

# Natürliche Verjüngung der Kiefer im östlichen Vogelsberg?

Bezüglich der Einleitung der Verjüngung der Kiefer führten Überlegungen zur Boden- und Humuspflughigkeit in jüngster Zeit dazu, auf Bodenbearbeitung zu verzichten. Unter der Annahme mehrjähriger Verjüngungszeiträume sollte sich die Kiefer gleichwohl verjüngen. Der Erfolg dieses Vorgehens im Hinblick auf die auch künftig beabsichtigte Erzielung von Wertholz wurde auf Praxisflächen des Forstamtes Romrod untersucht. Ein systematisch angelegter Versuch widmete sich der Wirkung einer Bodenvorbereitung auf das Gelingen der Kiefernaturverjüngung.

Hendrik Rumpf, Ralf-Volker Nagel, Nina Menne, Axel Noltenmeier

Aufgrund ihrer Klimaanpassungsfähigkeit [11, 14, 17] und zur langfristigen Sicherung von Nadelholzanteilen soll die Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) im hessischen Staatswald auch künftig einen Anbauswerpunkt auf den trockeneren Buntsandsteinstandorten Osthessens behalten. Waldentwicklungsziele mit höheren Kiefernanteilen werden insbesondere dann geplant, wenn sich die natürliche

Verjüngung überzeugender Ausgangsbestände anbietet, wie im Fall der überregional geschätzten „Grebener Kiefer“.

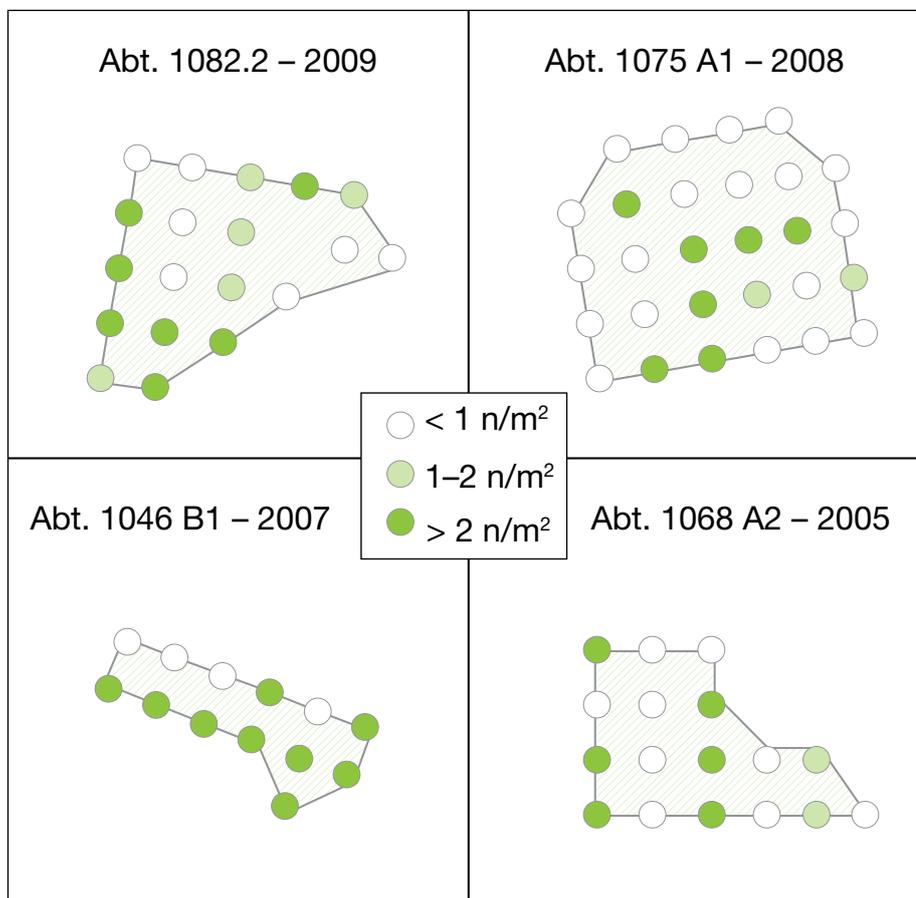
## Waldbauliche Ausgangssituation

Die aktuelle Bestockung des Reviers Grebenau im Wuchsgebiet „Vogelsberg und östlich angrenzende Sandsteingebirge“ ist durch einen hohen Nadelholzanteil gekennzeichnet, wobei allein die Kiefer 56 % der Fläche einnimmt. Die „Grebener Kiefer“ ist für ihre hohen Wertholzanteile auch überregional bekannt. Insbesondere

zeichnet sie sich durch Geradschaftigkeit, Feinastigkeit und einen gleichmäßigen Jahrringaufbau aus. Der Anteil von Beständen im Alter von 140 bis 180 Jahren, die auch aufgrund steigender Entwertungsgefahr zur Nutzung und Verjüngung anstehen, ist erheblich. Überwiegend handelt es sich um Kiefern-Buchen-Mischbestände, wobei die oft schlechte Buche zur Boden- und Schaftpflege zeitgleich oder als Unterbau nachträglich eingebracht worden war [1]. Aufgrund der starken Beschattung durch die Buche weisen die Bestände kaum Vorverjüngung oder Bodenvegetation auf. Standortlich überwiegen mäßig frische, mäßig nährstoffversorgte Buntsandsteinverwitterungsböden mit der Humusform Moder.

