

---

FBVA - BERICHTE

Nr. 25 Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt 1988

---

ERGEBNISSE EINER ROTFÄULEUNTERSUCHUNG

IN SEHR WÜCHSIGEN FICHTENBESTÄNDEN

ODC 652.54:443.3:174.7

von

K. JOHANN

Herrn Hofrat a. o. Univ. Professor Dipl. Ing. Dr. J. Pollanschütz  
in Verehrung und Freundschaft zum 60. Geburtstag

Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft  
Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien

Copyright,  
Herstellung und Druck  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
A-1131 WIEN

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Herausgegeben  
von der  
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien  
Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag, A-1141 Wien

## INHALTSÜBERSICHT

	Seite
0. VORBEMERKUNGEN.....	3
1. PROBLEMSTELLUNG.....	5
2. CHARAKTERISTIK DES VERSUCHSAREALES.....	8
2.1 LAGE, KLIMA, GEOLOGIE.....	8
2.2 BESTANDESBESCHREIBUNG.....	8
3. VERSUCHSMETHODIK.....	10
3.1 ALLGEMEINE ÜBERSICHT.....	10
3.2 EINRICHTUNG DER MESSPARZELLEN.....	10
3.3 MESSWERTERFASSUNG.....	10
3.3.1 Stehender Bestand.....	10
3.3.2 Ausscheidender Bestand.....	11
3.3.2.1 Auswahl der Durchforstungsbäume.....	11
3.3.2.2 Ertragskundliche Merkmale.....	11
3.3.2.3 Ausformung.....	11
3.3.2.4 Rotfäulehäufigkeit und -ausdehnung.....	13
4. BERECHNUNGSMETHODIK BEI DEM WERTVERGLEICH	
"ROTFÄUL GEGEN GESUND".....	16
4.1 ANTEIL ROTFÄULER BÄUME AN DER GESAMTBAUMZAHL	
("Rotfäulehäufigkeit").....	17
4.1.1 Zur Problematik der Schätzung	
der Rotfäulehäufigkeit.....	17
4.1.1.1 Was ist Rotfäule.....	17
4.1.1.2 Zur Stichprobetechnik bei der	
Probebaumauswahl.....	17
4.1.2 Das Schätzverfahren für die	
Rotfäulehäufigkeit.....	18
4.1.3 Stammzahlentwicklung unter	
Berücksichtigung der Rotfäule.....	21
4.2 AUSDEHNUNG DER ROTFÄULE IM SCHAFT.....	27
4.2.1 Rotfäule über BHD (Rotfäulelänge).....	27
4.2.2 Sortimentlänge über BHD.....	30
4.3 STANDARDISIERTE AUSFORMUNG.....	35
4.3.1 Baumhöhe.....	35
4.3.2 Durchmesser in 1/3 der Baumhöhe (D0.3)....	38
4.3.3 Schaftformberechnung.....	39
4.3.4 Ausformung "gesund".....	39
4.3.5 Ausformung "rotfaul".....	40
4.4 WERTBERECHNUNG.....	43
4.4.1 Bewertungsgrundlagen.....	43
4.4.1.1 Holzpreise.....	43
4.4.1.2 Kosten.....	43
4.4.2 Abtriebswerte, laufender und	
durchschnittlicher "Wertzuwachs".....	45

	Seite
<b>5. ERGEBNISINTERPRETATION.....</b>	<b>58</b>
5.1 ROTFÄULEENTWICKLUNG.....	58
5.1.1 Rotfäulehäufigkeit.....	58
5.1.2 Rotfäulelänge.....	58
5.1.3 Sonstige Kennzahlen zur Rotfäuleentwicklung.....	60
5.2 WERTENTWICKLUNG.....	60
5.2.1 Gesamtwertleistung.....	60
5.2.2 Wertzuwachs.....	61
5.3 WERTENDE SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	62
5.3.1 Zum Wertvergleich "theoretisch gesund" gegen "rotfaul".....	62
5.3.2 Betriebswirtschaftliche und waldbauliche Konsequenzen.....	62
5.3.3 Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit anderen Rotfäuleuntersuchungen.....	63
5.3.3.1 Literatur zur Methodik.....	64
5.3.3.2 Rotfäulehäufigkeit.....	64
5.3.3.3 Rotfäulefortschritt.....	65
5.3.3.4 Wertzuwachs.....	66
5.3.3.5 Schlußfolgerungen.....	66
5.4 NACHBEMERKUNG.....	67
<b>6. ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>68</b>
6.1 ZUSAMMENFASSUNG.....	68
6.2 SUMMARY.....	70
<b>7. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>72</b>
<b>8. ANHANG</b>	
8.1 AKTENVERMERK ZUR VERSUCHSANLAGE.....	75
8.2 TABELLENVERZEICHNIS.....	78
8.3 ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	80

## 0. VORBEMERKUNGEN

0.1 Die im folgenden beschriebenen Untersuchungen an rotfaulen Fichtenbeständen gehen auf eine Anfrage des Traun'schen Forstamtes Rappottenstein an das Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft der Forstlichen Bundesversuchsanstalt aus dem Jahre 1966 zurück. Das Forstamt erbat seinerzeit eine Beratung, um selbständig Untersuchungen zur Rotfäuleentwicklung in Fichtenbeständen bester Bonität auf ehemaligen Ackerböden durchführen zu können. Nach gemeinsamen Besprechungen wurde vereinbart, daß die notwendigen Aufnahmen aller Untersuchungsparameter in Eigenregie des Forstamtes nach einem von der FBVA zu erstellenden Konzept durchgeführt werden sollten. Die Auswertung der Aufnahmeergebnisse wurde der FBVA übertragen. Es soll an dieser Stelle mit gebührendem Nachdruck hervorgehoben werden, daß die zum Teil zeitraubenden und umständlichen Erhebungen vom Personal des Forstamtes Rappottenstein während des gesamten 15-jährigen Versuchszeitraumes lückenlos und einwandfrei durchgeführt worden sind. Im Namen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, aber auch im Namen der an diesem Fragenkomplex interessierten forstlichen Praxis sei dem Eigentümer und seinen Mitarbeitern geziemender Dank für tatkräftige Unterstützung, Geduld und Verständnis bei der Zusammenarbeit ausgedrückt.

0.2 Unkonventionell und unüblich mag es sein, wenn bereits als Vorbemerkung ein wichtiger Aspekt des Untersuchungsergebnisses im voraus bekannt gegeben wird. Diese Vorgangsweise soll jedoch das Verständnis der folgenden Darlegungen dadurch erleichtern, daß diese Bemerkung einmal vorausgeschickt, statt an vielen Stellen immer wiederholt wird.

Sowohl bei der Aufnahmemethodik als auch im geplanten Auswertungsverfahren haben sich im Untersuchungsverlauf Mängel herausgestellt, mit denen zu Beginn der Untersuchung nicht gerechnet wurde. So läßt sich beispielsweise nachträglich feststellen, daß eine dauerhafte Numeration aller Bäume zweckmäßiger gewesen wäre. Auch hätte einer exakten Bestimmung der Rotfäulelänge weit mehr Beachtung geschenkt werden müssen, als dies tatsächlich geschehen ist. Besonders schwerwiegend im Hinblick auf die Interpretation der Ergebnisse wirkte es sich aus, daß neben der "forstamtsüblichen" Ausformung rotfauler Bäume nicht eine parallel geführte "standardisierte" Ausformung vorgesehen wurde, die den notwendigerweise subjektiven Einfluß des Ausformenden sowie die mit der Marktlage wechselnden Sortierungsgewohnheiten ausgeschaltet hätte. Insbesondere im Hinblick auf die Ausformung muß als ein Ergebnis dieser Untersuchung festgehalten werden: Es wäre zweifellos zielführender gewesen, die Datenaufnahme einem spezialisiertem Team der FBVA zu übertragen, als diese dem mit laufenden Tätigkeiten bereits ausgelasteten Betriebspersonal sozusagen nebenbei zu überlassen. Diese Feststellung soll keinesfalls das Verdienst des mit der Aufnahme betrauten Personales schmälern. Was ihnen aufgetragen wurde, ist mit größter Präzision und Pünktlichkeit ausgeführt worden. Nachträglich muß man aber schlußfolgern, daß weit mehr hätte aufgenommen werden sollen, als einem im praktischen Betrieb tätigen Forstmann "nebenbei" zugemutet werden kann. Aus heutiger Sicht muß die "Rotfäuleuntersuchung Rappottenstein" als "Pilot-Studie" gesehen werden, die - neben den

noch darzustellenden Sachergebnissen - zu aufnahme- und auswertungsmethodischen Erkenntnissen geführt hat.

0.3 Die ursprünglich (1966) weit umfangreicher projektierte Untersuchung litt von Anfang an unter personellen Engpässen der FBVA. So konnte beispielsweise eine anfangs vorgesehene Ausweitung auf andere Altersklassen, andere Standorte und andere Forstbetriebe "aus personellen und finanziellen Gründen (Zeitmangel)" nicht verwirklicht werden, obwohl sich zu diesem Zeitpunkt bereits mehrere Forstbetriebe interessiert und bereit gezeigt hatten, ähnliche Untersuchungen durchzuführen (Aktennotiz vom 2.12.1968).

Der Rotfäulefortschritt, der mittels Wuchsreihen hätte untersucht werden sollen, konnte daher nur ansatzweise erfaßt werden.

Darüber hinaus litt die Untersuchung von Anfang an unter mehrfachem (unvorhersehbarem) Wechsel der Sachbearbeiter an der FBVA. Das führte sowohl zur Verzögerung von Zwischenauswertungen, zur stets neuen Einarbeitung neuer Personen und zur Unübersichtlichkeit bereits begonnener Auswertungen. Daß im gleichen Zeitraum auch das EDV-System an der FBVA umgestellt wurde, hatte weitere Verzögerungen zur Folge.

0.4 Ab 1974 wurde R. AICHER die Sichtung des vorliegenden Datenmaterials und die Weiterführung der Versuche übertragen. Er führte ertragskundliche Auswertungen durch und testete in mehrfachen Lösungsansätzen statistische Zusammenhänge von Rotfäule mit Wachstumsparametern. Wegen auftretender Schwierigkeiten wurde von einer temporären Arbeitsgruppe (Pollanschütz, Aicher, Enk, Johann, Schieler) ein neues Auswertungskonzept erarbeitet. Mit diesem Konzept konnte sich Aicher jedoch nicht identifizieren und verzichtete daher auf eine eigene Publikation. Der Verfasser wurde vom wissenschaftlichen Direktor der FBVA und vom Institutsleiter des Institutes für Waldwachstum und Betriebswirtschaft mit der Zusammenstellung der Ergebnisse und der Abfassung des Schlußberichtes beauftragt. Im Zuge dieser Darstellung erwies es sich als notwendig, einen Großteil der Berechnungen neu durchzuführen bzw. andere als die bisher in Betracht gezogenen Lösungswege zu suchen.

## 1. PROBLEMSTELLUNG

Unmittelbarer Anlaß der vorliegenden Untersuchungen ist eine Anfrage des Traun'schen Forstamtes Rappottenstein nach einer betriebswirtschaftlich begründeten optimalen Umtriebszeit für gut bis sehr gut wüchsige Fichtenbestände aus ehemaligen Ackeraufforstungen mit vermutetem hohem Rotfäuleanteil. Für die damals 50- bis 60-jährigen Bestände stand der Betrieb vor der Frage, ob diese Bestände bald genutzt oder noch über längere Zeit hin erhalten werden sollten. Da zu jener Zeit keine wissenschaftlichen Untersuchungen über "das Fortschreiten des Rotfäulebefalles" vorlagen, konnte eine Stellungnahme nicht abgegeben werden, es wurde eine Untersuchung dieser Frage empfohlen und vereinbart. In einem ersten Schritt (Sofortprogramm) sollte aufgrund einer genauen Zustandserfassung der zu diesem Zeitpunkt eingetretene Wertverlust ermittelt werden. Über Ertragstafelvergleiche und Modellannahmen zum Rotfäuleverlauf sollten erste Anhaltspunkte für die weitere Bewirtschaftung der Ackeraufforstung gewonnen werden (POLLANSCHÜTZ, 1966, Anhang 1). Gleichzeitig wurde bereits ein "mittelfristiges Programm" empfohlen, das periodische, gleichartige Zustandserfassungen in 5-Jahresabständen vorsah, "um die Frage beantworten zu können, ob die altersbedingte Wertsteigerung der Bestände oder die zunehmende Wertverminderung durch Rotfäule in dieser Altersphase der Bestände überwiegt" (POLLANSCHÜTZ, 1966). Die Fragestellung sollte jedoch nicht auf die konkreten Bestände im Revier Nagelhof beschränkt bleiben sondern darüber hinaus allgemeine Hinweise für die Begründung und Behandlung von Ackeraufforstungen erbringen.

Das Problem der "Ertragsminderung durch Rotfäule an Fichtenbeständen" (HILSCHER, 1964) muß in den 60er Jahren im "forstlichen Raum" gestanden sein. Leitete doch HILSCHER den Bericht über seine 1960 begonnenen Untersuchungen mit folgenden Sätzen ein:

"Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurde über die wirtschaftliche Bedeutung der durch Rotwild verursachten Schälsschäden eine große Zahl wertvoller Untersuchungen durchgeführt und die Ergebnisse der Öffentlichkeit durch Berichte in Fachzeitschriften zugänglich gemacht.

Abgesehen davon, daß man von der Nutzenanwendung der gewonnenen Erkenntnisse sehr wenig spürt, ist es kaum möglich, aufgrund derselben in einem bestimmten Forstbetrieb die Frage nach der Höhe des durch Schälsschäden verursachten Verlustes befriedigend zu beantworten.

Eine Antwort auf diese wichtige Frage sollte aber gesucht werden, zumal die Meinungen über die Bedeutung dieser Schäden weit auseinander gehen."

Andere Untersuchungen wurden zur selben Zeit begonnen bzw. ab 1966 laufend publiziert (Siehe auch Literaturverzeichnis).

Die Abhängigkeit des Rotfäulefortschrittes vom Standort, vom Wuchsverlauf, vom Alter, von Schäden durch Fällung, Rückung und Rotwildschälung wurden in dieser Zeit insbesondere in der BRD und DDR untersucht. Wenn es aber HILSCHER kaum für möglich hielt (siehe obiges Zitat), "dem Forstbetrieb die Frage nach

der Höhe des Schältschadens zu beantworten", so wird deutlich, daß das weitaus schwierigere Problem einer ökonomisch begründeten Umtriebszeitempfehlung ohne Spezialuntersuchungen nicht zu lösen war.

Im Sinne einer Problemanalyse läßt sich der zu untersuchende Komplex methodisch in folgende Teilfragen aufspalten:

1. Gesunde Bestände als Vergleichsbasis
  - 1.1 Baumweise Erfassung von Zustandskennwerten gesunder Bestände
  - 1.2 Geldmäßige Bewertung gesunder Bestände
2. Rotfaule Bestände
  - 2.1 Baumweise Erfassung von Zustandskennwerten rotfauler Bestände
    - 2.1.1 Häufigkeit rotfauler Bäume zu jedem Aufnahmezeitpunkt
    - 2.1.2 Rotfäuleintensität zum Erfassungszeitpunkt (z.B. nach Intensitätsstufen "verfärbt", "rot", "weichfaul" bei vorgegebenen Schafthöhen)
    - 2.1.3 Rotfäuleausbreitung im Schaft in horizontaler und vertikaler Richtung
    - 2.1.4 Rotfäulebedingte Bestandesschäden (Bruch, Wurf, ggf. Folgeschäden)
  - 2.2 Geldmäßige Bewertung rotfauler Bestände
3. Herleitung von Entwicklungskennwerten (z.B. Volumen- und Wertzuwachs u.a.) durch Aneinanderreihen der Zustandskennwerte verschiedener Alter
4. Vergleichen von "gesund" gegen "rotfaul"
5. Zeitpunkt der ökonomischen Hiebsreife aus Schnittpunkt von laufendem und durchschnittlichem Wertzuwachs berechnen
6. Schlußfolgerungen für die Praxis

Der kritische Punkt eines derartigen Untersuchungskonzeptes liegt bei der Herleitung von Entwicklungskennwerten (Punkt 3 der Problemanalyse). Die waldwachstumskundliche Untersuchungsmethodik ist seit jeher auf die periodisch wiederholte Aufnahme meßbarer Parameter eingestellt (Dauerversuchsflächen). An identen Bäumen werden dabei bestimmte Merkmale voll (z.B. BHD) oder stichprobenweise (z.B. Höhe) gemessen, andere (z.B. soziale Stellung) geschätzt. Nach Jahrzehnten der Dauerbeobachtung läßt sich die Entwicklung aller erhobenen Merkmale darstellen. Eine zweite waldwachstumskundliche Methodik zur Herleitung von Entwicklungen stellt die "Wuchsreihenmethode" dar, bei welcher einmalige Zustandserfassungen in Beständen verschiedenen Alters so miteinander verbunden werden, als seien sie in einem einzigen Bestand zu verschiedenen Aufnahmezeitpunkten (Altern) erhoben worden. (Bei der Auswahl geeigneter Bestände ist dabei auf örtliche Vergleichbarkeit und Gleichartigkeit der Bestandesbehandlung zu achten.)

In beiden Fällen können Entwicklungsgänge aber nur für jene Merkmale berechnet werden, die tatsächlich erfaßt (gemessen, geschätzt) werden. Diese Feststellung mag lapidar erscheinen, birgt aber im Hinblick auf "die Rotfäuleentwicklung" erhebliche Probleme in sich. Wird die Methode des "Dauerversuches" gewählt, so können die wichtigsten Meßparameter (Rotfäulehäufigkeit und Rotfäuleintensität sowie ihre Ausbreitung im Schaft) an stehenden Bäumen nicht zerstörungsfrei ermittelt werden. Im Falle einer Wuchsreihenuntersuchung könnten zwar eine hinreichende Zahl von Bäumen in Probeflächen verschiedenen Alters gefällt und analysiert werden, alle wesentlichen Parameter wären für die gefällten Bäume meßbar. Allerdings würden Rotfäulefolgeschäden (Schneebruch, Windwurf, Zuwachsverluste durch nicht optimale Bestandesbehandlung) nicht erfaßt werden können.

Im konkreten Fall war zu Beginn - soweit sich dies heute rekonstruieren läßt - offensichtlich an eine Kombination beider Verfahren gedacht worden. Nachdem die Realisierung an personellen Engpässen scheiterte, blieb es bei einer Dauerbeobachtung von 5 Versuchspartzellen, in nahezu gleichalten Beständen, mit hin unterblieben Untersuchungen in Form von Wuchsreihen.

## 2. CHARAKTERISTIK DES VERSUCHSAREALES

### 2.1 LAGE, KLIMA, GEOLOGIE

Versuchsflächen wurden im Revier Nagelhof des Traun'schen Forstamtes Rappottenstein (Niederösterreich, Waldviertel) in einer Seehöhe von 780 - 810 m ausgewählt. Der Höhenlage sowie dem Temperatur- und Niederschlagsgang entsprechend handelt es sich um ein kontinental beeinflusstes kühl-humides Höhenklima. Einige Kennwerte zum Klima sind in Tabelle 1 nach Angaben des Hydrographischen Zentralbüros, Heft 43, 1973, zusammengestellt.

Tabelle 1: Mittlere Niederschläge und Temperaturen der Beobachtungsstation Rappottenstein (1901-1970).

	JAHR	APRIL- SEPT.	JANUAR	JULI
Niederschlag	733 mm	503 mm		
Temperatur	6,5 C		-3,6 C	17,0 C

Naßschneefälle im Vorwinter und ausgeprägte Windhäufigkeiten vom Westen und Nordwesten stellen Gefahrenquellen besonders für die Baumart Fichte dar.

Den geologischen Untergrund dieser alten Rumpfhochfläche mit Mittelgebirgscharakter bilden überwiegend Granite und kristalline Gneise. Dementsprechend stellen sich die Waldböden als Granit- bzw. Gneisverwitterungsböden dar, deren Wasserhaushalt - besonders beim grobgneisigen Granitverwitterungsboden - entscheidend durch die jeweilige Humusformation beeinflusst wird. Dem allgemeinen Charakter der Vegetation nach gehört das Gebiet in die Übergangszone zwischen der mittleren und oberen Buchenstufe wo ursprünglich Fichten- Buchen- Tannenmischbestände heimisch waren. Durch die Bewirtschaftungsweise sind Buche und Tanne weitgehend verdrängt worden.

### 2.2 BESTANDESBESCHREIBUNG

Schriftlichen Mitteilungen des Forstamtes und dem Forsteinrichtungswerk (1960) sind die Angaben zu den Untersuchungsbeständen in Tabelle 2 entnommen. Zur Bestandesgeschichte teilte das Forstamt Rappottenstein folgendes mit: Untersuchungsflächen bis zur Jahrhundertwende landwirtschaftlich genutzt. Sie werden im Betrieb als Ackeraufforstungen bezeichnet, wurden vor dem Ersten Weltkrieg begründet und umfassen 60 ha. Revier 1925 angekauft, keine älteren Aufzeichnungen vor-

gefunden. Als Nachteile der Waldwirtschaft wurden demnach damals angeführt: hohe Frostgefahr und mangelnde Bestandespflege. Bei der Forsteinrichtung 1928 gehört fast die Hälfte der Holzbodenfläche der ersten Altersklasse an. Pflanzen waggonweise von auswärts bezogen, angeblich Klemmpflanzung im 1-Meter-Quadrat-Verband. In jüngerer Vergangenheit sehr empfindliche Schnee- und Windwurfschäden, starkes Auftreten von Hallimasch und Rotfäule, daher Bestände häufig verlichtet und stark unkrautet.

**Tabelle 2:** Angaben zur Bestandesbeschreibung (nach Operat von 1960, Fichtenreinbestände)

Abteilung	4b	4a	3c	5e	2a
Größe (ha)	2,26	2,89	9,67	3,2	2,46
Bonität (FEISIMANTEL/WEISS)	IV	IV	V	III	IV
Bestockungsgrad	1.0	0.9	0.7	0.9	1.0
Alter von	40	48	49	48	48
bis	48	51	52	53	53
Mittel	46	50	50	50	51
lfd. Zuwachs	8.23	8.62	8.66	8.39	9.33
Vornutzung Efm o.R. je ha (von 1949 - 1965)	116	90	210	140	179
Kalkung im Jahr (Mischkalk)	1956	1956	-	?	-
Probefläche	1	2	3	4	5
Maße	80*125	100*100	100*100	100*100	90*111
Neigung	0%	0%	5-10%	0-5%	0%
Exposition			N	N	
Standort	sehr frisch	frisch bis sehr frisch	frisch	frisch	frisch
Stammzahl je ha 1966	966	739	946	845	838
Anzahl der Reihen	81	66	64	66	57
Alter 1966	52	56	56	56	57
Katastrophennutzung vor Versuchsbeginn	wenig	wenig	61-66 verstärkt	-	wenig
Anmerkungen		1)		2)	3)

- 1) Kleine Bestandeslücken
- 2) Niederdurchforstung 1965
- 3) Teilweise vom Westrand her vom Wind eingerissen

Die Angaben zu dieser Tabelle wurden aus einem Rohmanuskript von Aicher ungeprüft übernommen. Die Untersuchungsbestände sind nach den Berechnungsergebnissen (Tab. 20-24) etwa der Ertragsklasse  $\delta GZ_{100} = 15$  zuzurechnen (Fichte-Weitra, Hilfstafeln f. d. FE, 1975).

### 3. VERSUCHSMETHODIK

#### 3.1 ALLGEMEINE ÜBERSICHT

Die Versuchsmethodik war von Anfang an darauf abgestellt, daß die Außenaufnahmen vom Forstpersonal, die Auswertungen jedoch von der FBVA durchgeführt werden sollten. Es wurde davon ausgegangen, daß

- die Untersuchungsbestände auf jeden Fall durchforstet werden müßten,
- bei der Ausformung des Aushiebsmaterials hinreichende Informationen über das Ausmaß der Rotfäule anfallen würden,
- es möglich sein müsse, "zufällige" Nutzungen (Bruch und Wurf) auf analoge Weise wie den Planaushieb zu erfassen,
- man bei der Auswertung auch rotfaule Bäume theoretisch so ausformen könne, als seien sie gesund, um auf diese Weise eine Vergleichsbasis zu schaffen.

Man beschränkte sich von Anfang an darauf, nicht die "Rotfäuleausdehnung und -intensität" direkt zu messen, sondern ihre Auswirkung in der forstamtsüblichen Sortimentausformung zu erfassen. Ergänzt wurden diese Messungen durch eine schätzungsweise Angabe der Rotfäulelänge im Schaft. Diese "forstamtsübliche" Ausformung ist Grundlage aller Aufnahmevorschriften und somit auch der Auswertung. Da eine zerstörungsfreie Methode zur Erfassung der Rotfäule an stehenden Bäumen nicht zur Verfügung stand, sollten die für eine Erfassung der Rotfäule notwendigen Durchforstungen so durchgeführt werden, daß sie eine repräsentative Stichprobe für den Gesamtbestand darstellen. Für die planmäßigen Durchforstungen wurde daher eine schematische Reihentnahme vorgesehen. Zusätzliche Erhebungen sollten die Meßdatenerfassung ergänzen.

#### 3.2 EINRICHTUNG DER MESSPARZELLEN

Die bei der FBVA als Versuchsfläche 603 geführte Anlage besteht aus fünf Parzellen, eine nähere Beschreibung der Versuchsbestände erfolgte im vorangegangenen Kapitel. Alle Parzellen wurden in einer Größe von 1.0 ha an den Eckpunkten verpflockt sowie durch Seitenmarkierung in weißer Farbe gesichert.

Alle Bäume der Meßparzellen erhielten eine 1,3 m-Markierung, wurden jedoch nicht dauerhaft numeriert. An den Endbäumen jeder Reihe wurden die Reihenummer und ein Richtungspfeil (stille Numeration) angebracht. Parzelle 2 wurde 1976 nach planmäßiger Endaufnahme, Parzelle 5 ohne Endaufnahme 1979 geschlägert.

#### 3.3 MESSWERTERFASSUNG

##### 3.3.1 Stehender Bestand

Im Gesamtbestand (Bestand vor Planaushieb) wurden die Brusthöhendurchmesser mit Meßband auf cm genau erfaßt und gemäß der stillen Numeration baumweise registriert.

### 3.3.2 Ausscheidender Bestand

#### 3.3.2.1 Auswahl der Durchforstungsbäume

In den noch relativ dicht und annähernd gleichmäßig geschlossenen Ausgangsbeständen des Jahres 1966 wurden die Durchforstungsbäume zum Zwecke einer systematischen Stichprobennahme reihenweise entnommen, wobei jede 8. (bei Parzelle 2 jede 7.) Reihe entnommen wurde. Das gleiche Verfahren wurde 1971 wiederholt.

1976 wurde dann systematisch jeder 10. Baum, beginnend mit dem 10. der 1. Reihe, 1981 jeder 10. beginnend mit dem 5. der 1. Reihe gefällt. Allerdings mußte 1981 von der strengen Systematik in Einzelfällen abgegangen werden, um das Entstehen zu großer Lücken zu vermeiden.

Parzelle 2 wurde bereits 1976 aufgelassen, alle Stämme wurden zu diesem Zeitpunkt liegend aufgenommen. Jährlich wurden darüberhinaus die sog. "Zufallsnutzungen" nach der gleichen Methodik erfaßt.

#### 3.3.2.2 Ertragskundliche Merkmale

An liegenden Bäumen (Planaushieb), in späterer Folge auch bei "Zufallnutzungen" wurden die Längen in dm sowie die Durchmesser in 1/10, 3/10 und 5/10 der Baumlänge auf cm genau mit Meßband gemessen.

#### 3.3.2.3 Ausformung

Nach erfolgter Ausformung und Ablängung wurde vom Stammfuß zum Wipfel hin fortschreitend die durchgeführte Ausformung protokolliert, indem für vorgegebene l-m-Sektionen das ausgeformte Sortiment zugeordnet wurde und dessen Mittendurchmesser mit Meßband auf cm genau erfaßt wurde. Eingehaltene Übermaße wurden vernachlässigt. Die Protokollierung erfolgte auf Millimeterpapier mittels Symbolen für die Sorten und Ziffern für die Durchmesser. Abb.1 zeigt dieses Schema. In Tabelle 3 sind die bei der Ausformung möglichen Sortimente aufgelistet.



**Tabelle 3:** Sortimente der "tatsächlichen" und "fiktiven" Ausformung

Schaftbereich	tatsächliche Ausformung		fiktive Ausformung
	A u f n a h m e j a h r e		
	1966-1970	1971-1981	1976-1981
rotfaul	Rücklaß *) Brennholz Braunbloch	Rücklaß *) Brennholz Braunbloch	Faserholz
gesund	Faserholz kurz " lang Masten Stangen Sägebloch 1b bis 4a	Faserholz k. " l. Sägeholz lang	Sägeholz lang

\*) infolge Holzzerstörung durch die Rotfäule wertloser unterer Schaftabschnitt.

Im folgenden werden für die Sortiment Abkürzungen verwendet. Dabei bedeutet: RL = Rücklaß, BH = Brennholz, BB = Braunbloch, FH = Faserholz (kurz oder lang), SH = Sägeholz, Masten oder Stangen.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß im rotfaulen Bereich über alle Aufnahmen die gleichen Sortimente ausgeformt wurden. Im gesunden Schaftbereich wurde aber 1971 zu einer anderen Ausformung übergegangen. Ab 1976 wurde im gesamten Schaftbereich eine "fiktive" Ausformung durchgeführt, bei der auch die rotfaulen Bäume so ausgeformt wurden, als ob sie gesund seien.

#### 3.3.2.4 Rotfäulehäufigkeit und -ausdehnung

In den schriftlichen Unterlagen der FBVA findet sich kein Vermerk darüber, auf welche Weise die Tatsache des Rotfäulebefalles überhaupt angesprochen und die geschätzte Länge der Rotfäule im Schaft protokolliert werden sollte. Nach mündlicher Mitteilung von POLLANSCHÜTZ (1986-04-18) wurde anlässlich einer Besprechung in Rappottenstein im Mai 1966 folgende Vorgangsweise vereinbart: An "rotfaulen Bäumen" werden zunächst die im rotfaulen Bereich ausgeformten Sortimente (RL, BH, BB) tatsächlich abgelängt (der Trennschnitt wurde durchgeführt). Das wipfelseitige Endstück muß immer gesund sein. Anschließend wird rückschreitend auf 0,5 m genau die Rotfäulelänge geschätzt und auf dem mm-Papier vermerkt.

Es wurde allerdings übersehen, diese Anprachevorschrift schriftlich festzulegen. Aus der Tatsache, daß bei der Aufnahme 1966 bei allen Sortimenten mit Rotfäule die Rotfäulenlänge geringer ist als die Summe der Ausformungslänge rotfauler Sortimente, muß geschlußfolgert werden, daß es diese Vereinbarung tatsächlich gab und daß sie auch tatsächlich eingehalten wurde. Keinerlei Anhaltspunkte liegen allerdings für jenen - zumindest theoretisch denkbaren - Fall vor, daß die Rotfäuleintensität am Abhieb so geringfügig war, daß die Ausformung von RL, BH oder

BB nicht erforderlich war, daß also das ausgeformte Sortiment als gesund akzeptiert wurde. Im Aufnahmejahr 1966 kamen derartige Fälle nicht vor.

