

6 Prognosemodell

6.1 Erklärung des Nutzungsverhaltens

Versetzen wir uns in das Jahr 1987, als die erste Bundeswaldinventur stattfand. Uns waren damals für jede Stichprobenfläche verschiedene Faktoren bekannt, die einen Einfluss darauf haben können, ob in den folgenden 15 Jahren Holz auf der Fläche entnommen wird. Die zweite Bundeswaldinventur im Jahr 2002 gibt uns nun Auskunft darüber, ob auf

einer Stichprobenfläche tatsächlich Holz genutzt wurde oder nicht. Aus diesen Informationen am Anfang und am Ende der Periode können wir ein Modell entwickeln, das die Frage beantwortet, ob auf einer Stichprobenfläche während des Zeitraums von 15 Jahren Holz entnommen wird. Da diese Frage nur mit ja oder nein beantwortet werden kann, ist die zu erklärende Variable binär. Die erklärenden Variablen können einerseits metrisch sein, z. B. die Geländeneigung, oder sie können

ebenfalls binär sein, z. B. die Eigentumsart „privat“ – ja/nein. Mittels einer logistischen Regressionsanalyse kann die Frage nach der Holznutzung zwar nicht mit ja/nein beantwortet werden. Damit lässt sich jedoch ein Modell aufstellen, das die Wahrscheinlichkeit dafür angibt, ob eine Holzentnahme stattfinden wird. Solche Modelle wurden getrennt für die Hauptbaumarten bzw. für Baumartengruppen entwickelt.

Wurden metrische Variablen zur Erklärung herangezogen, wurde zunächst geprüft, ob der Logit der Wahrscheinlichkeit linear von der Einflussgröße abhängt. Dazu wurde die metrische Variable in Stufen eingeteilt, also z. B. die Höhenlage in Höhenstufen von 80 m. Fanden in einer Höhenstufe auf z. B. 80 % der Stichprobenflächen zwischen 1987 und 2002 Holznutzungen statt, ist der Logit dieser Stufe die Differenz der natür-

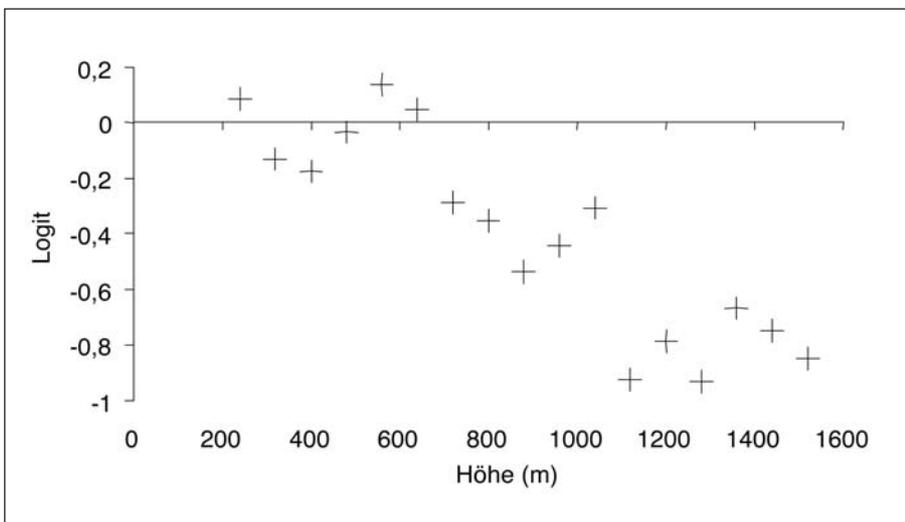


Abb. 32: Die Logits der Wahrscheinlichkeiten für die Nutzung bei der Fichte in verschiedenen Höhenstufen

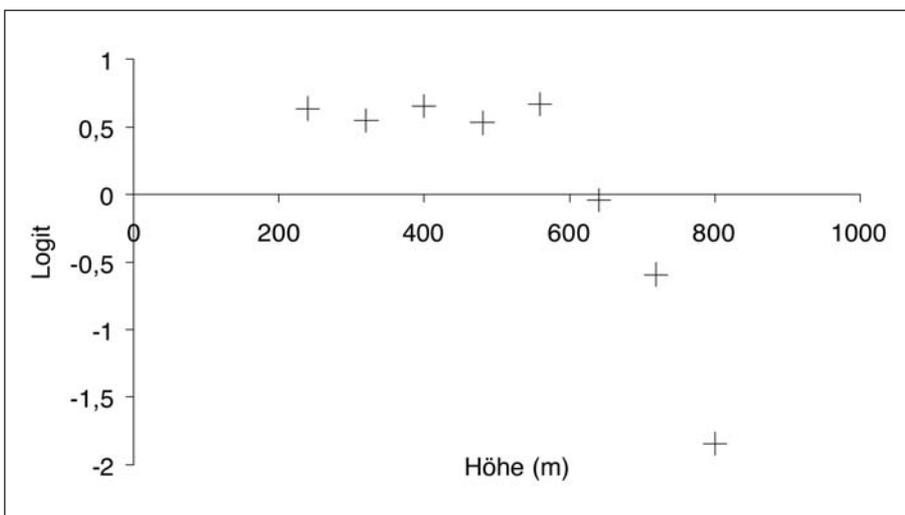


Abb. 33: Die Logits der Wahrscheinlichkeiten für die Nutzung bei der Kiefer in verschiedenen Höhenstufen

lichen Logarithmen aus der Wahrscheinlichkeit von 80 % und ihrer Gegenwahrscheinlichkeit von 20 %. Abbildung 32 zeigt für die Fichte die Logit-Werte in verschiedenen Höhenstufen. Die Punkteverteilung lässt einen linearen Zusammenhang vermuten. Niedrigere Logit-Werte bei zunehmender Meereshöhe bedeuten, dass die Wahrscheinlichkeit für Holznutzungen bei der Fichte mit zunehmender Höhe sinkt.

Zeigten die Streubilder Brüche an, wie z. B. bei der Kiefer in Abbildung 33, so wurde eine Dummy-Variable codiert, in diesem Fall die „Höhenlage über 600 m - ja/nein“.

Nur die Variablen wurden in das jeweilige Modell aufgenommen, deren Koeffizienten signifikant (95 % - Niveau) von null verschieden waren und die einen nennenswerten Erklärungsbeitrag leisten konnten.

