

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 157 (2006)

Heft: 12

Artikel: Bereitstellung und Rundholzaushaltung von Nadelstarkholz für die zukunftsorientierte Sägeindustrie

Autor: Sauter, Udo Hans / Leenen, Michael / Pfeil, Christian / Hehn, Maria

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098022>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bereitstellung und Rundholzaushaltung von Nadelstarkholz für die zukunftsorientierte Sägeindustrie

UDO HANS SAUTER, MICHAEL LEENEN, CHRISTIAN PFEL und MARIA HEHN

Keywords: Softwood; large diameter wood; supply; sawmill industry; future development. FDK 36 : 85

Hintergrund und Herausforderungen

Die Starkholzvorräte in Deutschland haben nach der Bundeswaldinventur II und den Betriebsinventuren der grossen Forstbetriebe ein hohes Niveau erreicht und steigen derzeit weiter an. Starkholz wird hierbei nach einer von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) entwickelten Definition als stehendes Holz ab 50 cm BHD mit Rinde beziehungsweise als aufgearbeitetes Rundholz ab 40 cm Zopfdurchmesser ohne Rinde bezeichnet. Die Aussage trifft besonders auf die bundesweit bedeutsamste Wirtschaftsbaumart Fichte zu. In den südlichen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg zeigt sich dieser Trend besonders ausgeprägt für die Weisstanne (*Abbildungen 1 und 2*). Die Nadelstarkholzvorräte sind überwiegend von durchschnittlicher Qualität der Rundholzsortierklassen B und C nach Handelsklassensortierung HKS. Die hohen Starkholzvorräte der Fichte und Tanne im Schwarzwald, dem Elsass und der angrenzenden Schweiz führten zur Errichtung eines modernen Starkholzsägewerks mit bis zu 300 000 m³ Jahreseinschnittskapazität, zusätzliche Starkholzsägewerke sind in der Projektierung. Daneben spezialisierten sich kleinere und mittlere Sägewerke auf die Verarbeitung von Nadelstarkholz aus dem Dreiländereck. Den innovativen Sägebetrieben gemeinsam ist die ausschliessliche Verarbeitung von Starkholzabschnitten mit Längen zwischen 3 und 6 m.

Die geschilderte Situation stellt die Forstbetriebe vor enorme Herausforderungen und organisatorische Veränderungen. Es lassen sich zwei wesentliche Schwerpunktbereiche für Veränderungen identifizieren: Zum einen betreffen Änderungen die Holzernteverfahren, denn praxisübliche Kurzholzernte- und Bereitstellungsverfahren sind in erster Linie für schwaches und mittelstarkes Holz geeignet. Die Mobilisierung von Starkholzvorräten erfordert somit verfahrenstechnologische Neuentwicklungen. Zum anderen bedingt der Übergang von Lang- zu Kurzholz erhebliche Änderungen bei der Rundholzsortierung. So ist beispielsweise der Qualitätsausgleich eine Besonderheit für Langholz und im Wesen der Handelsklassensortierung für kurze Stammabschnitte nicht vorgelesen.

Die geschilderte Situation stellt die Forstbetriebe vor enorme Herausforderungen und organisatorische Veränderungen. Es lassen sich zwei wesentliche Schwerpunktbereiche für Veränderungen identifizieren: Zum einen betreffen Änderungen die Holzernteverfahren, denn praxisübliche Kurzholzernte- und Bereitstellungsverfahren sind in erster Linie für schwaches und mittelstarkes Holz geeignet. Die Mobilisierung von Starkholzvorräten erfordert somit verfahrenstechnologische Neuentwicklungen. Zum anderen bedingt der Übergang von Lang- zu Kurzholz erhebliche Änderungen bei der Rundholzsortierung. So ist beispielsweise der Qualitätsausgleich eine Besonderheit für Langholz und im Wesen der Handelsklassensortierung für kurze Stammabschnitte nicht vorgelesen.

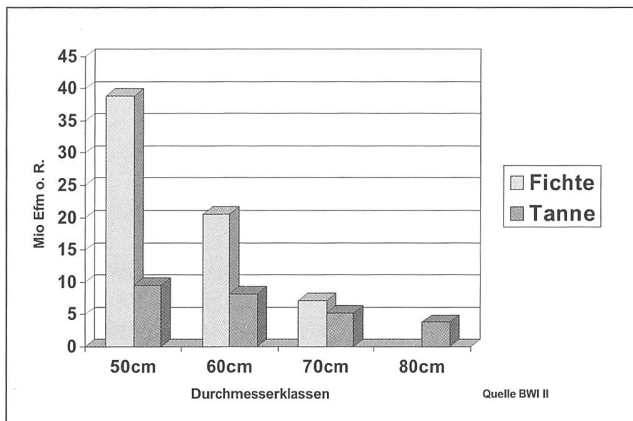


Abbildung 1: Stehender Starkholzvorrat Fichte und Tanne; alle Waldbesitzarten in Baden-Württemberg (Stand 2003).

