

# Prognose Bestandesgefährdung – Bedeutet Kahlfraß das Todesurteil für Kiefernbestände?

MATTHIAS WENK, KATRIN MÖLLER

## Einleitung

Massenvermehrungen der Kiefern großschädlinge sind auf Grund des immer noch hohen Anteils gleichaltriger Kiefernreinbestände im Land Brandenburg aktuell ein großes Problem. So ist auch 2013 wieder mit großflächigen intensiven Fraßschäden in den Kiefernwäldern zu rechnen. Die Nonne, *Lymantria monacha*, befindet sich auf dem Höhepunkt der etwa alle 10 Jahre stattfindenden Massenvermehrung.

Aufgaben des Waldschutzes sind die Überwachung, Prognose, Bekämpfung und Prophylaxe von Schaderregern und Schäden. Für die Kiefern großschädlinge werden standardisierte Verfahren zur Überwachung genutzt, die gute Prognosen der zu erwartenden Fraßschäden durch die Raupen von Nonne, Kiefernspinner, Kiefernspanner, Forleule oder auch die Larven der Kiefernbuschhornblattwespen ermöglichen. Die Prognosen erfordern einen erheblichen personellen Aufwand, da nur auf Grundlage exakter und gewissenhaft erhobener Überwachungsdaten eine genaue Differenzierung der Befallsintensitäten möglich ist. Grundlegend ist aber folgende Frage: Welche Prognose rechtfertigt den Einsatz von Insektiziden?

Die Kriterien, die über den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Wald entscheiden, haben sich im Laufe der Zeit geändert. Zunehmend spielen nicht allein wirtschaftliche, sondern auch ökologische Gesichtspunkte eine große Rolle bei der Abwägung. Mit der Formulierung der Waldgesetze nach 1989 und gleichlaufend mit der Einführung der Zertifizierungskriterien von PEFC und FSC gilt auch in den Wäldern Brandenburgs die Bestandesgefährdung als Kriterium für den großflächigen Einsatz von Insektiziden. Praktische Erfahrungen und erste Freilanduntersuchungen haben darauf hingewiesen, dass eine Bestandesgefährdung mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist, wenn Kiefernbestände von Kahlfraß betroffen sind (APEL & WENK 1997, MAJUNKE et al. 1998; APEL 2000). In den letzten Jahren wurden die Massenvermehrungen der Kiefern großschädlinge genutzt, um diese Kenntnisse zum Regenerationsvermögen der Kiefern zu untersetzen. Andererseits sollte damit gleichzeitig auch untersucht werden, welche Konsequenzen sich für die wirtschaftliche Nutzung, die Folgeüberwachung und die Bestandesentwicklung ergeben, wenn es nach Kahlfraßereignissen zu flächigen Bestandesschäden kommt.

Unter anderem wurde folgenden Fragen nachgegangen: Ab welchen Nadelverlusten tritt eine Bestandesgefährdung ein? Ist bei Prognose Kahlfraß gleichzeitig die Prognose „Bestandesgefährdung“ gerechtfertigt? Welche Nadelverluste sind tolerierbar? Fragen aus der Praxis, wie z. B.: „Was wird aus den kahl gefressenen Kiefern?“ oder „Wie bewirtschaftete ich fraßgeschädigte Bestände?“ veranlassten die Hauptstelle für Waldschutz ab 1994 Untersuchungen zur Regeneration stark und kahl gefressener Kiefernbestände durchzuführen. Alle Massenvermehrungen der Kie-

fern großschädlinge wurden seit dieser Zeit genutzt. Datenerhebungen erfolgten auf: 16 Versuchsflächen während der Kiefernspinner-Gradationen 1995–1998 und 2004–2005, 40 Versuchsflächen während der Nonnen-Gradation 2002–2006, 4 Versuchsflächen während der Kiefernspanner-Gradation 2007 und 4 Versuchsflächen während der Blattwespen-Gradation 2009.