Für die Fichte wurden folgende Koeffizienten geschätzt:

Fichten-Holzvorrat	+ 0,00477
Geländeneigung	- 0,0189
Höhenlage	- 0,00118
Privatwald - ja	- 0,1682
Eigentumsgröße bis 5 ha - ja	- 0,2177
Konstante	- 0,8057

Ist der Vorrat an Fichtenholz auf einer Fläche um 100 m³/ha höher als auf einer anderen, so ist die Wahrscheinlichkeit für eine Holzentnahme um 11 % erhöht. Eine um 10 % größere Steigung des Geländes senkt die Wahrscheinlichkeit um ca. 4 %. Mit einer Höhenzunahme um 100 m sinkt die Wahrscheinlichkeit um 2,5 %. Im Privatwald ist die Wahrscheinlichkeit der Holzentnahme um 3,5 % niedriger als bei den anderen Eigentumsarten. Ist das Waldeigentum bis 5 ha groß, ist die Wahrscheinlichkeit um 4,4 % geringer als bei größerem Eigentum. Bei den anderen Baumarten bzw. Artengruppen wurden folgende Parameter in die Modelle aufgenommen, wobei mit den Vorzeichen die Wirkungsrichtung aufgezeigt wird:

Kiefer	Kiefern-Vorrat	+
	Alter bis 20 Jahre - ja	-
	Höhenlage > 600m	-
	Eigentumsgröße ³ über 500 ha	+
Lärche	Lärchen-Vorrat	+
	Alter bis 20 Jahre - ja	-
	Geländeneigung > 35 % - ja	-

³ ohne Staatswald

Tanne	Tannen-Vorrat	+
	Alter bis 20 Jahre - ja	-
	Geländeneigung	-
	Staatswald - ja	-
Buche	Buchen-Vorrat	+
	Alter bis 20 Jahre - ja	-
	Geländeneigung	-
	Staatswald - ja	+
	Körperschaftswald - ja	+
	Eigentumsgröße über 500 ha	+
Eiche	Eichen-Vorrat	+
	Alter bis 20 Jahre - ja	-
	Höhenlage bis 280 m - ja	-
	Privatwald - ja	-
Andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer (ALH)		
	ALH-Vorrat 80 - 200 m ³ /ha - ja	+
	Alter bis 20 Jahre - ja	-
	Geländeneigung > 25% - ja	-
	Höhenlage > 700 m - ja	-
Andere Laubbäume mit niedriger Lebensdauer (ALN)		
	Geländeneigung	-
	Höhenlage	-
	Alter bis 20 Jahre - ja	-
	Staatswald - ja	-
	Eigentumsgröße 200-1.000 ha - ja	-

Die Parameter scheinen in ihrer Wirkungsrichtung plausibel zu sein. Je höher der Holzvorrat, desto größer ist auch der mögliche Ertrag aus einer Holznutzung. Steiles Gelände und große Höhenlagen sind eher mit größerem technischen Aufwand und höheren Erntekosten, damit eben auch mit einem geringeren Ertrag verbunden. Bei kleinen Eigentumsgrößen sind die Kosten der Holzernte und die Transaktionskosten im Fall einer Vermarktung verhältnismäßig hoch. Holznutzungen in den ganz jungen Wäldern dürften meist defizitär sein.

Das hier modellierte Nutzungsverhalten der Waldeigentümer erscheint also völlig rational zu sein. Dieses Modell zeigt auch auf, an welchen Punkten angesetzt werden kann, wenn mehr Holz mobilisiert werden soll. Die Überwindung der Strukturnachteile kleiner Eigentumsgrößen allein garantiert nicht, dass sehr viel größere Holzmenge mobilisiert werden. Es ist sicher auch wichtig, durch technischen Fortschritt oder weitere Erschließungsmaßnahmen die Erntekosten bei schwierigen Geländebeziehungen zu senken. Ein künftig größeres Holzaufkommen ist jedoch auch ohne irgend-

welche stützenden Maßnahmen zu erwarten, weil mit dem Anstieg der Holzvorräte die Wahrscheinlichkeit der Nutzung bereits größer geworden ist.

Mit diesen Modellen wurde für jede Baumart und Stichprobenfläche der 1. Inventur die Wahrscheinlichkeit berechnet, dass bis 2002 eine Holzentnahme erfolgen würde. Dann kann eine bestimmte Wahrscheinlichkeit, z. B. 50 %, als Schwellenwert benutzt werden. Bei allen Stichprobenflächen mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 50 % ist anzunehmen, dass eine Holzentnahme zwischen 1987 und 2002 erfolgen würde. Hier wurden die Schwellenwerte so gewählt, dass der Anteil der Stichprobenflächen, für die nach dem Modell eine Nutzung erwartet werden konnte, genau dem beobachteten Anteil entsprach. Nun ließ sich überprüfen, welche Stichprobenflächen nach dem Modell richtig zugeordnet wurden. Der Anteil richtig zugeordneter Stichprobenflächen lag zwischen 68 % bei der Kiefer und 85 % bei den „Anderen Laubbäumen mit hoher Lebensdauer“ (Tab. 1).

Baumartengruppe	Anteil
Fichte	74 %
Kiefer	68 %
Lärche	75 %
Tanne	76 %
Buche	80 %
Eiche	79 %
ALH	85 %
ALN	81 %

Tab. 1: Die Anteile richtig zugeordneter Stichprobenflächen der 1. Bundeswaldinventur

Wenn angenommen wird, dass das Nutzungsverhalten künftig ähnlich dem der Vergangenheit bleibt, können die Modelle verwendet werden, um zu prognostizieren, auf welchen Flächen in der Zukunft Holzentnahmen erfolgen werden. Dabei geht es vor allem darum, eine realistische Rangfolge der Waldflächen herzustellen, auf denen künftig Holz entnommen wird. Für die Ausgangssituation im Jahr 2002 wurde mit den Erklärungsmodellen für jede Stichprobenfläche die Wahrscheinlichkeit geschätzt, dass in den folgenden 15 Jahren Holz geerntet wird.

6.2 Nutzungsszenarien

Indem verschiedene Nutzungsszenarien simuliert werden, kann die Bandbreite möglicher Entwicklungen aufgezeigt werden. Hier wurden drei

Szenarien untersucht. In einem davon wurde unterstellt, dass sich das bisherige Nutzungsverhalten nicht verändert. Sowohl die Nutzungsintensität auf der Fläche als auch der Anteil der Waldfläche mit Holzentnahmen wird konstant gehalten. In einem zweiten Szenario wird unterstellt, dass der Anteil der Waldfläche mit Holzentnahmen zwar ebenfalls unverändert bleibt. Das Nutzungsregime wird jedoch an die waldbaulichen Behandlungsempfehlungen der Bayerischen Staatsforstverwaltung angepasst. Damit kann simuliert werden, wie sich das Holzaufkommen und die Waldstruktur entwickeln werden, wenn diejenigen, die auch bisher schon Holz nutzen, die waldbaulichen Möglichkeiten besser ausnutzen. Im dritten Szenario soll die mögliche Entwicklung aufgezeigt werden, wenn sowohl die waldbaulichen Verfahren angepasst werden als auch auf einem größeren Anteil der Waldfläche Holz geerntet wird.