## Verjüngungsverfahren und Untersuchungen

Auf den untersuchten Praxisflächen wurde die Kiefernaturverjüngung in den Jahren 2005 bis 2009 eingeleitet. Dazu wurden auf 1 bis 2 ha großen Teilflächen im ersten Schritt sämtliche Buchen im Zuge eines Harvesterinsatzes entnommen. Im Folgejahr wurde der Bestockungsgrad des Kiefernschirmes unabhängig von Blüte oder Zapfenbehang auf etwa 0,3 abgesenkt, indem schlechte, kleinkronige einerseits sowie zielstarke Kiefern andererseits entnommen wurden. Als Samenbäume verblieben 40 bis 60 großkronige, gute Kiefern je ha. Auf eine Bodenbearbeitung wurde verzichtet, aus Gründen der Nährstoffnachhaltigkeit und um eine Befahrung zu vermeiden. Die Vorstellung war: Durch die Umsetzung des Humus innerhalb der folgenden zwei bis drei Jahre sollte sich eine Bodengare einstellen, bei der die Kiefernaturverjüngung aufzulaufen beginnt.



Grafik: H. Rumpf

Abb. 1: Verteilung von Aufnahmeplots unterschiedlicher Verjüngungsdichte

Im Rahmen einer Verjüngungsinventur wurde 2012 auf vier repräsentativen und nach Standort und waldbaulicher Ausgangslage vergleichbaren Praxisflächen der Anlagejahre 2005, 2007, 2008 und 2009 der Verjüngungserfolg untersucht. Dazu wurden auf Probekreisen in einem systematischen Raster von 20 x 20 m Baumartenzusammensetzung und Alter der vorhandenen Verjüngung erhoben.

### Verjüngung der Praxisflächen

Auf allen untersuchten Flächen war die Kiefer erwartungsgemäß die häufigste Baumart in der Verjüngung. Auf drei der untersuchten Flächen dominierte sie mit Anteilen von über 80 % sehr deutlich. Lediglich eine Fläche wies mit 53 % einen deutlich geringeren Kiefernanteil auf (Tab. 1). Hier entfielen über ein Drittel der erfassten Pflanzen auf die Europäische Lärche (*Larix decidua* Mill.) und die Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.). Buche (*Fagus sylvatica* L.) war mit Ausnahme der Abt. 1082.2 mit weniger als 5 % an der Gesamtpflanzenzahl beteiligt.

Die Zahl der Kiefern je ha Verjüngungsfläche lag in einer weiten Spanne zwischen knapp 13.000 (Abt. 1075 A1) und 107.000 Pflanzen (Abt. 1046 B1). Hinsichtlich der Dichte und Verteilung der Kiefernaturverjüngung ergab sich ein differenziertes Bild. In den Abteilungen 1082.2, 1075 A1 und 1068 A2 hatten Aufnahmeplots ohne Kiefernaturverjüngung und diejenigen mit weniger als zwei Pflanzen je m<sup>2</sup> hohe Anteile von jeweils

### Schneller Überblick

- Die Kiefer als Baumart mit Pioniercharakter ist ein Mineralbodenkeimer
- Bedingungen für spontanes Auflaufen von Kiefern-Naturverjüngung sind wegen Regeneration der Standorte und Stickstoffeinträgen kaum noch vorhanden
- eine humuspfleghche Bodenvorbereitung fördert das Ankommen einer dichten Naturverjüngung und kann als waldbauliches Steuerungsinstrument eingesetzt werden

über 30 %. In Abt. 1046 B1 gab es dagegen nur einen Plot ohne Kiefernverjüngung. Dreiviertel der Probekreise wiesen hier Dichten von vier und mehr Kiefern je m<sup>2</sup> auf.

Die Heterogenität der etablierten Kiefernverjüngung wird in der Verteilung der unterschiedlichen Verjüngungsdichte auf den Plots sehr deutlich (Abb. 1). Partien mit hoher und geringer Dichte sowie Fehlstellen wechselten sich häufig unmittelbar ab, was später zu Randeckeffekten führt und den für die Astreinigung notwendigen Dichtschluss verhindert.

