

# Sonderdruck

aus „FORSTARCHIV“,

62. Jahrgang, Heft Nr. 1/1991, Seiten 6–12

Verlag M. & H. Schaper, Kalandstraße 4, 3220 Alfeld (Leine)

Druck: Dobler-Druck GmbH & Co KG, Alfeld (Leine)

## Inventur der neuartigen Waldschäden und der Wildschäden im Sulzschneider Forst, Forstamt Füssen\*)

Von F. FRANZ, H. PRETZSCH und Th. SMALTSCHINSKI

### 1. Untersuchungsziel

Im Jahr 1985 wurde im Sulzschneider Forst im Forstamt Füssen eine Waldinventur auf der Basis von permanenten Probeflächen durchgeführt, die mit einer Inventur der neuartigen Waldschäden und der Wildschäden verbunden war. Der Schwerpunkt der Untersuchung sollte ursprünglich auf der Verbindung einer Vorratsinventur und einer Aufnahme der neuartigen Waldschäden (Anschätzung der Entnadelung) liegen. Um den Einfluß der Entnadelung auf das Wachstum und das Leistungsvermögen der Bestände bestimmen zu können, wurden die dendrometrischen Einheiten Durchmesser in Brusthöhe, Baumhöhe und Kronenansatzhöhe der Bäume auf den Probeflächen aufgenommen, ihre Entnadelung angeschätzt und die Stammfüße eingemessen.

Nach einer ersten Besichtigung vor Ort stellte sich jedoch heraus, daß nicht die neuartigen Waldschäden den dominierenden Schadfaktor bildeten, sondern eher der hohe Schalenwildbestand. Die Inventur mußte dementsprechend um die Aufnahme von Verbiß- und Schälschäden erweitert werden. Um durch diese Schwerpunktverlagerung und Erweiterung des ursprünglichen Inventurkonzeptes den zeitlichen und finanziellen Rahmen der Untersuchung nicht zu sehr auszudehnen, mußte das Aufnahmegebiet verkleinert werden.

Anlage und Aufnahme der Probeflächen waren so konzipiert, daß Wiederholungsaufnahmen auf denselben Flächen durchgeführt und darauf aufbauend die Zusammenhänge zwischen Nadelverlust und Zuwachs abgeschätzt werden konnten. Die Auswertung permanenter Probeflächen gewährleistet im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren der Forsteinrichtung eine effizientere und präzisere Erfassung des Zuwachses. Bei dieser Art der Erfassung werden die Befunddaten anhand von Aufnahmen, die im Abstand von zehn Jahren auf identischen Probekreisen wiederholt werden, miteinander verglichen (WARE und CUNIA, 1962; LOETSCH und HALLER, 1964; SCHMID, 1972; SMALTSCHINSKI, 1988).

### 2. Untersuchungsgebiet

Untersuchungsgebiet ist der Sulzschneider Forst, ein etwa 10 Kilometer nördlich der Stadt Füssen gelegenes circa 1500 ha

großes Waldgebiet, das zum Bereich des Forstamtes Füssen gehört. Der Sulzschneider Forst befindet sich im Wuchsgebiet 14.3 „Schwäbische Jungmoräne und Molassevorberge“ und ist hinsichtlich der regionalen natürlichen Waldzusammensetzung den „Montanen Buchen-Tannen-Fichtenwäldern mit Edellaubholz“ zuzuordnen.

Im Sulzschneider Forst wurde ein zusammenhängendes Gebiet von 264 ha ausgewählt, bestehend aus den sechs Abteilungen Antonskreuz, Kellerbrunnen, Lochschlag, Schachen, Schönbichl und Wildraufe. Der größere Teil des Areals liegt in einer Höhe von 800 bis 850 m über NN. Es kommen zu etwa gleichen Anteilen mäßig frische bis frische End- und Grundmoränenstandorte, vernässende Grundmoränenstandorte und Grundmoränenstandorte mit zusätzlichem seitlichem Wasserzufluß vor. Einen kleineren Flächenanteil machen Moorstandorte aus, die mit Fichtenmoorrandwäldern und Spirkenhochmoorwäldern bestockt sind. Um den Einfluß des Standortes auf die neuartigen Waldschäden prüfen zu können, wurde jeder Inventurpunkt einer der folgenden Standortgruppen zugeordnet<sup>1)</sup>: Eine erste Gruppe bilden End- und Grundmoränenstandorte (Standortgruppe 1: „Hartböden“), eine zweite Gruppe vernässende Grundmoränenstandorte (Standortgruppe 2: „Mineralische Weichböden“), und eine dritte Standortgruppe besteht aus Grundmoränenstandorten mit zusätzlichem seitlichem Wasserzufluß (Standortgruppe 3: „Weichböden“).

### 3. Inventurverfahren

#### 3.1 Vorbereitungsarbeiten

Von einem Zufallspunkt ausgehend, wurde das Gebiet mit einem eingenordeten quadratischen Gitter von 100 m × 100 m überzogen. An den Gitterpunkten innerhalb des Holzbodens wurde je eine Stichprobe erhoben, um eine Genauigkeit von etwa 10 % (= prozentualer Standardfehler des arithmetischen Mittels bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %) bei der Vorratsaufnahme zu erreichen (PRODAN, 1965). Die Probepunkte wurden durch

<sup>1)</sup> Die Zuordnung der Stichprobenpunkte zu den drei Standortgruppen erfolgte nach der Standortkarte des Sulzschneider Forstes aus dem Jahr 1957, die uns – neben anderen hilfreichen Unterlagen – dankenswerterweise vom Forstamt Füssen zur Verfügung gestellt wurde.

\*) Herrn Leitenden Ministerialrat H. WILD, Referent für Forstliche Aus- und Fortbildung, Forschung in der Bayerischen Staatsforstverwaltung, zu seinem 65. Geburtstag mit Dank für langjährige hervorragende Zusammenarbeit gewidmet.

30 cm tief in den Erdboden versenkte Magneten dauerhaft und unsichtbar markiert.

### 3.2 Einmessung der Inventurpunkte

Das im Rahmen der Erstaufnahme angefertigte Meßprotokoll weist für jeden Inventurpunkt die Entfernung und den Azimut zu einem bekannten Fixpunkt oder vorangegangenen Inventurpunkt aus. Alle Inventurpunkte wurden unter Benutzung der Karte eingemessen und mit Hilfe von Metallmagneten versichert. Für jeden Inventurpunkt wurde ein eigenes Aufnahmeformular ausgefüllt, das Angaben zu Ort, Aufnahmezeitpunkt und Aufnahmegrupp enthält und in dem alle Daten der ertragskundlichen Aufnahme, Schadensprache und Wildschadensaufnahme verzeichnet sind.

In Abhängigkeit vom Mitteldurchmesser der fünf zum Inventurpunkt nächstgelegenen Bäume wurden folgende Probeflächengrößen gewählt:

| Mitteldurchmesser<br>(in cm) | Radius der Probefläche<br>(in m) | Flächengröße<br>(in qm) |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| <7                           | 2.82                             | 25                      |
| 7-18                         | 6.31                             | 125                     |
| 19-30                        | 8.92                             | 250                     |
| >30                          | 12.62                            | 500                     |

Pro Inventurpunkt sollten mindestens 15 Bäume erfaßt werden, andernfalls mußte auf die nächsthöhere Probekreisgröße zurückgegriffen werden. In Naturverjüngungen wurde die Stammzahl auf drei Kleinflächen der Größe 0.83 qm bestimmt. Von Bäumen mit einem Brusthöhendurchmesser über 11 cm wurden Durchmesser und Polarkoordinaten erfaßt, Bäume unterhalb dieser Aufnahmegrenze nur in einer Kluppliste verzeichnet. Bäume mit einer Höhe unter 1,3 m wurden nach Baumarten getrennt anzahlmäßig erfaßt.