Dagegen lassen die Versuchsaufzeichnungen bereits für das Aufnahmejahr 1971 erheblich abweichende Ausformungsstrategien erkennen: Das wipfelseitige Ende des letzten rotfaulen Sortimentstückes ist keinesfalls immer gesund! Anders gesagt: Ab 1971 reicht die Rotfäule in das Sägeholz lang hinein, obwohl dieses vereinbarungsgemäß ausschließlich im gesunden Bereich ausgeformt werden sollte. Es kommt auch vor, daß Rotfäulelängen an Bäumen angeschätzt wurden, bei denen nur "gesunde" Sortimente (Sägeholz lang) ausgeformt wurden. Aus dieser Sachlage ergeben sich für die Auswertung drei erhebliche Unsicherheitspunkte:

- Es ist nicht sicher, ob die absolute Rotfäulehäufigkeit (=Zahl rotfauler Bäume im Aushieb) richtig erfaßt wurde (unter Rotfäule wird hier eine sichtbare Verfärbung am Stockabhieb verstanden). Diese Unsicherheit besteht besonders für das Jahr 1966.
- In den Aufnahmejahren wurden mit Sicherheit verschiedene Schätzverfahren zur Ermittlung der Rotfäulelänge verwendet. Wird jeder Stamm gesund geschnitten, so steht mit Sicherheit fest, daß die Rotfäulelänge geringer als die Summe der rotfaulen Sortimentlänge ist. Wird nicht oder nur teilweise gesund geschnitten, gibt es keinerlei Anhaltspunkte für die Plausibilität der Schätzung.
- Zum dritten muß aus dem dargelegten Sachverhalt der Schluß gezogen werden, daß sich die Ausformungsstrategien während der gesamten Beobachtungszeit geändert haben (können). In den Vereinbarungen über die Datenaufnahme ist keinerlei Vorschrift enthalten, aufgrund welcher Charakteristik auszuformen sei. Es mußte demnach angenommen werden, daß die Zuordnung der Lage am Holzmarkt entsprechend erfolgen sollte. Nachdem diese sich während der Beobachtungszeit mehrfach geändert hat, kann nicht von der Einhaltung einer einheitlichen Ausformungsvorschrift ausgegangen werden.

Zur Ermittlung der Rotfäulehäufigkeit mußte demnach ein plausibles Schätzverfahren gefunden werden, das sich so eng wie möglich an die vorliegenden Daten zu halten hatte. Dabei war zu bedenken, daß die Aufnahmen des planmäßigen Aushiebes 1966, 1971 und 1976 jeweils von verschiedenen Personen durchgeführt worden sind, daß aber der jeweilige Nachfolger niemals eine schriftliche Vorschrift erhielt, was als "rotfaul" anzusprechen sei. Erst beim nochmaligen Durcharbeiten der Aufnahmeunterlagen im Jahre 1986 fiel folgendes auf:

1.) Aushiebsbäume wurden als "gesund" verbucht, obwohl Sortimente ausgeformt wurden, die vereinbarungsgemäß nur im rotfaulen Bereich hätten vorkommen dürfen (alle Parzellen zusammen).

Jahr(e)	Stückzahl	Sortimente
1966	4	BH, RL
1971-1975	25	BH, RL, BB
1976	1	BH, BB

2.) Aushiebsbäume wurden als "rotfaul" angesprochen, obwohl kein Sortiment anfiel, das auf das Vorhandensein von Rotfäule schließen läßt.

Jahr	Stückzahl	"Rotfäulelänge" geschätzt
1971	64	1 m bis 5 m!
1974	3	1 m
1978	1	1 m
1979	1	1 m
1981	1	1 m

Die auffällige und systematische Häufung unplausibler Ansprachen insbesondere 1971 erhärtet die Annahme, daß insbesondere in diesem Aufnahmejahr anders geschätzt worden ist als zuvor und danach. Während es für die erste Gruppe von "Fehlschätzungen" (keine Rotfäule, aber Sortiment aus rotfaulem Bereich, z.B. Braunblock) keine zufriedenstellende Erklärung gibt, ist die zweite Gruppe zumindest plausibel zu erklären: hier wurde zwar das Vorhandensein einer Verfärbung konstatiert, die technische Entwertung aber als vernachlässigbar gering eingestuft, was zu einer Ausformung wie bei gesundem Holz führte. Im folgenden werden jene Bäume, für die Rotfäule festgestellt wurde - unabhängig von der Ausformung - als "biologisch rotfaul", jene, bei denen ein Sortiment aus dem rotfaulen Bereich ausgeformt wurde - unabhängig von der "biologischen" Ansprache - als "technisch rotfaul" bezeichnet.

#### 4. BERECHNUNGSMETHODIK BEI DEM WERTVERGLEICH "ROTFAUL GEGEN GESUND"

Die meisten der im folgenden beschriebenen Berechnungen wurden mit speziell geschriebenen FOR1-Programmen an der VAX 750 der FBVA durchgeführt. Datengrundlage ist eine Datei, in der die Meß- und Schätzwerte aller Aufnahmejahre und aller Parzellen in einheitlicher Form gespeichert sind (siehe dazu Tabelle 4).

Tabelle 4: Aufbau der Meßwertdatei

Merkmal	Dimension	Spalte (Lochkarte) Stelle (im Satz)
Versuch	-	1 - 3
Parzelle	-	4 - 4
Flächengröße	qm	6 - 10
Aufnahmejahr	-	11 - 12
Alter	Jahre	13 - 14
Reihen-Nummer	-	17 - 18
Stamm-Nummer (je Reihe)	-	19 - 20
Aushiebskennziffer 1)	-	21 - 21
Baumart	-	22 - 23
Rücklaß	dm	27 - 29
Brennholz	dm	30 - 32
Faserholz	dm	33 - 35
Braunbloch	dm	36 - 38
Faullänge	dm	39 - 41
Rotfäulekennziffer 2)	dm	42 - 42
Brusthöhendurchmesser	cm m. R	43 - 45
Höhe	dm	49 - 51
Höhenmesskennziffer 3)	-	58 - 58
D0.1	cm m. R	60 - 62
D0.3	cm m. R	63 - 65
D0.5	cm m. R	66 - 68
Stamm-Nummer (je Parzelle)	-	77 - 80

1) 0 = verbleibend  
1 = Planaushieb  
2 = Zufallsnutzung

2) 0 = gesund  
1 = (biologisch) rotfaul  
(siehe Abschn. 3.3.2.4 und 4.1.1.1)

3) 0 = Höhe nicht gemessen  
1 = Höhe gemessen

Diese Datei wurde bereits von AICHER für das LFRZ (Siemens BS 2000) erstellt. Besonders bei der Erstellung dieser Datei zeigte sich der Nachteil der "stillen Numeration": Mittels Prüfprogrammen wurden Stammverwechslungen aufgedeckt, nur anhand der Urbelege konnten - oft in detektivischer Kleinarbeit - Fehler in den Aufnahmedaten von Zufallsmessung und

Revision aufgedeckt werden. Die Symbole der Urbelege (siehe z.B. Abb. 1) mußten in numerische Daten umgeschrieben werden (siehe dazu Tabelle 4).

#### 4.1 ANTEIL ROTFAULER BÄUME AN DER GESAMTBAUMZAHL ("Rotfäulehäufigkeit")

##### 4.1.1 Zur Problematik der Schätzung der Rotfäulehäufigkeit

###### 4.1.1.1 Was ist Rotfäule

Die Problematik: "Was ist als Rotfäule anzusprechen?" wurde bereits in Abschnitt 3.3.2.4 dargelegt. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde nicht die Infektion eines Baumes mit einem Rotfäule erregenden Pilz, sondern das Vorliegen einer sichtbaren Holzveränderung als "Rotfäule" angesprochen. Obwohl es versäumt wurde, exakte Kriterien für das Vorliegen von Rotfäule vor Versuchsbeginn festzulegen und schriftlich zu fixieren, so läßt sich doch widerspruchsfrei schlußfolgern, daß eine solche Veränderung am Holz gemeint sein mußte, die zu einer Wertminderung bzw. zu einer gegenüber gesunden Holz geänderten Ausformung führt. Von vornherein war also das Vorliegen von Rotfäule an die Rohholzsortierung gebunden. Von vornherein war damit Rotfäule von der Lage des Holzmarktes und/oder persönlichen Sortierungsgewohnheiten abhängig.

Eine gewisse Loslösung von dieser marktorientierten Definition wurde mit der Bestimmung zu erreichen versucht, daß "die Länge der Rotfäule" anzuschätzen sei. Offenbar waren damit "sichtbare" Holzveränderungen gemeint. Zumindest im Jahre 1971 gab es 64 Fälle sichtbarer Holzveränderungen, die sich nicht auf die Sortierung auswirkten. Von den anderen Aufnahmejahren geht aus den Aufnahmeunterlagen nichts darüber hervor, wie die "Rotfäule" in solchen Fällen eingeschätzt wurde, in denen sie sich nicht auf die Sortierung auswirkte.

###### 4.1.1.2 Zur Stichprobetechnik bei der Probebaumauswahl

Das Vorkommen von Rotfäule wurde nur an gefälltten Bäumen untersucht, um stehende Bäume nicht zu verletzen. Um von den gefälltten Bäumen (planmäßige Durchforstung) auf den verbleibenden Bestand schließen zu können, wurde die im Abschnitt 3.3.2.1 beschriebene systematische Stichprobetechnik gewählt. Bei der Übertragung der Rotfäulehäufigkeit der Stichprobe (der planmäßigen DF) auf den Gesamtbestand treten allerdings folgende Unsicherheiten auf:

- Da Rotfäule gruppiert auftreten kann (z.B. Wurzelkontaktinfektion, kleinstandörtliche Unterschiede), ist selbst bei streng systematischer Probenahme mit vergleichsweise großen Streuungen zwischen den Aufnahmejahren zu rechnen.
- Außerplanmäßige "Nutzungen" infolge Schnee und Wind (hier kurz als "Zufallsnutzungen" bezeichnet) betreffen - wie die Aufnahmeergebnisse zweifelsfrei belegen - häufiger rotfaule als gesunde Bäume. Bei den planmäßigen und "systematisch" (siehe jedoch auch unten) durchgeführten Aushieben der Revisionsjahre traf man also jeweils auf Baumkollektive, die sich zwischenzeitlich überproportional um rotfaule Bäume

vermindert hatten. Wird bei einer Folgeaufnahme ein geringerer Anteil rotfauler Bäume als bei der Voraufnahme festgestellt, so kann darauf geschlossen werden, daß bei weniger zusätzlichen Bäumen neue Rotfäule manifest wurde, als durch "Zufallsnutzungen" ausgeschieden sind. Im Falle gleichbleibenden Rotfäuleanteiles läßt dies auf ein Gleichgewicht zwischen Neumanifestationen und durch Naturereignisse ausgeschiedenen rotfaulen Bäume schließen. Bei zunehmendem Rotfäuleanteil von Aufnahme zu Aufnahme muß die Zahl der Neumanifestationen die der zwischenzeitlich ausgeschiedenen rotfaulen Bäume übersteigen. Die einander gegenläufigen Trends von "Neumanifestationen" und infolge erhöhter Labilität überproportional ausgeschiedenen rotfaulen Bäumen erschweren auf jeden Fall eine Schätzung des Rotfäuleanteiles im stehenden Bestand mittels der gewählten Stichprobetechnik.

- Da 1981 bereits größere Bestandeslücken entstanden waren und aus diesem Grunde von der strengen Systematik abgewichen werden mußte (siehe Abschnitt 3.3.2.1), sind die Schätzwerte dieses Jahres zumindest nur mit Vorsicht auf den verbleibenden Bestand zu übertragen.

#### 4.1.2 Das Schätzverfahren für die Rotfäulehäufigkeit

Da aus den Daten nicht eindeutig auf das Vorliegen von Rotfäule geschlossen werden kann, wurde nach einer Lösung gesucht, die zumindest plausibel, logisch und weitgehend widerspruchsfrei ist. Zur Auswahl standen die beiden in Abschnitt 3.3.2.4 beschriebenen Möglichkeiten:

- a) Rotfaul sind Bäume, bei denen eine "Rotfäulelänge" geschätzt wurde, unabhängig von der tatsächlichen Ausformung (Kurzbezeichnung: "biologisch rotfaul").
- b) Rotfaul sind Bäume, bei denen ein Sortiment ausgeformt wurde, das vereinbarungsgemäß nur dann vorkommen kann, wenn Veränderungen am Holz auf Rotfäule schließen lassen, unabhängig davon, ob eine Rotfäulelänge geschätzt wurde oder nicht (Kurzbezeichnung: "technische Rotfäule").

Von den als "biologisch" gesund angesprochenen Bäumen waren 30 Stück "technisch" rotfaul. Von den als "technisch" gesund angesprochenen Bäumen waren 70 Stück "biologisch" rotfaul, 64mal allein im Jahr 1971.

Tabelle 5: Anteil "biologisch rotfauler" Bäume an Plan- und Zufallsaushieb

Parzelle	Jahr	Planaushieb			Zufallsnutzung		
		gesamt	rotfaul abs.	in %	gesamt	rotfaul abs.	in %
1	1966	114	46	40.4	8	8	100.0
	1971	118	79	66.9	82	66	80.5
	1976	70	38	54.3	33	25	75.8
	1981	66	39	59.1	36	26	72.2
2	1966	101	38	37.6	10	9	90.0
	1971	93	57	61.3	105	82	78.1
	1976	349	185	53.0	81	74	91.4
3	1966	116	31	26.7	7	6	85.7
	1971	108	56	51.9	56	38	67.9
	1976	65	27	41.5	30	18	60.0
	1981	84	49	58.3	34	25	73.5
4	1966	101	28	27.7	9	9	100.0
	1971	105	62	59.0	23	16	69.6
	1976	57	20	35.1	50	41	82.0
	1981	50	25	50.0	65	40	61.5
5	1966	103	36	35.0	6	6	100.0
	1971	99	52	52.0	64	42	65.6
	1976	60	31	51.7	62	51	82.3
	1981				11	11	100.0

In Tabelle 5 ist der Anteil (absolut und relativ) rotfauler Bäume der "biologischen" Definition, in Tabelle 6 der "technischen" Definition für Planaushieb und Zufallsnutzung zusammengestellt. Der weitaus größere Anteil rotfauler Stämme nach beiden Definitionen in der Zufallsnutzung ist evident. In Abb. 2 sind die relativen Rotfäulehäufigkeiten biologischer Definition des gesamten Aushiebes jenen der technischen Definition, in Abb. 5 (Seite 26) die Häufigkeiten technischer Definition des Planaushiebes jenen des Gesamtaushiebes gegenübergestellt. Bei allen 5 Parzellen weist das Jahr 1971 einen auffällig hohen Anteil "biologisch" rotfauler Bäume auf, 1976 dagegen geringere, 1981 wieder erhöhte Rotfäuleanteile auf. Nach der technischen Definition nimmt der Rotfäuleanteil trendmäßig von Aufnahmejahr zu Aufnahmejahr zu. Nur bei Parzelle 4 im Aufnahmejahr 1976 enthält der Planaushieb auffällig wenige technisch rotfaule Bäume (Abb. 5). Gegenüber der "biologischen" Definition erscheint die Entwicklung des Rotfäuleanteiles technischer Definition plausibler, logischer und widerspruchsfreier. Für alle weiteren Berechnungen wird daher Rotfäule in der technischen Definition verwendet.

Abbildung 2: Anteil biologisch bzw. technisch rotfauler Bäume am Aushieb

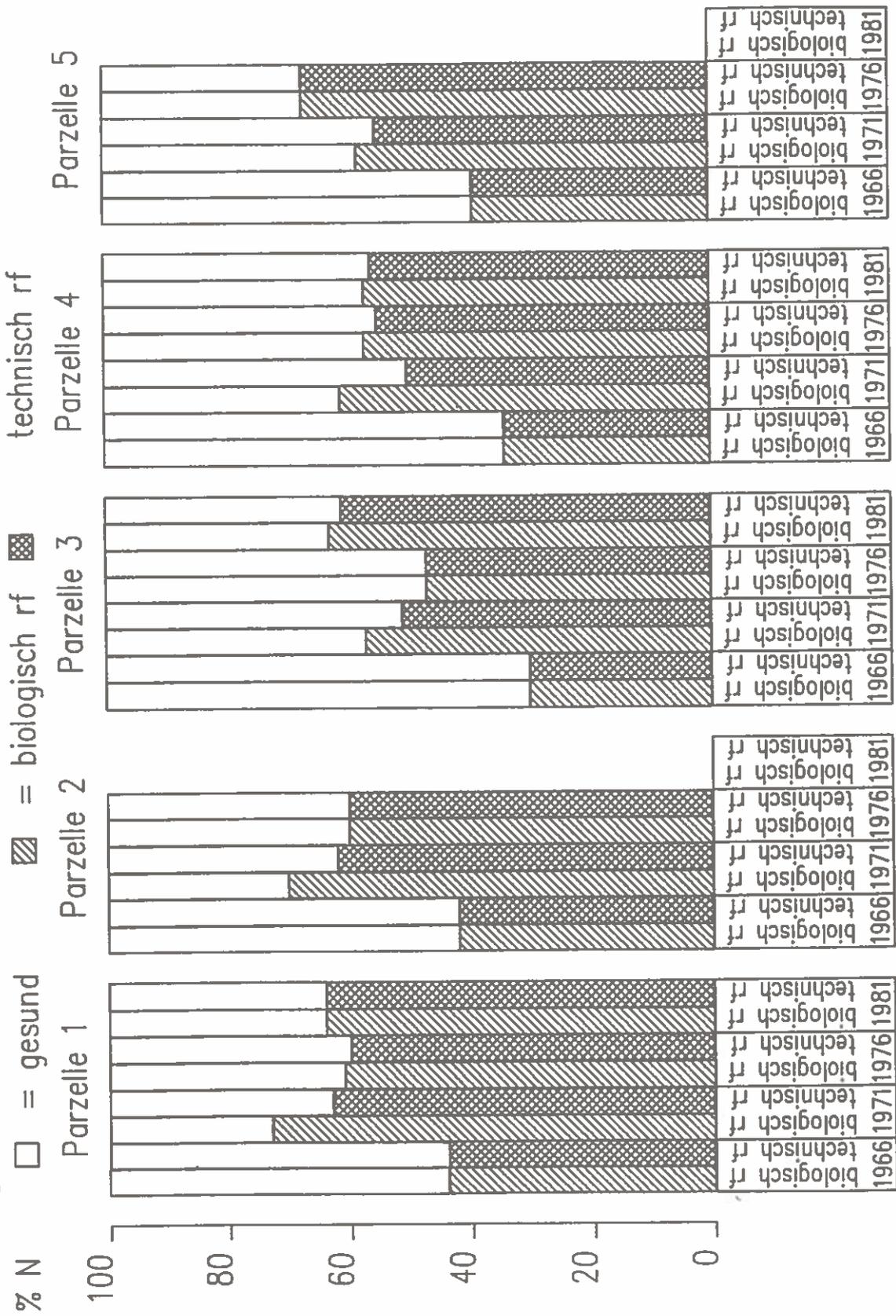


Tabelle 6: Anteil "technisch rotfauler" Bäume an Plan- und Zufallsaushieb

Parzelle	Jahr	Planaushieb			Zufallsnutzung		
		gesamt	rotfaul abs.	in %	gesamt	rotfaul abs.	in %
1	1966	114	46	40.4	8	8	100.0
	1971	118	63	53.4	82	63	76.8
	1976	70	38	54.3	33	24	72.7
	1981	66	39	59.1	36	26	72.2
2	1966	101	38	37.6	10	9	90.0
	1971	93	43	46.2	105	80	76.2
	1976	349	185	53.0	81	74	91.4
3	1966	116	31	26.7	7	6	85.7
	1971	108	46	42.6	56	37	66.1
	1976	65	27	41.5	30	18	60.0
	1981	84	48	57.1	34	24	70.6
4	1966	101	28	27.7	9	9	100.0
	1971	105	49	46.7	23	15	65.2
	1976	57	20	35.1	50	39	78.0
	1981	50	25	50.0	65	39	60.0
5	1966	103	36	35.0	6	6	100.0
	1971	99	47	47.5	64	42	65.6
	1976	60	31	51.7	62	51	82.3
	1981				11	11	100.0

#### 4.1.3 Stammzahlentwicklung unter Berücksichtigung der Rotfäule

Es bedarf keiner weiteren Begründung, daß der Anteil oder die Anzahl je ha an rotfaulen Bäumen einer der wichtigsten Bestimmungsparameter für die Wertminderung rotfauler Bestände darstellt. Für den ausscheidenden Bestand (Planaushieb und Zufallsnutzung) ist die Zahl (technisch) rotfauler Bäume im Rahmen der zuvor dargelegten Grenzen bekannt. Über die gesamte Beobachtungsperiode 1966 bis 1981 ist die tatsächliche Aufteilung in rotfaul und gesund für die folgend aufgezählten Anteile der Gesamtbaumzahl des Jahres 1966 bekannt:

Parzelle	1	2	3	4	5
Anteil ausgeschiedener Bäume an Baumzahl 1966 in %	44	42	40	41	31

Von Parzelle 2, die 1976 nach planmäßiger Endaufnahme geschlägert wurde, sind auch die Rotfäulezahlen des Gesamtbestandes 1976 bekannt. Insgesamt gesehen kann sich die vorliegende Untersuchung auf eine umfangreiche Datenbasis stützen, spekulativ bleibt allerdings die Aufteilung des jeweils verbleibenden Bestandes in rotfaul und gesund.

Die Zuordnung bzw. Schätzung rotfauler und gesunder Bäume zu den Teilkollektiven "verbleibender Bestand", "ausscheidender Bestand" (dieser aufgeteilt in Planaushieb und Zufallsnutzung) und "Gesamtbestand" geschah nach folgenden Rechenvorschriften:

- 1.) Soweit Zufallsnutzungen in Jahren anfielen, in denen keine Revisionsaufnahme stattfand ("Nebenjahre") wurden sie dem nächstfolgenden mit Revisionsaufnahme ("Hauptjahr") zugerechnet. Fielen Zufallsnutzungen in Hauptjahren an, so wurden sie diesen zugerechnet.
- 2.) Der ausscheidende Bestand wurde nach dem (technisch definierten) Befund in "rotfaul" bzw. "gesund" aufgeteilt.
- 3.) Als Hilfe zur Schätzung des Rotfäuleanteiles im verbleibenden (stehenden) Bestand wurde zunächst eine lineare Regression mit dem Index des Aufnahmejahres (1, 2, 3 oder 4) als Bestimmungs- und dem Rotfäuleanteil des Planaushiebes als Zielgröße berechnet. Regressionskennwerte sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Der Rotfäuleanteil des verbleibenden Bestandes wurde mittels dieser Regressionsgeraden geschätzt.
- 4.) Die Aufteilung des Gesamtbestandes in rotfaul und gesund ergibt sich aus der Summation der Zahlen von ausscheidenden und verbleibenden Bestand.

**Tabelle 7:** Kenngrößen der Schätzbeziehung für den Rotfäuleanteil aus dem Aufnahmejahr

$$RF\% = A + B * \text{Jahr}$$

RF% = Anteil rotfauler Bäume an Gesamtbaumzahl des Planaushiebes

Jahr = Index des Aufnahmejahres (1, 2, 3 oder 4)

Parzelle	A	B	Bestimmtheitsmaß
1	37,55	5,70	0,85
2	42,80	3,40	1,00
3	19,45	9,01	0,88
4	26,00	5,56	0,48
5	28,03	8,35	0,92

Das folgende Schema beschreibt das Schätzverfahren nochmals:

	Aufteilung				Schätzgrundlage
1. Schritt:	Planaushieb		Zufallsnutzung		
	rf	ges	rf	ges	Aufnahmeergebnis
2. Schritt:	verbleibender Bestand				
	rf		ges		Regressionsgleichung
3. Schritt:	rf:	Plan + Zuf. + verbl. =	Ges-rf		Summation
	ges:	Plan + Zuf. + verbl. =	Ges-ges		
		Ges-rf + Ges-ges =	Ges-rf+ges		

Die drei Rechenschritte wurden für jedes Hauptjahr wiederholt, wobei der Zufallsaushieb im Nebenjahr dem nächstfolgenden Hauptjahr zugeordnet wurde. Die Berechnung erfolgte also für jedes Hauptjahr unabhängig von anderen Jahren (Ausnahme: gemeinsame Regression).

Anhand von Abb. 3 und Zahlenbeispielen der Parzelle 1 werden die Rechenvorgänge nochmals vorgestellt und einige auffällige Details besprochen. (Eine vollständige Listung der Aufteilung in rotfaul und gesund für alle Parzellen und alle Jahre findet sich in den Tabellen 15 bis 19. Hier werden die Zahlen nur zur Erläuterung des Herleitungsschemas angeführt.)

Die Stammzahlen der Parzelle 1 wurden 1966 und 1971 wie folgt aufgeteilt:

Jahr	ausscheidend				verbleibend				Gesamtbestand			
	Aufnahmeergebnis				Regressionsgleichung				Summation			
	rotfaul	gesund	rotfaul	gesund	rotfaul	gesund	rotfaul	gesund	rotfaul	gesund	rotfaul	gesund
1966	54	44%	68	56%	350	41%	494	59%	404	42%	562	58%
1971	126	63%	74	37%	297	46%	347	54%	423	50%	421	50%

1966 teilte sich der ausscheidende Bestand in 54 (= 44 %) rotfaule und 68 (= 56 %) gesunde Bäume auf. Nach der Regression wurden für den verbleibenden Bestand 350 (= 41 %) rotfaule und 494 (= 59 %) gesunde Bäume geschätzt. Der Gesamtbestand (966 Stück) enthielt somit 404 (= 42 %) rotfaule und 562 (= 58 %) gesunde Bäume.

Der Gesamtbestand von 1971 hat definitionsgemäß die gleiche Stammzahl wie der verbleibende Bestand 1966 (844 Stück). Gegenüber 1966 ist jedoch die Zahl rotfauler Bäume von 350 (41 %) auf 423 (50 %) im Gesamtbestand 1971 angestiegen. Diese Zunahme ist jenem Anteil von Bäumen zuzuschreiben, an denen Rotfäule erst 1971 manifest wurde (Schätzung aus Regression, somit aus Planaushieb).

Abbildung 3: Aufteilung der Stammzahl je ha in gesund, rotfaul, rotfaul und neumanifest