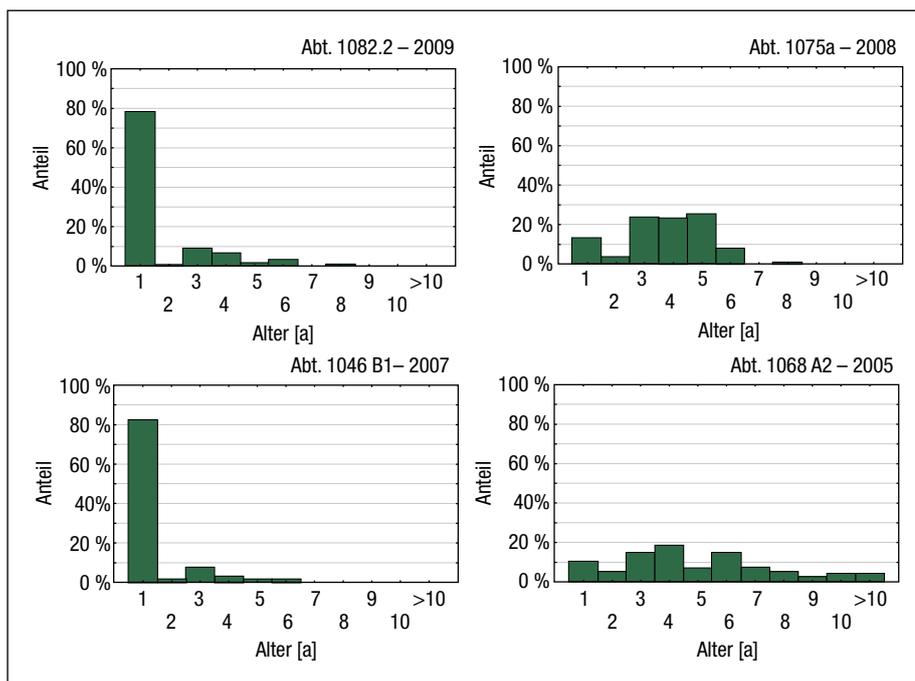
Nach Hafemann und Stähr [6] sollte eine gesicherte Kiefernaturverjüngung nach fünf Jahren ein bis zwei Kiefern je m<sup>2</sup> aufweisen. Auch Spellmann [28] hält eine Dichte von ein bis zwei Kiefern bei einer Pflanzenhöhe von 0,5 bis 1 m für die Sicherung der Qua-

litätsentwicklung der Jungkiefern für notwendig. Gemessen daran hatte sich auf den untersuchten Flächen lediglich auf kleineren Teilflächen eine übernahmewürdige Kiefernaturverjüngung eingestellt. Dagegen halten Dong et al. [3], allerdings für bereits acht Jahre alte Verjüngung auf Buntsandsteinstandorten im Pfälzer Wald, 8.000 Kiefern je ha auch bei einer anfangs heterogenen Verteilung noch für Erfolg versprechend.

Neben den Standortbedingungen [32] können weitere Einflussgrößen den Verjüngungserfolg der Kiefer beeinträchtigen. Vor allem dichte Bodenvegetation behindert das Ankommen von Kiefernverjüngung oder führt über die Konkurrenz um Wasser dazu, dass die Sämlinge absterben. Auf der Fläche in Abt. 1082 waren bereits drei Jahre nach der Anlage 25 % der Aufnahmeplots mit Vegetation bedeckt, zu etwa gleichen Anteilen mit Gras, krautiger Vegetation sowie Moos. 22 % der Plots wiesen Nadelstreu auf und etwa 40 % eine Reisigauflage. Stichprobenpunkte mit freiem Mineralboden oder Buchenstreu gab es drei Jahre nach den Hiebsmaßnahmen nicht mehr.

Gerade unter diesen Voraussetzungen wird ein günstiger Witterungsverlauf noch bedeutender, insbesondere ausreichende Feuchtigkeit zwischen Samenflug und Keimung (März bis Ende Mai) sowie das Ausbleiben längerer Trockenperioden im Sommer und Spätsommer [6, 15, 33]. Derart günstige Bedingungen lagen in Grebenau lediglich 2005 und 2008 vor. Dagegen waren in den anderen Jahren deutliche Niederschlagsdefizite im Frühjahr und Trockenperioden im Spätsommer zu verzeichnen (Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Letztendlich bleibt auch das Samenangebot ein wichtiger Erfolgsfaktor [13]. Deshalb kommt der Wahl des Verjüngungszeitpunktes große Bedeutung zu. Aktuelle Untersuchungen belegen, dass die Kiefer nicht in jedem Jahr reichlich Samen produziert [6, 8, 30], nicht zuletzt wegen ihrer zweijährigen Zapfenreife. Im Durchschnitt ist alle zwei bis vier Jahre mit einem guten Samenjahr zu rechnen. Eine Vollmast mit bis zu 1.000 Samen je m<sup>2</sup> findet sogar nur alle fünf bis zehn Jahre statt [9, 19]. Mit Ausnahme des Jahres 2005, wo die Blühintensität der Kiefer im Hessischen Bergland sehr gering war (Bewertungsziffer 1,1), schwankten die durchschnittlichen Bewertungen für die Zeitspanne von 2003 bis 2009 zwischen mäßigem und gutem Blühen [29, 20, 21, 22,



