

# Technologie- und Rohstoff-Offenheit empfohlen

Ergebnisse des Forschungsprojekts »Nachhaltige Nutzungspotenziale für Kiefernstarkholz« für die Praxis

Von Hergen Knocke<sup>1,2,3</sup>, Henning Dirks<sup>1,4</sup>, Tobias Krenn<sup>1,5</sup>, Marius Kopetzky<sup>1,6</sup>, Hannes Stolze<sup>1,7</sup> und Michael Gurnik<sup>1,7</sup>

**Am 20. Februar diskutierten in Göttingen mehr als 50 Fachleute aus der Forst- und Holzwirtschaft sowie -wissenschaft über die Zukunft der norddeutschen Kiefernwälder und deren Wertschöpfung. Im Fokus der Veranstaltung standen mit 40 % der deutschen Waldfläche fast 80 % des bundesweiten Kiefernanteils. Die Bedeutung des Themas ergibt sich zum einen aus der erwarteten Anpassungsfähigkeit der Kiefer im Klimawandel und zum anderen aus den Chancen des mittelfristig – trotz Waldumbaus – enorm steigenden Angebots an Kiefernstarkholz (KSH), dessen Potenziale möglichst umfassend und innovativ genutzt werden sollen.**

Das Projekt „Nachhaltige Nutzungspotenziale für Kiefernstarkholz“ (Kiefernstolz) wurde von 2021 bis 2025 mit rund 1 Mio. Euro aus dem Waldklimafonds durch Mittel der Bundesministerien für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) sowie für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Eine lückenlose Untersuchung entlang der Wertschöpfungskette wurde im Wilhelm-Klauditz-Institut der Fraunhofer-Gesellschaft, in der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt und an drei Lehrstühlen der Georg-August-Universität Göttingen bearbeitet. Praxispartner und Datengeber waren die Forstverwaltungen und -betriebe des Bundes sowie der Länder Brandenburg, Hessen, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein. Außerdem waren Partner der Holzindustrie eng im Projekt eingebunden. Das Vorhaben wurde durch das Kompetenznetz für Nachhaltige Holznutzung (NHN) und die Projektpartner im Netzwerk initiiert.

der unterschiedlichen Baumarten des Nachwuchses und grundsätzlich ohne Kahl- und Saumhiebe. Dagegen machen plötzlich und stark abgesenkte Schlussgrade die Bestände anfällig für Wind und Käfer, wodurch viele Samenbäume nicht zu „echten“ Überhältern werden und eine wünschenswerte Ungleichaltrigkeit nur kurzzeitig besteht.

Das notwendige Umsteuern zum Erreichen dieser Ziele besteht weniger in der pauschalen Absenkung von Zielstärken, sondern vielmehr in deren qualitätsangepasster Differenzierung und vor allem einem früheren Fokus auf der Ernte zielstarker Bäume als bisher. So lässt sich künftig ein „unerwartet“ hoher Starkholzanteil am Ende einer Planungsperiode begrenzen bzw. rechtzeitig in Wert setzen. Gleichzeitig wird der Nutzungszeitraum damit über einen längeren Zeitraum gestreckt, und die begrenzte Anzahl echter Wertholz-anwärter kann am Ende sicherer ausreifen.

Quellen und weiterführende Infos zum Holzaufkommen auf der Projektseite der NW-FVA:



## Waldbau

In den letzten zehn Jahren haben die Kiefernbestände zugenommen, während ihre Standfläche geringfügig abgenommen hat. Darin lassen sich zwei Trends erkennen: Einerseits sich anhäufende Potenziale (Zuwachs > Nutzung), besonders im Starkholzbereich ≥50 cm BHD (vgl. Abbildung 1), und andererseits ein Waldumbau weg von reinen Kiefernwäldern, die oft im Kontext des Zweiten Weltkrieges entstanden. Wie könnte dies in den nächsten Jahrzehnten weitergehen?

Auch unter einer realitätsnahen, durch im Klimawandel steigende Absterberisiken gekennzeichneten Waldentwicklung kann bis 2062 vorhergesagt werden, dass sich der Vorrat von KSH verfünffachen wird. Dies liegt auch daran, dass sich ein Absterben vorrangig einzelstammweise bzw. konzentriert auf bestimmte Standorte vollzieht. Im Mittel verschiedener Klimaszenarien und Kalamitätswellen könnte sich der zukünftige Kiefernneinschlag in der Summe dennoch zu etwa einem Drittel aus Schadholz zusammensetzen und das forstbetriebliche Handeln dominieren.