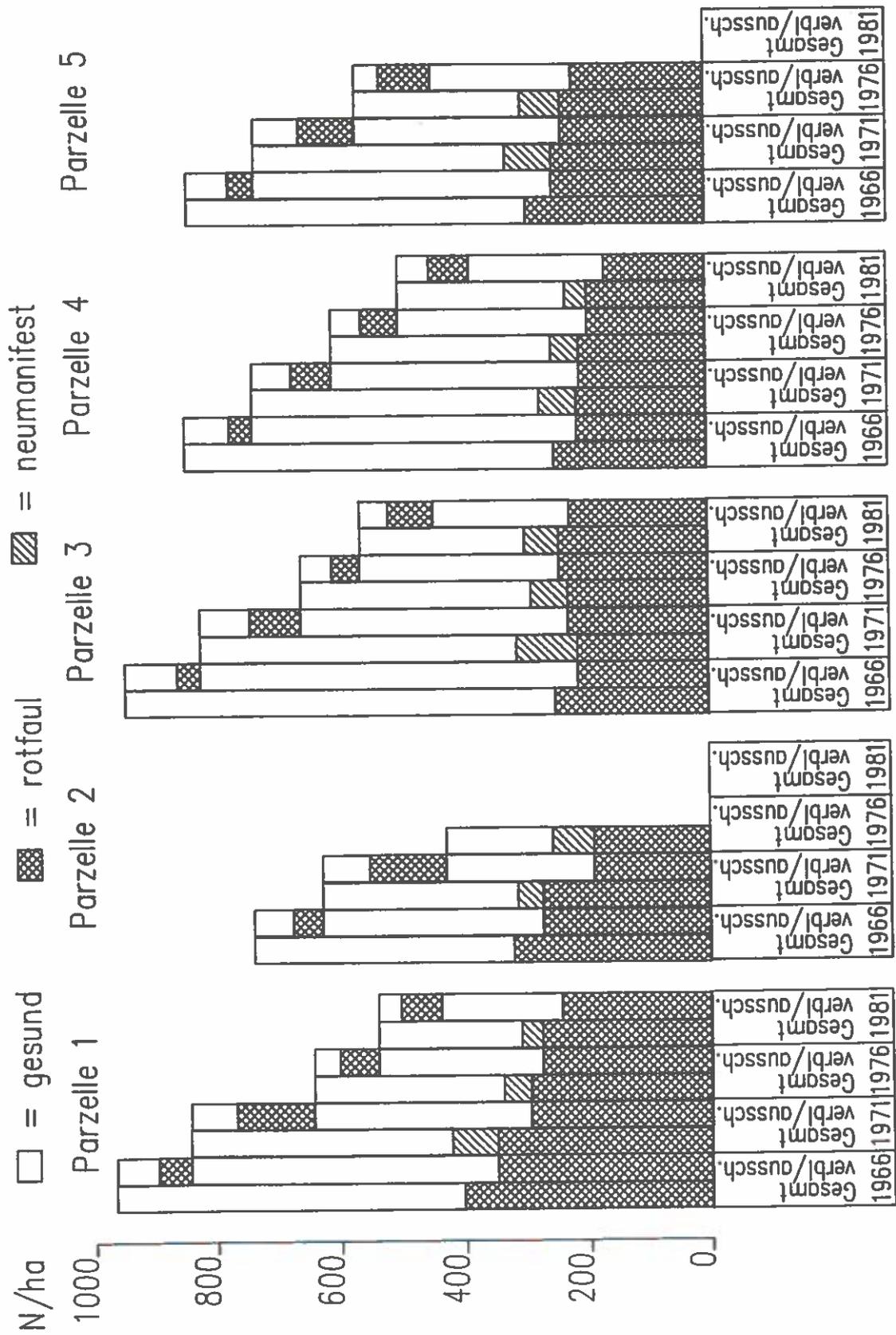


Abbildung 4: Aufteilung der Stammzahl in % in gesund, rotfaul und neumanifest

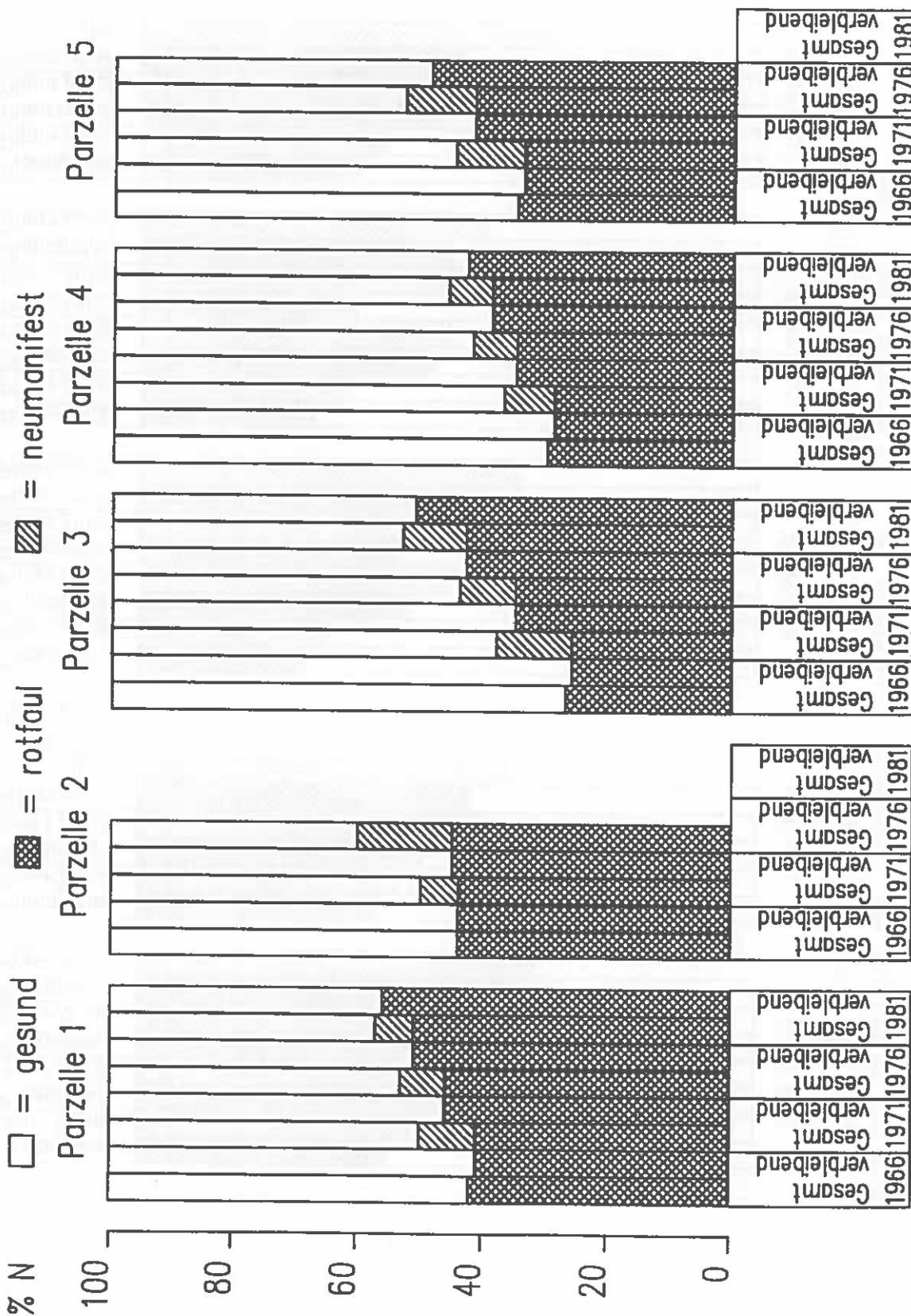
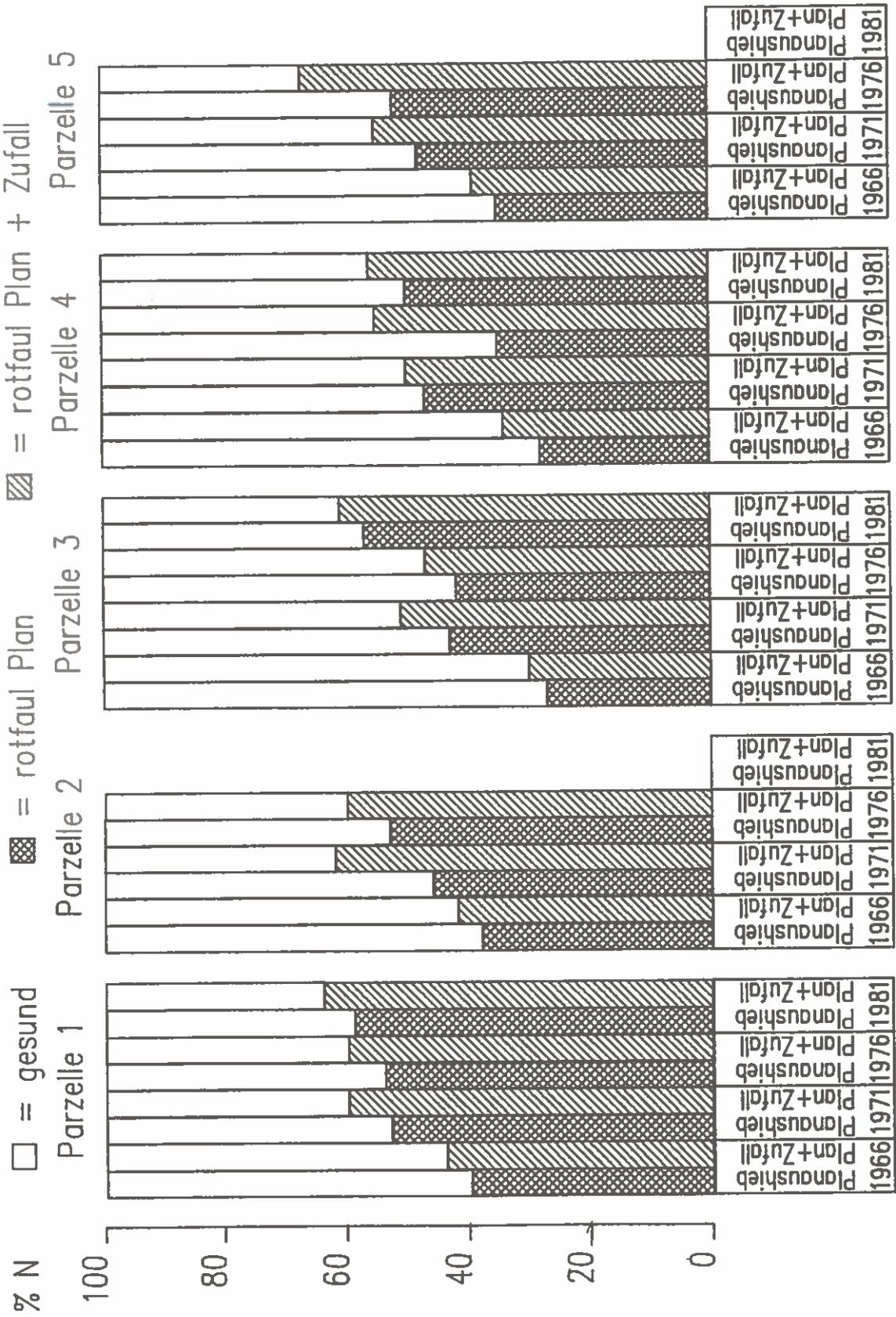


Abbildung 5: Aufteilung der Aushiebstammzahlen in % in gesund und rotfaul



Der ausscheidende Bestand 1971 (einschließlich vorausgegangener Zufallsnutzungen) enthielt aber überproportional viele rotfaule Bäume (126 = 63 %). Somit verringert sich die Zahl rotfauler Bäume im verbleibenden Bestand 1971 auf 297 (46 %). Gegenüber dem verbleibenden Bestand 1966 ist der Rotfäuleanteil von 41 % auf 46 % gestiegen, gegenüber dem Gesamtbestand 1971 aber von 50 % auf 46 % gesunken. Diese Absenkung ist auf den erhöhten Anteil rotfauler Bäume an der Zufallsnutzung zuzuschreiben.

Abb. 4 zeigt die relative Stammzahl rotfauler und gesunder Bäume in Gesamt- und verbleibenden Bestand. Immer liegt der relative Anteil rotfauler Bäume im Gesamtbestand höher als der des verbleibenden Bestandes im gleichen Jahr. Dies ist auf den im Gesamtbestand enthaltenen höheren Anteil an rotfaulen Bäumen in der Zufallsnutzung begründet. Der Gesamtbestand eines folgenden Jahres enthält immer einen größeren Anteil rotfauler Bäume, als der verbleibende des Vorjahres; dies sind die Neumanifestationen.

In Abb. 5 schließlich ist die relative Aufteilung des ausscheidenden Bestandes in rotfaul und gesund dargestellt. Hierbei handelt es sich um die tatsächlich an umgeschnittenen Bäumen festgestellte Rotfäule (nicht um Schätzungen). In dieser Darstellungsart kommt deutlich zum Ausdruck, daß der Anteil rotfauler Bäume am gesamten Aushieb (Plan- + Zufallsnutzung) höher ist als am Planaushieb alleine.

#### 4.2 Ausdehnung der Rotfäule im Schaft

##### 4.2.1 Rotfäule über BHD (Rotfäulelänge)

Die Rotfäulelänge (nach biologischer oder technischer Definition) ist für den ausscheidenden Bestand bekannt. Um die Größe auch für den stehenden Bestand anschätzen zu können, wurden bereits von Aicher zahlreiche Regressionsrechnungen durchgeführt, überwiegend solche mit dem BHD und dem Alter als Bestimmungs- und der biologischen Rotfäulelänge als Zielgröße.

Im Zuge der Neuberechnung nahezu aller bis 1981 vorliegenden Ergebnisse wurde auch die Abhängigkeit der Faullänge vom BHD neuerlich analysiert. Dies geschah insbesondere deshalb, um zu überprüfen, ob die in Abschnitt 4.1.2 als technisch rotfaul definierten Bäume unter Umständen eine höhere Korrelation zu BHD und Alter aufweisen als Rotfäule der biologischen Definition.

Diese Überprüfung erfolgte jahr- und parzellenweise, indem die technische Rotfäulelänge über dem BHD aufgetragen und die Regressionsgerade dazu gezeichnet wurde. Diese Überprüfung erfolgte visuell am graphischen Bildschirm. Ein Zusammenhang zwischen BHD und Rotfäulelänge besteht nur in ganz seltenen Einzelfällen. In Abb. 6 ist dieser Zusammenhang für den Planaushieb aller Jahre der Parzelle 1 dargestellt. Die Abbildung zeigt, daß beispielsweise Bäume mit BHD = 37 cm eine Rotfäulelänge von 1 m bzw. 14 m aufweisen können. Die Bestimmtheitsmaße für alle durchgerechneten Kombinationsmöglichkeiten weisen ausnahmslos darauf hin, daß korrelative Zusammenhänge nicht bestehen.

Abbildung 6: Laenge der technischen Rotfaeule,  
Planaushieb der Parzelle 1

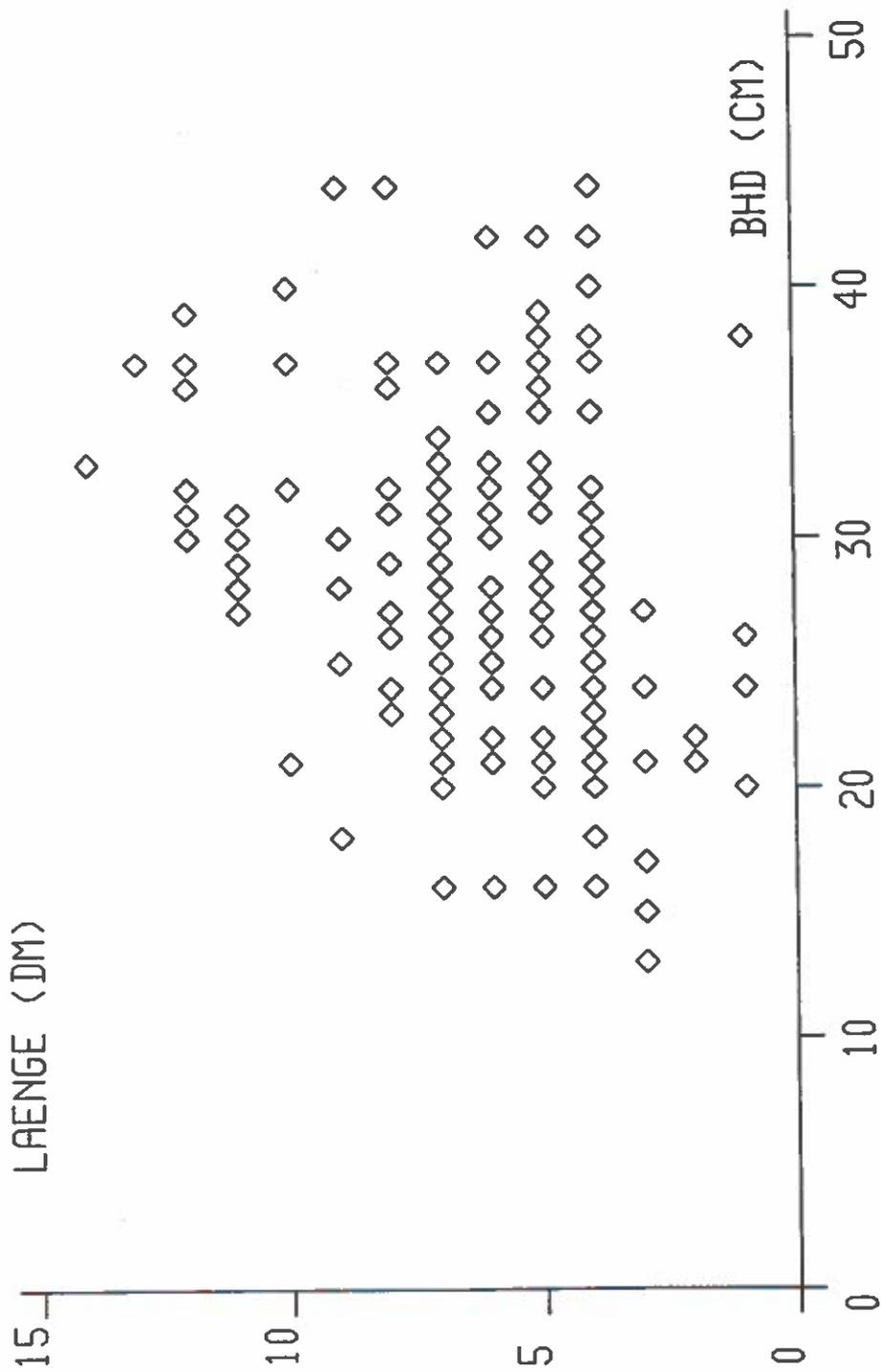
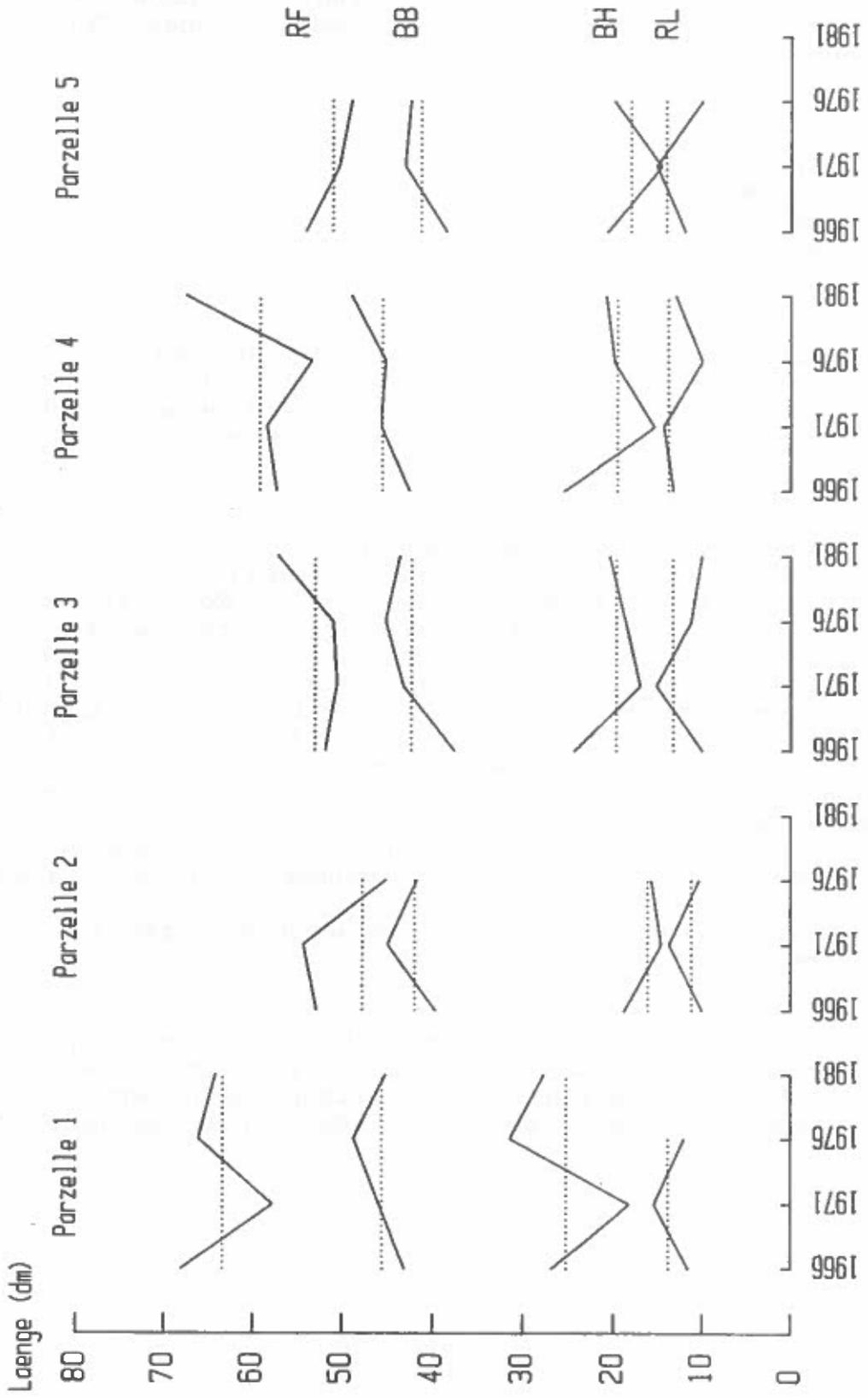


Abbildung 7: Laenge von RL, BH, BB und technischer Rotfaeule (RF) in dm  
Planaushieb, Mittelwerte je Aufnahmejahr und alle Jahre



#### 4.2.2 Sortimentlänge über BHD

Definitionsgemäß kann technische Rotfäule nur in den Sortimenten Rücklaß (RL), Brennholz (BH) und Braunbloch (BB) vorkommen. Diese Sorten kamen in 6 Kombinationen (Sorten-kombinationen) vor:

- 1.) RL, BH, BB
- 2.) RL, BB
- 3.) RL, BH
- 4.) BH, BB
- 5.) BH
- 6.) BB

Die mittleren Sortimentslängen von RL, BH und BB in allen Kombinationen sind jahr- und parzellenweise in Abb. 7 dargestellt. Obwohl die mittleren Sortimentlängen sowohl zwischen den Jahren als auch zwischen den Parzellen variieren, läßt sich doch eindeutig feststellen, daß RL im Mittel weniger als 2 m lang, BH etwa 2 m lang und BB dagegen ca. 4 m lang ausgehalten wurden. Die Gesamtlänge der mittleren Rotfäule liegt bei ca. 6 m. Innerhalb der Sortimentkombinationen zeigen aber auch die mittleren Sortimentlängen unterschiedliche Trends. Es wurden daher für alle 6 Kombinationen lineare Regressionen für jedes rotfaule Sortiment über alle Jahre, parzellenweise, getrennt nach Planaushieb und Zufallsnutzung gerechnet. Auch die Kennwerte dieser Regressionsrechnung lassen erkennen, daß signifikante Zusammenhänge nicht (bzw. nur in seltenen Ausnahmefällen) bestehen. Siehe dazu Tab. 8 und 9. Die hier aufgelisteten Regressionskoeffizienten werden bei der im folgenden beschriebenen standardisierten Ausformung trotzdem zur Schätzung der **technischen Entwertungslänge** herangezogen. Dabei wird bewußt in Kauf genommen, daß keine signifikanten Zusammenhänge bestehen. Wohl aber wird Rücksicht genommen auf die Tatsache, daß

- a) zwischen den Parzellen Ausformungsunterschiede bestanden haben und
- b) daß die technischen Entwertungslängen in den verschiedenen Sortimentkombinationen durchaus unterschiedlich sein können. So ist es z.B. durchaus einsichtig, daß die BH-Länge in der Kombination BH, BB geringer sein kann, als wenn nur Brennholz, dann aber gesundes Holz ausgeformt wurde.

TABELLE 8a: REGRESSIONSKENNWERTE FUER TECHNISCHE ROTFAULELAENGE = A + B \* BHC PLANAUSSKIES

KOMINATION	FAULLAENGE		RUECKLASS		BRENNMOLZ		BRAUNBLOCH	
	A	B	A	B	A	B	A	B
PARZELLE 1								
RLBMB	51.2984	0.1024	10.4262	0.0030	0.0012	28.7190	0.0067	12.1533
RLBB	-150.0000	0.8333	-17.3214	0.1429	0.1758	0.0000	0.0000	-132.6786
RLBH	55.8333	0.0000	35.7576	-0.0909	0.0839	20.0750	0.0162	0.0000
BMB	49.0830	0.0618	0.0000	0.0000	0.0000	19.1721	0.0136	29.9109
BH	72.2441	-0.1916	0.0000	0.0000	0.0000	72.2441	0.0027	0.0000
BB	44.7361	-0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3439	0.0000
ALLE SORTEN	35.0144	0.0998	13.7509	-0.0008	0.0000	36.1138	0.0000	44.7361
								45.9984
PARZELLE 2								
RLBMB	39.9329	0.0936	10.3706	0.0025	0.0022	12.0967	0.0150	17.4654
RLBB	102.6231	-0.1327	52.2449	-0.1122	0.6173	0.0000	0.0000	50.4022
RLBH	34.9301	0.0140	0.0000	0.0000	0.0000	24.9301	0.0039	0.0000
BMB	60.9318	-0.0111	0.0000	0.0000	0.0000	18.4088	-0.0081	42.5230
BH	20.4562	-0.0197	0.0000	0.0000	0.0000	20.4562	0.0294	0.0000
BB	37.6772	0.0106	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	37.6772
ALLE SORTEN	35.5177	0.0364	11.7061	-0.0015	0.0007	12.8157	0.0101	42.2005
PARZELLE 3								
RLBMB	38.8374	0.1314	8.8935	0.0085	0.0129	21.2187	0.0043	8.7252
RLBB	88.3673	-0.0612	20.5612	-0.0102	0.0037	0.0000	0.0000	67.8061
RLBH	21.3447	0.0733	3.6430	0.0623	0.0883	17.7017	0.0110	0.0000
BMB	59.0199	0.0125	0.0000	0.0000	0.0000	30.3816	0.0443	28.6383
BH	34.6142	-0.0681	0.0000	0.0000	0.0000	34.6142	0.3757	0.0000
BB	39.0127	-0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	39.0127
ALLE SORTEN	33.8165	0.0679	10.1596	0.0120	0.0153	20.7134	-0.0035	43.5732
PARZELLE 4								
RLBMB	62.7547	0.0697	13.0006	0.0045	0.0010	16.2759	0.0100	33.6782
RLBB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RLBH	88.9189	-0.2230	15.4054	-0.0101	0.0091	73.5135	-0.2128	0.0000
BMB	70.5782	-0.0217	0.0000	0.0000	0.0000	33.3246	-0.0451	0.0000
BH	140.0000	-0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	140.0000	-0.5000	0.0000
BB	47.7526	-0.0174	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	47.7526
ALLE SORTEN	32.4546	0.0898	23.1845	-0.0325	0.0506	14.6616	0.0169	37.6850
PARZELLE 5								
RLBMB	69.8488	-0.0036	14.0697	-0.0051	0.0043	17.9011	-0.0074	37.8780
RLBB	40.2820	0.0759	-7.9393	0.0933	0.2359	0.0000	0.0000	48.2213
RLBH	-17.5472	0.3019	-1.8868	0.0755	0.0377	-15.6604	0.1132	0.0000
BMB	73.9459	-0.0488	0.0000	0.0000	0.0000	29.0854	0.0667	44.8605
BH	34.9275	-0.0761	0.0000	0.0000	0.0000	34.9275	-0.0761	0.0000
BB	42.3946	-0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	42.3946
ALLE SORTEN	50.1415	0.0046	16.4239	-0.0091	0.0058	17.5559	0.0019	45.5221

A, B = REGRESSIONSKOEFFIZIENTEN RQ = BESTIMMTHEITSSASS

TABELLE 8b: MITTELWERTE UND ANZAHLEN FUER TECHNISCHE ROTFAULE PLANAUSHEID

KOMBINATION	FAULLAENGE			RUECKLASS			BRENNHOLZ			BRAUNBLOCH		
	BMD	LAENGE	ZAHL	RL	ZAHL	Σ	BH	ZAHL	Σ	BB	ZAHL	Σ
<b>PARZELLE 1</b>												
RLBDB	299.78	82.00	45.	11.33	45.	69.2	22.44	45.	31.3	48.22	45.	28.3
RLBB	270.00	75.00	8.	21.25	6.	12.3	0.00	0.	0.0	53.75	8.	5.0
RLBH	210.00	55.83	12.	16.67	12.	18.5	39.17	12.	8.3	0.00	0.	0.0
BHBB	303.15	67.81	73.	0.00	0.	0.0	23.29	73.	50.7	44.52	73.	45.9
BH	209.29	32.14	14.	0.00	0.	0.0	32.14	14.	9.7	0.00	0.	0.0
BB	291.21	42.12	33.	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	42.12	33.	20.8
ALLE SORTEN	285.62	63.51	185.	13.54	65.	100.0	25.21	144.	100.0	45.53	159.	100.0
<b>PARZELLE 2</b>												
RLBDB	345.83	72.29	48.	11.25	48.	84.2	17.29	48.	26.2	43.75	48.	22.1
RLBB	346.67	56.67	3.	13.33	3.	5.3	0.00	0.	0.0	43.33	3.	1.4
RLBH	242.33	38.33	6.	0.00	6.	10.5	28.33	6.	3.3	0.00	0.	0.0
BHBB	336.16	57.21	86.	0.00	0.	0.0	15.70	86.	47.0	41.51	86.	39.6
BH	318.60	14.19	43.	0.00	0.	0.0	14.19	43.	23.5	0.00	0.	0.0
BB	347.75	41.38	80.	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	41.38	80.	36.9
ALLE SORTEN	336.58	47.78	266.	11.23	57.	100.0	16.17	183.	100.0	41.98	217.	100.0
<b>PARZELLE 3</b>												
RLBDB	283.48	76.09	23.	11.30	23.	63.9	20.00	23.	20.2	44.78	23.	18.3
RLBB	300.00	70.00	4.	17.50	4.	11.1	0.00	0.	0.0	52.50	4.	3.2
RLBH	208.89	36.67	9.	16.67	9.	25.0	20.00	9.	7.9	0.00	0.	0.0
BHBB	300.77	62.77	65.	0.00	0.	0.0	20.00	65.	57.0	42.77	65.	51.6
BH	240.59	18.24	17.	0.00	0.	0.0	18.24	17.	14.9	0.00	0.	0.0
BB	290.88	38.82	34.	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	38.82	34.	27.0
ALLE SORTEN	283.75	53.09	152.	13.33	36.	100.0	19.74	114.	100.0	42.38	126.	100.0
<b>PARZELLE 4</b>												
RLBDB	315.00	84.71	34.	14.61	34.	77.3	19.41	34.	41.5	50.88	34.	30.9
RLBB	0.00	0.00	3.	0.00	3.	6.8	0.00	0.	0.0	0.00	3.	2.7
RLBH	251.43	32.86	7.	12.86	7.	15.9	20.00	7.	8.5	0.00	0.	0.0
BHBB	295.20	64.17	36.	0.00	0.	0.0	20.00	36.	43.9	44.17	36.	32.7
BH	244.00	18.00	5.	0.00	0.	0.0	18.00	5.	6.1	0.00	0.	0.0
BB	306.22	42.43	37.	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	42.43	37.	33.6
ALLE SORTEN	299.59	59.34	122.	13.86	44.	100.0	19.63	82.	100.0	43.64	110.	100.0
<b>PARZELLE 5</b>												
RLBDB	305.25	68.75	16.	12.50	16.	57.1	15.63	16.	23.2	40.63	16.	15.8
RLBB	281.67	61.67	6.	18.33	6.	21.4	0.00	0.	0.0	43.33	6.	5.9
RLBH	201.67	43.33	6.	13.33	6.	21.4	30.00	6.	8.7	0.00	0.	0.0
BHBB	295.61	59.51	41.	0.00	0.	0.0	17.36	41.	59.4	41.95	41.	40.6
BH	240.00	16.67	6.	0.00	0.	0.0	16.67	6.	8.7	0.00	0.	0.0
BB	313.42	40.79	38.	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	40.79	38.	37.6
ALLE SORTEN	294.42	51.50	113.	13.93	28.	100.0	18.12	69.	100.0	41.39	101.	100.0

BMD, LAENGE = MITTELWERTE VON BMD UND SORTENLAENGE  
 ZAHL = ABSOLUTE HAEUFIGKEIT DER SORTEN IN DER KOMBINATION  
 Σ = REL. HAEUFIGKEIT DER KOMBINATION INNERHALB SORTE

TABELLE 98: REGRESSIONSKENNWERTE FUER TECHNISCHE ROTFAULELAENGE = A + B + 8MO ZUFALL

KOMBINATION	FAULLAENGE			RUECKKLASS			BRENNHOLZ			BRAUNBLOCH		
	A	B	RQ	A	B	RQ	A	B	RQ	A	B	RQ
PARZELLE 1												
RLMB8	77.9342	0.0432	0.0062	27.1446	-0.0385	0.0975	23.7690	-0.0116	0.0021	27.0206	0.0933	0.0352
RLB8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RLB8	9.1848	0.2084	0.1697	10.0117	0.0374	0.0376	-0.8269	0.1710	0.1248	0.0000	0.0000	0.0000
BM8	45.7219	0.0896	0.0393	0.0000	0.0000	0.0000	5.0493	0.0468	0.1065	40.6726	0.0428	0.0226
BM	-3.9191	0.2092	0.1335	0.0000	0.0000	0.0000	-3.9191	0.2092	0.1335	0.0000	0.0000	0.0000
B8	41.6993	-0.0010	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	41.6993	-0.0010	0.0003
ALLE SORTEN	5.6127	0.2434	0.2039	17.5426	0.0000	0.0000	26.5491	0.0069	0.0004	61.9639	-0.0417	0.0116
PARZELLE 2												
RLMB8	103.2719	-0.0699	0.0236	15.2085	-0.0069	0.0047	23.2753	-0.0135	0.0073	64.7881	-0.0494	0.0171
RLB8	28.0085	0.1282	0.3525	10.0847	0.0318	0.0953	0.0000	0.0000	0.0000	17.9237	0.0964	0.2580
RLB8	58.5700	-0.0389	0.0158	27.0145	-0.0485	0.2221	31.5555	0.0096	0.0033	0.0000	0.0000	0.0000
BM8	71.8369	-0.0071	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	26.6074	-0.0195	0.0108	45.2315	0.0124	0.0018
BM	29.5361	-0.0609	0.0691	0.0000	0.0000	0.0000	29.5341	-0.0609	0.0691	0.0000	0.0000	0.0000
B8	44.0213	0.0109	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	44.0213	0.0109	0.0021
ALLE SORTEN	36.6417	0.0873	0.0555	15.9967	-0.0064	0.0059	16.4067	0.0156	0.0083	51.3043	-0.0082	0.0011
PARZELLE 3												
RLMB8	55.5169	0.0912	0.2019	9.1864	0.0203	0.0363	8.2373	0.0441	0.3637	38.0932	0.0268	0.0319
RLB8	-146.3333	0.8556	0.5804	27.6667	-0.0444	0.0889	0.0000	0.0000	0.0000	-174.0000	0.9000	0.6233
RLB8	59.4262	-0.0641	0.0138	-8.1967	0.1170	0.2465	67.6230	-0.1811	0.1338	0.0000	0.0000	0.0000
BM8	53.7748	0.0501	0.0286	0.0000	0.0000	0.0000	9.3035	0.0379	0.0747	44.4713	0.0122	0.0026
BM	7.8084	0.1128	0.1446	0.0000	0.0000	0.0000	7.8084	0.1128	0.1446	0.0000	0.0000	0.0000
B8	8.9099	0.1497	0.6562	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	8.9099	0.1497	0.6562
ALLE SORTEN	5.1624	0.2125	0.3039	21.9988	-0.0278	0.0645	25.5533	-0.0044	0.0006	73.8825	-0.0998	0.0969
PARZELLE 4												
RLMB8	57.1894	0.0962	0.0690	24.2057	-0.0326	0.0869	14.6283	0.0168	0.0200	18.3554	0.1120	0.1141
RLB8	85.2920	-0.0547	0.0608	-7.6642	0.0620	0.7032	0.0000	0.0000	0.0000	92.9582	-0.1168	0.2076
RLB8	21.4294	0.1186	0.3657	6.7735	0.0309	0.1114	14.6559	0.0877	0.4161	0.0000	0.0000	0.0000
BM8	70.4636	0.0240	0.0045	0.0000	0.0000	0.0000	28.3649	-0.0251	0.0308	42.0987	0.0490	0.0201
BM	24.7561	-0.0197	0.0033	0.0000	0.0000	0.0000	24.7541	-0.0197	0.0033	0.0000	0.0000	0.0000
B8	44.7727	0.0171	0.0170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	44.7727	0.0171	0.0170
ALLE SORTEN	35.4903	0.1082	0.0738	17.1247	-0.0099	0.0103	25.9951	-0.0136	0.0079	54.9744	-0.0038	0.0002
PARZELLE 5												
RLMB8	80.1430	-0.0146	0.0035	0.0684	0.0428	0.1946	18.5185	-0.0070	0.0040	60.7562	-0.0505	0.0441
RLB8	-106.6667	0.6667	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-116.6667	0.6667	1.0000
RLB8	26.7509	0.0632	0.1079	3.6763	0.0489	0.1135	23.0746	0.0143	0.0045	0.0000	0.0000	0.0000
BM8	78.2858	-0.0443	0.0331	0.0000	0.0000	0.0000	28.4112	-0.0217	0.0217	49.8745	-0.0200	0.0210
BM	43.3333	-0.0824	0.0755	0.0000	0.0000	0.0000	43.3333	-0.0824	0.0755	0.0000	0.0000	0.0000
B8	37.3133	0.0301	0.0211	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	37.3133	0.0301	0.0211
ALLE SORTEN	28.5093	0.1065	0.1065	11.9875	0.0075	0.0045	24.7661	-0.0141	0.0076	46.3631	-0.0062	0.0013