Als Prognoseinstrument wurde das Programm „Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung“ (WEHAM-Version 1.14) verwendet. Dieses Modell entwickelte die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL).

Das Modell setzt sich aus einem Zuwachs-, einem Nutzungs- und einem Sortierungsmodell zusammen (BMEVL 2005).

Für das Zuwachsmodell werden die Daten der wiederholt gemessenen Stichprobenbäume getrennt nach Baumartengruppen in ein Koordinatensystem eingetragen und eine Kurvenschar in die Messung eingepasst. Das Koordinatensystem gibt die Beziehung des Durchmessers zum Alter wieder. Für die Prognoseperiode wächst der Baum entlang der Kurve, in die er mit seinen Startwerten eingepasst wurde. Das Nutzungsmodell legt fest, zu welchem Zeitpunkt welche Holzerntemaßnahmen, d.h. welche Durchforstungen oder Endnutzungen, am Stichprobenpunkt erwartet werden. Steuerparameter sind vor allem Baumart, Durchforstungsart und -intensität (Turnus und Zielgrundfläche), Umtriebszeit und Zieldurchmesser. Damit lassen sich unterschiedliche Behandlungskonzepte nachbilden. Das Sortierungsmodell teilt die Nutzung in handelsübliche Klassen ein. Vor allem Vorgaben zu den Zopfdurchmessern und der Längeneinteilung getrennt nach den Holzarten steuern es. Die Berechnungen erfolgen mit dem Sorten- und Volumenprogramm BDAT (KUBLIN 2002). Nach modellhafter Endnutzung eines Probepunktes wird dieser mit den gleichen Baumarten wieder begründet.

Die Hochrechnungen wurden der Flexibilität wegen selbständig mit der SAS-Statistik-Software

durchgeführt. Dafür wurden Repräsentationsflächen der Stichprobenpunkte hergeleitet. Die Straten wurden analog zu dem von der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft erstellten Hochrechnungsprogramm gebildet.

In die Modellierung gingen nur die Stichprobenflächen des begehbaren und produktiven Waldes (Wirtschaftswald im regelmäßigen Betrieb) ein, die keiner völligen Nutzungseinschränkung unterliegen.

Szenario 1 – gleichbleibendes Nutzungsverhalten

Für dieses Szenario wurde unterstellt, dass die Waldfläche, auf der Holz entnommen wird, gegenüber der Periode 1987-2002 im wesentlichen unverändert bleibt. Die Fläche mit Holzentnahmen wurde lediglich entsprechend den Veränderungen bei der Baumartenfläche vergrößert oder verringert. Dieses Szenario ist sehr konservativ. Da mit zunehmenden Vorräten die Wahrscheinlichkeit der Nutzung steigt, kann für die Zukunft damit gerechnet werden, dass der Anteil der Waldfläche mit Holzentnahmen wächst, ohne dass die Waldeigentümer ihr Verhalten ändern würden. Dieses Szenario wurde dennoch simuliert, um die Wirkungen einer anderen waldbaulichen Behandlung und die einer größeren Fläche mit Holzentnahmen getrennt darstellen zu können.

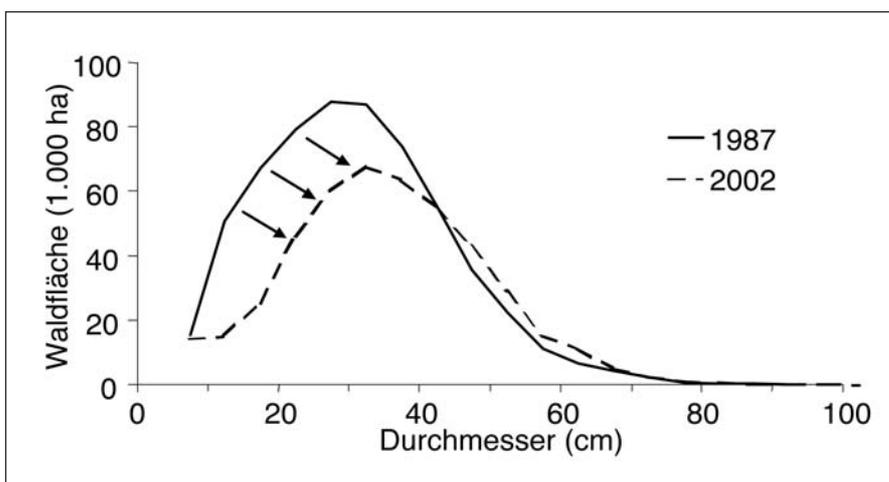


Abb. 34: Die Fichtenfläche in Bayern, auf der zwischen 1987 und 2002 Fichten genutzt wurden, über dem Durchmesser (BHD) der Bäume

Tabelle 2 zeigt getrennt nach Baumartengruppen den Flächenanteil, auf dem in der vergangenen Periode Holz geerntet wurde. Für jede Baumartengruppe wurde ein Schwellenwert aus der Nutzungswahrscheinlichkeit so gewählt, dass alle Stichprobenflächen mit einer größeren Wahrscheinlichkeit als der Schwellenwert sich zu dem Flächenanteil in Tabelle 2 summieren. Bei den Hauptbaumarten wurde dabei zusätzlich nach den Eigentumsarten differenziert.

Im Programm WEHAM wurden die Steuerparameter im Nutzungsmodell so gewählt, dass die Nutzungen möglichst denen zwischen der ersten und zweiten Bundeswaldinventur entsprechen. Nach einem Simulationslauf wurden nur die Ergebnisse zu den Stichprobenflächen mit einer größeren

Baumartengruppe	Privatwald	Körperschaftswald	Staatwald	Gesamt
Fichte	59,1 %	71,5 %	63,4 %	61,6 %
Kiefer	55,0 %	61,4 %	64,4 %	57,8 %
Buche	30,3 %	56,7 %	45,5 %	40,8 %
Eiche	26,2 %	37,2 %	48,0 %	34,6 %
Lärche				44,3 %
Tanne				34,0 %
ALH				27,4 %
ALN				45,7 %

Tab. 2: Der Anteil der Baumartenfläche, auf der zwischen 1987 und 2002 Holz der jeweiligen Baumart genutzt wurde; die Fläche bezieht sich auf Bäume ab der Derbholzgrenze.