Grafik: H. Rumpf

Abb. 2: Altersverteilung der Kiefernaturverjüngung auf den Praxisflächen

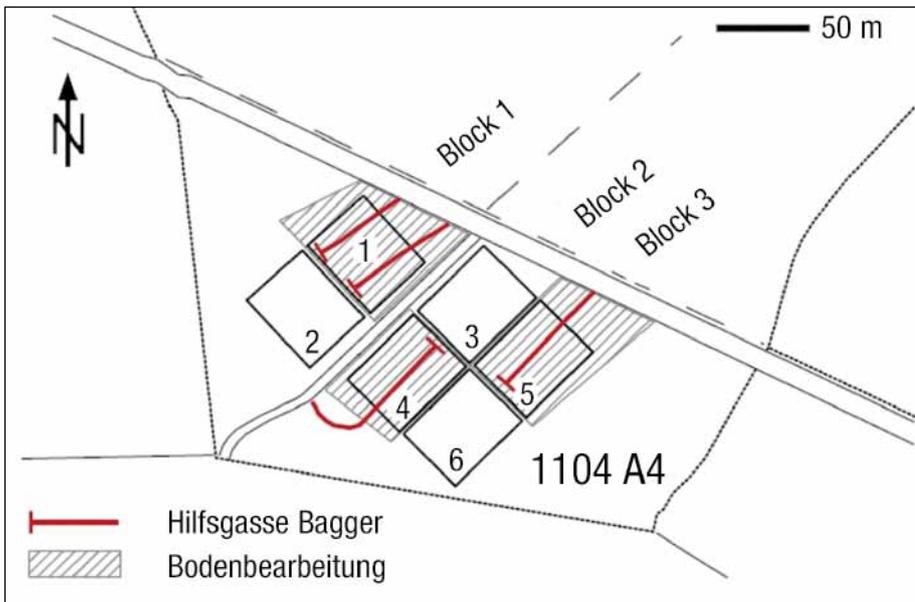


Abb. 3: Versuchsfläche im Forstamt Romrod, Abt. 1104 A4, Parz. 2, 3, und 6 ohne Bodenvorbereitung

23, 24, 25, 26], es gab also keine ausgesprochene Vollmast.

Das Zusammenwirken von Verjüngungszeitpunkt, Fruktifikation und Witterung drückt sich auch in den Unterschieden der Altersstruktur der untersuchten Kiefernaturverjüngungen (Abb. 2) aus.

Gute Fruktifikation in Kombination mit günstigen Witterungsbedingungen wie 2005 und 2008 führten offensichtlich zu einer größeren Überlebensrate. Hingegen verhinderten ungünstige Witterungsbedingungen in anderen Jahren, trotz ausreichenden Samenangebotes, die längerfristige Etablierung erst recht, da der Humus, in dem die jungen Sämlinge anfangs wurzelten, bei ausbleibenden Niederschlägen rasch austrocknete. Dies betraf auch in den Folgejahren nachlaufende Verjüngung, zumal sich deren Überlebenschancen aufgrund zunehmender Konkurrenz durch Bodenvegetation weiter verschlechterten.

### Versuchsanlage zur Bodenbearbeitung

Intensiv untersucht wurde daraufhin im gleichen Revier, welchen Einfluss eine maschinelle Bodenvorbereitung auf die Etablierung und Entwicklung von Kiefernaturverjüngung im Vergleich zu Flächen ohne Bodenvorbereitung hat. Dazu wurde im Frühjahr 2012 eine Versuchsfläche als Blockversuch mit dreifacher Wiederholung angelegt, die Kernflächen von insgesamt 1,2 ha umfasste (Abb. 3).

Die waldbauliche und standörtliche Ausgangssituation im Bereich der Versuchsfläche entsprach weitgehend den Verhältnissen der Praxisflächen. Auch hier handelte es sich um einen Kiefern-Buchen-Mischbestand. Nach Auszug der Buche und Lichtung der 140-jährigen Kiefer lag der Bestockungsgrad bei 0,4. Im Anschluss an den Hieb und vor Beginn des Samenfluges wurde auf Teilflächen ausschließlich von der Rücke-

gasse aus eine Bodenvorbereitung mit einem Kettenbagger, ausgerüstet mit einem normalen „Standard-Tieflöffel“ (Breite 160 cm; 6 Zinken), durchgeführt. Kronenreisig, Bodenvegetation und Auflagehumus wurden abgezogen und auf den Rückegassen abgelegt, während der Ah-Horizont weitgehend unbeeinflusst blieb (Abb. 4). Das beschriebene Verfahren war im Revier Grebenau seit 2011 auf vergrasteten Teilflächen und Fehlstellen von ursprünglich ohne Bodenvorbereitung eingeleiteten Kiefernaturverjüngungen angewendet worden.

Die Baumartenzusammensetzung, die Dichte und das Wachstum der Verjüngung wurden im Versuchsverlauf auf Probekreisen in einem Raster von 5 x 5 m erfasst. Zur Beurteilung des Samenfalls waren mit der Versuchsanlage Samenfänge aufgestellt und regelmäßig kontrolliert worden. Die Dichte der angeflogenen Samen (ohne taube Samen) variierte im Anlagejahr unabhängig von der Bodenvorbereitung zwischen 108 und 160 je m<sup>2</sup> und entsprach einer guten Fruktifikation, jedoch keiner Vollmast.

