimale Umtriebszeit. Hingegen führt eine Erhöhung der Auszahlungen für die Walderneuerung zu einer Verlängerung der optimalen Umtriebszeit (vgl. Abbildung 18, Punkt c).

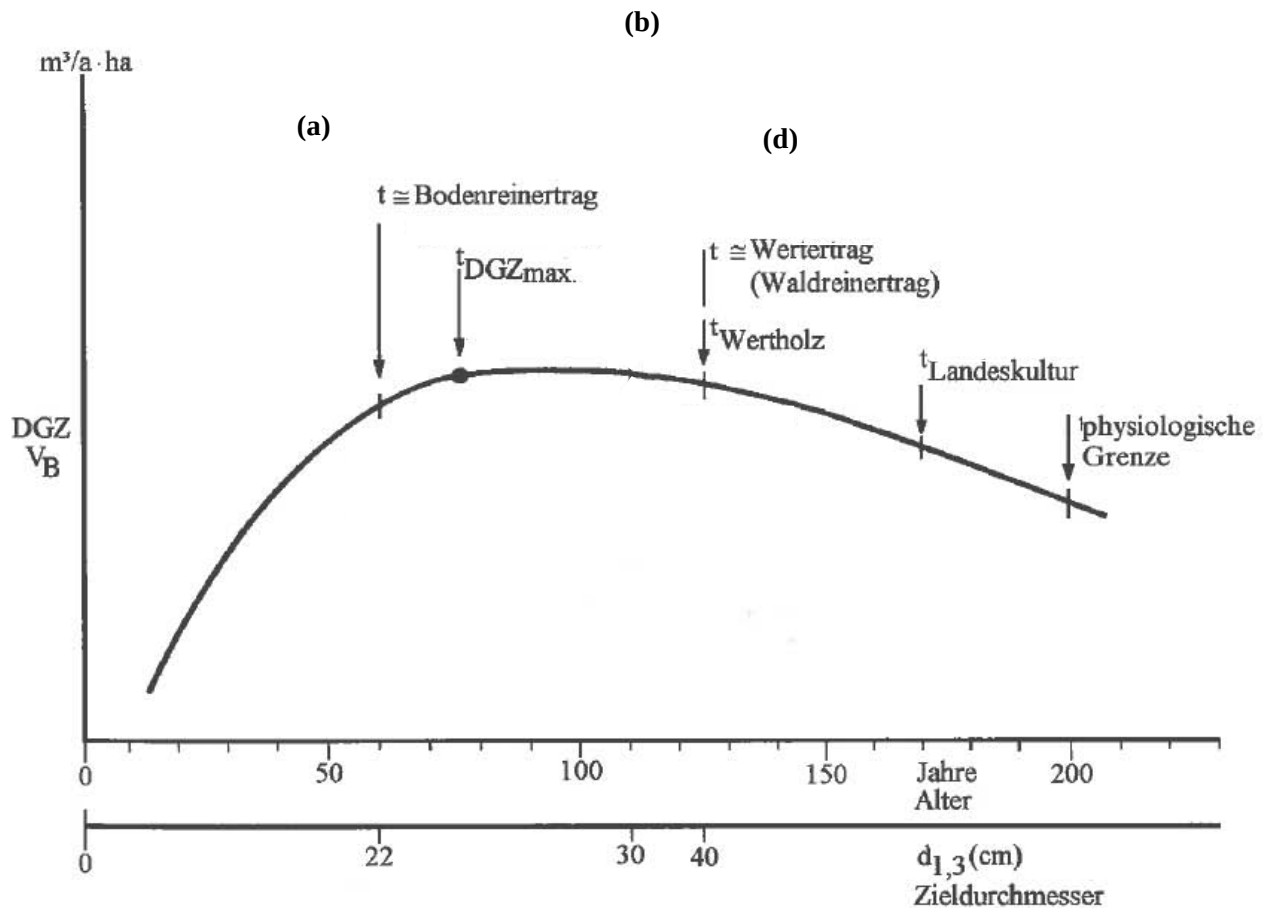


Abbildung 18: Gegenüberstellung verschiedener Hiebsreifekriterien für Waldbestände, verändert (KURTH, 1994, 169)

Die reale Struktur der Betriebsklasse muss bei der Festlegung der optimalen Umtriebszeit berücksichtigt werden. Hierbei kommen der komplexen Verknüpfung von Alters- und Bonitätsstruktur sowie der Bestockungsdichte entscheidende Bedeutung zu (KURTH, 1994).

Mitteuropäische Forstbetriebe orientieren sich laut KURTH (1994) an der Hiebsreife des höchsten Wertertrages (Waldreinertragslehre). In unerschlossenen, schwer zu bewirtschaftenden Steilhanglagen tendiere man wegen des hohen Aufwandes zu längerer Produktionsdauer, indessen man kürzere Produktionsdauer für einfache Geländebedingungen und hochproduktive Standorte bevorzuge.

In Nordeuropa und Großbritannien setze man die Hiebsreife nach jeweils höchster Verzinsung an (Bodenreinertragslehre). Niedrige Umtriebszeiten werden nach SPEIDEL (1972) auch in Plantagebetrieben und in fremdfinanzierten Betrieben von Großinvestoren beobachtet. In diesen Fällen sind die Prioritäten eine höhere Rentabilität und niedrigere Wiedergewinnungszeit.

Erfolgt die Herleitung der Umtriebszeit für eine gesunde, zB nicht von Rotfäule betroffene Fläche einer Betriebsklasse auf Basis des *höchsten Wertertrages* (Waldreinertrages) und wird diese zB aufgrund von Rotfäule in den Bereich der Umtriebszeit der maximalen Massenleistung (DGZ_{max}) abgesenkt, so reagieren die naturalen Weiser mit einer Erhöhung des Hiebsatzes. Bei einer weiteren Verkürzung der

Umtriebszeit in den Bereich des maximalen Bodenreinertrages und darunter verringert sich der durchschnittliche Gesamtzuwachs und dadurch die nachhaltig nutzbaren Holzmengen.

SPEIDEL (1972) warnt ebenfalls das größere Risiko einer verkürzten Umtriebszeit nicht zu übersehen und KURTH (1994, 198) erkennt: „*Je länger die Umtriebszeit, desto höher ist der Betriebsklassenvorrat [...] und [...]desto ausgeglichener verteilt sich der Betriebsklassenvorrat auf die Altersstufen.*“ Betriebsklassen, die mit kürzeren Umtriebszeiten bewirtschaftet werden, sind in Bezug auf Risikofaktoren wie zB Sturm und Schneebruch höher gefährdeter. Bei Ausfall einer Altersstufe auf Grund eines Schadereignisses wird der Vorrat der Betriebsklasse sowohl in Bezug auf Höhe als auch Struktur erheblich und langfristig beeinträchtigt. Der sich bei längeren Umtriebszeiten aufbauende Vorratsspolster bietet also eine Sicherheitsfunktion.

Exkurs: Die **Hiebsreife höchster landeskultureller Leistungsfähigkeit** (vgl Abbildung 18, Punkt d) befindet sich meist in der Nähe der physiologischen Grenze, um einen hohen Anteil an Altholz und einen geringen Anteil landeskulturell geringwertiger Stangenhölzer zu erreichen (KURTH, 1994). In Forstbetrieben mit jagdlichem Schwerpunkt kann ein hohes Maß an wildökologisch interessanten Beständen durch Festlegung dieses Hiebsreifekriteriums erhalten werden (vgl dazu Kapitel 9.6. *Sonderbetriebsklasse*).

9.4.2. Das Umtriebszeitdilemma

An dieser Stelle werden die Erwägungen der Fa *Umweltdata* hinsichtlich der Verkürzung der planmäßigen Nutzungsalters geschälter Bestände (vgl Problemstellung) einer genaueren Betrachtung unterzogen.

Der Widerspruch zwischen der normativen Definition des Begriffes Umtriebszeit und den Erwägungen von BRONNER (2015) (vgl Problemstellung) ist rasch zu erkennen. Tatsächlich senkt die Firma *Umweltdata* für lädierte Bestände nicht die Umtriebszeit im Sinne der Forsteinrichtung, sondern verlegt den Zeitpunkt der Hiebsreife nach vorne. Bestände, die unter unterschiedlichsten Umweltbedingungen (zB Standort, Höhenlage, Wildeinfluss) erwachsen, erreichen keinesfalls zeitgleich ihren optimalen Nutzungszeitpunkt. Die Umtriebszeit für die Betriebsklasse errechnet sich aus dem gewichteten Mittel der *planmäßigen Nutzungsalter*. Lediglich im Modell des Normalwaldes kongruiert die Umtriebszeit mit den Produktionszeiträumen jedes einzelnen Bestandes. Aus investitionstheoretischer Sicht stellt die Umtriebszeit die optimale Nutzungsdauer einer Investition dar (MRUSEK & GÖTZE, 2006). Diese optimale Nutzungsdauer ist - so die Annahme - in Beständen der BKL B früher erreicht als in Beständen der BKL A.

Wenn nun das *planmäßige Nutzungsalter* für lädierte Bestände innerhalb einer Betriebsklasse gesenkt wird, dann sinkt bei gleichbleibendem *planmäßigen Nutzungsalter* der gesunden Bestände notwendigerweise die Umtriebszeit der gesamten Betriebsklasse. Die Weiserformeln reagieren durch das Auseinanderklaffen von Normalvorrat und Realvorrat mit einem höheren Hiebsatz. Ein gestörtes Altersklassenverhältnis ist die Folge. Das Streben nach einer ausgeglichenen Altersklassenstruktur oder eines sonstigen Normalverhältnisses während einer über die Umtriebszeit hinausgehenden Zeitdauer, begründet JÖBSTL (1973) folgendermaßen „*Folgen von heutigen Investitionsaktivitäten, deren direkte Ergebnisse erst nach einem Zeitraum von U Jahren anfallen, können sich bereits im Ergebnis der laufenden Periode niederschlagen. Ein später eintretender Erfolg kann zum Teil durch Nutzung des Produktionsmittels Holzvorrat in die Planungsperiode vorgetragen werden, ohne die substantielle Leistungsfähigkeit des Betriebes zu schmälern.*“

Die Entscheidung über die Verkürzung der *planmäßigen Produktionszeit* stellt damit ein *Trade-off* zwischen dem Ziel der Wertnachhaltigkeit und dem Streben nach ausgeglichenen Altersklassenstrukturen dar. Für den Abbau rotfauler und leistungsschwacher Bestände benötigt man einen geeigneten *Ausgleichszeitraum*, um einen Kompromiss zwischen diesen konträren Zielsetzungen zu erzielen.

9.4.3. Die Bedeutung des Ausgleichszeitraumes

Wenn ein Betrieb Bestände, die von Rotfäule betroffen sind (BKL B), und Überhänge an leistungsschwachen Althölzern abbauen will, dann stellt sich die Frage, über welchen Zeitraum dieser Abbau erfolgen soll.

Der in den deduktiven Formelweisern einfließende Ausgleichszeitraum wird dazu verwendet, die Struktur der realen Betriebsklasse an den angestrebten Idealzustand zumindest partiell anzupassen. Nach SEKOT (1993) ist der Ausgleichszeitraum umso länger anzusetzen

- *„je unregelmäßiger die Struktur der Betriebsklasse ist*
- *je größer die auszugleichende Abweichung von IST und SOLL ist*
- *je kleiner die Zuwachsleistung der Betriebsklasse ist*
- *je länger die Umtriebszeit ist.“*

Des weiteren seien bei der Festlegung des Ausgleichszeitraumes Fragen der Verjüngung, des Geldbedarfs und der naturalen Reservehaltung zu berücksichtigen. Bei einer zu großen Abweichung des Ist-Zustandes vom Soll-Zustand ist es widersinnig, einen Ausgleich innerhalb einer zehnjährigen Planungsperiode herbeizuführen. Die Festlegung des Ausgleichszeitraumes erfolgt grundsätzlich gutachterlich. Es darf keinesfalls auf eine nachvollziehbare Begründung und Dokumentation, nach welchen Kriterien der Ausgleichszeitraum festgelegt wurde, verzichtet werden.

Wenn der Abbau innerhalb von 20 Jahren (Altersklassenbreite) vor sich geht, wird aus dem ehemals *grauen Altholzturm* ein *gelber Turm* von Kahlflächen bzw Kulturen. Diese Altholzreserven befinden sich meist in Hochlagen, in denen biotische (zB Schneeschimmel, Wildeinfluss, Konkurrenzvegetation) und abiotische (zB Schneeschub, sandige Podsole, extreme Witterungen) Faktoren die Wiederbewaldung gefährden. In diesem Zusammenhang ist auch darauf hinzuweisen, dass auf ertragsreiche Perioden des Altholzabbaus Perioden erhöhten waldbaulichen Aufwandes (Aufforstung, Nachbesserung, Rüsselkäferprävention, Verbissschutz, Kulturpflege etc) folgen.

9.4.4. Abweichung der faktischen Produktionsdauer von der planmäßigen Umtriebszeit

Die Umtriebszeit als *planmäßige mittlere Produktionsdauer innerhalb einer Betriebsklasse* entspricht zumeist nicht der tatsächlichen *mittleren Produktionsdauer der einzelnen Bestände*. Dafür sind folgende Gründe ausschlaggebend:

Sich häufende Kalamitätseignisse führen zu Zwangsnutzungen von noch nicht hiebsreifen Beständen. Deduktive Formelweiser basieren auf dem Normalwaldmodell und lassen das Produktionsrisiko unberücksichtigt. Ein anderer Grund für die frühe Nutzung eines Bestandes kann eine vorübergehende Nachfrage nach schwächeren Sortimenten am Holzmarkt sein. Die Liquidierung jüngerer Bestände aufgrund einer wirtschaftlichen Zwangslage kann ebenfalls zu einer verkürzten Produktionsdauer führen. Diese drei Nutzungsentscheidungen sind nicht langfristig geplant sondern jeweils situationsbedingt getroffen. Die Vorsteuergröße Umtriebszeit kann beibehalten werden, da man sich von den eigentlich anzustrebenden und daher langfristig aufrechtzuerhaltenden Zielstrukturen lediglich vorübergehend entfernt. Die ursprüngliche Planung der Waldentwicklung bleibt aufrecht.

Inventur – Planung – Kontrolle bilden laut SAGL (1995b) keinen Kreislauf, sondern sind vielmehr als Spirale zu verstehen, da sich inhaltlich, insbesondere unter dem Einfluss wechselnder Akteure, Zielbezogenheit, Methoden und Informationsgehalt verändern. In der Zeit eines Fichtenumtriebes zB haben innerhalb einer Waldgeneration zumindest drei Entscheidungsträger (zB Betriebsleiter) die Möglichkeit, Justierungen an der Steuergröße Umtriebszeit vorzunehmen. Allein aus diesem Grund scheint es unrealistisch zu sein, über Generationen hinweg eine *konstante Umtriebszeit* als fundamentale Modellprämisse des Normalwaldes anzunehmen.