Mit dem Ziel der künftigen Senkung von Risiken der Kiefernbewirtschaftung werden bestimmte waldbautechnische Maßnahmen empfohlen („Technologieoffenheit“). Diese umfassen differenzierte Hiebsformen mit kurzen Eingriffsfolgen sowie in der nächsten Waldgeneration standortgemäße Baumartenmischungen in gruppen- bis horstweise entzerrter Form. Im Zuge der Nutzung sollen möglichst ungleichmäßige Lichtverhältnisse erzielt werden, entsprechend den Bedürfnissen

## Ökonomie

Bisher ließ sich die Starkholzproduktion unter der Annahme, dass in einem Forstbetrieb Fläche und Kapital knapp sind, nur unzureichend ökonomisch erklären. Eine knappe Fläche bedeutet, dass der aufstockende Bestand die Verjüngung unterdrückt, während knappes Kapital einer Endlichkeit der Geldmittel eines Forstbetriebs entspricht. Strebt ein Forstbetrieb eine ökonomisch optimale Bewirtschaftung der Kiefer an, ergeben sich die aus den Waldbauprogrammen der Länder bekannten optimalen Erntedurchmesser (Zielstärken) von rund 45 cm BHD für die dicksten Bäume. Diese liegt somit unter der KSH-Grenze von 50 cm BHD.

Werden neben Flächen- und Kapitalknappheit unter sonst gleichen Umständen auch noch weitere Faktoren, wie eine im Laufe des Klimawandels oder Bestandeslebens abnehmende Bonität, geringe Überlebenswahrscheinlichkeiten zukünftiger Bestände oder in Zukunft erhöhte Holzerntekosten, erwartet, verlängern sich die Umtriebszeiträume.

Dies gilt auch für den Überhaltbetrieb unter der Annahme, dass der Überhälter die Nachfolgeneration nicht unterdrückt und diese unter seinem Schirm heranwächst. Hierbei leisten die Überhälter in Nordwestdeutschland im Mittel über alle Qualitäten und Starkholzdurchmesser den erforderlichen Wertzuwachs.