Wahrscheinlichkeit als der des Schwellenwertes selektiert. Durch Vergleiche mit den Nutzungen und Veränderungen zwischen der 1. und 2. Bundeswaldinventur wurden die Ergebnisse auf Plausibilität geprüft. Abbildung 34 zeigt die Fichtenfläche, auf der Fichte genutzt wurde, am Beginn und am Ende der vergangenen Periode getrennt nach Durchmesserstufen.

Infolge der Holznutzungen, aber auch auf Grund natürlicher Mortalität hat sich die Kurve der Durchmesserverteilung verlagert. Durch Variation der Steuerparameter im Nutzungsmodell wurde versucht, diese Verlagerung nachzubilden (Abb. 35).

In Abbildung 35 ist zusätzlich dargestellt, wie sich die Kurve verlagert, wenn Nutzungen unterbleiben. Da WEHAM die Mortalität nicht abbildet, wurden für diese Kurve Holzentnahmen entlang einer Stammzahlleitkurve vorgegeben, die die maximale Stammzahlhaltung repräsentiert.

Die Stammzahlleitkurve wurde auf folgende Weise hergeleitet:

Die Anzahl von Körpern, die auf einer gegebenen Fläche nebeneinander Platz haben, hängt von der Größe dieser Körper ab. PRETZSCH (2000) zeigte, dass diese physikalische Gesetzmäßigkeit auch für die Beziehung zwischen der Stammzahl und der Dimension der

Bäume gilt, wobei er die Dimension der Bäume durch ihren Durchmesser (BHD) beschrieb. In Abbildung 36 wird dieser Zusammenhang am Beispiel der Fichte gezeigt. Die

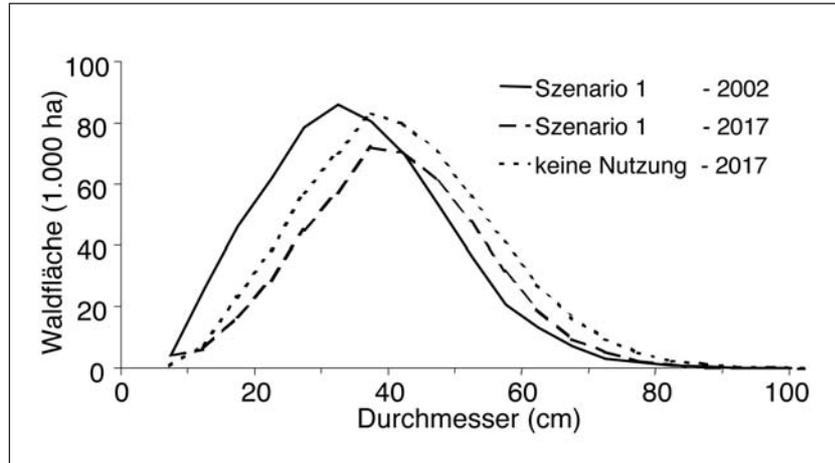


Abb. 35: Die Fichtenfläche des Szenarios 1, auf der bis 2017 Holzentnahmen erwartet werden, über dem Durchmesser (BHD) der Bäume

die durchgezogene Linie ist die Ausgleichsgerade. Diese wurde so verschoben, dass sie ungefähr die obere Grenze der Punktwolke abbildet. Entlang dieser Linie reduziert sich die Stammzahl allein durch konkurrenzbedingtes Ausscheiden der Bäume. Diese baumartenspezifischen Linien wurden als Stammzahlleitkurven verwendet, um die Entwicklung ohne aktive Holznutzungen zu simulieren.

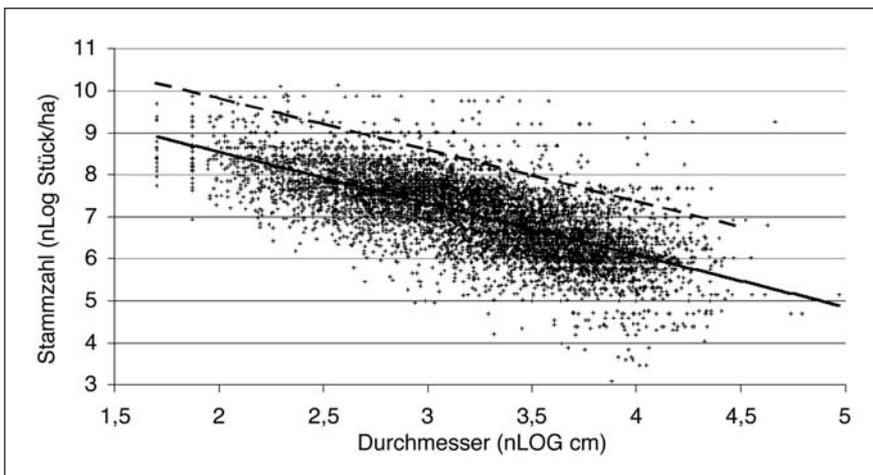


Abb. 36: Die Stammzahl der Bäume auf den Stichprobenflächen der 2. Bundeswaldinventur in Bayern über dem Durchmesser (BHD) der Fichten

Die Durchmesserverteilung jedes Szenarios muss im Jahr 2017 unterhalb der Kurve „keine Nutzungen“ von Abbildung 35 liegen. Ohne Holznutzungen würden derzeit jährlich etwa 0,2 % des Holzvorrats in Bayern konkurrenzbedingt ausscheiden.

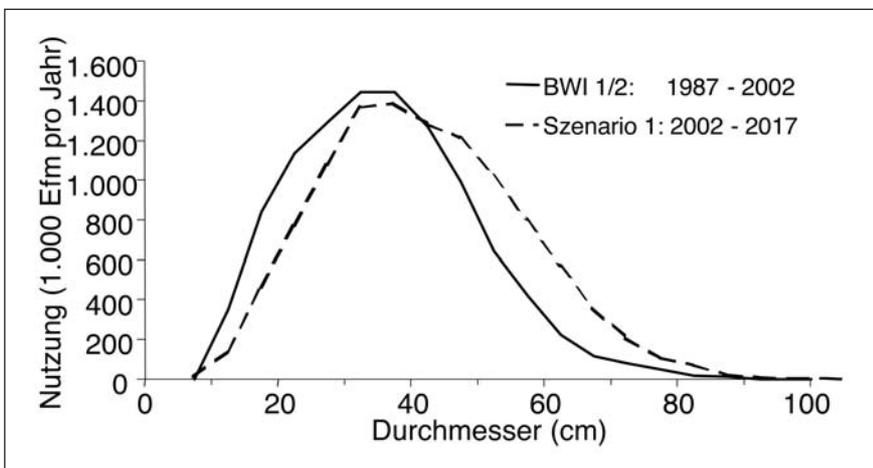


Abb. 37: Die Verteilung des entnommenen Fichtenholzes auf Durchmesserstufen (BHD)

In einer weiteren Plausibilitätsprüfung wurde die Durchmesserverteilung der erwarteten Nutzungsmengen mit den Ergebnissen der vergangenen Periode verglichen (Abb.37).

