

# Waldbauhandbuch

## Bayerische Staatsforsten

### Grundsätze für die Bewirtschaftung von Kiefern- und Kiefern-mischbeständen im Bayerischen Staatswald



## Änderungsnachweis:

Version	erstellt durch	fachliche Freigabe durch	veröffentlicht durch	Datum	Änderungen, Bemerkungen
01.00	Arbeitsgruppe Waldbau	W. Faltl	C. Schelhaas	05.08.14	Erstversion

## Mitgeltende Dokumente:

Dokumentenname	Dokumentenschlüssel
	HB = Handbuch                      RL = Richtlinie AA = Arbeitsanweisung            FB = Formblatt, Vorlage LV = Listen, Verzeichnisse        DV = (Dienst-)Vereinbarung
Stehendes Totholz bei der motormanuellen Holzernte	AU-AA-011

### Hinweis:

Alle Inhalte dieser Publikation, insbesondere Texte, Tabellen, Abbildungen und Zeichnungen, sind urheberrechtlich geschützt (Copyright). Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei den Bayerischen Staatsforsten. Nachdruck, Vervielfältigung, Veröffentlichung und jede andere Nutzung bedürfen der vorherigen Zustimmung des Urhebers. Wer das Urheberrecht verletzt, unterliegt der zivilrechtlichen Haftung gem. §§ 97 ff. Urheberrechtsgesetz und kann sich gem. §§ 106 ff. Urheberrechtsgesetz strafbar machen.

## Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Ziele des Konzepts</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Die Bedeutung der Kiefer bei den Bayerischen Staatsforsten</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Natürliche Verbreitung, Standortansprüche, Klimawandel</b> .....	<b>13</b>
3.1 Natürliche Verbreitung der Kiefer .....	13
3.2 Standortansprüche .....	14
3.3 Risiken aufgrund des Klimawandels .....	14
<b>4 Waldschutz</b> .....	<b>18</b>
<b>5 Naturschutz</b> .....	<b>20</b>
<b>6 Ertragskundliche Grundlagen</b> .....	<b>22</b>
6.1 Wachstumstrends in Kiefernbeständen.....	22
6.2 Ertragstafel und Wirklichkeit.....	24
6.3 Dichte und Zuwachs .....	25
6.4 Durchmesserwachstum in Kiefernbeständen .....	26
6.5 Kronendimensionen von Kiefern .....	27
6.6 Mischungseffekt in Kiefernbeständen .....	27
<b>7 Verwendung von Kiefernholz, Produktionsziel</b> .....	<b>29</b>
<b>8 Pflegegrundsätze und Verjüngungskonzept</b> .....	<b>31</b>
8.1 Jungbestandspflege (Oberhöhe bis ca. 12 m).....	32
8.2 Jungdurchforstung (Oberhöhenbereich von 12 – 20 m) .....	34
8.3 Altdurchforstung.....	36
8.4 Praxis-Standardfall: Quereinstieg in der Altdurchforstung .....	37
8.5 Verjüngungsnutzung .....	39
<b>9 Modellrechnungen mit dem Wachstumsmodell SILVA</b> .....	<b>47</b>
9.1 Das Wachstumsmodell SILVA .....	47
9.2 Datenbasis.....	47
9.3 Durchforstung .....	47
9.4 Ertragskundliche Ergebnisse der SILVA-Simulation.....	48
9.4.1 Entwicklung der ertragskundlichen Kenngrößen .....	48
9.4.2 Vergleich von Behandlungsszenarien in der Wertleistung.....	50

<b>Anhang .....</b>	<b>53</b>
Anhang 1: Übersicht zur Kiefer – bessere Standorte (Bon. besser als I.5 Gerh.) .....	53
Anhang 2: Übersicht zur Kiefer – ertragsschwächere Standorte (Bon. I.5 bis II.5 Gerh.) ..	54
Anhang 3: Entscheidungshilfe zum Quereinstieg in der Altdurchforstung .....	55
Anhang 4: Bodenverwundung zur Einleitung von Kiefern-Naturverjüngung .....	56
Anhang 5: Literaturverzeichnis .....	60
Anhang 6: Verzeichnis der Abkürzungen.....	61

## Vorwort

**von Prof. Dr. Dr. Reinhard Mosandl, Lehrstuhl für Waldbau, Technische Universität München**

Die Waldkiefer, lateinisch *Pinus silvestris*, ist eine Baumart der Superlative. Sie hat von allen Nadelbaumarten Eurasiens das größte Verbreitungsgebiet, das sich von Spanien über ganz Europa hinweg bis in die Mongolei erstreckt. Im Norden erreicht sie im nördlichen Norwegen fast die polare Waldgrenze und im Süden kommt sie noch im Pontus-Gebirge in der Türkei vor. Die Kiefer ist darüber hinaus die Baumart mit der größten Standortsamplitude: Sie kann sowohl trockene wie nasse als auch saure bis alkalische Standorte besiedeln, d.h. es gibt kaum einen Waldstandort, auf dem die Kiefer nicht wachsen könnte. Die Kiefer ist aber unter den heimischen Koniferen auch die Baumart mit der größten Zahl an phytophagen Insekten: Mehr als 100 Arten fressen an der Kiefer. Dazu kommt, dass die Kiefer auch von abiotischen Schadursachen ganz besonders stark heimgesucht wird: Sie ist die Nadelbaumart mit dem größten Schneebruchrisiko und der größten Waldbrandgefährdung.

Die Kiefer ist auch morphologisch eine äußerst vielgestaltige Erscheinung: Das Spektrum reicht von der knorrigen breitkronigen Tieflandkiefer bis hin zur feinastigen schmalkronigen Höhenkiefer und macht deutlich, dass bei der Begründung von Kiefernbeständen die Wahl der geeigneten Provenienz ganz entscheidend ist. So vielfältig wie die Erscheinung ist auch die Verwendungsmöglichkeit der Kiefer: Neben der Holzverwendung für Bau- und Konstruktionsholz, für Holzwerkstoffe, für die Papier- und Zellstoffherstellung oder für die thermische Energiegewinnung sind auch die aus dem Harz der Kiefer gewonnenen ätherischen Öle nach wie vor gefragte Produkte. Aber auch die nicht monetär bewerteten Leistungen von Kiefern können sich sehen lassen: Uralte, aufgrund ihres Pfahlwurzelsystems stabile Kiefernüberhälter sind eine landschaftsästhetische Bereicherung und viele Höhlen- und Horstbäume sind ein Gewinn für den Naturschutz.

Im von den Bayerischen Staatsforsten (*BaySF*) bewirtschafteten Wald nimmt diese faszinierende Baumart eine Fläche von etwa 120.000 Hektar ein, was ca. 17 % der Holzbodenfläche der *BaySF* ausmacht. Vor allem in der Oberpfalz und in Mittel- und Oberfranken gibt es noch ausgedehnte Kiefernareale, die in Zeiten entstanden sind, als es galt, durch Streunutzung und Kahlhiebe degradierte Flächen möglichst rasch und sicher wieder aufzuforsten. In den nächsten Jahrzehnten werden die Kiefernanteile im Bayerischen Staatswald jedoch deutlich zurückgehen, was nicht in erster Linie an den von den *BaySF* gewählten Bestockungszielen liegt, sondern an der Eigenart der Baumart Kiefer, die zwar omnipotent erscheint, in der Konkurrenz mit anderen Baumarten aber zumeist ins Hintertreffen gerät. Die Einstellung der Streunutzung und die zunehmenden Stickstoffeinträge aus der Luft haben zu einer erheblichen Standortverbesserung geführt, so dass hier wieder konkurrenzstärkere Nadel- und Laubbaumarten wachsen können, die der Kiefer das

Leben schwer machen. Der Verzicht auf Kahlhiebe und auf Bodenverwundung tun ein Übriges, um die lichtbedürftige und auf Rohbodenverhältnisse angewiesene Baumart Kiefer bereits in der Verjüngungsphase zu benachteiligen. Es ist deshalb abzusehen, dass ohne aktive waldbauliche Hilfe der Kiefernanteil im Bayerischen Staatswald langfristig wieder auf den Stand zurückgehen wird, der von Natur aus vorherrschen würde und der vermutlich nicht viel mehr als 3 % der Holzbodenfläche ausmachen würde. Ein rein an natürlichen Prozessen ausgerichteter Waldbau kann den dramatischen Rückgang der Kiefer demnach nicht aufhalten. Man wird teilweise ganz bewusst „gegen die Natur“ arbeiten müssen, wenn man substanzielle Kiefernanteile erhalten möchte.

Das Kiefern-Behandlungskonzept der *BaySF*, das in der Pflegephase auf eine frühzeitige Auswahl von 150 Z-Bäumen und deren konsequente Förderung setzt, ist dazu geeignet der Kiefer wieder zu mehr Raum und Bedeutung in den bayerischen Wäldern zu verhelfen. Mit den in der Richtlinie in der Erntephase vorgesehenen gezielten starken Aufflichtungen zur Förderung der Kiefernaturverjüngung, die mit der Entnahme von unter- und zwischenständigen Bäumen sowie nicht selten auch mit Bodenverwundungen einhergehen, werden waldbauliche Handlungsempfehlungen gegeben, die der Kiefer auf größeren Flächen wieder eine Chance in der Folgebestockung verschaffen. Die Frage, ob diese aktiven, bewusst in die natürliche Entwicklung eingreifenden Maßnahmen ökologisch und ökonomisch gerechtfertigt sind, sollte von der Gesellschaft bejaht werden. Im Sinne eines möglichst breiten Baumartenportfolios, das mögliche künftige Risiken abpuffert, ist eine Beteiligung der vielseitigen Kiefer, der man auch bei sich ändernden Klimabedingungen ein großes Anpassungspotential zutrauen darf, auf alle Fälle wünschenswert. Bei der Wiederaufforstung von Windwurfflächen sollte man deshalb auf entsprechenden Standorten vermehrt auch wieder an die Pflanzung von Kiefern denken. Auch die Wertastung und der Überhalt von Kiefern erscheinen bei entsprechenden Voraussetzungen als sinnvoll. Die Baumart Kiefer, welche den Menschen in vielen Notzeiten bei der Wiederbestockung von Kahlfächen geholfen hat, sollte nun, da sie selbst durch die Übermacht der anderen Baumarten in Not gerät, nicht im Stich gelassen werden. Dazu möge die vorliegende Kiefern-Richtlinie der *BaySF* beitragen.

## 1 Ziele des Konzepts

Das vorliegende Konzept stellt die Leitlinien der Bayerischen Staatsforsten (*BaySF*) für die waldbauliche Behandlung von Kiefern- und Kiefern-mischbeständen auf regulär bewirtschaftbaren Standorten dar. Es baut auf den Erfahrungen unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, bisherigen waldbaulichen Konzepten sowie aktuellen waldbaulichen und waldwachstumskundlichen Erkenntnissen auf. Wie bereits bei den Baumarten Fichte und Buche bewährt, wurden die Grundsätze für die Bewirtschaftung von Kiefern- und Kiefern-mischbeständen auch im Rahmen von Workshops mit zahlreichen Beschäftigten der *BaySF* sowie Vertretern aus Forstverwaltung und Wissenschaft ausgearbeitet.

Die Kiefer ist in den *BaySF* nach der Fichte der zweithäufigste Nadelbaum und im Anteil mit der Buche gleichauf – ihre waldbauliche Situation stellt sich jedoch grundlegend anders dar als bei diesen beiden Baumarten: Aus den bekannten forstgeschichtlichen Gründen und aufgrund der Veränderung der Standortverhältnisse befindet sich der weit überwiegende Anteil der Kiefer in Beständen höheren Alters (Altdurchforstung, Verjüngungsnutzung). Zudem stehen diese Altbestände teilweise lichter als waldbaulich und waldwachstumskundlich erwünscht. Kiefernjungbestände und Kiefern-Naturverjüngung fehlen weitestgehend. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung stellt sich daher ernsthaft die Frage, wie der Baumart Kiefer mittel- bis langfristig eine angemessene Zukunft im Bayerischen Staatswald gesichert werden kann.

Diese Ausgangslage prägt die beiden wichtigsten Zielsetzungen der neuen „Kiefernrichtlinie“:

1. Das Konzept soll eine der Baumart Kiefer angepasste, optimierte waldbauliche Behandlung der flächenmäßig derzeit stark dominierenden Kiefernaltdurchforstungsbestände gewährleisten und somit für die Anwendung im „Quereinstieg“ geeignet sein. Unter besonderer Beachtung der notwendigen Bestockungsdichte (Grundfläche) sollen hier durch eine ertrags- und zuwachsoptimierte Kronenpflege an bis zu 150 Zielbäumen bemessene kontinuierliche Nutzungsmöglichkeiten sichergestellt und längere Hiabsruhephasen vermieden werden. Eine zu starke Absenkung der Grundfläche (unter etwa 25 m<sup>2</sup> je Hektar), z. B. in Form von „Entrümpelungshieben“, ist in jedem Fall tabu – sie führen zu starken und länger anhaltenden Zuwachsverlusten und sind waldbaulich sowie ökonomisch schädlich.
2. Die Kiefer soll mit einem waldbaulich und standörtlich angemessenen Anteil an der nächsten Waldgeneration aktiv und planmäßig beteiligt werden. In den auch künftig geeigneten Bereichen (ärmere Standorte vor allem der Oberpfalz sowie in Mittel- und Oberfranken) werden führende Kiefernbestände mit einem ausreichend hohen Anteil standortgemäßer Mischbaumarten erhalten bzw. begründet. Dagegen soll der Kiefer in denjenigen Bereichen Bayerns, in denen sie zwar heute in den Altbeständen oft noch hohe Anteile aufweist, wo sich aber aufgrund der deutlichen Verbesserung der Standorte bereits vielfach ein spontaner Bestockungswechsel insbesondere hin zu Laubholz abzeichnet (z. B. im westlichen Franken), noch ein bemessener

Anteil als Mischbaumart gesichert werden. In beiden Fällen soll dies praktisch ausschließlich über Naturverjüngung erfolgen, die ggf. aktiv durch situationsangepasste Bodenverwundung unterstützt werden muss. Im Ausnahmefall kann die Kiefer auf geeigneten Standorten auch künstlich eingebracht werden.

Aber auch für die Behandlung – heute stark unterrepräsentierter – jüngerer Kiefern- und Kiefern-mischbestände gibt das Konzept Leitlinien vor. In der Jungdurchforstung werden je Hektar etwa 150 vitale, gesunde und qualitativ gute Zielbäume (Kiefern und ggf. Mischbaumarten) frühzeitig markant gefördert und herausgearbeitet. Die gegenüber Fichte und Buche höhere Zielbaumzahl ist erforderlich, um eine ausreichende Gesamtwuchsleistung zu gewährleisten. In der Altdurchforstung beschränken sich Eingriffe auf eine zwar bemessene, aber stetige Kronenpflege der Zielbäume. Ab einem Alter von etwa 100 Jahren erreichen auf besseren Standorten erste Zielbäume einen BHD von etwa 45 cm, sodass eine differenzierte Zielstärkennutzung einsetzen kann und der Bestand je nach Bestockungszieltyp räumlich und zeitlich geordnet allmählich verjüngt wird. Über ausreichend lange Verjüngungszeiträume – je nach Bestockungsziel bis zu 50 Jahre und mehr – werden gruppen- bis kleinbestandsweise gemischte und strukturierte Mischbestände geschaffen.

Mit dem angestrebten Zielsortiment L 3a/L 3b der Qualität B/C werden die absehbaren Anforderungen des Holzmarktes berücksichtigt. Um allerdings darüber hinaus in bemessenem Umfang auch wertvolleres Starkholz (Zielstärke etwa 60 cm BHD) zu erzielen, sollen – statt einer großflächigen und systematischen Astung – 10 bis 20 Altbäume je Hektar längerfristig ausreifen; ein klassischer stammzahlreicher Überhalt ist dagegen aufgrund der allgemeinen Standortverbesserung nicht erforderlich und wird auch wegen der heute vielfach zu beobachtenden hohen Abgänge nicht mehr angestrebt.

Das vorliegende Pflege- und Verjüngungskonzept greift sowohl grundlegende als auch aktuelle Fragen der Kiefern bewirtschaftung auf und bietet praxistaugliche Lösungen an; es stellt für die mit der Waldbewirtschaftung konkret betrauten Beschäftigten damit eine geeignete Leitlinie und einen Rahmen dar, um die waldbaulichen Zielsetzungen der Bayerischen Staatsforsten in der Praxis umsetzen zu können.

Die Ausarbeitung des Konzepts oblag der „Arbeitsgruppe Waldbau“. Ihren Mitgliedern Norbert Flierl, Matthias Gibhardt, Michael Hollersbacher, Hans Mages (Leiter der Arbeitsgruppe), Markus Neufanger, Alexander Schnell, Dr. Heinz Utschig und Heinrich Wimmer gebührt dafür besonderer Dank.

Regensburg, im August 2014



Reinhard Neft, Vorstand



Walter Falzl, Bereichsleiter Waldbau,  
Naturschutz, Jagd und Fischerei

## 2 Die Bedeutung der Kiefer bei den Bayerischen Staatsforsten

Mit einem Flächenanteil von 16,5 % und einem Vorratsanteil von 14,9 % ist die Kiefer in den Wäldern der *BaySF* nach Fichte (43,6 %/51,8 %) und Buche (17,4 %/17,2 %) die dritthäufigste Baumart sowie mit Abstand die zweitwichtigste Nadelbaumart. Sie prägt das Waldbild insbesondere in Mittel- und Teilen Oberfrankens sowie in der Oberpfalz.

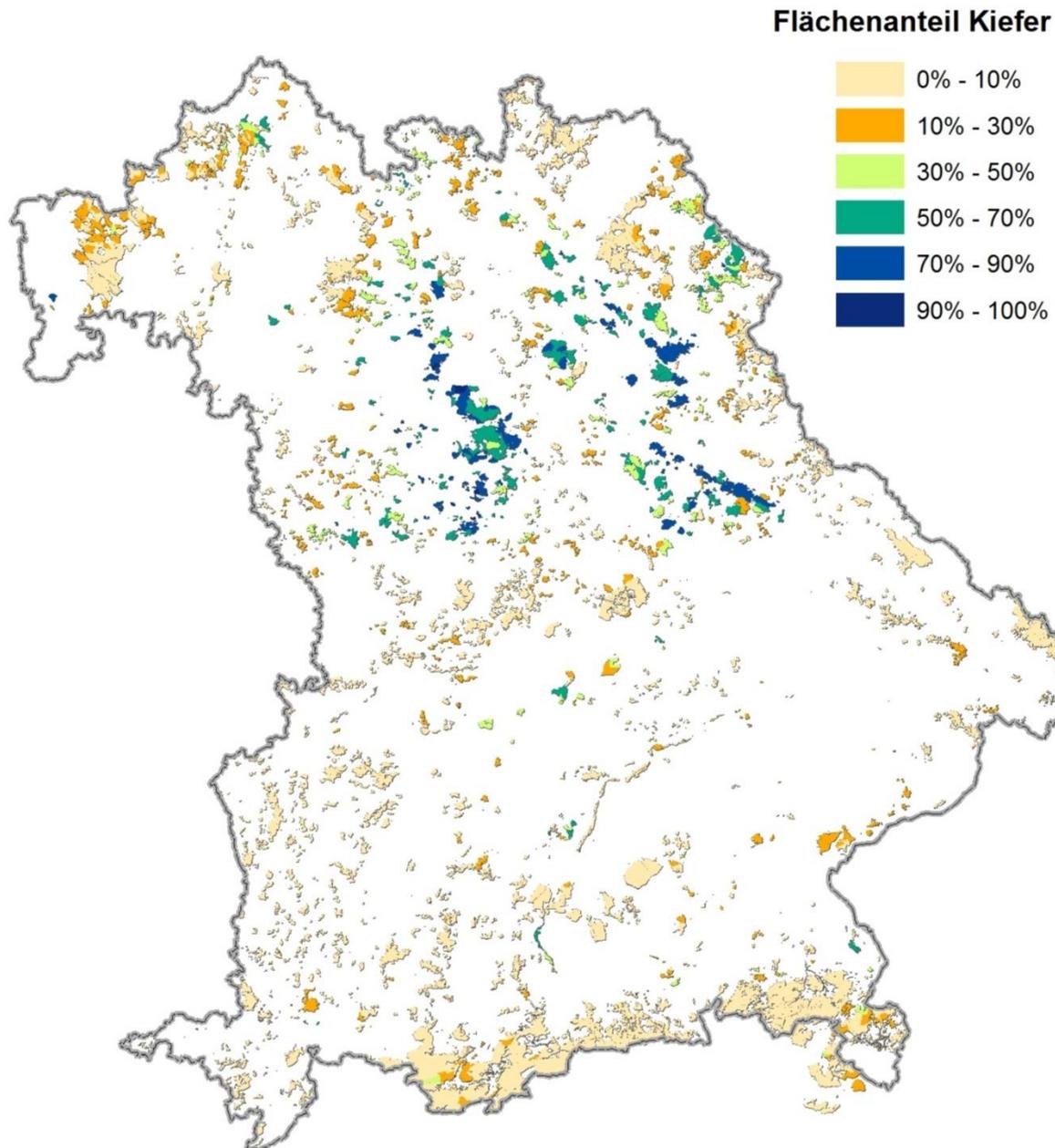


Abb. 1: Prozentuale Flächenanteile der Baumartengruppe Kiefer, dargestellt nach Distrikten (Quelle: FE-Datenbank Liste 26, Juni 2013).

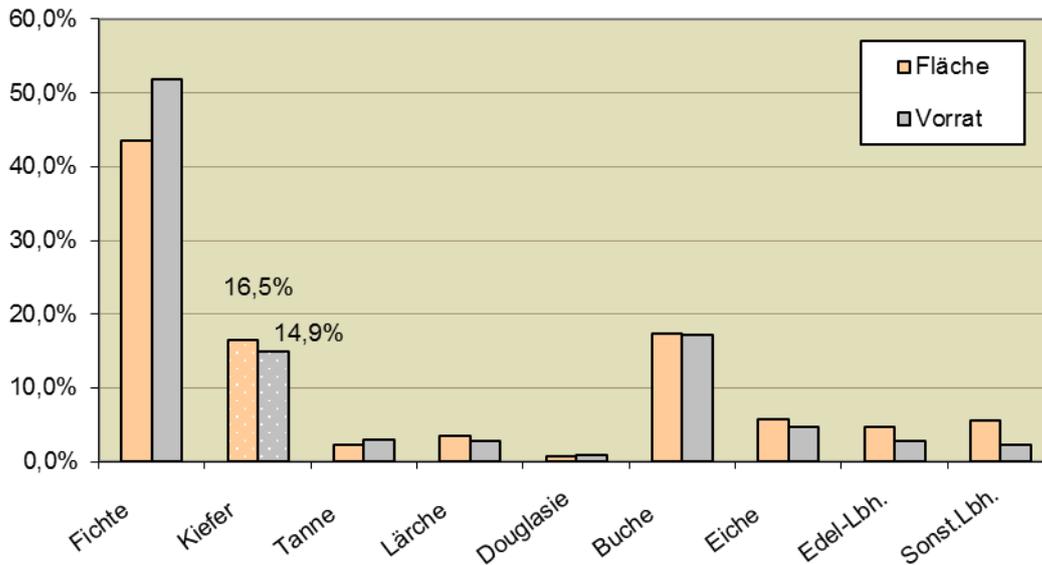


Abb. 2: Flächen- und Vorratsverteilung nach Baumartengruppen für BaySF gesamt; Quelle: FE-Datenbank Liste 26 und 28 (Juli 2013).

Die Kiefer kommt rein auf rd. 56.000 Hektar und führend in Mischung mit anderen Baumarten auf rd. 38.000 Hektar vor. Es dominieren die Altersklassen von über 80 Jahren, wobei den größten Flächenanteil mit rd. 41.000 Hektar (44 % der Gesamtfläche) die 81 bis 120 Jahre alten Wälder einnehmen. Die von der Kiefer rein oder führend eingenommene Fläche bis 40 Jahre ist stark unterrepräsentiert, wobei der außerordentlich geringe Umfang an Kiefer in der ersten Altersklasse (bis 20 Jahre) von lediglich rd. 845 Hektar (= 0,9 % der Gesamtfläche) besonders auffällt.