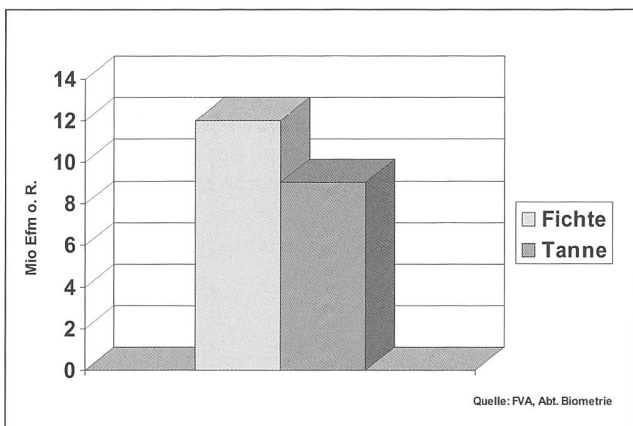


Abbildung 2: Geschätzter Sortenvorrat an Starkholzabschnitten (Fi/Ta) in Baden-Württemberg (Mindestzopf 40 cm o.R., Länge 5 m; Stand 2003).

Bereitstellungsverfahren

Kundenspezifische Aushaltungskriterien, insbesondere die Aufarbeitung und Bereitstellung von Kurzholzstandardlängen führen dazu, dass abhängig vom BHD und je nach Kundenwunsch vereinbarter Zopfstärke unterschiedlich viele Abschnitte (5 m) anfallen, die manipuliert und sortiert werden müssen. *Abbildung 3* zeigt für die Baumart Fichte die Anzahl der Kurzholzabschnitte in Abhängigkeit vom BHD (50 cm) und Zopfdurchmesser (40 cm) bei mittlerer Formigkeit. Die Anzahl der zu manipulierenden Stücke erhöht sich gegenüber dem Langholzverfahren um ein Vielfaches. Daher stellte sich die grundsätzliche Frage, wo die Sortimentsbildung vorgenommen

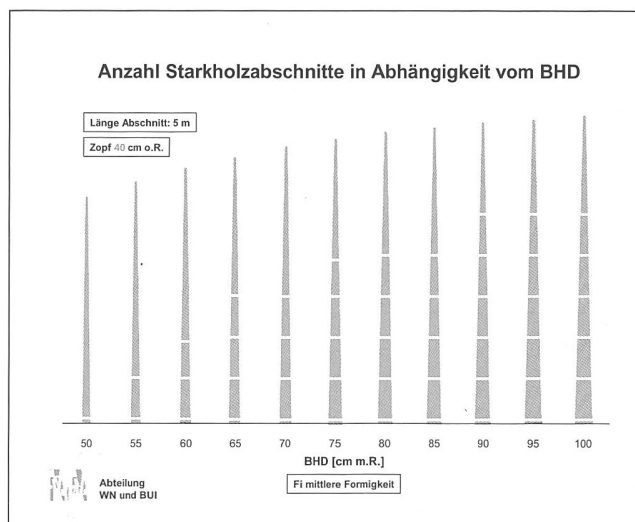


Abbildung 3: Aufarbeitung von Nadelstarkholz in kurzer Form, Anzahl der Starkholzabschnitte in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser bei mittlerer Formigkeit.

SAUTER, U.H.; LEENEN, M.; PFEL, C.; HEHN, M.: Bereitstellung und Rundholzaushaltung von Nadelstarkholz für die zukunftsorientierte Sägeindustrie

werden soll (Bestand und/oder Waldstrasse?). Eine Aufarbeitung und Sortimentsbildung im Bestand setzt beispielsweise voraus, dass die Rückung ökonomisch und für den Bestand schonend ist. Weiter sind die Verfahren abhängig von der Geländeneigung, und die Bringungstechnik muss der Hangneigung angepasst sein.

Im Folgenden werden drei Bereitstellungsverfahren vorgestellt, die an der FVA in Zusammenarbeit mit Schwarzwälder Forstämtern entwickelt worden sind. Die Verfahrenslösungen reichen von solchen für ebene und schwach geneigte Lagen bis hin zu ausgesprochenen Hang- bzw. Steilhanglagen. Die Verfahrensausprägungen orientierten sich am mit der Geländeneigung abnehmenden Erschliessungsgrad.