Durch die Bewirtschaftung werden aktuell bessere Qualitäten gefördert, je-

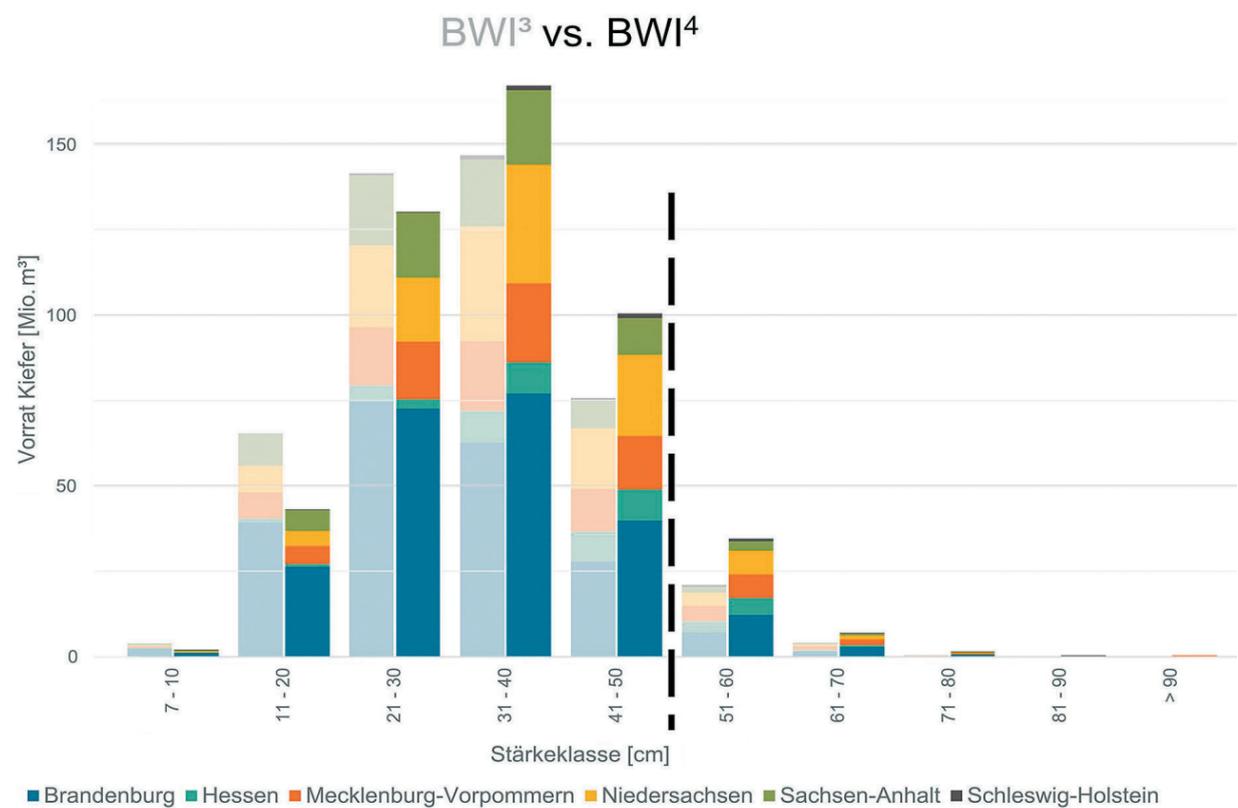


Abbildung 1 Vergleich des Kiefernbestandes nach Stärkeklassen bei der dritten (2012, ausgegraut) versus der vierten Bundeswaldinventur (2022)  
Quelle: H. Knocke/bwi.info

doch werden schlechtere Qualitäten in starken Dimensionen weniger genutzt. Dies wird auch im KSH-Absatz deutlich, da rund die Hälfte des Starkholzes als Wertstarkholz vermarktet wird. Hierbei liegt ein Schwerpunkt auf der Stärkeklasse 4b.

Der Absatzmarkt für Kiefernstark- und -wertstarkholz ist aktuell insgesamt sehr fragmentiert sowie geringvolumig, und auf ihm wird überproportional zu anderen Stärkeklassen von Kleinabnehmern nachgefragt.

Zusammengefasst unterstreichen die forstökonomischen Ergebnisse, dass die KSH-Produktion unter einem Set an betrieblichen Annahmen ökonomisch rechtfertigbar ist und mit dem Überhaltbetrieb ein geeignetes Produktionsmodell vorliegt. Jedoch birgt der Absatz aktuell Herausforderungen, und ein Rohholzexport könnte Wertschöpfungspotenziale verlagern. Die vorgestellten Ergebnisse haben jedoch nur Gültigkeit, wenn angenommen wird, dass ein Wertzuwachs des Baums mit zunehmendem BHD stattfindet. Entscheidend ist also, ob Starkholz ein preislich oberhalb der Leitsortimentspreise absetzbares Gut oder eine abgeschriebene Naturressource darstellt.

## Holzernte

Im Rahmen von Versuchen zu optimierten Holzernteverfahren in KSH-Beständen konnte für befahrbare, ebene Lagen die vollmechanisierte Holzernte als kostengünstigste Variante identifiziert werden, jedoch bei geringer Pflegeleichtigkeit gegenüber dem Folgebestand.

Durch den Einsatz von motormanuell unterstützenden Forstwirten, auch bei 20 m Rückegassenabständen, stieg zwar die Pflegeleichtigkeit des Gesamtverfahrens, aber auch dessen Kosten je Festmeter, während sich die ergonomische Bewertung verschlechterte.

Bei Gassenabständen von 40 m sank die Pflegeleichtigkeit des Verfahrens hingegen wieder etwas, was in den Wuchseigenschaften (Hangrichtung) der Kiefernalthölzer begründet lag, insbesondere da diese über einem bereits etablierten Nachwuchs stockten.

Um den ergonomischen Herausforderungen dieser Verfahren zu begegnen, wurde ein passives, rückenentlastendes Exoskelett zur Verringerung der muskulären Beanspruchung im unteren und mittleren Rücken untersucht. Dieses führte jedoch zu keiner erkennbaren Entlastung. Die Untersuchung weiterer Exoskelette mit veränderten biomechanischen Wirkweisen und höheren Drehmomenten könnte dennoch zielführend sein.