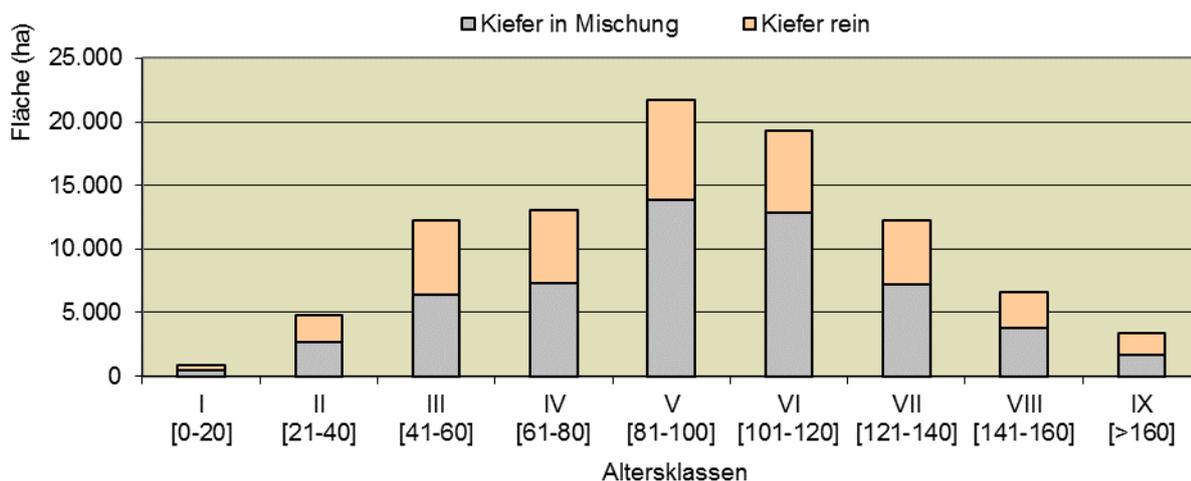


Abb. 3: Führende Kiefer (Inventurpunkte mit Waldkiefernanteil > 50 %) und Kiefer rein (Inventurpunkte mit Waldkiefernanteil > 90 %); Quelle: FE-Datenbank Liste 26 (Stand Juli 2013).

Diese Altersstruktur spiegelt sich auch in der Verteilung der Kiefernfläche nach Nutzungsarten wider: Altdurchforstung und Verjüngungsnutzung dominieren stark, während Jungdurchforstung und v. a. Jungbestandspflege nur sehr geringe Anteile aufweisen.

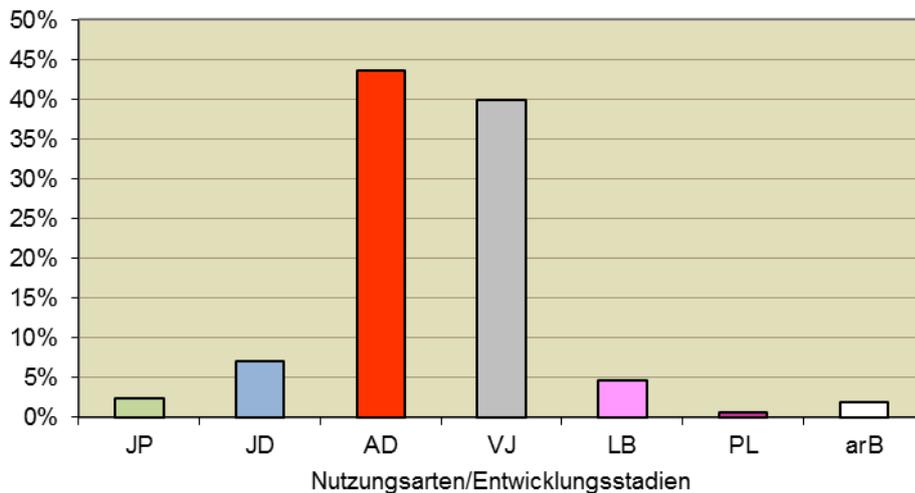


Abb. 4: Flächenverteilung der Baumartengruppe Kiefer nach Nutzungsarten; Quelle: FE-Datenbank Liste 26 (Stand Juli 2013).

Der Anteil der Waldkiefer an der Vorausverjüngung ist aufgrund ihres ausgeprägten Lichtbaumarten-Charakters mit 2 % (ca. 5.050 Hektar), bezogen auf alle Nutzungsarten, gering und hat in den zurückliegenden Jahrzehnten sowohl absolut als auch anteilig stark abgenommen.

Diese Entwicklung kommt auch im Allgemeinen Bestockungsziel (ABZ 50) zum Ausdruck: Die aktuellen Forsteinrichtungsoperare zum Geschäftsjahr 2014 weisen der Baumartengruppe Kiefer hier einen künftigen Anteil von rd. 8,7 % zu. Verglichen mit dem derzeitigen Flächenanteil von rd. 16,5 % wird sich demnach der Kiefernflächenanteil in den nächsten 50 Jahren in etwa halbieren. Der Durchschnittsvorrat der Baumartengruppe Kiefer ist von 1994 bis 2014 von 285 auf 348 Erntefestmeter o. R. (Efm) je Hektar angestiegen. Dabei ist in den BHD-Stufen bis 29 Zentimeter ein Rückgang, in den der BHD-Stufen ab 30 Zentimeter ein Aufbau des Vorrates zu verzeichnen.

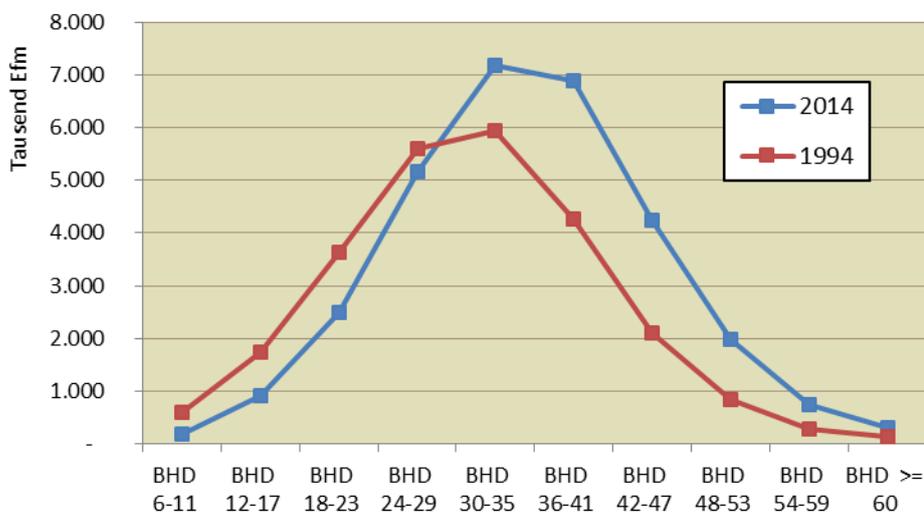


Abb. 5: Vorratsverteilung der Kiefer nach BHD-Stufen für die Jahre 1994 und 2014, Quelle: FE-Datenbank Liste 28 (Stand 1994 und 2014).

Der nachhaltige jährliche *BaySF*-Hiebsatz der Baumartengruppe Kiefer lag im Durchschnitt der Geschäftsjahre 2006 bis 2013 bei rd. 873.000 Efm. Der durchschnittliche Jahreseinschlag betrug im selben Zeitraum rd. 841.000 Efm.

Nach jedem Großsturmereignis (Vivian/Wiebkke 02/1990, Lothar 12/1999 und Kyrill 01/2007) wurde der Kieferneinschlag zu Gunsten der Aufarbeitung von Fichtenschadholz jeweils deutlich reduziert. Insgesamt wurde somit die geplante nachhaltige Holznutzung in der Kiefer nicht ganz realisiert.

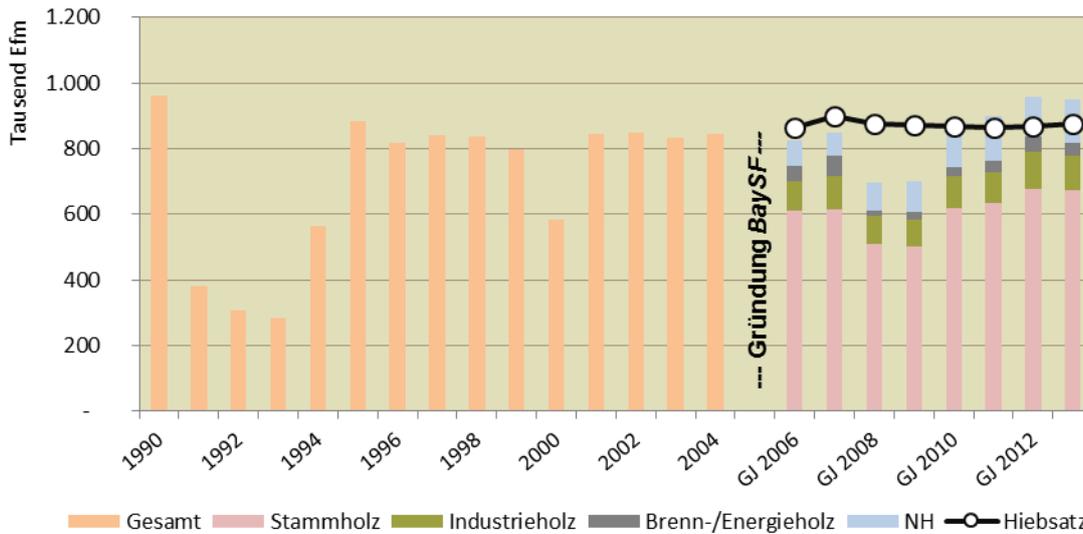


Abb. 6: Einschlag und Hiebsatz der Baumartengruppe Kiefer seit 1990 bis Geschäftsjahr (GJ) 2013; Quellen: Statistikband 2004 – Bayerische Staatsforstverwaltung (1990 bis 2004), ab GJ 2006 Nachhaltigkeitsberichte der *BaySF*, Hiebsatz der aktuellen Forsteinrichtungsoperate; Eine Aufteilung des Hiebsatzes nach Baumartengruppen und Hauptsortimenten wurde erst mit Gründung der *BaySF* eingeführt.

### 3 Natürliche Verbreitung, Standortansprüche, Klimawandel

#### 3.1 Natürliche Verbreitung der Kiefer

Die Kiefer war neben der Birke die erste Baumart, die im Zuge des nacheiszeitlichen Klimawandels große Teile Mitteleuropas besiedelte und erst nach und nach von konkurrenzstärkeren Baumarten auf nährstoffarme Trocken-, Feucht- und Nassstandorte zurückgedrängt wurde. Unter heutigen Klimabedingungen würde sich die Kiefer von Natur aus nur noch in standörtlichen Extrembereichen, also an den Rändern ihres physiologischen Toleranzbereiches, behaupten können. So konnten sich an Steilhängen entlang der Föhnbahnen in den Alpen primäre Reliktföhrenwälder ebenso erhalten wie kleine Areale auf Dünen in Mittelfranken, in den Sandgebieten der Oberpfalz oder auf quarzreichen Felskuppen des Pfahls (Walentowski et al., 2006; Küster, 1998).

Die Karte der regionalen natürlichen Waldzusammensetzung in Bayern (Abb. 7) verdeutlicht die von Natur aus gegebene Dominanz von Buchen- und Laubwaldgesellschaften. Die derzeitigen Kiefernanteile pro Wuchsgebiet können ebenfalls der Abb. 7 entnommen werden. Demnach ist die Kiefer (wie auch die Fichte) stark überrepräsentiert, da ihr aktueller Bestockungsanteil um ein Vielfaches höher ist als er von Natur aus wäre.

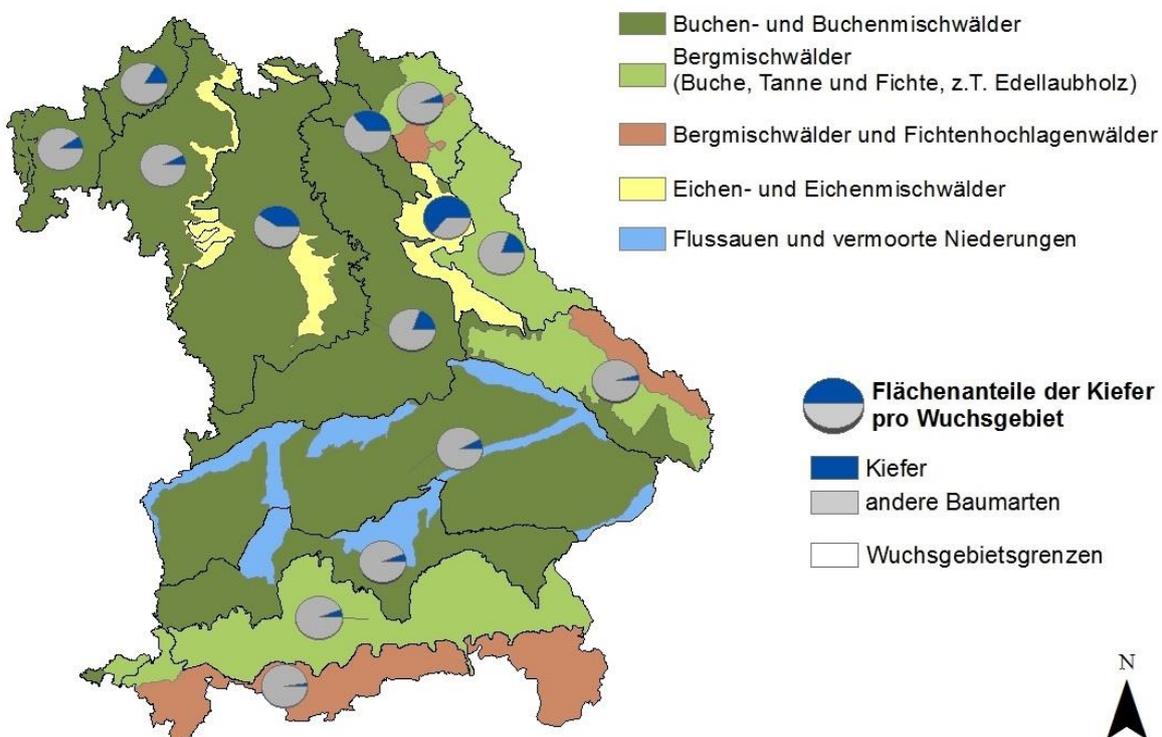


Abb. 7: Regionale natürliche Waldzusammensetzung, verändert nach Walentowski et al. (2006). Dargestellt sind die dominierenden Waldgesellschaften getrennt nach Wuchsgebieten und jeweils der aktuelle Kiefernflächenanteil der BaySF (Stand 2013).

### 3.2 Standortansprüche

Die Waldkiefer ist eine konkurrenzschwache, lichtbedürftige Pionierbaumart. Hinsichtlich des Standorts ist sie sehr genügsam. Sie stellt sowohl an die Nährstoffversorgung als auch an den Wasserhaushalt des Bodens sowie die klimatischen Bedingungen nur geringe Ansprüche und kommt wie kaum eine andere Baumart mit extremen Verhältnissen zurecht. Sie besiedelt sowohl sehr trockene Standorte einschließlich kalkreicher Böden als auch Feucht- und Nassstandorte bis hin zu Mooren und gedeiht auf natürlichen wie künstlichen Rohböden.

Die Hauptvorkommen der Kiefer finden sich daher auf von Natur aus ärmeren und durch die Nutzungsgeschichte (Streunutzung) degradierten Standorten, z. B. in der Oberpfalz und in Mittelfranken. Hier kommt der Beachtung der Nährstoffnachhaltigkeit besondere Bedeutung zu (vgl. Arbeitsanweisung Nährstoffmanagement WNJF-AA-005). Auf nährstoffreicheren bzw. gut wasserversorgten Standorten neigt die Kiefer zu einem brauschen Wachstum und entsprechend schlechterer Holzqualität.

### 3.3 Risiken aufgrund des Klimawandels

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Waldkiefer weist eine sehr weite klimatische Amplitude auf, der Schwerpunkt liegt allerdings in kühl-trockenen Regionen. Abb. 8 zeigt, dass unter den bisherigen klimatischen Bedingungen das Klimarisiko für die Kiefer in Bayern überwiegend gering bis sehr gering war. Gemäß Prognose für das Jahr 2100 (Abb. 9) wird sich dieses Risiko im Zuge des Klimawandels spürbar erhöhen, insbesondere in den bereits jetzt warm-trockenen Klimabereichen (z. B. Unter- und Mittelfranken). Dagegen wird das Klimarisiko in der Oberpfalz und in Oberfranken, wo höhere Kiefernanteile aus waldbaulicher und standörtlicher Sicht auch in Zukunft angestrebt werden, als gering bis sehr gering eingeschätzt.

In den wärmeren Regionen Bayerns ist in Kiefern-mischbeständen auf großer Fläche ein spontaner und dynamischer Bestockungswandel hin zu klimatoleranten Laubbäumen (Buche, Eiche) zu beobachten. Anders stellt sich die Situation für viele Kieferbestände insbesondere in Ostbayern dar, in denen häufig flächig zwischen- und unterständige Fichte beigemischt ist, die in die Kiefernkronen drängt und sich freudig verjüngt bzw. Kiefern-naturverjüngung verhindert. Kritisch ist dies auf bereits jetzt mäßig trockenen bis mäßig frischen oder aber wechselfeuchten Standorten, die für die Fichte künftig noch weniger als bereits heute geeignet sein werden bzw. ein sehr hohes Klimarisiko aufweisen. Der Entwicklung hin zu instabilen, hoch risikobehafteten mehr oder weniger reinen Fichtenbeständen muss hier zielgerichtet und konsequent entgegengewirkt werden, insbesondere durch die planmäßige Sicherung eines angemessenen Kiefernanteils an der künftigen Bestockung. Insgesamt betrachtet ist jedoch die Umbaudringlichkeit von Kiefernbeständen selbst bei höheren Risikostufen als deutlich niedriger einzuwerten als die von Fichtenbeständen, womit sich ein

größerer zeitlicher Spielraum für den Waldumbau ergibt. Risikomindernd – auch im Hinblick auf den Waldschutz (siehe Kapitel 4) – wirkt die grundsätzliche waldbauliche Zielsetzung, im Rahmen von Pflege- und Verjüngungsmaßnahmen auf einen ausreichenden Anteil an Mischbaumarten hinzuarbeiten.

Bei waldbaulichen Entscheidungen muss berücksichtigt werden, dass in Bayern unterschiedliche Ökotypen der Kiefer – früher auch als Klimarassen bezeichnet – vorkommen. Diese haben sich durch natürliche Selektion an die jeweiligen Umweltbedingungen ihres Lebensraums angepasst und unterscheiden sich von anderen Ökotypen genetisch und physiologisch; vor allem in Wüchsigkeit, Form und Schütteeanfälligkeit variieren sie stark. So fällt die „Selber Höhenkiefer“ oder „Vogtländische Höhenkiefer“ aus den nordostbayerischen Mittelgebirgen durch besondere Geradschaftigkeit, Feinastigkeit und Wipfelschäftigkeit auf während z. B. die „Darmstädter Kiefer“ am Untermain oft krummwüchsig ist und breit ausladende Kronen entwickelt.

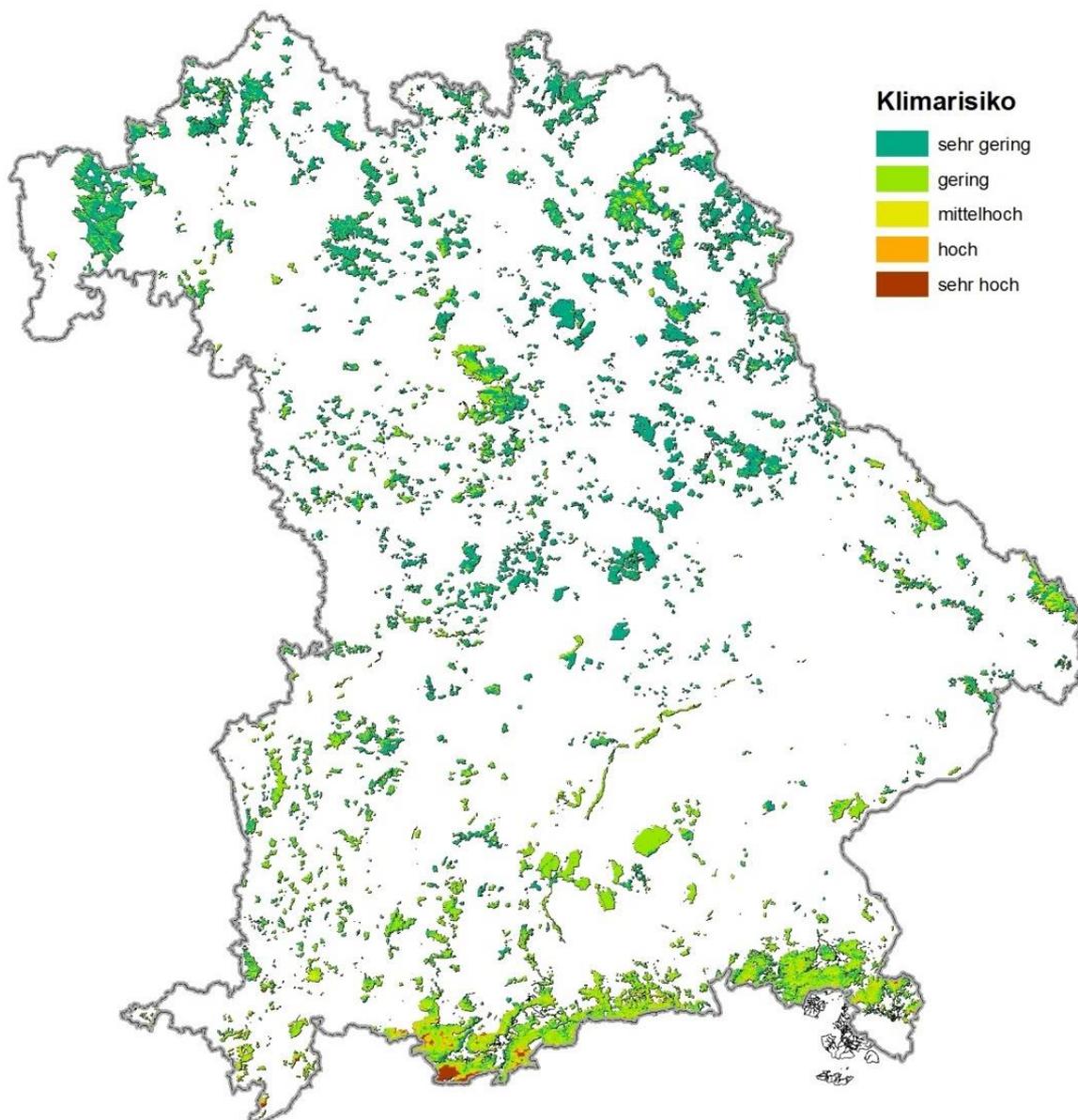


Abb. 8: Klimarisikokarte der Kiefer auf den Flächen der BaySF für das Jahr 2000; Quelle: LWF 2013.

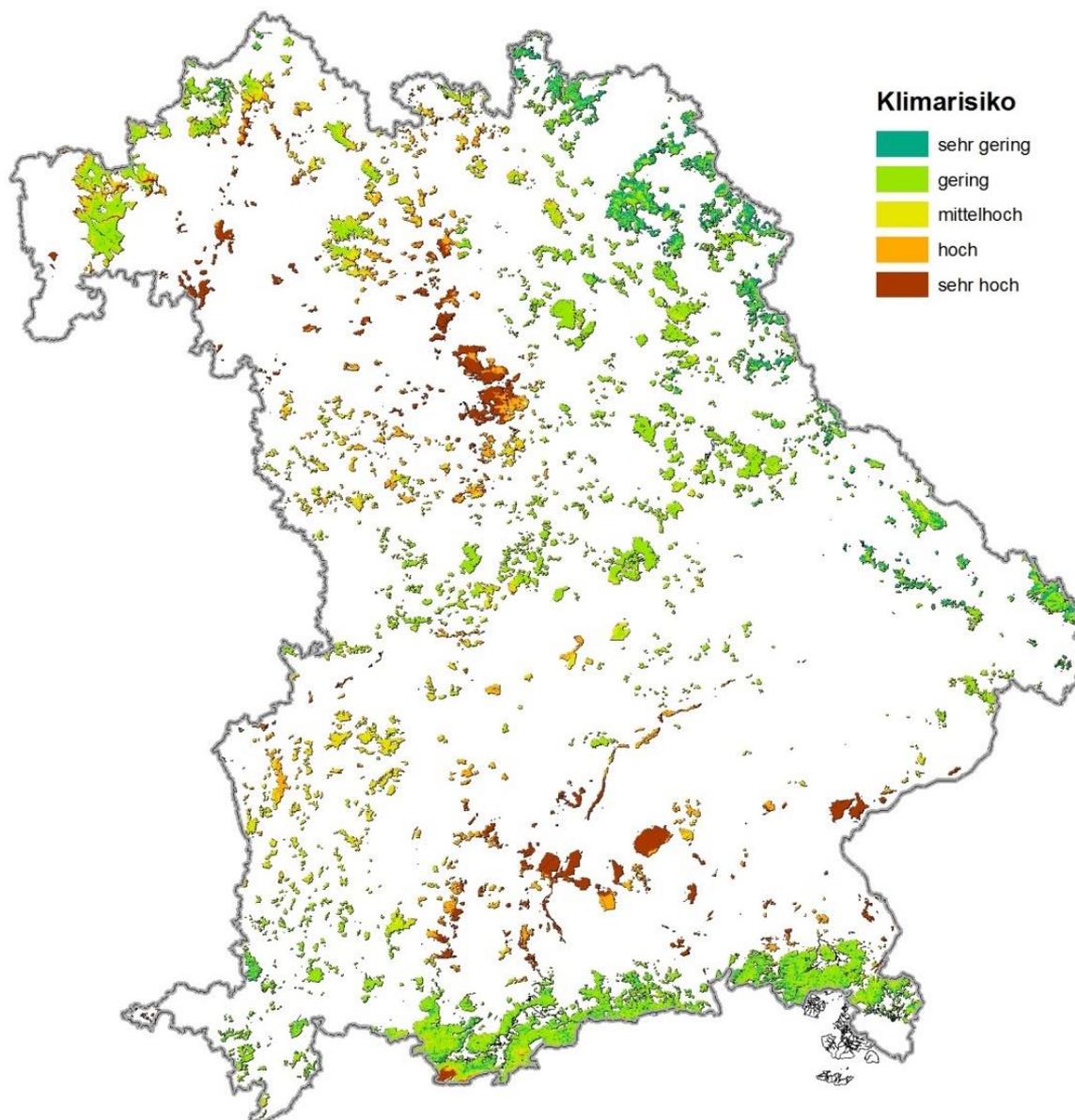


Abb. 9: Klimarisikokarte der Kiefer auf den Flächen der BaySF für die Jahr 2100; Quelle: LWF 2013.