Die Vorstellung einer zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr modifizierbaren Produktfestlegung über eine Umtriebszeit ist laut SEKOT (1992) auch in Bezug auf die Starkholzproblematik nicht realitätskonform. Es muss möglich sein, die jeweilige planmäßige Produktionsdauer – im gewichteten Mittel der Betriebsklasse somit auch die Umtriebszeit – an geänderte Rahmenbedingungen am Holzmarkt anzupassen. Im Falle einer Änderung der Situation am Holzmarkt ist zu prüfen, welche Kriterien für die Festlegung der Umtriebszeit herangezogen wurden und ob diese Kriterien noch den Ansprüchen der aktuellen Forstwirtschaft entsprechen. Zudem können Ambitionen zur Senkung des Betriebsrisikos eine Reduktion der Umtriebszeit zur Folge haben. Darüber hinaus ist bekannt, dass Bestände aufgrund von Stickstoffeinträgen, höheren CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre, der Verlängerung der Vegetationsperiode und aufgrund moderner Waldbaukonzepte (niedrige Ausgangsstammzahlen, frühe und starke Hochdurchforstung) rascher wachsen. Die gewünschten Sortimentsdimensionen werden früher erreicht. Es ist zudem zu hinterfragen, ob die Angabe einer mittleren, planmäßigen Produktionsdauer bei der immer größer werdenden Bedeutung von Naturverjüngungsverfahren, bei denen die Endnutzung nicht durch einen Eingriff sondern in zwei oder drei Etappen erfolgt, sinnvoll und zielführend ist.

Langfristige Änderungen des Nachfrageverhaltens der Abnehmer (vgl Starkholzproblematik), Maßnahmen des Risikomanagements (zB Verkürzung der Produktionszeiträume) und verbesserte Waldwachstumsbedingungen (zB infolge von Hochdurchforstungen, Nährstoffeinträgen und der Klimaveränderung) müssen also in der Ertragsregelung berücksichtigt werden und erfordern unter der Annahme, dass es sich um permanente Veränderungen handelt, eine Variation der Plangröße Umtriebszeit.

Da idealistische Waldbauprogramme, welche die Bestandesentwicklung „von der Wiege bis zur Bahre“ (GADOW, 2005, 469) beschreiben, oft realitätsfern sind, scheint die Modellvorstellung langfristig konstanter Umtriebszeiten und damit starrer Referenzmodelle für die Ertragsregelung nicht praxisgerecht zu sein. Eine prinzipielle Alternative bieten die *adaptive Forsteinrichtung* und das *Mehrpfadprinzip* nach

GADOW. Unter Forsteinrichtung versteht GADOW (2005, 471) den „mittel- und langfristigen Entwurf der Waldentwicklung“. Seine *Mehrpfad-Theorie* orientiert sich am „Zwang des Vorhandenen“ (GADOW, 2006a, 10) und besagt, dass für jeden Bestand unterschiedliche, aber oft gleichwertige Entwicklungspfade existieren (GADOW, 2005), welche je nach Wahl sowohl Ziele für den Einzelbestand als auch für den Gesamtbetrieb optimal erfüllen. Bei einer reinen Einzelbestandsplanung bleiben zumeist gesamtbetriebliche Aspekte wie zB Vorratsaufbau oder der Abbau nicht markttauglicher Holzreserven unberücksichtigt; hingegen führt die auf die Betriebsebene beschränkte Betrachtungsweise zu Flexibilitätsverlusten und in weiterer Folge zu finanziellen Einbußen. Die Realisierung des *Mehrpfad-Konzeptes* erfordert die Einbeziehung der Aspekte Baumwachstum, mögliche Schadereignisse und eingriffsbedingte Änderungen der Bestände (GADOW, 2005). Dies erfolgt idR über entsprechende Waldwachstumsmodelle. Zudem müssen mögliche Pfade aus den präzisierten Zielen und Präferenzen des Betriebes generiert werden. Das Prinzip der *Mehrpfad-Theorie* veranschaulicht GADOW (2006) anhand eines einfachen Schemas (Abbildung 19). Für alle drei Bestände A, B und C eines Forstbetriebes ist zum Zeitpunkt t_0 der Holzvorrat (V) bestimmt. Für die Bestände A und C sind jeweils zwei Pfade und für den Bestand B sind drei Pfade vorgegeben. Im Beispiel (Abb 19) ergeben sich $2 \cdot 3 \cdot 2 = 12$ mögliche Entwicklungen des Gesamtbetriebes. Ist als Betriebsziel der Abbau von Altholzvorräten definiert, dann wird – wie aus Abb 19 ersichtlich – in den Beständen A und C jeweils der zweite Pfad und im Bestand B der dritte Pfad gewählt. Wird hingegen eine möglichst hohe Vorratshaltung zum Zeitpunkt t_1 angestrebt, so wird in allen drei Beständen jeweils der erste Pfad gewählt.

Die Periode zwischen t_0 und t_1 bildet das *Zeitfenster*, innerhalb dessen eine einigermaßen sichere Prognose der künftigen Entwicklungen möglich scheint (GADOW, 2006a). Für den Beginn t_0 sind jeweils reale Zustandsdaten vorhanden (GADOW, 2006a). Der Zeitpunkt t_1 wird durch die Vorhersagbarkeit zukünftiger Ereignisse festgelegt (GADOW, 2006a). Aufgrund der Gegebenheit, dass keine langfristigen Konzepte umgesetzt werden, sondern nur ein definiertes *Zeitfenster* betrachtet wird, können Abweichungen von der Planung im Zuge des nächsten Planungszyklus in Form neuer Pfade berücksichtigt werden (WIRNSBERGER, 2011).

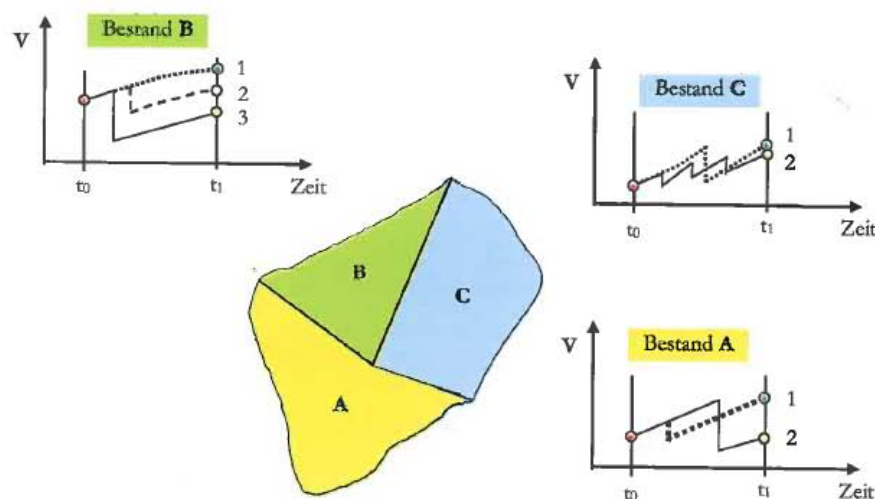


Abbildung 19: Schematische Darstellung zur Erläuterung der Mehrpfadtheorie (GADOW, 2006, 38).

Das Konzept der adaptiven Planung nach GADOW eignet sich auch für Betriebsklassen (SEKOT, 2016a). Für jede Betriebsklasse gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Entwicklung in Bezug auf Vorrats-, Zuwachs-, Alters- und Qualitätsstrukturen sowie ggf auch bzgl der Flächengröße (vgl BKL B). Neben diesen nachhaltigen Strukturzielen auf Ebene der Betriebsklasse sind übergeordnete gesamtbetriebliche Ziele bei der Auswahl der Entwicklungspfade zu berücksichtigen; in erster Linie sind dies die Sicherung der Liquidität des Betriebes und die Erwirtschaftung eines definierten Einkommens für den Waldeigentümer. Zur Erreichung dieser Ziele wird ein *betriebswirtschaftlicher Hiebsatz* festgelegt, dessen Höhe unter anderem davon abhängt, in welchen Betriebsklassen (A oder B) vorwiegend genutzt wird. Auf Ebene der Betriebsklasse hingegen gilt es, die nachhaltigen Waldstrukturen zu verbessern. Es wird also festgelegt, in welche Richtung sich die Struktur einer Betriebsklasse entwickeln soll. Dazu bieten das Normalwaldmodell und die darauf beruhenden Hiebsatzweiser eine Referenz, welche jedoch nicht als konkretes Ziel interpretiert werden darf (SEKOT, 2016a). Nachjustierungen hinsichtlich der Größe der BKL und der durchschnittlichen planmäßigen Produktionsdauer sollen – dem Prinzip der adaptiven Forsteinrichtung entsprechend – möglich sein, allerdings verbunden mit expliziten, strategischen Überlegungen (SEKOT, 2016a). Im Sinne des *Mehrpfadprinzips* ist sodann die optimale Pfadkombination in den Betriebsklassen zu wählen, welche sowohl das gesamtbetriebliche monetäre Ziel (Liquidität und Einkommen) als auch die Strukturziele der BKLs optimal erfüllt. Diese Pfadkombination hat wieder nur für ein definiertes *Zeitfenster* Gültigkeit.

SEKOT (2016a) merkt an, dass bei der Festlegung langfristiger Strukturziele, bei strategischer Betriebsplanung der Mittelweg zwischen starren, über die Zeit hinweg nicht realitätskonformen Zielvorstellungen einerseits und einem sich mittelfristig manifestierenden *Zick-Zack-Kurs* andererseits zu finden sei.

9.5. Die Paradoxie der Betriebsklasse B und deren Berechtigung

Den Begriff Betriebsklasse definiert SPEIDEL (1972, 98) als „*die rechnerische Zusammenfassung von Beständen eines Forstbetriebes zu einer Einheit, in welcher eine nachhaltige Bewirtschaftung angestrebt sowie ein gemeinsamer Hiebsatz festgesetzt und kontrolliert wird.*“ Nach SEKOT (1993, 193) umfasst die Betriebsklasse „*eine Mehrzahl von Beständen, die nach **gemeinsamen waldbaulichen Grundsätzen** bewirtschaftet werden und insbesondere einer **gemeinsamen Ertragsregelung** unterliegen.*“ Hinsichtlich dieser Definitionen ist die Sinnhaftigkeit einer eigenen Betriebsklasse B - für rotfaule Bestände – zu hinterfragen.

Da Flächen der BKL B in die BKL A und umgekehrt übergehen, wird die Modellprämisse der konstanten Fläche in keiner der beiden Betriebsklassen erreicht. Nur wenn die Bestände der BKL B in der nächsten Baumgeneration erneut an Rotfäule erkranken (zB aufgrund ihrer prädestinierten Lagen in der Nähe von Rotwildfütterungen), können die Verhältnisse des Normalwaldes unterstellt werden, da dann in der BKL A und der BKL B die Flächen gleichbleibend sind.

Im Sinne der Ertragsregelung erscheint die Ausscheidung von Beständen der BKL A in eine BKL B als kontraproduktiv, da Betriebsklassen primäre, forstbetriebliche Planungseinheiten bilden deren Ziel es sicherlich nicht sein kann rotfaules Holz nachhaltig zu produzieren. Man denkt ja auch nicht daran, die vergreisten Altholzbestände der BKL A in eine eigene Betriebsklasse zusammenzufassen. Sowohl bei den rotfaulen als auch bei den überalterten Beständen handelt es sich um Altlasten, die abgebaut werden müssen. Eine Betriebsklasse hingegen ist im Kontext der Ertragsregelung eine Nachhaltseinheit, die eine konstante Flächengröße aufweist. Zweifellos wird auf bestimmten Flächen nach erfolgtem Abtrieb der rotfaulen Bestände und erfolgter Neubegründung wieder braunes Holz produziert und dennoch bedarf es keiner eigenen Betriebsklasse dieser Bestände. SEKOT (2014c) relativiert, dass die Nachhaltigkeit zwar für die Betriebsklassen ein Leitmotiv darstellt, es jedoch durchaus sinnvoll sein kann, aufbauende bzw abbauende Betriebsklassen zu bilden.

Ein weiterer, wesentlicher Kritikpunkt an der Konstituierung einer BKL B ist die Tatsache, dass nicht alle Bestandesalter in ihr vertreten sein können. Da ein Bestand erst der BKL B zugewiesen wird, sobald mehr als 50% der Bäume Rindenverletzungen aufweisen, fehlen zumindest Teile der I. Altersklasse. Eine Betriebsklasse als *Nachhaltsregelungseinheit* (SPEIDEL, 1972) müsste jedoch alle Altersklassen umfassen.

Zweckmäßig hingegen erscheint die Einrichtung einer BKL B als *waldbauliche Einheit* von Beständen, die nach gemeinsamen waldbaulichen Grundsätzen bewirtschaftet werden. Die lädierten Bestände der BKL B erfordern eine gesonderte waldbauliche Behandlung in Bezug auf das Durchforstungsregime, die Hiebsreifeüberlegungen und die Verjüngungsstrategien. Bei Durchforstungen in rotfaulen Beständen wird mit erhöhter Eingriffsstärke vorgegangen, um das gewünschte Hiebsreifekriterium früher zu erreichen. Die daraus resultierenden erhöhten Vornutzungsmengen müssen bei der Herleitung eines waldbaulichen Hiebsatzes berücksichtigt werden. Relevante Informationen lassen sich auch für die Holzvermarktung ableiten. Eine verstärkte Nutzung in der BKL B erhöht den Industrieholzanteil.

Aufgrund des früheren effektiven Nutzungsalters und der verminderten Bestandesstabilität rotfauler Bestände wird häufig der Kunstverjüngung gegenüber der Naturverjüngung der Vorrang gegeben. Der erhöhte Bedarf an Forstpflanzen für die nächsten Jahre kann zeitgerecht an den entsprechenden Forstgarten kommuniziert werden, sobald verstärkt Endnutzungen in der BKL B geplant sind. Die Differenzierung in Planungseinheiten der BKL A und der BKL B ist somit für den Waldbau durchaus sinnvoll.

9.5.1. Betriebsklasse Wirtschaftswald

Aufgrund dieser Erwägungen könnten die BKL A und die BKL B durchaus zu einer *Betriebsklasse Wirtschaftswald* zusammengefasst werden. Rotfaule Bestände würden in diesem Fall zwar mit einem geringeren *planmäßigen Nutzungsalter* bewirtschaftet werden, die Umtriebszeit als durchschnittliche Plangröße für die Ertragsregelung könnte jedoch für die gesamte Betriebsklasse konstant gehalten werden. Beispielsweise wäre es möglich, einen früheren Nutzungszeitpunkt des rotfaulen Bestandes durch eine etwas längere *planmäßige Nutzungsdauer* eines gesunden Bestandes auszugleichen. Dieser wird dann zB anstatt zu einem Zeitpunkt steigender Kapitalertragsraten zum Zeitpunkt des maximalen Waldreinertrages geerntet. In Summe dient dann immer noch die *mittlere, planmäßige Produktionsdauer* als Richtschnur. In Anbetracht der bereits oben diskutierten Diskrepanzen zwischen der faktischen Produktionsdauer und der planmäßigen Umtriebszeit erscheint eine eigene Ertragsregelung für rotfaule Bestände obsolet zu sein. Vielmehr wäre es notwendig, dass in der Umsetzung der konkreten Nutzungspolitik der Abbau dieser Bestände vorangetrieben wird, anders als bei überalterten Beständen, die dem Jagdbetrieb dienen. Im Gegensatz zu Beständen der BKL B wird bei diesen wildökologisch interessanten Beständen bewusst auf eine Optimierung der Holzproduktion verzichtet.