## Methode

Für die Untersuchungen wurden Bestandesareale ausgewählt, in denen mehr als die Hälfte der vorhandenen Kiefern 90–100% Nadelverluste aufwiesen. Untersuchungen des Waldschutzteams in den 1990er Jahren hatten gezeigt, dass die größten Auswirkungen in kahl gefressenen Beständen zu erwarten sind (APEL & WENK 1997, MAJUNKE et al. 1998; APEL 2000, WENK & APEL 2007). Basierend auf den Erfahrungen vorangegangener Untersuchungen wurden in den Kahlfraßherden Rasterflächen mit einer Kantenlänge von 20×50m angelegt. Diese wurden in 10 Parzellen a 10×10m eingeteilt. Für alle auf den Rasterflächen befindlichen Kiefern wurde die Stammposition, der Brusthöhendurchmesser (BHD), die Baumklasse (BKL) (nach KRAFT) und die Restbenadelung ermittelt (WENK & APEL 2007). Zusätzlich wurden von einigen ausgewählten Rasterflächen Bohrspäne untersucht. Die Bohrspänenahmen erfolgten im Rahmen eines EU-Projektes durch Studenten der Universität Prag ausschließlich auf den während der Nonnen-Gradation 2002–2006 angelegten Rasterflächen in der Schorfheide. Die Messdaten wurden der Hauptstelle für Waldschutz Eberswalde freundlicherweise für eigene Auswertungen überlassen. So war es möglich, das Zuwachsverhalten der Kiefern nach einem Fraßereignis abzubilden.

## Ergebnisse

### Regenerationsverlauf der Benadelung

Je nach Schadinsekt und Raupenzahl zeigte sich in den Kahlfraßherden eine unterschiedliche Verteilung von kahl (Nadelverlust: 91–100%) und stark (Nadelverlust: 50–90%) befallenen Kiefern. Während Kahlfraßherde bei einer Kiefernspinner-Gradation zum Großteil aus kahl gefressenen Kiefern bestehen, sind nach Nonnen-, Blattwespen- oder Kiefernspannerfraß auch Kiefern mit einer Restbenadelung von 20, 30 oder 40% in den Kahlfraßherden vorhanden. Besonders nach Nonnen-Fraß waren neben den kahl gefressenen Kiefern auch Kiefern mit geringeren Nadelverlusten vorhanden. Von Interesse war, wie sich die unterschiedlich benadelten Kiefern in der Folgezeit

entwickeln. Dazu wurden die Kiefern auf Grundlage ihrer verbliebenen Restbenadelung in verschiedene Restbenadelungsstufen eingeteilt. Dabei zeigte sich, dass die nach dem Fraß verbliebene Restbenadelung einen entscheidenden Einfluss auf die Regenerationsdauer ausübt. So benötigen 10–40 % benadelte Kiefern gegenüber kahlen Kiefern in der Regel ein Jahr weniger für die Regeneration ihrer Benadelung. Nach dem Nonnen-Fraßereignis 2003 in der Schorfheide benötigten die kahl gefressenen Kiefern 5 Jahre, die mit größerer Restbenadelung 4 Jahre bis zur vollständigen Regeneration (Abb. 1). Signifikante Unterschiede in der Regenerationsdauer gab es zwischen kahl gefressenen Kiefern der Klimastufen Tm (Tiefeland, mäßig trocken) und Tt (Tiefeland, trocken). In der Klimastufe Tm benötigten die Kiefern 5, die der Klimastufe Tt hingegen 6 Jahre bis zur Vollbenadelung (WENK & APEL 2007).

### Kronenentwicklung

Grund für die lange Regenerationsdauer ist der vollständige Verlust der Schatten- und großer Teile der Lichtkrone. Das verloren gegangene Kronenvolumen muss im nachfolgenden Regenerationsprozess erst wieder ersetzt werden. Ursache für den Kronenraumverlust ist das Verwelken der Maitriebe durch die eingeschränkte bzw. fehlende Wasserversorgung. Bleiben die Maitriebe im Wipfelbereich erhalten, bestehen günstige Voraussetzungen zur Regeneration der Lichtkrone. Ein Grund ist die bessere Versorgungssituation und physiologische Leistungsfähigkeit der Maitriebe in der Lichtkrone. Es gibt aber immer wieder Fälle, in denen der Wipfelbereich abstirbt und sich eine Sekundärkrone bildet oder es durch Begrünung von Teilbereichen zu einer Fragmentierung der Krone kommt (Abb. 2).