## 4 Waldschutz

Die Kiefer gilt als Baumart mit einer Vielzahl abiotischer und biotischer Gefährdungen.

So weisen Kiefernbestände unter entsprechenden Witterungsbedingungen eine hohe Waldbrandgefahr auf. Insbesondere Kieferndickungen und -stangenhölzer sind stark durch Nassschnee und Eis- oder Duftanhang gefährdet.

Unter allen heimischen Nadelbaumarten weist die Waldkiefer die höchste Zahl phytophager Insektenarten auf, wobei allerdings größere Kalamitäten in den letzten Jahrzehnten in Bayern nicht mehr aufgetreten sind. Die Kiefernborckenkäferarten Großer und Kleiner Waldgärtner, der Zweizähnlige Kiefernborckenkäfer und nach neueren Erkenntnissen auch der Kupferstecher stellen derzeit und voraussichtlich auch in Zukunft die größte biotische Bedrohung der Kiefer durch Forstinsekten dar. Von den Schmetterlingsarten sind die Kieferneule, die Nonne und in deutlich geringerem Umfang auch der Kiefernspanner von Bedeutung; die Gefährdung durch die Nonne könnte in Folge des Klimawandels noch deutlich zunehmen. Heidelbeerspanner, Kiefernchwärmer und Kiefernspinner können demgegenüber für Bayern als unbedeutend eingestuft werden. Der Kiefernbuschhornblattwespe kommt in Verbindung mit dem Diplodia-Triebsterben (s. u.) möglicherweise zukünftig eine sehr hohe Bedeutung zu. In zunehmendem Umfang ist an offenbar vorgeschädigten (Trockenstress) oder abrupt freigestellten Altkiefern neben weiteren Schaderregern (v. a. Borckenkäferarten) ein Befall durch den Blauen Kiefernprachtkäfer als Sekundärschädling zu beobachten. Die so durch mehrere Ursachen stark geschwächten Bäume sterben vielfach binnen kurzer Zeit ab.



Abb. 10: Blauer Kiefernprachtkäfer (Foto: ©entomart, Wikimedia Commons)

Ein Befall mit dem ursprünglich aus Nordamerika stammenden Kiefernholz-nematoden wurde in Deutschland bisher noch nicht festgestellt. Die nur ca. 1 mm großen Fadenwürmer befallen ausgewachsene Bäume aller Kiefernarten und können sie in wenigen Monaten zum Absterben bringen. In Europa ist der Kiefernholz-nematode erstmals im Jahr 1999 in Portugal aufgetreten und

droht sich trotz sofort ergriffener europaweiter Gegenmaßnahmen auszubreiten. So gab es in mehreren europäischen Ländern bereits erste Funde lebender Kiefernholz-nematoden in Verpackungsmaterial.

Der Befall der Kiefer durch die Mistel scheint in Folge des Klimawandels eine zunehmende Bedeutung zu erlangen. Insbesondere der Wasserentzug durch diesen Halbschmarotzer verschärft die Wuchsbedingungen in Trockenperioden für die jeweilige Wirtspflanze erheblich.

Die Waldkiefer scheint auch einer großen Zahl von Nadel-, Trieb- und Rindenpilzen ein geeignetes Substrat zu bieten (Butin, 1996). Hallimasch und Wurzelschwamm sind als Erreger bodenbürtiger Fäulen von größerer Bedeutung; andere Holzfäulepilze wie z. B. Kiefern-Braunporling, Krause Glucke und Kiefern-Feuerschwamm spielen dagegen eine deutlich untergeordnete Rolle.

In den vergangenen Jahren zeigt sich in der Tendenz ein verstärktes Auftreten verschiedener Erreger der Kiefernadelbräune sowie des in erster Linie aus subtropischen Klimabereichen bekannten Diplodia-Kieferntriebsterbens, das z. B. in Sachsen-Anhalt – nach vorausgehendem Kahlfraß durch die Kiefernbuschhornblattwespe (s. o.) – zum großflächigen Absterben von Kiefernbeständen führte.

Empfindliche Schäden an Kiefernjungwüchsen bzw. Naturverjüngung kann die Kiefernschütte anrichten, insbesondere wenn sie durch höhere Luftfeuchte und Luftruhe unter (zu dichtem) Schirm des Altbestandes begünstigt wird. Erwähnenswert ist schließlich der Kienzopf, der von zwei Rostpilzen verursacht wird und in fast allen Kiefernbeständen zu finden ist.

Insgesamt ist aufgrund der prognostizierten Klimaveränderungen (Erwärmung; mildere, feuchte Winterwitterung) zu erwarten, dass zukünftig die Mehrzahl der Schadinsekten und Pilze begünstigt wird und sich daher die Waldschutzsituation für die Kiefer eher verschärft. Darauf deuten z. B. großflächige Absterbeerscheinungen der Waldkiefer im Schweizer Wallis hin, die auf eine Komplexerkrankung (Vorschädigung, starker Mistelbefall, Borkenkäferbefall) im Zusammenwirken mit ungünstiger werdenden Klimabedingungen zurückgeführt werden (Rigling et al., 2006).

Als Vorsorge-Strategie wird daher künftig im Rahmen von Pflege und Verjüngung ein ausreichender Mischbaumartenanteil, möglichst kombiniert mit Unter- und Zwischenstand, in Kiefernbeständen angestrebt, um deren Widerstandskraft gegenüber Schadeinflüssen, insbesondere Massenvermehrungen von Schadinsekten, zu stärken.

## 5 Naturschutz

Die in Bayern vorkommenden **Kiefernwälder** sind – bedingt durch die Nutzungsgeschichte – nahezu ausschließlich sekundären Ursprungs (z. B. Kahlfächenaufforstungen, Streunutzung etc.). Natürliche Kiefernwaldgesellschaften sind in Bayern nur auf Sonderstandorten kleinstflächig verbreitet (Walentowski et al., 2006):

- Sauerhumus- bzw. Flechten-Kiefernwälder auf sehr nährstoffarmen, trockenen Sanden sowie Waldkiefern-Moorwälder v. a. im Mittelfränkischen Becken sowie im Oberpfälzer Becken- und Hügelland
- Schneeheide- bzw. Karbonat-Kiefernwälder des Alpenrandes und der Fränkischen Alb

Alle diese Relikt-Waldgesellschaften sind Lebensraum für sehr seltene Tier- und Pflanzenarten und daher überwiegend als Biotop nach § 30 BNatSchG bzw. Art. 23 BayNatSchG gesetzlich geschützt, teilweise genießen sie auch europäischen Schutzstatus als FFH-Lebensraumtyp (91T0 Mitteleuropäische Flechten-Kiefernwälder, 91U0 Kiefernwälder der sarmatischen Steppe und 91D2\* Waldkiefern-Moorwald). Bedingt v. a. durch Stickstoffeinträge ist die Fläche dieser für die Erhaltung der Biodiversität sehr bedeutsamen Pflanzengesellschaften in den letzten Jahrzehnten erheblich geschwunden.

Für eine reguläre Waldbewirtschaftung haben diese Flächen praktisch keine Bedeutung. Vielmehr geht es darum, die sehr seltenen und naturschutzfachlich hochwertigen Vorkommen dieser Waldgesellschaften zu identifizieren und sicher zu stellen, dass sie bei Maßnahmen der Waldbewirtschaftung nicht beeinträchtigt werden. Soweit erforderlich sollten derartige Flächen durch naturschutzfachlich begleitete Pflegemaßnahmen gezielt entwickelt werden, beispielsweise mit dem Ziel der Schaffung und Erhaltung von lichten Waldstrukturen als Lebensraum für Ziegenmelker, Heidelerche oder Baumpeiper; ein weiteres Handlungsfeld ist die Renaturierung von Mooren.

Waldgeschichtlich betrachtet ist die **Kiefer als Pionierbaumart** für verschiedenste Waldgesellschaften eine Art „Vorläuferbaumart“. Auch heute noch sind sehr viele Insekten- und Pilzarten relativ eng an die Kiefer gebunden; daher kommt in dieser Hinsicht der Kiefer eine besondere Rolle unter den Nadelbaumarten zu.

Vor allem in ansonsten strukturarmen Fichtenreinbeständen stellt die Kiefer als Mischungs- und Strukturelement sowie als Biotopbaum häufig eine erhebliche ökologische Bereicherung dar. Eine besondere Bedeutung für den Naturschutz haben nicht selten Kiefern-Alt bäume – vielfach mit der ursprünglichen Zielsetzung Überhälter – wenn sie entsprechende Strukturen wie Höhlen, Pilzkonsolen oder Horste aufweisen (Biotopbäume, Methusalem-Bäume).



Abb. 11: Ziegenmelker (Foto: Andreas Ebert)

In Kiefernwirtschaftswäldern werden Naturschutzbelange in erster Linie im Rahmen des naturnahen Waldbaus gemäß Naturschutzkonzept der *BaySF* beachtet. Biotopbäume wie Horst- oder Höhlenbäume werden gezielt erhalten, stehendes wie liegendes Totholz wird belassen bzw. angereichert. In Kiefernreinbeständen wird besonderes Augenmerk auf die Erhaltung und Förderung von Mischbaumarten, v. a. der Weichlaubhölzer Aspe, Birke und Weide etc. gerichtet, da diese Baumarten Strukturelemente darstellen, Insekten Blütennahrung bieten und aufgrund ihrer Kurzlebigkeit frühzeitig Totholz bilden. Schließlich werden auch in Kiefernwirtschaftswäldern, insbesondere auf schwächeren Standorten, spezifische Artenschutzmaßnahmen für seltene und gefährdete Kiefernwald-Arten umgesetzt.

## 6 Ertragskundliche Grundlagen

Als lichtbedürftige Pionierbaumart kulminiert die Kiefer im Vergleich zu Fichte und Buche sehr früh im Höhenzuwachs und lässt dann stark nach (Abb. 12). Bei Betrachtung des Volumenzuwachses ist dieser unterschiedliche Charakter der Baumarten noch ausgeprägter. Diese grundsätzliche Relation zwischen den Baumarten hat sich über die Zeit nicht grundlegend verändert und gilt heute noch. Deswegen ist die Startphase für die Entwicklung der Kiefer entscheidend: Nur sehr frühe – idealerweise in der Phase der Kulmination des Höhenzuwachses stattfindende – markante Eingriffe haben deutliche und anhaltende Wirkung; in der Konkurrenz mit anderen Baumarten (Mischbestand) muss sie vorwüchsig sein, um auf Dauer mithalten zu können. Bei verspäteten Eingriffen zeigt die Kiefer nur noch eine geringe Fähigkeit, ihre Krone auszubauen.

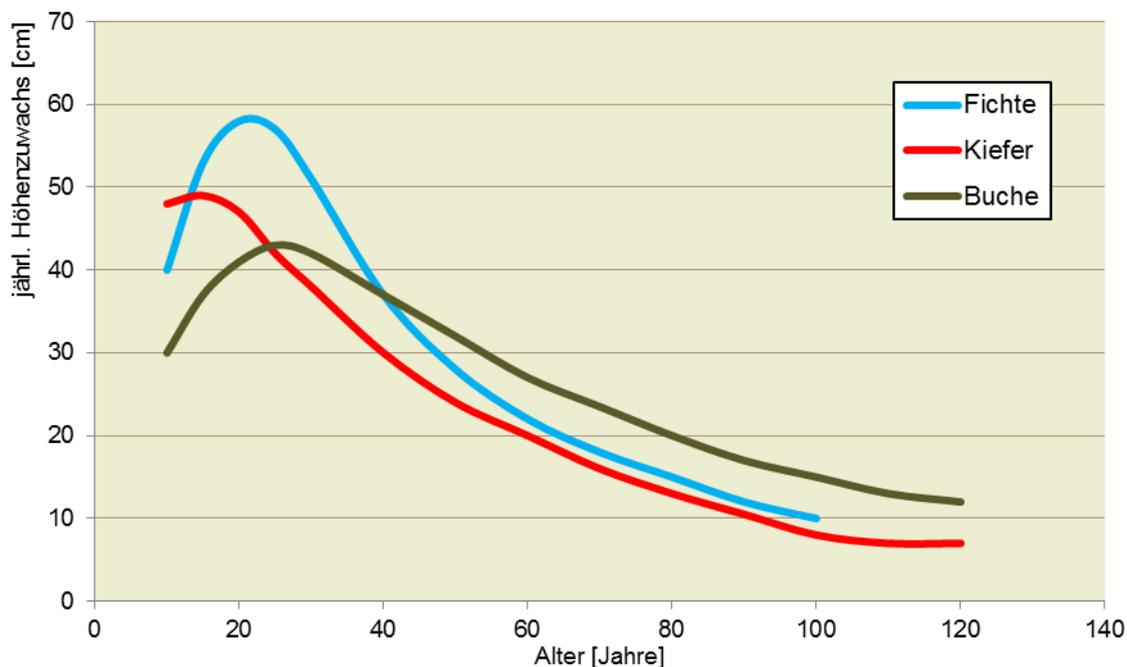


Abb. 12: Jährlicher Höhenzuwachs am Einzelbaum für die Baumarten Fichte, Kiefer und Buche (verändert nach v. GUTTENBERG, 1885).

### 6.1 Wachstumstrends in Kiefernbeständen

Die Kiefer besetzt in Bayern meist die wuchsschwächeren Standorte. Gerade dort hat sich die Situation für das Waldwachstum durch den Wegfall der Streunutzung, den erhöhten Stickstoffeintrag, die erhebliche Reduktion der Schwefeldioxid-Belastung und die ablaufende Klimaänderung in den letzten Jahrzehnten stark verbessert. Daher zeigt die Kiefer starke positive Wachstumsveränderungen (KÜSTERS et al., 2004; PRETZSCH, 1985).

Die Wachstumsänderung am Einzelbaum gibt Abb. 13 (links) wieder. An älteren Kiefern hat in den letzten Jahrzehnten ein erneutes moderates Höhenwachstum eingesetzt, die Bäume weisen erkennbar eine neue aufgesetzte Krone auf. Dieses Phänomen wurde von PRETZSCH (1985) intensiv beschrieben und untersucht.

Bezogen auf den Bestand summieren sich die Einzelbaumreaktionen zu einer deutlichen Veränderung der Wachstums- und Zuwachsgrößen. Ein Indikator hierfür ist der laufende Volumenzuwachs auf Versuchsflächen. So zeigen z. B. die Parzellen der Versuchsflächen Kulmbach (KUL) und Schnaittenbach (SNA), dass die tatsächlichen Zuwachsverläufe deutlich von den Rahmenwerten der Ertragstafel Wiedemann abweichen (Abb. 13 rechts). Der laufende Volumenzuwachs der Bestände steigt entgegen dem Ertragstafeltrend mit dem Alter an und schneidet das gesamte Wertefeld der Ertragstafel Wiedemann. Die Wuchsleistung der Bonität I.0 wird deutlich übertroffen.

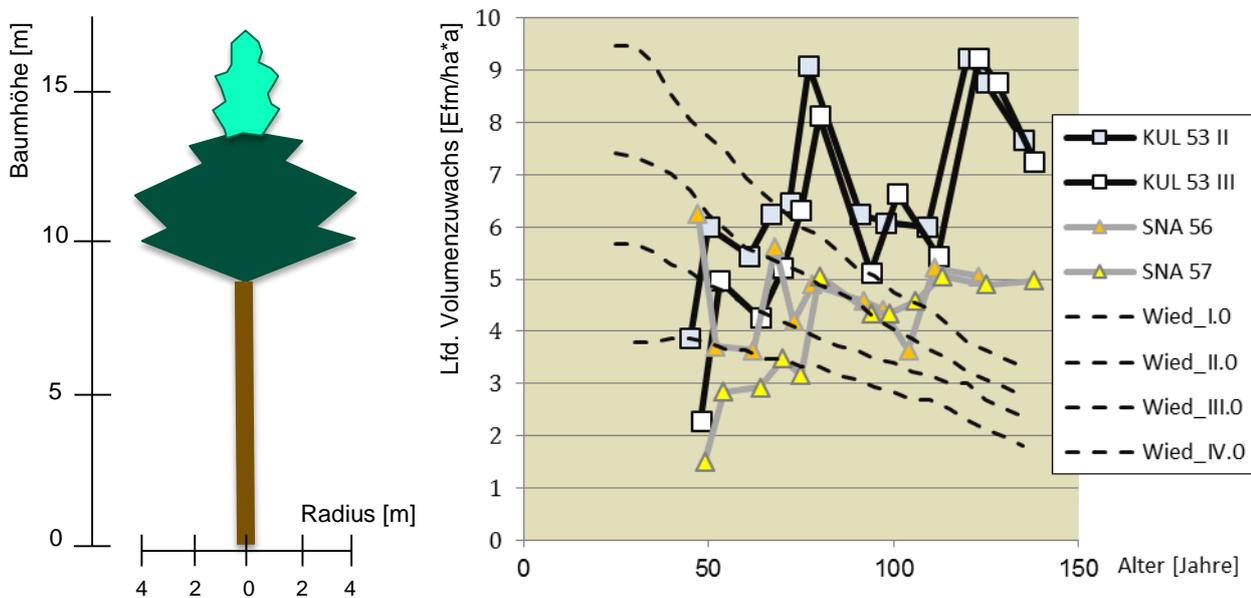


Abb. 13: Zuwachsänderungen am Einzelbaum und im Bestand. Links: Verändertes Höhenwachstum einer Altkiefer (PRETZSCH, 1985); das Höhenwachstum wird in spätem Alter noch einmal fortgesetzt. Rechts: Laufender Volumenzuwachs auf den Versuchsflächen Kulmbach (KUL) 53 Parzellen II und III und Schnaittenbach (SNA) 56 und 57 im Vergleich zur Ertragstafel Wiedemann (Wied.) mäßige Durchforstung (Bonität I.0 – IV.0).

Der Bericht zu den Wachstumstrends der Kiefer in Bayern (KÜSTERS et. al., 2004) stellt diese Zusammenhänge umfassend und regional differenziert dar.

## 6.2 Ertragstafel und Wirklichkeit

Zur Bewertung von Wachstumsänderungen bedarf es einer brauchbaren Referenz. Für die Bewertung der Wuchsleistung der Kiefer in Bayern ist die Ertragstafel Wiedemann (1943), eine bundesweit verwendete Ertragstafel, nur bedingt geeignet. Die Ertragstafel Gerhardt (1921) gibt die hohe potenzielle Wuchsleistung in Bezug auf Grundfläche oder Vorrat in bayerischen Kiefernbeständen im Allgemeinen besser wieder (KÜSTERS et al., 2004). Die in der Realität gemessenen Grundflächenwerte liegen jedoch in mittelalten Kiefernbeständen deutlich unter dem Niveau beider Ertragstabellen – Ursache dürften in erster Linie die stärkeren Durchforstungen in diesem Alter sein (Abb. 14 links).

Der Blick auf den laufenden Volumenzuwachs (Abb. 14 rechts) zeigt, dass dieser in der Realität deutlich später kulminiert, als aus den Ertragstabellen hervorgeht – die Kiefernbestände sind also „länger jung“. Allerdings erreichen mittelalte Kiefernbestände die Zuwachswerte der Ertragstabellen nicht, was mit den festgestellten geringeren Grundflächen (s. o.) korreliert. In älteren Kiefernbeständen unterschätzen beide Ertragstabellen den tatsächlichen Volumenzuwachs dagegen deutlich.

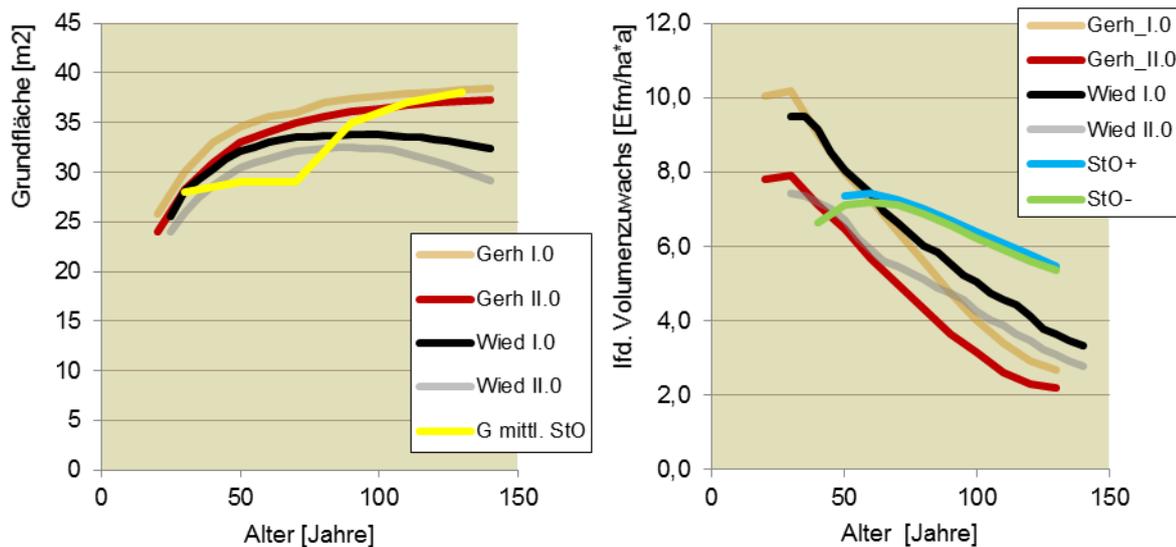


Abb. 14: Links: Vergleich der Grundflächenhaltung gemäß Ertragstafel Wiedemann I.0 und II.0 bzw. Gerhardt I.0 und II.0 mit der tatsächlichen mittleren Grundflächenhaltung auf Standorten durchschnittlicher Wuchskraft (nach KÜSTERS et al., 2004). Rechts: Laufender Volumenzuwachs gemäß Ertragstafel Wiedemann I.0 und II.0 bzw. Gerhardt I.0 und II.0 im Vergleich mit tatsächlichen Zuwachswerten (StO+ = gute, StO- = ungünstige Standorte; nach KÜSTERS et al., 2004).

### 6.3 Dichte und Zuwachs

Der Zuwachs in Waldbeständen hängt von der Wuchskraft des Standortes (Bonität) und der Dichte der Bestockung ab. Für die Bestockungsdichte ist die Bestandesgrundfläche in Quadratmeter ein gutes Maß. Sinkt die Bestandesgrundfläche, so nimmt der Zuwachs ab. Abb. 15 zeigt die Veränderung des Volumenzuwachses in einem 80-jährigen Kiefernbestand der Mittelhöhenbonität I.0 gemäß Ertragstafel Gerhardt (1921) bei Absenkung der Bestandesgrundfläche, ausgehend von einem Bestockungsgrad von 1,0.

Wird, z. B. durch eine Durchforstung, die Grundfläche abgesenkt, so sinkt das Zuwachsniveau. Etwa 80 % des Zuwachses eines voll bestockten Bestandes werden beispielsweise noch bei einer Reduktion der Grundfläche auf rund 27 m<sup>2</sup> geleistet: statt 8,1 Efm/ha\*a wachsen nur noch 6,4 Efm/ha\*a zu. Wird die Bestandesgrundfläche noch weiter abgesenkt, kommt es zu erheblichen Zuwachsverlusten.