9.6. Sonderbetriebsklasse

In jagdstrategisch ausgerichteten Betrieben wird ein ausreichendes Angebot an lichten Altholzbeständen als Lebensraum für das Wild benötigt. Dieses bedarf einer gesonderten Ertragsregelung, welcher mit einer der drei folgenden Strategien Rechnung getragen werden kann:

1. Insbesondere geringwüchsige, unerschlossene Bestände, deren Erschließung nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zu gewährleisten ist, werden – räumlich getrennt vom Wirtschaftswald - der Ertragsregelung entnommen und der *natürlichen Sukzession* überlassen. Hierbei sind geringwüchsige Hochlagenbestände, in denen schütterere Rottenstrukturen vorherrschen, zu bevorzugen. Verjüngungshemmende, sandige Podsole, dichte Vaccinium-Teppiche, Schneeschimmelpilze und klimatische Extreme sorgen für die Erhaltung von lichten Strukturen über sämtliche Entwicklungsphasen des Bestandes hinweg. Verjüngung stellt sich lediglich auf klimatisch begünstigten Kleinstandorten und auf Totholz ein und nicht durch Ernte. Querfällungen jedoch können zur Einleitung von Kadaververjüngung die Überführung in ein lichtetes Dauerwaldsystem ermöglichen. Das Ausmaß an Verjüngungsdynamik ist für das Gelingen dieses Konzeptes entscheidend. Flächendeckender Jungwuchs würde dem Ziel der Erhaltung lichter Altholzbestände widersprechen, ein Ausbleiben der Verjüngung hingegen zum vollkommenen Zusammenbruch des Bestandes mit hohen Folgekosten für eine Hochlagenaufforstung führen.

Einkünfte generieren sich bei dieser Variante aus dem Jagdertrag und aus dem Vertragsnaturschutz, zB wegen eines Generhaltungsbestandes.

2. Eine andere Möglichkeit ist die Einrichtung einer *Sonderbetriebsklasse*, welche ebenfalls eine räumliche Trennung der Bewirtschaftungsziele (Segregation) vorsieht. Im Unterschied zur herkömmlichen Betriebsklasse *Wirtschaftswald* werden hier bestimmte Flächen mit einer deutlich längeren Umtriebszeit bis in eine länger andauernde Phase eines lichten Altholzbestandes mit üppiger Bodenvegetation belassen. Im Gegensatz zu der unter 1. angeführten Option erfolgt eine Ernte, worauf ein andernorts gelegener Bestand derselben Betriebsklasse die wildökologische Funktion übernimmt. Die einzelnen Bestände gehören generationsübergreifend jeweils dieser *Sonderbetriebsklasse* an. Abweichend von Beständen der BKL B, in der die Verkürzung der Umtriebszeit diskutiert wird, strebt man bei der Sonderbetriebsklasse die Verlängerung der Umtriebszeit an, ohne jedoch auf einen gewissen Holzertrag – zusätzlich zum Jagdertrag – zu verzichten.

Wie bei Variante 1. der Segregation müssen auch bei dieser Option Jagddruck, Fütterung etc entsprechend räumlich differenziert werden. Während im Wirtschaftswald ein erhöhter Jagddruck zB durch Schwerpunktbejagungen und Riegeljagden herrscht, beschränkt man sich in Beständen der *Sonderbetriebsklasse* auf den Abschuss starker Trophäenträger. Fütterung und Salzausbringung erfolgen ausschließlich in den der Jagd gewidmeten Beständen. Dessen ungeachtet wird sich der Lebensraum des Wildes auf die Gesamtfläche erstrecken.

Welche Flächen die Charakteristik einer Sonderbetriebsklasse erfüllen und in einem Habitat als Einheit wildökologischer Raumplanung und Bewirtschaftung wünschenswert erscheinen, ist im Vorfeld aus jagdlicher und wildökologischer Sicht zu beurteilen (SEKOT, 2016a).

3. Das Konzept des *Zielwaldes* hingegen beruht auf einem abgestimmten, gemeinsamen Verfolgen mehrerer Ziele auf der Gesamtfläche, der Integration (SEKOT, 2016a). Ein *Zielwald* ist ein Wald „mit komplexer Erfüllung aller Nachhaltigkeitsbedingungen“ (KURTH, 1994, 346). Er dient als Planungsinstrument der Mehrzweck-Forstwirtschaft im Sinne einer zielgerichteten Reproduktion aller funktionalen Forstressourcen wie zB der Jagd oder der Erholung (DELTUVAS, 1992). Das

Modell des Zielwaldes basiert auf dem Modell des Normalwaldes und entwickelt dieses weiter (DELTUVAS, 1992). Nach SEKOT (1993) unterscheidet sich das Konzept des Zielwaldes von jenem der Normalbetriebsklasse durch unterschiedliche altersspezifische Übergangswahrscheinlichkeiten ($p \leq 1$). Von jeder Altersklasse wächst nur ein gewisser Prozentsatz der Fläche in die nächste Altersklasse ein. Die übrige Fläche wird calamitätsbedingt oder planmäßig genutzt und wieder verjüngt. Im Gegensatz zur deterministischen Prämisse des Normalwaldmodelles, dass alle Altersstufen vollständig in die jeweils nächst höhere Altersstufe einwachsen ($p=1$), können im Zielwaldmodell sowohl das *Produktionsrisiko* als auch die *Streuung des Endnutzungsalters* berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 32). Diesem Ziel der Differenzierung des Endnutzungsalters, dh gewisse Flächen der Terminalphase- und Zerfallsphase vorzubehalten, kommt entscheidende Bedeutung zu. Dadurch lässt sich eine nachhaltige Altersstruktur der Betriebsklasse als Referenz für die Ertragsregelung darstellen, bei der auch ein gewünschtes Maß an hohen Altersklassen vorhanden ist (SEKOT, 2016a).

Das Zielwaldmodell sieht für den Großteil der Fläche einer Betriebsklasse einen planmäßigen Nutzungsschwerpunkt im Alter der Hiebsreife im Sinne der erwerbswirtschaftlichen Holzproduktion vor und für einen geringen Anteil der Gesamtfläche ein wesentlich höheres Alter ohne dem Erfordernis einer räumlichen Trennung beider Nutzungsschwerpunkte. Die Flächenanteile in den einzelnen Altersklassen können durch Festlegung der Übergangswahrscheinlichkeit bestimmt werden. Auf diese Art und Weise kann ein gewisser Teil der Betriebsfläche dem Produktionsziel Jagd gewidmet werden. Hierbei können langfristig jeweils unterschiedliche Flächen beansprucht werden.

Altersklasse	I	II	III	IV	V	Σ
Fläche (t=0)	24,00	23,00	21,00	17,00	15,00	100,00
Übergangs-%	0,98	0,95	0,90	0,80	0,0	
Fläche (t=20)	22,13	23,52	21,85	18,90	13,60	100,00
Fläche (t= ∞)	22,63	22,17	21,07	18,96	15,17	100,00
EN-Fläche	0,46	1,10	2,11	3,79	15,17	22,63
ideal-Fläche	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	100,00
EN-ideal	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00

Tabelle 33: Exemplarische Rechnung bei einer Betriebsklasse mit 100 ha Zielwald (SEKOT, 1993, 227)

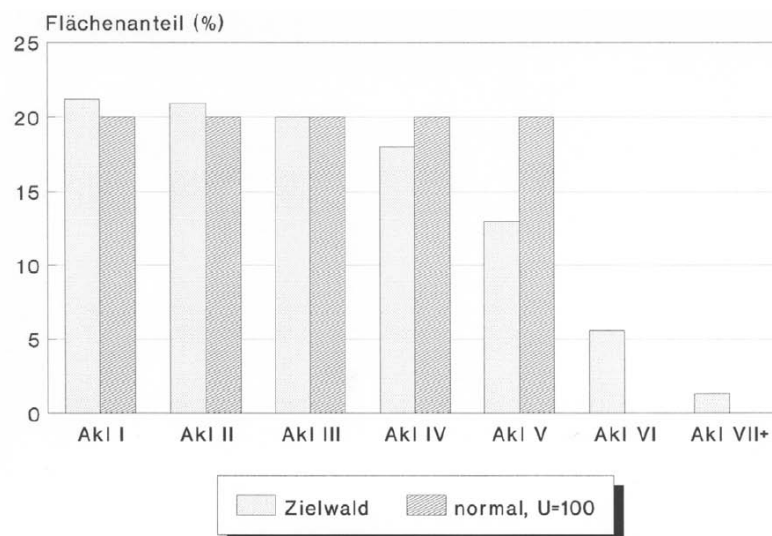


Abbildung 20: Altersstruktur von Ziel- und Normalwald (SEKOT, 1993, 230)

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Die ersten beiden Konzepte sind durch permanente räumliche Trennung der Produktionsschwerpunkte Jagd und Holz gekennzeichnet (Segregation). Die dritte Option hingegen vereinigt mehrere Betriebsziele auf der Gesamtfläche (Integration). Ob nun Segregation oder Integration von Jagdbetrieb und Holzwirtschaft vorzuziehen ist bzw speziell welche Form der Segregation, hängt von mehreren Faktoren ab, wie dem Stellenwert der Forsteinrichtung für das Management, dem Betriebsziel, der Gesamtwaldfläche, der Flächenproduktivität, dem Aufschließungsgrad, den Vertragsnaturschutzoptionen, der aktuellen Habitatqualität und nicht zuletzt der Art der jagdlichen Nutzung auf der Gesamtfläche (zB der Verpachtung hochwertiger Kerngebiete).

9.7. Alternative Konzepte zur Ertragsregelung in von Rotfäule betroffenen Beständen

Bereits KÄTSCH (1998) richtet seine zentrale Kritik gegen die starren Verfahren der Forsteinrichtung mit deren fixen, meist 10-jährigen Planungszeitraum und ihrer einseitigen naturalen Ausrichtung. Gilt es, die Auswirkungen eines großflächigen Abbaus leistungsschwacher Bestände abzuschätzen, reicht ein 10-jähriger Planungszeitraum nicht aus. Ebenso wenig hilfreich ist dabei eine rein naturale Betrachtung des Problems. Ziel einer innovativen Forstwirtschaft muss es daher sein, sich von starren Instrumenten der Ertragsregelung zu entkoppeln und alternative Wege zu bestreiten. In diesem Abschnitt werden zwei dieser alternativen Instrumente der Ertragsregelung vorgestellt.

9.7.1. Konzept der Leistungsstufen als Basiseinheiten der Ertragsregelung

Modellbeschreibung

In dem von SEKOT (2010) vorgestellten Modell der dynamischen Ertragsregelung werden die Betriebsklassen (als stabile Nachhaltseinheiten mit unterstellter Konstanz der Umtriebszeit) von Leistungsklassen einer Baumart abgelöst. Da die Umtriebszeit die wichtigste Einflussgröße für aus dem Normalwaldmodell abgeleitete, nachhaltige Zielstrukturen ist, sind für die Ertragsregelung möglichst homogene Basiseinheiten anzustreben. Dem Homogenitätsanspruch wird dieses Konzept der dynamischen Ertragsregelung jedenfalls gerecht. Für jede Leistungsklasse - als neue Basiseinheit der Ertragsregelung - wird eine spezifische Umtriebszeit festgelegt (SEKOT, 2010). SEKOT (2010) bezeichnete diesen Vorstoß auch als eine Erweiterung des Ansatzes der *Umtriebsgruppen*, die bei der österreichischen Bundesforste (ÖBF AG) zur Anwendung kommen. Die Umtriebszeit ist im Schema der ÖBF AG nicht mehr als einheitliche Hauptkennzahl der Betriebsklasse definiert (SEKOT, 2010). Das Konzept dieser Basiseinheit ist für Zu-, Ab- und Übergänge offen. Da in diesem Modell (2010) zwischen Normal- und Schadbetrieb differenziert werden kann, wird dem Umstand, dass die produzierten Holzmengen in der Ertragsregelung nur als Vorsteuergröße zu betrachten sind und dem holzerntekostenfreien Erlös die größere Bedeutung zukommt, Rechnung getragen. Der Grad der Differenzierung sowohl in Bezug auf die Baumartengruppen als auch hinsichtlich der Leistungsstufen ist auf die jeweilige betriebliche Situation abzustimmen. Die Abbildung 21 zeigt die Grundstruktur des Modelles am Beispiel von fünf Hauptbaumarten und drei Baumartengruppen für sporadisch vorkommende Mischbaumarten.

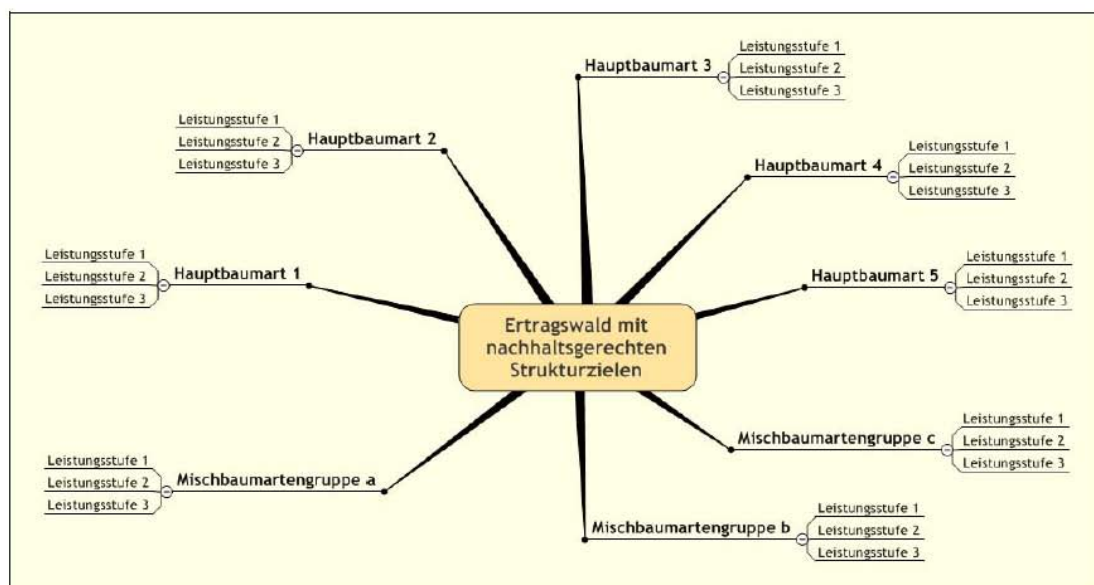


Abbildung 21: Grundstruktur des Modells der Leistungsstufen (SEKOT, 2014b, 2).