Szenario 2 - geänderte Nutzungsstrategien, gleichbleibende Fläche

Für dieses Szenario wurde ebenfalls unterstellt, dass die Waldfläche, auf der Holz entnommen wird, gegenüber der Periode 1987-2002 im wesentlichen unverändert bleibt. Es wurde jedoch angenommen, dass es gelingt, auf dieser Fläche bestimmte waldbauliche Nutzungsstrategien umzusetzen. Allerdings war es nicht möglich, bei den Strategien für die Endnutzung nach den verschiedenen forstlichen Standorten zu differenzieren, wie es in der waldbaulichen Praxis üblich ist. Bei der Vornutzung wird die unterschiedliche Produktivität der Standorte über die nach Bonitäten differenzierten Normen der Ertragstafeln berücksichtigt. Folgendes sind die wesentlichen Vorgaben:

- ◆ bis Alter 60 Auslesedurchforstung bei Grundflächenhaltung entsprechend der Ertragstafel ASSMANN/FRANZ (mittleres Ertragsniveau), dabei liegt die Sollgrundfläche bis zum Alter 40 um 20 %, bis Alter 50 um 10 % über dem Tafelniveau;
- ◆ bis Alter 90 Niederdurchforstung und Grundfläche entsprechend der Ertragstafel;
- ◆ ab Alter 90 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 40 % der Bäume mit BHD ab 43 cm, wenn die Standfläche auf weniger als 20 % gesunken ist, wird der Restbestand vollständig genutzt;
- ◆ spätestens ab Alter 140 komplette Nutzung verteilt über 15 Jahre.

Die höhere Sollgrundfläche in den jungen Fichtenbeständen wurde vorgegeben, weil das Ertragsniveau in großen Teilen Bayerns besser sein dürfte und die Grundflächenhaltung in diesen Altersstufen etwa der beobachteten entspricht. Die Schwelle von 43 cm BHD ist nicht gleichzusetzen mit der Zielstärke. Einerseits können Fichten trotzdem größere Dimensionen erreichen, weil nur eine begrenzte Zahl von Bäumen je Eingriff entnommen wird. Andererseits wird ein großer Teil der Fichten auf Grund von Sturm- oder Insektenschäden vorzeitig genutzt. Im Staatswald Bayerns entfielen zwischen 1999 und 2004 allein 36,5 % des Fichteneinschlags auf Zwangsnutzungen. Würde die Durchmesserschwelle für den Beginn der Endnutzung hier höher angesetzt, läge das Holzaufkommen der Fichte deutlich unter dem in Szenario 1 modellierten Holzanfall. In Abbildung 38 ist die Verlagerung der Durchmesserverteilung und in Abbildung 39 die Verteilung der Nutzungsmengen auf Durchmesserstufen für das Szenario 2 dargestellt. Der Vergleich mit den Abbildungen 35 und 37 zeigt, dass im Szenario 2 deutlich mehr starke Fichten entnommen werden. Dies wirkt sich selbstverständlich auch auf die Sortenstruktur aus.

Fichte

- ◆ Bis Alter 25 Jungbestandspflege, wenn mehr als 80 % der maximalen Stammzahlhaltung vorliegt;

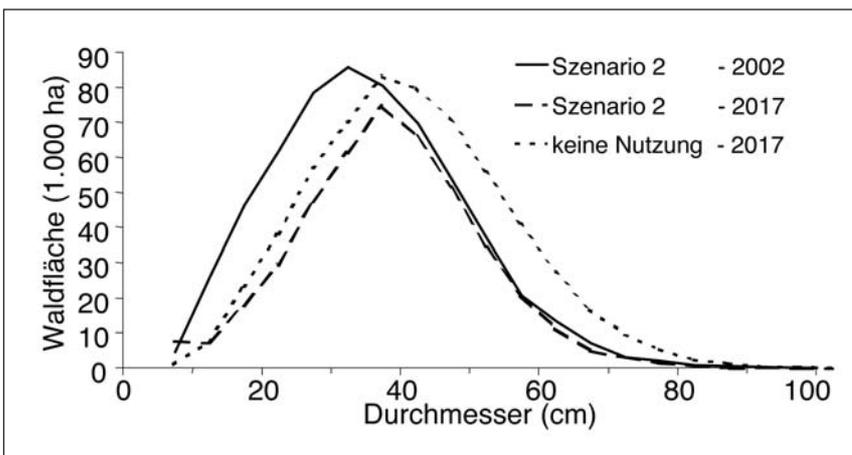


Abb. 38: Die Fichtenfläche des Szenarios 2, auf der bis 2017 Holzentnahmen erwartet werden, über dem Durchmesser (BHD) der Bäume

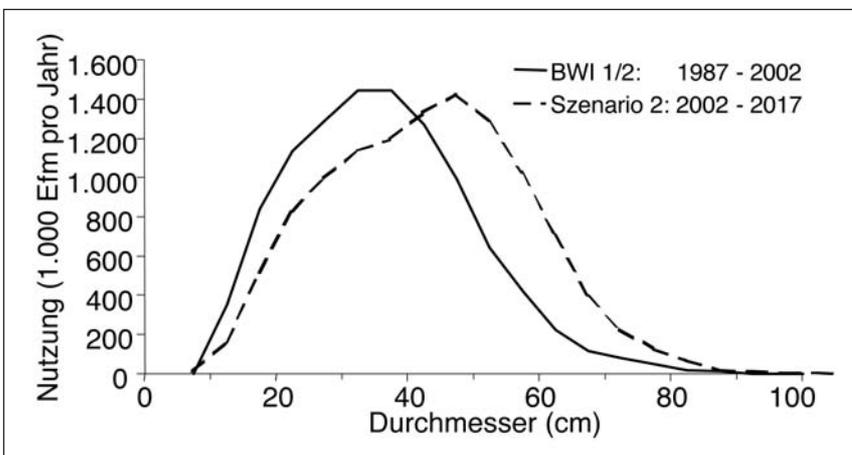


Abb. 39: Die Verteilung des genutzten Fichtenholzes auf Durchmesserstufen (BHD)

Kiefer

- ◆ Bis Alter 25 Jungbestandspflege entsprechend den Stammzahlleitkurven der standardmäßig in WEHAM hinterlegten Hilfstabellen für die Forsteinrichtung von Baden-Württemberg;
- ◆ bis Alter 60 Auslesedurchforstung bei Grundflächenhaltung entsprechend der Ertragstafel WIEDEMANN für mäßige Durchforstung von 1943 (LFV BADEN-WÜRTTEMBERG 1993);
- ◆ bis Alter 130 Niederdurchforstung und gleichzeitig Zielstärkennutzung, wenn BHD 40 cm erreicht ist;
- ◆ ab Alter 130 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 30 % der Bäume mit BHD ab 35 cm, wenn die Standfläche auf weniger als 20 % gesunken ist, wird der Restbestand vollständig genutzt;
- ◆ spätestens ab Alter 160 komplette Endnutzung verteilt auf zehn Jahre.