### Einfluss der Bodenvorbereitung

Ohne Bodenvorbereitung waren bis zum Herbst des ersten Jahres durchschnittlich sieben Kiefern Sämlinge je m<sup>2</sup> aufgelaufen. Mit Bodenvorbereitung waren es dagegen 36 Kiefern Sämlinge je m<sup>2</sup>. Zwei Jahre später lagen die Dichten dann bei sechs bzw. 29 je m<sup>2</sup>. Mit Ausnahme der Europäischen Lärche, die auf den bearbeiteten Flächen nach drei Vegetationsperioden mit 5 % vertreten war, spielten andere Mischbaumarten bislang keine Rolle. Das deutlich schlechtere Auflaufergebnis der unbearbeiteten Fläche ergab sich trotz an sich guter Rahmenbedingungen für Kiefernaturverjüngung im Jahr der Versuchsanlage: ausreichende Fruktifikation der Kie-

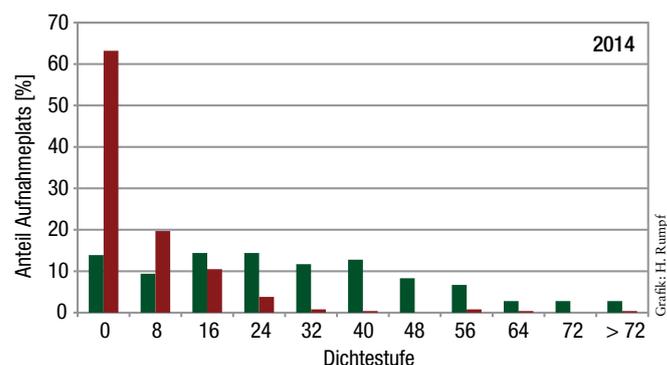
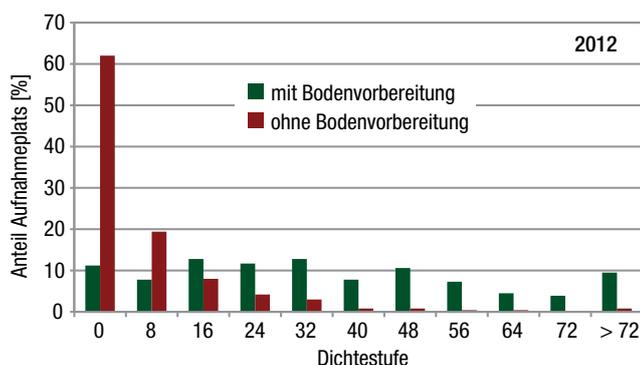


Abb. 5: Verteilung der Aufnahmeplots auf Stufen unterschiedlicher Sämlingsdichte je m<sup>2</sup> (Kategorien repräsentieren Stufenobergrenzen z. B. „8“ = 1 bis 8 Kiefern je m<sup>2</sup>; „16“ = 8 bis 16 Kiefern je m<sup>2</sup>)

fer, Ausbleiben längerer Trockenperioden und vorab nahezu keine Bodenvegetation. Abb. 5 zeigt die aufgelaufene Kiefernverjüngung differenziert nach Dichtestufen und Bearbeitungsvariante nach einer und nach drei Vegetationsperioden.

Ohne Bodenvorbereitung wiesen 60 % der Aufnahmeplots keine Kiefern-sämlinge auf. Auch Aufnahmeplots mit hohen Sämlingsdichten ( $\geq$  Stufe 24) waren auf den unbearbeiteten Flächen erheblich seltener. Die Unterschiede in der Besetzung der Dichtestufen zwischen den Varianten mit Bodenvorbereitung und ohne Bodenvorbereitung waren sowohl für 2012 als auch für 2014 signifikant ( $\chi^2$ -Test,  $\alpha = 0,05$ ). Eine Reihe anderer Untersuchungen haben gezeigt, dass heterogenes Auflaufen von Kiefernaturverjüngung nicht selten vorkommt [10, 32]. Eine mögliche Ursache hierfür sieht Eisenhauer [4] in der Wirkung des Mikrostandortes, insbesondere hinsichtlich der Wasserversorgung. Die Hälfte der unbesetzten Aufnahmeplots der vorliegenden Untersuchung entfiel auf die Bodendeckerklasse „Nadelstreu“, wo sich das Ankommen der Keimlinge offensichtlich deutlich schwieriger gestaltete, weil die Samen keinen Kontakt zum Mineralboden hatten. Zudem zeichnet sich der mittlere Buntsandstein durch Wechselagerungen von sandigeren und tonigeren Schichten aus [12], was sich kleinräumig auf die Wasserhaltefähigkeit auswirkt. Auf den bearbeiteten Flächen hat das Freilegen des Mineralbodens auf großen Partien für günstige Keimungs- und Überlebensbedingungen der Sämlinge und damit für eine geschlossene Verjüngung gesorgt. Über



Foto: H. Rumpf

Abb. 4: Mit dem Kettenbagger bearbeitete Fläche mit aufgelaufenen Kiefern-sämlingen

ähnlich positive Wirkungen einer Bodenvorbereitung berichten verschiedene Autoren [u. a. 4, 16]. Dagegen ist auf den unbearbeiteten Flächen infolge der heterogenen Sämlingsverteilung und größerer Fehlstellen mit deutlichen Nachteilen für die Qualitätsentwicklung des Kiefern-nachwuchses, insbesondere hinsichtlich Aststärken und Zwieselbildung, zu rechnen [2, 5, 27].