### Jahringbildung und Zuwachsverluste

Fraßereignisse und Nadelverluste werden häufig mit Zuwachsverlusten in Zusammenhang gebracht. In den wenigsten Fällen gibt es jedoch konkrete Zahlen, die den Holzverlust beziffern. Da die Auswertung für alle beprobten Flächen noch nicht abgeschlossen ist, soll am Beispiel des Kiefernbestandes einer Rasterfläche in der Abt. 167 (Rev. Rarangsee) die Kausalität zwischen Benadelung und Jahringentwicklung dargestellt werden. Die vorläufigen Ergebnisse verdeutlichen, dass im Fraßjahr die mittlere Frühholzbreite gegenüber den Jahren vor dem Fraßereignis etwas geringer ausfällt. Auch Spätholz wurde wesentlich weniger gebildet. Hier zeigte sich ein deutliches Defizit gegenüber den Vorjahren. Ein Jahr nach dem Fraß können vor allem die 10–40 % benadelten Kiefern ihre Benadelung auf durchschnittlich 30 % verbessern, während die kahlen Kiefern mit erheblichen Problemen zu kämpfen haben und im Mittel nur 10 % erreichen.

Im Jahr nach dem Fraß war an kahl gefressene Kiefern eine Jahringbildung nicht mehr nachweisbar. Ursache für das Ausbleiben des Jahrrings (Null-Wachstum im Folgejahr) ist die fehlende Assimilation der kahl gefressenen Kiefern. Im zweiten Jahr wurde etwa die Hälfte der verloren gegangenen Benadelung regeneriert. Durch die Verbesserung des Benadelungszustandes nahm die Jahringbreite wieder zu. Die Auswirkung der Nadelverluste war über einen Zeitraum von 4 Jahren (einschließlich des Fraßjahres)

anhand eines unterdurchschnittlichen Jahreszuwachses nachweisbar. Im Vergleich zur Null-Fläche fiel die Jahringbreite im Fraßjahr um -54 % und im 1. Regenerationsjahr um -94 % geringer aus. Erst im 4. Regenerationsjahr wurde wieder das Zuwachsniveau vor dem Fraßereignis erreicht bzw. überschritten. Dabei lag der Radialzuwachs auf einigen Rasterflächen kurzzeitig über dem Level der 0-Fläche (Abb. 3, Seite 12). Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen MAJUNKE und Mitarbeiter (2012) bei Untersuchungen im selben Untersuchungsgebiet für Kiefern mit Nadelverlusten von mehr als 70 %.

### Stammverluste

Allgemein kann von Kiefern mit Restbenadelung unter günstigen Bedingungen – keine Massenvermehrung von Stammschädlingen, keine langen Dürreperioden, saubere Waldwirtschaft – ein gutes Regenerationsvermögen erwartet werden. Ein Großteil der Kiefern ohne Restbenadelung überlebt den einschneidenden Nadelverlust nicht. Das zeigen die auf den Rasterflächen registrierten Stammverluste bei verschiedenen Fraßereignissen (Kiefern großschädlings-Gradationen). So lagen die Stammverluste bei den kahl gefressenen Kiefern zwischen 11 und 100 % (häufig bei 30 bis 60 %), bei denen mit starken Nadelverlusten zwischen 1 und 60 % (häufig bei 9 bis 30 %) (Abb. 4, Seite 12).

### Verluste in den einzelnen Baumklassen

Auf dem Höhepunkt einer Gradation erreicht häufig auch die Befallsfläche ihr Maximum. Zu diesem Zeitpunkt konzentriert sich der Befall nicht mehr nur auf wenige Bestände, sondern erstreckt sich über große Waldgebiete. Der Raupenfraß umfasst dann unabhängig von der Baum- und Altersklassenstruktur (selten in der I. und II. ALK) alle Bestände. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass alle Baumklassen (BKL) von Kahlfraß betroffen sein können. Während der Nonnen-Gradation 2002-06 betrug die Stammverluste auf den Rasterflächen Süd-Brandenburgs in den BKL II – IV 51 – 64 % und in der BKL I 46 %. Somit starb rd. die Hälfte aller Zukunftsbäume innerhalb der Kahlfraßherde. In den stark befallenen Arealen (Nadelverluste: 50–90 %) lag die Verlustrate in der I bis IV BKL unter 25 %.