Buche

- ◆ Bis Alter 30 maximale Stammzahlhaltung;
- ◆ bis Alter 55 Auslesedurchforstung, ansonsten maximale Stammzahlhaltung;
- ◆ bis Alter 130 Hochdurchforstung bei Grundflächenhaltung entsprechend der Richtlinie der Bayerischen Staatsforstverwaltung von 2000 für die Pflege und Verjüngung der Buche, gleichzeitig Zielstärkennutzung, wenn BHD 70 cm erreicht ist;
- ◆ ab Alter 130 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 30 % der Bäume ab BHD 70 cm, wenn die Standfläche auf weniger als 20 % gesunken ist, wird der Restbestand vollständig genutzt;
- ◆ spätestens ab Alter 160 komplette Endnutzung verteilt auf 15 Jahre.

Als Basis für die Grundflächenhaltung wurde die Ertragstafel SCHOBER, mäßige Durchforstung, von 1967 (LFV BADEN-WÜRTTEMBERG 1993) verwendet. Die Richtlinie enthält keine konkreten Vorgaben zur Grundflächenhaltung. Die Grundfläche wurde jedoch entsprechend dem Konzept der Richtlinie ab einer Mittelhöhe von 17 m vorübergehend abgesenkt, um einen Lichtungszuwachs

zu erreichen. In Abbildung 40 ist dies für die Ertragsklasse 7 dGz₁₀₀ dargestellt.

Eiche

- ◆ Bis Alter 30 maximale Stammzahlhaltung;
- ◆ bis Alter 60 Auslesedurchforstung bei Grundflächenhaltung entsprechend der Ertragstafel JÜTTNER für mäßige Durchforstung (LFV BADEN-WÜRTTEMBERG 1993);
- ◆ bis Alter 120 Hochdurchforstung bei Grundflächenhaltung entsprechend der Ertragstafel;
- ◆ bis Alter 150 Hochdurchforstung und gleichzeitig Zielstärkennutzung, wenn BHD 65 cm erreicht ist;
- ◆ ab Alter 150 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 5 % der Bäume ab BHD 65 cm, wenn die Standfläche auf weniger als 20 % gesunken ist, wird der Restbestand vollständig genutzt.

Lärche

- ◆ Bis Alter 20 Jungbestandspflege entsprechend der Stammzahlleitkurve der Hilfstabellen für die Forsteinrichtung von Baden-Württemberg;
- ◆ bis Alter 60 Auslesedurchforstung mit Grundflächenhaltung der Ertragstafel SCHOBER, mäßige Durchforstung von 1946 (LFV BADEN-WÜRTTEMBERG 1993);
- ◆ bis Alter 120 Hochdurchforstung mit gleichzeitiger Zielstärkennutzung, wenn BHD 50 cm erreicht ist;
- ◆ ab Alter 120 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 15 % der Bäume ab BHD 50 cm, wenn die Standfläche auf weniger

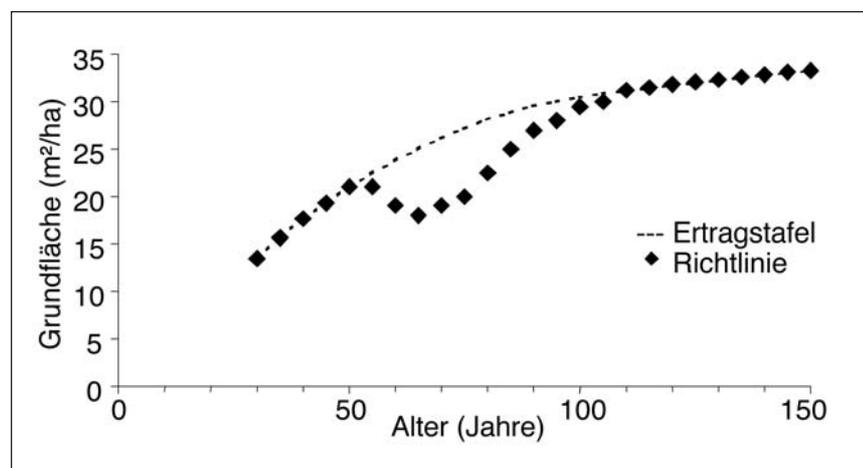


Abb. 40: Die Grundflächenhaltung bei der Buche für die Ertragsklasse 7 dGz₁₀₀ nach der Ertragstafel und gemäß der bayerischen Richtlinie für die Pflege und Verjüngung der Buche

als 20 % gesunken ist, wird der Restbestand vollständig genutzt;

- ◆ spätestens ab Alter 140 komplette Endnutzung verteilt über 15 Jahre.

Tanne

- ◆ Bis Alter 30 Jungbestandspflege entsprechend der Stammzahlleitkurve der Hilfstabellen für die Forsteinrichtung von Baden-Württemberg;
- ◆ bis Alter 70 Auslesedurchforstung bei Grundflächenhaltung entsprechend der Ertragstafel HAUSSER, mäßige Durchforstung, von 1956 (LFV BADEN-WÜRTTEMBERG 1993), wobei die Soll-Grundfläche um 10 % höher als der Tafelwert gesetzt wurde;
- ◆ bis Alter 135 Niederdurchforstung, gleichzeitig Zielstärkennutzung, wenn BHD 55 cm erreicht ist;
- ◆ ab Alter 135 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 15 % der Bäume ab BHD 50 cm, wenn die Standfläche auf weniger als 20 % gesunken ist, wird der Restbestand vollständig genutzt;
- ◆ spätestens ab Alter 150 komplette Endnutzung verteilt über 15 Jahre.