A, B = REGRESSIONSKOEFFIZIENTEN RQ = BESTIMMTHEITSSWAS

TABELLE 9b: MITTELWERTE UND ANZAHLEN FUER TECHNISCHE ROTFAEULE ZUFALL

KOMBINATION	FAULLAENGE			RUECKCLASS			BRENNHOLZ			BRAUNBLOCH			
	BMD	LAENGE	ZAHL	%	RL	ZAHL	%	BH	ZAHL	%	BB	ZAHL	%
<b>PARZELLE 1</b>													
RLBMB	276.11	89.86	36.	30.3	16.53	36.	48.0	20.56	36.	32.7	52.78	36.	53.7
RLBB	0.00	0.00	2.	1.7	0.00	2.	2.7	0.00	0.	0.0	0.00	2.	3.0
RLBH	230.81	57.30	37.	31.1	18.65	37.	49.3	38.65	37.	33.6	0.00	0.	0.0
BMBB	270.91	70.00	22.	18.5	0.00	0.	0.0	17.73	22.	20.0	52.27	22.	32.8
BH	194.00	36.67	15.	12.6	0.00	0.	0.0	36.67	15.	13.6	0.00	0.	0.0
BB	262.86	41.43	7.	5.9	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	41.43	7.	10.4
ALLE SORTEN	249.16	66.26	119.	100.0	17.53	75.	100.0	28.27	110.	100.0	51.64	67.	100.0
<b>PARZELLE 2</b>													
RLBMB	328.82	80.29	34.	21.0	12.94	34.	63.0	18.82	34.	25.4	48.53	34.	24.5
RLBB	312.00	68.00	5.	3.1	20.00	5.	9.3	0.00	0.	0.0	48.00	5.	3.6
RLBH	254.67	48.67	15.	9.3	14.67	15.	27.8	34.00	15.	11.2	0.00	0.	0.0
BMBB	332.86	69.48	77.	47.5	0.00	0.	0.0	20.13	77.	57.5	49.35	77.	55.4
BH	197.50	17.50	8.	4.9	0.00	0.	0.0	17.50	8.	6.0	0.00	0.	0.0
BB	309.13	47.39	23.	14.2	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	47.39	23.	16.5
ALLE SORTEN	314.07	64.07	162.	100.0	14.07	54.	100.0	21.19	134.	100.0	48.78	139.	100.0
<b>PARZELLE 3</b>													
RLBMB	308.18	83.64	11.	12.9	15.45	11.	33.3	21.82	11.	15.9	46.36	11.	21.6
RLBB	285.00	67.50	4.	4.7	15.00	4.	12.1	0.00	0.	0.0	82.50	4.	7.8
RLBH	207.78	46.11	18.	21.2	16.11	18.	54.5	30.00	18.	26.1	0.00	0.	0.0
BMBB	249.17	66.25	24.	28.2	0.00	0.	0.0	18.75	24.	34.8	47.50	24.	47.1
BH	185.63	28.75	16.	18.8	0.00	0.	0.0	28.75	16.	23.2	0.00	0.	0.0
BB	263.33	48.33	12.	14.1	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	48.33	12.	23.5
ALLE SORTEN	239.76	56.12	85.	100.0	15.76	33.	100.0	24.49	69.	100.0	50.20	51.	100.0
<b>PARZELLE 4</b>													
RLBMB	282.50	84.38	16.	15.7	15.00	16.	57.1	19.38	16.	21.1	50.00	16.	18.2
RLBB	325.00	67.50	4.	3.9	12.50	4.	14.3	0.00	0.	0.0	59.00	4.	4.5
RLBH	246.25	50.63	8.	7.8	14.38	8.	28.6	36.25	8.	10.5	0.00	0.	0.0
BMBB	307.39	77.83	46.	45.1	0.00	0.	0.0	20.65	46.	60.5	57.17	46.	52.3
BH	241.67	20.00	6.	5.9	0.00	0.	0.0	20.00	6.	7.9	0.00	0.	0.0
BB	279.09	49.55	22.	21.6	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	49.55	22.	25.0
ALLE SORTEN	289.41	66.81	102.	100.0	14.46	28.	100.0	21.97	76.	100.0	53.86	88.	100.0
<b>PARZELLE 5</b>													
RLBMB	296.13	75.81	31.	28.2	13.55	31.	62.0	16.45	31.	32.6	45.81	31.	36.5
RLBB	235.00	50.00	2.	1.8	0.00	2.	4.0	0.00	0.	0.0	40.00	2.	2.4
RLBH	237.65	41.76	17.	15.5	15.29	17.	34.0	26.47	17.	17.9	0.00	0.	0.0
BMBB	314.36	64.36	39.	35.5	0.00	0.	0.0	20.77	39.	41.1	43.59	39.	45.9
BH	222.50	25.00	8.	7.3	0.00	0.	0.0	25.00	8.	8.4	0.00	0.	0.0
BB	268.46	45.38	13.	11.8	0.00	0.	0.0	0.00	0.	0.0	45.38	13.	15.3
ALLE SORTEN	283.82	58.73	110.	100.0	14.00	50.	100.0	20.74	95.	100.0	44.59	85.	100.0

BMD; LAENGE = MITTELWERTE VON BMD UND SORTENLAENGE  
 ZAHL = ABSOLUTE HAEUFIGKEIT DER SORTE IN DER KOMBINATION  
 % = REL. HAEUFIGKEIT DER KOMBINATION INNERHALB SORTE

### 4.3 STANDARDISIERTE AUSFORMUNG

Verbleibender und ausscheidender Bestand müssen für den Bewertungszweck in allen Aufnahmejahren nach gleichen Grundsätzen ausgeformt werden. Da es für den verbleibenden Bestand keine konkrete Ausformung gibt (geben kann), und da auch der ausscheidende Bestand in den einzelnen Aufnahmejahren unterschiedlich sortiert wurde, kann die tatsächliche Ausformung nicht Grundlage der Bewertung sein. Es war vielmehr ein Schätzverfahren zu entwickeln, das in diesem Zusammenhang kurz als "standardisierte Ausformung" bezeichnet wird. Diese geht davon aus, daß jeder einzelne Baum ausgeformt wird. (Nicht also etwa ein "Mittelstamm"). Das einzige Merkmal, das an allen (also auch an den noch stehenden Bäumen) erhoben wurde, ist der Brusthöhendurchmesser mit Rinde (BHDmR), dieser ist somit zwangsläufig der einzige Eingangsparameter des Schätzverfahrens.

Stichprobenweise (nämlich am ausscheidenden Bestand) wurden folgende Parameter erhoben:

- Baumlänge (H)
- Rotfäulebefall (ja oder nein, nach technischer Definition).
- Länge der (technisch definierten) Rotfäule für die Sortimente RL, BR und BB in den zuvor beschriebenen Sortimentkombinationen.

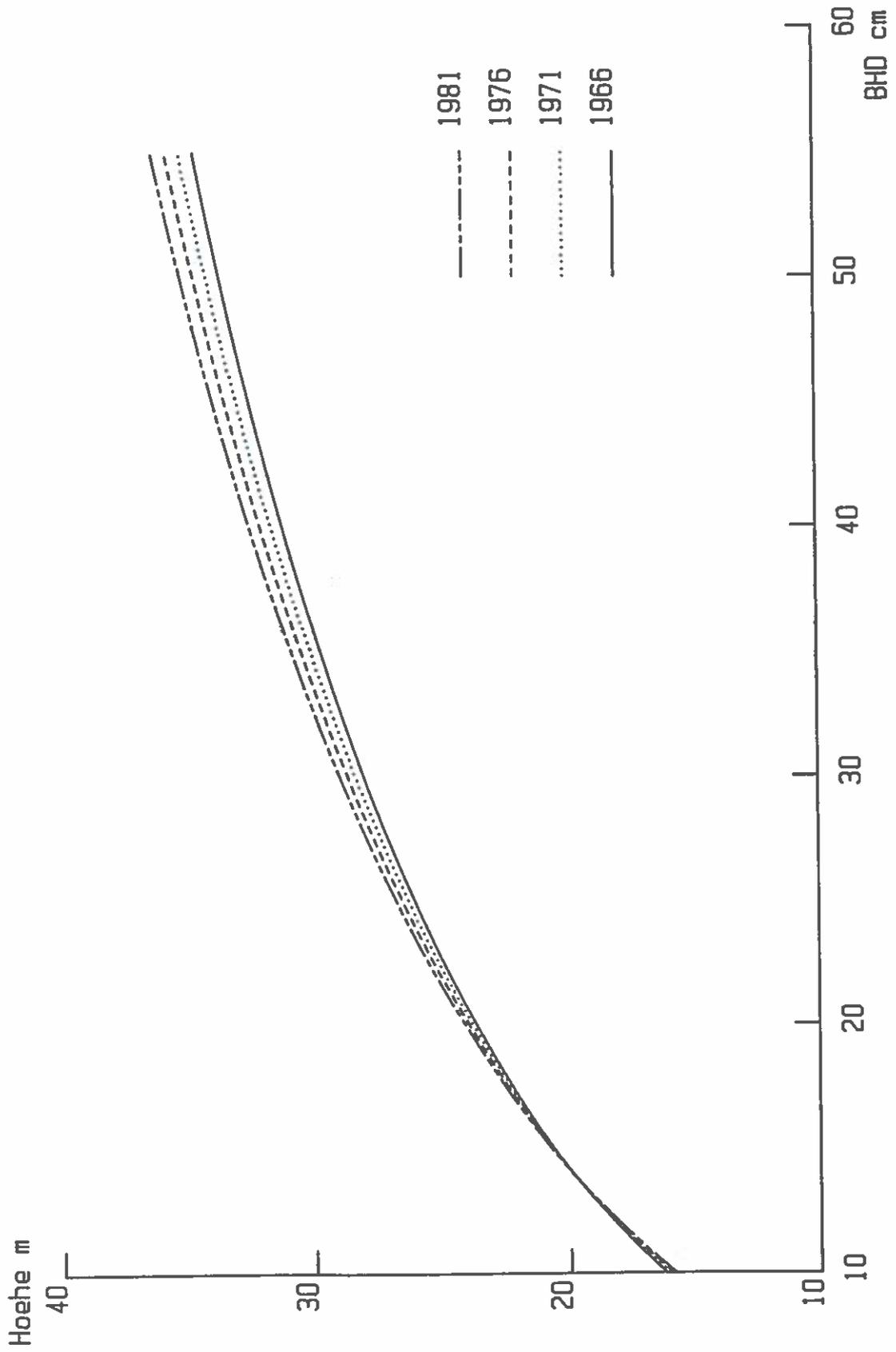
Um die nur stichprobenweise erhobenen Parameter auf das Gesamtkollektiv übertragen zu können, waren Schätzbeziehungen (in Form von Regressionsgleichungen) zu entwickeln, die es ermöglichen, fehlende Meßdaten durch Schätzgrößen zu ersetzen. Mit Ausnahme der Rotfäulehäufigkeit (siehe Abschnitt 4.1) mußten alle fehlenden Parameter über den BHD geschätzt werden.

#### 4.3.1 Baumhöhe

Mit den gemessenen Baumhöhen des Planaushiebes und den zugeordneten BHD wurden Regressionsrechnungen durchgeführt, in welche die Variablen in unterschiedlicher Transformation und Kombination eingingen. In Tabelle 10 sind sowohl die Primärvariablen, die Variablentransformationen, die Kombinationen als auch die Regressionswerte für die bestgeeigneten Durchmesserhöhenkurven (DHK) zusammengestellt.

Die in der Tabelle zusammengestellten Koeffizienten A und B wurden über dem Aufnahmejahr (zweistellig, z.B. 1966-1900 = 66) nochmals ausgeglichen, um unlogische Schichtungen der DHK in den verschiedenen Aufnahmejahren zu vermeiden. Kennwerte sind in Tabelle 11 zusammengestellt. Durch eine Kombination beider Gleichungssysteme können für jedes Aufnahmejahr und jeden BHD die Höhen berechnet werden. In Abb. 8 sind die auf diese Weise berechneten DHK der Parzelle 1 dargestellt.

Abbildung 8: Durchmesserhöhenkurven der Parzelle 1



**Tabelle 10:** Variable und Kennwerte der Durchmesserhöhenkurven (DHK, nur Planaushieb)

-----						
Primärvariable:	X(1) = BHD in dm					
	X(4) = Höhe - 13. in dm					
Transformationen:	X(2) = 1/BHD					
	X(3) = ln(BHD)					
	X(5) = ln(Höhe - 13.)					
-----						
Kennwerte der Ausgleichsfunktionen:						
-----						
Jahr	Parzelle	1	2	3	4	5
	Abh. Var.	X(4)	X(4)	X(4)	X(5)	X(5)
	Unabh.Var.	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(2)
-----						
1966	Konstante A	146.1	159.5	138.8	5.164	6.031
	Koeff. B	109.9	103.9	115.6	0.433	-1.162
	Best.maß	0.76	0.69	0.76	0.55	0.64
-----						
1971	Konstante A	156.0	143.5	137.3	5.254	6.086
	Koeff.B	105.3	120.4	121.9	0.356	-1.293
	Best.maß	0.73	0.69	0.73	0.47	0.63
-----						
1976	Konstante A	139.8	155.8	124.9	5.183	6.038
	Koeff.B	120.7	112.8	137.9	0.441	-1.104
	Best.maß	0.76	0.66	0.81	0.73	0.63
-----						
1981	Konstante A	147.1		147.1	5.143	
	Koeff.B	118.3		120.3	0.480	
	Best.maß	0.79		0.73	0.66	
-----						

In allgemeiner Form lautet die Formel:

$$(1) \quad Y = \frac{(AA + AB * \text{Jahr})}{A} + \frac{(BA + BB * \text{Jahr})}{B} * X$$

wobei: Y = Höhe (Parzelle 1,2,3)  
 log (Höhe) (Parzelle 4,5)  
 X = log (BHD) (Parzelle 1 bis 4)  
 1/BHD (Parzelle 5)  
 Jahr = Aufnahmejahr  
 AA,AB = Regressionskoeffizienten zur Schätzung von A  
 BA,BB = Regressionskoeffizienten zur Schätzung von B  
 A,B = Koeffizienten der DHK

**Tabelle 11:** Variable und Kennwerte der Ausgleichsgeraden für die Koeffizienten der Durchmesserhöhenkurve

Variable: X(1) = Kalenderjahr, 2-stellig, unabhängige Variable  
 X(2) = Regressionskonstante A der DHK  
 X(3) = Regressionskoeffizient B der DHK

Kennwerte der Ausgleichsfunktionen:

Unabh.Var.	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)
Abh.Var.	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)
Konstante AA	166.5	179.1	118.5	5.384	6.004
Koeff. AB	-0.262	-0.369	0.252	-0.0027	0.00068
Best.maß	0.06	0.05	0.03	0.13	0.01

Unabh.Var.	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)
Abh.Var.	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)
Konstante BA	54.1	48.9	79.6	0.0925	-1.595
Koeff.BB	0.809	0.893	0.603	0.00456	0.00575
Best.maß	0.53	0.29	0.16	0.32	0.09

#### 4.3.2 Durchmesser in 1/3 der Baumhöhe (D0.3).

Der D0.3 war ebenso wie der BHD und nur auf ganze cm gerundet gemessen worden. Gesicherte Abhängigkeiten zwischen BHD und D0.3 ließen sich entgegen jeder Erwartung nicht herleiten. Diese Tatsache muß entweder auf Meßfehler, auf die Tatsache der Rundung oder auf beide Ursachen zurückgeführt werden.

Rundungsbeispiel:

	genau			gerundet		
	BHD	D0.3	Diff	BHD	D0.3	Diff
1.Fall	20.4	19.5	0.9	20.0	20.0	0.0
2.Fall	20.5	19.4	1.1	21.0	19.0	2.0

Da die bestehenden Unklarheiten aus der Datenlage nicht zu klären waren, wurde auf die Herleitung einer Schätzbeziehung für den D0.3 über dem BHD verzichtet. Um jedoch die Schaftform nach der BITTERLICH'schen (1976) Dreipunkteformel herleiten zu können, mußte neben dem BHD und der Höhe ein dritter Bezugspunkt gefunden werden. Nach einem Verfahrensvorschlag von PÖYTÄNIEMI (1981) wurde der D0.3 durch Gleichsetzen zweier verschiedener Schaftholzformzahlfunktionen (POLLANSCHÜTZ(1965), BRAUN (1969) berechnet.

Vereinfacht ausgedrückt:

Wenn  $FP = E(BHD, H)$   
und  $FB = E(BHD, D0.3, H)$

und außerdem:  $FP = FB$ ,  
dann muß gelten:  $FP = E(BHD, D0.3, H)$

bzw.  $D0.3 = E(BHD, H, FP)$

wobei  $FP =$  Schaftholzformzahl nach POLLANSCHÜTZ

und  $FB =$  Schaftholzformzahl nach BRAUN

Verwendet wurde die Gleichung:

$$(2) \quad D0.3 = 1.209 * F * D + 0.2945 * D - 0.00035185 * H - 0.035$$

wobei  $D =$  Brusthöhendurchmesser

$H =$  Höhe

$F =$  Schaftholzformzahl nach Pollanschütz

#### 4.3.3 Schaftformberechnung

Der BHD wurde immer in Rinde gemessen, der D0.3 wurde mit Rinde geschätzt. Vor weiteren Berechnungsschritten wurden beide mittels von POLLANSCHÜTZ (unveröffentlicht) entwickelter Umrechnungsformeln in Durchmesser ohne Rinde gewandelt. Als Schaftform wurde die Formel für ein allgemeines Konoid verwendet, deren Exponent nach der Dreipunktmethode von BITTERLICH abgeleitet wurde:

$$E = 2 * \log(D0.3) - \log(BHD) / \log(0.7 H) - \log(H - 1.3)$$

wobei  $E =$  Exponent.

Für vorgegebene Höhen am Schaft können Durchmesser nach folgender Formel berechnet werden:

$$(3) \quad D = BHD * ((H - L) / (H - 1.3))^{**E}$$

wobei  $D =$  gesuchter Durchmesser  
und  $L =$  Schafthöhe, zu der der Durchmesser gesucht wird

Zur Bestimmung einer Schafthöhe, an der ein bestimmter Durchmesser o.R. vorkommt, fand folgende Formel Verwendung:

$$(4) \quad L = (H - (D/BHD))^{** (2/E)} * (H - 1.3)$$

wobei  $L =$  gesuchte Schafthöhe  
und  $D =$  Durchmesser, zu der die Schafthöhe gesucht wird.

#### 4.3.4 Ausformung "gesund"

Die Ausformung eines gesunden Baumes wird zunächst beschrieben, um das Verfahren zu erläutern. Aus dem BHD werden zunächst die Stockhöhe (1/2 BHD in cm) und die Baumhöhe aus der DHK (Gleichung (1)) berechnet. Mittels der Gleichung (4) wird die Höhe der Zopfdurchmesser 14 bzw. 7 cm berechnet. Ist das Stück zwischen Stockhöhe und Zopfdurchmesser 14 cm länger als 3.06 m und weist einen Mittendurchmesser größer als 15 cm auf, so gilt es als Sägerundholz (SH), wird nach Gleichung (3) der entsprechenden Stärkeklasse zugeordnet und auf ganze cm plus usancenüblicher Überlänge ausgehalten (bei Längen bis 6 m 6 cm Übermaß, bei Längen über 15 m 15 cm, sonst 1 %). Die Restlänge bis zum Zopf 7 cm wird auf ganze m dem Faserholz zugeordnet. Der Rest wird als Schlagrücklaß (Ernteverlust) verbucht. Für eine Probestfläche wiederholt sich

der gleiche Vorgang für jede Durchmesserklasse von 10 cm (kleinster vorkommender BHD) bis 55 cm (größter vorkommender BHD). Das Volumen der in jeder BHD-Stufe anfallenden Sortimente wird mit der Anzahl der Bäume je BHD-Stufe multipliziert. Analog werden Sortenlänge und -stückzahl stufenweise berechnet. Sortenvolumen, -länge und -stückzahl werden anschließend über alle Stufen aufsummiert.

#### 4.3.5 Ausformung "rotfaul"

Der Ausformungsvorgang ist prinzipiell der gleiche wie bei "gesund", jedoch werden zunächst Sortimente im rotfaulen Bereich ausgeformt. Für alle BHD-Stufen und für jede der 6 Sortimentskombinationen wird zunächst mittels der entsprechenden Regressionsgleichung (siehe dazu auch Abschnitt 4.2.2 und Tabellen 8 und 9) über den BHD die Sortimentslänge geschätzt. Rücklaß-, Brennholz- und Braunblochlänge werden auf ganze m auf- und abgerundet. RL und BR werden in 1-m-Stücken, BB lang unter Berücksichtigung des Übermaßes ausgehalten. Wenn möglich (Mindestlänge 3 m und Zopfdurchmesser 14 cm) wird noch SH ausgeformt und das Wipfelstück dem Faserholz zugeordnet. Aus der Summe von RL, BR und BB ergibt sich die Faullänge je BHD-Stufe und Sortimentskombination. Das Verfahren ist in Tabelle 12 nochmals schematisch und in Abb. 9 graphisch dargestellt.

Für jede Sortenkombination wird - getrennt nach Parzellen, Plan- und Zufallsnutzung - der Anteil der Stückzahl je Kombination an der Gesamtstückzahl rotfauler Bäume ( $K\%(J)$ , J ist dabei der Index der Sortenkombination) berechnet (siehe Tabelle 8b). Dieser Tabelle kann man z.B. entnehmen, daß die Sortenkombination RL BH BB im Planaushieb der Parzelle 1 an 45 Bäumen von 185 rotfaulen, also in 24% der Fälle vorkam. Wesentlich seltener war die Kombination RL BB (4%) usw..

Das Schätzverfahren für die Ermittlung der Rotfäulehäufigkeit teilt die Gesamtzahlen des Plan- und Zufallsaushiebes, sowie des verbleibenden Bestandes in rotfaule und gesunde ein (siehe dazu Abschnitt 4.1.3). Bei der standardisierten Ausformung wird (mangels anderer Möglichkeiten) unterstellt, daß die gleiche Aufteilung in rotfaul ( $R\%$ ) und gesund für jede einzelne BHD-Stufe gilt und darüber hinaus, daß auch in jeder BHD-Stufe sich die Sortimentskombinationen in der gleichen Weise aufteilen, wie in der Gesamtzahl rotfauler Bäume. Für jede BHD-Stufe wird also angenommen, daß sie  $R\%$  rotfaule Bäume enthält, die sich entsprechend  $K\%(J)$  auf die verschiedenen Sortimentskombinationen verteilen.

Für die Ausformung "rotfaul" werden Sortenvolumen, -länge und -stückzahl für jede Sortenkombination BHD-stufenweise berechnet. Anschließend werden sie mit  $R\% * K\%(J)$  aufgeteilt und mit der Stufenhäufigkeit multipliziert.

Durch Summation der Volumen, Längen und Stückzahlen je Stufe über den gesamten BHD-Bereich gelangt man zu den entsprechenden Werten je Versuchsfläche.

**Tabelle 12:** Schematische Darstellung der standardisierten Ausformung rotfauler Stämme für das Sortenvolumen  $SV(I,J)$ , die Sortenlänge  $SL(I,J)$  und die Sortenstückzahl  $SS(I,J)$ . Weitere Erläuterungen im Text.

BHD-Stufe (cm)	Sortiments- anteil (K%)	Stufenhäufigkeit N(I) je Bestandesanteil		
10	RL	Planaushieb		
	BH			
	BB			
	SH			
	FH			
10	RL	Zufallsnutzung		Aushieb
	BH			
	BB			
	SH			
	FH			
10	RL	verbleibend		Gesamt
	BH			
	BB			
	SH			
	FH			
11-54	..	.....	.....	.....
55	RL	Planaushieb		
	BH			
	BB			
	SH			
	FH			
55	RL	Zufallsnutzung		Aushieb
	BH			
	BB			
	SH			
	FH			
55	RL	verbleibend		Gesamt
	BH			
	BB			
	SH			
	FH			

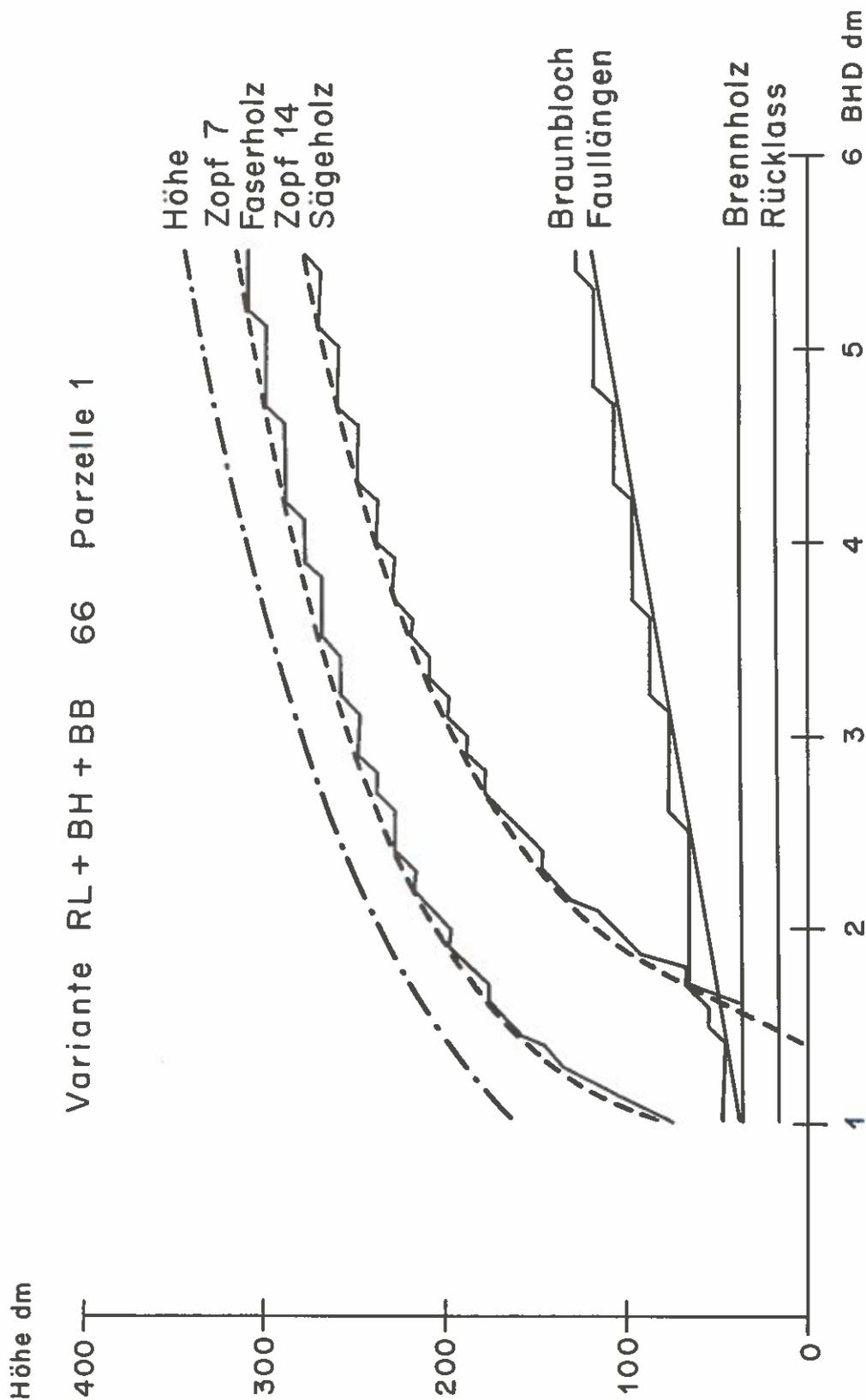


Abbildung 9: Beispiel für standardisierte Ausformung

Der gleiche Rechenvorgang wurde also für 5 Parzellen \* 4 Jahre \* 3 Bestände (verbl., aussch., Zufall) \* 45 BHD-Stufen \* 2 Gesundheitsstufen (rotfaul, gesund) \* 6 Sortenkombinationen = 32 400 mal wiederholt.

Die auf diese Weise hergeleiteten "Kennzahlen zur Rotfäuleentwicklung" finden sich in den Tabellen 15 bis 19. In diesen Tabellen wird für die Kennwerte Erntevolumen, Sortenstückzahl, Länge, Mittendurchmesser und Erlös der rotfaulen Bäume nochmals unterschieden zwischen dem rotfaulen Teil des Baumes ("ROT-ANT") und dem gesunden Teil des Baumes ("GES-ANT").

#### 4.4 WERTBERECHNUNG

##### 4.4.1 Bewertungsgrundlagen

##### 4.4.1.1 Holzpreise

Die Holzpreise wurden vom Forstamt Rappottenstein fernmündlich mitgeteilt (mittlere Sortimentspreise für 1985) und sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 13: Bei der Wertberechnung verwendete Sortimentspreise

Sortiment	Preis öS/Efm	Sortiment	Preis öS/Efm
Rücklaß	0.00	Schlagrücklaß	0.00
Brennholz	350.00	Faserholz	570.00
Braunblock:		Sägerundholz:	
1A	541.00	1A	705.00
1B	703.00	1B	867.00
2A	875.00	2A	1039.00
2B	900.00	2B	1064.00
3A	932.00	3A	1096.00
3B	962.00	3B	1126.00
4+	990,00	4+	1154.00

##### 4.4.1.2 Kosten

Die Kosten wurden nach der Richtwerttafel für Motorsägenarbeit hergeleitet. Diese liegen intern als Gleichungssystem mit den Eingangsparametern Mittendurchmesser ohne Rinde und mittlere Erntelänge vor. In Tabelle 14 sind die zusätzlich benötigten fixen Eingangsparameter zusammengestellt. Für jedes Sortiment wurde die Vorgabezeit berechnet und mit dem Akkordrichtsatz 1985 (69,25 S/Std) multipliziert. Für die Zufallsnutzungen wurde ein forstamtsüblicher Zuschlag von 16% (10% für Einzelbaumnutzung, 6% für Schneebruch) berücksichtigt. 100% soziale Lasten und 100 S/fm für die Vorrückung wurden zugeschlagen. Die Kosten je Efm o.R. wurden mit dem Volumen je ha in Efm o.R. multipliziert. Die Vorgabezeit je Efm und je ha und in den Tabellen 20-24 zusammengestellt.