Ein „Nachlaufen“ von Kiefern-naturverjüngung in den Folgejahren, das die Situation auf den Flächen ohne Bodenvorbereitung verbessert hätte, konnte nicht beobachtet werden. Dies war 2013 zunächst auf die äußerst geringe Fruktifikation der Kiefer und eine ausgeprägte Trockenphase im Sommer des gleichen Jahres zurückzuführen. Im weiteren Verlauf wurde die Ansammlung von Kiefern auf den unbearbeiteten Flächen jedoch auch zunehmend durch die Ausbreitung einer Bodenvegetation erschwert (Abb. 6). Während Ende 2012 nur 6 % der Aufnahmeplots Vegetation aufwiesen, waren es Ende 2014 bereits 52 %. Auf der überwiegenden Zahl der Plots mit Vegetati-

onsbedeckung gab es keine Kiefern-sämlinge. Als Bodenvegetation dominierte die Himbeere, gefolgt von Landreitgras. Auf die immer raschere Ausbreitung von Konkurrenzvegetation infolge erhöhter Stickstoffeinträge verweisen u. a. Heinken [7] und Röhrig et al. [18].

Hinsichtlich des Höhenwachstums der Kiefern deuten sich bislang nur geringe Unterschiede zwischen den Varianten an (Abb. 7). Auf den unbearbeiteten Teilflächen ist jedoch von einer zunehmenden Beeinträchtigung des Wachstums der Kiefern durch die Konkurrenzvegetation auszugehen. Deutlich erkennbar wurde bereits eine mit dem Alter verstärkte Höhendifferenzierung der Verjüngung. Die höchsten Kiefern erreichten im Herbst 2014 Sprosslängen von über 70 cm. Am unteren Ende der Höhenverteilung liegen die wenigen jüngeren Kiefern der Samenjahrgänge 2013 und 2014.

### Fazit und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse beider Teiluntersuchungen verdeutlichen, dass sich auf den überwiegend mäßig frischen und mäßig nährstoffversorgten Buntsandsteinstandorten des östlichen Vogelsberges ohne Bodenvorbereitung nur auf kleineren Teilflächen eine übernahmewürdige Kiefern-naturverjüngung etablieren konnte. Neben den Standortbedingungen bestimmen die Faktoren Witterung, Fruktifikation der Kiefer sowie die Entwicklung einer Konkurrenzvegetation ganz wesentlich den Verjüngungserfolg. Eine günstige Kombination aller Faktoren kommt nur selten zustande. Trotzdem kann man als Bewirtschafter sehr wohl Einfluss nehmen:



Foto: H. Rumpf

Abb. 6a und b: Zustand der Versuchsfläche im Februar 2015, links: mit Bodenvorbereitung, rechts: ohne Bodenvorbereitung

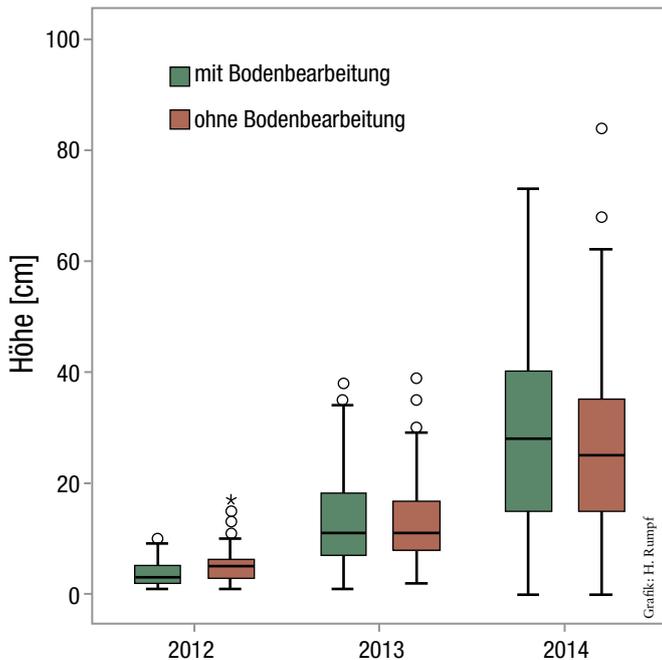


Abb. 7: Verteilung der Sprosslängen nach Variante und Aufnahmejahr (innerhalb der Box befinden sich 50 % der Einzelwerte; schwarzer Querbalken = Median, d. h. 50 % der Werte liegen oberhalb bzw. unterhalb davon)

Graphik: H. Rumpf

einen geeigneten Verjüngungszeitpunkt mit ausreichendem Samenangebot wählen und durch Bodenvorbereitung günstige Bedingungen für Ankommen und Etablierung der Kiefernverjüngung schaffen.