### Stammschädlings-Stehendbefall fraßgeschädigter Kiefern

Durch den plötzlichen Nadelverlust befinden sich vor allem kahl gefressene Kiefern in erhöhtem Stress-Zustand, die Disposition gegenüber „Sekundärschädlingen“ erhöht sich. Diese erhöhte Disposition wird auch von Stammschädlingen, holz- und rindenbrütenden Insekten, ausgenutzt. Das lässt sich am Befall von Kiefern unterschiedlicher Benadelungsstufen nachweisen. So werden von den meisten der untersuchten Insektenarten kahle Bäume als Brutbaum genutzt. Nach der Blattwespen-Gradation 2009 waren 8 holz- und rindenbrütende Arten an abgestorbenen, ehemals kahl gefressenen, Kiefer registriert worden. Die Anzahl der am Befall beteiligten Arten verringerte sich mit zunehmendem Benadelungsprozent. Bei einer Benadelung von 50 % wa-

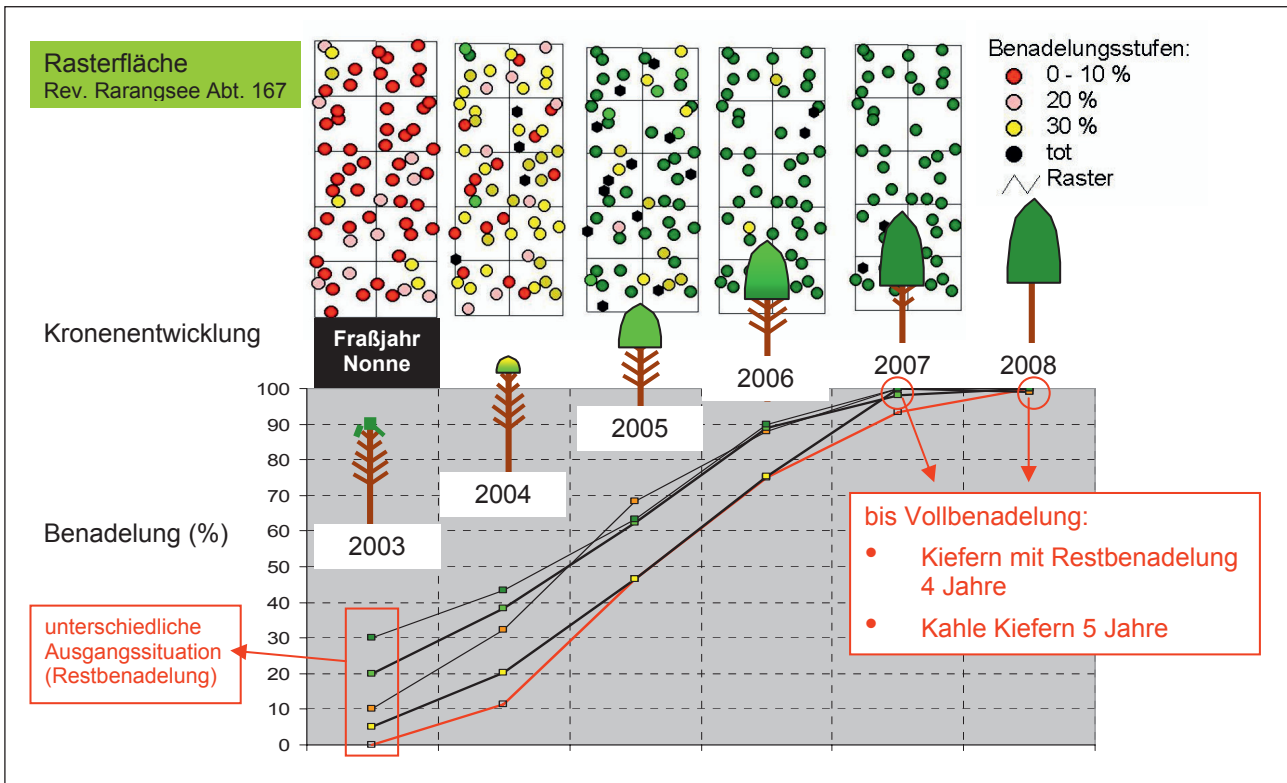


Abb. 1: Darstellung der Benadelungs- und Kronenentwicklung auf einer Rasterfläche der Abt. 167 (Rev. Rarangsee)