**Tabelle 14:** Regressionskennwerte und Eingangsvariable zur Berechnung der Vorgabezeit aus Richtwerttafel.

Arbeitsakt	I	Variable X(I)	Wert	Koeffizient B(I)
Fällung	1	Mittendurchmesser	variabel	- 1.0717
	2	mittl. Baumlänge	variabel	- 0.5208
	3	entnommene Bäume	100 %	- 0.0905
	4	Leistungsverhältnis	100 %	- 1.9672
	5	Gesamtbeastung	80 %	0.5874
	6	Hangneigung	11-20 %	0.1947
	7	Gangbarkeit	0 Pkte.	0.0482
	8	Zwiesel	0 %	0.0071
	9	Fremdholz	0 %	0.0084
	0	Konstante *)		9.75203
Entastung	12	Spranzen	nein	0.1896
	11	Astmanipulation	keine	0.1407
	10	Leistungsverhältnis	100	- 1.0924
	2	mittl. Baumlänge	variabel	- 0.8843
	1	Mittendurchmesser	variabel	- 0.3608
	5	Gesamtbeastung	80 %	0.8371
	6	Hangneigung	11-20 %	0.1512
	0	Konstante *)		4.5103455
Entrinden	1	Mittendurchmesser	variabel	- 1.2025
	13	Saftzustand	Saftgang	0.1315
	14	Leistungsverhältnis	100 %	- 0.7709
	6	Hangneigung	11-20 %	0.0996
	2	mittl. Baumlänge	variabel	- 0.1596
	9	beigemischte Baumarten	0 %	0.0107
	0	Konstante *)		7.0818985
Ablängen	1	Mittendurchmesser	variabel	- 1.3065
	11	Astmanipulation	keine	- 0.0353
	4	Leistungsverhältnis	100 %	- 1.1785
	6	Hangneigung	11-20 %	0.2226
	17	mittl. Sortenlänge	variabel	- 0.7792
	8	beigemischte Zwiesel	0 %	0.0088
	9	beigemischte Baumarten	0 %	- 0.0085
	18	beigemischte Dürrlinge	0 %	- 0.0108
	0	Konstante *)		7.0818985

\*) Konstante beinhaltet bereits Korrekturzahl für Transponierungsdiskrepanz.

Die Vorgabezeit (Y) wird berechnet aus:  $Y = EXP/B(0) + (B(I)*X(I))$ ; wobei je Arbeitstakt jene B(I) und X(I) = 0 gesetzt werden, die in der Tabelle nicht angeführt sind.

Quelle: MEYR, R., 1974: Über die Richtwerttafel für die Nadelholzschlägerung mit der Motorsäge. in: 100 Jahre FBVA, Wien, S.241 bis 272. Herrn W. WENTER sei bestens für seine Beratung und Hilfe bei der Erstellung dieses Programmteiles gedankt.

#### 4.4.2 Abtriebswerte, laufender und durchschnittlicher "Wertzuwachs".

Der "Nettowert" des Bestandes wurde als Abtriebswert für jede Parzelle, jedes Aufnahmejahr und für die Kollektive "rotfaul" (Bestand mit Anteil an rotfaulen Bäumen) bzw. "gesund" (Bestand theoretisch zu 100% gesund) berechnet, indem die Volumensumme o.R. jedes Sortimentes mit dem entsprechenden Sortenpreis multipliziert wurde. ( In den Tabellen als "Erlös" bezeichnet). Nach Abzug der Kosten je ha ergibt sich der Nettoerlös je ha.

Das Berechnungsergebnis ist in den Tabellen 20 bis 24 zusammengestellt. Laufender und durchschnittlicher Zuwachs wurden nach den üblichen Rechenvorschriften hergeleitet und sind in Volumen- und Geldeinheiten in den gleichen Tabellen angeführt. Die Differenz zwischen Vorratsfestmetern und Erntefestmetern ergibt sich aus dem BHD- stufenweise hergeleiteten Abzug von Rinde und Schlagrücklaß. Der durch Rotfäule bedingte Rücklaß (RL) ging in die Efm-Berechnung ein, in die Wertberechnung mit dem Sortenwert 0.0 S/fm. Alle Zuwachsgrößen (Volumen, Wert brutto und netto) sind in Abbildung 10 und 11 dargestellt.

---

#### Erläuterungen zu den Tabellen 15 bis 24:

ROT-ANT	= Anteil der rotfaulen Sortimente (RL, BH, BB) an der Gesamtmenge (EFM etc.) rotfauler Bäume
GES-ANT	= Anteil der gesunden Sortimente (SH, FH) an der Gesamtmenge rotfauler Bäume
N/HA	= Stammzahl je ha
VFM SMR	= Vorratsfestmeter Schaftholz mit Rinde
EFM O R	= Erntefestmeter ohne Rinde
STUECK	= Anzahl der Sortimentstücke je ha
LAENGE	= Durchschnittliche Stücklänge in m
HOEHE	= Durchschnittliche Baumhöhe aus Höhenkurve in m
MDM	= Durchschnittlicher Mittendurchmesser aller Sortimente
ERLOES	= Holzerlös vor Abzug der Kosten (Bruttoerlös)
ZEIT ST	= Vorgabezeit in Stunden nach Richtwerttafel je EFM
KOS/EFM	= Kosten je EFM
KOSTEN	= Kosten je ha (EFM * KOS/EFM)
NETTO	= Nettoerlös (ERLOES - KOSTEN)

---

TABELLE 15: KENNZAHLEN ZUR ROTFAULE-ENTWICKLUNG PARZELLE 1

JAHR	ALTER	VERBLEIBEND		AUSSCHIEDEND		GESAMT	ZUSAMMEN		GESAMT	THEORETISCH GESUND	
		GESAMT	ROTFAUL	ROTFAUL	ROT-ANT		ROTFAUL	ROT-ANT		VERBL.	AUSSCH.
STAMMZAHL JE HA		GESAMT	ROT-ANT	GESAMT	ROT-ANT	GESAMT	ROT-ANT	GESAMT	ROT-ANT	GESAMT	ROT-ANT
1966	52	844	350	68	54	122	562	404	966	844	122
1971	57	644	347	74	126	200	421	423	844	644	200
1976	62	541	278	41	62	103	304	340	541	541	103
1981	67	439	193	37	65	102	230	311	541	439	102
STAMMZAHLN IN %											
1966	52	100	41	56	44	100	58	42	100	87	13
1971	57	100	46	37	63	100	50	50	100	76	24
1976	62	100	49	40	60	100	47	53	100	84	16
1981	67	100	44	36	64	100	43	57	100	81	19
ERTELVOLUMEN DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN EFM O R JE HA											
1966	52	500.4	293.4	85.8	121.2	72.6	331.0	100.6	161.4	573.0	499.3
1971	57	451.3	244.7	84.8	121.8	123.0	287.9	120.1	166.2	574.2	450.1
1976	62	435.4	213.9	90.1	131.4	74.6	241.3	110.8	157.8	510.7	436.4
1981	67	420.7	185.8	94.9	140.1	69.8	210.3	113.7	166.5	490.5	418.4
SORTENSTUECKZAHL DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE JE HA											
1966	52	8199.	4001.	1386.	2812.	1207.	4576.	1604.	3226.	9406.	6819.
1971	57	6079.	2673.	1156.	2250.	2168.	3304.	1892.	3251.	8247.	4944.
1976	62	5040.	1938.	1067.	2035.	1082.	2892.	1333.	2497.	6122.	3967.
1981	67	3992.	1346.	936.	1710.	1108.	1661.	1200.	2240.	5100.	3046.
LAENGE DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN DM											
1966	52	224.80	224.33	57.31	168.15	224.79	223.81	57.57	168.61	224.80	224.43
1971	57	236.16	236.25	57.93	178.12	222.97	231.92	58.36	174.99	234.13	236.37
1976	62	244.43	244.14	58.60	186.10	229.51	242.17	59.46	184.56	243.14	244.34
1981	67	257.48	257.41	59.72	197.82	231.89	253.30	59.96	193.48	253.39	257.49
MITTELURCHMESSER DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN CM											
1966	52	18.33	18.36	23.34	16.19	18.36	18.31	23.47	16.26	18.33	18.32
1971	57	19.44	19.49	25.04	17.12	18.26	19.29	24.68	16.91	19.24	19.40
1976	62	20.47	20.59	26.54	17.98	19.26	20.43	26.42	17.90	20.36	20.50
1981	67	21.77	21.82	28.67	19.14	19.09	21.44	27.67	18.77	21.35	21.71
MITTELURCHMESSER IN CM											
1966	52	26.36	26.40	26.30	25.53	26.38	26.30	26.46	26.37	26.36	26.36
1971	57	28.36	28.48	28.22	26.09	28.67	28.07	27.87	27.97	28.35	28.52
1976	62	29.99	30.11	29.88	27.48	29.77	29.76	29.76	29.76	29.99	29.76
1981	67	32.36	32.50	32.24	27.35	31.73	31.73	31.38	31.53	32.35	32.52
ERLDES DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN OS/EFM											
1966	52	853.	945.	508.	876.	841.	945.	509.	878.	852.	944.
1971	57	875.	978.	527.	912.	794.	973.	519.	904.	851.	951.
1976	62	887.	999.	545.	938.	829.	986.	540.	878.	998.	980.
1981	67	897.	1014.	562.	970.	827.	1009.	555.	960.	887.	970.

TABELLE 16: KENNZAHLEN ZUR ROTFAULE-ENTWICKLUNG PARZELLE 2

JAHR	ALTER	VERBLEIBEND		AUSSCHIEDEND		ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND			
		GESAMT	ROT-ANT	GESUND	ROT-ANT	GESAMT	ROT-ANT	VERBL.	AUSSCH.		
1966	56	628	353	275	64	47	417	739	628	111	739
1971	61	430	238	192	75	123	313	628	430	198	628
1976	66	0	0	0	171	259	171	430	0	430	430
STAMMZAHL JE HA											
1966	56	100	56	44	58	42	56	100	100	85	15
1971	61	100	55	45	38	62	50	100	100	68	32
1976	66	0	0	0	40	60	40	100	100	0	100
ERTEVOLUMEN DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN EFM O R JE HA											
1966	56	530.3	300.4	101.7	128.2	49.6	18.5	350.0	620.8	528.9	90.1
1971	61	437.5	241.7	86.9	108.9	63.8	47.4	305.6	604.1	435.4	168.4
1976	66	0.0	0.0	0.0	198.1	132.7	160.2	198.1	491.0	0.0	488.9
SORTENSTUECKZAHL DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE JE HA											
1966	56	5216.	2459.	861.	1896.	463.	150.	2922.	6138.	4371.	774.
1971	61	3352.	1540.	601.	1211.	555.	407.	2095.	5200.	2767.	1468.
1976	66	0.	0.	0.	1072.	847.	1626.	1072.	3544.	0.	2696.
LANGE DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN DM											
1966	56	243.03	243.57	62.03	180.31	238.75	63.57	181.33	241.35	242.83	241.53
1971	61	256.45	256.81	64.16	191.85	243.73	65.71	177.76	243.57	253.67	243.94
1976	66	0.00	0.00	0.00	0.00	265.15	67.14	196.47	244.22	245.15	264.51
MITTEL DURCHMESSER DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN CM											
1966	56	21.03	21.09	27.55	18.14	20.33	28.06	18.32	20.74	20.98	20.68
1971	61	22.48	22.44	29.97	19.60	21.09	27.33	17.95	20.97	22.14	20.88
1976	66	0.00	0.00	0.00	0.00	23.59	31.18	20.02	23.46	23.59	23.39
MITTEL DURCHMESSER IN CM											
1966	56	31.13	31.28	30.92	29.87	31.52	30.58	31.07	31.05	31.13	30.58
1971	61	33.79	33.84	33.73	31.07	30.67	30.82	33.20	32.88	33.79	30.82
1976	66	0.00	0.00	0.00	35.67	35.12	35.34	35.67	35.34	0.00	35.34
ERLOES DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN OS/EFM											
1966	56	926.	1005.	665.	948.	987.	663.	952.	912.	1002.	997.
1971	61	944.	1024.	678.	979.	1002.	654.	941.	883.	1020.	1024.
1976	66	0.	0.	0.	0.	1039.	679.	991.	926.	1039.	1036.

TABELLE 17: KENNZAHLEN ZUR ROTFAULE-ENTWICKLUNG PARZELLE 3

JAHRE	VERBLEIBEND		AUSSCHIEDEND		ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND	
	GESAMT	ROT-ANT	GESAMT	ROT-ANT	GESAMT	ROT-ANT	VERBL.	AUSSCH.
1966	607	216	86	37	693	253	946	823
1971	428	231	81	83	509	314	823	659
1976	319	245	50	45	369	290	659	564
1981	218	228	46	72	264	300	564	446
STAMMZAHLN IN %								
1966	100	74	70	30	73	27	100	13
1971	100	35	49	51	62	38	100	20
1976	100	43	53	47	56	44	100	14
1981	100	51	39	61	47	53	100	21
ERNTEVOLUMEN DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN EFM O R JE HA								
1966	493.9	366.9	48.1	9.2	415.0	57.3	565.4	493.9
1971	475.4	308.8	62.2	104.3	357.7	81.4	573.5	474.8
1976	470.2	271.0	74.0	42.2	313.3	88.0	547.2	470.9
1981	433.7	212.9	81.1	139.7	252.4	101.3	526.2	431.8
SORTENSTUECKZAHL DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE JE HA								
1966	7393.	4930.	713.	125.	5677.	839.	8561.	6682.
1971	5728.	3259.	1726.	692.	3951.	1025.	7391.	4997.
1976	4881.	2321.	782.	161.	2495.	943.	5753.	4099.
1981	3806.	1511.	716.	239.	1870.	953.	4994.	3082.
LAENGE DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN DM								
1966	225.09	225.17	51.64	173.23	222.42	51.90	224.75	222.36
1971	237.33	237.41	52.47	184.71	223.97	52.73	234.67	237.60
1976	245.56	246.21	53.26	191.47	242.56	53.82	245.13	245.74
1981	237.78	258.03	54.18	203.36	241.21	54.07	254.32	257.98
MITTEL DURCHMESSER DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN CM								
1966	18.42	18.49	23.42	16.39	18.24	23.56	18.40	18.42
1971	19.67	19.67	25.56	17.64	18.45	25.02	19.45	19.65
1976	20.79	20.96	26.87	18.43	20.63	26.79	20.77	20.80
1981	21.92	21.95	28.91	19.59	20.34	28.20	21.61	21.86
MITTEL DURCHMESSER IN CM								
1966	26.52	26.61	26.26	25.66	26.11	26.50	26.47	26.12
1971	28.75	28.78	28.70	26.51	26.37	28.43	28.29	28.75
1976	30.50	30.77	30.16	30.68	30.07	30.04	30.44	30.51
1981	32.61	32.75	32.48	30.93	29.51	31.58	31.99	32.62
ERLOES DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN OS/EFM								
1966	901.	949.	559.	883.	947.	550.	898.	948.
1971	917.	980.	584.	929.	976.	578.	906.	980.
1976	925.	1003.	596.	950.	1004.	591.	948.	1000.
1981	929.	1015.	614.	979.	1012.	607.	920.	1014.
GESAMT								
					946	823	123	946
					823	659	164	823
					659	564	95	659
					564	446	118	564
THEORETISCH GESUND								
					946	823	123	946
					823	659	164	823
					659	564	95	659
					564	446	118	564

TABELLE 10: KENNZAHLEN ZUR ROTFAULE-ENTWICKLUNG PARZELLE 4

JAHR	ALTER	VERBLEIBEND		AUSSCHEIDEND		GESAMT		ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND			
		GESAMT	ROT-ANT	GESUND	ROT-ANT	ROT-ANT	GES-ANT	GESUND	ROTFAUL	ROTFAUL	VERBL.	AUSSCH. GESAMT	
STAMMZAHL JE HA													
1966	56	735	521	214	73	37	110	594	251	845	735	110	845
1971	61	607	397	210	64	64	128	461	274	735	607	128	735
1976	66	500	304	196	48	59	107	352	255	607	500	107	607
1981	71	385	218	167	51	64	115	269	231	500	385	115	500
STAMMZAHLN IN X													
1966	56	100	71	29	66	34	100	70	30	100	87	13	100
1971	61	100	65	35	50	30	100	63	37	100	83	17	100
1976	66	100	61	39	45	55	100	58	42	100	82	18	100
1981	71	100	57	43	44	56	100	54	46	100	77	23	100
ERTEVOLUMEN DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN EFM O R JE HA													
1966	56	521.1	371.7	62.2	87.2	50.9	74.9	422.6	72.3	596.0	521.2	75.2	596.3
1971	61	491.1	324.1	69.2	97.0	48.6	99.1	372.7	90.5	590.2	489.7	98.6	588.3
1976	66	463.9	286.5	73.6	103.9	41.5	93.2	327.9	95.9	557.1	463.5	92.8	556.3
1981	71	417.1	240.3	73.4	103.5	42.4	96.7	282.7	96.7	513.8	415.6	96.2	511.8
SORTENSTUECKZAHL DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE JE HA													
1966	56	5950.	3789.	615.	1546.	528.	915.	4317.	724.	6865.	5340.	807.	6147.
1971	61	4815.	2759.	602.	1454.	465.	1107.	3224.	788.	5923.	4225.	927.	5152.
1976	66	3921.	2033.	562.	1326.	337.	920.	2370.	744.	4841.	3348.	736.	4084.
1981	71	2982.	1414.	480.	1088.	364.	1024.	1778.	675.	4006.	2497.	823.	3320.
LAENGE DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN DM													
1966	56	235.74	235.95	57.38	177.86	235.21	233.90	235.86	57.51	235.50	235.82	234.00	235.59
1971	61	245.40	246.05	58.48	185.69	241.41	242.03	243.40	58.73	244.81	245.67	242.42	245.10
1976	66	253.58	254.21	59.76	192.85	248.33	249.11	251.41	60.53	252.93	253.66	250.28	253.06
1981	71	265.96	266.51	61.49	203.76	251.18	250.98	263.61	61.73	262.52	266.05	251.13	262.62
MITTELDURCHMESSER DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN CM													
1966	56	19.57	19.62	25.39	17.08	19.43	19.25	19.60	25.25	19.53	19.57	19.28	19.53
1971	61	20.49	20.55	26.79	17.87	20.02	20.18	20.48	26.76	20.44	20.45	20.11	20.39
1976	66	21.58	21.72	28.28	18.71	21.04	21.07	21.64	28.13	21.50	21.57	21.00	21.47
1981	71	22.77	22.95	30.17	19.67	20.52	20.65	22.53	29.39	22.33	22.73	20.60	22.28
MITTELDURCHMESSER IN CM													
1966	56	28.66	28.75	28.66	28.49	27.52	28.17	28.72	28.32	28.60	28.66	28.17	28.60
1971	61	30.36	30.53	30.03	29.48	29.92	29.70	30.39	30.00	30.24	30.36	29.70	30.24
1976	66	32.08	32.33	31.68	31.00	31.16	31.09	32.15	31.56	31.91	32.08	31.09	31.91
1981	71	34.33	34.68	33.87	30.36	30.51	30.44	33.90	32.97	33.48	34.33	30.44	33.48
ERLOES DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN DS/EFM													
1966	56	928.	978.	666.	905.	975.	914.	977.	664.	927.	977.	972.	976.
1971	61	940.	998.	678.	935.	992.	908.	997.	677.	935.	996.	991.	993.
1976	66	931.	1016.	687.	959.	1003.	909.	1015.	684.	944.	1014.	1013.	1013.
1981	71	961.	1030.	699.	984.	1000.	901.	1026.	692.	949.	1028.	996.	1022.

TABELLE 19: KENNZAHLEN ZUR ROTFAULE-ENTWICKLUNG PARZELLE 5

JAHR	ALTER	VERBLEIBEND		AUSSCHIEDEND		GESAMT		ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND				
		GESAMT	ROT-ANT	GESUND	ROT-ANT	GESAMT	ROT-ANT	GESUND	ROT-ANT	VERBL.	AUSSCH. GESAMT			
1966	57	729	478	251	67	42	109	545	293	838	729	109	838	
1971	62	566	330	236	74	89	163	404	325	729	566	163	729	
1976	67	444	226	218	40	82	122	266	300	566	444	122	566	
STAMMZAHLEN IN %														
1966	57	100	66	34	61	39	100	65	35	100	87	13	100	
1971	62	100	58	42	45	55	100	55	45	100	78	22	100	
1976	67	100	51	49	33	67	100	47	53	100	78	22	100	
ERTEDEVOLUMEN DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN EFM. O R JE HA														
1966	57	532.8	351.8	77.9	103.0	50.0	12.2	15.8	90.2	118.0	610.9	532.2	78.2	610.4
1971	62	479.3	281.6	84.9	112.8	54.0	30.4	36.4	115.3	149.1	600.0	477.1	120.1	597.2
1976	67	433.3	222.5	90.7	120.1	35.6	37.9	106.4	123.6	158.0	539.7	433.2	105.8	539.0
SORTENSTUECKZAHL DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE JE HA														
1966	57	6109.	3504.	850.	1835.	482.	145.	310.	995.	2145.	7126.	5340.	793.	6133.
1971	62	4700.	2285.	794.	1621.	569.	321.	658.	1115.	2279.	6249.	3916.	1228.	5144.
1976	67	3725.	1521.	733.	1471.	284.	308.	585.	1040.	2056.	4901.	2985.	864.	3849.
LAENGE DER GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKE IN DM														
1966	57	236.26	236.44	60.11	175.79	237.46	60.67	171.93	60.19	175.24	236.17	236.26	235.69	236.18
1971	62	246.70	247.24	61.38	184.56	237.70	64.92	174.06	62.35	181.69	244.84	246.98	238.65	245.12
1976	67	255.52	255.62	62.54	192.87	251.50	67.67	180.64	63.94	189.53	254.19	259.47	249.26	254.13
MITTENDURCHMESSER DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN CM														
1966	57	19.85	19.91	25.65	17.24	20.01	24.73	16.69	25.52	17.17	19.82	19.84	19.68	19.82
1971	62	20.91	20.96	27.32	18.16	19.78	25.87	17.29	26.91	17.93	20.69	20.85	19.82	20.63
1976	67	22.05	22.15	29.10	19.07	21.22	27.48	18.05	28.64	18.81	21.85	22.05	21.05	21.84
MITTENDURCHMESSER IN CM														
1966	57	29.06	29.17	28.86	29.47	27.88	28.87	29.21	28.72	29.04	29.06	28.86	29.03	
1971	62	31.00	31.17	30.76	28.94	29.18	29.07	30.78	30.34	30.58	31.00	29.06	30.57	
1976	67	32.84	32.98	32.69	31.48	30.92	31.11	32.76	32.21	32.47	32.83	31.10	32.46	
ERLOES DES GESUNDEN BZW. ROTFAULEN STUECKES IN OS/EFM														
1966	57	917.	985.	613.	916.	982.	896.	985.	611.	913.	916.	984.	983.	
1971	62	923.	1004.	628.	946.	983.	917.	1000.	621.	939.	912.	1002.	997.	
1976	67	927.	1020.	640.	970.	1005.	861.	1018.	632.	964.	914.	1019.	1016.	

TABELLE 20: KENNWERTE ZUR KOSTEN- UND WERTBERECHNUNG PARZELLE 1

JAHR	VERBLEIBEND										ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND		WIRKL. AUSF. THEOR. GESUND						
	GESUND					ROTFAUL					GESUND		ROTFAUL		GESAMT		GESAMT				
	ALTER	52	JAHRE	GESAMT	ROTFAUL	GESUND	ROTFAUL	GESAMT	ROTFAUL	GESUND	ROTFAUL	GESAMT	ROTFAUL	GESUND	ROTFAUL	GESAMT	ROTFAUL	GESUND	ROTFAUL	GESAMT	
1966	844	494	350	68	54	122	562	404	966	604.1	97.5	691.6	13.30	0.00	13.30	0.00	13.30	0.00	13.30	0.00	
N/HA	604.1	355.1	249.0	45.4	42.1	87.5	400.5	291.1	691.6	604.1	97.5	691.6	13.30	0.00	13.30	0.00	13.30	0.00	13.30	0.00	
VFM SMR	500.4	293.4	207.0	37.6	35.0	72.6	331.0	242.0	573.0	499.3	72.5	571.8	11.02	0.00	11.02	0.00	11.02	0.00	11.02	0.00	
EPM O R	8199	4001	4198	575	632	1207	4876	4830	9406	6819	989	7808									
STUECK	2.31	2.77	1.88	2.60	1.97	2.27	2.75	1.89	2.31	2.78	2.77	2.78									
LAENGE	26.2	26.2	26.2	25.8	26.7	26.2	26.1	26.3	26.2	26.2	26.2	26.2									
HOEHE	18.3	18.4	18.3	17.9	18.9	18.4	18.3	18.4	18.3	18.3	18.4	18.3									
MDM	427073	277316	149757	35431	25648	61080	312747	175405	488153	471390	69102	540492	9388	0	10394	0	10394	0	10394	0	
ERLOES	ZEIT ST	1.91	2.01	1.98	1.95	1.95	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92									
KOS/EFM	364.9	377.9	374.8	370.4	370.4	365.4	364.9	364.9	364.9	364.9	364.9	364.9									
KOSTEN	307074	78236	14101	12968	14101	12968	182434	26458	182434	26458	182434	26458									
NETTO	241764	170243	71521	21331	12681	34011	191573	84202	275775	288956	42644	331600	5303	0	6377	0	6377	0	6377	0	
1971	644	347	297	74	126	200	421	423	844	547.8	148.7	696.5	13.75	18.49	13.75	18.49	13.75	18.49	13.75	18.49	
N/HA	547.8	298.1	249.7	52.6	96.2	148.7	350.7	345.9	696.5	547.8	148.7	696.5	13.75	18.49	13.75	18.49	13.75	18.49	13.75	18.49	
VFM SMR	451.3	244.7	206.6	43.2	79.8	123.0	287.9	286.4	574.2	450.1	122.7	574.8	11.35	14.77	11.35	14.77	11.35	14.77	11.35	14.77	
EPM O R	6079	2673	3406	631	1537	2168	3304	4943	8247	4944	1644	6588									
STUECK	2.50	3.07	2.06	2.61	1.89	2.10	2.98	2.01	2.40	3.08	2.77	3.00									
LAENGE	27.2	27.2	27.2	26.0	26.6	26.4	27.0	27.0	27.0	27.2	26.4	27.0									
HOEHE	19.4	19.5	19.4	18.3	18.7	18.5	19.3	19.2	19.2	19.4	18.5	19.2									
MDM	394989	239181	158808	40913	56764	97678	280094	212572	492666	439253	116726	555979	9715	13119	10966	16918	9715	13119	10966	16918	
ERLOES	ZEIT ST	1.76	1.85	1.99	1.99	2.08	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77									
KOS/EFM	344.3	356.3	375.4	387.7	387.7	352.8	351.7	351.7	351.7	351.7	351.7	351.7									
KOSTEN	84234	73603	16223	30926	30926	50528	179638	108040	287678	283872	72327	356199	5644	9183	6997	13449	5644	9183	6997	13449	
NETTO	237150	154947	82203	24690	25838	50528	179638	108040	287678	283872	72327	356199	5644	9183	6997	13449	5644	9183	6997	13449	
1976	541	263	278	41	62	103	304	340	644	527.1	90.0	617.0	13.76	13.84	13.76	13.84	13.76	13.84	13.76	13.84	
N/HA	527.1	258.7	268.3	33.1	56.9	90.0	291.0	325.2	617.0	527.1	90.0	617.0	13.76	13.84	13.76	13.84	13.76	13.84	13.76	13.84	
VFM SMR	435.4	213.9	221.5	27.4	47.2	74.6	241.3	268.7	510.0	436.4	74.3	510.7	11.38	11.74	11.38	11.74	11.38	11.74	11.38	11.74	
EPM O R	5040	1938	3102	354	728	1082	2292	3830	6122	3967	821	4788									
STUECK	2.62	3.31	2.19	2.66	2.05	2.25	3.21	2.17	2.56	3.33	2.96	3.27									
LAENGE	28.1	28.1	28.1	26.7	27.8	27.4	27.9	28.0	28.0	28.1	27.4	28.0									
HOEHE	20.5	20.8	20.4	19.3	20.1	19.8	20.4	20.3	20.4	20.5	19.7	20.4									
MDM	386031	213708	172343	26557	35266	61823	240265	207609	447874	435394	72811	508205	9784	10577	11194	13790	9784	10577	11194	13790	
ERLOES	ZEIT ST	1.44	1.73	1.84	1.84	1.88	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65									
KOS/EFM	327.6	339.7	355.2	360.3	360.3	328.4	341.9	341.9	341.9	341.9	341.9	341.9									
KOSTEN	70079	75230	9740	17004	17004	35079	160450	115374	275825	292076	47400	339477	5812	7735	7330	11121	5812	7735	7330	11121	
NETTO	240745	143633	97112	16817	18262	35079	160450	115374	275825	292076	47400	339477	5812	7735	7330	11121	5812	7735	7330	11121	
1981	439	193	246	37	65	102	230	311	541	511.6	84.5	596.1	13.77	13.81	13.77	13.81	13.77	13.81	13.77	13.81	
N/HA	513.6	227.5	284.2	29.9	54.6	84.5	257.3	338.8	596.1	511.6	84.5	596.1	13.77	13.81	13.77	13.81	13.77	13.81	13.77	13.81	
VFM SMR	420.7	185.8	235.0	24.6	45.3	69.8	210.3	280.2	490.5	418.4	69.5	487.9	11.35	11.03	11.35	11.03	11.35	11.03	11.35	11.03	
EPM O R	3922	1346	2646	315	793	1108	1661	3439	5100	3046	846	3892									
STUECK	2.83	3.69	2.39	2.72	1.95	2.17	3.51	2.29	2.69	3.71	3.52	3.52									
LAENGE	29.3	29.3	29.3	27.0	27.4	27.2	28.9	28.9	28.9	29.3	27.2	28.9									
HOEHE	21.8	21.8	21.7	19.1	19.3	19.2	21.4	21.3	21.3	21.7	21.3	21.3									
MDM	377509	188386	189143	23861	33870	57740	212228	223021	435249	423644	67374	491019	9788	9840	11189	11125	9788	9840	11189	11125	
ERLOES	ZEIT ST	1.52	1.59	1.87	1.87	1.94	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52									
KOS/EFM	310.2	319.7	359.4	368.2	368.2	311.1	349.6	349.6	349.6	349.6	349.6	349.6									
KOSTEN	57626	75108	8826	16670	16670	32244	145776	131244	277020	293479	43083	336562	5920	7255	7447	8897	5920	7255	7447	8897	
NETTO	244776	130741	114035	15035	17209	32244	145776	131244	277020	293479	43083	336562	5920	7255	7447	8897	5920	7255	7447	8897	

TABELLE 21: KENNWERTE ZUR KOSTEN- UND WERTBERECHNUNG PARZELLE 2

JAHR	VERBLEIBEND		AUSSCHIEDEND		ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND		WIRKL. AUSF. THEOR. GESUND						
	GESAMT	ROTFAUL	GESUND	ROTFAUL	GESUND	ROTFAUL	GESAMT	VERBL. AUSSCH. GESAMT	D.ZUM.	D.ZUM. L.ZUM.					
<b>Jahr 1966</b>															
N/HA	628	353	64	47	111	417	322	739	109.9	755.8	13.50	0.00	13.50	0.00	
VFM SMR	646.0	367.2	60.2	49.6	109.9	427.4	328.4	755.8	646.0	109.9	13.50	0.00	13.50	0.00	
EFM D R	530.3	300.4	49.6	40.9	90.5	350.0	270.8	620.8	528.9	90.1	11.09	0.00	11.05	0.00	
STUECK	5216.	2459.	463.	2757.	925.	2922.	3216.	6138.	4571.	774.			5145.		
LAENGE	2.93	3.50	2.42	3.30	2.90	3.47	2.43	2.92	3.50	3.46			3.49		
HOEHE	28.0	28.0	27.9	27.5	27.8	27.9	28.0	27.9	28.0	27.9			28.0		
MDM	21.0	21.1	21.0	20.3	20.7	21.0	21.0	21.0	21.0	20.9			20.9		
ERLOES	490954.	301878.	189076.	48927.	82538.	350803.	222687.	573492.	530631.	89744.	620375.	10211.	0.	11078.	0.
ZEIT ST		1.60	1.67	1.69					1.61	1.64					
KOS/EFM		322.0	331.4	332.5	334.6				323.1	326.9					
KOSTEN		96752.	76182.	16489.	13687.				170894.	29441.					
NETTO	318020.	205126.	112894.	32438.	52362.	237564.	132818.	370382.	359736.	60303.	420039.	6614.	0.	7501.	0.
<b>Jahr 1971</b>															
N/HA	430	238	75	123	198	313	315	628	535.6	202.4	738.0	13.90	18.40	13.90	18.40
VFM SMR	535.6	297.5	78.1	124.3	202.4	375.6	362.4	738.0	435.4	165.4	600.9	14.77	11.33	14.39	14.39
EFM D R	437.5	241.7	63.8	102.8	166.6	305.6	298.5	604.1	435.4	165.4	600.9	14.77	11.33	14.39	14.39
STUECK	3352.	1540.	555.	1293.	1849.	2095.	3105.	5200.	2767.	1448.	4215.				
LAENGE	3.29	3.97	3.29	3.22	2.61	3.79	2.55	3.05	3.99	3.34	3.77				
HOEHE	29.2	29.2	28.0	28.0	28.0	28.9	28.8	28.8	29.2	28.0	28.8				
MDM	22.5	22.4	22.5	21.1	21.0	22.1	21.9	22.0	22.4	20.9	21.9				
ERLOES	413062.	247577.	165486.	63992.	83104.	311568.	248990.	560158.	445883.	165745.	611828.	10536.	13841.	11498.	16199.
ZEIT ST		1.47	1.52	1.66					1.47	1.62					
KOS/EFM		304.0	310.0	355.0					304.2	325.0					
KOSTEN		73497.	60689.	21070.	36477.				132481.	53770.					
NETTO	278877.	174079.	104797.	42922.	89548.	217001.	151424.	368425.	313402.	111975.	425377.	6898.	10081.	7962.	13128.
<b>Jahr 1976</b>															
N/HA	0	0	171	259	430	171	259	430	0.0	598.8	13.80	12.63	13.80	12.63	
VFM SMR	0.0	0.0	243.0	355.8	598.8	243.0	355.8	598.8	0.0	598.8	13.80	12.63	13.80	12.63	
EFM D R	0.0	0.0	198.1	292.9	491.0	198.1	292.9	491.0	0.0	488.9	11.34	10.70	11.28	10.69	
STUECK	0.	0.	1072.	2472.	3544.	1072.	2472.	3544.	0.	2896.			2896.		
LAENGE	0.00	0.00	4.23	2.76	3.21	4.23	2.76	3.21	0.00	4.22			4.22		
HOEHE	0.0	0.0	30.2	30.0	30.1	30.2	30.0	30.1	0.0	30.1			30.1		
MDM	0.0	0.0	23.6	23.4	23.5	23.6	23.4	23.5	0.0	23.4			23.4		
ERLOES	0.	0.	205791.	248810.	454601.	205791.	248810.	454601.	0.	506744.	506744.	10367.	8308.	11569.	12172.
ZEIT ST		0.00	1.39	1.51					0.00	1.40					
KOS/EFM		0.0	292.7	309.1					0.0	293.2					
KOSTEN		0.	57976.	90555.					0.	143367.					
NETTO	0.	0.	147814.	158255.	306070.	147814.	158255.	306070.	0.	363376.	6788.	5439.	8116.	9995.	