Die Zuordnung einer Baumart auf Ebene des Bestandes oder des Probepunktes zu einer Leistungseinheit ist standörtlich bedingt und bleibt daher auch über das Bestandesleben hinweg für Folgegenerationen erhalten. In Bezug auf die Schadklassen ist festzuhalten, dass sich Qualitätsmerkmale grundsätzlich nicht als Gliederungskriterien für Nachhaltseinheiten eignen. Denn einerseits kann durch frische Rückeschäden, Steinschlagschäden oder die Schältätigkeit des Wildes die Zuordnung von Beständen zur Schadensbetriebsklasse wechseln. Andererseits können Durchforstungseingriffe ebenfalls einen modifizierenden Effekt ausüben, sodass der Bestand wieder dem Normalbetrieb zugeordnet werden kann. Nichtsdestotrotz ist bei flächenhaftem Rotfäulebefall die Einrichtung einer sogenannten *Schadensbetriebsklasse* aus zwei Gründen in Betracht zu ziehen. Erstens wird für diese Bestände meist eine geringere *planmäßige Produktionsdauer* aufgrund des erhöhten Produktionsrisikos und der geringeren Wertleistung festgelegt. Zweitens sind qualitative Aspekte bei der Priorisierung der Nutzungen zu beachten. Zudem erfordern Durchforstungsmaßnahmen eine erhöhte Eingriffsintensität. In Abbildung 22 ist eine modifizierte Gliederung der Basiseinheiten am Beispiel der Baumart Fichte dargestellt.

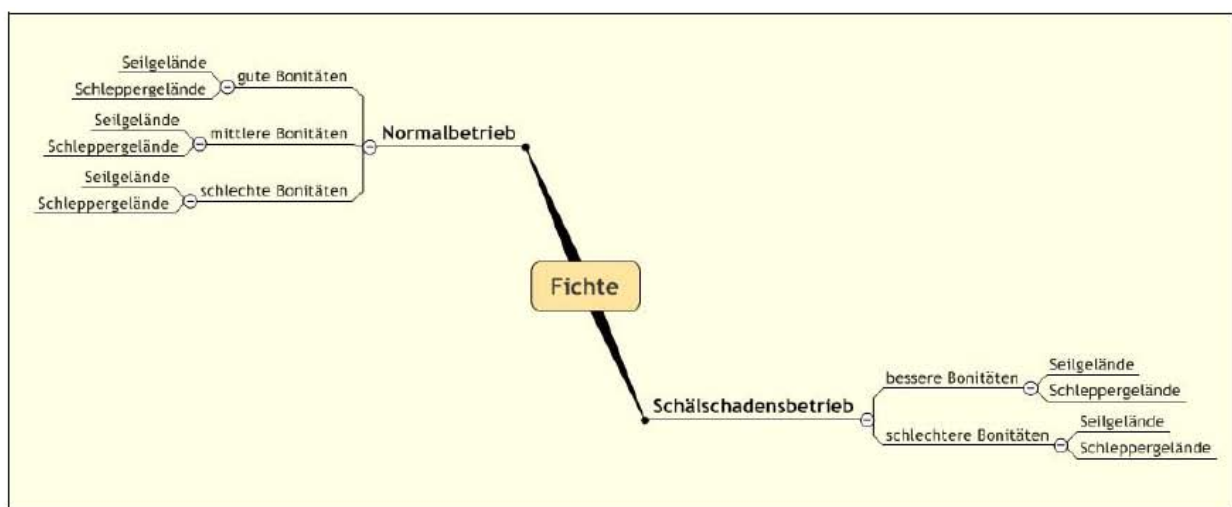


Abbildung 22: modifizierte Basiseinheit in Normalbetrieb und Schälschadensbetrieb (SEKOT, 2014b, 4)

Abbildung 23 illustriert die Offenheit des Systems der Basiseinheiten für Zu- Ab- und Übergänge und die gute Eignung des Systems für die Ertragsregelung der von Rotfäule betroffenen Bestände.

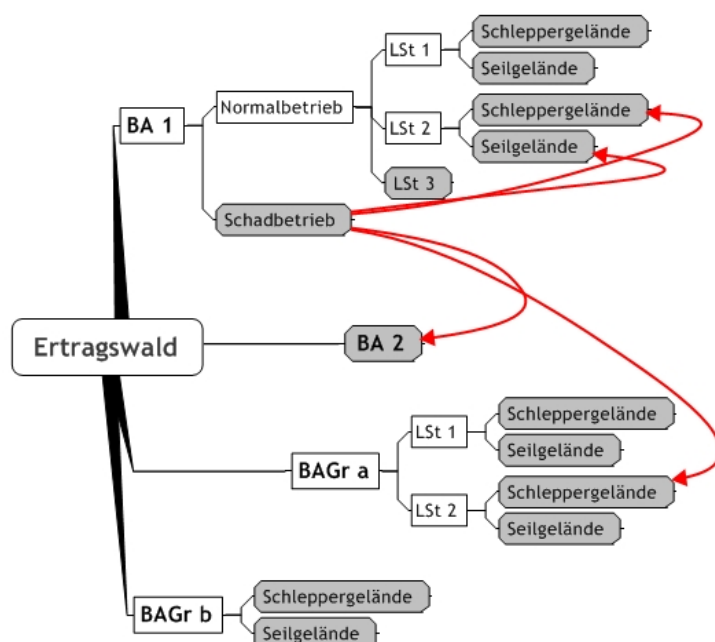


Abbildung 23: Beispiel für ein System betrieblicher Basiseinheiten (schattiert) mit planmäßigen Übergängen [BA = Baumart, BAGr = Baumartengruppe, LSt = Leistungsstufe]. (SEKOT, 2010, 6)

Beurteilung des Konzeptes in Bezug zur Problemstellung

Die einzelnen Leistungsstufen einer Baumart können als *Mini-Betriebsklassen* höchsten Homogenitätsgrades betrachtet werden. Für die Ertragsregelung hinsichtlich rotfauler Bestände bietet das System der Leistungsklassen den Vorteil, dass es für Zu- Ab- und Übergänge durchgängig ist. Das Axiom der Flächenkonstanz wird bewusst aufgegeben, um die notwendige Flexibilität in Bezug auf die Ertragsregelung solcher Bestände zu schaffen. Eine Verkürzung der Umtriebszeit der Schadensklasse trägt zu einem raschen Abbau derselben bei. Da es sich um abzubauenen Altlasten handelt, sollte langfristig nur noch eine stabile Leistungsklasse auszuweisen sein.

9.7.2. Dynamische Nutzungspotenzialanalyse

Um die Auswirkungen verschiedener Strategien beim Abbau solcher Bestände zu prognostizieren, bietet die Firma *Umwelddata* die vorausschauende Modellierung mittels dynamischer Nutzungspotenzialanalyse (DNPA) an. Mithilfe dieses Werkzeuges können Effekte diverser Nutzungsstrategien auf das Altersklassenverhältnis bis zu 50 Jahre im Voraus abgeschätzt werden. Auch die Folgen einer Reduktion des *planmäßigen Nutzungsalters* für rotfaule Bestände lassen sich modellieren. Raumplanerische und forstrechtliche Restriktionen wie zB die Einhaltung der Hiebsrichtung und maximale Kahlhiebsgrößen finden in diesem Modell keine Berücksichtigung. Mithilfe der DNPA wird eine vorhandene Ressource auf eine definierte Zeitspanne aufgeteilt. Die Durchforstungsbestände können dabei unberücksichtigt bleiben. Es erfolgt eine ausschließliche Betrachtung der älteren Altersklassen.

Mithilfe dieses Instrumentes können Strategien entwickelt werden, wie unter Berücksichtigung der nachhaltigen Altersstrukturentwicklung der Abbau rotfauler Altlasten auf die Zukunft verteilt werden kann. Dabei wird bei den bestehenden Altholzreserven eine Teilung in vorratsreiche Altholzbestände in Gunstlagen, vorratsarme Altholzbestände in den Hochlagen und rotfaule Altholzbestände der BKL B vorgenommen. Auch die Verjüngungsfreudigkeit des Bodens wird betrachtet. Die DNPA könnte auch als Weiterentwicklung der Massenteilungsverfahren verstanden werden.

Massenteilungsverfahren

Die Ertragsregelung von Revieren mit leistungsschwachen Altholzbeständen kann alternativ zur dynamischen Nutzungspotenzialanalyse auch über einfache Massenteilungsverfahren erfolgen. Bei diesen Verfahren wird der Vorrat (Masse) auf die Umtriebszeit oder auf Teile davon aufgeteilt. Einzelne dieser Ansätze berücksichtigen auch noch den in dieser Zeit geleisteten Zuwachs mit. Beispielsweise beschränkt sich die Massenteilung nach HUFNAGEL auf die altersmäßig über der halben Umtriebszeit ($U/2$) liegenden Bestände (SEKOT, 1993). Eingangsgrößen in diesem Berechnungsverfahren sind die Masse am Ort (der über $U/2$ alten Bestände), die Umtriebszeit, die Fläche (der über $U/2$ alten Bestände) sowie der laufende Gesamtzuwachs je ha (der über $U/2$ alten Bestände).

Charakteristik der DNPA

Bei der dynamischen Nutzungspotenzialanalyse handelt es sich nach BRONNER (2008) um einen wesentlichen Baustein des innovativen *4Stec Sustainability Monitoring Mapping Modelling Managements*, zur Steuerung der Nachhaltigkeit von Forstbetrieben. In Abbildung 24 sind die Module dieses innovativen Konzeptes abgebildet. Hierbei ist die dynamische Nutzungspotenzialanalyse (DNPA) ein Element im 10-jährigen Inventurzyklus. Sie wird als strategische Komponente der Ertragsregelung betrachtet, da sie einen 20-30-jährigen Planungszeitraum abdeckt (BRONNER, 2010).

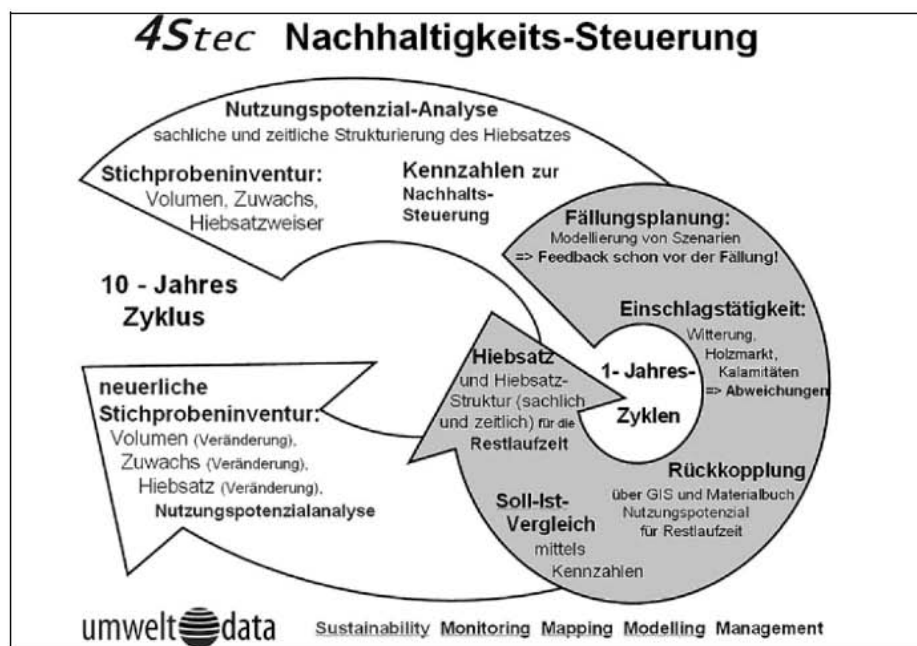


Abbildung 24: Darstellung des innovativen Konzeptes der 4Stec Nachhaltigkeits-Steuerung (BRONNER, 2008, 4)

Eine wichtige Kennzahl zur Herleitung der Nutzungsfähigkeit stellt das relative Bestandesalter nach BRONNER (2005) dar. Nach WIRNSBERGER et al (2011) handelt es sich um das Verhältnis des tatsächlichen Bestandesalters zum planmäßigen, bestandesindividuellen Endnutzungsalter. Der errechnete Wert gibt den Prozentsatz der bereits zurückgelegten, planmäßigen Produktionsdauer an. Mit Erreichung des Wertes 100 ist die individuelle Hiebsreife erreicht. Wird für rotfaule Bestände die *planmäßige Produktionszeit* herabgesetzt, so haben diese bei gegebenen tatsächlichen Bestandesalter ein höheres relatives Bestandesalter verglichen mit gesunden Beständen. In Tabelle 34 sind die wesentlichen Unterschiede zwischen dem traditionellen Hiebsatz und dem Nutzungspotenzial nach BRONNER (2010) dargestellt:

	Hiebsatz	Nutzungspotenzial
Ableitung:	Formel-basiert	Waldbau-basiert
Eingangsgrößen:	Vorrat, Zuwachs, Umtriebszeit, Ausgleichszeitraum Altersklassenverteilung	subjektive Hiebsreife Verjüngungssituation Aufschließungssituation Marktsituation
Output:	Modell-Situation abstrakte Kennzahl	statistisch fundierter, konkreter waldbaulicher Hiebsatz
Strukturierung:	schwer strukturierbar, Vornutzung - Endnutzung	zeitliche Strukturierung, Nutzungsarten
Umtriebszeit:	starr	flexibel

Tabelle 34: Vergleich von traditionellem Hiebsatz und von Nutzungspotenzial nach BRONNER (2010).

Die Nutzungspotenzialanalyse soll unter anderem die Auswirkungen unterschiedlicher Nutzungsstrategien verdeutlichen und über den Betrachtungszeitraum hinweg darstellen (WIRNSBERGER, 2011). BRONNER (2010, 6) nennt folgende Vorteile der DNPA für den Forstbetrieb:

- 1.) *„Die DNPA ersetzt bzw. dynamisiert den dezennalen Nutzungsplan.*
- 2.) *Das Nutzungspotenzial wird nach Kalamitäten neu berechnet, die Nutzungsstrategie kann angepasst werden.*
- 3.) *Der Revierleiter bekommt die volle Kompetenz der Nutzungsplanung. Er sieht schon in der Planungsphase, wie gut seine Maßnahmen dem Nutzungspotenzial und den Nachhaltigkeitszielen entsprechen.*
- 4.) *Die Datenerhebung im Zuge der Forsteinrichtung und der Stichprobeninventur kann vereinfacht werden bei gleichzeitiger Verbesserung der Informationsbereitstellung.*
- 5.) *Die Kosten für die Forsteinrichtung sinken, die Freiheitsgrade im Revier steigen, die sustainability awareness nimmt auf allen Ebenen zu.“*

Die Excel Application zur DNPA basiert, mit Ausnahme des Zuwachses, auf Eingangsdaten aus der (temporären oder permanenten) Stichprobeninventur. Der Zuwachs für die Prognose der weiteren Bestandesentwicklung wird Ertragstafeln entnommen und über Ergebnisse der Zuwachsbohrung modifiziert. Aus der Differenz des gebohrten Zuwachses und dem Ertragstafelzuwachs wird ein *Zuwachssicherheitsfaktor* festgelegt.