Fiel ein Inventurpunkt in die Nähe von zwei aneinandergrenzenden Beständen, so erfolgte die Aufnahme für den Bestand, der den größeren Flächenanteil des Probekreises ausmacht; auch die Probekreisgröße wurde nach der Durchmesserstruktur dieses Bestandes bestimmt. Auf Probeflächen an Waldrändern wurden nur in solchen Fällen Daten erhoben, wenn der Inventurpunkt innerhalb des Waldes lag, und es wurden nur solche Bäume aufgenommen, die zum Inventurbestand gehören. Fehlende Bestandesteile von randnah gelegenen Flächen wurden durch Spiegelung ergänzt (Schmid, 1972).

### 3.3 Datenerhebung in den Probekreisen

Von allen Bäumen in den Probekreisen wurden vom Kreismittelpunkt (= Inventurpunkt) aus Azimut und Distanz gemessen. Über die Zugehörigkeit eines Stammes zum Probekreis entschied die Position des Stammmittelpunktes: Aufzunehmen waren alle Bäume, deren Stammachse innerhalb des entsprechenden Probekreises lag. Der Durchmesser wurde in 1,3 m Höhe durch einfache Klupfung in Richtung des Kreismittelpunktes auf Millimeter genau gemessen. An jedem Inventurpunkt wurden an den vier stärksten Bäumen pro Hauptbaumart die Höhe und die Kronenansatzhöhe gemessen und die soziale Baumklasse nach KRAFT bestimmt. Für alle Hauptbaumarten erfolgten pro Inventurpunkt Altersbestimmungen. Dies geschah entweder durch Fortschreibung des im Revierbuch verzeichneten Alters oder bei Wuchshemmungen – soweit möglich – durch Quirl- oder Jahrringzählung. Traten innerhalb einer Baumart größere Altersspannen auf, so wurde das Durchschnittsalter auf der Probefläche ermittelt. Die Ansprache der Schädigung infolge der neuartigen Waldkrankheiten erfolgte nach Dezileneinheiten gleicher Nadelverluste (Nadelverlust 0 bis 9 Prozent = Schadstufe 0, Nadelverlust 10–19 Prozent = Schadstufe 1 . . . Nadelverlust 90 bis 99 Prozent = Schadstufe 9 und abgestorben = Schadstufe 10). Kriterien zur Beurteilung der Schälwunden lagen in Positionierung und Ausdehnung der Schälwunden – für die Anschätzung der Verbißschäden waren die Beeinträchtigung der Terminal- und Seitentriebe maßgeblich.<sup>2)</sup>

<sup>2)</sup> An dieser Stelle sei dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Mitfinanzierung des Forschungsprojektes und dem Forstamt Füssen für die wirkungsvolle Unterstützung der Arbeiten gedankt.

Tabelle 1: Stichprobenumfang, Flächenaufnahmeprozent und prozentualer Standardfehler des Vorrates, untergliedert nach Abteilungen, und insgesamt für die 257 ha Holzbodenfläche des 264 ha großen Inventurgebietes.

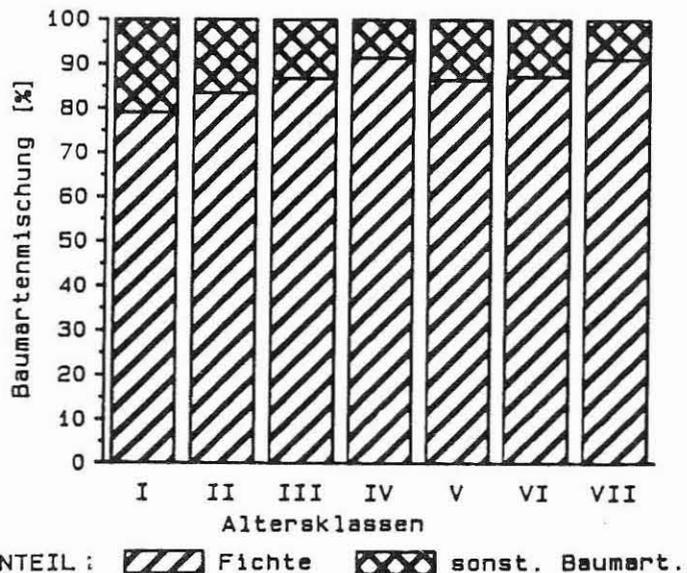
| Abteilung     | Stichprobenumfang<br>n | Aufnahmeprozent<br>(%) | Standardfehler<br>(%) |
|---------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Antonskreuz   | 34                     | 2,7                    | 24,7                  |
| Kellerbrunnen | 46                     | 2,7                    | 25,0                  |
| Lochschlag    | 36                     | 3,0                    | 22,6                  |
| Schachen      | 62                     | 2,4                    | 23,8                  |
| Schönbichl    | 29                     | 2,2                    | 40,9                  |
| Wildraufe     | 50                     | 2,7                    | 21,9                  |
| Insgesamt     | 257                    | 2,6                    | 10,4                  |

## 4. Ergebnisse der Inventur

In den Probekreisen wurden jeweils nur die Höhen der vier stärksten Bäume gemessen. Um Volumenfunktionen anwenden zu können, muß aber für jeden Baum das Meßwertpaar Durchmesser und Höhe vorliegen. Die Höhen der Bäume, die nicht gemessen werden konnten, wurden über Einheitshöhenkurven abgeleitet. Die für die Anwendung von Einheitshöhenkurven erforderliche Mittelhöhe des Bestandes wurde über die in den Hilfstabellen für die Forsteinrichtung Baden-Württembergs angegebene Beziehung zwischen Oberhöhe und Mittelhöhe abgelesen. Die Volumenberechnung erfolgte mit dem von KUBLIN erstellten Programm BDAT der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg, für dessen Bereitstellung an dieser Stelle gedankt sei. Das Programm BDAT hat gegenüber konventionellen Verfahren der Volumen- und Sortenbestimmung den Vorteil, daß es baumindividuell sortiert und bei Schälwunden den X-Holz-Anteil zu einer vorgegebenen Schadhöhe und die verbleibenden Sorten der ungeschädigten Stammteile berechnet.

Die ertragskundlichen Zustandsdaten auf den Probekreisen wurden auf ha-Werte hochgerechnet. Nach der allgemeinen Fehlerformel für das arithmetische Mittel (Prodan, 1965) konnten für die einzelnen Abteilungen die in Tabelle 1 angegebenen Fehler in Prozenten des arithmetischen Mittels bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % berechnet werden.

Auf Abbildung 1 sind die proportional zur Grundfläche ermittelten Mischungsanteile über den Altersklassen dargestellt. Die Mischbaumarten, vorwiegend Buche, Eiche und auf feuchten Standorten Roterle, haben in der ersten Altersklasse einen maximalen Anteil von 20 %. Ihr Anteil sinkt mit zunehmendem Alter auf unter 10 %; das bedeutet, daß wir es mit einem fast reinen Fichtenbetrieb zu tun haben.



ANTEIL: Fichte sonst. Baumart.

Abb. 1: Anteile der Fichte und der Mischbaumarten dargestellt über den Altersklassen (Mischbaumarten: Buche, Eiche und auf den feuchten Standorten Roterle).