Die Dichte-Zuwachsbeziehung in Beständen ist eng mit der Frage nach der Effizienz von Durchforstungen verbunden. Für jede Baumart gibt es typische Zusammenhänge. Die Licht- und Pionierbaumart Kiefer kann bereits in mittelalten Beständen (ab etwa 50 Jahren) stärkere Durchforstungseingriffe bei weitem nicht in dem Maße durch Mehrzuwachs kompensieren wie andere Baumarten. So führt eine Reduktion der Bestandesgrundfläche um etwa 30 % bei der Kiefer zu einem Zuwachsverlust von 20 % (s. o.). Der gleiche Zuwachsverlust tritt bei der Fichte erst bei einer Absenkung der Bestandesgrundfläche um ca. 40 % (BaySF, 2009) und bei der Buche um ca. 50 % (BaySF, 2011) ein.

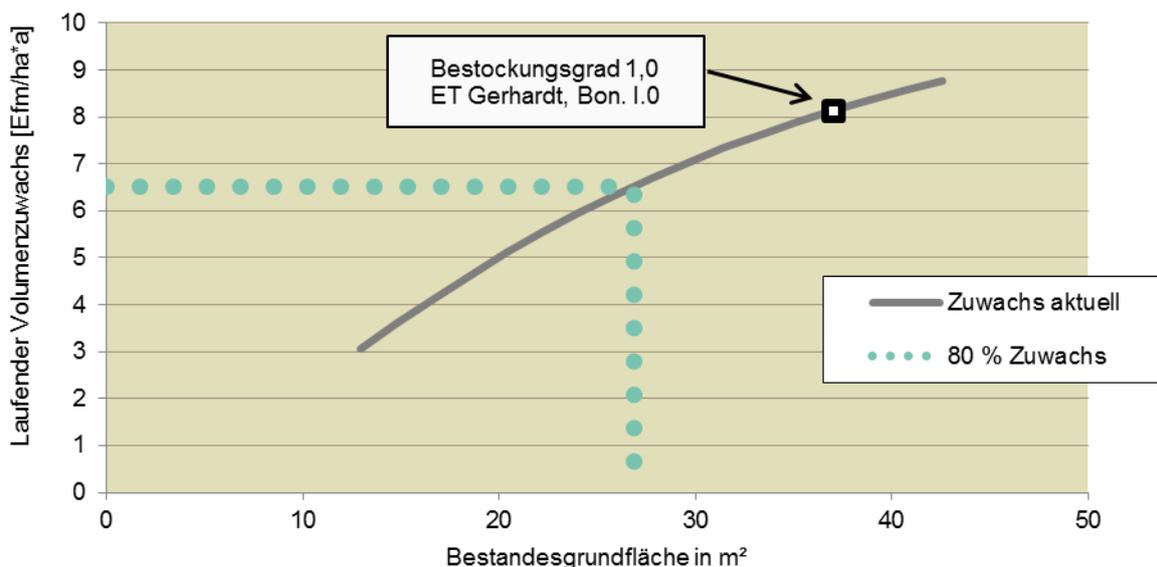


Abb. 15: Volumenzuwachs eines 80jährigen Kiefernbestandes in Abhängigkeit von Bestandesgrundfläche bzw. Durchforstungsstärke. Der Zuwachswert bei Vollbestockung (8,1 Efm/ha\*a) wurde der Arbeit von KÜSTERS et al. (2004) entnommen, die Zuwachsreduktionsfunktion stammt aus einer Arbeit von LEMBCKE et al. (1975). Eingezeichnet ist der Grundflächenwert, bei dem noch 80 % des Zuwachses bei Bestockungsgrad 1,0 geleistet wird.

## 6.4 Durchmesserwachstum in Kiefernbeständen

Die Kiefer erreicht auf vielen Standorten über das Bestandsleben hinweg Jahrringbreiten von durchschnittlich 1 bis 1,5 mm je Jahr (KÜSTERS et al., 2004). Moderne Behandlungsprogramme streben auf besseren Standorten eine Zielstärke (BHD) von mindestens 45 cm und auf schwächeren Standorten von mindestens 40 cm an. Aufgrund der ausgeprägten Borkebildung der Kiefer ist bei der Herleitung der erreichbaren Zielstärken die Rinde mit zu berücksichtigen. In Abb. 16 sind hierzu verschiedene Szenarien dargestellt: Auf mittleren bis guten Standorten (mittlerer Durchmesserzuwachs mit Rinde 4 mm/Jahr) wird ein Durchmesser (BHD) von 40 cm ab einem Alter von etwa 100 Jahren erreicht; bei 45 cm werden 110 bis 120 Jahren benötigt. Bei einem Durchmesserzuwachs von im Mittel 5 mm/Jahr (mit Rinde) auf sehr guten Standorten ist ein BHD von 45 cm bereits ab einem Alter von 90 bis 100 Jahren erreichbar. Auf schwachen Standorten (im Mittel 3 mm/Jahr Durchmesserzuwachs mit Rinde) dauert es dagegen 120 bis 130 Jahre, bis ein Zieldurchmesser von zumindest 40 cm erreicht wird. Sinkt die Wuchsleistung auf entsprechenden Standorten noch deutlicher ab, tritt eine regelmäßige forstliche Bewirtschaftung zunehmend in den Hintergrund (vgl. Kap. 5 Naturschutz).

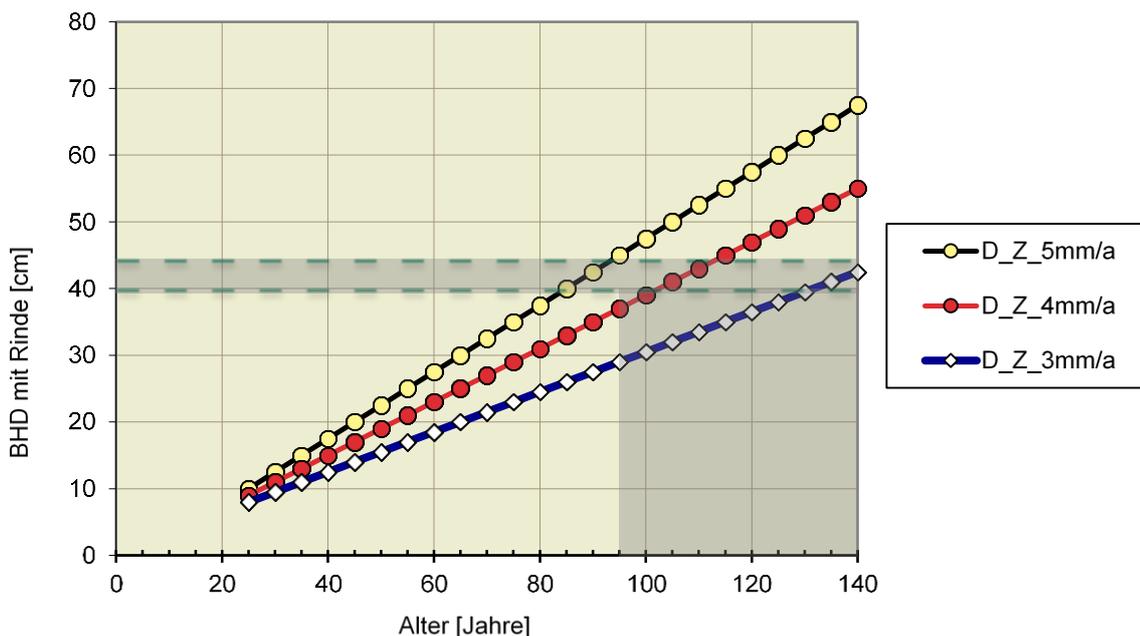


Abb. 16: Durchmesserentwicklung (BHD mit Rinde) der Kiefer in Abhängigkeit von Alter und mittlerer Durchmesserzuwachsleistung (D\_Z) mit Rinde (fünf, vier bzw. drei Millimeter je Jahr). Grau hinterlegt sind der Zielstärkenbereich und der Zeitraum, in dem diese Zielstärke erreicht werden kann.

## 6.5 Kronendimensionen von Kiefern

Der Kronendurchmesser (KD) von Einzelbäumen ist abhängig von deren Förderung (Durchforstung, Bestandesbehandlung) und Alter. Mit Hilfe des Wachstumsmodells Silva (PRETZSCH, 2001) kann, basierend auf einem definierten Behandlungskonzept, der Kronendurchmesser von Einzelbäumen in Abhängigkeit von Brusthöhendurchmesser und Baumhöhe abgeleitet werden. Mittels dieser Funktion ist es möglich, unter Einbeziehung der Standardabweichung die Dimension mittlerer und großer Kronen abzuschätzen. Bei einer konsequenten Zielbaumdurchforstung sind die Werte für großkronige Bäume (Abb. 17; KD\_gross) anwendbar.

Bei einem Mindestdurchmesser am Ende der Durchforstungsphase von etwa 45 cm auf besseren Standorten haben bei einem angenommenen Überschirmungsgrad der Fläche von 70 % rd. 150 solcher großkronigen Kiefern je Hektar Platz. Bei einem Zieldurchmesser von 50 cm in höherem Alter (Phase der Verjüngungsnutzung) sind es dagegen nur noch etwa 130 Stück.

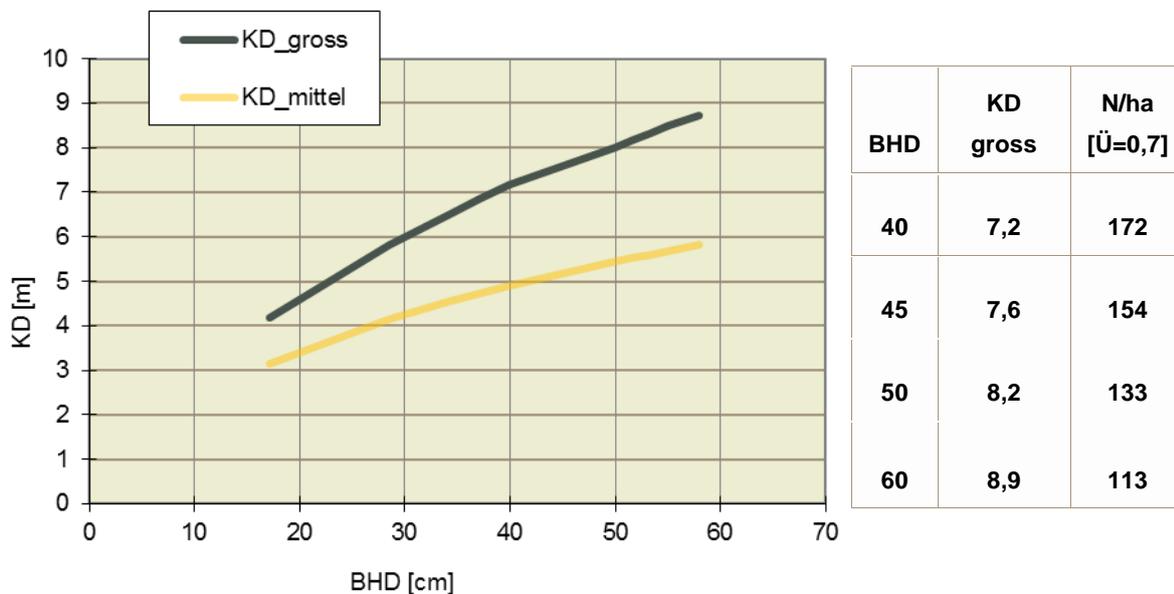


Abb. 17: Abschätzung der Dimension gut gepflegter Kiefernkrone (KD = Kronendurchmesser) in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser (BHD) nach Pretzsch et al. (2002). N/ha: Stückzahl je Hektar, Ü: Überschirmungsgrad.

## 6.6 Mischungseffekt in Kiefernbeständen

Die Kiefer wird in Zukunft zunehmend in Mischbeständen wachsen. Daher kommt der Frage nach der Produktivität von Kiefern-mischbeständen eine besondere Bedeutung zu. KÜSTERS et al. (2004) und PRETZSCH et al. (2013) haben diese Frage intensiv untersucht.

Eine Möglichkeit, die Auswirkung der Mischung zweier Baumarten auf den Zuwachs des Gesamtbestandes stark vereinfacht aufzuzeigen, ist die Erstellung von Kreuzdiagrammen (Abb. 18). Hat die Mischung der Baumarten keinen Effekt, ist sie also neutral, so würde sich die Produktivität

entlang der gestrichelten Linien für die einzelnen Baumarten und den Gesamtbestand entwickeln. Positive Abweichungen davon zeigen Mehrleistungen, negative Abweichungen Minderleistungen an. Bei der in Abb. 18 exemplarisch dargestellten Mischung von Kiefer und Buche zeigen beide Baumarten positive Mischungseffekte, die sich für den Gesamtbestand zu einem deutlichen Zuwachsgewinn bei mittleren Mischungsanteilen summieren. Ein Mischbestand aus Kiefer und Buche produziert also grundsätzlich deutlich mehr an Biomasse als die Summe der Reinbestände der beteiligten Baumarten (gestrichelte Linien). Hauptgrund hierfür ist die effektivere Raumnutzung bei einer Mischung verschiedener Baumarten; daneben führt die Mischung auch zu einer effizienteren Nutzung bzw. zu einer Aufbesserung des Standortes (Mykorrhiza, Humus). Dieser positive Mischungseffekt ist daher umso ausgeprägter,

- je inniger die Mischung von Licht- und Schattbaumarten (Raumnutzung) und
- je ärmer der Standort ist.

In der Praxis bedürfen die Mischungsverhältnisse räumlich wie zeitlich der waldbaulichen Steuerung, um die positiven Effekte auf Dauer bestmöglich zu nutzen bzw. eine potenzielle Umkehrung in einen negativen Konkurrenzeffekt (z. B. Bedrängung/Ausfall von Kiefer durch Einwachsen zwischenständiger Buchen in den Hauptbestand) zu vermeiden.

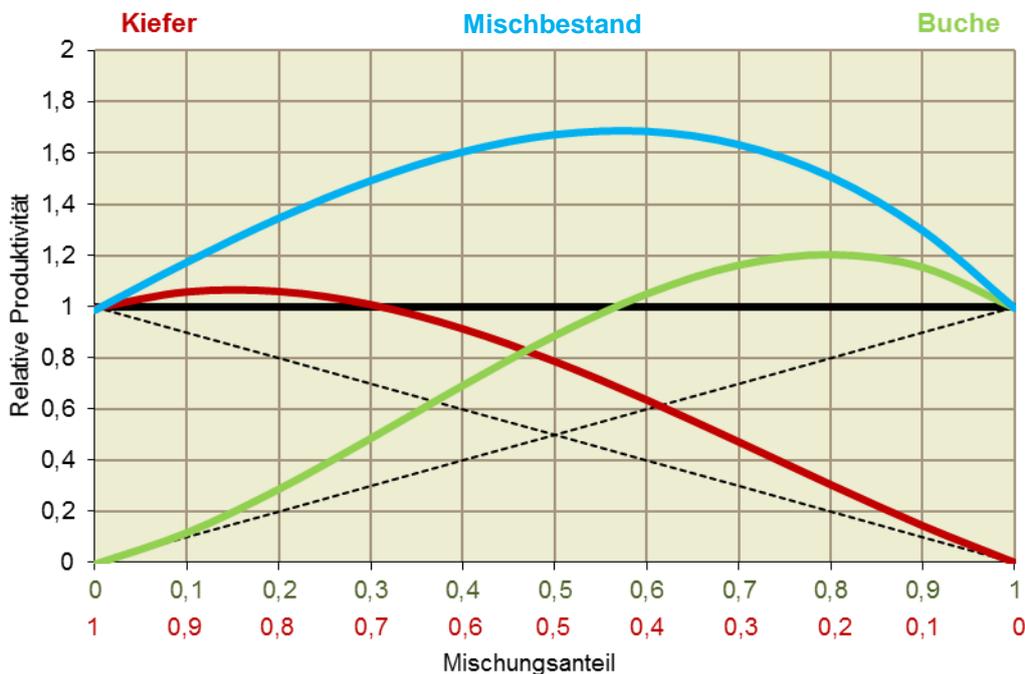


Abb. 18: Vereinfachte schematische Darstellung des Mischungseffektes von Kiefer und Buche als Kreuzdiagramm. Die gestrichelten Linien zeigen den Anteil der einzelnen Baumarten und die Gesamtproduktivität bei neutralem Mischungseffekt. Die farbigen Linien zeigen den positiven Mischungseffekt (Produktivitätssteigerung) von Kiefer und Buche bei Variation der Mischungsanteile (verändert nach PRETZSCH et al., 2013).

## 7 Verwendung von Kiefernholz, Produktionsziel

Nach der Fichte stellt die Kiefer aus verwertungstechnischer Sicht das wichtigste einheimische Nadelholz dar. Aufgrund guter Witterungsbeständigkeit und Tragfähigkeit sowie wegen ihres dekorativen Aussehens (Verkernung) findet Kiefernholz vielfältig Verwendung im Haus- und Wohnungsbau, im Möbelbau sowie auch im Außenbereich für Holzpflaster und Zäune o. ä. Geringerwertige Sortimente werden zu Verpackungen, Kisten und Paletten verarbeitet. Aus Kiefern-Industrieholz werden Holzwerkstoffe, insbesondere Spanplatten, ebenso hergestellt wie Braunschliiff und Zellstoff für Pappe- und Papierwaren. Schließlich liefert die Kiefer auch gutes Brenn- und Energieholz.

Das in den letzten Jahren eingeschlagene Holz der Baumart Kiefer setzte sich im Durchschnitt aus rund 71 % Stammholz (inkl. Palettenholz), 12 % Industrieholz sowie 4 % Brenn- und Energieholz zusammen. 13 % des Einschlags wurden als NH (nicht verkaufsfertig aufgearbeitetes Holz) gebucht. Im Geschäftsjahr 2013 wurde knapp die Hälfte des verbuchten NH zu Brennholz (rd. 35%) und Hackschnitzel (rd. 14%) weiterverarbeitet. Die Güteverteilung des Stammholzes belief sich im Durchschnitt der vergangenen Jahre auf 76 % Güteklassen B und BC, 10 % Güteklasse C sowie 14 % der Güteklassen CD und D; deutlich weniger als ein Prozent des Stammholzes wurde als Güteklasse A sortiert.

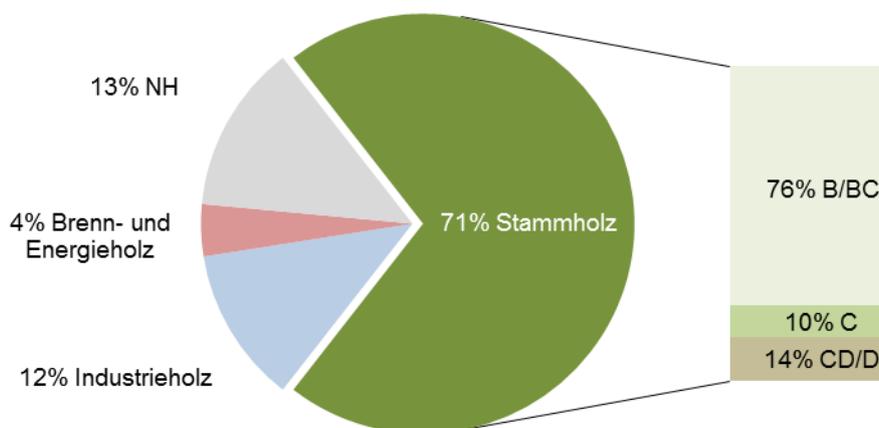


Abb. 19: Kieferneinschlag der BaySF (Durchschnitt der Jahre 2006 bis 2013) aufgeteilt auf Sorten und Güteklassen beim Stammholz.

Güteanforderungen an B/C-Qualität sind Frische, Gesundheit und Geradschaftigkeit. Gemäß der Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR) ist die zulässige Krümmung abhängig von der Stärkeklasse, gesunde, verwachsene sowie nicht verwachsene Äste sind bei Güte B bis 5 cm, bei Güte C bis 8 cm Durchmesser zulässig.

Die **Erlöse für Kiefernholz** sind dem Trend der Fichte folgend in den vergangenen Jahren stetig angestiegen. Der Durchschnittserlös über alle Verkaufsorten lag im Geschäftsjahr 2013 bei 60,38 Euro/Efm, der Durchschnittserlös für Stammholz bei 69,43 Euro/Efm. **Kiefernwertholz** – geradschaftige, astfreie und gut verkernte Kiefernerrdstämme ab Stärkeklasse 4

zur Verwendung als hochwertiges Schneideholz – war in früheren Jahrzehnten ein vorrangiges Produktionsziel der Kiefernwirtschaft; es wird heute jedoch nur noch in sehr begrenztem Umfang nachgefragt, v. a. da für klassische Verwendungszwecke (z. B. Fensterbau) mittlerweile günstigere Konkurrenzprodukte den Markt dominieren. So sank die Menge der bei den Meistgebotsterminen in Himmelkron und Litzendorf angebotenen Kiefernwerthölzer seit Ende der 1990er Jahre von über 3.000 Efm auf nunmehr deutlich unter 1.000 Efm. Demgegenüber war allerdings in der Tendenz ein Anstieg des Durchschnittserlöses auf derzeit etwa 175 Euro/Efm zu verzeichnen.

In Anbetracht dieser Situation und unter Berücksichtigung der weiteren absehbaren Marktentwicklung soll in erster Linie ein möglichst hoher Anteil an **Kiefern-Stammholz der Qualität B/C**, daneben aber auch **in bemessenem Umfang** weiterhin **Kiefern-Wertholz** produziert werden.

Ausgehend von den waldwachstumskundlichen Grundlagen sowie den Marktgegebenheiten leitet sich daher für die waldbauliche Behandlung der Kiefer folgendes **Produktionsziel** ab:

- **Auf besseren Standorten wird ab einem Alter von 100 Jahren eine Zielstärke von mindestens 45 cm BHD (Zielsortiment L 3b bei Langholz) angestrebt**
- **Auf schwächeren Standorten wird ab einem Alter von 110 Jahren eine Zielstärke von mindestens 40 cm BHD (Zielsortiment L 3a bei Langholz) angestrebt**
- **Zur Erzeugung von Wertholz soll eine bemessene Anzahl überdurchschnittlich guter Kiefer längerfristig ausreifen und eine Zielstärke von mind. 60 cm BHD auf besseren bzw. mind. 55 cm BHD auf schwächeren Standorten erreichen (Zielsortiment L 5)**

Eine **großflächige und standardmäßige Astung** von Kiefern zur Erzeugung von Wertholz **ist nicht vorgesehen**; sie kommt nur in Ausnahmefällen (z. B. Selber Höhenkiefer) bei sehr günstigen Rahmenbedingungen in Betracht. Die grundsätzliche Entscheidung hierüber wird in diesen Fällen im Rahmen der Forsteinrichtung getroffen.

## 8 Pflegegrundsätze und Verjüngungskonzept

Die Pflegegrundsätze für Jungbestände (JP), Jungdurchforstung (JD) und Altdurchforstung (AD) gelten für **führende Kiefernbestände** auf regulär bewirtschaftbaren Standorten und sollen den „roten Faden“ für eine von Grund auf ertrags- und zuwachsoptimierte Kiefernbewirtschaftung darstellen. In der Praxis dominieren meist ältere, bisher anders behandelte Kiefernbestände, auf die das Konzept – mit gewissen Modifikationen – im „Quereinstieg“ anzuwenden ist (Kapitel 8.4).

Grundsätze für die Behandlung von Kiefern- und Kiefern-mischbeständen - Orientierungshilfe für bessere/schwächere Standorte -					
Alter	bess. StO	bis ca. 20 J.	20 - 50 J.	50 - 100 J.	ab ca. 100 J.
	schw. StO	bis ca. 30 J.	30 - 60 J.	60 - 110 J.	ab ca. 110 J.
Bestandes- oberhöhe	bess. StO	bis 12 m	12 m - 20 m	20 m - 28 m	ab ca. 28 m
	schw. StO	bis 12 m	12 m - 20 m	20 m - 25 m	ab ca. 25 m
Nutzungsart		<b>JP</b> 	<b>JD</b> 	<b>AD</b> 	<b>VJ</b> 
Eingriffsart		Jungwuchs- bzw. Dickungspflege	Zielbaumdurchforstung	Kronenpflege	Verjüngung und Zielstärkennutzung
Maßnahmen		Mischbaumartenpflege / Sicherung der Kandidaten  (in Ausnahmefällen vorgezogene Zielbaumdurchforstung)	Förderung der Zielbäume (inkl. Mischbaumarten)	Maßvolle Kronenpflege an Zielbäumen (inkl. Mischbaumarten)	Einleitung der Verjüngung durch baumartenangepasste Verjüngungsverfahren / Zielstärkennutzung
Anzahl Zielbäume bzw. Kandidaten je Hektar		ca. 150	ca. 150	ca. 150	
Zahl der Eingriffe (in 10 Jahren)		0-1	1-2	1	abhängig vom Bestockungsziel
Entnahmemenge	bess. StO		Bis 35 Efm/ha und Eingriff (max. 45 Efm/ha inkl. Feinerschließung)	max. 50 Efm/ha und Eingriff	abhängig vom Bestockungsziel
	schw. StO		Bis 30 Efm/ha und Eingriff (max. 40 Efm/ha inkl. Feinerschließung)	max. 45 Efm/ha und Eingriff	abhängig vom Bestockungsziel

Das Konzept findet sowohl auf besseren wie auf ertragsschwächeren Standorten Anwendung. Unterschiede bestehen in den Altersrahmen bzw. den Oberhöhen (ab AD) und bei den Entnahmemengen.