WIRNSBERGER (2011) beschreibt, dass die Umtriebszeit über Funktionen hergeleitet und je nach Bonität jedem einzelnen Stichprobenpunkt zugeordnet wird. Die durchschnittliche Umtriebszeit ergibt sich als Mittelwert des definierten Stratum. Als Steuerungsparameter werden Korrekturfaktoren für die Umtriebszeit festgelegt. Der Reduktionsfaktor für die Umtriebszeit ist umso höher je höher der Grad der Schädigung ist.

Die Ergebnisdarstellung einer solchen Nutzungspotenzialanalyse beschreibt WIRNSBERGER (2011) wie folgt:

Das Hauptergebnis der DNPA ist die Darstellung der Hiebsatzentwicklung über die Perioden hinweg. Dies ist auch jene Information, die an den Forstbetrieb weitergegeben werden sollte. Die absolute Höhe der Berechnungsergebnisse wird demnach als sekundär erachtet (WIRNSBERGER, 2011). Die Berechnung der Hiebsatzweiser erfolgt auf Ebene des einzelnen Stichprobenpunktes. Notwendige Ausgleichszeiträume sind als relative Größe zur entsprechenden Umtriebszeit definiert (WIRNSBERGER, 2011).

Beurteilung der Nutzungspotenzialanalyse in Bezug auf die Problemstellung

Im Regelfall wird ein waldbaulicher Hiebsatz induktiv über waldbauliche Einzelplanungen hergeleitet. Anders bei der DNPA, hier wird über einen Probepunkt die notwendige waldbauliche Maßnahme für den Bestand deduziert. Es könnte daher sein, dass die aufgenommenen Probestämme Rotfäule indizieren, der restliche Bestand jedoch vor Vitalität strotzt. Außerdem kann die Qualität des Outputs aus solch einem technologischen Instrumentarium nur so gut sein wie die Eingangsdaten. Sind bei der Aufnahme des Stichprobenpunktes Fehler passiert, zB übersehene Stammwunden, so wird der gesamte Bestand fehlerhaft als gesund ausgewiesen. Schon SAGL (1995b) konnte bei seinen Untersuchungen im Lehrforst der BOKU zeigen, dass bei einer Kombination von Stichprobe und Taxation wichtige Daten nicht übereinstimmen. Im Falle der DNPA wird versucht, aus Daten einer Stichprobeninventur Ergebnisse einer Taxation zu generieren.

GADOW (2006) forderte, dass sich die Forsteinrichtung nicht mit der Verbesserung von Standardalgorithmen beschäftigen, sondern relevante Entscheidungsprobleme in geeignete Modellstrukturen übertragen sollte. Die mittels Standardsoftware erhaltenen Lösungen sollten

anschließend in brauchbare Handlungsempfehlungen übersetzt werden. Diesem Anspruch wird die DNPA gerecht. KÄTSCH (1998) gibt zu bedenken, dass sich ein wirtschaftlicher Nutzen des Faktors *Information* bislang nur schwer nachweisen lässt, weshalb von forstlichen Praktikern Karte und Hiebsatz häufig als ausreichende mittelfristige Hilfsmittel angesehen werden. Diese einseitige Betrachtungsweise ist hinsichtlich zunehmender Ansprüche an das forstbetriebliche Management abzulehnen, deren Widerlegung mit betriebswirtschaftlichen Kennzahlen ist jedoch schwierig.

In Kombination mit weiteren Daten (betriebliche Taxationen, Erhebungen vom Wildschadensmonitoring) und durch die lokalen Kenntnisse der Revierleiter dient die DNPA der Erarbeitung eines fundierten waldbaulichen Konzeptes. Die Beteiligung der Revierleiter bei der Erstellung der Nutzungspotenzialanalyse wirke motivierend und stärke die Akzeptanz eines solchen Altholzabbauprogrammes. Die planmäßige Nutzungsdauer wird – für den einzelnen Punkt, an welchem Stammwunden auftreten – je nach Verwundungsgrad bis zu 15% reduziert. Die klassischen deduktiven Formelweiser reagieren auf eine Reduktion der Umtriebszeit mit einer Erhöhung des Hiebsatzes. Dies trägt zum raschen Abbau der Altlasten bei und schafft die Voraussetzungen zur Produktion von hochwertigem Holz. Die Prämisse, dass auf das sich aktuell schlecht verzinsende geschädigte Holz, gesunde und vitale Bestände folgen, darf nach SEKOT (2016) keinesfalls als gewährleistet betrachtet werden. Auch in der nachfolgenden Bestandesgeneration können Rückewunden und Schälereignisse zu Rotfäulebefall und Holzentwertungen führen. Pfleglichkeit bei der Vornutzung und professionelles jagdbetriebliches Management sind Voraussetzung für die Produktion von hochwertigem Holz. Außerdem ist der *time-lag* tatsächlich lukrierbarer Erträge zu bedenken. Rotfaules und überaltetes Holz ist ggf noch viele Jahre weiter zu bewirtschaften, um aus dessen Nutzen sukzessive Einkommen zu erzielen wenn noch keine anderen nutzbaren Potenziale in ausreichendem Maße vorhanden sind. Die Behandlung des an sich nicht Gewünschten kann also immer nur im Kontext des insgesamt Vorhandenen disponiert werden.

Aufgrund der Langfristigkeit der Planung versteht sich die DNPA als strategische Komponente der Forsteinrichtung (WIRNSBERGER, 2011). In Bezug auf diese Aussage sei jedoch auf SAGL (1995b, 134) verwiesen, der treffend bemerkte, dass das Instrument „Forsteinrichtung“ ursprünglich als Konzept auf eine betriebliche Gesamtschau ausgerichtet war, *„[...] diese allerdings im Laufe der Zeit zur bloßen Inventur mit Fokussierung auf eine Zahl, nämlich den Hiebsatz, man könnte fast sagen, verkommen ist. Die heute so oft erhobenen Forderungen nach Forsteinrichtung als strategisches Führungsinstrument können daher nur eine diesbezügliche Restauration meinen.“*

9.8. Konklusion

Veränderungen in der strategischen Ausrichtung von Forstbetrieben, zB in der Positionierung und Gewichtung des Betriebszweiges Jagd, erfordern eine Neufestlegung der Ziele. Theoretisch ist die Forstwirtschaft auf Langfristigkeit ausgerichtet, tatsächlich prägen jedoch ständige Neuausrichtungen den Alltag forstbetrieblicher Praxis. Waldbauliche Zielsetzungen können im Laufe der Bestandesentwicklung mehrmals Veränderungen erfahren. Mit der Überarbeitung der strategischen Ausrichtung des Betriebes (forstlicher versus jagdlicher Schwerpunkt), der Verschiebung der Produktionspolitik im Hinblick auf die Stärkenklassen und der Umgestaltung der Waldbaustrategie kommt es auch zu einer Veränderung der *planmäßigen Produktionsdauer* des Bestandes und der Umtriebszeit der Betriebsklasse. Daher sind für die zukünftige, nachhaltige Ertragsregelung dynamische Konzepte wie beispielsweise das Modell der Leistungsklassen und die Nutzungspotenzialanalyse erforderlich, um der Betriebsleitung die notwendigen operativen und strategischen Instrumente für die optimale Steuerung des Betriebes zur Verfügung zu stellen.

Die Zweckmäßigkeit der Zusammenfassung rotfauler Beständen zu einer Betriebsklasse B werden im Hinblick auf die beiden Aspekte der Ertragsregelung und des Waldbaus kontrovers diskutiert. Da elementare Prämissen des Normalwaldes wie die Flächenkonstanz nicht erfüllt werden und es sich hinsichtlich des Altersklassenaufbaues um keine vollständige Betriebsklasse handelt (Teile der I. AKL fehlen), scheint die Einrichtung dieser BKL im Kontext der Ertragsregelung als abträglich. Es wird vorgeschlagen, die Bestände der Betriebsklassen A und B in einer BKL-Wirtschaftswald zusammenzufassen. Sinnvoll hingegen erscheint die Betriebsklasse B als waldbauliche Einheit, die nach einem einheitlichen Konzept bewirtschaftet wird. Erhöhte Erntemengen in der Vornutzung (Schnellwuchsbetrieb) sind bei waldbaulichen Hiebsätzen zu berücksichtigen.

Für die Erhaltung und Steigerung der Ertragsfähigkeit des Forstbetriebes muss ein Abbau rotfauler und vergreister Beständen mit äußerst geringem oder negativem Wertzuwachs erfolgen. Der Zeitraum, über den sich dieser Abbau erstreckt, hängt von der Betriebsphilosophie, dem betrieblichen Zielsystem sowie den Altersklassen-, Qualitäts-, Vorrats- und Zuwachsverhältnissen ab. Ebenso sind alternative Liquiditätsquellen des Betriebes von Bedeutung, wenn nach einem drastischen Abbau von Holzreserven eine zwischenzeitliche Quersubventionierung des Betriebszweiges Forst notwendig ist.

Damit alle betrieblichen Ziele ausreichend Berücksichtigung finden, bietet sich die Einrichtung einer *Sonderbetriebsklasse* zB für die Jagd oder für die Erholung an, in welcher die Verzinsung des Holzvorrates von sekundärer Bedeutung ist.

Die Abbaustrategie von Forstbetrieben mit einem strengen mengenmäßigen Nachhaltigkeitsparadigma unterscheidet sich von jenem auf Gewinnmaximierung ausgerichteten Forstbetrieb.

In einem Forstbetrieb, dessen Existenz nur durch dauerhafte Einnahmen aus dem Rundholzgeschäft gesichert ist, wird sich der Vorratsabbau über einen langen Zeitraum erstrecken. Holzvorräte erhöhen die Flexibilität hinsichtlich Marktschwankungen und schaffen darüber hinaus ein erhebliches Krisenbewältigungspotenzial. Der Forstbetrieb orientiert seine Produktionsplanung an einem mengenmäßigen Nachhaltshiebsatz.

In Österreich existieren jedoch auch stark diversifizierte Forstbetriebe und Konzerne, in denen der Wald lediglich eine Einnahmequellen unter anderen darstellt. Hierbei kann alternativ zur forstlichen Massennachhaltigkeit eine auf Renditüberlegungen basierende Abbau-Strategie gewählt werden.

In diesem Fall wird einem induktiv festgelegten waldbaulichen Hiebsatz gegenüber einem deduktiv abgeleiteten Nachhaltshiebsatz der Vorzug gegeben werden, um den Abbau voranzutreiben. Die Diskussion, ob ein Bestand heute geerntet wird oder diesem noch einige Jahre Zeit zu wachsen gegeben werden, ist bei gesunden vitalen und wuchskräftigen Beständen durchaus berechtigt. Wird aber das im Holzvorrat gebundene Kapital durch pilzliche Destruenten von Jahr zu Jahr geschmälert, so stellt die rasche Liquidierung dieser Bestände bei günstiger Marktlage die einzige ökonomisch rationelle

Alternative dar. Eine weitere Prolongierung des Rotfäuleproblems gefährdet sowohl die Massennachhaltigkeit (Zerstörung von Holzsubstanz) als auch die Wertnachhaltigkeit (Qualitätsverlust). Anstelle der starren Massennachhaltigkeit könnte die Nachhaltigkeit der jährlichen Gelderträge in den Vordergrund gerückt werden, um den Einkommenszielen der Eigentümer gerecht zu werden. Bei stark diversifizierten Forstbetrieben kann sich die Ertragsregelung nicht nur auf den Wald beschränken sondern auch weitere alternative Kapitalanlagemöglichkeiten (Diversifikationspotenziale) im Auge behalten.

10. Schlussfolgerung

Unter dem Terminus *Rotfäule* werden Stammfäulen mit unterschiedlichen Ursachen subsummiert. Daher ist dieses Thema nicht allein aus jagdpolitischer Sicht zu behandeln, vielmehr sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen. Die tatsächliche Bedeutung dieser pilzlichen Holzdestruktion hängt vom Betriebsziel des jeweils betroffenen Forstbetriebes ab. *Schaden* und *Schädigung* sind daher keine Begriffe, die objektive Sachverhalte bezeichnen, sondern negativ behaftete Werturteile. In Bezug auf rotfäulebedingte Änderungen im Waldvermögen kann man daher bevorzugt von *Wertdifferenzen* und von *Wertverhältnissen* zwischen gesunden und rotfaulen Beständen sprechen.

Das betriebliche Wildeinflussmonitoring und eine detaillierte Führung des Materialbuches dienen bei der Betriebssteuerung als Informationssysteme, mit welchen im Zusammenhang mit der vorliegenden Untersuchung Wertdifferenzen evaluiert werden. Eine Gegenüberstellung beider Methoden zeigt die Vor- und Nachteile der jeweiligen Ansätze. Als gegenseitige Ergänzung stellen sie Werkzeuge dar, die sowohl für interne als auch für externe Zwecke von Relevanz sind. Extern sind die gewonnenen Informationen in fiskalischer Hinsicht bedeutend. Intern können diese Führungsinstrumente als Entscheidungshilfe für die strategische Ausrichtung (forstlicher versus jagdlicher Schwerpunkt) des Betriebes herangezogen werden. Das Monitoring dient neben der Beurteilung des jagdlichen Managements der Abschätzung der Qualität von Durchforstungseingriffen in Bezug auf Rückewunden. Mit Hilfe der Ergebnisse des Schälmonitorings kann Rotfäule als wertminderndes Kriterium bei der Einheitsbewertung geltend gemacht werden. Ein weiterer Vorteil des Schälmonitorings ist, dass die Hilfstafeln von BINDER in den föderalen Verordnungen als Bewertungshilfe der Wertdifferenzen verankert sind. Grundsätzlich kann das Ergebnis der laufenden Wildschadenserhebung beim Jagdpächter geltend gemacht werden. Diese Argumentation schützt intern vor der Kritik, dass der Wertverlust überschätzt wird.

Die Ergebnisse einer Materialbuchanalyse spiegeln tatsächlich getätigte Rechtsgeschäfte wider und stellen damit unanfechtbare Fakten dar. Hinsichtlich der Progressionsermäßigung (§ 37, EStG, 1988 idgF) können die im Materialbuch dokumentierten Holzmengen, welche in rotfaulen Beständen genutzt wurden, als Beweismaterial dienen.

Zwar beruhen die Berechnungen für das Wildeinflussmonitoring lediglich auf einem Modell und beinhalten die Daten des Materialbuches Unschärfen wie zB das Fehlen von gänzlich entwertetem Holz (Brunnröhren), jedoch kann mit beiden Methoden in Kombination versucht werden, die durch Rotfäule entstandenen Wertverluste darzustellen.