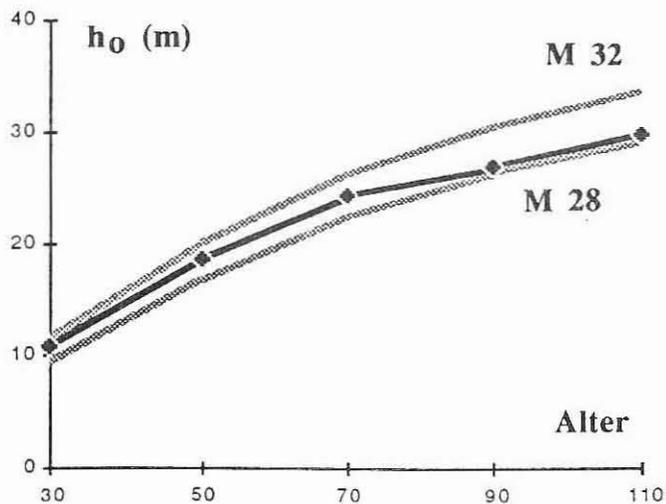


Abb. 2: Vergleich der Oberhöhenbefunde für die Fichte im Inventurgebiet (schwarze Linie) mit den Oberhöhenkurven der Oberhöhenbonitäten 28 und 32 (M 28 und M 32) der Ertragstafel ASSMANN/Franz (1963), mittleres Ertragsniveau.

Der Vergleich der Oberhöhe der Fichten in den verschiedenen Altersklassen mit den Höhenwachstumsverläufen nach der Ertragstafel von ASSMANN/Franz (1963) auf 'Abbildung 2 läßt erkennen, daß jüngere Bestände nahe der Oberhöhenbonität 30 (Assmann/Franz, 1963), mittleres Ertragsniveau (= M 30), liegen und die Bonität mit zunehmendem Alter auf die Oberhöhenbonität 28 (= M 28) absinkt.

Abbildung 3 zeigt für die Fichte die Verteilung der Gesamtfläche (in ha) und die Veränderung der Stammzahl (N/ha), die Veränderung des mittleren Durchmessers (in cm), der Oberhöhe (in m) und des Vorrates (in VfmD/ha) über den Altersklassen. An der Flächenverteilung über den Altersklassen fallen die Überausstattung der zweiten und vierten Altersklasse auf und die mangelnde Ausstattung der ersten. Die Vorräte steigen ab der dritten Altersklasse gegenüber den ersten beiden relativ stark an.

Fläche (ha)

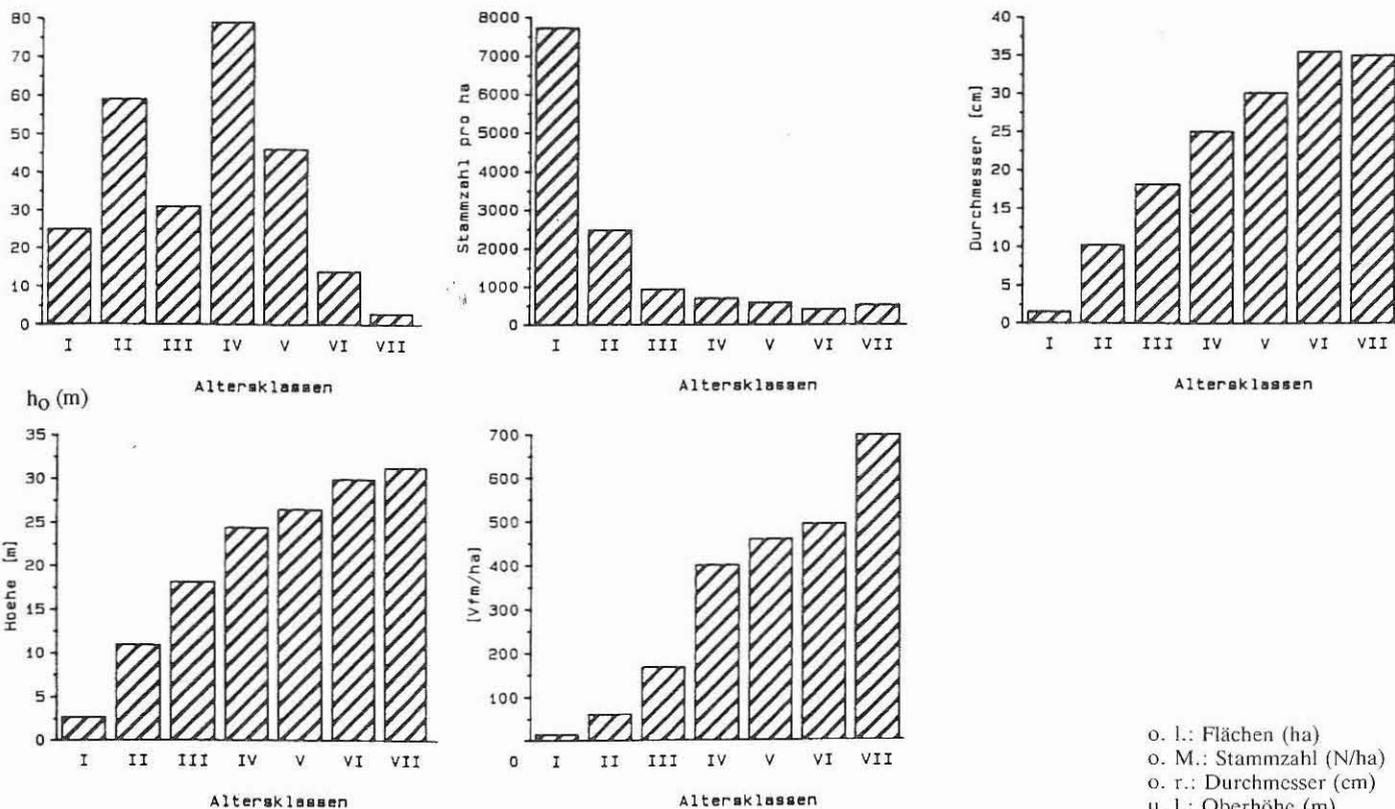


Abb. 3: Ertragskundliche Kennwerte für die Fichte über den Altersklassen.

Tabelle 2: Flächenangaben und ertragskundliche Befunddaten für die Altersklassen, gegliedert nach Derbholz und Nichtderbholz ( $F_{Fi}$  = mit Fichten bestockte Fläche,  $N_x$  = Zahl der durch Wild geschädigten Stämme). Insgesamt wurden 257 ha Holzbodenfläche erfaßt. Erläuterung im Text.

| Alter   | Fläche (ha) | Nichtderbholz |           |        |          |               | Derbholz  |            |        |          |      | Gesamt-vorrat VfmD/ha |       |
|---------|-------------|---------------|-----------|--------|----------|---------------|-----------|------------|--------|----------|------|-----------------------|-------|
|         |             | $F_{Fi}$ (ha) | $h_o$ (m) | $N/ha$ | $N_x/ha$ | $F_{Fi}$ (ha) | $h_o$ (m) | $d_m$ (cm) | $N/ha$ | $N_x/ha$ |      |                       |       |
| 1- 20   | 26          | 25            | 20,0      | 1,4    | 7893     | 3285          | 1         | 1,0        | 9,1    | 10,2     | 1280 | 1280                  | 44,5  |
| 21- 40  | 59          | 15            | 9,2       | 6,5    | 7207     | 4468          | 44        | 38,7       | 13,5   | 13,4     | 837  | 614                   | 80,2  |
| 41- 60  | 30          | 0             | 0,0       | 0,0    | 0        | 0             | 30        | 25,9       | 18,7   | 18,8     | 641  | 340                   | 174,0 |
| 61- 80  | 79          | 0             | 0,0       | 0,0    | 0        | 0             | 79        | 72,3       | 24,4   | 25,1     | 708  | 202                   | 400,5 |
| 81-100  | 46          | 0             | 0,0       | 0,0    | 0        | 0             | 46        | 39,6       | 27,1   | 30,9     | 495  | 51                    | 466,3 |
| 101-120 | 14          | 0             | 0,0       | 0,0    | 0        | 0             | 14        | 12,2       | 30,0   | 35,7     | 419  | 32                    | 493,4 |
| 121-140 | 3           | 0             | 0,0       | 0,0    | 0        | 0             | 3         | 2,7        | 31,3   | 35,1     | 530  | 0                     | 696,5 |
| Summe   | 257         | 40            | 29,2      | -      | -        | -             | 217       | 192,4      | -      | -        | -    | -                     | -     |

\*) Bei den Stammzahlen in den Tabellen 2 und 3 und den prozentischen Sortenanteilen in Tabelle 3 handelt es sich um gerundete Werte.