Mit zunehmendem Mischbaumartenanteil im Bestand nimmt die Anzahl der Zielbäume sukzessive ab. Wenn die Kiefer selbst im Bestand nur noch als Mischbaumart beteiligt ist (Anteil unter 50 %), werden in Anlehnung an die Bewirtschaftungsgrundsätze zur Fichte und zur Buche nur mehr rund 100 Zielbäume pro Hektar über alle beteiligten Baumarten hinweg angestrebt. Innerhalb von Kiefern-Gruppen oder -Horsten bleibt es für die (Kiefern-)Zielbäume allerdings bei durchschnittlich 8 m Abstand (rechnerisch 150 Kiefern-Zielbäume je Hektar Kiefer).

## 8.1 Jungbestandspflege (Oberhöhe bis ca. 12 m)

**Ziel:** Gegen Ende der JP sollen je Hektar ca. 150 stabile, vitale und qualitativ gute (geradschaftig, nicht grobastig, symmetrische Krone) Kandidaten im Abstand von ca. 6 – 10 m vorhanden sein. Erwünschte Mischbaumarten sind ausreichend beteiligt und gesichert.

### Maßnahmen:

1. Sicherung der Mischbaumarten
2. Prüfung und ggf. Sicherung der Kandidaten
3. Bei besonderer Schneebruchgefährdung: Vorgezogene Zielbaumdurchforstung

### Mögliche Fehler:

1. Flächige Standraumregulierung
2. Reine Negativauslese

Die Notwendigkeit einer Maßnahme ist jeweils individuell für jeden Bestand zu prüfen. Maßstab ist dabei stets das o. g. Ziel.

### Sicherung der Mischbaumarten

Soweit notwendig sind vorhandene und erwünschte Mischbaumarten möglichst trupp- bis gruppenweise auszuformen und so dauerhaft zu sichern. In Beständen mit sehr wenigen oder seltenen Mischbaumarten (hierzu können je nach Standort und Ausgangssituation auch Birke oder Vogelbeere zählen) sind diese ggf. auch einzeln zu fördern.

## **Prüfung und ggf. Sicherung der Kandidaten**

Bei gelungener Naturverjüngung und einem lichten Kiefern-Altbestandsschirm zur Differenzierung finden sich normalerweise mindestens 150 vorwüchsige und qualitativ befriedigende Kandidaten in relativ gleichmäßiger Verteilung. Ein Eingriff zugunsten dieser Kandidaten ist in der Regel nicht erforderlich; lediglich in Ausnahmefällen kann es hier notwendig sein, Kandidaten durch eine extensive Entnahme einzelner, sie bedrängender vorwüchsiger Grobformen zu sichern. Eine flächige Standraumregulierung oder eine Entnahme sämtlicher Grobformen auf ganzer Fläche ohne Bezug zu Kandidaten (reine „Negativauslese“) findet dagegen in keinem Fall statt.

## **Vorgezogene Zielbaumdurchforstung**

In sehr stammzahlreichen und wenig differenzierten Kiefernjungbeständen (i. d. R. ohne ausreichenden Altholzschirm) kann eine Sicherung und Stabilisierung der Kandidaten erforderlich sein. Dies gilt umso mehr, wenn berücksichtigt wird, dass Kiefernjungbestände im Allgemeinen in deutlich höherem Maße durch Schneebruch gefährdet sind als Jungbestände anderer Baumarten. Insbesondere in Lagen mit deutlich erhöhter Schneebruchgefährdung sollte daher bereits in der JP eine Förderung von ca. 150 Ausleseebäumen in Form einer vorgezogenen Zielbaumdurchforstung durchgeführt werden, um die Kandidaten/Zielbäume frühzeitig zu stabilisieren, den Bestand zu differenzieren und damit das Risiko von Schneebruchschäden zu verringern. Diese Maßnahme kann ab einer Oberhöhe von rund 8 m erfolgen, wenn die Jungbestände wieder relativ gut begehbar sind.

## **Astung von Mischbaumarten**

An qualitativ befriedigenden, vitalen und vorwüchsigen Mischbaumarten wie z. B. Lärche, Douglasie, Kirsche und Birke kann bereits gegen Ende der JP mit der Astung begonnen werden.

## **Anlage von Pflegepfaden (oder Rückegassen)**

In größeren, unübersichtlichen Beständen werden zur Gliederung Pflegepfade (oder Rückegassen) im Abstand von 30 m angelegt.

## 8.2 Jungdurchforstung (Oberhöhenbereich von 12 – 20 m)

**Ziel:** Bis zum Erreichen einer Oberhöhe von etwa 20 m haben sich 150 vitale, qualitativ ansprechende Zielbäume durch aktive Förderung herausgebildet. Die Zielbäume weisen eine symmetrische Krone mit einer Länge von mindestens 40 % der Baumhöhe und ein h/d-Verhältnis von ca. 80 auf.

### Maßnahmen:

1. Feinerschließung
2. Zielbaumdurchforstung an 150 Bäumen pro Hektar
3. Integration von Mischbaumarten ins Zielbaumkollektiv

### Mögliche Fehler:

1. Auswahl und Förderung zu vieler Zielbäume
2. Zu später Beginn mit der Zielbaumdurchforstung
3. Zu hohe Entnahmemengen in einem Eingriff, „Entrümpelung“

### Feinerschließung

Bei noch fehlender Feinerschließung wird in dieser Phase das Rückegassensystem im Abstand von 30 m angelegt.

### Zielbaumdurchforstung an 150 Bäumen pro Hektar

Die gezielte Förderung einer bemessenen Anzahl von Zielbäumen je Hektar bildet den Schwerpunkt in diesem Stadium. Aus der Oberschicht werden rund 150 Zielbäume pro Hektar im Abstand von 6 bis 10 m (im Mittel 8 m) ausgewählt; die Auswahl sollte nicht zu schematisch erfolgen.

Die auszuwählenden 150 Zielbäume sollen folgende Kriterien erfüllen:

- Vital, gesund, stabil – möglichst aus dem Kollektiv der stärksten Stämme stammend
- Geradschaftig
- Nicht zu grobastig - die Stärke gesunder Äste sollte in der unteren Stammhälfte klar unter 5 cm liegen (B-C Grenze)
- Die grüne Krone soll vital, gleichmäßig und ausbaufähig sein.

Standörtlich geeignete, herrschende/vorherrschenden **Mischbaumarten** sind in das Kollektiv der Zielbäume zu integrieren.

Um Eingriffe (Entnahme von Bedrängern) eindeutig an der Förderung der Zielbäume auszurichten, sind die Zielbäume in dieser Phase positiv zu markieren.

Für die Kiefer als ausgesprochene Lichtbaumart ist die frühe Kulmination des laufenden Zuwachses kennzeichnend. Entscheidend ist daher ein rechtzeitiger und konsequenter **Kronenausbau der ausgewählten Zielbäume**. In der JD werden deshalb je nach Intensität der Eingriffe nochmals zwei Phasen unterschieden. In der ersten Hälfte der JD erfolgt in einem **Oberhöhenrahmen von 12-17 m** (ca. Alter 20-35 Jahre auf besseren Standorten bzw. ca. 30-45 Jahre auf schwächeren Standorten) in zwei Eingriffen die Förderung der ca. 150 Zielbäume je Hektar durch Entnahme von im Schnitt 3 Bedrängern im ersten und 2 Bedrängern im zweiten Eingriff. Entscheidend ist, den Ersteingriff möglichst bald nach Erreichen einer Oberhöhe von 12 m zu setzen und die Krone der Zielbäume dabei markant freizustellen. Ist bereits in der JP ein stabilisierender Ersteingriff erfolgt, so sind die Folgeeingriffe in der JD ggf. zurückhaltender zu führen.

Bei einer **Oberhöhe von 17-20 m** (Altersrahmen ca. 35-50 Jahre auf besseren Standorten bzw. 45-60 Jahre auf schwächeren Standorten) ist dann ein weiterer Eingriff zur Förderung der Zielbäume durch Entnahme von im Durchschnitt einem weiteren Bedränger vorgesehen. Zu den **Bedrängern** zählen auch schwächere Bestandesglieder (Kraft'sche Klasse 3 und 4), die in die Krone der Zielbäume reichen und diese durch „Peitschen“ schädigen können.

Die Entnahmemengen in der JD liegen bei 30 bis 35 Efm/ha (bis zu ca. 45 Efm/ha inkl. Feinerschließung).

### **Astung von Mischbaumarten**

Qualitativ befriedigende und vitale Mischbaumarten wie Lärche, Douglasie, Kirsche und Birke sollen in der ersten Hälfte der JD geastet werden. Eine standardmäßige Astung der Kiefer erfolgt dagegen nicht (siehe Kapitel 7 letzter Absatz); sie kommt nur in Ausnahmefällen auf entsprechenden Standorten und bei geeigneten Herkünften (z. B. Selber Höhenkiefer) in Betracht. Die grundsätzliche Entscheidung hierüber wird in diesen Fällen im Rahmen der Forsteinrichtung getroffen.

Folgende **Arbeitsverfahren** werden für die JD empfohlen:

In der frühen JD bietet sich der Einsatz von **Kleinselbstwerbern** oder eine Bearbeitung mit „Fäller-Bündler“-Aggregaten zur Energie- bzw. Brennholzgewinnung an. In dieser Phase kann die Entnahme schwacher, waldbaulich irrelevanter Individuen notwendig sein, um die Bestände für eine Durchforstung mit Harvestern vorzubereiten.

In fortgeschrittenen JD-Beständen kann meist bereits ein **Harvestereinsatz** zur Gewinnung von Standardlängen und Industrieholz oder Brennholz stattfinden. Um an die markierten Entnahmebäume zu gelangen, ist es meist erforderlich, weitere Bäume zu entnehmen („technische Entnahme“). Die dabei zusätzlich anfallende Menge soll jedoch nicht mehr als 10 - 20 % der geplanten waldbaulichen Entnahmemengen betragen.

### 8.3 Altdurchforstung

**Ziel:** Am Ende der Altdurchforstungsphase sind rund 150 Zielbäume pro Hektar vollständig umlichtet. Sie weisen eine vitale und gleichmäßige Krone auf und haben auf besseren Standorten einen BHD von 40 bis 45 cm (auf schwächeren Standorten 35 bis 40 cm) erreicht.

#### Maßnahmen:

1. Stetige, maßvolle Kronenpflege der Zielbäume (inkl. Mischbaumarten)

#### Mögliche Fehler:

1. „Entrümpelung“
2. Zu starke Eingriffe bzw. Absenkung der Grundfläche (Zuwachsverluste)
3. Unnötige Eingriffe in den Unter- und Zwischenstand

#### Kronenpflege der Zielbäume

In der Altdurchforstung werden die Zielbäume weiter maßvoll in der Krone begünstigt. Es ist grundsätzlich ein Eingriff im Jahrzehnt vorgesehen, sodass kontinuierlich auf der Fläche gearbeitet werden kann. Insgesamt sind in dem etwa 50-jährigen Zeitraum der AD bis zu **5 Eingriffe** mit Entnahme von jeweils **0-1 Bedrängern je Zielbaum** vorgesehen. Vor allem gegen Ende der AD-Phase wird es bereits Zielbäume ohne Kronenspannung geben, bei denen keine weitere Kronenpflege mehr notwendig ist. Sobald sich die Zielbäume nach mehreren Eingriffen deutlich herausdifferenziert haben, kann ein positives Auszeichnen unterbleiben. Bei Quereinstiegen ist die Markierung der Zielbäume jedoch auch weiterhin notwendig.

Die Eingriffsstärke ist in dieser Phase von besonderer Bedeutung. „**Entrümpelungshiebe**“ müssen unterbleiben: Sie stehen im Widerspruch zu dem Konzept der Zielbaumdurchforstung und **führen in der Regel zu** einer unkontrollierten starken Absenkung der Grundfläche, was besonders in der Kiefer mit **langandauernden Zuwachsverlusten** einhergeht. Die maximale Entnahmemenge je Eingriff soll **50 Efm je Hektar** nicht überschreiten.

Vorhandener **Unter- und Zwischenstand** (meist aus Fichte oder auch Laubholz) wird in der AD erhalten, soweit die Zielbäume nicht bedrängt werden. Der Unter- und Zwischenstand verhindert Vergrasung, übermäßigen Beerkrautbewuchs oder auch vorzeitiges Auflaufen unerwünschter Naturverjüngung. Nutzbares Holz wächst auch hier zu und Zuwachsverluste in der Oberschicht können kompensiert werden. Lediglich in die Krone der Zielbäume einwachsende Unter- und Zwischenstände werden als Bedränger gezielt entnommen. Erwünschter Nebeneffekt der zielgerichteten und stetigen Kronenpflege ist ein Herausarbeiten bzw. Vorbereiten von qualitativ

hochwertigen und gesunden Kiefern auf ein Ausreifen bis hinein in die nachfolgende Bestandesgeneration. Erwünschte **Mischbaumarten** mit entsprechenden Qualitäts- und Vitalitätsmerkmalen zählen weiterhin zum Zielbaumkollektiv und werden aktiv gefördert. Der Vorrat wird weiter aufgebaut und erreicht am Ende der AD rund 300 bis 350 Efm/ha - bei entsprechenden Mischbaumartenanteilen auch mehr.

### **Erhalt vorhandener Biotopbäume**

In der Altdurchforstung zeigen sich meist bereits Biotopbäume mit entsprechenden Strukturmerkmalen (Höhlen, Pilzkonsolen oder anderen naturschutzfachlich relevanten Merkmalen), die erhalten und markiert werden.

## **8.4 Praxis-Standardfall: Quereinstieg in der Altdurchforstung**

Der Schwerpunkt der Kiefernfläche liegt derzeit mit Abstand in der Altdurchforstung (vgl. Kapitel 2). In der Praxis ist daher ein Quereinstieg in dieser Altersphase der Regelfall.

**Ziel:** Optimierung des Ertrags- und Zuwachspotenzials älterer, nur noch begrenzt reaktionsfähiger Kiefernbestände, die bisher anders behandelt wurden.

Maßnahmen und mögliche Fehler entsprechen im Wesentlichen denen in der AD (vgl. Kapitel 8.3). **Grundflächenabsenkungen unter etwa 25 m<sup>2</sup> je Hektar** und damit einhergehend gravierende Zuwachsverluste **sind zu vermeiden**.

Quereinstiege in bisher nicht konzeptgemäß behandelten Kiefernbeständen sind auch in der AD-Phase grundsätzlich immer möglich; anders als bei der Fichte ist die Stabilität kein begrenzender Faktor. Grundsätzlich gilt beim Quereinstieg in Bestände, die in der Vergangenheit nicht oder nur sehr schwach durchforstet wurden (auch in älteren JD-Beständen): Zwei mäßige Eingriffe pro Jahrzehnt sind günstiger als ein überstarker Eingriff.

Kiefern-AD-Bestände sind häufig davon geprägt, dass waldbaulich notwendige Eingriffe in ihrer JD-Phase nicht zielgemäß erfolgt sind und mit dem Einsetzen der vollmechanisierten Holzernte in fortgeschrittenem Alter „nachgeholt“ wurden – nicht selten in Form weniger (über-)starker Durchforstungen (inkl. Feinerschließung) mit „Entrümpelungscharakter“ (vgl. Kapitel 9.4.2). Die Bestände stehen daher meist licht und weisen deutlich abgesenkte Grundflächen auf. Im Quereinstieg kommt es in diesen Beständen darauf an, auf eine sehr maßvolle Kronenpflege geeigneter Zielbäume umzuschalten, d. h. den Blick konsequent auf die positiven Bestandeglieder zu richten. Dabei zeigt sich, dass **oft nur etwa 100 geeignete Zielbäume je Hektar** zu finden sind,

diese aber selbst in grundflächenarmen, bisher lediglich „entrümpelten“ Beständen weiterer maßvoller Kronenpflege bedürfen.

Die Reaktionsfähigkeit der Kiefer lässt zwar in dieser Altersphase merklich nach; insbesondere auf Grund der veränderten Umweltbedingungen sind die Kronen der Kiefern aber durchaus noch in der Lage, auf maßvolle (keinesfalls zu starke) Förderung anzusprechen (vgl. Kapitel 6.2).

Maßstab für einen Durchforstungseingriff ist zunächst stets, ob die Zielbäume noch weiterer Kronenpflege bedürfen. V. a. in älteren, lichten Kiefern-Altdurchforstungen (zweite Hälfte der AD-Phase) muss aber immer kritisch abgewogen werden zwischen dem begrenzten positiven Effekt einer Durchforstung und den dadurch unvermeidlich verursachten Zuwachsverlusten.

Dabei ist grundsätzlich zwischen führenden Kiefern-Beständen

- mit zuwachsleistendem Unter-/Zwischenstand (meist aus Fichte oder Laubholz) und
- ohne nennenswerten Unter-/Zwischenstand

zu unterscheiden.

**Bestände mit zuwachsleistendem Unter-/Zwischenstand** lassen – unabhängig von der Bestockungsdichte/Grundflächenhaltung in der Oberschicht – notwendige Eingriffe zur Kronenpflege (0-1 Bedränger) an 100 (bis 150) Zielbäumen je Hektar zu. Zuwachsverluste in der Oberschicht kann die Unter-/Zwischenschicht jederzeit ausgleichen.

**In Beständen ohne nennenswerten Unter-/Zwischenstand** ist dagegen an Hand ihrer Grundflächenhaltung zu beurteilen, ob weitere Nutzungen erfolgen können, ohne zu hohe Zuwachsverluste hinnehmen zu müssen:

#### **Grundfläche mittelfristig > 25 m<sup>2</sup>**

Die Grundflächenhaltung liegt mittelfristig über 25 m<sup>2</sup>, wenn die Grundfläche des Bestandes durch den Eingriff **nur kurzfristig** (bis max. 5 Jahre) und nicht erheblich unter 25 m<sup>2</sup> abgesenkt wird. Um hier zu einer fundierten Entscheidung zu kommen, muss die aktuelle Grundfläche ermittelt, deren Absenkung durch den Eingriff und deren Anstieg durch den Zuwachs geschätzt werden.

Entsprechende Eingriffe zur Kronenpflege (0-1 Bedränger) an 100 (bis 150) Zielbäumen sollten (im ca. 10-jährigen Turnus) sehr maßvoll erfolgen.

#### **Grundfläche mittelfristig < 25 m<sup>2</sup>**

Sofern eine Absenkung der Grundfläche unter 25 m<sup>2</sup> über einen **längeren Zeitraum** (über 5 Jahre) zu erwarten ist bzw. die Grundfläche bereits darunter liegt, so sollten notwendige Eingriffe zur Kronenpflege der Zielbäume möglichst zeitlich aufgeschoben werden, bis die Grundfläche in

Bereiche einwächst, in denen der Schwellenwert von 25 m<sup>2</sup> nur kurzfristig unterschritten wird. Bestände in der ersten Phase der AD reagieren i.d.R. noch besser im Grundflächenzuwachs als AD-Bestände in fortgeschrittenem Alter.

Anhang 3 dient als **Entscheidungshilfe für die Praxis** und enthält entsprechende **Faustzahlen** zur Einschätzung der Bestandesgrundfläche und deren Entwicklung.

In grundflächenarmen (langfristig < 25 m<sup>2</sup>) Beständen ist ggf. in Abstimmung mit der Forsteinrichtung zu entscheiden, ob **vorzeitig Verjüngungsmaßnahmen** (z. B. Voranbau von Schattlaubholz, Tanne, Douglasie) einzuleiten sind, um die langfristig zu erwartenden Zuwachsverluste in der Oberschicht aufzufangen.

## 8.5 Verjüngungsnutzung

**Ziel:** Durch eine lang anhaltende Verjüngungsphase (40 bis 50 Jahre) wird ein gruppen- bis kleinbestandsweise strukturierter Folgebestand mit einem ausreichenden Anteil an Mischbaumarten erzielt. Ein im Hinblick auf Standortsgüte und Ausgangsbestand angemessener Anteil der Kiefer auch in der Folgebestockung wird gesichert.

Bei fehlenden Naturverjüngungsmöglichkeiten ist über künstliche Einbringung der gewünschte Anteil an Mischbaumarten zu realisieren.

### Maßnahmen:

1. Verjüngung entsprechend Bestockungsziel, Voranbau von Mischbaumarten
2. Differenzierte Zielstärkennutzung
3. Fortführen der Kronenpflege an noch länger ausreifenden Altbäumen
4. Erhalt von Biotopbäumen
5. Ggf. Pflege unter Schirm

### Mögliche Fehler:

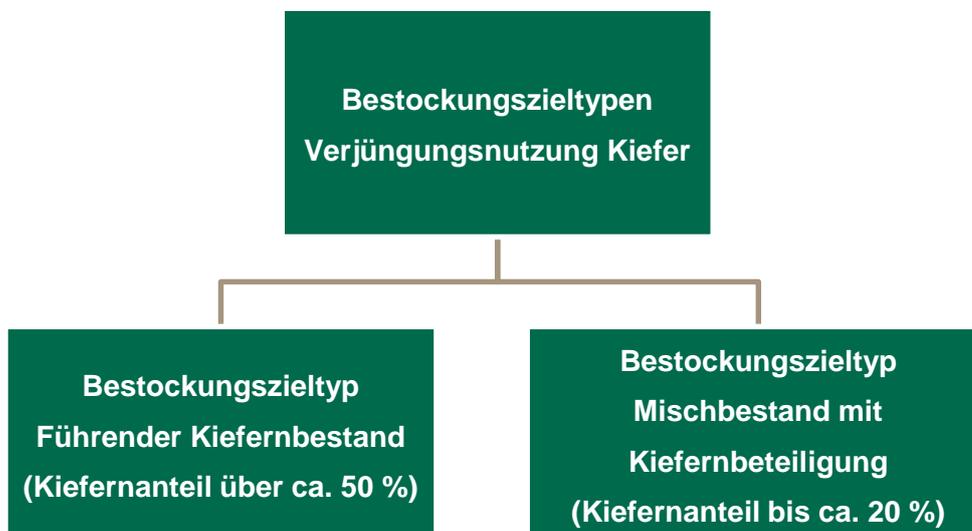
1. Zu rasches bzw. zu großflächiges schirmschlagartiges Vorgehen
2. Zu wenig Lichtgabe in auf Kiefer zu verjüngenden Bereichen
3. Versäumte Einbringung von Mischbaumarten
4. Entnahme von Biotopbäumen

## Verjüngung entsprechend Bestockungsziel

Für die Verjüngung von führenden Kiefernbeständen sind bayernweit sehr viele verschiedene Situationen denkbar. Dabei kann man zwei grundlegende Bestockungszieltypen unterscheiden. Der Schwerpunkt für den Bestockungszieltyp „Führender Kiefernbestand“ liegt auf den ärmeren Standorten (Bonität I.5 Gerhardt oder schwächer) bzw. in den wuchsschwächeren Wuchsgebieten, insbesondere im Wuchsgebiet 9 Oberpfälzer Becken- und Hügelland. „Bessere Standorte“ (Bonität besser als I.5 Gerhardt) sind außerhalb des Wuchsgebiets 9 weit verbreitet. Auf diesen werden die Bestockungsziele meist in Richtung „Mischbestände mit angemessener Kieferneteiligung“ laufen.

Bestockungs- und Verjüngungsziel werden jeweils einzelbestandsweise im Rahmen der Forsteinrichtung festgelegt und orientieren sich dabei an folgenden Gesichtspunkten:

- Anteil der Kiefer im Altbestand (Kiefernreinbestand/Kiefern-mischbestand/Kiefer nur in geringeren Anteilen)
- Standortgüte (schwächere/bessere Standorte)
- Evtl. vorhandene Mischbaumarten in der Oberschicht (Fichte, Buche) und daraus folgende Naturverjüngungsmöglichkeiten
- Vorhandensein eines Unter- und Zwischenstandes (meist aus Fichte oder Buche)



Eingriffsstärke und -turnus in der Verjüngungsnutzung sind jeweils abhängig vom gewählten Bestockungsziel.

Das Bestockungsziel „Führender Kiefernbestand“ ist überwiegend auf den eher wuchsschwächeren Standorten bei entsprechender Ausgangsbestockung – oft großflächige, nahezu reine Kiefernaltbeständen, z. T. mit Unter- und Zwischenstand aus Fichte – der Fall. In der Folgebestockung erwünschte, standortgemäße (Halb-)Schattbaumarten (wie Buche, Tanne oder Douglasie) werden rechtzeitig und räumlich geordnet in Gruppen- bis Horstgröße vorangebaut. Je

nach Entwicklung der Verjüngung und dem Lichtbedarf finden sukzessive femelartige Nachlichtungen über den Voranbauten statt.