Douglasie

- ◆ Bis Alter 20 Jungbestandspflege entsprechend der Stammzahlleitkurve der Hilfstabellen für die Forsteinrichtung von Baden-Württemberg, wobei die Stammzahlen um 50 % erhöht wurden;
- ◆ bis Alter 50 Auslesedurchforstung, dabei ab Alter 30 Grundflächenhaltung entsprechend der Ertragstafel KENK/HRADETZKY, starke Durchforstung, von 1984/92, mit um 20 % höheren Soll-Grundflächen;
- ◆ bis Alter 90 Niederdurchforstung mit um 10 % niedrigeren Soll-Grundflächen als die der Ertragstafel, gleichzeitig Zielstärkennutzung, wenn BHD 60 cm erreicht ist;
- ◆ ab Alter 90 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 10 % der Bäume ab BHD 50 cm, wenn die Standfläche auf weniger als 20 % gesunken ist, wird der Restbestand vollständig genutzt;

- ◆ spätestens ab Alter 150 komplette Endnutzung verteilt über 15 Jahre.

Andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer

- ◆ Bis Alter 10 Jungbestandspflege entsprechend der Stammzahlleitkurve der Hilfstabellen für die Forsteinrichtung von Baden-Württemberg;
- ◆ bis Alter 30 Auslesedurchforstung;
- ◆ bis Alter 50 Hochdurchforstung mit Grundflächenhaltung entsprechend den Pflegegrundsätzen für Edellaubbaumarten und Schwarzerle der Bayerischen Staatsforstverwaltung;
- ◆ bis Alter 120 Hochdurchforstung und Zielstärkennutzung, wenn BHD 50 cm erreicht ist;
- ◆ ab Alter 120 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 40 % der Bäume ab BHD 45 cm, wenn die Standfläche auf weniger als 20 % gesunken ist, wird der Restbestand vollständig genutzt;
- ◆ spätestens ab Alter 160 Jahre komplette Endnutzung verteilt über 15 Jahre.

Die Gruppe ALH umfasst vor allem die Ahornarten, darunter in Bayern überwiegend den Bergahorn, sowie die Esche, also die Baumarten, die im forstlichen Sprachgebrauch als Edellaubbäume bzw. als Buntlaubhölzer bezeichnet werden. Als Basis für die Grundflächenhaltung wurde die Ertragstafel von VOLQUARDTS für die Esche, mäßige Durchforstung, von 1958 (LFV BADEN-WÜRTTEMBERG 1993) verwendet. Die Grundfläche wurde analog zur Buche ab einer Mittelhöhe von 17 m vorübergehend abgesenkt. In Abbildung 41 ist dies für die Ertragsklasse 8 dGz₁₀₀ dargestellt.

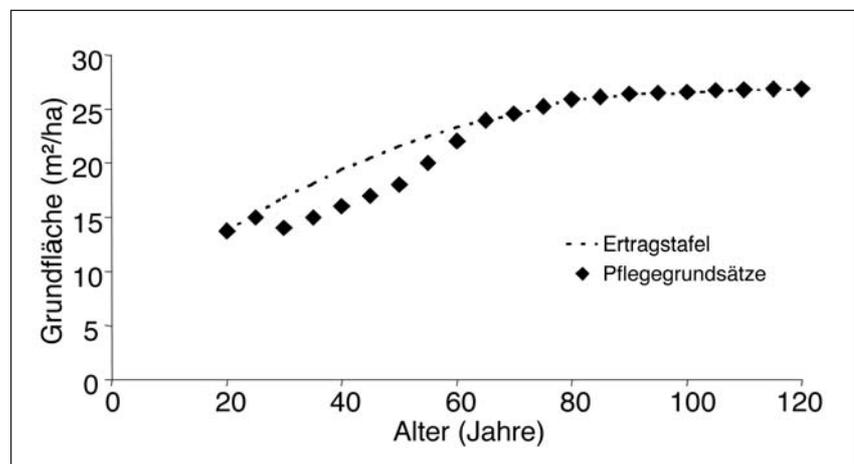


Abb. 41: Die Grundflächenhaltung bei der Esche für die Ertragsklasse 8 dGz₁₀₀ nach der Ertragstafel und gemäß den bayerischen Pflegegrundsätzen

Andere Laubbäume mit niedriger Lebensdauer (ALN)

- ◆ Bis 10 Jahre Jungbestandspflege entsprechend der Stammzahlleitkurve der Hilfstabellen für die Forsteinrichtung von Baden-Württemberg mit auf 50 % reduzierter Soll-Stammzahl;
- ◆ bis Alter 20 Auslesedurchforstung mit auf 40 % reduzierter Soll-Stammzahl;
- ◆ bis Alter 45 Hochdurchforstung mit Grundflächenhaltung entsprechend der Ertragstafel MITTSCHERLICH für starke Durchforstung von 1945 mit auf 40 % reduzierter Soll-Grundfläche;
- ◆ bis Alter 60 Hochdurchforstung mit auf 90 % reduzierter Soll-Grundfläche und gleichzeitig Zielstärkennutzung, wenn BHD 50 cm erreicht ist;
- ◆ ab Alter 60 Beginn der Endnutzung, alle fünf Jahre Entnahme von max. 40 % der Bäume ab BHD 40 cm, wenn die Standfläche auf weniger als 20 % gesunken ist, erfolgt eine flächige Endnutzung;
- ◆ ab Alter 90 flächige Endnutzung verteilt auf zehn Jahre.

Die Gruppe ALN beinhaltet vor allem die Birken, Erlen, Pappeln (überwiegend Aspe), Vogelbeere und Weiden, also die Baumarten, die im forstlichen Sprachgebrauch häufig als Weichlaubhölzer bezeichnet werden. Für die Pappeln wurde der Beginn der Endnutzung ab dem Alter 55 Jahre angenommen. Alle fünf Jahre werden dann max. 40 % der Pappeln entnommen, die einen BHD von 55 cm erreicht haben.

In der vergangenen Periode wurden vor allem in jungen Beständen der Weichlaubhölzer große Holz-mengen genutzt. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass diese Baumarten sich häufig von selbst und eher unerwünscht in den Kulturen einfinden und dann im Zuge der Pflege entnommen werden. Mit der starken Reduktion der Stammzahlen bzw. der Grundflächen gegenüber den Werten der Ertragstafeln soll abgebildet werden, dass die Baumarten der Gruppe ALN oft nur eine kurzzeitige Beimischung darstellen.