Auf Tabelle 2 können die Flächenverteilung und ertragskundlichen Zustandsdaten in den Altersklassen nachvollzogen werden. Die 264 ha große Gesamtfläche baut sich aus 257 ha Holzbodenfläche und 7 ha Nichtholzbodenfläche auf. Angegeben sind für die 20jährigen Altersklassen die Holzbodenflächen insgesamt und ihre Aufgliederung nach Flächen mit Nichtderbholz und Derbholz. Außerdem sind die mit Fichten bestockte Fläche ( $F_{Fi}$ (ha)), die Oberhöhe ( $h_o$ (m)), Stammzahl pro ha ( $N/ha$ ), die Zahlen der durch Wild geschädigten Stämme pro ha ( $N_x/ha$ ) sowie die Gesamtvorräte (VfmD/ha) für die verschiedenen Altersklassen verzeichnet. Beim Nichtderbholz sind in der Spalte  $N_x/ha$  die Zahl der vom Wild verbissenen Stämmchen angegeben, beim Derbholz gehen aus der Spalte  $N_x/ha$  die Stammzahlen der geschälten Bäume hervor. Bemerkenswert ist, daß über 95 % der Fläche in der ersten Altersklasse noch kein Derbholz tragen und in der zweiten Altersklasse auf rund 25 % der Fläche noch kein Derbholz stöckt. Die Erklärung dafür dürfte in der hohen Schalenwild-dichte zu suchen sein.

o. l.: Flächen (ha)  
o. M.: Stammzahl (N/ha)  
o. r.: Durchmesser (cm)  
u. l.: Oberhöhe (m)  
u. r.: Vorrat (VfmD/ha)

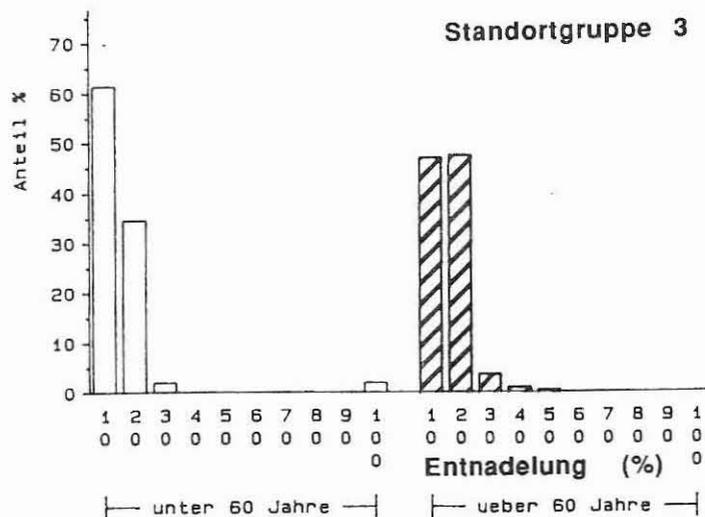
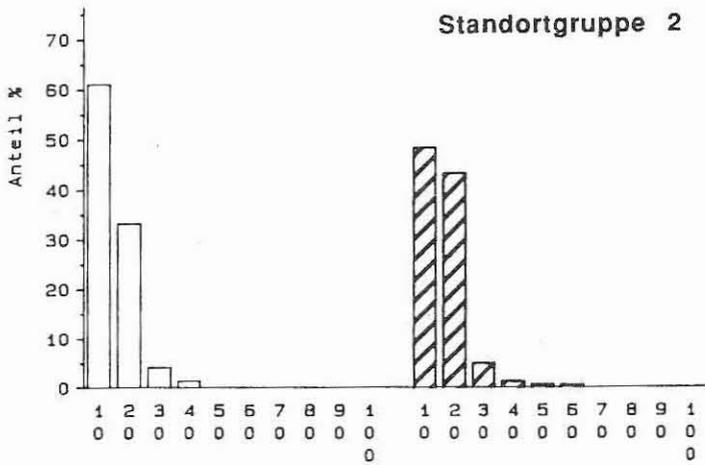
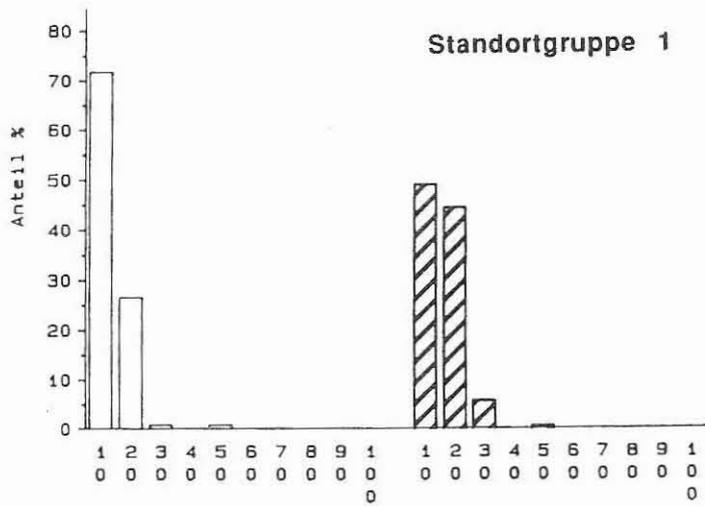


Abb. 4: Schadverteilung der Fichte im Alter bis zu 60 Jahre und über 60 Jahre für die Standortgruppen 1, 2 und 3.

Standortgruppe 1: End- und Grundmoränenstandorte („Hartböden“); Standortgruppe 2: Vernässende Grundmoränenstandorte („Mineralische Weichböden“); Standortgruppe 3: Grundmoränenstandorte mit seitlichem Wasserzufluß („Weichböden“).

#### 4.1 Ergebnisse der Waldschadenserhebungen

An allen Oberhöhenbäumen in den Probekreisen wurden die Nadelverluste nach Dezileneinheiten angeschätzt. Hierbei ist die hervorragende Arbeit der dazu abgestellten Waldarbeiter hervorzuheben, die eine hohe Präzision bei der Anschätzung des Nadelverlustes bewiesen, wie Kontrollmessungen ergaben.