Nadelprozent	Kronenbild	Fraßzustand und Kronen-Entwicklung		Regenerationsverlauf
		Variante 1	Variante 2	
<b>0%</b> (keine Nadeln)				<b>Wipfel</b> (Maitrieb, Knospen tlw. intakt) = tlw. normale Regeneration  <b>unbenadelt</b> (ohne Maitrieb bzw. Knospen = absterbend)
<b>10%</b> (<1/4 des letzten Nadeljahrgangs)				<b>Wipfel</b> benadelt = normale Regeneration  <b>Fragment-Krone</b> = schlechte Regeneration
<b>20%</b> (rd. 1/4 des letzten Nadeljahrgangs vorhanden)				<b>Lichtkrone</b> benadelt = normale Regeneration  <b>Fragment-Krone</b> = schlechte Regeneration

Abb. 2: Häufige Varianten der Kronenentwicklung von Kiefern in Kahlfraßbeständen

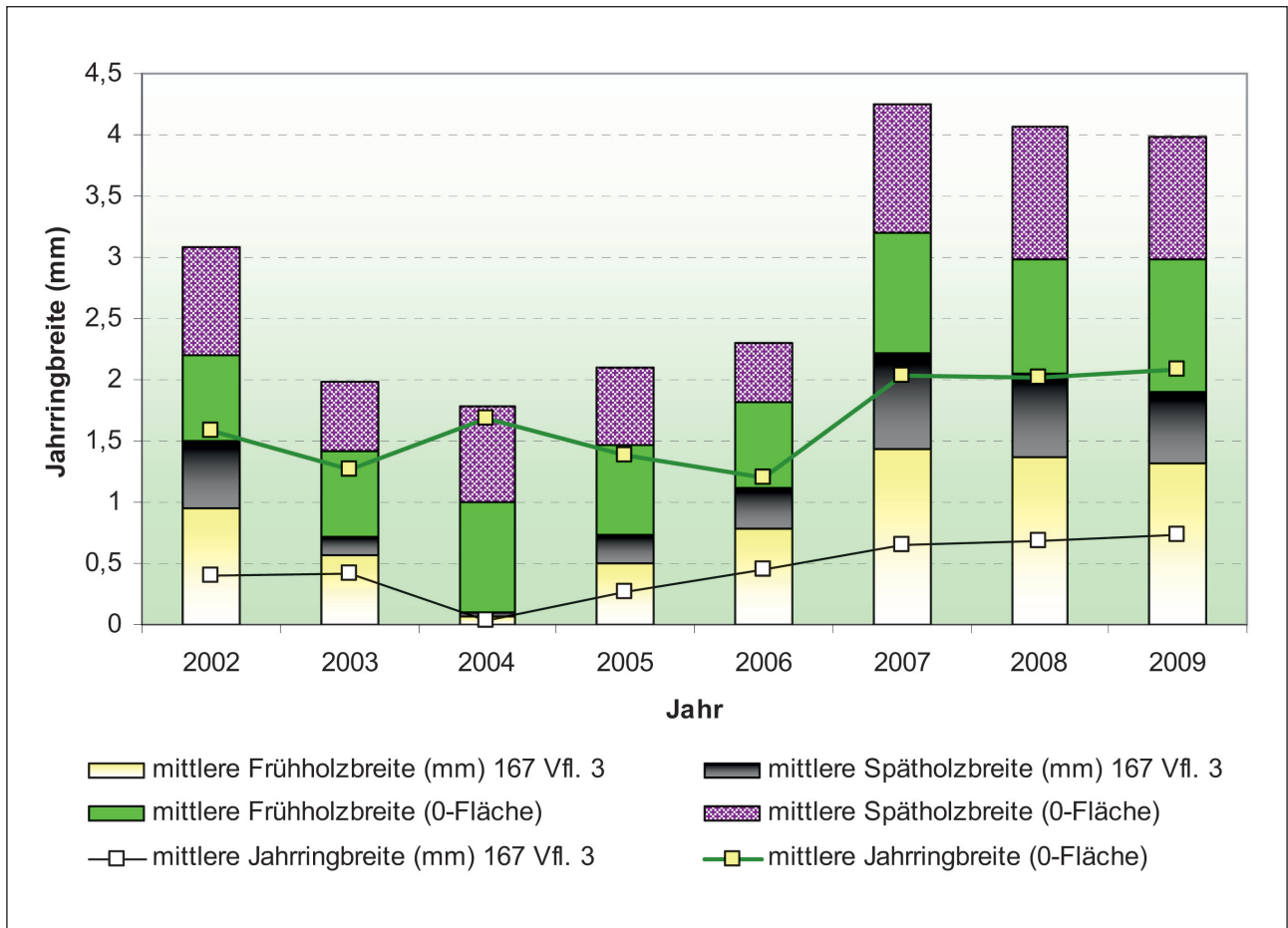


Abb. 3: Durchschnittlicher jährlicher Radialzuwachs von Kiefern der Rasterflächen Abt. 167 („kahl“) im Rev. Rarangsee und Abt. 92 (Null-Fläche) im Rev. Kienhorst.

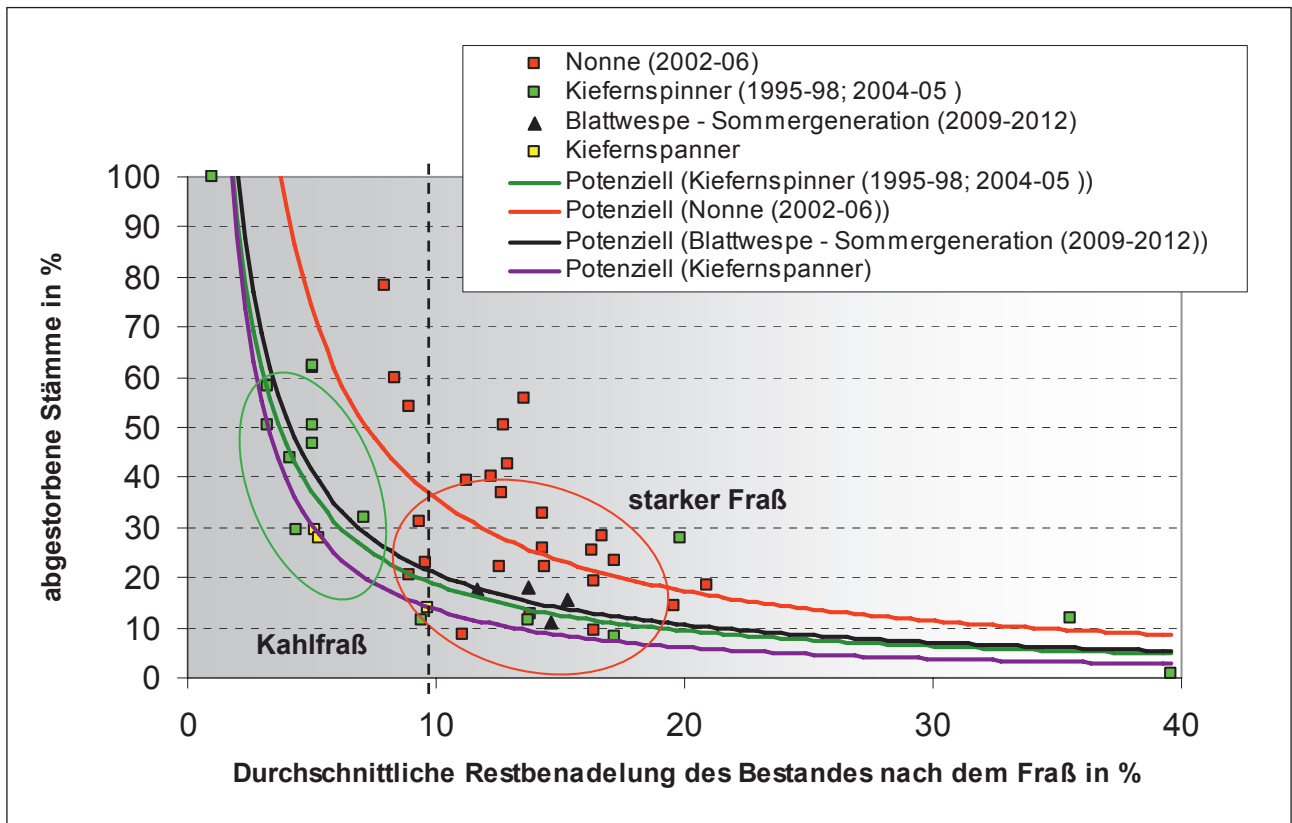


Abb. 4: Stammverluste auf Rasterflächen mit Kahl- und starkem Fraß bei verschiedenen Gradationsereignissen.