Szenario 3 - geänderte Nutzungsstrategien, größere Fläche mit Nutzungen

Für dieses Szenario wurden dieselben Nutzungsstrategien wie bei Szenario 2 verwendet. Es wurde jedoch unterstellt, dass es gelingt, die Waldfläche, auf der innerhalb von 15 Jahren Holz entnommen wird, bei der Fichte auf 70 %, bei den übrigen Nadelbäumen auf 65 % und bei den Laubbäumen auf 55 % der Fläche zu erhöhen. Nur für den Privatwald mit Eigentum bis 1 ha wurde angenommen, dass sich die Waldfläche mit Holzentnahmen gegenüber 1987-2002 nicht verändert. Diese Annahme wurde getroffen, weil der „Kleinstwaldbesitzer“ in den Forstbetriebsgemeinschaften Bayerns deutlich unterrepräsentiert ist, die Mobilisierung zusätzlicher Holz-mengen aber sicher nur mit Unterstützung durch die Forstbetriebsgemeinschaften zu realisieren ist. Weniger als 20 % der Waldbesitzer Bayerns sind Mitglieder in einer Forstbetriebsgemeinschaft, zusammen bringen sie aber drei Viertel der Fläche des Privat- und Körperschaftswaldes ein. Etwa 70 % der Mitglieder in den Forstbetriebsgemeinschaften haben Waldeigentum, das größer als 2 ha ist.

Die Flächenanteile mit Holzentnahmen von 70 % bei der Fichte, 65 % bei den übrigen Nadelbäumen und 55 % bei den Laubbäumen orientieren sich an den Spitzenwerten der vergangenen Periode (vgl. Tab. 2).

Da die Erklärungsmodelle für das Nutzungsverhalten sich lediglich auf einen Zeitraum von 15 Jahren beziehen, wurde mit WEHAM die Entwicklung in den darauf folgenden 15 Jahren erneut simuliert. Dabei wurden als Startwerte die Daten für das Jahr 2017 verwendet. Die Daten zu den Stichproben-

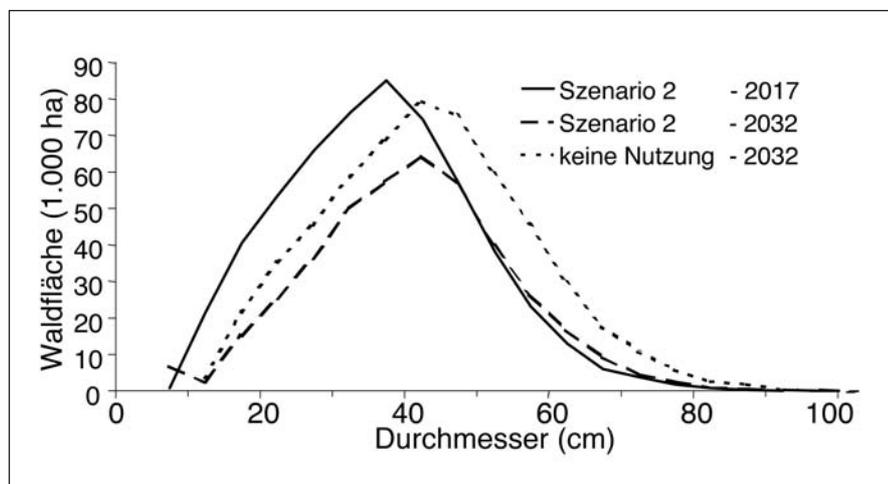


Abb. 42: Die Fichtenfläche des Szenarios 2, auf der zwischen 2017 und 2032 Nutzungen erwartet werden, über dem Durchmesser (BHD) der Bäume

flächen, für die bis 2017 keine Nutzung erwartet wird, wurden dem Simulationsergebnis „keine Nutzung“ entnommen. Mit den Startwerten für das Jahr 2017 (Holzvorräte, Alter) wurden die Wahrscheinlichkeiten für eine Nutzung in den folgenden 15 Jahren erneut abgeschätzt. Schließlich wurden erneut die Schwellenwerte für die Wahrscheinlichkeiten bestimmt, mit denen sich die Stichprobenflächen so selektieren lassen, dass die für die folgenden 15 Jahre erwarteten Nutzungen wieder dem jeweiligen Szenario entsprechen. Abbildung 42 zeigt am Beispiel des Szenarios 2 und der Fichte, wie sich die Durchmesser- und Stockhöhenverteilung danach zwischen 2017 und 2032 verändert.

6.3 Sortierungsvorgaben

Für die Nadelhölzer wurden folgende Vorgaben für die Holzsortierung gemacht:

- ◆ Aufarbeitung bis Zopf 8 cm m.R. und Stockhöhe 30 cm;
- ◆ bis BHD 16 cm Industrieholz;
- ◆ bis BHD 25 cm Fixlängen ab L 1b, Rest Industrieholz;
- ◆ bis BHD 47 cm
 - ❖ 85 % Langholz bis Zopfdurchmesser 15 cm o.R.
 - ❖ 15 % ab Stockhöhe 1 m Länge unverwertbar, dann Langholz bis Zopfdurchmesser 20 cm o.R., Rest Industrieholz
 - ❖ 5 % Erdstammstück von 3 m Länge abgetrennt, dann Langholz bis Zopfdurchmesser von 20 cm o.R., Rest Industrieholz;
- ◆ ab BHD 48 cm
 - ❖ 80 % Erdstammstück von 5 m Länge abgetrennt, dann Langholz bis Zopfdurchmesser 15 cm o.R., Rest Industrieholz
 - ❖ 20 % ab Stockhöhe 1 m Länge unverwertbar, dann Fixlängen bis Zopfdurchmesser 20 cm o.R., Rest Industrieholz.

Mit der Abtrennung der Erdstammstücke bei Bäumen ab BHD 48 cm soll im Anhalt an GETTNER (2004) das Aufkommen von Sägestarkholz minimiert werden. Für Fichte, Tanne und Douglasie wurde auch alternativ die Heilbronner Sortierung mit den gleichen Vorgaben simuliert. Ab BHD 26 cm wurde jedoch jegliches Stammholz nach der Heilbronner Sortierung klassifiziert.

Für die Sortierung der Laubhölzer wurden folgende Vorgaben gemacht:

- ◆ Aufarbeitung bis Zopfdurchmesser 12 cm m.R.;
- ◆ Stammholz bis Zopfdurchmesser von zumeist 24 cm o.R., bei einigen Holzarten wurden auch größere Mindestzopfdurchmesser gewählt, die Entscheidung wurde an der Sortenzusammensetzung in der Vergangenheit nach den Statistiken für den bayerischen Staatswald getroffen;
- ◆ bei 10 % der Bäume ab Stockhöhe ein Stammstück von 1 m Länge unverwertbar.