Die Auswertung erfolgte getrennt für Bestände mit einem Alter bis zu 60 Jahren und über 60 Jahren. Die Ergebnisse wurden nach den drei Standorten getrennt (Abb. 4) und für das Inventurgebiet

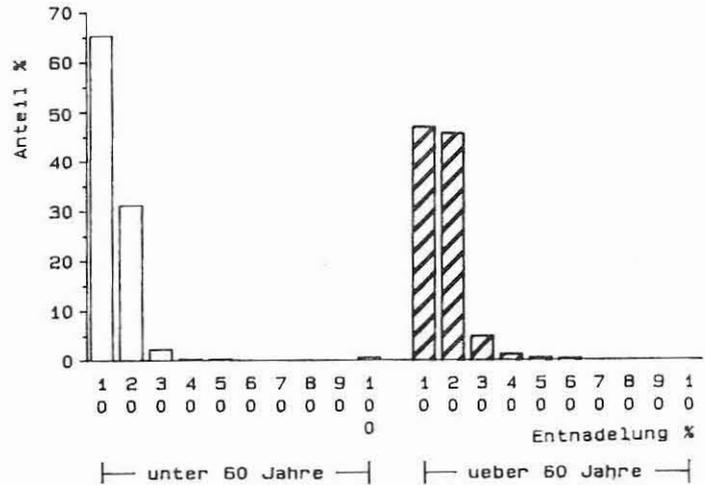


Abb. 5: Schadmerkmalsgliederung der Fichte im Alter unter 60 Jahre und über 60 Jahre für das Gesamtgebiet.

insgesamt (Abb. 5) zusammengestellt. Die ursprüngliche Hypothese, daß sich der Einfluß eines Standortes auf die Entnadelung signifikant auswirkt, konnte nicht bestätigt werden. Insbesondere bei der weniger gut mit Wasser versorgten Standortgruppe 1 waren höhere Schäden erwartet worden. Auf der ersten Standortgruppe („Hartböden“) zeigt sich in Beständen unter 60 Jahren eine vergleichsweise bessere Ausstattung der Entnadelungsstufe 1. Im Alter über 60 Jahren ist ein Einfluß des Standortes auf die Nadelverluste nicht mehr erkennbar.

Aus den Abbildungen 4 und 5 wird deutlich, daß die mittlere Entnadelung zum überwiegenden Teil unter 20 % liegt. Dabei zeigt sich zum wiederholten Male, daß die Entnadelung mit der Zunahme des Alters steigt. Das Schadniveau an sich verändert sich aber nur minimal. Für derartig geringe Nadelverluste weisen unsere bisherigen Methoden der Zuwachsverlustschätzung (FRANZ, 1986; PRETZSCH und UTSCHIG, 1989; UTSCHIG, 1989) keine nennenswerten Zuwachseinbußen aus.

#### 4.2 Darstellung der Wildschäden

Der Sulzschneider Forst ist einem extremen Populationsdruck durch Rot- und Rehwild ausgesetzt. Als zusammenhängendes Waldgebiet ist er dazu prädestiniert, da die umliegende Landschaft für Wild kaum Deckung liefert. Dies bleibt für den Wald, den Waldbau und die Ertragssituation nicht ohne Folgen. Naturverjüngungen und Kulturen sind, wenn sie nicht umzäunt werden, so stark verbissen, daß sie erst mit 20 Jahren Verzögerung in das Dickungs- bzw. Stangenholzalder hineinwachsen (Tab. 2). In diesem Altersstadium werden die Bestände nach dem Zaunabbau obendrein geschält, so daß in einzelnen Waldpartien kaum ein Baum von Wildschäden unversehrt bleibt. Insekten und Pilze finden hier ausreichend Lebensraum, um die geschädigten Bäume endgültig in tiefere Qualitätsstufen absinken zu lassen.

Dieser erste Eindruck wurde im Laufe der Untersuchung so gewichtig, daß er das ursprüngliche Untersuchungsziel, die Erfassung der neuartigen Waldschäden, vollständig in den Hintergrund drängte. Die Waldschäden im Sulzschneider Forst müßten ganz erheblich zunehmen, um auch nur annähernd das Ausmaß der Wildschäden zu erreichen.

Die Wildschäden konnten im Rahmen der großflächigen Inventur weder mit der Akribie eines Wildbiologen aufgenommen noch mit der Gründlichkeit eines forstlichen Betriebswirtes monetär bewertet werden. Daher sind sowohl die Ergebnisse der Wildschadensinventur als auch deren Bewertung unvollständig und lediglich als erste Orientierungshilfe zu verstehen.

#### VERBISSCHÄDEN

Der Verbiß wurde nur an Bäumen mit einem Brusthöhendurchmesser unter 7 cm aufgenommen. In der überwiegenden Zahl der Fälle waren die Bäume mehrfach geschädigt; die Schadaufnahme unterschied nicht zwischen Verbißschäden an Gipfel- und Seitentrieben. Das Alter der Schäden konnte in den wenigsten Fällen zuverlässig bestimmt werden. Häufig kann durch eine rein oku-

lare Beurteilung schon wenige Wochen nach Eintritt des Schadens nicht mehr eindeutig festgestellt werden, auf welches Jahr der Verbiß zurückgeht.

In der ersten Altersklasse waren über 40 Prozent der Bäume unter 7 cm Durchmesser verbißen und in der zweiten Altersklasse über 60 Prozent (vgl. Tab. 2, Angaben  $N_x/ha$  für Nichtderbholz). Von den durch Verbiß geschädigten Stämmchen wurde stichprobenweise das Alter geschätzt bzw. aus den Unterlagen der Forsteinrichtung recherchiert. Ein Vergleich der wirklichen Höhen mit den in der Ertragstafel dargestellten, unter ungestörten Wuchsbedingungen zu erwartenden Höhen, zeigt, daß die Höhenentwicklung in vielen Fällen über 10 bis 20 Jahre stagniert. Bei extrem hohen Verbißschäden kommt es vor, daß Kulturen über 30 Jahre „verhocken“ (= im Höhenwachstum stagnieren). Die Verbißschäden tragen in besonderem Maße zum Rückgang der ökologisch bedeutsamen Mischbaumarten bei (Abb. 1).

Sieht man diesen Zustand aus der Sicht eines Kapitalgebers, dann gibt dieser hier etliche Jahre ohne Zins Kredit in Höhe der Kulturkosten. Nimmt man eine Umtriebszeit von 100 Jahren an und unterstellt, daß das eingesetzte Kapital der Kulturkosten bei einem Jahreszinssatz  $p = 1,5\%$  mit dem Faktor  $q = 1,015$  verzinst wird, dann hat sich nach der bekannten Zinseszinsformel ( $K_n = K_0 \times q^n$ ) das Anfangskapital  $K_0$  nach  $n = 100$  Jahren um den Faktor  $q^n = 4,43$  vermehrt. Wenn die Kultur aber 20 Jahre „verhockt“, so vergehen bis zur Erlangung des Betriebszieles 120 Jahre. Nach der Zinseszinskalkulation verringert sich dadurch der Zinssatz von  $p = 1,5\%$  auf etwa  $p = 1,25\%$ . Das hat zur Folge, daß 20 Jahre vom Produktionszeitraum verloren gehen, was eine erhebliche Gewinneinbuße ausmacht. Für die Zinssätze  $p = 1,5\%$ ,  $2,0\%$  und  $2,5\%$  und eine Umtriebszeit von 100 Jahren sind in der folgenden Aufstellung die verbleibenden prozentualen Gewinne im Alter 100 im Verhältnis zu einer ungestörten Entwicklung bei 10-, 20- und 30jährigem „Verhocken“ der Kultur dargestellt.

| Verzögerung<br>in Jahren | Zinssatz $p$ in Prozenten |      |      |
|--------------------------|---------------------------|------|------|
|                          | 1,5                       | 2,0  | 2,5  |
| 10                       | 90 %                      | 83 % | 80 % |
| 20                       | 75 %                      | 75 % | 66 % |
| 30                       | 71 %                      | 61 % | 57 % |

Die Zäune waren bedauerlicherweise kein Gegenstand der Aufnahme. Ihre betriebswirtschaftliche Bedeutung dürfte sehr groß sein, da sie mindestens 3 m hoch sein müssen, damit sie im Winter nicht wirkungslos unter der Schneedecke verschwinden.