Die Festlegung eines betriebswirtschaftlichen Hiebsatzes erfordert Kenntnisse über die Wertverhältnisse innerhalb der Betriebsklassen. Die Sinnhaftigkeit der Einrichtung einer Betriebsklasse B, in der rotfaule Bestände zusammengefasst werden, wird bzgl der Definition des Begriffes *Betriebsklasse* als waldbauliche Einheit und mit Ertragsnachhaltigkeit bei konstanter Fläche kontrovers diskutiert. Im Sinne einer waldbaulichen Einheit der Produktionsregelung erfüllt die Einrichtung einer Betriebsklasse B ihren Zweck. Wie bei der Betriebsklasse A umfasst auch sie Einheiten, in denen die Bestände jeweils nach gleichen waldbaulichen Gesichtspunkten behandelt werden. Die erhöhte Eingriffsstärke in der Durchforstung bei Beständen der BKL B führt zu erhöhten Vornutzungsmengen, die es bei waldbaulichen Hiebsätzen zu berücksichtigen gilt. Die Einrichtung einer klassischen Betriebsklasse B im Sinne der Ertragsregelung jedoch scheint aus folgenden Gründen widersinnig:

- 1.) Es kann nicht Ziel eines Forstbetriebes sein, nachhaltig rotfaules Holz zu produzieren (vgl Betriebsklasse als Einheit der Nachhaltigkeitsregelung).
- 2.) Eine Betriebsklasse beinhaltet idR alle Altersklassen. Im Falle der BKL B fehlt (zumindest) ein Teil der I. AKL.

- 3.) Das traditionelle Betriebsklassenmodell basiert auf dem Normalwald. Sowohl bei der BKL A als auch bei der BKL B wird jedoch die Modellprämisse der konstanten Fläche nicht erfüllt.

Daher wird vorgeschlagen, die Bestände der BKL A und die Bestände der BKL B in eine Betriebsklasse *Wirtschaftswald* zu aggregieren, für welche eine einheitliche Umtriebszeit festgelegt wird. Die Nutzung rotfauler Bestände erfolgt zu einem früheren Zeitpunkt, ohne dass dafür auf dem Wege der Ertragsregelung eine schematische, kollektive Herabsetzung der Umtriebszeit vorgenommen wird. Schließlich ist die Umtriebszeit die Grundlage der zeitlichen Ordnung im Altersklassenwald, deren Aufgabe es ist, die tatsächliche Altersgliederung der Bestände der idealen (normalen) anzunähern. Aus der Umtriebszeit leitet sich das normale Altersklassenverhältnis, die Vorratshöhe, die Vorratsstruktur und der nachhaltige Hiebsatz ab. Rotfäule ist als Krankheit zu verstehen, die zu vorzeitigen Nutzungen zwingt. Dadurch wird lediglich die Zeitspanne, in der sich die realen Strukturen den angestrebten, idealen Waldstrukturen nähern, prolongiert. Neben dem langfristigen und starren Instrument der Normalbetriebsklasse braucht es parallel dazu adaptive und flexible Konzepte der Ertragsregelung wie zB das Konzept der Leistungsstufen von SEKOT oder die Mehrpfadtheorie von GADOW. Beim Modell der Leistungsstufen wird das Axiom der Flächenkonstanz zugunsten der Ertragsregelung von rotfaulen Beständen aufgegeben.

Der Abbau von rotfaulen und vergreisten Altholzbeständen mit negativem Wertzuwachs müsste aus dem Blickwinkel des Holzproduktionsbetriebes mehr oder weniger rasch von statten gehen. Aus Sicht anderer Waldfunktionen wie der Jagd, der Erholung und des Tourismus sind genau diese Bestände erhaltenswert. Bei der Strategie des Abbaus scheinen die Interessen des Forstbetriebes mit dem Jagdbetrieb zu kollidieren. Für diese Zielkonflikte bietet sich als Kompromiss die Einrichtung einer vom Wirtschaftswald räumlich getrennten *Sonderbetriebsklasse* an, welche mit einer längeren Umtriebszeit bewirtschaftet wird. Eine andere Lösung verspricht das *Zielwaldmodell*, welches die beiden Betriebszweige Forst und Jagd durch Integration, also ohne räumliche Trennung, nebeneinander bestehen lässt. Die Forsteinrichtung ist hierfür das ideale Instrumentarium zur Herstellung eines Interessensausgleiches im Sinne einer multifunktionalen Forstwirtschaft.

11. Quellenverzeichnis

ALCUBILLA, M., HEIBL, R., REHFUESS, K.-E. (1990): Langfristige Effekte von Düngungsmaßnahmen auf die chemische Zusammensetzung von Fichtenbast und –holz und ihre Hemmwirkung gegenüber *Heterobasidion annosum* (Fr. Bref.) – ein Beitrag zur Rotfäulenforschung. Forstlichen Forschungsberichte München. Nr. 102. Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayer. Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt. Eigenverlag, München.

ALTENKIRCH, W., MAJUNKE, C., OHNESORGE, B. (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Ulmer, Stuttgart.

APFLER, C. (1984): Die Rotfäule der Fichte und ihre Ertragskundliche Beurteilung im Revier Ottenschlag des Stiftes Göttweig. Diplomarbeit durchgeführt am Institut für Forstliche Ertragslehre. Universität für Bodenkultur, Wien.

ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. BLV Verlagsgesellschaft, München Bonn Wien.

AUFNAHMEANLEITUNG SMON (2015): Wiederholungsaufnahme im Forstbetrieb. Betriebseigene Dokumentation.

AUSFÜLLHILFE FÜR FORMULARE ZUR HAUPTFESTSTELLUNG (2014): Bundesministerium für Finanzen LuF 2 HF – 04/2014 (Aufl. 2014).

BEITRAGSTABELLE DER BÄUERLICHEN SOZIALVERSICHERUNG (2016): <https://www.svb.at/portal27/svbportal/content?contentid=10007.718725&viewmode=content>. Gültig ab 1. Jänner 2016.

BENAK, J. (1993): Vermögensentwertung durch Schälsschäden an der Fichte in einem Revier eines obersteirischen Forstbetriebes. Diplomarbeit durchgeführt am Institut für Forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik an der Universität für Bodenkultur, Wien.

BEWERTUNGSGESETZ (1955): Erster Abschnitt. Einheitsbewertung. www.ris.bka.gv.at Fassung vom 28. 09. 2015.

BFW – Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (2011): Waldinventur 2007/09. Praxis Information. Nr. 24-2011. Eigenverlag, Wien.

BINDER, B. (1988): Fäule- und Wertentwicklung nach Schälsschäden. Diplomarbeit durchgeführt am Institut für Forstliche Ertragslehre an der Universität für Bodenkultur, Wien.

BINDER, B. (1991): Hilfstafeln zur Erhebung und Bewertung von Schälsschäden an Fichte. Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien. Eigenverlag, Wien.

BINDER, B. (1995): Grundlagen zur Bewertung von Schälsschäden. Dissertation. Institut für Waldwachstumsforschung. Universität für Bodenkultur, Wien.

BINDER, B. (2016): Telefonische Mitteilung vom 04.04. 2016. Forstdirektion des Benediktinerstiftes, St. Paul im Lavanttal.

BLANCKMEISTER, J. (1956): Die räumliche und zeitliche Ordnung im Walde des mitteleuropäischen Raumes. Neumann Verlag, Tharandt.

- BLANCKMEISTER, J. (1957): Welche Auswirkungen hat die Verkürzung der gegenwärtig gebräuchlichen Produktionszeiträume auf den Zuwachs, die Vorrats- und Sortimentsstruktur sowie die waldbaulichen Zielsetzungen? Archiv für Forstwesen. Band 6. Deutscher Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.
- BORCHERS, J. (1999): Waldvermögensbewertung – Forstliche Erfolgsrechnung. Überlegungen zur Einbindung des aufstockenden Holzes in den Jahresabschluss von Forstbetrieben vor dem Hintergrund des Paradigmenwechsels internationaler Bilanzierungskonventionen. Schriften aus dem Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.
- BRONNER, G. (2005): Das relative Bestandesalter. Österreichische Forstzeitung 11/2005, Seite 6. Agrarverlag, Wien.
- BRONNER, G. (2008): Dynamische NutzungsPotenzialAnalyse – Neue Methoden zur Sicherung der Nachhaltigkeit. Grüner Spiegel. Magazin des Steiermärkischer Forstverein. Heft 2/2008. Seite 1 – 5. Eigenverlag, Graz.
- BRONNER, G. (2010): Alternativen der Ertragsregelung: Dynamische Nutzungspotenzialanalyse. Vortragsunterlagen im Rahmen der Fachtagung des Österreichischen Forstvereins am 12.11.2010 in Wien.
- BRONNER, G. (2015): Persönliche Mitteilung am 11. 05. 2015. Firma Umweltdata, Mödling.
- BUNDESABGABENORDNUNG-BAO (1961): § 125 (5). www.ris.bka.gv.at Fassung vom 02. 07. 2016.
- BUNDES- VERFASSUNGSGESETZ (2004): Artikel 15. www.ris.bka.gv.at Fassung vom 09. 09. 2015.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR FINANZEN (2014): Kundmachung des Bundesministeriums für Finanzen über die Bewertung von forstwirtschaftlichem Vermögen. Verlautbart im „Amtsblatt zur Wiener Zeitung“ am 5. März 2014. www.bmf.gv.at/steuern/immobilien-grundstuecke/einheitsbewertung/kundmachung_Forst_edg.pdf.
- BUTIN, H. (1996): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose – Biologie – Bekämpfung. 3. Neubearbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- BUTIN, H. (2010): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose – Biologie – Bekämpfung. 4. Neubearbeitete Auflage. Ulmer, Wolfenbüttel.
- BUTIN, H. & ZYCHA, H. (1972): Forstpathologie für Studium und Praxis. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- DELTUVAS, R. (1992): Zum Begriff des Zielwaldes. Aus: Forsteinrichtung und Betriebswirtschaft-Garanten der Nachhaltigkeit. IUFRO Centennial Meeting. Technische Universität Dresden. Institut für Forstökonomie und Forsteinrichtung, Tharandt.
- DIMITRI, L. (1969): Untersuchungen über die unterirdischen Eintrittspforten der wichtigsten Rotfäuleerreger bei der Fichte (*Picea abies* Karst.). Forstwissenschaftliches Centralblatt. Band 88. Ausgabe 1. Seiten 281-307, München.
- DONAUBAUER, E. (2009): Unterlagen zur Vorlesung in Pathologie. 8. Auflage. Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz. Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.

- ECKMÜLLNER, O. (2011): Persönliche Mitteilung, am 08. 09. 2015. Institut für Waldwachstumsforschung, Universität für Bodenkultur, Wien.
- EINKOMMENSTEUERGESETZ (1988): gesamte Rechtsvorschrift. www.ris.bka.gv.at Fassung vom 23. 09. 2015
- EINKOMMENSTEUERRICHTLINIEN (2000): Richtlinien des BMF vom 25. 08. 2015. www.ris.bka.gv.at Fassung vom 23. 09. 2015.
- FINANZAMT JUDENBURG LIEZEN (2016): Persönliche Mitteilung eines Steuerprüfers, der anonym bleiben möchte. 20. 07. 2016, Judenburg.
- FORSTGESETZ (1975): gesamte Rechtsvorschrift. www.ris.bka.gv.at Fassung vom 23. 09. 2015.
- FRIEDL, K. (2015a): Holzpreise in der Steiermark im Juli 2015. Landwirtschaftskammer Steiermark. Forstabteilung/Referat für Holznutzung. Eigenverlag, Graz.
- FRIEDL, K. (2015b): Holzpreise in der Steiermark im August 2015. <https://stmk.lko.at/> Landwirtschaftskammer Steiermark. Forstabteilung/Referat für Holzmarkt, Graz.
- FRIEDL, K. (2015c): Holzpreisstatistik von 2005 bis 2015. Persönliche Übermittlung am 18.12.2015. Landwirtschaftskammer Steiermark. Forstabteilung/Referat für Holzmarkt, Graz.
- FRIEDL, K. (2015): Persönliche Mitteilung am 27.08.2015. Landwirtschaftskammer Steiermark. Forstabteilung/Referat für Holznutzung, Graz.
- GADOW, (2005): Alternative zur standardisierten Waldnutzung: Das Mehrpfad-Prinzip der Forsteinrichtung. Allgemeine Forstzeitung-Der Wald 9/2005. Deutscher Landwirtschaftsverlag, München.
- GADOW, K. (2006): Forsteinrichtung. Adaptive Steuerung und Mehrpfadprinzip. Universitätsdrucke, Göttingen.
- GADOW, (2006a): Prinzipien der adaptiven Forsteinrichtung. Österreichische Forstzeitung 11/2006. Seite 10-11. Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- GERICHTSGEBÜHRENGESETZ (1984): www.ris.bka.gv.at, Fassung vom 19.01.2016.
- GERKE, R. (1980): Bewertung von Schälschäden – dargestellt am Beispiel der Fichte – Großräumige Erhebung betriebswirtschaftlicher und waldbaulicher Auswirkungen. Dissertation, Freiburg im Breisgau.
- GONTHIER, P. & THOR, M. (2013): Infectious forest diseases. Annosus Root and Butt Rots. University of Torino, Grugliasco. Formerly of Department of Exploitation and Protection of Agricultural and Forestry Resources. CABI Oxfordshire, Italy.
- GRABER, D. (1996): Die Kernfäuleschäden an Fichte (*Picea abies* Karst.) in der Schweiz nördlich der Alpen. Untersuchungen über das Schadausmaß, die ökologischen, waldbaulichen und mykologischen Einflussfaktoren sowie die ökonomischen Auswirkungen. Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen Nr. 79. Schweizer Forstverein. Eigenverlag, Zürich.
- GRUNDERWERBSTEUERGESETZ (1987): www.ris.bka.gv.at, Fassung vom 19. 01. 2016

HABSBURG-LOTHRINGEN, Dominik (2000): Ausmaß und wirtschaftliche Bedeutung der Stammfäule in einem Fichtenforstbetrieb. Diplomarbeit. Durchgeführt am Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz. Universität für Bodenkultur, Wien.

HALMSCHLAGER, E., KOVACS, G., KIRISITS T. (2013): Forstpathologie. Unterlagen zu den Übungen. Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF). Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.

HARTMANN, G., NIENHAUS, F., BUTIN, H. (2007): Farbatlas Waldschäden. Diagnose von Baumkrankheiten. 3., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Ulmer, Wolfenbüttel.

HÄRTL, F. H. (2015): Der Einfluss des Holzpreises auf die Konkurrenz zwischen stofflicher und thermischer Holzverwertung. Ein forstbetrieblicher Planungsansatz unter Berücksichtigung von Risikoaspekten. Technische Universität München. Shaker Verlag, München.

HERBSTTRITT, S. & KOHNLE, U. (2005): Ergebnisse des europäischen Stammzahlversuches in Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.]. Auswirkungen unterschiedlicher Standraumhaltung auf Höhen-Durchmesser-Volumenzuwachs und Stabilität in Fichtenbeständen. Kurzfassung des dritten Berichts der Arbeitsgruppe. FVA, Baden-Württemberg.