Auf armen Standorten wird Buche allenfalls als ökologische Beimischung in Trupp- bis Gruppengröße mit reduzierter Pflanzenzahl gemäß Waldbauhandbuch (Richtlinie Pflanzung) vorgesehen; diesen Zweck können auch Birke oder andere geeignete Laubhölzer erfüllen. Auf sehr trockenen und/oder nährstoffarmen Standorten (z. B. Dünenlande, Standorte nach § 30 BNatSchG bzw. Art. 23 BayNatSchG) werden Mischbaumarten nicht aktiv eingebracht.

Die Kiefer ist räumlich und zeitlich getrennt von den künstlich einzubringenden Mischbaumarten durch mindestens **horst- bis kleinbestandsweise markante Schirmstellungen** (Absenkung des Beschirmungsgrades auf 0,4 bis 0,6) gestaffelt aus **Naturverjüngung** zu erzielen. Letztere ist ggf. in Abhängigkeit von Standort, Bodenvegetation und Verjüngungsfreudigkeit anderer Baumarten (v. a. Fichte), situationsangepasst durch wirksame, aber möglichst schonende **Bodenverwundung** zu initiieren (vgl. Anhang 4). Großflächige Schirmschläge (über 2 Hektar) sind zu vermeiden – eine rasche Verjüngung der Kiefer „aus einem Guss“ ist nicht Zielsetzung.

Um unerwünschte Konkurrenz und kostenintensive Pflegemaßnahmen in der Naturverjüngung zu vermeiden, sind fruktifikationsfähige Fichten (und ggf. auch Buchen) sowohl in der herrschenden Schicht als auch im Unter- und Zwischenstand auf und im unmittelbaren Umfeld von Flächen mit geplanter Bodenverwundung zu entnehmen, soweit sie nicht als besonders geschützte Biotopbäume (z. B. Horst- und Höhlenbäume) zu erhalten sind.

Bei frühzeitiger Einleitung der ersten Verjüngungsschritte sind langanhaltende Verjüngungszeiträume von insgesamt 40 bis 50 Jahren das Ziel. In älteren (über 140-jährigen) bislang noch weitgehend unverjüngten Altbeständen ist das Vorgehen jedoch zu forcieren. Hier erfolgen der Voranbau (ggf. nur ökologische Beimischung) und die Einleitung der Kiefernaturverjüngung nicht mehr zeitlich versetzt, sondern weitgehend zeitgleich und einer klaren räumlichen Ordnung folgend.

Evtl. vorhandener Unter- und Zwischenstand kann zur gezielten Lichtsteuerung genutzt werden und ist für Voranbauten bzw. zur Verjüngung der Kiefer entsprechend gruppen- bis kleinbestandsweise zu entnehmen.

Vor allem auf wechsellrockenen und wechselfeuchten Standorten bietet sich zur Kiefer besonders die Eiche als horst- bis kleinbestandsweise beteiligte Mischbaumart an. Um sie (künstlich v. a. durch Pflanzung, auf günstigeren Standorten auch durch Saat) zu verjüngen, ist schirmschlagartig vorzugehen.

Speziell bei Eichensaaten hat es sich in der Praxis bewährt, den Altkiefernschirm in den ersten Jahren dichter zu halten, um den Ausfall der hier durch Bodenverwundung verstärkt ankommenden Kiefernaturverjüngung durch Schütte zu begünstigen.

Beim Bestockungszieltyp „**Mischbestand mit Kieferneteiligung**“ ist die Vorgehensweise beim Verjüngungsgang zeitlich umgekehrt. Ausgangsbestände sind hier in der Regel Kiefern-mischbestände mit erheblichen Anteilen an Fichte, Buche oder Eiche auf besseren Standorten. Um den im Folgebestand erwünschten Anteil der Kiefer von bis zu 20 % zu erreichen ist es erforderlich, zunächst die Kiefern-naturverjüngung rechtzeitig einzuleiten.

Auf Teilflächen von mindestens Horstgröße ist hierbei die Bestockung schirmschlagartig und markant (Beschirmungsgrad 0,4 bis 0,6) zurückzunehmen. Altkiefern werden als Samenbäume noch in ausreichendem Umfang belassen. Zusätzlich ist die Naturverjüngung der Kiefer in der Regel durch Bodenverwundung zu initiieren.

Sind geschlossene Bereiche mit dichtem Unter- und Zwischenstand aus Fichte oder Buche vorhanden, wird dadurch die Naturverjüngung und die Entwicklung verjüngungshemmender Konkurrenzvegetation verhindert, und es bietet sich die Chance, dort auch noch zu einem späteren Verjüngungszeitpunkt Kiefern-naturverjüngung zu erzielen: Der Unter- und Zwischenstand kann i. d. R. kostendeckend entnommen und die Kiefer – ggf. unterstützt durch Bodenverwundung – auf dem so erhaltenen Keimbett natürlich verjüngt werden.

Schließlich können vitale Altkiefern auch in den Folgebestand übernommen werden und so den Kiefernanteil insgesamt erhöhen.

### **Zielstärkennutzung/Ausreifenlassen von Altbäumen**

Mit Erreichen der Zielstärke von mindestens 45 cm BHD auf besseren Standorten (40 cm BHD auf schwächeren Standorten) setzt die sukzessive Nutzung der Zielbäume ein. Die Entnahme erstreckt sich dabei über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten und ist qualitätsorientiert. Bessere Qualitäten sollen auch stärkere Dimensionen erreichen (50 bis 60 cm BHD). Insbesondere unter günstigen Rahmenbedingungen im Hinblick auf die Bestandesgesundheit (z. B. Kienzopf, Blauer Kiefernprachtkäfer) sollen zu diesem Zweck 10 bis 20 vitale Altbäume pro Hektar von bester Qualität zur Erzielung eines bemessenen Stark- bzw. Wertholzanteils voll ausreifen können. Eine weitergehende Vorbereitung dieser Bäume auf ihre längere Lebensdauer ist bei konsequenter Anwendung des Konzepts in JD und AD nicht erforderlich. Ein klassischer stammzahlreicher Überhalt über eine komplette zweite Bestandesgeneration ist angesichts der allgemeinen Standortverbesserung nicht mehr erforderlich und wäre angesichts der heute vielfach zu beobachtenden hohen Abgänge auch nicht sinnvoll. Die angestrebte Stärke von etwa 60 cm BHD (auf besseren Standorten) kann von entsprechend behandelten Bäumen bis zum Ende des Verjüngungszeitraums, also mit einem Alter von rund 150 Jahren erreicht werden.

## Erhaltung vorhandener Biotopbäume

Langfristig ist eine bemessene Anzahl (bis zu 10) an Biotopbäumen pro Hektar auch aus Gründen des Landschaftsbildes zu belassen. Hierfür geeignete Bäume (vor allem schlechterer Qualität) sollen bereits frühzeitig markiert und belassen werden.

## Räumliche und zeitliche Ordnung

Der langfristige **Verjüngungsgang** ist von Anfang an für alle beteiligten Baumarten **zeitlich und räumlich geordnet zu planen**. Größere gleichförmige Altbestände sollten hierzu möglichst in **Arbeitsfelder** von etwa 4 bis 5 Hektar Größe gegliedert und über mehrere Jahrzehnte hinweg zeitlich und räumlich gestaffelt bearbeitet werden, mit dem Ziel, in einem flächigen Nebeneinander Struktur, Ungleichaltrigkeit und Mischung zu erhalten.

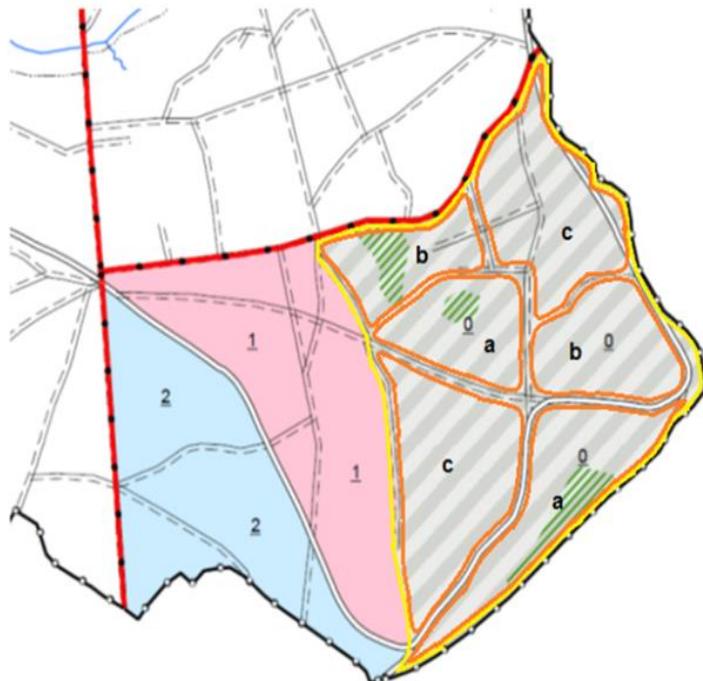


Abb. 20: Beispiel für die Untergliederung eines Kiefern-Verjüngungsbestandes von ca. 24 Hektar Größe in sechs räumlich getrennte Arbeitsfelder, die zeitlich gestaffelt in drei Abschnitten (a bis c) bearbeitet werden.

Die folgenden Abbildungen zeigen beispielhaft die **Abfolge eines Verjüngungsganges innerhalb eines Arbeitsfeldes**. Ausgangsbestockung ist ein ca. 100- bis 120- jähriger Kiefernbestand mit einzelnen Fichten. Die grauen Flächen stellen unverjüngte Bereiche dar, in denen auch ein flächiger Unter- und Zwischenstand aus Fichte vorhanden sein kann. Unter Berücksichtigung des Standortes und des Klimarisikos soll der Beispielsbestand auf einen Kiefern-Buchen-Fichtenmischbestand mit einem Verjüngungsziel von 50 Kiefer 25 Buche 20 Fichte und 5 Douglasie verjüngt werden.

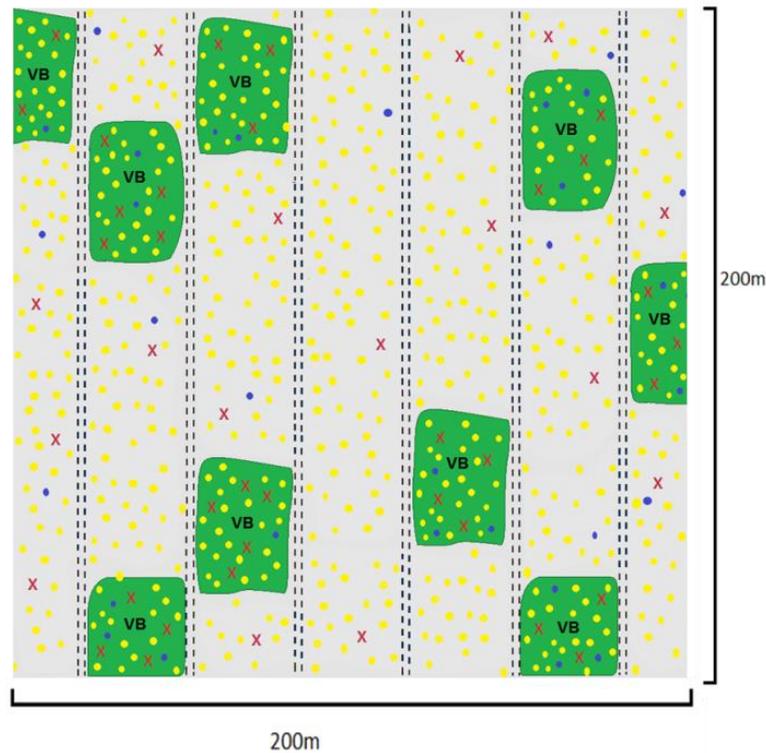


Abb. 21: Grundriss eines beispielhaften Verjüngungsgangs – Alter 100 bis 120 Jahre. Altbäume (gelbe Punkte), Entnahme von Altbäumen (rote Kreuze), Biotopbäume (blaue Punkte), vorangebaute Buche (VB)

Die Einleitung der Verjüngung erfolgt über ein räumlich geordnetes Anlegen von Gruppenschirmstellungen. In diesen Bereichen muss zusätzlich der ggf. vorhandene Unter- und Zwischenstand entnommen werden. Im Anschluss kann der gruppenweise Voranbau (VB) von Buche auf ca. 20 bis 30 % der Fläche erfolgen. Auf der Restfläche werden erste Zielstärkenbäume genutzt. Bei einem Quereinstieg ist eine weitere moderate Kronenpflege möglich. In diesen Teilflächen ist der ggf. vorhandene Unter- und Zwischenstand zur Lichtsteuerung zu belassen.

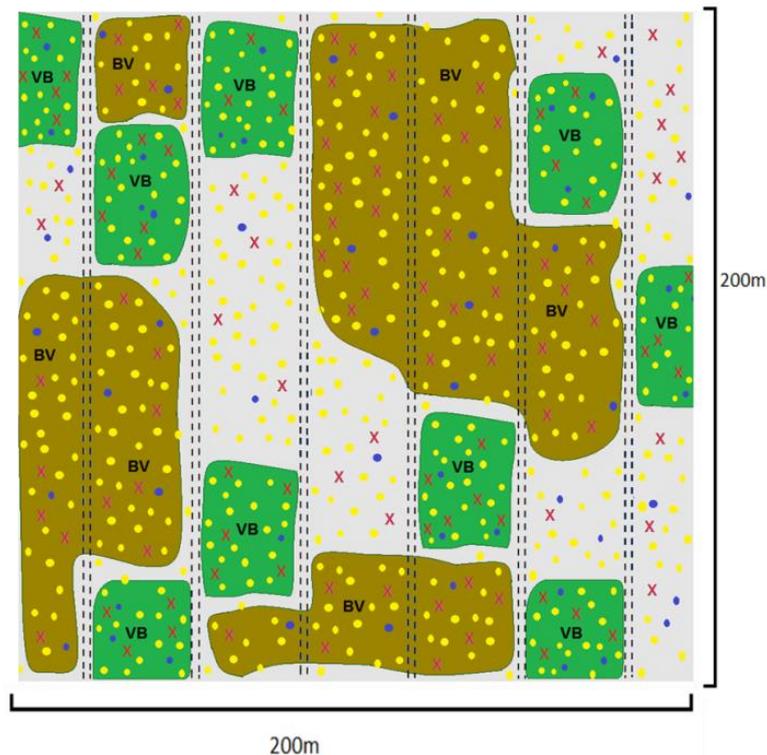


Abb. 22: Grundriss eines beispielhaften Verjüngungsgangs – Alter 120 bis 130 Jahre. Altbäume (gelbe Punkte), Entnahme von Altbäumen (rote Kreuze), Biotopbäume (blaue Punkte), vorangebaute Buche (VB), Bodenverwundung (BV)

Im zweiten Verjüngungsschritt erfolgt ein femelartiges Nachlichten über den ins Ziehen kommenden Voranbauten. In den für die Kiefernaturverjüngung vorgesehenen, bisher unverjüngten Teilflächen wird der Altbestand schirmschlagartig aufgelichtet (Überschirmungsgrad 0,4 bis 0,6), ggf. vorhandener Unter- und Zwischenstand wird hier entnommen. Um Kiefernaturverjüngung in ausreichender Stammzahl zu initiieren, ist ggf. zusätzlich Bodenverwundung (BV) erforderlich; die zu bearbeitenden Flächen sollten jeweils mindestens 0,3 ha betragen und 2,0 ha nicht überschreiten. Zielsetzung ist eine horst- bis kleinbestandesweise Naturverjüngung der Kiefer.

Auf der Restfläche wird weiter Zielstärkennutzung unter Belassen des ggf. vorhandenen Unter- und Zwischenstand (z. B. Fichte, Buche) zur Lichtsteuerung betrieben. Unerwünschte samenfähige Fichten werden (ggf. auch im erforderlichen Umfeld) entnommen. Auf ganzer Fläche werden ausreichend Strukturelemente wie ausreifende Altbäume, Mischbaumarten und Biotopbäume belassen.

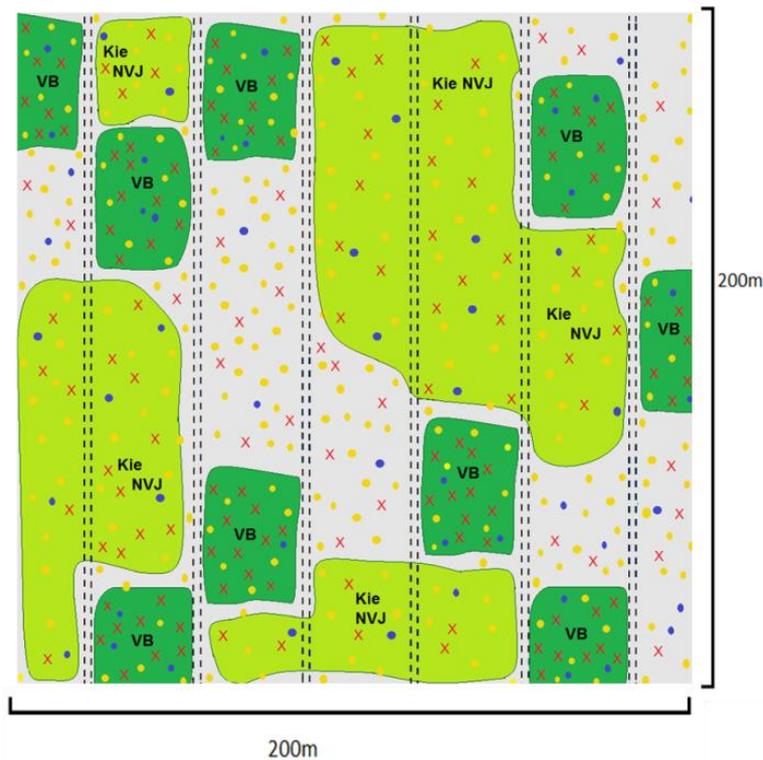


Abb. 23: Grundriss eines beispielhaften Verjüngungsgangs – Alter 130 bis 150 Jahre. Altbäume (gelbe Punkte), Entnahme von Altbäumen (rote Kreuze), Biotopbäume (blaue Punkte), vorangebaute Buche (VB), Naturverjüngung Kiefer (NVJ)

Bei einem optimalen Verjüngungsgang sind ca. 30 Jahre nach Verjüngungsbeginn strukturierte Vorausverjüngungspartien (VB, NVJ) entstanden. Über der Kiefern-Naturverjüngung wird sukzessive nachgelichtet. Im Bereich der noch unverjüngten Restfläche (grau) kann weitere Kiefern-Naturverjüngung (nach Bodenverwendung) eingeleitet oder aber Fichtennaturverjüngung erzielt werden. Soweit hier Fichten-Unter- und -Zwischenstand vorhanden ist, kann der gewünschte Fichtenanteil auch durch dessen Übernahme erreicht werden. Hier erfolgt – ggf. nach Entnahme vorhandenen Unter- und Zwischenstandes – auch die Pflanzung von Douglasie im gewünschten Umfang. Ausreifende Altbäume und Biotopbäume werden auf ganzer Fläche situationsangepasst verteilt erhalten.

## 9 Modellrechnungen mit dem Wachstumsmodell SILVA

### 9.1 Das Wachstumsmodell SILVA

Bereits seit Anfang der neunziger Jahre laufen am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der TU München die Entwicklungsarbeiten am Waldwachstumsmodell SILVA. Mit diesem computergestützten Wachstumsmodell ist es möglich, die Entwicklung von Waldbeständen auf der Grundlage des Wachstums von Einzelbäumen für Rein- und Mischbestände zu prognostizieren (PRETZSCH, 2001). Wie bereits für die Beurteilung der Behandlungsgrundsätze für Fichte (*BaySF*, 2009) und Buche (*BaySF*, 2011) wurde SILVA auch zur Überprüfung und Beurteilung des hier vorgestellten waldbaulichen Behandlungskonzeptes für die Kiefer eingesetzt.

### 9.2 Datenbasis

Die Startbestände für die Simulation sind der Tab. 1 zu entnehmen. Sie sind Grundlage für die Prognoserechnungen besserer und schwächerer Standorte mit den Varianten hohe und geringe Stammzahldichte je Hektar.

Nr.	Baumart		Standort	Alter	dg [cm]	h100 [m]	hg [m]	h/d-Wert	Stz/ha	G/ha [m <sup>2</sup> ]	V [Efm/ha]
1	Kiefer	dicht	besser	20	8,5	11,9	10,4	120	4.500	25,5	68
2	Kiefer	weit	besser	20	9,6	11,6	10,4	110	3.000	21,7	66
3	Kiefer	dicht	schwächer	25	6,7	9	8,4	130	5.000	17,6	46
4	Kiefer	weit	schwächer	25	7,2	9,4	8,4	120	3.600	14,7	39

Tab. 1: Startbestände für die Simulation nach den in den Behandlungsgrundsätzen festgelegten Durchforstungsregeln mit den Varianten hohe Stammzahldichte (dicht) und weitständiger Aufwuchs (weit). Dg: Brusthöhdurchmesser des Grundflächenmittelstammes, h100: Höhe (arithmetisches Mittel) der 100 stärksten Bäume je Hektar, hg: Höhe des Grundflächenmittelstammes, G/ha: Grundfläche der Bäume gemessen auf Brusthöhe (1,30 m) bezogen auf einen Hektar, h/d-Wert: Verhältnis der Baumhöhe (h) zum Durchmesser (d) auf Brusthöhe (1,30 m), Stz/ha: Stückzahl je Hektar, V: Vorrat.

### 9.3 Durchforstung

Im vorgestellten Behandlungsprogramm werden 150 Zielbäume konsequent und kontinuierlich gefördert. Die Förderung beginnt bei einer Oberhöhe von 12 m. Beim Ersteingriff (Alter 20 Jahre bei besseren Standorten) werden die Rückegassen angelegt und wie beim Zweiteingriff (Alter 25 Jahre) im Durchschnitt 2,5 Bedränger entnommen. Im Alter 35 und 45 Jahre werden die Zielbäume durch die Entnahme von jeweils 0,8 Bedrängern pro Zielbaum weiter gefördert. In der AD-Phase von Alter 50 bis 100 werden in den ersten beiden Eingriffen ebenfalls 0,8 Bedränger je Eingriff und dann nur noch 0,5 Bedränger pro Eingriff entnommen. Ab dem Alter 100 ist eine beginnende Zielstärkennutzung vorgesehen. Auf schwächeren Standorten erfolgen die Maßnahmen jeweils 10 Jahre später.

## 9.4 Ertragskundliche Ergebnisse der SILVA-Simulation

### 9.4.1 Entwicklung der ertragskundlichen Kenngrößen

Die SILVA-Simulationen wurden über den gesamten Prognosezeitraum von 160 Jahren gerechnet. Hier werden die flächenbezogenen Kennwerte der Simulation dargestellt. Die Interpretation der Kurvenverläufe ist zunächst eine Plausibilitätsprüfung für die festgesetzten Durchforstungsregeln. Die Ergebnisse sind gleichzeitig ein erster Test, ob mit dem Behandlungsprogramm die waldbaulichen Ziele erreicht werden können.

Der als Ergebnis eingezeichnete Rahmenbereich repräsentiert in der Regel als oberes Niveau die besseren Standorte mit dichter Bestockung und als unteres Niveau die schwächeren Standorte mit weitständiger Begründung. Als Referenzwert dient die Kiefern-Ertragstafel Wiedemann I.0 Bonität.

Die Gesamtwuchsleistung drückt die Produktivität des Bestandes über den gesamten Prognosezeitraum aus. Bis zu einem Alter von 100 Jahren werden 580 Efm/ha Holz auf schwächeren und 700 Efm/ha Holz auf besseren Standorten produziert. Im Alter von 150 Jahren erreichen die Werte für die Gesamtwuchsleistung 800 Efm/ha auf schwächeren und 950 Efm/ha auf besseren Standorten. Die Werte liegen damit im Bereich der Ertragstafel Wiedemann für mäßige Durchforstung.

Die Grundflächenwerte zeigen das Produktionsniveau des verbleibenden Bestandes. Der Verlauf der Grundflächenentwicklung über dem Alter zeigt nach einem Einbruch in der Grundflächenhaltung durch die Erstdurchforstung im Alter von 20 bzw. 30 Jahren in der JD- und AD-Phase einen Anstieg auf Werte im Bereich von 30 m<sup>2</sup>/ha (Abb. 24). Dieser Dichtewert zeigt an, dass mit den vorgesehenen Entnahmemengen ein hohes Produktionsniveau erhalten wird. In der Phase der Verjüngungsnutzung sinkt die Grundfläche durch die Entnahme von Zielstärkenbäumen langsam ab. Die einwachsende Verjüngung blieb in der Betrachtung unberücksichtigt.