ren nur noch 2 Arten am Stehendbefall beteiligt, *Tomicus piniperda* und *Rhagium inquisitor*. Sie wurden an 30 bzw. 43% der abgestorbenen Stämme nachgewiesen. *Rhagium inquisitor* zählt zu den Arten, die absterbende Bäume besiedeln, was darauf hinweist, dass der größte Teil kahl gefressener Kiefern nicht mehr regenerationsfähig ist. Die Ergebnisse aus der Nonnen-Gradation 2002-06 zeigen, dass sich das Spektrum beteiligter Spezies auch ändern kann. Hier war auch der Blaue Kiefernprachtkäfer (*Phaeonops cyanea*) am Befall der 50–60% benadelten Kiefern beteiligt. Je nach physiologischem Zustand, Witterung und forstsanitärer Situation wird der Höhepunkt der Baum mortalität im ersten bzw. zweiten Jahr nach dem Fraßereignis erreicht.

### Nutzung von Kahlfraßbeständen

Was nach der Regenerationsphase von kahl gefressenen Beständen mit Stammschädlingbefall und abiotischen Schäden übrig bleibt, sind oft lückige, instabile, leistungsschwache, unwirtschaftliche, investitionsintensive Bestände (Abb. 5).



Abb. 5: Nach Kahlfraß verbliebener Bestandesteil (Nonnen-Gradation 2002-06, Abt. 185, Rev. Rangsee).

Um bevorstehenden Verlusten und einer Holzentwertung zuvorzukommen, steht häufig die Forderung nach einer zeitnahen Nutzung. Ungeschädigte Bestände werden in der Regel nach dem Niederdurchforstungsprinzip gepflegt (die schwächsten Stämme werden genutzt) oder es erfolgt

eine Z-Stamm-Auswahl mit gleichmäßiger Verteilung über die Bestandesfläche. In dem Fall werden die Bedränger der Z-Stämme gefällt. Beide Nutzungsvarianten setzen voraus, dass es im verbleibenden Bestand zu keinen weiteren Verlusten kommt. Diese Garantie besteht bei Kahlfraßbeständen aber nicht, was die Auswahl des zu entnehmenden Bestandeteils unsicher macht. Für den Revierförster stellt sich die Frage: Welcher Baum soll entnommen werden? Da in Kahlfraßbeständen mindestens jeder 2. Baum aufgrund des entstandenen Nadelverlustes und der nachfolgenden Beeinträchtigungen stirbt, liegt die Trefferwahrscheinlichkeit, den richtigen, den überlebenden Baum auszuwählen, bei 50%. Der Vergleich zwischen verbleibendem Bestand (überlebende Kiefern) und ausscheidendem Bestand (abgestorbene Kiefern) zeigte, dass nur die Bäume sicher dem Folgebestand zuzurechnen sind, deren Benadelung im ersten Jahr nach dem Fraß mehr als 30% und im zweiten mehr als 40% betrug. Erst zum Ende der Vegetationsperiode des zweiten Jahres nach dem Fraßereignis liegt die durchschnittliche Bestandesbenadelung über 40% und somit über der Befallsschwelle der meisten Stammschädlinge. Danach kommt es nur noch gelegentlich zum Absterben einzelner Kiefern.