### SCHÄLSCHÄDEN

Zur monetären Bewertung der Schälsschäden wurde untersucht, wie sich diese beim Verkauf des Holzes auf den Erlös auswirken, wenn der 10jährige Forsteinrichtungs-Hiebssatz sehr schwache Eingriffe vorsieht. Im Untersuchungsgebiet wird man bei jeder Durchforstung auf Bäume mit Schälsschäden treffen, wie Abbildung 6 nachdrücklich belegt. Bis zur dritten Altersklasse sind mehr als 50 % der Bäume geschält. Erst ab der vierten Alters-

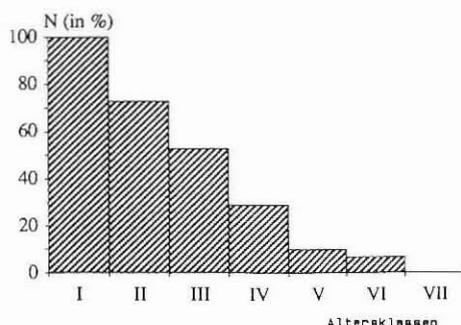


Abb. 6: Prozentualer Anteil durch Schälsschäden beeinträchtigter Bäume (mit BHD  $\geq 7$  cm) an der durchschnittlichen Stammzahl pro Hektar.

klasse nimmt der Anteil vom Wild nicht geschälter Bäume merklich zu.

Die Bewertung der Schälsschäden baut auf den Untersuchungsergebnissen von KATÓ (1981) auf. Kató stellt eine Beziehung zur Verfügung, aus der sich für geschälte Stämme zu vorgegebenem Durchmesser (BHD) die durchschnittliche Länge des X-Holz-Abschnittes ableiten läßt. In der folgenden Übersicht sind die von Kató (1981) ermittelten Werte dargestellt.

| BHD<br>(cm) | Abschnittslänge<br>X-Holz (m) |
|-------------|-------------------------------|
| 10          | 2,7                           |
| 15          | 3,2                           |
| 20          | 3,6                           |
| 25          | 3,8                           |
| 30          | 4,0                           |
| 35          | 4,0                           |

Die Abschnittslängen für den X-Holz-Anteil wurden bei der vorliegenden Untersuchung um 10 % gekürzt, um einen gewissen Sicherheitsspielraum zu gewährleisten; die hier berechneten Mindererlöse sind untere Rahmenwerte.

Über das Volumenprogramm BDAT können die Volumenwerte für einen gesunden Stamm in Vorratsfestmetern mit Rinde und Erntefestmetern ohne Rinde berechnet werden, für geschädigte Stämme gibt das Programm die Volumenwerte für den X-Holz-Abschnitt und das gesunde Reststück an. Außerdem berechnet das Programm BDAT für gesunde und geschädigte Stämme ihre Sorte nach der Mittenstärkensortierung. Für das gesamte Kollektiv der durch Schälsschäden beeinträchtigten Bäume über 7 cm Brusthöhendurchmesser ergaben sich folgende Sortenverschiebungen:

| Sorte | Stammzahl<br>unter ungestörten<br>Wuchsbedingungen | Sortenverschiebung durch Schälsschäden |     |     |       |
|-------|--|--|-----|-----|-------|
|       |  | 0                                      | 1a  | 1b  | 2a 2b |
| 0     | 1215   | 1215                                   |     |     |       |
| 1a    | 811  | 90                                     | 721 |     |       |
| 1b    | 333  | -                                      | 99  | 234 |       |
| 2a    | 64   | -                                      | -   | 27  | 37    |
| 2b    | 10   | -                                      | -   | -   | 5     |

Die Übersicht zeigt, daß sich beispielsweise von 333 Bäumen, die unter ungestörten Verhältnissen der Sorte 1 b zugehören würden, durch die Sortenverschiebung nur noch 234 in der Sorte 1 b befinden und daß 99 Bäume in die Sorte 1 a wandern, deren Erlöse niedriger sind. Gleichzeitig kommt noch hinzu, daß ein Teil des Baumvolumens X-Holz liefert, das – sofern es nicht im Wald verbleibt – allenfalls noch ISK-Preise erzielt.

Spezifizieren wir anhand der Durchmessererteilung innerhalb der Altersklassen eine Durchforstung, so können über die Sortenverschiebung einzelstammweise die Mindererlöse bestimmt werden. Die der folgenden Kalkulation zugrunde gelegte Durchforstung sieht sehr schwache Eingriffe vor: In der zweiten Altersklasse sollten knapp 10 Erntefestmeter, in der dritten 24, in der vierten 32 und in der fünften Altersklasse 12 Erntefestmeter pro ha entnommen werden. Die Durchforstung oder der Pflegehieb sollten so angelegt sein, daß nach Möglichkeit vom schwachen Ende der Durchmessererteilung her Stämme entnommen werden, da dort die Schadanteile besonders hoch liegen. Hierdurch könnte einer Ausbreitung von Rotfäule und anderen biotischen Schäden entgegengewirkt werden.

Der durch Schälsschäden verursachte Wertverlust setzt sich aus der Preisdifferenz zwischen der ursprünglichen Sorte und dem X-Holz-Abschnitt und Restholz nach dem Sortensprung zusammen. Diese Preisdifferenzen wurden berechnet. Angesetzt wurden folgende Nachverkaufspreise vom November 1988:

| Sorte | Nachverkaufspreise in DM pro Efm ohne Rinde |           |
|-------|---|-----------|
| ISK   | 38,0  | 2 b 118,8 |
| 0     | 79,4  | 3 a 142,3 |
| 1 a   | 97,7  | 3 b 165,2 |
| 1 b   | 106,9                                       | 4-6 187,0 |
| 2 a   |   | 200,0     |

Tabelle 3: **Kalkulation der Mindererlöse infolge der Schältschäden** für die vierte Altersklasse ( $N_x$  = Zahl der geschälten Bäume,  $VX_{Efm}$  = X-Holz-Volumen). Erläuterung im Text.