TABELLE 22: KENNWERTE ZUR KOSTEN- UND WERTBERECHNUNG PARZELLE 3

		VERBLEIBEND		AUSSCHEIDEND		ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND		WIRKL. AUSF. THEOR. GESUND	
		GESAMT GESUND		ROTFAUL GESUND		GESUND ROTFAUL GESAMT		VERBL. AUSSCH. GESAMT		D.ZUM. L.ZUM. D.ZUM. L.ZUM.	
		GESAMT		GESAMT		GESAMT		GESAMT		GESAMT	
JAHR	ALTER	JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE	
JAHR 1966	ALTER 56	JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE	
N/HA	823	607	216	86	37	123	693	253	946		
VFM SMR	597.6	444.0	153.5	58.1	28.3	86.4	502.1	181.8	684.0	12.21	0.00
EFM O R	493.9	171.1	322.8	48.1	23.3	71.5	415.0	150.4	565.4	10.10	0.00
STUECK	7393.	4930.	2463.	747.	421.	1168.	5677.	2884.	8561.	7721.	
LAENGE	2.51	2.77	1.97	2.53	2.00	2.34	2.74	1.98	2.63	2.75	
HOEHE	26.2	26.2	26.2	25.7	26.2	26.2	26.2	26.2	25.9	26.2	
ADM	18.4	18.5	18.2	18.0	18.8	18.2	18.4	18.3	18.4	18.4	
ERLOES	444851.	348204.	96647.	44885.	17853.	62738.	393088.	114500.	507589.	67095.	9064.
ZEIT ST	1.90	2.00	1.98	1.99	1.99				1.91		0.
KOS/EFH	363.0	376.7	374.3	375.2	375.2				363.9		
KOSTEN	133170.	47856.	18021.	8749.	8749.				179721.		
NETTO	269824.	218034.	48790.	26864.	9105.	35968.	241897.	57895.	299792.	288302.	5353.
									40755.	329057.	0.
									5876.	5876.	0.
JAHR 1971	ALTER 61	JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE	
N/HA	659	428	231	81	83	164	509	314	823		
VFM SMR	578.2	376.2	202.0	59.6	59.8	118.4	435.8	261.8	697.6	119.4	697.6
EFM O R	475.4	308.8	166.5	48.8	49.3	98.2	357.7	215.9	573.5	474.8	98.1
STUECK	5728.	3259.	2469.	692.	971.	1663.	3951.	3440.	7391.	4997.	1399.
LAENGE	2.73	3.12	2.22	2.64	1.90	2.21	3.03	2.13	2.61	3.13	2.63
HOEHE	27.3	27.5	27.4	26.2	26.1	26.1	27.2	27.0	27.1	27.3	27.1
ADM	19.7	19.7	19.7	18.5	18.4	18.4	19.5	19.4	19.4	19.4	19.4
ERLOES	433781.	302590.	133191.	46385.	37889.	84073.	348974.	170860.	519854.	485092.	92999.
ZEIT ST	1.74	1.80	1.94	1.94	2.09				1.74		1.92
KOS/EFH	341.4	349.8	368.2	389.1	389.1				341.5		365.6
KOSTEN	105449.	58247.	17982.	19198.	19198.				162156.		39860.
NETTO	272084.	197141.	74944.	28403.	18491.	46894.	225544.	93434.	318978.	302935.	57139.
									360074.	5819.	11031.
									6571.	6571.	14354.
JAHR 1976	ALTER 66	JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE	
N/HA	564	319	245	50	45	95	369	290	659		
VFM SMR	571.0	329.1	241.9	51.3	42.0	93.3	380.4	283.9	664.3	571.0	93.3
EFM O R	470.2	271.0	199.1	42.2	34.8	77.0	313.3	233.9	547.2	470.9	77.0
STUECK	4881.	2321.	2560.	374.	498.	872.	2695.	3059.	5753.	4099.	709.
LAENGE	2.84	3.38	2.34	3.26	2.18	2.64	3.37	2.31	2.81	3.38	3.25
HOEHE	28.2	28.3	28.2	28.1	27.8	28.0	28.3	28.1	28.2	28.2	28.0
ADM	20.8	21.0	20.6	21.0	20.2	20.6	21.0	20.5	20.8	20.8	20.6
ERLOES	434749.	271749.	163001.	42769.	27333.	70102.	314538.	190334.	504852.	470965.	77280.
ZEIT ST	1.61	1.70	1.65	1.86	1.86				1.62		1.65
KOS/EFH	322.9	335.4	328.1	358.1	358.1				324.6		328.1
KOSTEN	87513.	66795.	13859.	12448.	12448.				152874.		25258.
NETTO	280441.	184235.	96206.	28910.	14885.	43796.	213146.	111091.	324237.	318091.	52024.
									370113.	6168.	10431.
									7091.	7091.	13436.
JAHR 1981	ALTER 71	JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE		JAHRE	
N/HA	446	218	228	46	72	118	264	300	564		
VFM SMR	529.6	261.3	268.3	48.8	64.2	113.0	310.1	334.5	642.6	529.6	113.0
EFM O R	433.7	212.9	229.8	39.5	53.0	92.5	252.4	273.8	526.2	431.8	91.9
STUECK	3806.	1511.	2295.	359.	829.	1188.	1870.	3124.	4994.	3082.	951.
LAENGE	3.02	3.72	2.56	3.16	2.06	2.40	3.62	2.43	2.87	3.73	3.00
HOEHE	29.4	29.4	29.4	28.3	27.4	27.8	29.2	29.0	29.0	29.0	29.0
ADM	21.9	21.9	21.9	21.1	19.9	20.3	21.8	21.4	21.6	21.9	20.3
ERLOES	402809.	216129.	186680.	39362.	42037.	83399.	255490.	228738.	484208.	437824.	90523.
ZEIT ST	1.51	1.56	1.63	1.86	1.86				1.51		1.89
KOS/EFH	308.7	316.5	326.0	357.1	357.1				309.5		334.2
KOSTEN	65707.	69906.	12887.	18909.	18909.				133613.		30711.
NETTO	267195.	150421.	116774.	26474.	23128.	49602.	176895.	139902.	316758.	304211.	59814.
									364025.	6246.	7271.
									7239.	7239.	9127.

TABELLE 23: KENNWERTE ZUR KOSTEN- UND WERTBERECHNUNG PARZELLE 4

VERBLEIBEND		AUSSCHEIDEND		ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND		WIRKL. AUSF. THEOR. GESUND					
GESAMT GESUND		ROTPAUL GESUND		ROTPAUL GESAMT		VERBL. AUSSCH. GESAMT		D.ZUM. L.ZUM. D.ZUM. L.ZUM.					
<b>JAHRE 1966</b>													
N/HA	ALTER 56	JAHRE	73	37	594	251	845	91.0	722.2	12.90	0.00	12.90	0.00
VFM SHR	631.3	450.4	180.9	29.1	512.3	209.9	722.2	631.3	521.2	75.2	596.3	10.64	0.00
EFM O R	521.1	371.7	149.4	24.0	422.6	173.3	596.0	521.2	807.	3.19	27.2	19.5	0.00
STUECK	5950.	3789.	2161.	307.	4337.	2548.	6885.	5340.	27.1	27.2	19.5	19.5	0.
LAENGE	27.2	27.2	27.2	26.8	27.1	27.1	27.2	27.2	19.6	19.6	19.5	19.5	0.
HOEHE	19.6	19.6	19.4	18.9	19.6	19.4	19.5	19.6	509075.	509075.	509075.	509075.	0.
ERLOES	483799.	383475.	120324.	49631.	68463.	413105.	552262.	73108.	582183.	9862.	0.	10396.	0.
ZEIT ST	1.74	1.82	1.76	1.94	1.75	1.75	1.78	342.2	346.4	1.78	1.78	1.78	1.78
KOS/EFM	341.5	351.9	343.8	368.6	178322.	26042.	178322.	47066.	377819.	6186.	0.	6747.	0.
KOSTEN	126937.	52563.	17510.	8839.	42115.	268658.	77755.	346413.	330753.	6186.	0.	6747.	0.
NETTO	304298.	236537.	67761.	32121.	90000.	371621.	180062.	581683.	97730.	58582.	10166.	13577.	10798.
<b>JAHRE 1971</b>													
N/HA	ALTER 61	JAHRE	64	64	461	274	735	120.5	719.2	13.28	17.58	13.28	17.58
VFM SHR	598.7	396.6	202.2	59.3	455.8	263.4	719.2	598.7	489.7	98.6	588.3	10.90	13.42
EFM O R	491.1	324.1	167.0	48.6	372.7	217.5	590.2	422.5	927.	3.35	28.1	20.4	20.4
STUECK	4815.	2759.	2056.	465.	3224.	2699.	5923.	4225.	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
LAENGE	3.09	3.54	2.49	3.32	2.80	3.51	2.48	3.04	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1
HOEHE	20.1	20.6	20.4	20.0	20.2	20.5	20.4	20.4	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
ERLOES	461683.	323371.	138312.	48251.	607	352	255	607	563.9	676.6	13.45	15.57	13.45
ZEIT ST	1.64	1.71	1.71	1.77	1.65	1.65	1.65	1.65	327.8	327.8	327.8	327.8	327.8
KOS/EFM	326.5	336.5	337.2	344.8	160511.	327340.	160511.	327340.	64855.	392195.	6524.	10311.	7501.
KOSTEN	105827.	56197.	16396.	17411.	56193.	249399.	106454.	355853.	64855.	392195.	6524.	10311.	7501.
NETTO	299660.	217544.	82115.	31855.	90000.	371621.	180062.	581683.	97730.	58582.	10166.	13577.	10798.
<b>JAHRE 1976</b>													
N/HA	ALTER 66	JAHRE	48	59	107	352	255	607	563.9	676.6	13.45	15.57	13.45
VFM SHR	563.9	348.9	215.0	50.3	412.7	399.2	277.3	676.6	563.9	676.6	13.45	15.57	13.45
EFM O R	463.9	286.5	177.4	41.5	327.9	229.2	571.1	463.5	92.8	566.3	11.08	13.21	11.08
STUECK	3921.	2033.	1888.	337.	2370.	2471.	4841.	4084.	736.	4084.	736.	4084.	736.
LAENGE	3.23	3.80	2.62	3.54	2.91	3.76	2.60	3.79	28.7	28.9	28.9	28.9	28.9
HOEHE	29.0	29.1	28.9	28.5	28.7	29.0	28.9	29.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
ERLOES	443349.	291145.	150204.	41885.	84734.	332729.	193353.	526083.	470112.	93240.	563352.	10372.	12880.
ZEIT ST	1.53	1.60	1.64	1.81	1.54	1.54	1.54	1.54	312.9	312.9	312.9	312.9	312.9
KOS/EFM	311.3	322.2	326.5	350.4	145016.	325096.	145016.	325096.	63555.	388651.	6763.	9679.	7584.
KOSTEN	89171.	57175.	13538.	18143.	53053.	230020.	118035.	348055.	63555.	388651.	6763.	9679.	7584.
NETTO	295002.	201973.	93829.	28046.	90000.	371621.	180062.	581683.	97730.	58582.	10166.	13577.	10798.
<b>JAHRE 1981</b>													
N/HA	ALTER 71	JAHRE	167	64	115	269	231	500	117.2	627.7	13.41	12.77	13.41
VFM SHR	510.5	293.7	214.8	51.7	412.7	347.3	280.4	627.7	510.5	627.7	13.41	12.77	13.41
EFM O R	417.1	240.3	176.8	42.4	367.7	282.7	231.1	513.8	96.2	511.8	11.00	9.98	10.96
STUECK	2982.	1414.	1568.	364.	1778.	1778.	4006.	4297.	823.	4297.	823.	4297.	823.
LAENGE	3.43	4.11	2.83	3.52	2.82	3.99	2.71	3.28	4.10	3.51	3.96	29.8	29.8
HOEHE	30.1	30.2	30.1	28.6	28.6	29.9	29.7	29.8	22.7	20.6	22.3	20.6	22.3
ERLOES	400688.	247609.	153080.	42381.	87070.	289990.	197769.	487759.	427249.	95983.	523132.	10295.	9282.
ZEIT ST	1.42	1.49	1.73	1.81	1.43	1.43	1.43	1.43	298.5	298.5	298.5	298.5	298.5
KOS/EFM	296.6	306.6	339.8	351.4	124060.	31237.	124060.	31237.	64646.	367835.	6763.	6757.	7652.
KOSTEN	71281.	54215.	14397.	19077.	53596.	204312.	124477.	328785.	64646.	367835.	6763.	6757.	7652.
NETTO	275192.	176328.	98865.	27984.	255612.	98865.	27984.	303189.	64646.	367835.	6763.	6757.	7652.

TABELLE 24: KENNWERTE ZUR KOSTEN- UND WERTBERECHNUNG PARZELLE 5

VERLEIBEND		AUSSCHEIDEND		ZUSAMMEN		THEORETISCH GESUND		WIRKL. AUSF. THEOR.	
GESAMT GESUND ROTFAUL GESAMT		GESUND ROTFAUL GESAMT		GESUND ROTFAUL GESAMT		VERBL. AUSSCH. GESAMT		D.ZUM. L.ZUM. D.ZUM. L.ZUM.	
JAHR	ALTER	JAHRE	ALTER	JAHRE	ALTER	JAHRE	ALTER	JAHRE	ALTER
<b>1966</b>									
N/HA	729	251	67	42	109	545	293	838	
VFM SMR	645.5	426.9	61.2	33.9	95.1	408.1	252.5	740.6	12.99
EFM O R	532.8	351.8	181.0	28.0	78.1	401.8	209.0	610.9	0.00
STUECK	6189.	3504.	2685.	482.	937.	3986.	3340.	7126.	0.00
LAENGE	2.78	3.23	2.21	3.30	2.74	3.23	2.20	3.23	
HOEHE	27.3	27.3	27.4	27.4	27.4	27.3	27.2	27.3	
MDM	19.8	19.9	20.0	19.1	19.7	19.9	19.6	19.8	
ERLOES	488744.	346637.	49124.	21517.	70641.	397761.	163625.	559386.	9814.
ZEIT ST	1.72	1.80	1.71	1.91					0.
KOS/EFM	338.2	349.8	336.2	365.0					
KOSTEN	118983.	63309.	16823.	10237.			180467.	26642.	
NETTO	306452.	227654.	32301.	11280.	43581.	259555.	90079.	350034.	6141.
<b>1971</b>									
N/HA	566	330	74	89	163	404	325	729	
VFM SMR	584.6	345.2	65.9	80.6	146.5	411.1	320.0	731.1	13.33
EFM O R	479.3	281.6	197.7	54.0	120.8	335.6	264.4	600.0	17.11
STUECK	4700.	2285.	2415.	980.	1549.	2854.	3395.	6249.	10.94
LAENGE	2.97	3.57	2.40	3.09	2.51	3.48	2.34	2.86	13.45
HOEHE	28.3	28.3	28.2	27.5	27.4	28.1	28.0	28.1	
MDM	20.9	21.0	20.8	20.0	19.9	20.8	20.6	20.7	
ERLOES	442334.	282573.	159961.	51663.	104772.	335681.	211625.	547306.	9967.
ZEIT ST	1.60	1.67	1.79	1.89					14389.
KOS/EFM	321.9	331.9	347.4	361.6					
KOSTEN	90834.	65819.	18776.	24132.	61864.	226271.	121874.	348145.	8339.
NETTO	286281.	191939.	34332.	27532.					7264.
<b>1976</b>									
N/HA	444	226	218	40	122	266	300	566	
VFM SMR	527.0	271.1	256.0	43.3	128.7	314.4	341.3	655.7	13.39
EFM O R	433.3	222.5	210.8	35.6	106.4	258.1	281.6	539.7	14.23
STUECK	3725.	1821.	2204.	284.	1177.	1803.	3096.	4901.	11.02
LAENGE	3.05	3.80	2.53	3.54	2.59	3.76	2.46	2.94	12.08
HOEHE	29.2	29.2	28.7	28.5	28.5	29.1	29.0	29.0	
MDM	22.1	22.1	22.0	21.2	21.1	22.0	21.7	21.9	
ERLOES	401578.	227064.	174515.	55853.	91604.	262815.	230368.	493183.	9979.
ZEIT ST	1.50	1.57	1.62	1.82					11066.
KOS/EFM	307.2	316.8	324.1	352.1					10130.
KOSTEN	68372.	66765.	11529.	24929.	55146.	182914.	138673.	321588.	11066.
NETTO	266441.	158692.	107749.	24223.					7563.

# VOLUMENZUWACHS

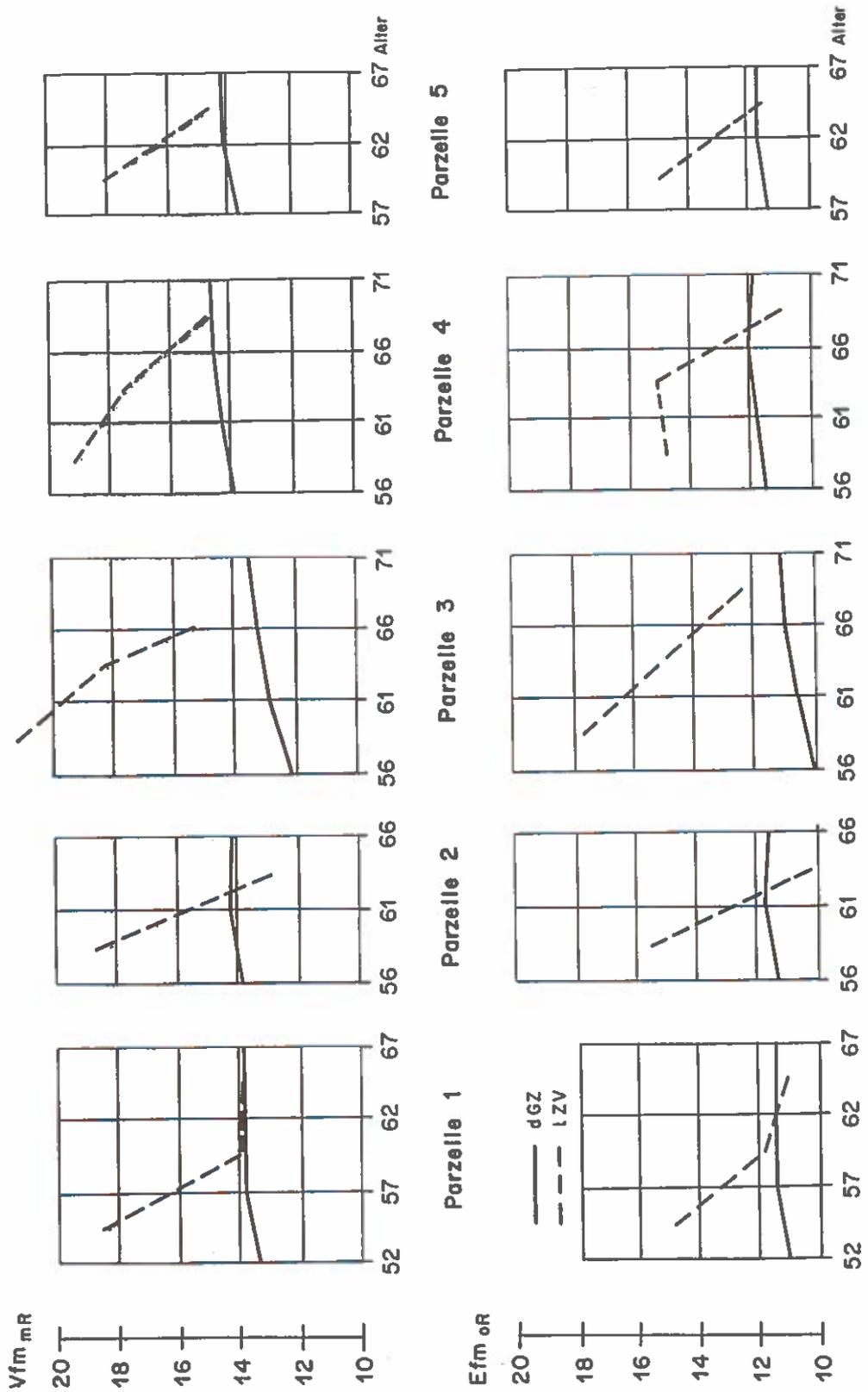
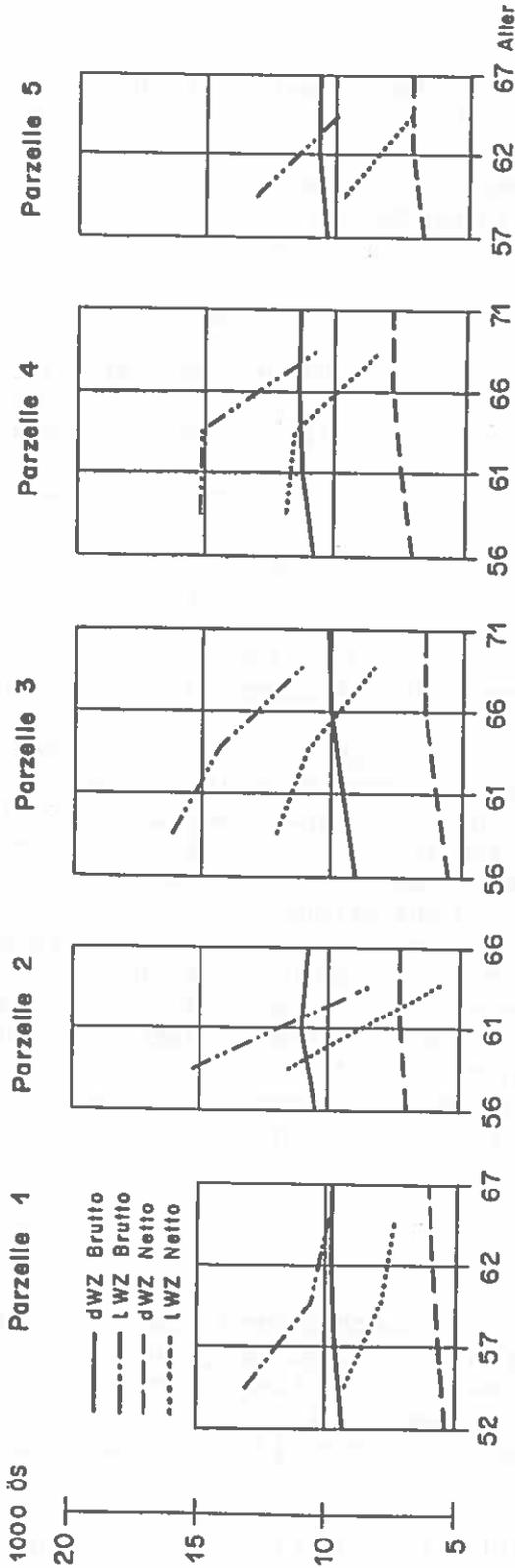


Abbildung 10: Volumenzuwachs in Vfm und Efm (Parzelle 1 bis 5)

# WERTZUWACHS (netto) bzw. (brutto)

## WIRKLICHE AUSFORMUNG



## THEORETISCHE AUSFORMUNG

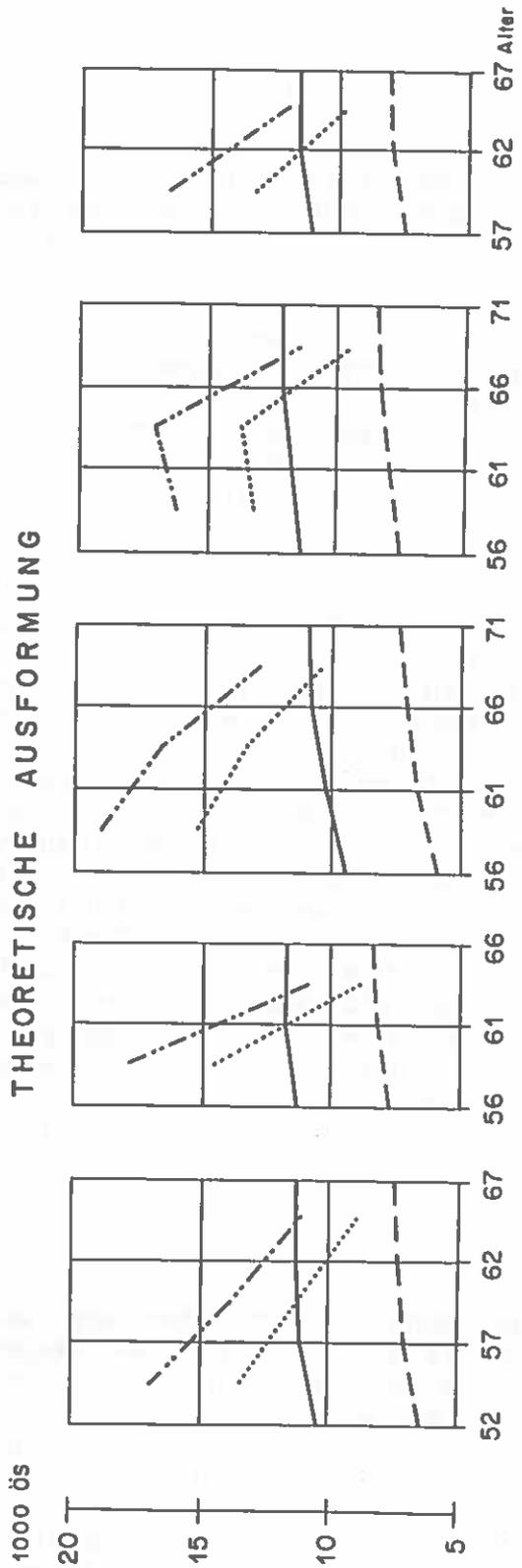


Abbildung 11: Wertzuwachs netto bzw. brutto, wirkliche und theoretische Ausformung, Parzelle 1 bis 5.

## 5. ERGEBNISINTERPRETATION

### 5.1 ROTFÄULEENTWICKLUNG

#### 5.1.1 Rotfäulehäufigkeit

Zur Entwicklung der Rotfäulehäufigkeit während der 15-jährigen Beobachtungszeit wird festgehalten:

- Die absolute Zahl jener Bäume, an denen bei der Aushaltung die Sortimente RL, BH, BB in irgendeiner Kombination gefunden wurden (technisch definierte Rotfäule) zeigt keinen einheitlichen Zeittrend, außer dem, daß im Jahre 1971 bei allen Parzellen eine höhere Zahl als rotfaul angesprochen wurde, als in allen anderen Jahren.
- Noch wesentlich unheitlicher ist der Trend bei der Zufallsnutzung.
- Relativ gesehen nimmt der Anteil rotfauler Bäume beim Planaushieb der Tendenz nach zu.
- Dieser Trend wird durch Hinzunahme der Zufallsnutzungen noch verstärkt.
- Überträgt man mittels des beschriebenen Schätzverfahrens (Regression über Aufnahmejahr, siehe Abschnitt 4.1.2.) die relativen Rotfäulehäufigkeiten auf den verbleibenden Bestand, so nimmt auch hier der Anteil rotfauler Bäume zu, während er absolut gesehen - entsprechend der Stammzahlabnahme im Gesamtbestand - ebenfalls abnimmt.
- Aus den Untersuchungsergebnissen kann nichts darüber ausgesagt werden, ob die relative Zunahme der Rotfäulehäufigkeit auf "Neuinfektionen" zurückgeht oder nur darauf beruht, daß bereits vor Versuchsbeginn erfolgte Infektionen erst im Laufe der Zeit manifest wurden. Auch eine im Laufe der Zeit strenger werdende Beurteilung von Rotfäulemerkmalen kann diesen Trend bewirkt haben. Einflüsse der jeweiligen Holzmarktsituation auf die Sortierung sind nicht auszuschließen.
- Zusammenfassend wird zu diesem Punkt festgehalten, daß bei zukünftigen Rotfäuleuntersuchungen neben einer eindeutigen Anweisung für die optische Ansprache Infektionstests an allen Aushiebsbäumen durchgeführt werden sollten, um die Frage der Entwicklung der Rotfäulehäufigkeit überhaupt klären zu können.