Auch wenn diese Untersuchungsergebnisse nicht ohne Weiteres auf andere Bedingungen übertragbar sind, lassen sie dennoch

eine praktische Folgerungen zur natürlichen Verjüngung der Kiefer im Bergland zu:

1. Grundsätzlich kommt eine gezielte natürliche Verjüngung der Kiefer besonders dann in Betracht, wenn die Qualität und Vitalität des Ausgangsbestandes eine hohe Wertleistung des Folgebestandes erwarten lässt und Waldentwick-

lungsziele mit höheren Kiefernanteilen zur Wertholzproduktion realisiert werden sollen.

- Da die Kiefer zwar regelmäßig fruktifiziert, die Zapfenmenge aber starken jährlichen Schwankungen unterliegt, sollte die Verjüngung erst eingeleitet werden, wenn die Blühintensität sichere Rückschlüsse auf eine ergebnisreiche Samenproduktion zulässt.
- In Kiefern-Buchen-Mischbeständen sollte die beschattende Wirkung der Buche möglichst lang ausgenutzt werden, um eine frühzeitige Begrünung der Flächen zu vermeiden. Ein zweistufiges Vorgehen, das im ersten Jahr der zweijährigen Samenreife das Herausziehen der Buche und im zweiten Jahr den Eingriff im Kieferschirm vorsieht, erscheint zielführend.
- Der Kieferschirm sollte durch einen starken Eingriff aufgelichtet und die Grundfläche auf einen Ziel-B° von 0,3 bis 0,4 abgesenkt werden. Nach der überwiegenden Entnahme schlechter Bäume sollten 40 bis 60 gut bekronte, hochwertige Kiefern als Samenbäume zur Verfügung stehen, welche man unter Berücksichtigung der Entwertungsfähigkeit im Überhaltbetrieb ausreifen lassen kann.
- Auch in Beständen ohne Vorverjüngung von Schatt- oder Halbschattbaumarten und ohne verdämmende Begleitvegetation erscheint eine Bodenvorbereitung im Anschluss an die Hiebsmaßnahme unerlässlich, um eine stammzahlreiche, homogene Kiefernverjüngung zu erzielen.
- Ein streifen- oder plätzeweises Vorgehen, ggf. unter Aussparung geeigneter Vorverjüngung, ist in der Regel einer flächigen Bearbeitung vorzuziehen. Baggergestützte Verfahren ermöglichen bei reduzierter Befahrung ein Vorgehen, das an die jeweilige Bestandessituation angepasst ist.

## Literaturhinweise:

[1] CASPAR (1956): Waldbauprobleme im Regierungsbezirk Darmstadt – Eine Einführung zu den Exkursionen bei der Tagung des Deutschen Forstvereins 1956 in Wiesbaden. AFZ, Nr. 33/34, S. 423-429. [2] DIPPEL, M. (1982): Auswertung eines Nelder-Pflanzverbandsversuchs mit Kiefer im Forstamt Walsrode. AFZ 153 (8), S. 137-154. [3] DONG, P. H.; DIEP, D. Q.; SCHÜLER, G. (2003): Kiefern-Naturverjüngung im Pfälzer Wald. Forst u. Holz, 58 (4), S. 83-86. [4] EISENHAUER, D. R. (2004): Integration der Kiefern-Naturverjüngung in einen ökologisch orientierten Waldbau – Geotope, Bodenvegetation, Bodenbearbeitung, Konkurrenz des Oberstandes. In: Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.): Naturverjüngung der Kiefer – Erfahrungen, Probleme, Perspektiven. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XXI, S. 20-30. [5] ERTELD, W. (1975): Verbandsweite, Jahringbreite und Aststärke der Kiefer auf einem mittleren terrestrischen Standort im Altpleistozän. Soz. Forstw. 25 (8), S. 242-245. [6] HAFEMANN, E.; STÄHR, F. (2007): Zur Verjüngung der Kiefer. In: Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.): Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XXXII, S. 414-420. [7] HEINKEN, T. (2008): Die natürlichen Kiefernstandorte Deutschlands und ihre Gefährdung. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.): Die Waldkiefer – Fachtagung zum Baum des Jahres 2007. Beiträge aus der NW-FVA, Band 2, S. 19-41. [8] HEINSDORF, M. (1994): Hinweise zur Kiefernverjüngung. Der Wald, Berlin, 44 (10), S. 336-339. [9] KÖHLER, F. (2004): Einflussfaktoren auf das Ankommen von Kiefern-Naturverjüngung – vorläufige Ergebnisse von Untersuchungen im Land Brandenburg. In: Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.): Naturverjüngung der Kiefer – Erfahrungen, Probleme, Perspektiven. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band XXI, S. 48-58. [10] KUNZ, R. (1953): Morphologische Untersuchungen in natürlichen Föhreindickungen. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen, Band XXIX, S. 335-397. [11] LÜPKE, B. V. (2004): Risikominderung durch Mischwälder und naturnahen Waldbau – ein Spannungsfeld. Forstarchiv 75, S. 43-50. [12] MEYER, R. H.; MORITZ, T. (1987): Streifzüge durch die Erd- und Landschaftsgeschichte des Flecken Bovenden. Göttingen, Verlag Golze. [13] MRAZEK, F. (2001): Aus Theorie und Praxis der Kiefernverjüngung. AFZ-DerWald 56 (12), S. 617-619. [14] NW-FVA, (2013): Waldentwicklungsszenarien für das Hessische