| BHD (cm) | N <sup>1)</sup> /ha | n <sub>x</sub> <sup>1)</sup> /ha | N <sub>Df</sub> <sup>1)</sup> /ha | V <sub>Efm</sub> <sup>1)</sup> /Stamm | VX <sub>Efm</sub> <sup>1)</sup> /Stamm | Sorten <sup>1)</sup> |     |     |     |     |    | Erlöse in DM/ |        |             |
|----------|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------|-----|-----|-----|-----|----|---------------|--------|-------------|
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 1a  | 1b  | 2a  | 2b  | 3a | 3b            | Stamm  | Df-Eingriff |
| -10.0    | 13                  | 7                                | 0                                 | 0.001                                 | 0.000                                  | 100                  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0             | 0.08   | 0.0         |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 100                  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0             | 0.08   | 0.0         |
| -15.0    | 61                  | 44                               | 24                                | 0.049                                 | 0.022                                  | 74                   | 26  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0             | 4.09   | 98.16       |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 89                   | 11  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0             | 2.99   | 71.76       |
| -20.0    | 69                  | 49                               | 39                                | 0.142                                 | 0.089                                  | 0                    | 100 | 0   | 0   | 0   | 0  | 0             | 13.89  | 541.71      |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 100 | 0   | 0   | 0   | 0  | 0             | 8.56   | 333.84      |
| -25.0    | 111                 | 41                               | 21                                | 0.269                                 | 0.166                                  | 0                    | 20  | 80  | 0   | 0   | 0  | 0             | 28.27  | 593.67      |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 67  | 33  | 0   | 0   | 0  | 0             | 16.71  | 350.91      |
| -30.0    | 152                 | 38                               | 28                                | 0.409                                 | 0.270                                  | 0                    | 0   | 87  | 13  | 0   | 0  | 0             | 44.31  | 1240.68     |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 0   | 100 | 0   | 0   | 0  | 0             | 25.09  | 702.52      |
| -35.0    | 119                 | 14                               | 10                                | 0.595                                 | 0.409                                  | 0                    | 0   | 0   | 100 | 0   | 0  | 0             | 70.68  | 706.80      |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 0   | 19  | 81  | 0   | 0  | 0             | 37.26  | 372.60      |
| -40.0    | 100                 | 6                                | 3                                 | 0.794                                 | 0.438                                  | 0                    | 0   | 0   | 39  | 61  | 0  | 0             | 105.71 | 317.13      |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 0   | 0   | 100 | 0   | 0  | 0             | 58.86  | 176.00      |
| -45.0    | 48                  | 1                                | 0                                 | 1.010                                 | 0.718                                  | 0                    | 0   | 0   | 0   | 100 | 0  | 0             | 143.72 | -           |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 0   | 0   | 0   | 100 | 0  | 0             | 68.81  | -           |
| -50.0    | 23                  | 0                                | 0                                 | 1.234                                 | 0.000                                  | 0                    | 0   | 0   | 0   | 16  | 84 | 0             | 199.54 | -           |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 0   | 0   | 0   | 16  | 84 | 0             | 199.54 | -           |
| >50.0    | 12                  | 0                                | 0                                 | 1.636                                 | 0.000                                  | 0                    | 0   | 0   | 0   | 0   | 50 | 50            | 288.31 | -           |
|          |                     |                                  |                                   |                                       |  | 0                    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 50            | 50     | 288.31      |

Erlös der Durchforstung in DM pro ha ohne Anfall von X-Holz 3 498.15  
 Erlös der Durchforstung bei Anfall von X-Holz in DM pro ha 2 008.21  
 Differenz in DM pro ha 1 489.94  
 Mindererlös für die Fichte in der IV. Altersklasse auf der Gesamtfläche (72.3 ha) 107 722.66

<sup>1)</sup> Bei den Stammzahlen in den Tabellen 2 und 3 und den prozentischen Sortenanteilen in Tabelle 3 handelt es sich um gerundete Werte.

Die Kalkulation ist in Tabelle 3 beispielhaft für die vierte Altersklasse dargestellt. In der Tabelle sind für 5-cm-Stufen die Gesamtstammzahlen (N/ha), die Zahl der geschälten Bäume ( $N_x$ /ha) und die Zahl der im Rahmen der Durchforstung entnommenen Bäume ( $N_{Df}$ /ha) jeweils pro ha angegeben. Die nächsten zwei Spalten enthalten Angaben zum durchschnittlichen Volumen des Einzelstammes in dieser Durchmesserstufe ( $V_{Efm}$ ) und weisen das durchschnittliche X-Holz-Volumen des Einzelstammes ( $VX_{Efm}$ ) aus, das bei Stämmen zu erwarten ist, die vom Wild geschält worden sind. Beide Volumenwerte sind in Erntefestmeter ohne Rinde angegeben. In den folgenden Spalten besitzt jede Durchmesserstufe zwei Zeilen: In der ersten Zeile sind kursiv für ungestörte Verhältnisse die prozentischen Sortenanteile der Einzelstammvolumina angegeben (Sorten), der mittlere Erlös eines Stammes (Erlös in DM/Stamm) und der Gesamterlös für alle im Rahmen der Durchforstung entnommenen Stämme (DM/Df-Eingriff) dieser Durchmesserstufe. In der zweiten Zeile sind die entsprechenden Werte für die vom Wild geschälten Stämme verzeichnet. Am Fuß der Tabelle sind die über alle Durchmesserstufen zusammengefaßten Erlöse der Durchforstung ohne Anfall von X-Holz den Erlösen bei Anfall von X-Holz gegenübergestellt. Rechnen wir den durchschnittlichen Mindererlös von 1489,94 DM pro ha auf die Gesamtfläche hoch, so ergibt sich für die vierte Altersklasse allein durch die Wertminderung des Holzes ein Mindererlös von 107 722,66 DM pro Durchforstungseingriff. Anhand der Basisdaten für den Einzelstamm können auch für andere als die hier unterstellten Eingriffe die Mindererlöse kalkuliert werden.

Die folgende Aufstellung zeigt für die Altersklassen zwei bis fünf

| Altersklasse (Alter) | Mindererlös/ha (DM) | Fläche (ha) | Mindererlös/Altersklasse (DM) |
|----------------------|---------------------|-------------|-------------------------------|
| 21-40                | 307,20              | 38,7        | 11 888,64                     |
| 41-60                | 680,91              | 25,9        | 17 635,57                     |
| 61-80                | 1489,94             | 72,3        | 107 722,66                    |
| 81-100               | 671,67              | 39,6        | 26 598,13                     |
|                      |                     |             | 163 845,00                    |

in DM/ha die Mindererlöse, die nach demselben Rechengang hergeleitet wurden, der in Tabelle 3 beispielhaft für die vierte Altersklasse dargestellt ist.

Addiert man die Preisdifferenz beim Verkauf zu den Preisen von 1988 auf, so ergibt sich für die untersuchte Fläche ein Verkaufsverlust von knapp 164 000 DM für den unterstellten 10jährigen Df-Hiebsatz. Pro Jahr und Hektar entspricht dies - auf die forstliche Betriebsfläche von 264 ha umgerechnet - einem Mindererlös von 62,05 DM.

Nicht enthalten sind darin die Zaunbaukosten und die erhöhten Aufarbeitungskosten. Weiterhin ist nicht berücksichtigt, welche prolongierten Werte im Falle einer Hiebsunreife verlorengehen. Fügt man die von ROTTMANN (1989) ermittelten Durchschnittszahlen pro Jahr und Hektar für Verbiß und Fegen (20 DM) und Wildabwehr (17 DM) hinzu, so summiert sich der wildbedingte Aufwand zu einem Betrag von knapp 100 DM pro ha und Jahr. Bei einem Betriebsaufwand von etwa 400 DM pro ha forstliche Betriebsfläche schlagen mithin der direkte Wildschaden und die Kosten für Wildschadensabwehr mit 25 % zu Buche.

## 5. Zusammenfassung

Die Inventurdaten des Jahres 1985 geben Einblick in das Wuchsverhalten und den Vitalitätszustand des Sulzschneider Forstes im Forstamt Füssen. Ein Netz permanent markierter Probeflächen (CFI-Flächen) überzieht in systematischer Anordnung (100 m × 100 m) einen 264 Hektar großen Ausschnitt dieses Waldareals. Die dauerhafte Markierung geschah in der Absicht, bei einer Wiederholung von Schad- und Vorratsinventur die identischen Bäume wiederzufinden und so die Genauigkeit der Aussagen über Zuwachs und sonstige Bestandesänderungen zu erhöhen.