#### 5.1.2 Rotfäulelänge

Eine abgesicherte Aussage zur tatsächlichen Entwicklung der "Rotfäulelänge" ist deswegen nicht möglich, weil der Fortschritt der Rotfäule in vertikaler Richtung nicht an identischen Bäumen untersucht werden kann. Da alle Parzellen praktisch gleich alt sind, ist auch die Aufstellung einer wuchsreihen - ähnlichen Zeitreihe nicht möglich.

Berücksichtigt man zunächst nur die Rotfäulelängen des Aushiebes nach der tatsächlichen Ausformung (siehe dazu Tabelle 5 und 6 sowie Abbildung 6) so findet sich weder bei Rotfäulelänge nach biologischer noch nach technischer Definition ein Trend zunehmender Länge. Die mittlere Rotfäulelänge technischer Definition des Planaushiebes aller Parzellen und Aufnahmejahre betrug 5.43 m.

Im Mittel aller Aufnahmejahre streute sie zwischen den Parzellen zwischen 4.78m (Parz.2) und 6.33m (Parz.1), innerhalb aller Parzellen und Jahre zwischen 4.52m (P2, 1976) und 6.80m (P1, 1966). Für den Zufallsaushieb wurde die mittlere Rotfäulelänge aller Jahre und Parzellen mit 6.26m, bei einer Spreitung von 4.76m (P2, 1971) und 8.75m (P1, 1966) berechnet. Weder innerhalb der einzelnen Parzellen noch bei Zusammenfassung aller Parzellen kann ein einheitlicher Trend der Zunahme der Rotfäulelänge festgestellt werden!

Bei der standardisierten Ausformung (siehe Abschnitt 4.3) wurde die Rotfäulelänge als Summe der Sortimente RL, BH, BB je BHD-Stufe berechnet. Gewichtet mit der Stufenhäufigkeit und dem geschätzten Rotfäuleanteil ergibt sich auch bei dieser Auswertung eine mittlere Rotfäulelänge (siehe dazu Tab.15 bis Tab.19, unter " Länge des rotfaulen Anteiles"), in der allerdings Zufalls- und Planaushieb zusammengefaßt sind. Infolge der "Standardisierung" des Ausformungsverfahrens können die mittleren Längen der rotfaulen Stücke auch nicht mit den mittleren Rotfäulelängen der tatsächlichen Aushaltung übereinstimmen, obwohl sie in der gleichen Größenordnung liegen. Über der Zeit läßt sich ein gewisser Trend der Zunahme der Rotfäulelänge erkennen, der jedoch nicht in allen Parzellen ausgeprägt ist.

**Tabelle 25:** Mittlere jährliche Zunahme von Rotfäulelänge im Gesamtbestand, Baumlänge und Aushaltungslänge (Zopf 7cm) zwischen 1966 und 1981 bzw. 1976 (nähere Erläuterungen im Text)

Parzelle	Z u n a h m e d e r			
	Rotfäule-	Baum-	Aushaltungslänge	
	länge	länge	"gesunder Anteil"	"theoretisch gesund"
	cm	cm	cm	cm
1	1.6	20.7	16.6	19.3
2	4.9	22.0	16.0	21.4
3	1.5	21.3	16.9	19.9
4	2.8	19.3	14.9	18.0
5	3.8	20.0	14.3	17.9

Um mit aller Vorsicht doch eine gewisse Aussage über die Entwicklung der Rotfäulelänge treffen zu können, wurde in Tabelle 25 die jährliche mittlere Zunahme der technischen Rotfäulelänge in cm der jährlich mittleren Zunahme der Baumhöhe und der Erntelänge bei der "theoretisch gesunden" Ausformung gegenübergestellt. Außerdem sind noch die mittleren jährlichen Zunahmen der Aushaltungslängen des gesunden Anteiles rotfauler Bäume aufgelistet. (Da die Parzellen 2 und 5 nur 10 Jahre lang beobachtet wurden, wurde die jährliche Zunahme der Längen gelistet und nicht jene der gesamten Periode).

Die Rotfäulelängen nehmen demnach in wesentlich geringerem Maße zu als die Baumhöhen, aber auch als die Ausformungslängen bei "theoretisch gesund" und im gesunden Anteil. Vereinfacht und zahlenmäßig gerundet kann der in Tabelle 25 wiedergegebene Befund auch wie folgt ausgedrückt werden: Je 1m Höhenzuwachs nahm die Rotfäule etwa um 5 bis 20cm zu. Diese Aussage

basiert auf der "standardisierten Ausformungsstrategie", wie weit sie der Realität entspricht, kann nicht beurteilt werden.

### 5.1.3 Sonstige Kennzahlen zur Rotfäuleentwicklung

Weitere Kenngrößen sind in den Tabellen 15 bis 19 zusammengestellt. Interessant ist zunächst der Mittendurchmesser des rotfaulen Anteils rotfauler Bäume. Dieser liegt -wie nicht anders zu erwarten- erheblich über jenem gesunder Bäume (für diesen Vergleich wurden rotfauler Anteil bzw. gesunder Anteil rotfauler Bäume und gesunde Bäume jeweils als 1 Stück betrachtet). Noch krasser ist der Unterschied zum Mittendurchmesser des gesunden Anteil rotfauler Bäume. Der gesunde Anteil rotfauler Bäume ist also im Mittel wesentlich schwächer, aber auch kürzer als jener gesunder Bäume. Der rotfaule Anteil rotfauler Bäume ist im Mittel kurz und stark. Im Erlös je Efm wirkt sich sowohl diese Verschiebung der Erntedimensionen als auch der Preisunterschied zwischen den Sortimenten aus. Im rotfaulen Anteil werden dabei die größeren Mittendurchmesser durch die Preisrelation (RL ohne Wert, BH und BB statt Sägerundholz) überkompensiert. Im gesunden Anteil rotfauler Bäume ist der Efm wegen der geringen Dimensionen weniger wert als in gesunden Bäumen. Der Wertverlust rotfauler Bestände setzt sich demnach -wie leicht einzusehen und nicht anders zu erwarten- aus Preisunterschieden "rotfaul - gesund", aus Sortenverschiebungen und Stärkenklassenverschiebungen zusammen.

Die Entwertung des rotfaulen Anteils beträgt größenordnungsmäßig 35 bis 45% gegenüber gesunden Bäumen, die des gesunden Anteils rotfauler Bäume ca. 4 bis 7%.

## 5.2 WERTENTWICKLUNG

### 5.2.1 Gesamtwertleistung

In Tabelle 26 sind Brutto- und Netto-Gesamtwertleistung der Parzellen 1 bis 5 absolut und in Relation zur "Gesund"-Ausformung wiedergegeben. Die Gesamtwertleistung wurde aus dem durchschnittlichen Wertzuwachs und dem Alter im je letzten Aufnahmejahr berechnet. Nutzungen vor Versuchsbeginn, Begründungs- und Pflegekosten wurden nicht abgesetzt.

In der Bruttowertleistung bleiben die rotfaulen Bestände um 5 bis 13%, in der Nettowertleistung um 12 bis 20% hinter theoretisch gesunden Beständen zurück. Der durchschnittliche jährliche Verlust je ha durch Rotfäule liegt netto zwischen rund 900 und 1500 S/ha/Jahr bzw. bis zum Alter bei Versuchsende (66 bis 71 Jahre) zwischen rund 60 000 bis 100 000 S/ha! Dieser Verlust durch Rotfäule wird zu einem geringen Teil (größenordnungsmäßig etwa 10%) durch die höheren Kosten bei der Aufarbeitung rotfaulen Holzes, zum größten Teil (ca. 90%) durch den geringeren Wert rotfauler Sortimente bewirkt. Die Größenordnung der auftretenden Verluste (ca. 10 bis 20% des Wertes gesunder Bestände) ist für die Diskussion waldbaulicher Alternativlösungen zu Fichtenbeständen mit Rotfäule von großem Interesse, zeigt sie doch den Rahmen auf, innerhalb dessen ein Ausweichen auf andere Baumarten noch keinen betriebswirtschaftlichen Verlust im Vergleich zu rotfaulen Fichtenbeständen darstellen

würde. Anders gesagt: Selbst wenn eine andere Baumart ca 10 bis 20% weniger Nettowertleistung erbringen würde als ein gesunder Fichtenbestand, so wäre sie der rotfaulen Fichte nicht unterlegen!

**Tabelle 26:** Gesamtwertleistung (brutto und netto) für die Ausformung "rotfaul" und "Wertverlust" durch Rotfäule

Parzelle		1	2	3	4	5
brutto	gesund	öS 749663	775038	772835	854201	779277
		% 100	100	100	100	100
	wirkl.	öS 655796	712470	713692	810252	711071
		% 87	92	92	95	91
Verlust		öS 93867	62568	59143	43949	68206
netto	gesund	öS 498949	535656	513969	543292	506721
		% 100	100	100	100	100
	wirkl.	öS 396640	448008	443466	480173	427058
		% 80	84	86	88	84
Verlust gesamt je Jahr		öS 102309 1527	87648 1328	70503 993	63119 889	79663 1189

### 5.2.2 Wertzuwachs

In den Abbildungen 10 und 11 sind die laufenden und durchschnittlichen Zuwächse in Volumen- und Geldeinheiten dargestellt. Der laufende Zuwachs zeigt ausnahmslos fallende Tendenz, seine Kulmination ist zweifellos in allen Fällen überschritten. Der durchschnittliche Volumenzuwachs in Vfm Sm R hat bei den Parzellen 1 und 2 seine Kulmination bereits überschritten, die Parzellen 4 und 5 stehen dicht vor der Kulmination. Anders beim Erntevolumen, hier ist die Kulmination bei allen Parzellen außer Parzelle 3 bereits erreicht. Der durchschnittliche Brutto-Wertzuwachs nach der "rotfaulen" bzw. "wirklichen" Ausformung hat bei Parzelle 1,3 und 4 den Gipfel noch nicht erreicht. Im Nettozuwachs ist der Kulminationspunkt bei Parzelle 3 bereits überschritten, bei Parzelle 5 erreicht und steht bei Parzelle 4 kurz bevor. Bei der theoretischen Ausformung "gesund" hat -bei den Bruttowerten- nur Parzelle 3 den Zuwachskulminationspunkt noch nicht erreicht. Bei den Nettowerten steht für alle Parzellen der Kulminationspunkt noch aus, dürfte aber auch hier (ggf. mit Ausnahme von Parzelle 3) innerhalb der nächsten Jahre erreicht werden.

Volumen- und Bruttowertzuwachs wurden hier zunächst mitbesprochen, um die Plausibilität der hergeleiteten Wertberechnungen zu dokumentieren. Für die folgenden betriebswirtschaftlichen Überlegungen wird allerdings ausschließlich der Nettowertzuwachs herangezogen.

Folgt man -etwa im Sinne der Reinertragslehre- der Ansicht, das ökonomisch günstigste Abtriebsalter sei dann gegeben, wenn der laufende unter den durchschnittlichen Nettowertzuwachs absinkt, so wäre dieser Zeitpunkt in den rotfaulen Beständen der Parzellen 2 und 5 mit etwa 60-65 Jahren erreicht, bei der Parzelle 1, 3 und 4 etwa zwischen 70 und 75 Jahren. Wären die Bestände hingegen gesund, so könnte ein etwa 5 bis 10 Jahre höheres Alter als "ökonomisch optimale" Abtriebszeit angenommen werden.

### 5.3 WERTENDE SCHLUSSFOLGERUNGEN

#### 5.3.1 Zum Wertvergleich "theoretisch gesund" gegen "rotfaul"

Die Wertberechnungen für den "theoretisch gesunden" Bestand unterscheiden sich von denen des "rotfaulen" Bestandes deswegen, weil hier die Holzpreise für gesundes Holz eingesetzt wurden und 16% Zuschlag bei der Aufarbeitung von Zufallsnutzungen nicht eingesetzt wurden. Die Menge, der Zeitpunkt und die Stärke anfallender Durchforstungen wurden dagegen absolut gleichgehalten. Bei den Wertberechnungen wurde also davon ausgegangen, daß die Durchforstungsstrategie, aber auch der Anfall von Zufallsnutzungen in beiden Fällen gleich sei: Selbst bei sonst gleicher Durchforstungsstrategie (schematische Entnahmen) wäre doch eine gewisse Besserstellung gesunder Bestände infolge geringerer Zufallsnutzungen zu erwarten.

Eine gezielte Durchforstungsstrategie (z.B. rechtzeitige Stammzahlreduktion, Auslesedurchforstung) in gesunden Beständen würden allerdings zu einem abweichenden Zuwachsverlauf bei vermutlich höheren optimalen Umtriebszeiten (ca. um 100 Jahre) führen. Die "Verluste" rotfauler Fichtenbetriebsklassen würden in diesem Falle vermutlich noch höher ausfallen.

#### 5.3.2 Betriebswirtschaftliche und waldbauliche Konsequenzen.

Rotfaule Fichtenbestände sollten aus betriebswirtschaftlichen und ertragskundlichen Gründen früher zur Endnutzung kommen als gesunde Bestände, im konkreten Fall etwa 5 bis 10 Jahre früher als gleichartig durchforstete gesunde Bestände. Würde in gesunden Beständen allerdings konsequente Kronen- und Vorratspflege (etwa im Sinne der ADF), möglicherweise verbunden mit Wertästung betrieben, so könnte sich dieser Zeitraum auf 15 bis 30 Jahre verlängern. Während bei rotfaulen Beständen dieser Bonität etwa ab dem Alter 60 Jahre mit abnehmenden Bestockungsgraden infolge rotfäulebedingter Ausfälle und mit abnehmendem Zuwachs zu rechnen ist, wäre bei gesunden, gepflegten Beständen gerade in dieser Altersphase noch mit erheblich steigenden Durchschnittswertzuwächsen zu rechnen. Im konkret durchgerechneten Fall gehen die Wertunterschiede nur auf Kosten- und Preisunterschiede zurück. Bei konsequenter Pflege müßte sich allerdings auch die Überlegenheit des Volumen- und Stärkenzuwachses auswirken.

Der konkreten Frage nach Alternativmöglichkeiten für rotfaule Fichtenbestände kann hier nur andeutungsweise und spekulativ nachgegangen werden. Zwei Alternativen sind denkbar: Entweder eine andere Durchforstungsstrategie oder ein Ausweichen auf andere Baumarten.

Bleibt man auf den gegebenen Standorten -aus welchem Grunde auch immer- bei der Baumart Fichte, so wird man auch in Folgebeständen mit Rotfäule zu rechnen haben. Diese führt etwa ab Bestandeshöhen von 20m zu zunehmendem Schneebruch und Windwurf und damit zu Bestandesverlichtung und Zuwachsverlusten. Der ökonomisch, ertragskundlich und waldbaulich optimale Abtriebszeitpunkt wird in solchen Fällen etwa zwischen 60 und 70 Jahren liegen müssen. Zu diesem Zeitpunkt sollte eine möglichst große Baumzahl mit möglichst hohen mittleren Durchmessern vorhanden sein. Dieses Ziel könnte allenfalls mit einer Durchforstungsstrategie erreicht werden, die in etwa der Schnellwuchsdurchforstung entspricht: Ausgangsbaumzahlen um 2000 N/ha, anzustrebende Endbaumzahl 600 bis 700 N/ha, frühe, starke Niederdurchforstungen, etwa ab 20 m Bestandeshöhe keine oder sehr schwache Niederdurchforstungen. Da sowieso mit einer Entwertung des wertvollsten Schaftteiles zu rechnen ist, sollte man auf Qualität (Äste) überhaupt keine Rücksicht nehmen.

Als zweite Alternative kommt die Wahl anderer Baumarten in Betracht. Es wurde bereits darauf verwiesen, daß die jährlichen "Verluste" durch Rotfäule in den Untersuchungsbeständen ca. 1000 bis 1500 S/ha Betriebsklasse ausmachen. Zieht man -geeignete Standortsbedingungen vorausgesetzt - als Alternativbaumart z.B. Buche in Betracht, so kann die folgende Rentabilitätsüberlegung in etwa den Rahmen der ökonomischen Möglichkeiten abstecken:

"Theoretisch gesunde" (allerdings nicht optimal durchforstete) Fichtenbestände haben nach Tabelle 26 bis zum Alter von ca. 70 Jahren eine Nettowertleistung von ca. 500 000 ÖS/ha erbracht, was -gerundet- einem Nettodurchschnittszuwachs von 7000 ÖS/Jahr/ha entspricht. Für eine 100-jährige Umtriebszeit ergibt das eine Nettowertleistung von rund 700 000 ÖS/ha. Rotfaule Fichtenbestände hätten mit einer Umtriebszeit von 70 Jahren einen durchschnittlichen Nettowertzuwachs von 5500 bis 6000 ÖS/Jahr/ha. Die als Alternative in Betracht gezogene Buche würde allerdings mit 70 Jahren noch nicht hiebsreif sein. Unterstellt man eine Umtriebszeit von 100 Jahren so müßte diese Baumart eine Nettowertleistung von  $100 * 5500$  bzw.  $6000$  ÖS/Jahr/ha = 550 000 bzw. 600 000 ÖS/ha erbringen, um gleich rentabel zu sein wie rotfaule Fichtenbestände.

Standortstaugliche Laubbaumarten wie etwa die Buche erscheinen aus dieser Sicht als eine durchaus ökonomisch vertretbare Alternative, falls nicht andere Faktoren (Frostgefahr, Wildstand) entgegenstehen.

### 5.3.3 Vergleiche der Untersuchungsergebnisse mit anderen Rotfäuleuntersuchungen.

Da der Verfasser dieses Berichtes mit der Auswertung eines bereits abgeschlossen Versuches beauftragt wurde, bestand für ihn keine Möglichkeit, die Projektierung der Gesamtuntersuchung durch intensives Literaturstudium vorzubereiten. Daß dem Projekt ein Literaturstudium vorausgegangen sein muß, läßt sich allerdings aus der einleitenden Bemerkung zur Aktennotiz v. 1966-11-14 (POLLANSCHÜTZ, 1966) folgern: "Es liegen keinerlei wissenschaftliche Untersuchungen für das Fortschreiten des Rotfäulebefalles vor, ....." (siehe auch Anhang 1). Der hier durchgeführte Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit anderen

Rotfäuleuntersuchungen erfolgt im strengen Wortsinne a posteriori, nämlich nach Abfassung des Textes bis zum Abschnitt 5.3.2. Dieser Vergleich dient ausschließlich dem Zweck, die durch die beschriebenen Verfahrensmängel entstandenen Unsicherheiten bezüglich der Gültigkeit des Ergebnisses im Lichte anderer Untersuchungen zu relativieren. Übereinstimmung und Widersprüche sollen aufgezeigt werden. Es wird allerdings keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

#### 5.3.3.1 Literatur zur Methodik

Wo immer man mit einem Literaturstudium zur Rotfäule beginnt, stößt man in der Einleitung auf eine Definition von "Rotfäule". Zumeist wird diese zunächst als Verfärbung oder Zerstörung des Holzes in verschiedenen Graden beschrieben, die zu seiner technischen Entwertung führt. Je nach inhaltlichem Schwerpunkt der Untersuchungen (Forstschutz, Holztechnologie, Betriebswirtschaft etc.) erfolgt eine Unterteilung dieser Erscheinung z.B. nach Erregern der Rotfäule, Zerstörungsgraden bzw. nach Entwertungsstufen.

Weitere Unterscheidungen betreffen den Infektionsweg (Kernfäule, Wundfäule). Anstelle vielfacher Zitierungen wird auf die neuere Arbeit von APFLER (1984) verwiesen, in der die verschiedenen Definitionen zusammengestellt und bibliographisch belegt sind. Die Unterscheidung zwischen Wund- und Kernfäule geht auf ROHMEDEK (1937, zitiert nach ROEDER, 1970) zurück, war also zu Beginn des hier beschriebenen Versuches längst bekannt. ROEDER (1970), SCHUTE (1972) und RICHTER (1974) (hier als Beispiel genannt) bringen mehr oder weniger klare Unterscheidungen von "Faulstufen". Auf die im Literaturverzeichnis angeführten Arbeiten von PECHMAN, AUFSESS, REHFUSS (1973), ZYCHA, DIMITRI, KLIEFOTH (1970), ZYCHA, KATO (1967) ZYCHA, ULRICH (1969), KATO (1967) sei verwiesen.

In methodischer Hinsicht muß im Lichte der hier nur andeutungsweise zitierten Literatur in Bezug auf die Rotfäuleuntersuchung Rappottenstein festgestellt werden, daß einer genaueren Definition des Begriffes Rotfäule unbedingt größere Aufmerksamkeit hätte geschenkt werden müssen. Die Begriffe "Fäuletyp", "Faulstufen" und "Faulängen" hätten unbedingt vor Versuchsbeginn festgelegt und schriftlich fixiert werden müssen. Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, daß bisher offensichtlich keine Methoden gefunden wurden, Grad und Ausmaß der Rotfäule zerstörungsfrei bzw. ohne Fällung von Probestämmen zu ermitteln. CERVINKOVA, KYSELA und TEMMLOVA (1985) konstruierten zwar eine Meßeinrichtung mit einer Radioisotop-Strahlungsquelle ( $^{241}\text{Am}$ ), welche im Labor an homogenen Proben unterschiedliche Meßwerte für unterschiedliche Fäulegrade ergab, im Gelände an stehenden Bäumen aber versagte. Auch die vergleichsweise "zerstörungsarme" Bohrspanmethode weist nach DIMITRI (1968) nur geringe Treffsicherheit auf.

#### 5.3.3.2 Rotfäulehäufigkeit

ZYCHA und KATO (1967) kamen bei umfangreichen Untersuchungen in Norddeutschland auf Faulstammprozente zwischen 7 und 88%, ohne den Grund für diese Unterschiede nachweisen zu können, hielten aber Alter und Ertragsklasse für nicht maßgebend, eben-

sowenig wie die Verbreitung des Fäulepilzes. Vielmehr sprachen ihre Beobachtungen dafür, daß der Wechsel von Standortsbedingungen auf kleinstem Raum für das verstreute oder flächenweise Vorkommen die primäre Rolle spielt. Weiterhin schien das Faulstammprozent nur bis zum Alter 30 zuzunehmen, um sodann konstant zu bleiben. Bei dieser Untersuchung galten als "Faulstämme" solche Bäume, die in Abhiebshöhe einen Fäuledurchmesser von mindestens 3 cm aufwiesen ("fäulefreie" Stämme können nach Mitteilung der Autoren allerdings bereits vom Pilz infiziert sein.) Diese Beobachtung widerspricht den Ergebnissen der hier vorgelegten Untersuchung, nach dem im Altersbereich 50 - 70 Jahre stets "Neumanifestationen" gefunden wurden. Allerdings könnte durchaus die unsichere Definition des Begriffes Rotfäule zumindest teilweise das Ergebnis verfälscht haben.

Der Begriff "Neumanifestation" wurde ganz bewußt gewählt, um jede Assoziation mit "Neuinfektion" oder "Zunahme der Rotfäulehäufigkeit" zu vermeiden. Nach der dieser Auswertung zugrunde liegenden technischen Definition der Rotfäule, die wesentlich unschärfer ist als jene der zuvor erwähnten Autoren, kann keine beweisbare Aussage über die tatsächliche Entwicklung der Rotfäulehäufigkeit über dem Alter gemacht werden. Allerdings müssen sich beide Ergebnisse nicht notwendigerweise gegenseitig ausschließen: ZYCHA und KATO machten ihre Beobachtungen nämlich mittels einmaliger Aufnahmen an verschiedenen alten Probeflächen, während hier eine immerhin 15-jährige Periode der Dauerbeobachtung vorliegt, mittels derer der gegenläufige Trend von überproportionalem Rotfäuleanteil bei den Zufallsnutzungen und Neumanifestationen nachgewiesen werden konnte, was im Ergebnis zu einem langsameren Anstieg der Rotfäulehäufigkeit führte, als es die Zahl der Neumanifestationen erwarten ließe. Anders gesagt: Die Rotfäulehäufigkeit nimmt über dem Alter nicht im Ausmaß der Neumanifestationen zu. Ein Teil der Neumanifestationen wird durch den hohen Anteil rotfäuler Bäume an der Zufallsnutzung wieder abgeschöpft. Dieser Effekt ist anhand einer Wuchsreihenuntersuchung (ZYCHA, KATO) nicht nachweisbar! Auf vergleichbare Interpretationsschwierigkeiten bei der Auswertung ihrer einmaligen Aufnahmen weist auch APFLER (1984) z.B. auf S. 59 hin. Abschließend sei mit Nachdruck darauf verwiesen, daß zweifellos das ursprüngliche Untersuchungskonzept (Kombination von Wuchsreihenmethode und Dauerversuch) die einzige Möglichkeit dargestellt hätte, diese Fragen zu klären.

### 5.3.3.3 Rotfäulefortschritt

Nach Tab. 25 dieser Untersuchung lag der jährliche Rotfäulefortschritt zwischen 1,5 und 4,9 cm. RICHTER (1979, 1981) kommt - bei anderer Herleitungsmethodik - zu Werten von 3,2 cm im Alter 60 bis 100 Jahre. WERNER (1973, zitiert nach RICHTER 1981) kommt zu Werten von 3,6 bis 7,8 cm je Jahr. DIMITRI (1981) weist allerdings daraufhin, daß bei Wundfäule (im Gegensatz zu der im vorliegendem Fall wohl überwiegenden Kernfäule) der Fortschritt wesentlich rascher sein kann. RICHTER (1981) kommt zu einer Schlußfolgerung seiner Beobachtungen, die hier wörtlich wiedergegeben sei:

"Zusammenfassend ist also zu sagen, daß aus dem anfangs sehr schnellen Wachstum der Wundfäulepilze nicht gefolgert werden darf, daß es so weitergeht. Mindestens auf vielen Standorten, zu denen vor allem die typischen Fichtenstandorte mit kühler Vegetationszeit, ausreichenden Niederschlägen und sauren Böden gehören, kommt es schon bald zu einer Verlangsamung oder gar zum Stillstand. Dadurch ist auch bei den beschädigten Stämmen der Zuwachs an gesundem Holz in der Regel viel größer als die Zunahme des Faulholzanteiles. Die Beobachtung des anfangs schnellen Pilzwachstums darf daher auf keinen Fall zu dem voreiligen Entschluß führen, beschädigte Bäume und Bestände nur der Wundfäule wegen schon bald zu nutzen."

Im gleichen Zusammenhang ist eine Modellüberlegung APFLER's (1984) von Interesse, welche indirekt die bei dieser Untersuchung gemachten Beobachtungen zu bestätigen scheint: Damit der "Wertverlust" durch Rotfäule sich ab dem Alter 60 nicht erhöht, darf der Rotfäulefortschritt nur etwa 1,7 cm je Jahr betragen. In diesem Fall verlaufen die Kurven des durchschnittlichen Wertzuwachses rotfauler und gesunder Bestände parallel. Wie aus Abb. 11 ersichtlich, verlaufen die Kurven des durchschnittlichen und laufenden Netto-Wertzuwachses theoretisch gesunder und rotfauler Bestände auch nach der hier gewählten Berechnung praktisch parallel. Die jährliche Zunahme der Rotfäulehäufigkeit liegt größenordnungsmäßig durchaus innerhalb der Modellannahmen APFLER's. Den diesbezüglichen Ergebnissen ebenso wie den daraus gezogenen Schlußfolgerungen scheinen die Mitteilungen anderer Autoren demnach nicht zu widersprechen.

#### 5.3.3.4 Wertzuwachs

Wegen der räumlichen und zeitlichen Nähe und Vergleichbarkeit bietet sich ein Vergleich der von APFLER gefundenen bzw. berechneten Wertzuwächse mit denen dieser Untersuchung an (auf bestehende Unterschiede in der Herleitung wird ausdrücklich verwiesen). Für theoretisch gesunde Bestände (Variante 1) kommt APFLER auf ca. 6000 bis 6.300 S/ha/Jahr durchschnittlichen Wertzuwachs im Alter zwischen 65 und 75 Jahren. Für die etwa gleichalten Bestände der vorliegenden Untersuchung wurden rund 7000 S/ha/Jahr angegeben. Demgegenüber erbringen rotfaule Bestände (Variante 2 bzw. 3) 1100 bzw. ca. 1300 S/ha/Jahr weniger. Die vorliegende Auswertung rechnet mit etwa 1000 bis 1500 S/ha/Jahr "Wertverlust" durch Rotfäule. Auch dieser Vergleich zweier völlig unabhängig voneinander gemachter Untersuchungs- bzw. Berechnungsergebnisse bestätigt die Übereinstimmung - zumindest in der Größenordnung.

#### 5.3.3.5 Schlußfolgerungen

Zunächst sei hier auf das wörtliche Zitat RICHTER's (Abschnitt 5.3.3.3) verwiesen. Man vergleiche dieses Zitat mit den Ausführungen in Abschnitt 5.2.2. und 5.3.2., wo eine Umtriebszeitverkürzung von allenfalls "nur" 5-10 Jahren in rotfaulen Beständen aus ökonomischen Erwägungen begründet wird. Im gleichen Zusammenhang wird auf die zunehmende Verlichtung rotfauler Bestände verwiesen, die zu Zuwachsverlusten führen müssen. Eine Verkürzung der Umtriebszeit wird im Zusammenhang mit einer Änderung der Durchforstungs-Strategie empfohlen. Eine Endbaum-

zahl von 700 N/ha nach Schnellwuchsdurchforstung bei einer Umtriebszeit von 60 - 70 Jahren wird als eine der Alternativen empfohlen. APFLER kommt in Abschnitt 6.2 (S.59 ff) zu fast wörtlich gleichlautenden Schlußfolgerungen.

Der Verfasser dieses Berichtes, der die in Abschnitt 5.3.3 zitierte Literatur erst nach Abschluß aller Berechnungen und textlichen Ausarbeitungen studierte, sieht sich somit sowohl hinsichtlich der Ergebnisse wie auch der Schlußfolgerungen weitgehend bestätigt.

Es ist mir, der ich diese Untersuchung nicht geplant habe und der ich die Auswertung, Interpretation und Schlußfolgerung aufgetragen bekam, ein echtes Bedürfnis, abschließend darauf hinzuweisen, daß ich die vorliegende Arbeit mit der ehrlichen Überzeugung beende, aus den vorliegenden Daten das berechnet zu haben, was überhaupt zu berechnen war. Der -wenn auch nicht sehr umfangreiche- Literaturvergleich hat meine Überzeugung gefestigt, zumindest der Tendenz nach die richtigen Schlußfolgerungen gezogen zu haben. Insoferne übergebe ich sie guten Gewissens der forstlichen Praxis.

In wissenschaftlicher Hinsicht sei eine Schlußbemerkung gestattet, die nahtlos an die Vorbemerkungen anknüpft. Bei der Planung und Vorbereitung von wissenschaftlichen Untersuchungen sollte weit mehr auf die Auswertbarkeit Bedacht genommen werden, als dies im konkreten Fall geschah. Große Datenmengen und hoher Aufwandaufwand lohnen sich nur dann, wenn sowohl die Genauigkeit der Einzelmessung gewährleistet ist (Negativbeispiel: D0.3 - Messung auf ganze cm gerundet, "Was ist Rotfäule?"), als auch das konkrete Auswertungskonzept anhand einer Pilotstudie getestet wurde (Negativbeispiel: Schätzung der Rotfäulelänge statt Messung am zerschnittenen Stamm, fehlende Fäuletypen und Fauldurchmesser!).

#### 5.4 NACHBEMERKUNG

Bereits 1978 wurde dem TRAUN'schen Forstamt Rappottenstein eine von POLLANSCHÜTZ verfasste "gutachtliche Stellungnahme" zur Rotfäuleuntersuchung im Revier Nagelhof zugestellt. Grundlage dieser Stellungnahme, die ich erst nach Abschluß der vorliegenden Untersuchung studierte, war eine "vorläufige Auswertung" nach der Revisionsaufnahme von 1976. Ich möchte hiermit ausdrücklich darauf verweisen, daß die in der "gutachtlichen Stellungnahme" gegebenen Empfehlungen sowohl in der Aussage als auch größenordnungsmäßig mit den von mir gezogenen Schlußfolgerungen und gegebenen Empfehlungen übereinstimmen. So wird auch in der Stellungnahme von 1978 bereits eine theoretische Dreiteilung bei der Umtriebszeitempfehlung gegeben:

- gesunde, betriebsüblich behandelte Bestände (80 - 90 Jahre),
- rotfaule, aber nicht vom Schnee geschädigte Bestände (70 - 80 Jahre),
- rotfaule, abiotisch geschädigte Bestände ( 60 - 70 Jahre).