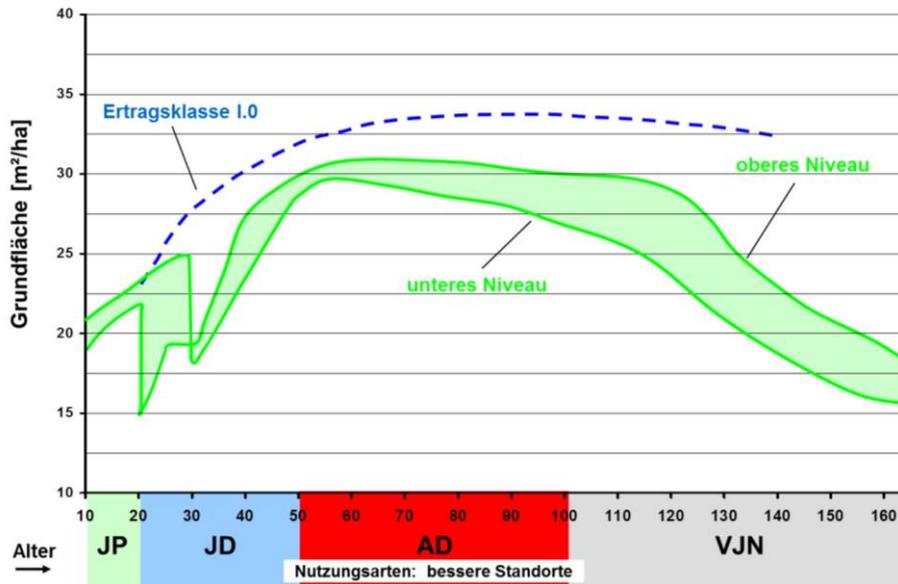


Abb. 24: Silva-Simulation der Grundflächenentwicklung.

Wie die Grundflächenwerte erwarten lassen, ist der Zuwachs in den Beständen auf einem hohen Niveau (Abb. 25). Nach dem Ende der JD-Phase werden die Vergleichswerte der Ertragstafel Wiedemann I.0 Bonität auch auf schwächeren Standorten erreicht oder sogar übertroffen. Auf besseren Standorten liegen die jährlichen Zuwächse in der JD- und AD-Phase deutlich über 7 Efm/ha\*a.

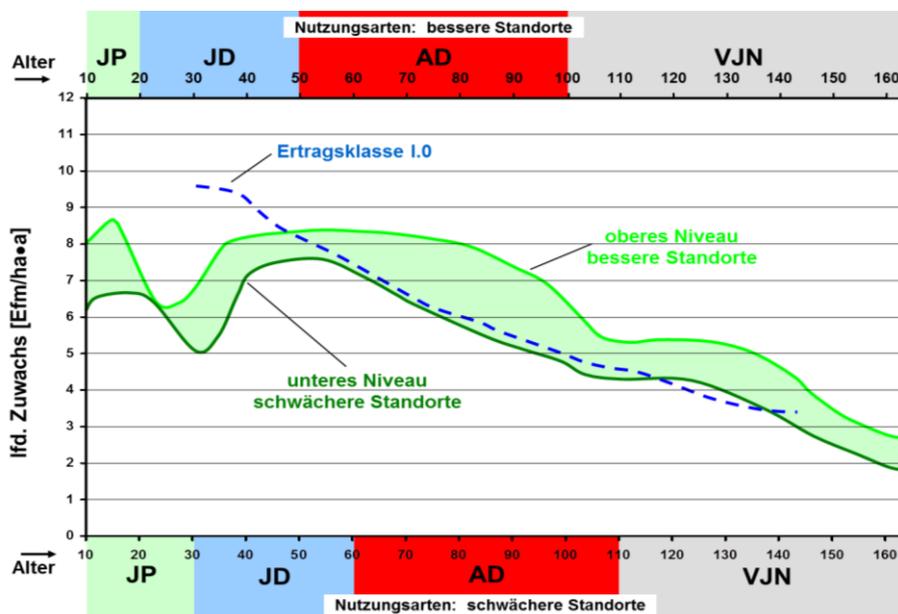


Abb. 25: Silva-Simulation des laufenden Volumenzuwachses.

Die Entnahmemengen bei den Eingriffen liegen zu Beginn der JD nur im Bereich von 20 Efm/ha, am Ende der JD dann bei 30 Efm/ha (Abb. 26). Die geringe Durchmesserentwicklung in den Kiefernbeständen bis zum Alter von 20 Jahren und die Konzentration der Entnahme auf die

Förderung von 150 Zielbäumen begründen dies. In der AD-Phase steigen die Entnahmemengen im Mittel auf 40 Efm/ha und Eingriff, Spitzenwerte liegen bei 60 Efm/ha. In dieser Phase ist eine rentable Durchforstung immer möglich.

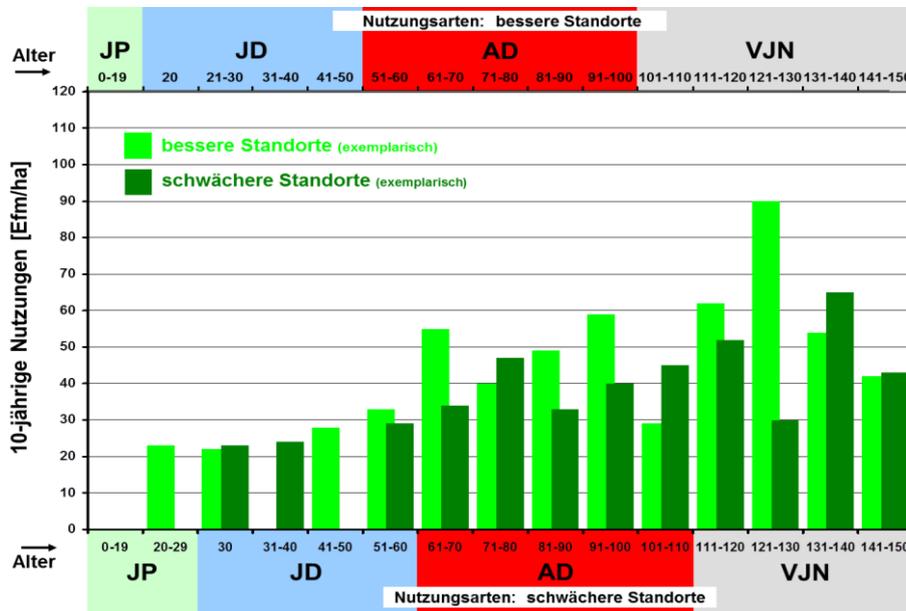


Abb. 26: Silva-Simulationen: Entnahmemengen/Jahrzehnt.

Zusammenfassend bilden die Silva-Simulationen die Behandlungsregeln zutreffend ab. Der kritische Punkt der geringen Entnahmemengen beim Erst- und Zweiteingriff muss in Kauf genommen werden, um den Wuchsvorsprung und die Stabilität der Zielbäume zu sichern, die in dieser Phase noch sehr gut auf Durchforstungsimpulse reagieren. Würden die Entnahmemengen pro Eingriff erhöht, so wären im Behandlungsprogramm größere Hiebsruhephasen einzuplanen gewesen. Die kontinuierliche Nutzung mit entsprechendem Holzanfall ist jedoch ein wichtiger Eckpunkt in diesem Durchforstungskonzept.

### 9.4.2 Vergleich von Behandlungsszenarien in der Wertleistung

Um das vorgeschlagene Behandlungsprogramm in seinen Auswirkungen besser abschätzen zu können, wurde es mit einem **Negativ-Szenario** verglichen.

Simuliert wurde ein Bestand auf schwächeren Standorten für den Altersbereich von 20 bis 160 Jahren, behandelt nach *BaySF*-Kiefern-Richtlinie für schwächere Standorte im Vergleich mit folgendem negativen Szenario:

- Ein später starker JD-Eingriff im Alter 50 (inkl. Rückegassen)
- Ein starker AD-Hieb im Alter 70 („Entrümpelung“)
- Zielstärkennutzung in der VJ-Phase wie *BaySF*-Kiefernrichtlinie

Deutlich wird der Einbruch der Grundfläche beim Negativszenario als Folge des starken, für die Kiefer zu spät erfolgten Ersteingriffs in der JD-Phase. Die Werte sinken bis auf 21 m<sup>2</sup>/ha ab (Abb. 27). Sie liegen damit deutlich unter dem angestrebten Wert von rd. 30 m<sup>2</sup>/ha. Damit sind erhebliche Zuwachsverluste verbunden. Noch gravierender bricht die Grundfläche nach dem starken Eingriff in der AD (Alter 70) ein. Nach den sehr starken Durchforstungen folgen daher sehr lange Zeiträume, in denen keine Nutzung möglich ist, bis sich die Grundflächenwerte wieder auf ein Niveau im Bereich von 30 m<sup>2</sup>/ha entwickelt haben.

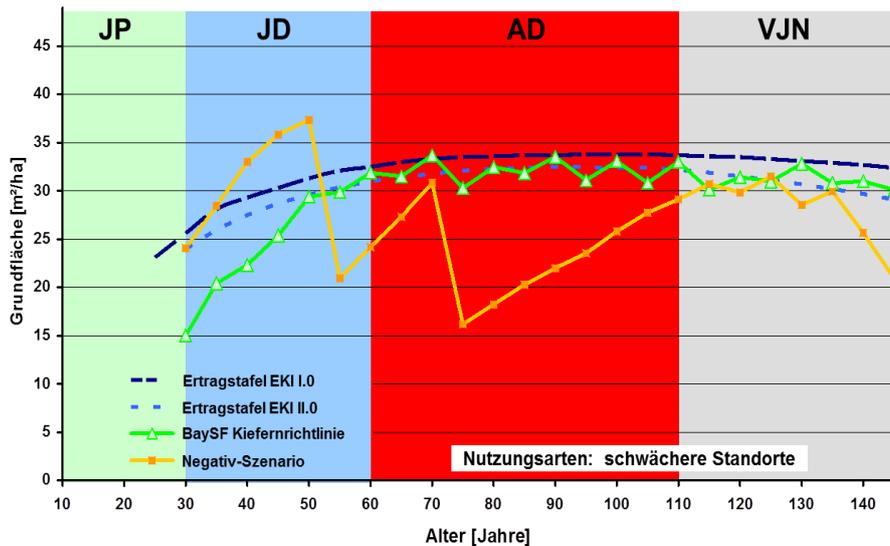


Abb. 27: Silva-Simulation: Vergleich Grundflächenentwicklung bei Negativ-Szenario mit BaySF-Kiefernrichtlinie.

In der Folge liegt der laufende jährliche Zuwachs über einen langen Zeitraum um bis zu drei Efm/ha unter dem der BaySF-Kiefern-RL (Abb. 28). Daraus ergeben sich über den gesamten Betrachtungszeitraum erhebliche Minderzuwächse. Die Gesamtwuchsleistung zeigt die aufsummierten Effekte von Zuwachsunterschieden und unterschiedlichen Durchforstungsstrategien. Im Alter von 140 Jahren liegt das Negativ-Szenario um etwa 130 Efm/ha unter den Werten für die BaySF-Kiefernrichtlinie (Abb. 29).

Diese Unterschiede in der Wuchsleistung lassen sich auch monetär als Mindererträge quantifizieren: Folgende Beispielsrechnung soll dies verdeutlichen. Bei einem durchschnittlichen erntekostenfreien Erlös bei der Kiefer über alle Sorten von derzeit ca. 41 €/Efm ergibt sich bei einer Differenzmenge von 130 Efm/ha ein Fehlbetrag von 5.330 €/ha. Bezogen auf einen Produktionszeitraum von 140 Jahren erreicht die durchschnittliche jährliche Gesamtwertsleistung nicht rund 230 €/ha\*a (bei ca. 780 Efm/ha Gesamtwuchsleistung), sondern lediglich etwa 190 €/ha\*a (bei ca. 650 Efm/ha Gesamtwuchsleistung). Das entspricht einer Minderleistung von über 17 %.

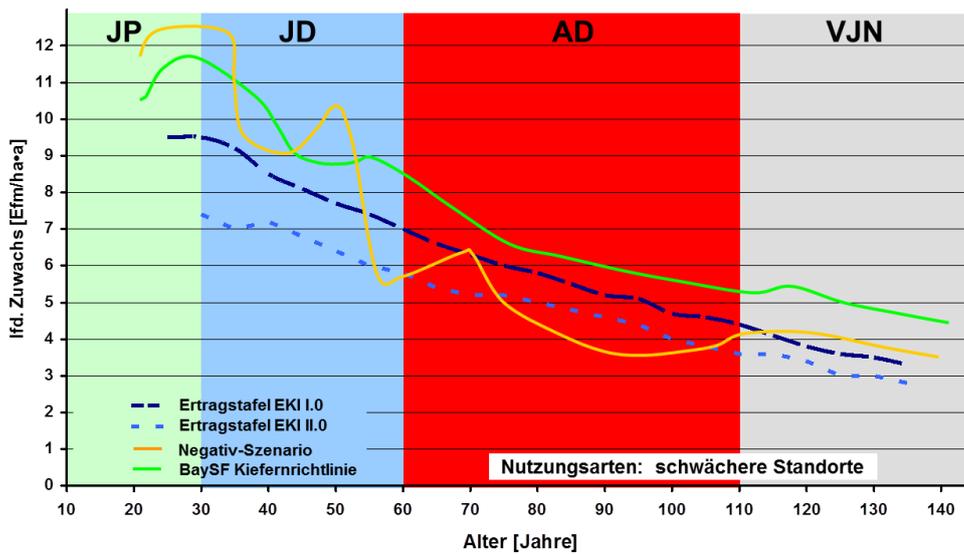


Abb. 28: Silva-Simulation: Vergleich laufender Volumenzuwachs bei Negativ-Szenario mit BaySF-Kiefernrichtlinie.

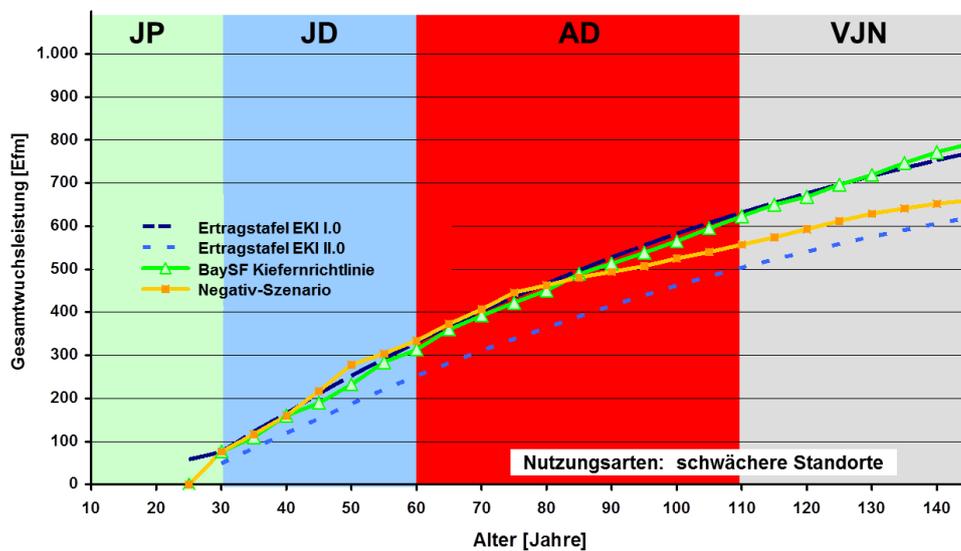


Abb. 29: Silva-Simulation: Vergleich Gesamtwuchsleistung bei Negativ-Szenario mit BaySF-Kiefernrichtlinie.

Es könnte eingewandt werden, dass der Vorteil von wenigen und dafür sehr stark geführten Eingriffen ggf. in einer höheren Effizienz bei der Aufarbeitung liegt, die positiv betrachtet mit 1 bis 2 €/Efm quantifiziert werden könnte. Dem steht jedoch die stark absinkende Produktivität in den Beständen gegenüber, ohne dass die Wertleistung der verbleibenden Bäume erhöht wird. Mindererträge im Bereich von mehr als 15 % sind die Konsequenz von zu starken Eingriffen in Kiefern-Reinbeständen und daher tunlichst zu vermeiden.

# Anhang

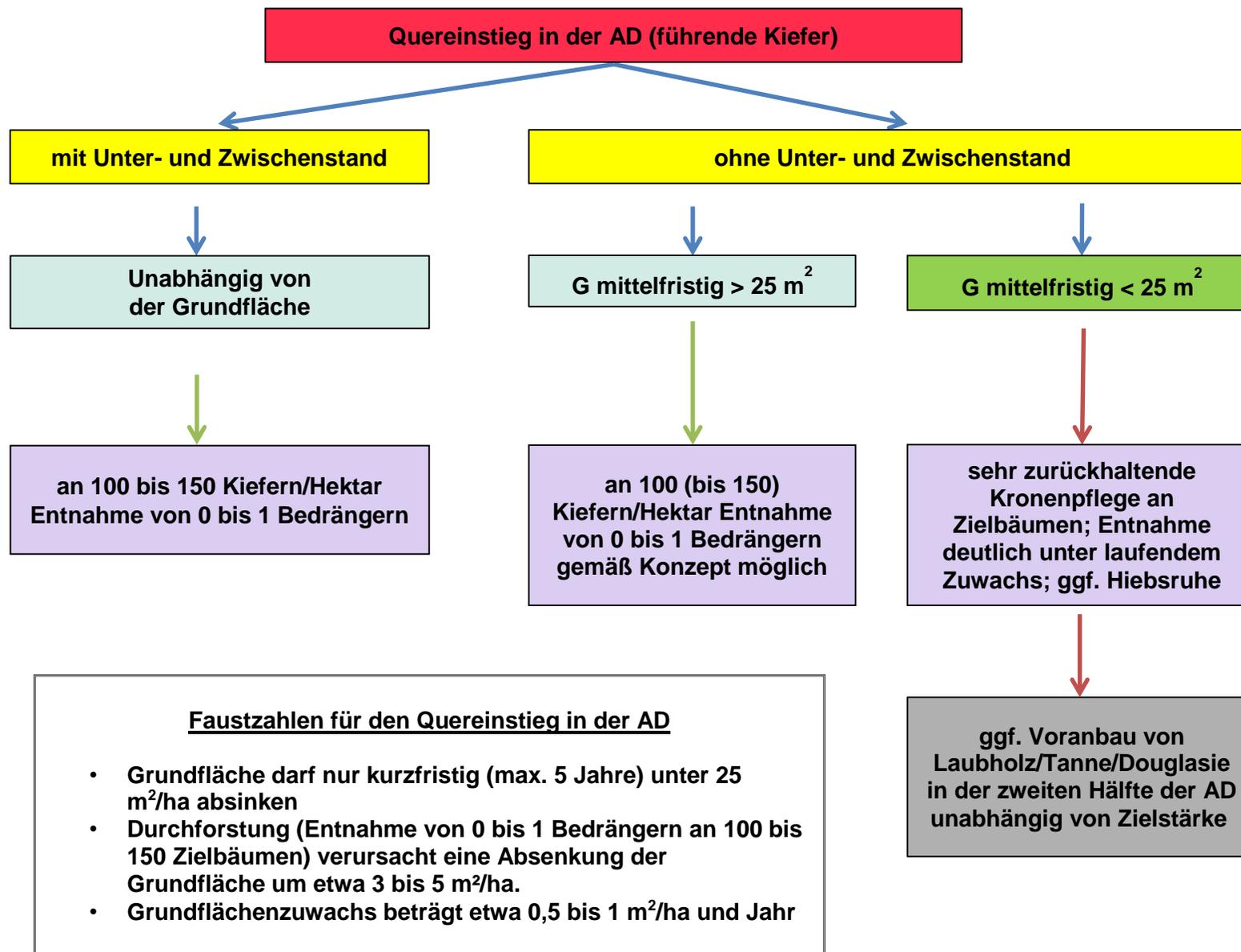
## Anhang 1: Übersicht zur Kiefer – bessere Standorte (Bon. besser als I.5 Gerh.)

Nutzungsart	Oberhöhe (m) Alter (Jahre)	Eingriffe/10 J. Entnahmemenge Efm/ha und Jahrzehnt	Maßnahmen
<b>JP</b>	bis 12 m	0 - 1 Eingriff/10J. (bei vorgezogener Zielbaumdurchforstung)	<b>Mischbaumartenpflege/Sicherung der Kandidaten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Mischbaumarten</u> trupp- bis gruppenweise ausformen, ggf. einzeln fördern</li> <li>- Ausnutzung eines lichten Kiefern-Altbestandsschirms zur natürlichen Differenzierung</li> <li>- in Ausnahmefällen extensive Entnahme einzelner Protzen/Grobformen zur Sicherung der Kandidaten</li> <li>- bei deutlich erhöhter Schneebruchgefahr Förderung von ca. 150 Auslesebäumen bei rund 8 m Oberhöhe in Form einer vorgezogenen Zielbaumdurchforstung</li> <li>- ggf. Anlage von Pflegepfaden/Rückegassen</li> <li>- ggf. beginnende Astung von vorwüchsigen Mischbaumarten (Douglasie, Lärche, Kirsche)</li> </ul> <b>Ziel:</b> ca. 150 vitale, stabile und qualitativ gute (geradschaftig, nicht grobästig, symmetrische Krone) Kandidaten gegen Ende der JP <b>Mögliche Fehler:</b> Verlust von Mischbaumarten, flächige Standraumregulierung, reine Negativauslese
	bis ca. 20 Jahre	2-4 Bedränger/ Zielbaum und Eingriff)	
<b>JD</b>	12 m bis 20 m	1 - 2 Eingriffe/10 J. 1 - 3 Bedränger/ Zielbaum und Eingriff	<b>Zielbaumdurchforstung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlage der Feinerschließung</li> <li>- gezielte Förderung von ca. 150 vitalen, qualitativ guten und gesunden <u>Zielbäumen</u> je Hektar (positives Auszeichnen!) im Abstand von 6 – 10 m (im Durchschnitt 8 m), Kronenausbau konsequent fördern</li> <li>- <b>Oberhöhe 12 - 17 m (Alter ca. 20 - 35 Jahre): 2 Eingriffe, Entnahme von 3 Bedrängern im ersten und 2 Bedrängern im zweiten Eingriff</b></li> <li>- <b>Oberhöhe 17 - 20 m (Alter ca. 35 - 50 Jahre): 1 Eingriff, Entnahme von 1 Bedränger</b></li> <li>- erwünschte <u>Mischbaumarten</u> als Zielbäume integrieren</li> <li>- Bedränger sind auch schwächere Bestandesglieder, die in die Krone der Kiefern-Zielbäume reichen</li> <li>- ggf. Astung von Mischbaumarten (Douglasie, Lärche, Kirsche)</li> </ul> <b>Ziel:</b> Kronenprozent der Zielbäume bei mind. 40 %, h/d-Wert ca. 80 <b>Mögliche Fehler:</b> zu viele Zielbäume ausgewählt, Entrümpelung/Entnahme des Unter- und Zwischenstandes, zu hohe Entnahmemengen in einem Eingriff; zu starke Eingriffe, wenn bereits stabilisierender Eingriff in JP erfolgt ist
	20 bis 50 Jahre	bis 35 Efm/ha und Eingriff (max. 45 Efm/ha inkl. Feinerschließung)	
<b>AD</b>	20 m bis 28 m	1 Eingriff/10 J. 0 - 1 Bedränger/ Zielbaum und Eingriff	<b>Kronenpflege der Zielbäume:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- je Hektar ca. 150 vitale, gut geformte <u>Zielbäume</u> weiter maßvoll in der Krone begünstigen</li> <li>- erwünschte <u>Mischbaumarten</u> zählen zum Zielbaumkollektiv</li> <li>- <b>insgesamt bis zu 5 Eingriffe mit Entnahme von jeweils 0 - 1 Bedränger je Zielbaum</b></li> <li>- Unter- und Zwischenstand erhalten; in die Krone der Kiefern-Zielbäume einwachsende Unter- und Zwischenständer entnehmen</li> <li>- Erhalt von Biotopbäumen</li> </ul> <b>Ziel:</b> 150 Zielbäume sind in der Krone gleichmäßig umlichtet und haben einen Brusthöhendurchmesser von 40 – 45 cm erreicht <b>Mögliche Fehler:</b> Zu starke Eingriffe (Zuwachsverluste), Entrümpelungshiebe/flächige Entnahme des Unter- und Zwischenstandes, Entnahme von Biotopbäumen
	50 bis 100 Jahre	max. 50 Efm/ha und Eingriff	
<b>VJ</b>	ab ca. 28 m	Eingriffsstärke und -turnus abhängig vom Bestockungsziel	<b>Verjüngung/Zielstärkennutzung:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Bestockungszieltyp Mischbestand mit Kieferbeteiligung (bis ca. 20 %):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zur Naturverjüngung der Kiefer <u>rechtzeitig</u> (gruppen-), horst- bis kleinbestandsweise markante Schirmstellungen schaffen (Absenkung des Beschirmungsgrades auf 0,4 bis 0,6)</li> <li>- kleinflächige, femelartige Verjüngung von Fichte, Buche (Tanne, Douglasie)</li> <li>- schirmschlagartiges Vorgehen bei Verjüngung auf führende Eiche</li> </ul> </li> <li><b>Bestockungszieltyp führende Kiefer (Kiefern-Anteil über ca. 50 %):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gruppenweise, femelartige Verjüngung von Buche, Fichte (Douglasie, Tanne); ggf. Birke als ökologische Beimischung beteiligen</li> <li>- horst- bis kleinbestandsweises, schirmschlagartiges Vorgehen bei Einbringung von Eiche</li> <li>- zur Naturverjüngung der Kiefer (horst- bis) kleinbestandsweise markante Schirmstellungen schaffen (Absenkung des Beschirmungsgrades auf 0,4 bis 0,6)</li> </ul> </li> <li><b>Allgemein</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erforderlichenfalls Bodenverwundung zur Erzielung von Kiefern-Naturverjüngung</li> <li>- rechtzeitiger Voranbau von Mischbaumarten</li> <li>- sukzessive Zielstärkennutzung der Zielbäume; Mindest-Zielstärke: 45 cm</li> <li>- 10 – 20 qualitativ hochwertige Altbäume ausreifen lassen (Zielstärke: 60 cm)</li> <li>- Erhalt von Biotopbäumen (bis zu 10 St./ha)</li> <li>- ggf. Pflege von Kiefern-Naturverjüngung unter Schirm (PUS)</li> </ul> </li> </ol> <b>Ziel:</b> Durch eine lang anhaltende Verjüngungsphase (40 - 50 Jahre) Erzielung eines gruppen- bis kleinbestandsweise strukturierten Bestandesgefüges mit einem ausreichenden Anteil an Mischbaumarten <b>Mögliche Fehler:</b> Zu rasches Vorgehen, zu großflächiges schirmschlagartiges Vorgehen, zu wenig Lichtgabe in auf Kiefer zu verjüngenden Bereichen, Entnahme von Biotopbäumen, Mischbaumarten fehlen in der Vorausverjüngung, versäumter Voranbau
	ab 100 Jahre		