Alle Inventurpunkte wurden präzise eingemessen und mit Hilfe von eingegrabenen Metallmagneten dauerhaft versichert. Diese markieren das Zentrum von Probekreisen, auf denen die wichtigsten ertragskundlichen Größen erhoben wurden. Besonderes Gewicht erhielt die Ansprache von Schadmerkmalen. Unterschieden wurde nach waldschadensbedingten Vitalitätsverlusten und Wildschäden durch Verbiß und Schälen.

Die Auswertung zeigte, daß der Gesamtvorrat mit dem angewendeten Verfahren mit hinreichender Genauigkeit erfaßt werden kann. Der durchschnittliche Standardfehler des Vorrates liegt bei 10 %, obwohl die Inventur nur 2,6 % der forstlichen Betriebsfläche erfaßt hatte. Die Fichte nimmt eine Fläche von 94 % ein; ihre Entnadelung erreicht nur vereinzelt Extremwerte. Auf dem Probenetz hatte die Fichte im Jahr 1985 durchschnittlich 20 % ihrer Nadeln verloren. Sie liegt damit im Mittel in der Kategorie ungeschädigt bis schwach geschädigt.

Von großer Bedeutung für den Waldbau und das betriebswirtschaftliche Ergebnis ist der Einfluß des Wildstandes. In den ersten drei Altersklassen sind bei der Baumart Fichte durchschnittlich 75 % der Bäume verbissen oder geschält. In der dritten Altersklasse sind im Mittel nur noch 200 ungeschälte Bäume pro Hektar vorhanden.

Ein geschädigter Baum besitzt eine ungünstigere Sortenzusammensetzung als ein ungeschädigter Baum gleicher Dimension. Bei maßvoller Durchforstungsplanung für die nächsten 10 Jahre konnten aus der Durchmesserverteilung und den Volumina in den Durchmesserstufen der Altersklassen die durch die Schältschäden verursachten Mindererlöse beim Verkauf errechnet werden.

Unterstellt man das Preisniveau zum Stand November 1988, so ergäbe sich beim Verkauf des geschädigten Holzes ein jährlicher Verlust von über 60 DM pro Hektar. Diese Einbuße erklärt sich allein über den Sortensprung und Qualitätsverlust durch Zunahme des X-Holz-Anteils. Für den 10jährigen Einrichtungszeitraum bedeutet das für das 264 ha große Untersuchungsgebiet einen realen Minderertrag von 163 000 DM.

Die Verbißschäden reichen von der ersten bis zur dritten Altersklasse. Dies führt zu einer Verlängerung der Umtriebszeit um 10 bis 20 Jahre.

Standortgerechter Waldbau läßt sich bei einem derart hohen Wildstand nur durch beträchtliche Zaunkosten erkaufen. Schon jetzt zeigt die Baumartenzusammensetzung einen bedenklichen Rückgang der ohnehin schwach vertretenen Mischbaumarten mit der Zunahme des Alters an.

Die Erstaufnahme der permanenten Probekreise bildet die Grundlage für Folgeaufnahmen. Erst durch eine Folgeaufnahme nach fünf bis zehn Jahren käme der ganze Vorzug der Leistungskontrolle durch permanente Probeflächen zum Tragen.

#### Summary

##### Damage survey in the Sulzschneider Forest (Füssen Forest District).

A forest inventory was carried out in 1985 on growth dynamics and vitality of the Sulzschneider Forest in the Füssen Forest District. A section of 264 ha was systematically sampled using a grid of 100 × 100 m. Plot centres were permanently marked with magnetic rods to facilitate the recognition of sample trees on the occasion of repeated surveys of growing stock and forest health. Special attention was attached to the assessment of injury attributable to air pollution and game populations.

Calculations revealed that the sampling intensity was sufficient for estimates of the total growing stock. The standard error of the estimate is around 10 % although the inventory covered only 2.6 % of the area. Spruce is the predominant species, covering 94 % of the area. Needle loss occurred on 20 % of all trees, but defoliation is seldom high corresponding to no or slight defoliation on the national scale.

However, of great significance to silvicultural management and economic returns is the high level of the game population. In the three age classes up to 60 years, 75 % of all trees are bitten back or peeled causing a prolongation of the rotation period, i. e., a delay of 10 to 20 years before the stems reach the desired target diameters. In the third age class there are not more than 200 undamaged stems/ha.

A peeled stem has a different assortment structure than a healthy tree of equal dimensions. Assuming a moderate thinning regime for the next 10 years economic loss due to game damage could be calculated using the diameter distribution and volumes of diameter steps within age classes. Based on the price level of November 1988 the high proportion of damaged timber would result in a loss of DM 60/ha. This loss is solely attributable to a diameter-related change of the grade and quality loss because of the increase in the X-grade wood (chip quality) (in Germany X-grade comprises cut-offs of the lower bole caused by red-rot infections after peeling). For the 10-year forest planning cycle the overall loss for the 264 ha of forest area amounts to the DM 163 000.

Site-oriented silviculture can only be achieved with high expenditures for fencing. The species composition shows the effects of decreasing shares of the already understock mixed hardwoods increasing with age. The initial inventory with permanent plots can form the basis for subsequent inventories. Only with a second survey 5 to 10 years later the advantage of permanent plots for verifying successful management and increment gains becomes evident.

#### Literatur

ASSMANN, E., und FRANZ, F. (1963): Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München, 104 S. u. graphische Darstellungen. – FRANZ, F. (1986): Forschungsprojekte zur Untersuchung der Auswirkungen der neuartigen Walderkrankungen auf Struktur und Wuchsleistung der Waldbestände in Bayern. Vortrag auf dem Querschnittseminar des BMFT in Göttingen. Manuskript. – KATÓ, F. (1981): Ein einfaches Verfahren zur Schältschadensbewertung für Entschädigungszwecke bei Fichte. Forst und Holzwirt. 36. Jg., H. 9, S. 193–200. – LOETSCH, F., und HALLER, K. E. (1964): Forest Inventory, Volume I. BLV München, Basel, Wien. – PRETZSCH, H., und UTSCHIG, H. (1989): Das „Zuwachstrend-Verfahren“ für die Abschätzung krankheitsbedingter Zuwachsverluste auf den Fichten- und Kiefern-Weiserflächen in den bayerischen Schädgebieten. Forstarchiv. 60. Jg., H. 5, S. 188–193. – PRODAN, M. (1965): Holzmeßlehre. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M. – ROTTMANN, M. (1989): Schältschäden durch Rotwild im oberbayerischen Alpenraum. FwChl. 108. Jg., H. 3, S. 144–149. – SCHMID, P. (1972): Planung im Wald. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen. 123. Jg., H. 1, S. 223–242. – SMALTSCHINSKI, Th. (1988): Zuwachsschätzung durch wiederholte Bestandesinventuren. Mitt. der BFA für Forst- und Holzwirtschaft. Hamburg. Nr. 160, S. 37–50. – UTSCHIG, H. (1989): Waldwachstumskundliche Untersuchungen im Zusammenhang mit Waldschäden. Auswertung der Zuwachstrendanalyseflächen des Lehrstuhles für Waldwachstumskunde für die Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.) in Bayern. Forstliche Forschungsberichte München. Bd. 97. – WARE, K. D., und CUNIA, T. (1962): Continuous forest inventory with partial replacement of samples. Forest Science. Monogr. No. 3.

Vorfasser: Univ.-Professor Dr. Dr. h. c. F. FRANZ und Dr. H. PRETZSCH. Lehrstuhl für Waldwachstumskunde. Universität München, Amalienstraße 52, D-8000 München 40; Dr. Th. SMALTSCHINSKI. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Leuschnerstraße 91, 2050 Hamburg 80.