HILSCHER, A., EGGER, R., FRAUENDORFER, R., MARK, E. (1964): Schälsschäden in Fichtenbeständen durch Rotwild. Österreichisches Produktivitäts-Zentrum, Wien.

HOGL, K., PREGERNIG, M., NUßBAUMER, E. (2008): Studienbehelf zur Lehrveranstaltung Einführung in die Waldpolitik. Institut für Wald-, Umwelt- und Ressourcenpolitik. Universität für Bodenkultur, Wien.

JOHANN, K. (1988): Ergebnisse einer Rotfäuleuntersuchung in sehr wüchsigen Fichtenbeständen. FBVA Berichte. Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Nr. 25. Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft. Österreichischer Agrarverlag, Wien.

JÖBSTL, H. A. (1973): Ein Modell des Forstbetriebes. Neue Ansätze und Techniken für die lang- und mittelfristige Planung. Veröffentlichungen des Institutes für forstliche Wirtschaftslehre an der Hochschule für Bodenkultur. Österreichischer Agrarverlag, Wien.

JÖBSTL, H. A. (1995): Einführung in das Rechnungswesen für Forst- und Holzwirtschaft. Berichte aus der Abteilung für Rechnungswesen und forstliche Marktlehre am Institut für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Universität für Bodenkultur, Wien.

JÖBSTL, H. A. (1997): Umtriebszeit der Fichte unter geänderten Marktverhältnissen. Eine Modellstudie mit benutzerorientierter Darstellung der Simulationsmodelle FOWISIM und FOBSI. Schriften aus dem Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.

JÖBSTL, H. A. (1999): Waldvermögensbewertung – Forstliche Erfolgsrechnung. Grundprobleme der Waldvermögensbewertung und forstlichen Erfolgsrechnung. Schriften aus dem Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.

JÖBSTL, H. A. (1999): Waldvermögensbewertung – Forstliche Erfolgsrechnung. Waldbezogene Erfolgskontrolle. Einführung und Überblick. Schriften aus dem Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.

- JÖBSTL, H. A. & KARISCH, G. (1999): Waldvermögensbewertung – Forstliche Erfolgsrechnung. Waldvermögensbilanzierung und/oder kalkulatorische Erfolgsrechnung. Schriften aus dem Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.
- KARISCH, G. (2003): Berücksichtigung des Waldvermögens im forstlichen Rechnungswesen. Analyse der Vermögensrechnungsgeschichte und Entwicklung eines Modells zur Erfassung der Waldvermögensänderungen. Schriften aus dem Institut für Sozioökonomik der Forst und Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.
- KÄTSCH, C. (1998): Konzeption für ein forstliches Produktionsplanungs- und Steuerungssystem unter besonderer Berücksichtigung der Forsteinrichtung. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Georg-August-Universität Göttingen. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- KENDA, G. (2015): Aspekte der Risikobewertung in der Forsteinrichtung. Masterarbeit am Institut für Agrar- und Forstökonomie. Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Universität für Bodenkultur, Wien.
- KIRISITS, T. (2014): Studienunterlagen zur Vorlesung in Forstpathologie. Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz. Universität für Bodenkultur, Wien.
- KIRISITS, T. (2015): Persönliche Mitteilung am 28. 08. 2015. Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz. Universität für Bodenkultur, Wien.
- KÖRPERSCHAFTSSTEUERGESETZ (1988): www.ris.bka.gv.at Fassung vom 19. 01. 2016
- KRACHT, A., MICHLER, H. und OESTEN, G. (1998): Ökonomische und juristische Aspekte der Bewertung von Schälsschäden an Waldbäumen. Wertermittlungsforum., 16. Jg. Seiten 100-109 SVK – Verlag, Stuttgart.
- KRAMER, H. (1988): Waldwachstumslehre. Ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes; seine Massen- und Wertleistung und die Bestandessicherheit. Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- KRAUSE, L., BORENS, D. (2009) Strategisches Risikomanagement nach ISO 31000. Risk, Fraud & Governance – ZRFG. Erich Schmidt Verlag, Berlin-Tiergarten.
- KURTH, H. (1994): Forsteinrichtung – Nachhaltige Regelung des Waldes. DLV Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin.
- LEISCH, F. (2015): Persönliche Mitteilung, am 16.09.2015. Institut für Angewandte Statistik und EDV. Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur. Universität für Bodenkultur, Wien.
- LEMMEL, H. (1956): Forstliche Vermögens- und Erfolgsrechnung, Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main.
- MANTEL, W. (1959): Forsteinrichtung. 2. erweiterte, neubearbeitete Auflage. J.D Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- MATTERSBERGER, G. (2015): Bewertung des Wildeinflusses im Forstbetrieb der Leobner Realgemeinschaft. Forstökonomische Tagung 2015. Vortragsunterlagen, Heiligenkreuz.

- MITSCHERLICH, G. (1970): Wald, Wachstum und Umwelt. Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums. Band 1: Form und Wachstum von Baum und Bestand. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- MOOG, M. & NIEBLER, E. (1997): Vertragliche Regelung zur Vermeidung und zum Ersatz von Wildschäden im Wald. Gothaer Versicherungen. Schriftreihe Jagd. Band 3. 2. Unveränderte Auflage, Göttingen.
- MOOG, M. (2008): Bewertung von Wildschäden im Wald. Modelle-Methoden-Bewertung. Neumann-Neudamm Forstfachverlag, Freising.
- MÖHRING, B. (1994): Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen. Schriften zur Forstökonomie. Band 7. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/M.
- MRUSEK, F. & GÖTZE, F. (2006): Die optimale Rotationsperiode erneuerbarer Ressourcen. Überlegungen aus investitionstheoretischer Perspektive. GUC – Verlag der Gesellschaft für Unternehmensrechnung und Controlling, Chemnitz.
- MÜLLER, D. (1999): Waldvermögensbewertung – Forstliche Erfolgsrechnung. Annahmen, Prämissen, Konventionen und Normen bei der forstlichen Vermögensrechnung. Schriften aus dem Institut für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.
- MÜLLER, D. (2000): Bilanzierung des Waldvermögens im betrieblichen Rechnungswesen. Schriften zur Forstökonomie, Band 21. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D. (1994): Die Hallimasch-Arten. Biologie und vorbeugende Maßnahmen. Merkblatt für die Praxis. Phytosanitärer Beobachtungs- und Meldedienst (PBMD) der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Sonderdruck aus Wald und Holz, Birmensdorf.
- NÖ JAGDVERORDNUNG (2015): www.ris.bka.gv.at, Fassung vom 10. 09. 2015.
- NÖBAUER, C. (1993): Die Stammfäule – Ausmass und wirtschaftliche Bedeutung in einem Fichtenforstbetrieb. Diplomarbeit. Durchgeführt am Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz. Universität für Bodenkultur, Wien.
- NOTHDURFT, A. (2011): Ein unverzerrter Dichteschätzer für Prodans k-Baum-Stichprobe. FVA-Einblick 2/2011. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Baden-Württemberg.
- NOTHDURFT, A., SABOROWSKI, J., NUSKE, R. S., STOYAN, D. (2011): Kolloquium am 11. 01. 2011. 40 Jahre nach Prodans 6-Baum-Stichprobe: Ein unverzerrter Schätzer basierend auf Baummusterreproduktionen. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt.. Abteilung Biometrie und Informatik, Baden-Württemberg.
- NOTHDURFT, A. (2014): Studienunterlagen zur forstlichen Ertragskunde. Universität für Bodenkultur, Wien.
- OFNER, H. (2005): Bonus – Malussystem für Harvestereinsätze. BFW-Praxisinformation Nr. 7-2005. Seiten 13 – 14. Eigenverlag, Wien.
- PELZMANN, G. (2016): Telefonische Mitteilung vom 01. 04. 2016. Landwirtschaftskammer Steiermark. Referatsleiter: Forstliche Betriebswirtschaft und Förderung. Forstabteilung, Graz.
- POLLANSCHÜTZ, J., NEUMANN, M. (2002): Hilfsmittel zur Erhebung und Bewertung von Verbiss- und Fegeschäden. 2.Auflage. Bundesamt und Forschungszentrum für Wald. Eigenverlag, Wien.

- POMMERENING, A., SCHMIDT, M. (1998): Modifizierung des Stammabstandverfahrens zur Verbesserung der Stammzahl- und Grundflächenschätzung. Sonderdruck aus Forstarchiv. 69. Jahrgang. Heft Nr. 2. Seiten 47-53. Universität, Göttingen.
- PRETZSCH, H. (1999): Waldwachstum im Wandel. Forstwissenschaftliches Centralblatt. 118. Jg. S. 228 – 250, Hamburg/ Berlin.
- REIMOSER, F. (1986): Wildschäden am Wald – ein multifaktorielles Problem. Beiträge zur Umweltgestaltung. Alpine Umweltprobleme. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- RICHTER, A. (1952): Aufgaben und Methodik gegenwartsnaher Forsteinrichtung. Archiv für Forstwesen. Herausgeber: Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Band 1. Heft 1/2. Deutscher Bauernverlag, Berlin.
- RICHTER, A. (1959): Aufgaben und Methoden standortgerechter Forsteinrichtung. Sitzungsberichte. Gehalten vor der Sektion Forstwesen der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin.
- RICHTER, A. (1963): Einführung in die Forsteinrichtung. Neumann Verlag, Leipzig.
- RICHTLINIEN ZUR GEWICHTSVERMESSUNG VON INDUSTRIEHOLZ (2015): FHP Arbeitsgruppe „Werksübernahme von Industrieholz“. Veröffentlicht am 10.11.2014. Inkrafttreten am 01. 01. 2015. FHP-Kooperationsplattform Forst-Holz-Papier. Eigenverlag, Wien.
- RIEDER, A. (1990): Absicherung der Festlegung des Hiebsatzes der österreichischen Bundesforste durch Genauigkeitsprüfung des Vorrates. Dissertation. Institut für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Universität für Bodenkultur, Wien.
- RINESCH, G. (2016): Telefonische Mitteilung vom 22. 03. 2016. Landwirtschaftskammer Steiermark. Bezirksbauernkammer, Liezen.
- ROHMEDER, E. (1969): Terminologische Fragen bei dem „Rotfäule“-Problem der Fichte. Forstwissenschaftliches Centralblatt. Band 88. Ausgabe 1. Seiten 200-201, München.
- SAGL, W. (1995a): Bewertung in Forstbetrieben. Pareys Studentexte 80. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin – Wien.
- SAGL, W. (1995b): Forsteinrichtung auf dem Prüfstand. Methodenvergleich – Fallstudie Lehrforst. Projektbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft. Schriftreihen des Institutes für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaft. Band 26. Eigenverlag, Wien.
- SALZBURGER VERORDNUNG ZUM JAGDGESETZ: <http://www.sbg-jaegerschaft.at/jagd/recht-verordnungen/verordnungen/>. Fassung vom 07. 09. 2015.
- SCHALLER, M. (2002): Ökonomische Bewertung von Schälsschäden im Wald. Computergestützte Einzelbaumbewertung mit Berücksichtigung von Nachbarbäumen auf Basis aktueller Daten zum Wachstum der Fichte. Lehrstuhl für Forstliche Wirtschaftslehre. Gothaer Versicherungen. Schriftreihe Jagd. Band 5. Technische Universität München, Göttingen.
- SCHALLER, M. (2015): Persönliche Mitteilung. Mail vom 19.09.2015. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL. Abteilung Waldwissenschaften, Bern.

- SCHLAGER, G. (2015): Wahl des Bewertungsverfahrens zur Wildschadensermittlung. Forstzeitung 02/2015. Agrarverlag, Wien.
- SCHMIDT-VOGT, H. (1989): Die Fichte. Band II/2. Krankheiten – Schäden - Fichtensterben. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- SCHWANTES, H. O., COURTOIS, H., AHRBERG, H. E. (1976): Ökologie und Physiologie von *Fomes annosus*. Forstwissenschaftliche Forschungen. Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt. Heft 36. Seiten 14-29. Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- SCHWARZBAUER, P. & STERN, T. (2010): Energy vs. Material: Economic impacts of a „wood-for-energy scenario“ on the forest-based sector in Austria – A simulation approach: Forest sector models and their application. Forest Policy and Economics. Journal 12. Universität für Bodenkultur, Wien.
- SCHWIMANN, M. (2013): ABGB Taschenkommentar. Mit EheG, EPG, EKHG und KSchG. Lexis Nexis, Wien.
- SEKOT, W. (1989): Motive als Determinanten des Einschlagverhaltens. Veröffentlichungen des Institutes für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik an der Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.
- SEKOT, W. (1991): Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Forsteinrichtung als Führungsinstrument im Forstbetrieb. Schriftreihen des Institutes für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Universität für Bodenkultur, Wien.
- SEKOT, W. (1992): Ertragskundlich-Betriebswirtschaftliche Aspekte der Starkholzproblematik. Schriftreihen des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Band 13. Eigenverlag, Wien.
- SEKOT, W. (1993): Studienunterlagen zur Forsteinrichtung. Schriftreihen des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik. Band 19. Universität für Bodenkultur, Wien.
- SEKOT, W. (2010): Dynamische Ertragsregelung. Österreichische Forstzeitung 12/2010. Jahrgang 121, Seiten 6 - 7, Agrarverlag, Wien.
- SEKOT, W. (2014a): Forstliche Betriebswirtschaftslehre I. Studienunterlagen zur gleichnamigen Lehrveranstaltung. Universität für Bodenkultur. Institut für Agrar- und Forstökonomie, Wien.
- SEKOT, W. (2014b): Ertragsregelung im Forstbetrieb. Weiterbildungskurs im BOKUlearn. <https://learn.boku.ac.at/course/view.php?id=2146> abgefragt am: 22. 02. 2016. Universität für Bodenkultur, Wien.
- SEKOT, W. (2014c): Forsteinrichtung. Studienunterlagen zur Lehrveranstaltung SS 2014. Institut für Agrar- und Forstökonomie. Universität für Bodenkultur, Wien.
- SEKOT, W. (2015): Institut für Agrar- und Forstökonomie. Schriftliche Mitteilung 11. 12. 2015. Universität für Bodenkultur, Wien.
- SEKOT, W. (2016): Institut für Agrar- und Forstökonomie. Schriftliche Mitteilung 30. 06. 2016. Universität für Bodenkultur, Wien.
- SEKOT, W. (2016a): Institut für Agrar- und Forstökonomie. Schriftliche Mitteilung 15. 07. 2016. Universität für Bodenkultur, Wien.