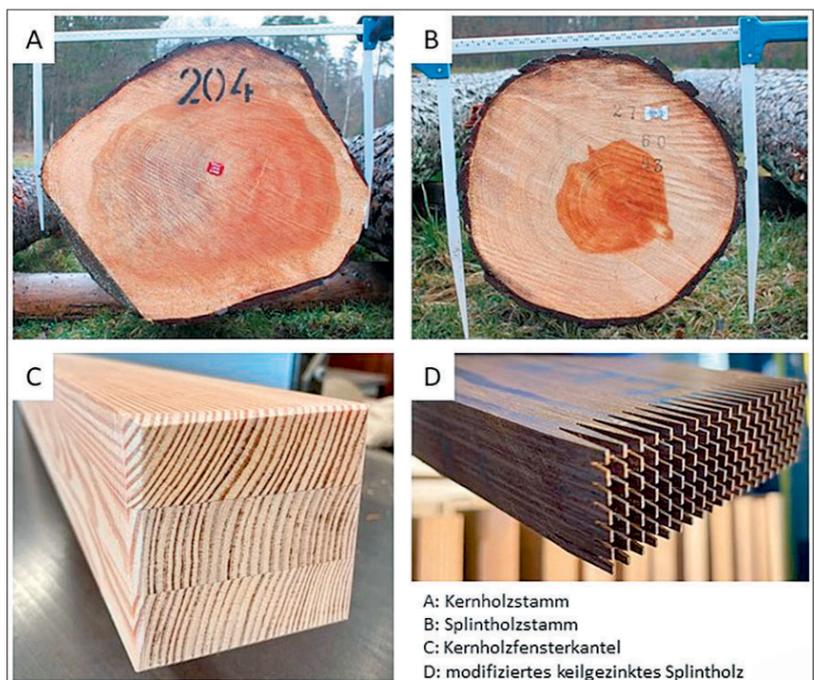


Abbildung 2 Kern- und Splintholzprodukte  
Quelle: H. Stolze

Um eine ökonomische Vorteilhaftigkeit der KSH-Produktion als Voraussetzung für mehr Rohstoff-Auswahl zu erzielen, sollten Entscheidungsträger sowohl flexibel und den Gegebenheiten angepasst über optimale Holzernteverfahren entscheiden, als auch Technologieoffenheit gegenüber neuen Hilfsmitteln beim Holzeinschlag zeigen.

## Holzprodukte durch Bearbeitung

Das Potenzial und die Nutzung von KSH stehen derzeit im Missverhältnis, wobei eine zunehmende Knappheit an Fichtenholz und hohe Transportkosten die Kiefernachfrage in Zukunft beeinflussen könnten.

KSH ist in großen Mengen verfügbar und weist ein großes Qualitätsspektrum auf. Bis heute gibt es wenig regionale Nutzungsanreize für KSH, sodass große Anteile dieses Sortiments im Wald verbleiben. Die geringe Nutzung wird nicht zuletzt daran deutlich, dass nur wenige Holzverarbeitende Betriebe in den Kiefernregionen technisch dazu in der Lage sind, KSH zu verarbeiten. Zuletzt hatten jedoch einige norddeutsche Säger zugunsten eines Starkholzeinschnitts aufgerüstet (vgl. Krings in Holz-Zentralblatt 149 (17) vom 28. April 2023, S. 263). Während die besseren Qualitäten bereits vorher regional genutzt wurden, können Massivholzprodukte aus KSH durch Grobstigkeit,

Risse, Bläue und erhöhte Harzigkeit in ihrer Qualität beeinträchtigt werden.

Die großen Stammdimensionen des KSH bieten gegenüber normaldimensionierten Stämmen Chancen, sodass eine kundenspezifische Sortierung von Kern- und Splintholz opportunistisch sein kann. Durch das „Filetieren“ von Kern- und Splintholz kann aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften produktabhängig eine höhere Wertschöpfung erzielt werden: Während der Splintholz am Erdstammstück generell engere, astreine Jahrringe hat und über eine höhere Festigkeit verfügt, ist der Kern hier durch die Kerninhaltsstoffe zwar dauerhafter, aber durch hohe Harzgehalte in seiner Verwertung anspruchsvoller (z.B. schwieriger zu verkleben, beschichten und imprägnieren).

Die Realisierbarkeit der Kern-Splintholz-Trennung wurde mit Akteuren des Clusters Forst und Holz erprobt. Durch gezielte Auswahl der KSH-Stämme, eine besonders flexible Einschnittstechnologie sowie klare Formulierung der Sortieranforderungen konnten hochwertige Produkte hergestellt und ihre Eigenschaften bestimmt werden (vgl. Abbildung 2). Dazu gehören z. B. modifiziertes Kiefern Splintholz für Terrassendiele und Fassaden, Fensterkanten aus Kern- und Splintholz sowie Furnierwerkstoffe aus Kiefern Splintholz. Die Ergebnisse der Untersuchungen stim-

<sup>1</sup> Graduiertenschule Forst- und Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen  
<sup>2</sup> Abteilung Waldwachstum, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)  
<sup>3</sup> Abteilung Klimaschutz, Naturschutz und Forsten, Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern  
<sup>4</sup> Abteilung Forstökonomie und nachhaltige Landnutzungsplanung, Georg-August Universität Göttingen  
<sup>5</sup> Wilhelm-Klauditz-Institut für Holzforschung, Fraunhofer-Gesellschaft  
<sup>6</sup> Abteilung Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie, Georg-August-Universität Göttingen  
<sup>7</sup> Abteilung Holzbiologie und Holzprodukte, Georg-August-Universität Göttingen

## Technologie- und Rohstoff-Offenheit empfohlen

Fortsetzung von Seite 145

men hoffnungsvoll, dass bei Offenheit für den Rohstoff KSH zukünftig alle Akteure des Clusters Forst und Holz profitieren.