## Anhang 2: Übersicht zur Kiefer – ertragsschwächere Standorte (Bon. I.5 bis II.5 Gerh.)

Nutzungsart	Oberhöhe (m) Alter (Jahre)	Eingriffe/10 J. Entnahmemenge Efm/ha und Jahrzehnt	Maßnahmen
<b>JP</b>	bis 12 m bis ca. 30 Jahre	0 - 1 Eingriff/10J. (bei vorgezogener Zielbaumdurch- forstung 2-4 Bedränger/ Zielbaum und Eingriff)	<p><b>Mischbaumartenpflege/Sicherung der Kandidaten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Mischbaumarten</u> trupp- bis gruppenweise ausformen, ggf. einzeln fördern</li> <li>- Ausnutzung eines lichten Kiefern-Altbestandsschirms zur natürlichen Differenzierung</li> <li>- in Ausnahmefällen extensive Entnahme einzelner Protzen/Grobformen zur Sicherung der Kandidaten</li> <li>- bei deutlich erhöhter Schneebruchgefahr Förderung von ca. 150 Auslesebäumen bei rund 8 m Oberhöhe in Form einer vorgezogenen Zielbaumdurchforstung</li> <li>- ggf. Anlage von Pflegepfaden/Rückegassen</li> <li>- ggf. beginnende Astung von vorwüchsigen Mischbaumarten (Douglasie, Lärche, Kirsche)</li> </ul> <p><b>Ziel:</b> ca. 150 vitale, stabile und qualitativ gute (geradschaftig, nicht grobstig, symmetrische Krone) Kandidaten gegen Ende der JP</p> <p><b>Mögliche Fehler:</b> Verlust von Mischbaumarten, flächige Standraumregulierung, reine Negativauslese</p>
<b>JD</b>	12 m bis 20 m 30 bis 60 Jahre	1 - 2 Eingriffe/10 J.  1 - 3 Bedränger/ Zielbaum und Eingriff  bis 30 Efm/ha und Eingriff (max. 40 Efm/ha inkl. Feinerschließung)	<p><b>Zielbaumdurchforstung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlage der Feinerschließung</li> <li>- gezielte Förderung von ca. 150 vitalen, qualitativ guten und gesunden <u>Zielbäumen</u> je Hektar (positives Auszeichnen!) im Abstand von 6 – 10 m (im Durchschnitt 8 m), Kronenausbau konsequent fördern</li> <li>- <b>Oberhöhe 12 - 17 m (Alter ca. 30 - 45 Jahre): 2 Eingriffe, Entnahme von 3 Bedrängern im ersten und 2 Bedrängern im zweiten Eingriff</b></li> <li>- <b>Oberhöhe 17 - 20 m (Alter ca. 45 - 60 Jahre): 1 Eingriff, Entnahme von 1 Bedränger</b></li> <li>- erwünschte <u>Mischbaumarten</u> als Zielbäume integrieren</li> <li>- Bedränger sind auch schwächere Bestandesglieder, die in die Krone der Kiefern-Zielbäume reichen</li> <li>- ggf. Astung von Mischbaumarten (Douglasie, Lärche, Kirsche)</li> </ul> <p><b>Ziel:</b> Kronenprozent der Zielbäume bei mind. 40 %, h/d-Wert ca. 80</p> <p><b>Mögliche Fehler:</b> zu viele Zielbäume ausgewählt, Entrümpelung/Entnahme des Unter- und Zwischenstandes, zu hohe Entnahmemengen in einem Eingriff; zu starke Eingriffe, wenn bereits stabilisierender Eingriff in JP erfolgt ist</p>
<b>AD</b>	20 m bis 25 m 60 bis 110 Jahre	1 Eingriff/10 J.  0 - 1 Bedränger/ Zielbaum und Eingriff  max. 45 Efm/ha und Eingriff	<p><b>Kronenpflege der Zielbäume:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- je Hektar ca. 150 vitale, gut geformte <u>Zielbäume</u> weiter maßvoll in der Krone begünstigen</li> <li>- erwünschte <u>Mischbaumarten</u> zählen zum Zielbaumkollektiv</li> <li>- <b>insgesamt bis zu 5 Eingriffe mit Entnahme von jeweils 0 - 1 Bedränger je Zielbaum</b></li> <li>- Unter- und Zwischenstand erhalten; in die Krone der Kiefern-Zielbäume einwachsende Unter- und Zwischenständer entnehmen</li> <li>- Erhalt von Biotopbäumen</li> </ul> <p><b>Ziel:</b> 150 Zielbäume sind in der Krone gleichmäßig umlichtet und haben einen Brusthöhendurchmesser von 35 – 40 cm erreicht</p> <p><b>Mögliche Fehler:</b> Zu starke Eingriffe (Zuwachsverluste), Entrümpelungshiebe/flächige Entnahme des Unter- und Zwischenstandes, Entnahme von Biotopbäumen</p>
<b>VJ</b>	ab ca. 25 m  ab 110 Jahre	Eingriffsstärke und - turnus abhängig vom Bestockungsziel	<p><b>Verjüngung/Zielstärkennutzung:</b></p> <p><b>4. Bestockungszieltyp führende Kiefer (Kiefern-Anteil über ca. 50 %):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gruppenweise, femelartige Verjüngung von Buche, Fichte (Douglasie, Tanne); ggf. Birke als ökologische Beimischung beteiligen</li> <li>- horst- bis kleinbestandsweises, schirmschlagartiges Vorgehen bei Einbringung von Eiche</li> <li>- zur Naturverjüngung der Kiefer (horst- bis) kleinbestandsweise markante Schirmstellungen schaffen (Absenkung des Beschirmungsgrades auf 0,4 bis 0,6)</li> </ul> <p><b>5. Bestockungszieltyp Mischbestand mit Kieferbeteiligung (bis ca. 20 %):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zur Naturverjüngung der Kiefer <u>rechtzeitig</u> (gruppen-), horst- bis kleinbestandsweise markante Schirmstellungen schaffen (Absenkung des Beschirmungsgrades auf 0,4 bis 0,6)</li> <li>- kleinflächige, femelartige Verjüngung von Fichte, Buche (Tanne, Douglasie)</li> <li>- schirmschlagartiges Vorgehen bei Verjüngung auf führende Eiche</li> </ul> <p><b>6. Allgemein</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erforderlichenfalls Bodenverwundung zur Erzielung von Kiefern-Naturverjüngung</li> <li>- rechtzeitiger Voranbau von Mischbaumarten</li> <li>- sukzessive Zielstärkennutzung der Zielbäume; Mindest-Zielstärke: 40 cm</li> <li>- 10 – 20 qualitativ hochwertige Altbäume ausreifen lassen (Zielstärke: 55 cm)</li> <li>- Erhalt von Biotopbäumen (bis zu 10 St./ha)</li> <li>- ggf. Pflege von Kiefern-Naturverjüngung unter Schirm (PUS)</li> </ul> <p><b>Ziel:</b> Durch eine lang anhaltende Verjüngungsphase (40 - 50 Jahre) Erzielung eines gruppen- bis kleinbestandsweise strukturierten Bestandesgefüges mit einem ausreichenden Anteil an Mischbaumarten</p> <p><b>Mögliche Fehler:</b> Zu rasches Vorgehen, zu großflächiges schirmschlagartiges Vorgehen, zu wenig Lichtgabe in auf Kiefer zu verjüngenden Bereichen, Entnahme von Biotopbäumen, Mischbaumarten fehlen in der Vorausverjüngung, versäumter Voranbau</p>

### Anhang 3: Entscheidungshilfe zum Quereinstieg in der Altdurchforstung



## Anhang 4: Bodenverwundung zur Einleitung von Kiefern-Naturverjüngung

Durchschnittlich eine Vollmast und bis zu sieben Halb- und Sprengmasten im Jahrzehnt sind für die Baumart Kiefer in der Fachliteratur beschrieben. Manchmal hängen während der zweijährigen Entwicklung von der Blüte bis zur Samenreife bis zu drei verschiedene Zapfenstadien aus drei aufeinanderfolgenden Blüten am Baum und nicht weniger als bis zu sieben Millionen Saatkörner je ha fallen bei einer Vollmast zu Boden. Dazu besitzt die Kiefer mit 95% die höchste Keimfähigkeit aller heimischen Waldbäume. In diesem Zusammenhang verwundert es schon, wie spärlich und wie selten in Kiefernbeständen natürliche Kiefernverjüngung aufläuft bzw. durchkommt. Der Grund ist leicht auszumachen: Als Rohbodenkeimer braucht der Kiefern Samen Mineralbodenanschluss und dieser ist bei oftmals mächtigen Rohhumusaufgaben und starkem Beerkrautbewuchs unter Kiefern nur selten gegeben. Zusätzlich trägt Rehwildverbiss an den Keimlingen und Sämlingen dazu bei, dass ankommende Naturverjüngung gar nicht erst wahrgenommen wird. Neben der Reduktion überhöhter Rehwildbestände ist daher meist eine Bodenverwundung zur Offenlegung des Mineralbodens erforderlich, um eine ausreichend dichte Kiefernverjüngung zu erhalten. Wenn Bodenverwundung zur Einleitung von Kiefernverjüngung erforderlich ist, dann sind folgende Standards zu beachten:

### PEFC-Standards für Deutschland:

- Nr. 2.8: „Das Befahren zusätzlich zur Holzernte (Bodenbearbeitung, Pflanzung, Saat) wird auf das unbedingt erforderliche Ausmaß begrenzt. Bei verdichtungsempfindlichen Böden wird das Befahren bodenschonend (geringe Bodenfeuchtigkeit, bodenpfleglicher Maschineneinsatz) gestaltet.“
- Nr. 4.7 „Der natürlichen Verjüngung wird der Vorzug gegeben, vorausgesetzt, dass die zu erwartende Verjüngung standortgerecht und qualitativ wie quantitativ befriedigend ist und dass eine Pflanzung aufgrund eines geplanten Waldumbaus nicht erforderlich ist.“
- Nr. 5.4 a) „Eine schonende Bodenverwundung sowie eine plätze- und streifenweise Bodenbearbeitung ist zulässig, wenn eine Verjüngung auf anderem Wege nicht möglich ist.“

### Waldbaugrundsätze der *BaySF* (WNJF-HB-001):

- „Genetisch geeignete Altbestände aus standortgemäßen Baumarten werden natürlich verjüngt.“
- „Aufwendungen bei der Bestandesgründung werden durch das Ausschöpfen des Naturverjüngungspotenzials und das rechtzeitige Einbringen von Mischbaumarten minimiert.“

Aus den vorgenannten Standards geht hervor, dass eine bemessene Bodenverwundung zur Einleitung einer Kiefern-Naturverjüngung zwar grundsätzlich möglich ist. Zu beachten ist jedoch darüber hinaus in jedem Einzelfall, ob **waldgesetzliche, naturschutzfachliche oder -rechtliche sowie wasserrechtliche Gründe** einer Bodenverwundung entgegenstehen; hierfür empfiehlt sich

die Abstimmung konkreter Maßnahmen mit den betreffenden Behörden bzw. regionalen Wasserversorgern.

Auch wenn eine Bodenverwundung an Hand der o. g. Standards und auch rechtlich zulässig ist, so sind dennoch die in jedem Fall gegebenen nachteiligen Auswirkungen einer solchen Maßnahme, wie insbesondere Bodenverdichtung durch Befahrung, Mineralisierung von Auflagehumus bzw. Nährstoffverluste (Nitratauswaschung) sowie Wurzelverletzungen (Schwächung der Altbäume, Schaffung von Eintrittspforten für Schaderreger) zu berücksichtigen und möglichst zu minimieren.

### **Vorgehen und Verfahren**

Vor der Herstellung des Mineralbodenanschlusses durch Bodenverwundung sind die Bestände in eine geeignete Lichtstellung zu bringen. Diese kann regional sehr unterschiedlich sein und variiert zwischen einem Überschirmungsgrad von 0,4 bis 0,6. Auf den zur Verjüngung anstehenden Flächen bzw. im direkten Umfeld ist ein vorhandener Nebenbestand aus Fi, Bu oder anderen Schattbaumarten großzügig vor der Bodenverwundungsmaßnahme zu entnehmen. Das Beseitigen der Gipfel- und Resthölzer sollte sich auf das erforderliche Maß bzw. die zu bearbeitenden Flächen beschränken, um unnötige Nährstoffverluste zu vermeiden.

Nährstoffverluste und Nitratbelastungen des Grundwassers werden durch streifenweises Vorgehen möglichst gering gehalten. Ganzflächige Bodenverwundung ist nicht notwendig. Die zu bearbeitenden Flächen zur Einleitung der Kiefern-NVJ sollten jeweils mindestens 0,3 ha betragen und 2,0 ha nicht überschreiten. Es wird Bodenverwundung auf mehreren Teilflächen in verschiedenen Arbeitsfeldern empfohlen.

### **Streifenpflügen**

Streifenweises Pflügen mit Wegklappen der organischen Auflage und Freilegen des Mineralbodens. Dieses Verfahren eignet sich bei Vergrasung und starken Rohhumusauflagen bei nur mäßigem, nicht hohem Beerkrautbewuchs. In den Mineralboden wird nur unwesentlich eingegriffen und dessen Struktur kaum verändert. Die Verwendung möglichst kleiner, wendiger Forstschlepper mit geringem Bodendruck bei geringer Bodenfeuchtigkeit ist zu bevorzugen. Der Einsatz eines Pferdes an Stelle eines Schleppers ist denkbar. Die Pflugstreifen bleiben einige Jahre offen, so dass mehrere Samenjahre zur Naturverjüngung genutzt werden können. Günstigster Zeitpunkt für das Pflügen ist das zeitige Frühjahr, bevor die Kiefern-Samen fallen – da die Böden zu dieser Zeit jedoch oft einen vergleichsweise hohen Wassergehalt aufweisen kann es aus Gründen des Bodenschutzes aber erforderlich sein, zeitlich auf trockene Herbstmonate auszuweichen.

### **Mulchen**

Streifenweises mulchen bis in den Mineralboden mit ausreichender Mineralbodendurchmischung. Dieses Verfahren eignet sich bei hohem Beerkrautbewuchs und großen Rohhumusauflagen. Ggf. sind zwei Mulcherübergänge (Hin- und Rückfahrt) erforderlich, um ausreichend in den Mineralboden

zu gelangen. Schwere Mulcher können nur auf trockenen, nicht zur Verdichtung neigenden Standorten eingesetzt werden. Leichtere Böschungsmulcher mit geringem Bodendruck lassen sich unter Beachtung der Bodenfeuchtigkeit auch auf wechselfeuchten Standorten und in steileren Lagen einsetzen. Günstigster Zeitpunkt ist im Herbst; so kann sich das durchmischte, lockere Material bis zum Samenfall im Frühjahr setzen, wodurch die Sämlinge nicht so stark von Austrocknung bedroht sind.

### **Fräsen**

Streifenweises Fräsen bis in den Mineralboden wie beim Mulchen. Geeignet für Beerkrautbewuchs und mittlere Rohhumusauflagen bis ca. 10 cm. Langsam laufende, schmale Fräsen an wendigen, kleinen Schleppern sind zu bevorzugen. Günstigster Zeitpunkt ist im Herbst, damit sich das lockere Material bis zum Samenfall im Frühjahr setzen kann (siehe Mulchen).

### **Grubbern**

Aufreißen der organischen Auflage und Freilegen des Mineralbodens. In den Mineralboden wird nur geringfügig eingegriffen. Dieses Verfahren eignet sich nur, wo Bewuchs mit Beerkraut kaum vorhanden ist und Humusauflagen (Moder) nicht zu stark (< 10 cm) ausgeprägt sind. Grubbern ist vom Herbst bis zum Frühjahr möglich, sofern nicht Schnee die Arbeit behindert.

Die Wahl des Verfahrens ist ganz wesentlich abhängig von den Standortverhältnissen, von der Konkurrenzvegetation (i.d.R. Beerkraut) und der Mächtigkeit der Rohhumusaufgabe. Da in unterschiedlichen Gebieten bereits verschiedene Verfahren erfolgreich praktiziert werden, sollte auf die regional bewährten Verfahren zurückgegriffen werden. Prinzipiell ist die Befahrung auf das unbedingt nötige Maß zu beschränken. Verfahren, welche die Bodenstruktur schonen (Streifenpflug, Grubber) sind gegenüber strukturzerstörenden Verfahren (Mulcher, Fräse) soweit möglich zu bevorzugen. Die Entwicklung neuer Technologien (z.B. Pflug oder Fräse an Harvesterkran o.ä.) sollte auch in der Praxis angestoßen werden.

### **Außenwirkung/Öffentlichkeitsarbeit**

In „Kieferngebieten“ hat das Sammeln von Heidelbeeren, Preiselbeeren oder Pilzen für die Bevölkerung traditionell eine große Bedeutung. Naturschutzbehörden wie -verbände sehen in Kiefernwäldern vielfach besonders schützenswerte und ästhetisch ansprechende Waldebensräume.

Eine Bodenverwundung wird, gleichgültig mit welchem Verfahren, stets auf der Fläche deutlich sichtbar sein und den unvorbereiteten Laien womöglich irritieren.

Daher sollte auf lokaler und regionaler Ebene der Öffentlichkeit bzw. Verbänden die Notwendigkeit einer Bodenverwundung zur Erhaltung und Sicherung der Baumart Kiefer bzw. der Kiefernwaldvegetation (Beerkraut) auch in der künftigen Waldgeneration rechtzeitig vor

entsprechenden Maßnahmen in geeigneter Weise ins Bewusstsein gebracht werden. Dies sollte möglichst unter frühzeitiger Einbindung der Forstverwaltung erfolgen.

Um unnötige Beeinträchtigungen der Erholungsfunktion zu vermeiden sollten die Arbeitsfelder möglichst in rückwärtige Bestandespartien, abseits viel begangener Wege gelegt werden.

## Anhang 5: Literaturverzeichnis

- BAYERISCHE STAATSFORSTEN, 2009: Bewirtschaftung von Fichten- und Fichtenmischbeständen im Bayerischen Staatswald. Richtlinie, 83 Seiten.
- BAYERISCHE STAATSFORSTEN, 2011: Grundsätze für die Bewirtschaftung von Buchen – und Buchenmischbeständen im Bayerischen Staatswald. Richtlinie, 98 Seiten.
- BUTIN, H. (1996): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- GERHARDT, E. (1921): Ertragstafel Kiefer mittelstarke Durchforstung in: Hilfstafeln für die Forsteinrichtung, Auflage 1990, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, 334 S.
- v. GUTTENBERG, A., 1885: Vergleichung des Wachstumsganges der Buche, Fichte, Tanne und Kiefer in gemischten Beständen des k.k. Ofenbacher Staatsforstes. Österr. Vierteljahrsschrift für Forstwesen, S. 209-241
- KÜSTER, H (1998): Geschichte des Waldes – von der Urzeit bis zur Gegenwart. C.H. Beck Verlag, München
- KÜSTERS, E.; BACHMANN, M.; PRETZSCH, H. und UTSCHIG, H. (2004): Die Kiefer im Rein- und Mischbestand – Produktivität, Variabilität, Wachstumstrend. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, 204 S.
- LEMBCKE, G.; KNAPP, E.; DITTMAR, O. (1975): Ertragstafel für die Kiefer (*Pinus sylvestris*, L.) im Nordostdeutschen Tiefland, 101 S., Hrsg: LANDESFORSTANSTALT EBERSWALDE, 2000, überarbeitete Fassung.
- PRETZSCH, H. (1985): Wachstumsmerkmale süddeutscher Kiefernbestände in den letzten 25 Jahren. Forstliche Forschungsberichte München, B. 65, 173 S.
- PRETZSCH, H. (2001): Modellierung des Waldwachstums, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 341 S.
- PRETZSCH, H.; BIBER, P.; DURSKY, J. (2002): The single tree-based stand simulator SILVA: construction, application and evaluation. Forest Ecology and Management 162, S. 3-21
- PRETZSCH, H.; BIELAK, A.; BRUCHWALD, A.; DIELER, J.; DUDZINSAK, M.; ERHART, H.-P.; JENSEN, A. M.; JOHANNSEM, V. K.; KOHNLE, U.; NAGEL, J.; SPELLMANN, H.; ZASADA, M. und ZINGG, A. (2013): Mischung und Produktivität von Waldbeständen. Ergebnisse langfristiger ertragskundlicher Versuche. Allg. Forst- und J.-Ztg., 184 Jg. H.7/8, S. 177-196
- RIGLING, A.; DOBBERTIN, M.; BÜRGI, M.; FELDMEIHER-CHRISTE, E.; GIMMI, U.; GINZLER, C.; GRAF, U.; MAYER, P.; ZWEIFEL, R.; WOHLGEMUTH, T. (2006): Baumartenwechsel in den Walliser Waldföhrenwäldern. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Forum für Wissen, S. 23–33
- WALENTOWSKI, H.; EWALD, J.; FISCHER, A.; KÖLLING, CH.; TÜRK, W. (2006): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns, 2. Auflage. Geobotanica Verlag, Freising
- WIEDEMANN, E. (1943): Ertragstafel Kiefer mäßige Durchforstung in: Hilfstafeln für die Forsteinrichtung, Auflage 1990, Bay. StMELF, 334 S.

## Anhang 6: Verzeichnis der Abkürzungen

**ABZ:** Allgemeines Bestockungsziel

**AD:** Altdurchforstung

**Baumartengruppe Kiefer:** Kiefer, Strobe, Schwarzkiefer, Spirke, Zirbe und Latsche; im Holzeinschlag zusätzlich auch die Lärche

**BaySF:** Bayerische Staatsforsten

**Bess. StO:** Bessere Standorte

**BHD:** Brusthöhendurchmesser gemessen bei 1,30 m Höhe

**Efm/ha\*a:** Erntefestmeter je Hektar und Jahr

**Efm:** Erntefestmeter ohne Rinde

**ET:** Ertragstafel

**FE-Datenbank:** Forsteinrichtungsdatenbank

**Gerh.:** Gerhardt (Ertragstafel)

**GJ:** Geschäftsjahr

**h/d-Verhältnis:** Verhältnis der Baumhöhe (h) zum Durchmesser (d) auf Brusthöhe (1,30 m)

**J.:** Jahre

**JD:** Jungdurchforstung

**JP:** Jungbestandspflege

**KD:** Kronendurchmesser

**Lfd.:** Laufender ...

**N/ha:** Stammzahl je Hektar

**NH:** Nicht verkaufsfertig aufbereitetes Derbholz

**PUS:** Pflege unter Schirm

**Schw. StO:** Schwächere Standorte

**St.:** Stück

**StO.:** Standort

**Ü:** Überschirmungsgrad

**VJ und VJN:** Verjüngungsnutzung

„<“: Kleiner

„>“: Größer