- SENITZA, E. (2014): Vortragsunterlagen zur Veranstaltung: Hauptfeststellung der Einheitswerte am 03. 06. 2014. Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach. http://bfw.ac.at/050/pdf/EHW_Senitza_2014.pdf.
- SHIBATA, E. (2007): Effects of deer debarking on masting and trunk radial growth of Hondo spruce, *Picea jezoensis* var. *hondoensis*, in a subalpine forest of central Japan. *Forest Ecology and Management*, Nagoya.
- SIMON J. & KOLAR, C. (2001): Economic evaluation of bark stripping by red deer on the basis of analysis on a time growth series of spruce stands in the Hrubý Jeseník. *Journal of Forest Science*, Brno.
- SMOLKA, F. (2015): Steuer- und Zollkoordination, Fachbereich Bewertung und Bodenschätzung. Zwei BetriebsprüferInnen des FA Lilienfeld-St. Pölten, möchten anonym bleiben. Persönliche Mitteilung vom 10. 11. 2015. Finanzamt, Lilienfeld - St. Pölten.
- SPEIDEL, G. (1955): Die Wertklasse als Gütemaßstab in der Forsteinrichtung. *Forstarchiv*. 26. Jahrgang. Heft 10, Hildesheim.
- SPEIDEL, G. (1957): Die rechnerischen Grundlagen der Leistungskontrolle und ihre praktische Durchführung in der Forsteinrichtung. Schriftenreihe der forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Band 19. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- SPEIDEL, G. (1972): Planung im Forstbetrieb. Grundlagen und Methoden der Forsteinrichtung. Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- STATISTIK AUSTRIA, (2015): Jagdstatistik 2013/14. <http://www.statistik.at>. Abgerufen am: 22. 02. 2016
- STEIERMÄRKISCHES JAGDGESETZ (1986): Gesamte Rechtsvorschrift für Steiermärkisches Jagdgesetz 1989. Stammfassung: LGBL. Nr. 23/1986 (WV). www.ris.bka.gv.at, Fassung vom 07. 09. 2015.
- STERBA, H. (2011): Forstliche Biometrie II. Skriptum zur Lehrveranstaltung. Sommersemester 2011. Institut für Waldwachstumsforschung. Universität für Bodenkultur. Eigenverlag, Wien.
- STERBA, H. (2015): Persönliche Mitteilung, am 01. 06. 2015. Institut für Waldwachstumsforschung, Universität für Bodenkultur, Wien.
- STEYRER, G. (1992): Ausmaß und Bewertung von Stammfäule in einem Fichtenforstbetrieb. Fallstudie in Beständen des Waldguts Pfeleiderer, Karlstift. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*. Heft 4, Seiten 221 – 249, Wien.
- STUCKI, S. (2009): Perspektiven der Technologieentwicklung zur Nutzung von Energieholz. In: *Management zukunftsfähige Waldnutzung. Grundlagen, Methoden und Instrumente*. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- SUDA, M.(1989): Stammfäuleschäden im Fichtelgebirge. Inventur, statistische Analyse und Bewertung von Wurzel- und Wundfäule an Fichte. Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayer. Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt. *Forstliche Forschungsberichte*, München.
- TRISL, O., PFEIFFER, K., AKCA, A. (1997): Schälschadensinventur 1996 im Harz. *Forst und Holz*. 52. Jahrgang. Universität, Göttingen.

URBAN, C. (2015): LBG Österreich. Steuerberatung – Wirtschaftsprüfung – Consulting. Persönliche Mitteilung vom 13. 11. 2015. Alte WU, Wien.

URBAN, C. (2016): LBG Österreich. Steuerberatung – Wirtschaftsprüfung – Consulting. Persönliche Mitteilung vom 13. 07. 2016, Wien.

VERORDNUNG DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1994): Über die Erlassung von Richtlinien für die Feststellungs- und Berechnungsmethoden der Wildschäden im Wald. Auf Grund des § 69 Abs. 2 des Steiermärkischen Jagdgesetzes 1986. www.ris.bka.gv.at. Fassung vom: 09. 09. 2015.

VON DER HELLEN, B. (2015): Schriftliche, persönliche Mitteilung vom 28. 10. 2015. Land & Forst Betriebe, Österreich.

WEIßBÖCK, R. (1994): Quantitative und Qualitative Bewertung von Stammfäule in einem Fichtenforstbetrieb. Fallstudie in Beständen der Forstverwaltung Naßwald (MA 49). Diplomarbeit. Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz. Universität für Bodenkultur, Wien.

WIPPERMANN, C. (2004): Ökonomische Optimierung von Durchforstungen und Umtriebszeit. Schriften zur Forstökonomie. Band 30. J.D. Sauerländer`s Verlag, Frankfurt/M.

WIRNSBERGER, J. (2011): Evaluierung von Alternativen der Ertragsregelung zur Förderung von Innovationen. Dissertation. Universität für Bodenkultur. Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Institut für Agrar- und Forstökonomie, Wien.

WIRNSBERGER, J., KLOPF, M., SEKOT, W., HASENAUER, H. (2011): Evaluierung und Weiterentwicklung von Alternativen der Ertragsregelung als Teil des forstbetrieblichen Informations- und Steuerungssystems. Projektbericht, Wien.

ZYCHA, H. (1976): Der Wurzelschwamm (*Fomes annosus*) und die Rotfäule der Fichte (*Picea abies*). Forstwissenschaftliche Forschungen. Beihefte zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt. Heft 36. Seiten 7 – 13. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

ZYCHA, H. & KATÒ, F. (1967): Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte. Schriftreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Band 39. J.D. Sauerländer`s Verlag, Frankfurt am Main.

12. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Infektionszyklus von <i>H. annosum</i> (GONTHIER P. & THOR M., 2013, 133)	12
Abbildung 2: <i>Armillaria</i> species a-d Befallsmerkmale an junger Fichte: a weiße Myzelmatten unter der abgetöteten Rinde, b Harzsticken, c Bodenrhizomorphe, d Fruchtkörper, e Querschnitt (Ausschnitt) durch eine basidientragende Lamelle (BUTIN, 1996, 179).....	13
Abbildung 3: Entstehung von Rindenverletzungen bei der Holzernte (a), Ausdehnung der Fäule zwei Jahre nach der Verwundung (b), Überwallungsreaktion am Stammquerschnitt (c), die muschelförmigen Fruchtkörper auf abgestorbener Rinde (d) (BUTIN, 2010, 230).....	15
Abbildung 4: Sortenverschiebung und Dimensionsverschiebung aufgrund von Rotfäule, DmR = Durchmesser mit Rinde, DoR = Durchmesser ohne Rinde (SAGL, 1995, 255).....	19
Abbildung 5: Komponenten des durch Rotfäule bedingten Wertverlustes (GRABER, 1996, 78)	20
Abbildung 6: idealisierte aktuelle Standfläche eines frisch geschälten Baumes sowie Standraum eines Zielbaumes am gleichen Standort (SCHALLER, 2002, 95).	24
Abbildung 7: Schadensstufen in Abhängigkeit der Lage des Stammmittelpunktes von (SCHALLER, 2002, 97).....	24
Abbildung 8: Bestimmungsfaktoren für die Höhe der Wertdifferenz infolge von Schälung an einzelnen Bäumen (SCHALLER, 2002, 71).	26
Abbildung 9: Höhe der internen Verzinsung ($\pi\%$) nach Standortgüte und Umtriebszeit am Beispiel der Ertragsstafel Fichte-HOCHGEBIRGE (BINDER, 1995, 91).....	29
Abbildung 10: Anordnung der Segmentstichprobenpunkte im Cluster (AUFNAHMEANLEITUNG, 2015, 1).....	33
Abbildung 11: Ermittlung des Trenndurchmessers nach BINDER (1991, 8)	35
Abbildung 12: maximal zu bewertende Stammzahl nach BINDER (1991, 10), verändert. Rote Linie kappt die Kurve bei 2500 Stämmen/ha.	36
Abbildung 13: Illustration für PRODANs Dichteschätzer ($k-0,5$)/Stichprobenfläche (NOTHDRUFT, 2011, 11).....	44
Abbildung 14: Gesamtauswertung der Materialbuchanalyse in der Vornutzung getrennt nach BKL A und BKL B für ein Durchschnittsalter von ca 60 Jahren. Die Schwachbloche sind in dieser Darstellung in der Rubrik <i>Blochholz hoher Qualität</i> enthalten.....	55
Abbildung 15: Gesamtauswertung der Endnutzung (Kahlhieb, Räumung und einzelstammweise Endnutzung, AKL V und VI) getrennt nach BKL A und BKL B. Die Schwachbloche sind in dieser Darstellung bereits beim Blochholz hoher Qualität enthalten.	60
Abbildung 16: Wertentwicklung eines rotfaulen Bestandes im Vergleich zur Wertentwicklung eines gesunden Bestandes (SAGL, 1995a, 253).....	81
Abbildung 17: Entwicklung des Gesamtdeckungsbeitrages pro Jahr und Hektar über der Umtriebszeit. Ertragsstafel Fichte-Bruck; Ertragsklasse 14; Schälgrad = 0%, 50% und 100%. Die	

Verschiebung der Umtriebszeit liegt im Bereich von maximal 10 Jahren, wobei der DB_{GE} bei einem Umtrieb im Alter von 100 Jahren 99% und im Alter von 120 Jahren überdies 99,7 % der optimalen Umtriebszeit von 110 Jahren erreicht (JÖBSTL, 1997, 41).....	82
Abbildung 18: Gegenüberstellung verschiedener Hiebsreifekriterien für Waldbestände, verändert (KURTH, 1994, 169).....	85
Abbildung 19: Schematische Darstellung zur Erläuterung der Mehrpfadtheorie (GADOW, 2006, 38)...	89
Abbildung 20: Altersstruktur von Ziel- und Normalwald (SEKOT, 1993, 230).....	93
Abbildung 21: Grundstruktur des Modelles der Leistungsstufen (SEKOT, 2014b, 2).	95
Abbildung 22: modifizierte Basiseinheit in Normalbetrieb und Schälsschadensbetrieb (SEKOT, 2014b, 4)	96
Abbildung 23: Beispiel für ein System betrieblicher Basiseinheiten (schattiert) mit planmäßigen Übergängen [BA = Baumart, BAGr = Baumartengruppe, LSt = Leistungsstufe]. (SEKOT, 2010, 6).....	96
Abbildung 24: Darstellung des innovativen Konzeptes der 4Stec Nachhaltigkeits-Steuerung (BRONNER, 2008, 4)	98

13. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung, der in bisherigen Arbeiten gefundenen vertikalen Ausdehnungen der Stammfäule (HABSBURG-LOTHRINGEN, 2000, 17)	16
Tabelle 2: Umtriebszeit und Zinsfuß in Abhängigkeit von der Standortsgüte bzw der mittleren Ertragsklasse (BINDER, 1995, 91).	29
Tabelle 3: Berechnungen je Clusterpunkt (Stammzahl, geschälte Stämme in % und je ha, Mitteldurchmesser und Trenndurchmesser).....	34
Tabelle 4: Bestimmung der maximal zu bewertenden Baumzahlen nach Oberhöhe und die zugehörigen Abstände im Quadratverband auf Basis von BINDER (1991, 10).....	37
Tabelle 5: Maximal zu bewertende Stammzahlen auf Basis von BINDER (1991, 10) begrenzt bis 14 Meter OH mit maximal 2.500 Stämmen	37
Tabelle 6: Maximal zu bewertende Stammzahlen auf Basis der Ertragstafel FICHTE – BRUCK/MUR (gerundet)	37
Tabelle 7: Bewertungstabelle nach BINDER (1991, 14) für die Standortsgüte ‚mittel‘ (WA = Wuchsalter und SG =Schädigungsgrad).....	39
Tabelle 8: Anwendung der Hilfstafeln von BINDER (1991) anhand eines Beispiels	39
Tabelle 9: Potenzielle Endbestandszahlen und der damit verbundene Abstand im Quadratverband.	41
Tabelle 10: Exemplarische Darstellung der Beurteilung der Fäulesituation im Endbestand anhand eines Clusterpunktes	42
Tabelle 11: Berechnung des Beispiels von Tabelle 3 über den Dichteschätzer $N/ha=(10.000/Stichprobenfläche)*(K-0,5)$	45
Tabelle 12: Ergebnis der Materialbuchanalyse reiner Gedinge für die AKL III in der Vornutzung	51
Tabelle 13: Ergebnis der Materialbuchanalyse reiner Gedinge für die AKL IV in der Vornutzung	52
Tabelle 14: Ergebnis der Materialbuchanalyse in Bezug auf alle auswertbaren Gedinge der Vornutzung	53
Tabelle 15: Ergebnis der Materialbuchanalyse für die Vornutzung bezogen auf ein einheitliches Durchschnittsalter	53
Tabelle 16: Gesamtergebnis Vornutzung zusammengefasst in Klassen gleichen Qualitätsniveaus.....	53
Tabelle 17: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Kahlhieb in der AKL V für die Bonitätsstufe ‚mittel‘	55
Tabelle 18: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei der Nutzungsart Kahlhieb in der AKL VI (alle Bonitätsstufen).....	56
Tabelle 19: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Kahlhieb in der AKL VI für die Bonitätsstufe ‚gut‘ .	56
Tabelle 20: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Kahlhieb in der AKL VI für die Bonitätsstufe ‚mittel‘	56

Tabelle 21: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Kahlhieb in der AKL VI für die Bonitätsstufe ‚schlecht‘	57
Tabelle 22: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Räumung in der AKL VI für die Bonitätsstufe ‚mittel‘	57
Tabelle 23: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei Räumung in der AKL V für die Bonitätsstufe ‚gut‘ ..	58
Tabelle 24: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei einzelstammweiser Endnutzung in der AKL V für die Bonitätsstufe ‚mittel‘	59
Tabelle 25: Ergebnis der Materialbuchanalyse bei einzelstammweiser Endnutzung in der AKL V (alle Bonitätsstufen).....	59
Tabelle 26: Gesamtergebnis der Materialbuchanalyse in der Endnutzung (Kahlhieb, Räumung und einzelstammweise Endnutzung) in der AKL V und VI (alle Bonitätsstufen)	60
Tabelle 27: Gesamtergebnis der Materialbuchanalyse in Klassen einheitlichen Qualitätsniveaus zusammengefasst.....	60
Tabelle 28: Verschiedenen Holzpreise in €/FMO für die monetäre Bewertung. Die Preise verstehen sich ohne Umsatzsteuer, frei Waldstraße.....	61
Tabelle 29: Gesamtauswertung der Vornutzung (Tabelle 15) bewertet mit unterschiedlichen Preisniveaus	62
Tabelle 30: Auswertung der AKL IV in der Vornutzung (Tabelle 13) bewertet mit unterschiedlichen Preisniveaus.....	62
Tabelle 31: Auswertung des Kahlhiebes in der VI AKL (Tabelle 18) bewertet mit unterschiedlichen Preisniveaus	63
Tabelle 32: Gesamtauswertung der Endnutzung (Tabelle 26) bewertet mit den verschiedenen Preisniveaus.....	63
Tabelle 33: Exemplarische Rechnung bei einer Betriebsklasse mit 100 ha Zielwald (SEKOT, 1993, 227)	93
Tabelle 34: Vergleich von traditionellem Hiebsatz und von Nutzungspotenzial nach BRONNER (2010).	98