Weiterführende Infos zur Holzverwendung auf der Projektseite der Universität Göttingen:



### Holzprodukte durch Verarbeitung

Innovative Ansätze gibt es auch bei einer Nutzung der Kiefer in Verbundwerkstoffen (vornehmlich Furnierschichtholz), um die Eignung für tragende Anwendungen zu erproben. Durch Variation der Prozessparameter, wie der Plastifizierungstemperatur im Kochvorgang, um den Schälprozess vorzubereiten, konnte eine Steigerung der Festigkeit erreicht werden.

Die typischen Eigenschaften der Kiefer, wie ihre innere Steilastigkeit und besonders gehäuften Astquirle, können

durch Verklebung ausgeglichen werden. Bei einem steigenden Rohstoffangebot könnte KSH günstig zu Furnierwerkstoffen verarbeitet werden.

Eine Attraktivität für die Holzindustrie ergibt sich auch bei oft langsam gewachsenen Kiefernspinhölzern, die mit höherem astfreien Furnieranteil für Decklagen und höheren Festigkeiten überzeugen können. So konnten z. B. mittlere Biegefestigkeiten zwischen 50 und 60 N/mm<sup>2</sup> gemessen werden, die deutlich über den Werten von vergleichbarem Vollholz liegen.

Große KSH-Durchmesser sind für den Furnierschälprozess besonders attraktiv, da sie einerseits in Profilspanerlinien, wie sie üblicherweise zur Herstellung von klassischer Schnittholzmassenware eingesetzt werden, nicht mehr zu verarbeiten sind und andererseits der Furnierprozess höhere Pro Stück-Ausbeuten ermöglicht.

Darüber hinaus konnten mit neu entwickelten Systemen für die Furnierverklebung auf Isocyanat-Basis, wie z. B. PUR, erfolgreich Verstärkungsmaterialien wie Basalt- oder Naturfasern in den Verbund der Holzlagen eingebracht

werden, die zu einer Erhöhung der Festigkeiten beitragen können. Auch Verklebungen von Holz furnieren und Metall sind möglich.

Eine klebtechnische Herausforderung stellt der hohe Harzgehalt im Kernholz der Kiefer dar. Demgegenüber zeigten die Splintholz furniere bei allen untersuchten Materialkombinationen eine gute Verklebbarkeit.

### Fazit der Konferenz: „Wenn Starkholz, dann richtig!“

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette bedarf es adaptiver Ansätze: Forstseitig sind dies auf unterschiedliche Ausgangssituationen angepasste waldbaulich-technische Verfahren (Technologie-Offenheit), vor allem aber ein früherer Fokus auf die Ernte bzw. Entnahme von Stämmen als bisher. Holzseitig ist eine größere „Rohstoff-Offenheit“ erforderlich, welche die Besonderheiten des Kiefernholzes akzeptiert und bestenfalls sogar zusätzlich in Wert setzt.

So kann es gelingen, das mittelfristig massiv wachsende Potenzial an Kiefernstarkholz sicher zu ernten und innovativ zu verwerten.

Angesichts des Klimawandels, der zunehmenden Knappheit an Fichtenholz



Abbildung 3: Eine branchenübergreifende Zuhörerschaft verfolgt die Ergebnispräsentation.  
Foto: Dr. Hans Hamkens/NW-FVA

sowie weiter steigender Anteile hiebs- und vorratsreicher Kiefernwälder drängt die Zeit. „Es ist fünf vor zwölf“, um Norddeutschlands Kiefernwälder „klimafit“ zu machen und ihre wertvolle Ressource hierzulande optimal zu nutzen.

#### Quellen:

Weitergehende Literatur findet sich auf den Projektseiten der Verbundpartner WKI, NW-FVA und Uni Göttingen (siehe QR-Codes) sowie ab Mai als Abschlussbericht auf der Homepage der FNR: [projekte.fnr.de/abschlussberichte](http://projekte.fnr.de/abschlussberichte)