Eine Nutzung unmittelbar nach dem Fraßereignis birgt das Risiko, dass nach dem Eingriff und während der Schwarmzeit Stämme bzw. Holzpolter in den geschädigten Beständen verbleiben und somit Brutraum für die Entstehung großer Stammschädlings-Populationen bieten. Der schlechte Vitalitätszustand erlaubt den Kiefern keine nachhaltige Befallsabwehr. Selbst ein Jahr nach dem Fraßereignis befinden sich die Kiefern aufgrund der schlechten Benadelung noch in einem kritischen Zustand und sind einem erhöhten Befallsrisiko ausgesetzt. Eine saubere Waldwirtschaft mit der Einhaltung forstsanitärer Grundsätze sind Voraussetzungen für die Vermeidung unkalkulierbarer Folgewirkungen. Bei der Nutzung von kahl gefressenen Beständen sollten sich Waldbesitzer je nach standörtlichen Bedingungen und Bestandesalter zwischen Kahlschlag (z. B. Altbestände) oder einer zweijährigen Nutzungspause (ausgeschlossen Sanitärhiebe) mit Voranbau oder Lückensbepflanzung (z. B. mittelalte Bestände) entscheiden.

### Fazit

1. Kahlfraß bedeutet in den meisten Fällen das wirtschaftliche Ende des Kiefernbestandes.
2. Die Nadelverluste von 91 bis 100% (Kahlfraß) hatten Stammsausfälle zwischen 11 und 100% (häufig 30–60%) zur Folge.
3. Für die vollständige Regeneration benötigen die Kiefern in Kahlfraßbeständen des Nordostdeutschen Tieflands in der Regel 5 bis 6 Jahre.
4. In Kahlfraßbeständen waren Verluste beim Radialzuwachs über einen Zeitraum von 4 Jahren nachweisbar.
5. Bei Kahlfraß waren alle Baumklassen von bestandesbedrohenden Stammverlusten betroffen.
6. Ab Nadelverlusten von  $\geq 90\%$  ist die Prognose „Bestandesgefährdung“ gerechtfertigt.
7. Die in den Kahlfraßbeständen vorhandenen „aufgebrochenen“ Bestandesstrukturen besitzen eine erhöhte Disposition gegenüber Sturmereignissen.
8. Für Kahlfraßbestände besteht für die ersten zwei Jahre nach dem Fraßereignis ein erhöhtes Befallsrisiko durch

Stammschädlinge. Bei Nichtbeachtung der Grundsätze einer sauberen Waldwirtschaft bergen Nutzungen in diesem Zeitraum die Gefahr der Entstehung von Massenvermehrungen. Der dadurch erzeugte Befallsdruck führt zu weiteren unkalkulierbaren Stammverlusten.

9. Je nach standörtlichen Bedingungen und betroffener Altersklasse besteht für Kahlfraßbestände die Möglichkeit der Nutzung im Kahlschlagbetrieb mit anschließender Wiederaufforstung oder Ausfälle als Folge von Sanitärhiebsen durch Voranbau zu kompensieren.

## Literatur

APEL, K.-H.; WENK, M. (1997):

Erste Ergebnisse zu Auswirkungen von Nadelverlusten der Kiefer nach Massenvermehrungen des Kiefernspinners (*Dendrolimus pini* L.) im Südosten Brandenburgs. Entomologentagung Bayreuth.

APEL, K.-H. (2000):

Zum Regenerationsverhalten der Kiefer nach Insektenfraß. AFZ-Der Wald 14: 745-746.

MAJUNKE, C.; APEL, K.-H.; WENK, M.; KLAIBER, C.; EINBOCK, T. (1998):

Regeneration von durch Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) geschädigten Kiefernbeständen. Ergebnisbericht, Landesforstanstalt Eberswalde.

MAJUNKE, C.; KÖRNER, M.; BUSCH, O. (2011):

Untersuchungen zum Radialzuwachs von Kiefern nach Befall durch die Nonne (*Lymantria monacha* L.). [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_forst\\_geo\\_und\\_hydrowissenschaften/fachrichtung\\_forstwissenschaften/institute/wb/forstschutz/dateien/kolloquium\\_2012/01\\_2012\\_Majunke\\_et\\_al\\_Radialzuwachs\\_Kiefer\\_Nonne.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_forst_geo_und_hydrowissenschaften/fachrichtung_forstwissenschaften/institute/wb/forstschutz/dateien/kolloquium_2012/01_2012_Majunke_et_al_Radialzuwachs_Kiefer_Nonne.pdf)

WENK, M.; APEL, K.-H. (2007):

Die Regenerationsfähigkeit von durch Fraß des Kiefernspinners (*Dendrolimus pini* L.) und der Nonne (*Lymantria monacha* L.) geschädigten Kiefernbeständen in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXXII, 280-287.