Diese stimmt mit jener in Abschnitt 5.2.2. und 5.3.2. gegebenen bestens überein.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

### 6.1 ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über einen Versuch berichtet, der Informationen über die Wertminderung infolge "Rotfäule" in Fichtenbeständen erbringen sollte. Insbesondere war es der Versuchszweck, festzustellen, ob in stark von "Rotfäule" befallenen Fichtenbeständen bester Bonität aus Ackeraufforstung in der Altersphase 50 bis 60 Jahre die Wertminderung durch "Rotfäule" oder die altersbedingte Wertsteigerung überwiegt.

Versuchsobjekt waren 5 je 1 ha große Parzellen im Traun' schen Forstamt Rappottenstein. Die Außenaufnahmen wurden vom Personal des Forstamtes nach Empfehlungen der FBVA, die Auswertung von Mitarbeitern der FBVA vorgenommen. Außenaufnahmen erfolgten im 5-Jahresturnus von 1966 bis 1981, in diesem Jahre wurde der Versuch abgeschlossen. Als Versuchsmethodik wurde im verbleibenden Bestand die periodisch wiederholte Dauerbeobachtung gewählt. Der ausscheidende Bestand sollte stichprobenweise Aufschluß über Rotfäulemerkmale erbringen. Der Planaushieb wurde daher als systematische Stichprobe (überwiegend Reihenentnahme) geführt.

Grundlage der Auswertung sind folgende Mess- bzw. Schätzdaten (siehe auch Tabellen 3 und 4):

- Messung des Brusthöhendurchmessers mit Rinde auf ganze cm (BHDmR).
- Längenmessung an Aushiebstämmen auf ganze dm.
- "Praxis"übliche Aushaltung, bei der die Einstufung als "Rücklaß", "Brennholz" bzw. "Braunbloch" die Informationen über die "Rotfäule" trägt. ("Technisch" definierte Rotfäule, Abschn. 3.3.2.4).

Bei der Auswertung wurden folgende (gemäß dem Versuchskonzept zwar ermittelte) Merkmale nicht verwendet:

- Durchmesser in  $1/10, 1/3$  bzw.  $1/5$  der Baumlänge, weil die Messung auf ganze cm entweder zu ungenau oder aber überhaupt fehlerbehaftet war,
- die am liegenden und ausgeformten Stamm angeschätzte Länge der Rotfäule ("biologisch" definierte Rotfäule, Abschn. 3.3.2.4), weil es unmöglich war herauszufinden, nach welchen Kriterien dieses Merkmal von wechselndem Aufnahmepersonal und unter sich ändernden Holzmarktbedingungen angesprochen wurde.

Im Zuge der Auswertung wurde zunächst ein Verfahren zur Schätzung der Rotfäulehäufigkeit im verbleibenden Bestand entwickelt (Abschn. 4.1), indem aus den Daten des Planaushiebes die relative Rotfäulehäufigkeit über dem Aufnahmejahr ausgeglichen wurde. Für die Schätzung der Rotfäulelängen im verbleibenden und ausscheidenden Bestand wurden Schätzbeziehungen über dem BHD hergeleitet (Abschn. 4.2).

Ertragskundliche Bestandeskennwerte wurden BHD-stufenweise berechnet, wobei Koeffizienten zuvor berechneter Durchmesserhöhenkurven und ein spezielles Schätzverfahren für die Ermittlung der Schaftform benutzt wurden. Im gleichen Rechengang wurde eine standardisierte Auswertung für die tatsächlich rotfaulen Bestände und ein zweites Mal für "theoretisch ge-

sunde" Bestände gleicher ertragskundlicher Struktur durchgeführt (Abschn. 4.3, Bestandeskennzahlen in Tabellen 15 bis 19 und Abb. 10).

Für die Wertberechnung wurden durchschnittliche Holzpreise des Jahres 1985 nach Mitteilung des Forstamtes Rappottenstein, Vorgabezeiten nach der Richtwerttafel für Motorsägenarbeit und der Akkordrichtsatz für 1985 unterstellt (Abschn. 4.4). Die Ergebnisse finden sich in den Tabellen 20 bis 24 und in Abb. 11)

Die Untersuchung erbrachte folgende Hauptergebnisse:

- Die relative Häufigkeit rotfauler Bäume im Planaushieb nahm im 15-jährigen Untersuchungszeitraum der Tendenz nach zu, obwohl im gleichen Zeitraum überproportional viele rotfaule Stämme infolge Wind- und Schneeeinwirkung ausfielen (Abschn. 5.1).
- Die Rotfäule dehnte sich in vertikaler Richtung wesentlich langsamer aus als Baum- und Aushaltungslänge des gesunden Stammteiles zunahm (Abschn. 5.2, Tabelle 25).
- Die Wertentwicklung theoretisch gesunder Bestände verläuft annähernd parallel zu jener rotfauler Bestände bei gleicher Bestandesbehandlung, die jährlichen Verluste infolge Rotfäule betragen größenordnungsmäßig ca. 1000 bis 1500 ÖS/ha/Jahr (Abschn. 5.2).

Aus den Ergebnissen wurden folgende Schlußfolgerungen in forstpraktischer Hinsicht gezogen (Abschn. 5.3):

- Hohe Rotfäuledisposition von Fichtenbeständen führt sowohl wegen der Wertminderung am Holz, aber auch wegen der vorzeitigen Verlichtung der Bestände und damit verbundener Zuwachsverluste zur Empfehlung, derartige Bestände etwa 5 bis 10 Jahre früher zu nutzen als jene "theoretisch gesunden" Bestände, die hier zum Vergleich herangezogen wurden. Gegenüber tatsächlich gesunden Beständen mit einer Bestandesbehandlung, die volle Bestockung bis zu höheren Altern erwarten läßt, müßten rotfaule Fichtenbestände von der Art der hier untersuchten bis zu 30 Jahre früher genutzt werden.
- Falls - aus welchen Gründen auch immer - bei hoher Rotfäulegefährdung der Fichte ein Wechsel der Baumart nicht in Frage kommt, sollte die Standraumregulierung (Ausgangsbaumzahl, Durchforstungsart und -stärke, Endbestandeshöhe, Endbaumzahl) gegenüber jener in den Untersuchungsbeständen geändert werden. Der Übergang zu einer Ausgangsbaumzahl von 2000 N/ha, und frühe, starke Niederdurchforstung, ab 20 m Bestandeshöhe Hiebsruhe oder schwache Niederdurchforstung, Endbaumzahl 600 - 700 N/ha) wird empfohlen.
- Auch der Wechsel der Hauptbaumart kann - nicht nur mit waldbaulich-ökologischen, sondern auch mit ökonomischen Argumenten - empfohlen werden, soweit dies vom Standort her möglich ist.

Abschließend werden die vorgelegten Untersuchungsergebnisse mit einigen aus der Literatur bekannten Ergebnissen verglichen. Wesentliche Widersprüche treten nicht auf (Abschn. 5.3.3).

## 6.2 SUMMARY

From 1966 to 1981 five permanent sample plots (1 ha size each) were investigated to gather information about red ring rot of Norway spruce stands (*Picea abies*) on best sites, planted on former farmland. Every five years systematical thinnings (normally rowwise thinnings) were undertaken and all trees BHDs were measured. From lying trees total length and length of log-quality-classes were taken. The same was done with trees damaged by snow-breakage or storm in the periods inbetween. The sum of the length of logs in quality-classes, that indicate destruction (German: Rücklaß), bad depreciation (only use as firewood, German: Brennholz) and depreciation by discolouring ("Brown Logs", German: Braunblock), was defined to be the red ring rot length per tree (technical definition of red ring rot length).

The following evaluations were done by special FORTRAN programs (VAX 750):

- development of tree number per ha,
- development of mean diameter,
- development of volume o.b. and i. b. in cbm/ha,
- development of relative frequency of red ring rotted trees. (For the standing trees this frequency was computed by a function, gathered by regression analysis. For this purpose relative red ring rot frequency of felled trees was put against calendar year.)
- Development of stand net values as they were found (including devaluation by red ring rot) and in a second calculation as if they were without red ring rot (theoretically healthy).
- Devaluation by red ring rot (as the difference of the both values mentioned before.)

The following main results were found:

- The relative frequency of red ring rotted trees of the systematical thinnings increased during the 15 years of observation. This increase took place, even if the relative frequency of rotted trees reduced by snow and storm was remarkable higher than in the normal thinning. With other words: red ring rot was found in relative more trees from one periode to the other, even if meanwhile more red ring rotted trees than represented in the systematical thinning were reduced by snow and storm.
- The length of red ring rot developed significantly slower than the tree length and the length of undamaged logs.
- The development of net value of theoretically healthy and real damaged stands was found to be fairly parallel. The losses caused by red ring rot are in the order of about 1000 to 1500 AS/ha annually.

For the forest management of stands like these the following recommendations were given:

- Stands with remarkable percentage of red ring rot trees should be cutted 5 to 10 years earlier than healthy ones.
- If the disposition for red ring rot is known and if spruce is the tree species preferred - for what reasons ever - another thinning regime should take place: Early and heavy thinnings up to a mean highth of about 20 m (600 to 700 stems per ha would be the goal at this stage), followed by

a period of no or very light thinnings, and the final cut at a mean height of about 25 m would lead to acceptable log dimensions, before the stand is destroyed by snow-breakage and/or storm.

- Change of tree species, e. g. beech (*fagus silvatica*), can be recommended from economical as well as from ecological point of view. The financial losses, when changing the tree species, are of the same order of magnitude as the losses by red ring rot in spruce stands.

## 7. LITERATURVERZEICHNIS

**APFLER, C., 1984:**

Die Rotfäule der Fichte und ihre ertragskundliche Beurteilung im Revier Ottenschlag des Stiftes Göttweig.  
Diplomarbeit, Wien, Univ. f. Bodenkultur, Inst. f. Forstl. Ertragslehre.

**BITTERLICH, W., 1976:**

Baumschaftformen und Sortenanteile - schnell, einfach und genau durch das Telerelaskop.  
Allg. Forstzeitung, Wien, H.4, Jg. 87, S. 117-118.

**BRAUN, R., 1969:**

Österreichische Forstinventur: Methodik, Auswertung und Standardfehlerberechnung.  
Mitt. d. FBVA, Wien, H. 84.

**CERVINKOVA, H., KYSELA, F., TEMMLOVA, B., 1985:**

Erkenntnisse aus der Anwendung der Gammastrahlung <sup>241</sup>Am zur Detektion von Fichtenfäulen. (Übersetzung des Titels und der Zusammenfassung aus dem tschechischen durch Autoren.)  
Lesnictvi, 31, H.9, S.817-834.

**DIMITRI, L., 1968:**

Ermittlung der Stammfäule von Fichten (*Picea abies* Karst.) durch Bohrspanentnahme.  
Forstarchiv, H. 10, S. 221-224.

**DIMITRI, L., 1981:**

Stellungnahme hierzu von L.Dimitri, Hann. Münden. (Anmerkung des Verfassers: Die Stellungnahme bezieht sich auf den Beitrag von Richter, 1981, der auf der Vorseite abgedruckt ist.)  
Allg. Forstzeitschrift, München, H.19, S. 479.

**Hilfstafeln für die Forsteinrichtung, 1975:**

Öster. Forstverein, Wien, 2. Aufl..

**HILSCHER, A., 1964:**

Ertragsminderung durch Rotfäule an Fichtenbeständen.  
Forstarchiv, H.1, S.5-14

**KATO, F., 1967:**

Beitrag zur Beurteilung einzelner schwerwiegender Probleme der Fichtenrotfäule.  
Forstw. Cbl., Hamburg u. Berlin, 86. Jg., S.348-369.

**MEYR, R., 1974:**

Über die Richtwerttafel für die Nadelholzschlägerung mit der Motorsäge.  
In: 100 Jahre FBVA, Wien, S.241-272.

**PECHMAN, H.v., AUFSESS, H.v., REHFUSS, K.E., 1973:**

Ursachen und Ausmaß von Stammfäulen in Fichtenbeständen auf verschiedenen Standorten. Forstw.Cbl., Hamburg u. Berlin, 92. Jg., S. 68-89.

- POLLANSCHÜTZ, J., 1965:**  
Eine neue Methode der Formzahl- und Massenbestimmung stehender Bäume - Neue Form- bzw. Kubierungsfunktionen und ihre Anwendung.  
Mitt. d. FBVA, Wien, H. 68.
- POLLANSCHÜTZ, J., 1966:**  
Aktennotiz des Institutes für Ertrag und Betriebswirtschaft vom 14. Nov. 1966  
Kopie in Versuchsunterlagen, Original an Forstamt Rappottenstein gesandt. Abschrift in Anlage (siehe 8.1, Seite 74)
- PÖYTÄNIEMI, A.M., 1981:**  
Schafftkurvensystem für die Fichte zur Anwendung bei der österreichischen Forstinventur.  
Diss. d. Univ. f. Bodenkultur, Wien, VWGÖ.
- RICHTER, J., 1974:**  
Die Ausbreitung der Rotfäule in der Fichte.  
Allg. Forstzeitschrift, München, H. 29, S. 73-74.
- RICHTER, J., 1981:**  
Zur Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wundfäule bei der Fichte.  
All. Forstzeitschrift, München, H. 19, S. 478.
- ROEDER, A., 1970:**  
Ein Beitrag zur Erfassung von Ausmaß und Intensität der Stammfäule an Fichte.  
Forstw. Cbl., 89. Jg., H. 6, S. 362-372.
- ROHMEDER, E., 1937:**  
Die Stammfäule (Wurzelfäule und Wundfäule) der Fichtenbestockung.  
Mitt. Landesforstverw., Bayern, H. 23.
- SCHUTE, R., 1972:**  
Fäule als Folge von Beschuß an Buche und Fichte.  
Forst- u. Holzwirt, H. 5, S. 108-113.
- WERNER, H., 1973:**  
Untersuchungen über die Einflüsse des Standortes und der Bestandesverhältnisse auf die Rotfäule (Kernfäule) in Fichtenbeständen der Ostalb.  
Mitt. d. Ver. f. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtung.
- ZYCHA, H., DIMITRI, L., KLIEFOTH, R., 1970:**  
Ergebnis objektiver Messungen der durch *Fomes annosus* verursachten Rotfäule in Fichtenbeständen.  
Allg. Forst-u.-J.-Ztg., 141. Jg., H. 4, S. 66-73.
- ZYCHA, H., KATO, F., 1967:**  
Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte.  
Schriftenr. d. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen, Bd. 39.

ZYCHA, H., ULRICH, B., 1969:

Die Rotfäule der Fichte. - Sammelbericht über neuere Erfahrungen in Deutschland.

Forstarchiv, 40. Jg., H. 11, S. 209-212.

## 8. ANHANG

### 8.1 AKTENNOTIZ

Institut für Ertrag und  
Betriebswirtschaft  
(Dr. J. Pollanschütz)

14. Nov. 1966

Betrifft: Rotfäuleuntersuchung - Rappottenstein

Das Traunsche Forstamt Rappottenstein hat sich im Mai 1966 an das Institut für Ertrag und Betriebswirtschaft mit der Bitte um Empfehlungen für eine seitens des Forstamtes geplante Rotfäuleuntersuchung gewendet.

Eine Untersuchung erscheint aus folgenden Gründen erforderlich:

- 1) Im Bereich des Forstamtes stocken rund 60 ha guter und bester Fichtenbonitäten - Erstaufforstungen - auf ehemaligen Ackerböden. Das Alter dieser Bestände liegt größtenteils zwischen 50-60 Jahren. Da ein Großteil der Stämme rotfaul ist, steht der Betrieb vor der Frage, ob diese Bestände nunmehr genutzt oder noch eine bestimmte Zeit erhalten bleiben sollen.
- 2) Es liegen keinerlei wissenschaftliche Untersuchungen über das Fortschreiten des Rotfäulebefalls vor, daher kann zur Zeit nicht abgeschätzt werden, ob die weitere Belassung der befallenen Bestände betriebswirtschaftlich zu rechtfertigen ist.

Aus diesen Gründen wurde folgendes Versuchs- bzw. Untersuchungskonzept empfohlen (25. Mai 1966 und 10. Nov. 1966):

#### A) Sofortprogramm:

Genauere Zustandserfassung auf 5 Flächen von je 1 ha Größe und Feststellung der zur Zeit eingetretenen Wertminderung. Unter Zuhilfenahme von geeigneten Ertragstabellen soll die weitere Zuwachsleistung dieser Bestände geschätzt und unter Annahme verschiedener Grade des Fortschreitens des Rotfäulebefalls eine ertragskundlich-betriebswirtschaftliche Kalkulation angestellt werden, um erste Anhaltspunkte für die weitere Bewirtschaftung der 60 ha Ackererstaufforstungen zu gewinnen.

#### B) Mittelfristiges Programm:

Aufbauend auf die genaue Zustandserfassung, welche im Laufe des Winters 1966/67 durchgeführt wird, soll durch periodische gleichartige Zustandserfassungen nach 5 und 10 Jahren die Entwicklung des Rotfäulebefalls studiert werden, um die Frage beantworten zu können, ob die altersbedingte Wertsteigerung der Bestände oder die zunehmende Wertverminderung durch Rotfäule in dieser Altersphase der Bestände überwiegt. Die Beantwortung dieser Frage ist nicht nur in bezug auf die zu diesem Zeitpunkt noch verbliebenen rotfaulen Bestände,

sondern auch für die Behandlung jüngerer oder neuer Acker-aufforstung sowohl für den Betrieb selbst, als auch für die Forstwirtschaft an sich von entscheidendem Interesse.

Zwischen Forstmeister Dipl.-Ing. Kranz und Dr. Pollanschütz wurde folgende Vereinbarung getroffen:

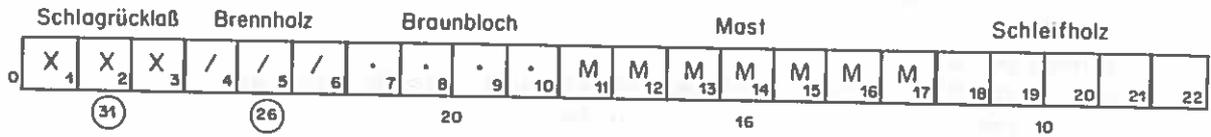
- 1) Das Forstamt Rappottenstein führt in Eigenregie unter Beachtung der Empfehlungen der FBVA die genaue Zustandserfassung auf den 5 gemeinsamen ausgewählten Versuchsflächen durch, und wird in der Folgezeit im Interesse einer exakten Versuchsdurchführung über alle in der Folgezeit anfallenden Zufallsnutzungen auf diesen Flächen gemäß der allgemeinen Aufnahmeanleitung Buch führen, und für die periodischen Aufnahmen nach 5 und 10 Jahren Beobachtungsdauer Sorge tragen.
- 2) Die FBVA übernimmt die Instruktion bei den Erhebungsarbeiten und die Auswertung der Versuchsdaten entsprechend dem Sofortprogramm und dem mittelfristigen Programm.

Vereinbarter Aufnahme- und Auswertungsvorgang:

- 1) Markierung der Versuchsfläche  
Die Eckpunkte der Versuchsfläche werden verpflockt. Die Seitenbegrenzung der Versuchsfläche wird durch senkrechte weiße Striche an außerhalb der Versuchsflächen gelegenen Bäumen dauerhaft markiert. An jedem Stamm innerhalb der Versuchsfläche wird eine Meßmarke in 1,3m über den Boden angebracht. Am ersten und letzten Stamm jeder Pflanzreihe wird die Nummer der Reihe mit weißer Ölfarbe angebracht. Die Umfangmessung erfolgt reihenweise. Der 1. in einer Reihe gemessene Baum erhält einen Richtungspfeil. Auf diese Weise ist die Aufeinanderfolge der Bäume dauerhaft markiert und auf eine Einzelstamnummerierung in der Natur kann verzichtet werden.
- 2) Von jedem der Stämme wird der Durchmesser mit Umfangmeßband bestimmt und reihenweise entsprechend des Richtungspfeils aufeinanderfolgend verbucht.
- 3) Die Stämme jeder 8. Reihe werden gefällt (etwa beginnend mit der 4. Reihe einer Versuchsfläche) und an den liegenden Stämmen vor der Ablängung, jedoch nach der Astung folgende Daten gemessen: L (Länge vom Boden bis Terminalknospe des Wipfeltriebes auf dm, Stahlmaßband wird mit 1,30 m an der Brusthöhenmarke angelegt um die unsichere Ermittlung der Stockhöhe zu vermeiden). D1.3, D0.1L, D0.3L, D0.5L jeweils mit Umfangmeßband. Auf Grund dieser 5 Werte wird die Schaftholzmasse und die Schaftholzformzahl mit Rinde unter Zuhilfenahme einer Kubierungsfunktion berechnet.
- 4) In einem speziellen Formular werden nach der Ablängung entsprechend einer Metereinteilung ohne Rücksicht auf Übermaße die einzelnen Sortimente durch vereinbarte Zeichen gekennzeichnet und deren Mitteldurchmesser (mit Stahlkluppe gemessen) eingeschrieben.

Unterschieden wird zwischen Schlagrücklaß, Brennholz, Braunbloche, Sägeholz oder Masten und Schleifholz.

Beispiel:



(Eingekreiste Durchmesserangaben mit Rinde, ohne Kreise - ohne Rinde.)

- 5) Bei der Auswertung werden pro Versuchsfläche für jeden Einzelstamm berechnet:
- Schaftholz mit Rinde ab Stockabhieb (Vfm), (und Schaft-holzformzahl)
  - geerntete Holzmasse ohne Rinde (Efm); (Verwendung allgemeiner Rindenfaktoren - Probestammerhebungen)
  - Gliederung der geernteten Holzmasse nach den tatsächlich angefallenen Sortimenten.
  - Theoretische Gliederung der geernteten Holzmasse nach Maßgabe einer optimalen Ausformung ohne Rücksicht auf Rotfäule.

Und pro Versuchsfläche:

- Berechnung der Werte pro ha (a-d) im Anhalt an die Durchmesser-Verteilung (1 cm Stufen des D 1,3 mit Rinde)
  - Berechnung der Bestandeshöhenkurve und Ermittlung aller wesentlichen Daten des verbleibenden und ausscheidenden Bestandes, entsprechend den üblichen Merkmalswerten einer nach Oberhöhen gegliederten Ertragstafel.
- 6) Die Aufnahme von zwischenzeitlichen Zufallsnutzungen soll nach Möglichkeit einzelstammweise, entsprechend der Probestammaufnahme der ersten Zustanderfassung erfolgen.

Sofern sich in der Folgezeit die Möglichkeiten bieten, soll diese Untersuchung auf jüngere Bestände anderer Forstbetriebe ausgedehnt werden. Parallel laufende mittelfristige Untersuchungen (Laufzeit 10 - 15 Jahre) in verschiedenen alten Fichtenbeständen (Erstaufforstungen auf Acker- und Wiesenböden), verteilt auf verschiedene Standorte könnten hinreichende Unterlagen für eine allgemeine ertragskundlich-betriebswirtschaftliche Beurteilung der Entwicklung des Rotfäulebefalles erbringen und damit könnte die Entscheidung über die Bewirtschaftungsart derartiger Bestände auf gesicherte Unterlagen aufgebaut werden.

## 8.2 TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
<b>Tabelle 1:</b> Mittlere Niederschläge und Temperaturen der Beobachtungsstation Rappottenstein (1901-1970).	8
<b>Tabelle 2:</b> Angaben zur Bestandesbeschreibung (nach Operat von 1960, Fichtenreinbestände)	9
<b>Tabelle 3:</b> Sortimente der "tatsächlichen" und "fiktiven" Ausformung	13
<b>Tabelle 4:</b> Aufbau der Meßwertdatei	16
<b>Tabelle 5:</b> Anteil "biologisch rotfauler" Bäume an Plan- und Zufallsaushieb	19
<b>Tabelle 6:</b> Anteil "technisch rotfauler" Bäume an Plan- und Zufallsaushieb	21
<b>Tabelle 7:</b> Kenngrößen der Schätzbeziehung für den Rotfäuleanteil aus dem Aufnahmejahr	22
<b>Tabelle 8a:</b> Regressionskennwerte für technische Rot- fäulelänge, Planaushieb	31
<b>Tabelle 8b:</b> Mittelwerte und Anzahlen für technische Rot- fäulelänge, Planaushieb	32
<b>Tabelle 9a:</b> Regressionskennwerte für technische Rot- fäulelänge, Zufallsnutzung	33
<b>Tabelle 9b:</b> Mittelwerte und Anzahlen für technische Rot- fäulelänge, Zufallsnutzung	34
<b>Tabelle 10:</b> Variable und Kennwerte der Durchmesser- höhenkurven (DHK, nur Planaushieb)	37
<b>Tabelle 11:</b> Variable und Kennwerte der Ausgleichsgeraden für die Koeffizienten der Durchmesserhöhen- kurve	38

<b>Tabelle 12:</b> Schematische Darstellung der standardisierten Ausformung rotfauler Stämme für das Sortenvolumen $SV(I,J)$ , die Sortenlänge $SL(I,J)$ und die Sortenstückzahl $SS(I,J)$ .	41
<b>Tabelle 13:</b> Bei der Wertberechnung verwendete Sortimentspreise	43
<b>Tabelle 14:</b> Regressionskennwerte und Eingangsvariable zur Berechnung der Vorgabezeit aus Richtwerttafel.	44
<b>Tabellen 15-19:</b> Kennzahlen zur Rotfäuleentwicklung, Parzellen 1 bis 5	46-50
<b>Tabellen 20-24:</b> Kennzahlen zur Kosten- und Wertberechnung, Parzellen 1 bis 5.	51-55
<b>Tabelle 25:</b> Mittlere jährliche Zunahme von Rotfäulelänge im Gesamtbestand, Baumlänge und Aushaltungslänge (Zopf 7cm) zwischen 1966 und 1981 bzw. 1976.	59
<b>Tabelle 26:</b> Gesamtwertleistung (brutto und netto) für die Ausformung "rotfaul" und "Wertverlust" durch Rotfäule.	61

8.3 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
<b>Abbildung 1:</b> Ausformungsschema für Aushiebstämme.	12
<b>Abbildung 2:</b> Anteil biologisch bzw. technisch rotfauler Bäume am Aushieb.	20
<b>Abbildung 3:</b> Aufteilung der Stammzahl je ha in gesund, rotfaul und neumanifest.	24
<b>Abbildung 4:</b> Aufteilung der Stammzahl in % in gesund, rotfaul und neumanifest.	25
<b>Abbildung 5:</b> Aufteilung der Aushiebstammzahlen in % in gesund und rotfaul.	26
<b>Abbildung 6:</b> Länge der technischen Rotfäule, Planaushieb der Parzelle 1.	28
<b>Abbildung 7:</b> Länge von RL, BH, BB und technischer Rotfäule in dm. Planaushieb, Mittelwerte je Aufnahmejahr und alle Jahre.	29
<b>Abbildung 8:</b> Durchmesserhöhenkurven der Parzelle 1	36
<b>Abbildung 9:</b> Beispiel für standardisierte Ausformung	42
<b>Abbildung 10:</b> Volumenzuwachs in Vfm und Efm (Parzelle 1 bis 5)	56
<b>Abbildung 11:</b> Wertzuwachs netto bzw. brutto, wirkliche und theoretische Ausformung, Parzelle 1 bis 5.	57

**FBVA-BERICHTE**  
**Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt**  
**Wien**

- |      |    |   |            |        |
|------|----|---|------------|--------|
| 1985 | 8  | Pollanschütz, Josef: Waldzustandsinventur 1984. Ziele - Inventurverfahren - Ergebnisse.<br>Preis ÖS 30.--   | vergriffen | 29 S.  |
| 1985 | 9  | Glattes, F.; Smidt, St.; Drescher, A.; Majer, Chr.; Mutsch, F.: Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Einrichtung und Ergebnisse 1984.<br>Preis ÖS 90.-- | vergriffen | 81 S.  |
| 1985 | 10 | Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1974/75, 1975/76 und 1976/77.<br>Preis ÖS 80.--   |            | 76 S.  |
| 1986 | 11 | Stagl, W.G.; Drescher, A.: Wild - Vegetation - Forstschäden. Vorschläge für ein Beurteilungsschema.<br>Preis ÖS 30.--   |            | 19 S.  |
| 1986 | 12 | Nather, J.: Proceedings of the International Symposium on Seed Problems under Stressfull Conditions, Vienna and Gmunden, Austria June 3.-8. 1985.<br>Preis ÖS 300.--  | vergriffen | 287 S. |
| 1986 | 13 | Smidt, St.: Bulkmessungen in Waldgebieten Österreichs. Ergebnisse 1984 und 1985.<br>Preis ÖS 40.--  |            | 32 S.  |
| 1986 | 14 | Exner, Robert: Die Bedeutung des Lichtfaktors bei Naturverjüngung. Untersuchungen im montanen Fichtenwald<br>Preis ÖS 50.--   | vergriffen | 48 S.  |
| 1986 | 15 | Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1977/78, 1978/79 und 1979/80.<br>Preis ÖS 90.--   |            | 81 S.  |
| 1986 | 16 | Hauk, E.; Höller, P.; Schaffhauser H.: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1984/85 und 1985/86.<br>Preis ÖS 90.--  |            | 90 S.  |
| 1987 | 17 | Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1980/81 und 1981/82.<br>Preis ÖS 80.--  |            | 74 S.  |
| 1987 | 18 | Exner, Robert: Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. Strukturanalysen im subalpinen Fichtenwald (Niedere Tauern, Radstadt/Salzburg).<br>Preis ÖS 100.--  |            | 102 S. |
| 1987 | 19 | Krehan, H.; Hauptolter R.: Forstpathologische Son-  |            |        |

dererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Kiefernbestände - Bucklige Welt.

Hauptolter, R.: Baumsterben in Mitteleuropa. Eine Literaturübersicht. Teil 1: Fichtensterben.  
Preis ÖS 80.-- 73 S.

- 1987 20 Glattes, F.; Smidt, S. Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Ergebnisse von Luft-, Niederschlags- und Nadelanalysen 1985.  
Preis ÖS 70.-- 65 S.
- 1987 21 Ruetz, W.; Nather, J.: Proceedings of the IUFRO Working Party on Breeding Strategy for Douglas-Fir as an Introduced Species. Working Party: S2.02-05. Vienna, Austria June 1985.  
Preis ÖS 300.-- 300 S.
- 1987 22 Johann, Klaus: Standraumregulierung bei der Fichte. Ausgangsbaumzahl - Stammzahlreduktion - Durchforstung - Endbestand. Ein Leitfaden für den Praktiker.  
Preis ÖS 60.-- 66 S.
- 1987 23 Pollanschütz, Josef und Neumann, Markus: Waldzustandsinventur 1985 und 1986. Gegenüberstellung der Ergebnisse.  
Preis ÖS 100.-- 98 S.
- 1987 24 Klaushofer, Franz; Litschauer, Rudolf; Wiesinger, Rudolf: Waldzustandsinventur Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern.  
Preis ÖS 100.-- 94 S.
- 1988 25 Johann, Klaus: Ergebnisse einer Rotfäuleuntersuchung in sehr wüchsigen Fichtenbeständen.  
Preis ÖS 90.-- 88 S.
- 1988 26 Smidt, St., Glattes, F., Leitner, J.: Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1986. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.  
Preis ÖS 120.-- 114 S.