Ried. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 10. [15] OLBERG, A. (1957): Beiträge zum Problem der Kiefernverjüngung. Schriftenreihe der forstlichen Fakultät der Universität Göttingen u. Mitteilungen der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 18, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M. [16] PETERSEN, R. (2001): Kiefernverjüngung unter Schirm im niedersächsischen Forstamt Fuhrberg. Forst u. Holz 56 (7), S. 220-225. [17] REIF, A.; BRUCKER, U.; KRATZER, R.; SCHMIEDINGER, A.; BAUHAUS, J. (2010): Waldbau und Baumartenwahl in Zeiten des Klimawandels aus Sicht des Naturschutzes. In: Bundesamt f. Naturschutz (Hrsg.): BfN-Skripten 272. [18] RÖHRIG, E.; BARTSCH, N.; LÜPKE, B. V. (2006): Waldbau auf ökologischer Grundlage. Ulmer, Stuttgart, 7. Auflage. [19] ROLOFF, A. (2007): Baum des Jahres 2007: die Waldkiefer (Pinus sylvestris L.) – Biologie, Ökologie, Verwendung, Schäden. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.): Die Waldkiefer – Fachtagung zum Baum des Jahres 2007. Beiträge aus der NW-FVA, Band 2, S. 1-16. [20] SCHNECK, D. (2004): Das Blühen der Waldbäume 2004. AFZ-DerWald 59 (16), S. 848-849. [21] SCHNECK, D. (2005): Das Blühen der Waldbäume 2005. AFZ-DerWald 60 (16), S. 836-837. [22] SCHNECK, D. (2006): Das Blühen der Waldbäume 2006. AFZ-DerWald 61 (16), S. 844-845. [23] SCHNECK, D. (2007): Das Blühen der Waldbäume 2007. AFZ-DerWald 62 (16), S. 844-845. [24] SCHNECK, D. (2008): Das Blühen der Waldbäume 2008. AFZ-DerWald 63 (16), S. 844-845. [25] SCHNECK, D. (2009): Das Blühen der Waldbäume 2009. AFZ-DerWald 64 (16), S. 844-846. [26] SCHNECK, D. (2010): Das Blühen der Waldbäume 2010. AFZ-DerWald 65 (16), S. 4-6. [27] SPELLMANN, H.; NAGEL, J. (1992): 2. Auswertung des Nelder-Pflanzverbandsversuches mit Kiefer im Forstamt Walsrode. AFZ 163 (11/12), S. 221-229. [28] SPELLMANN, H. (2002): Waldbauliche Perspektiven für die niedersächsische Kiefernforstwirtschaft. Forst u. Holz 57 (3), S. 71-76. [29] STEIGLEDER, J. (2003): Das Blühen der Waldbäume 2003. AFZ-DerWald, 58 (16), S. 816-817. [30] WAGNER, S. (2008): Zur räumlichen Optimierung der Altbestandsstellung im Rahmen schlagweiser Verfahren der Kiefernverjüngung. Forst u. Holz 63 (4), S. 29-33. [31] WECK, H. (1947): Die Kiefer Ostelbiens und das Plenterprinzip. Schweiz. Z. Forstwes. 98, S. 190-213 u. 228-239. [32] WITTICH, W. (1947): Wo ist die Naturverjüngung der Kiefer unter den heutigen Verhältnissen zu empfehlen? Forst u. Holz 2 (18), S. 129-130. [33] WITTICH, W. (1955): Die standörtlichen Bedingungen für die natürliche Verjüngung der Kiefer und ihre Erziehung unter Schirm. AFZ 126, S. 109-116.

Dr. Hendrik Rumpf, Hendrik.Rumpf@NW-FVA.de, leitet das Sachgebiet Waldverjüngung bei der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) in Göttingen. R.-V. Nagel leitet das Sachgebiet Ertragskunde der NW-FVA. N. Menne ist zurzeit Forstreferendarin in Nordrhein-Westfalen und hat zu diesem Thema ihre Masterarbeit verfasst. A. Noltensmeier ist wiss. Mitarbeiter im Sachgebiet Ertragskunde.