«Todtmooser Verfahren»

Das Verfahren wurde für die Nadelstarkholzernte in strukturreichen Bergmischwäldern mit flächiger Naturverjüngung entwickelt. Es ist für befahrbares durch Rückegassen erschlossenes Gelände bis 30 % Hangneigung geeignet. Der Rückegassenabstand ist ab einer Mindesterschliessung mit 40-m-Rückegassen flexibel wählbar. Die Fällung und Aufarbeitung geschehen motormanuell. Die Fällrichtung ist in weitem Rahmen frei wählbar. Sie wird im Regelfall zur Verkürzung der Vorrückedistanz genutzt, sodass die Bäume auf oder quer über die Rückegasse zu Fall kommen. Dadurch kann der Einschnitt zu Standardlängen weitgehend im Bestand am Fällort und gleichzeitig in der Kranzone des Rückeaggregats erfolgen. Ausserhalb der Kranzone werden Mehrfachlängen ausgehalten, wobei die Einschnittstellen deutlich markiert werden. Die Mehrfachlängen werden im Zug des Rückens der Standardlängen effizient vorgerückt und zur Restaufarbeitung bereitgestellt. Die Rückung der bis zu 2,5 fm messenden Standardlängen erfolgt mit einem Tragschlepper der oberen Leistungs-kategorie mit ausreichender Kranhubkraft. Die Polterung an der Waldstrasse, getrennt nach Qualität und Baumart, kann ohne

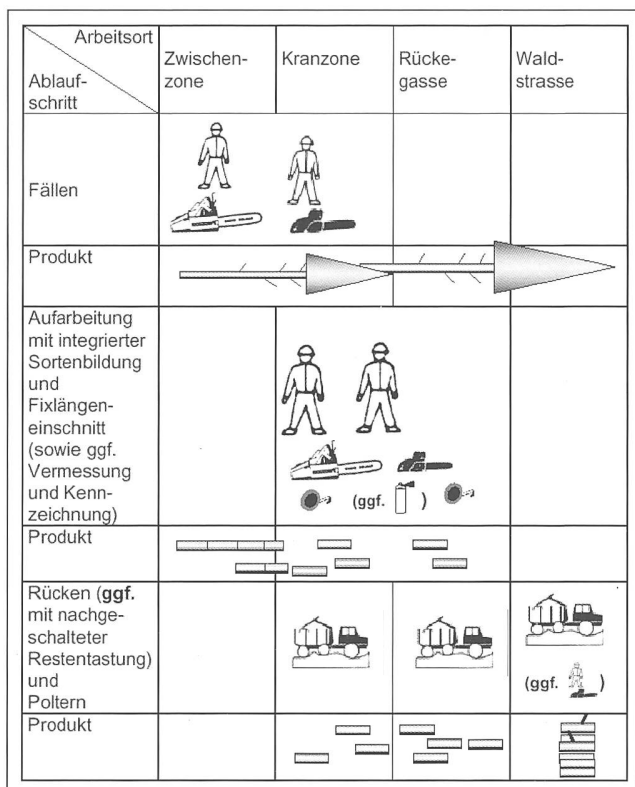


Abbildung 4: Piktogramm Todtmooser Verfahren auf der Ebene bis leicht geneigte Hangflächen; bei Rückegassenabstand von 40 m und Rückung mit Tragschlepper.

Leistungseinbussen realisiert werden (Abbildungen 4 und 5). Das ergonomisch günstige Aufbereitungsverfahren in Zwei-Mann-Arbeit und die effiziente Tragschlepperrückung führen zu schadarmen und gleichzeitig kostengünstiger Starkholzernte mit Kosten von 12 bis 17 Euro/fm.

Triberger Zweiseilverfahren – Hang mit Maschinenweg

Dieser Lösungsansatz als Alternative zur Langholzurückung und Einschnitten an der Waldstrasse findet Anwendung bei der Nadelstarkholzernte in Hanglagen bis etwa 45 %, die durch ein konventionelles Maschinenwegnetz erschlossen sind. Die Bäume werden motormanuell in der Falllinie gefällt, oberseits geastet und gezopft. Wesentliches Element des Verfahrens ist der Vorrückevorgang mit integriertem Einschnitt und Restentastung auf dem Maschinenweg. Vom Maschinenweg aus wird der Rohschaft möglichst rechtwinklig zum bzw. über den Maschinenweg vorgerückt. Durch den Zug am dicktörtig angebrachten Seil wird der Stamm geschoben, die Führung des Stamms erfolgt mittels Kran am dünnen Ende. Die Sortentrennschnitte führt der auf dem Maschinenweg stehende Schlepperfahrer aus. Die Standardlängen werden mit dem Kran bis zur Rückung seitlich abgelegt. Bei weiter entfernt liegenden Rohschaften werden beide Seile ausgezogen, wobei mit dem zweiten der Rohschaft geführt wird. Bei Bergabrückung muss berücksichtigt werden, dass bei vorangegangener Fällung bergab Äste durch den fallend-rutschenden Stamm abgeschlagen sind und die Bremswirkung herabgesetzt ist, was ein zusätzliches Gefahrenmoment für Mensch und Maschine darstellen kann (Abbildung 6). Wegen der Erschwernisse im Hang und der aufwändigeren Vorrückung liegen die Erntekosten mit 16 bis 22 Euro/fm relativ hoch.

Seilbagger-Verfahren – Steilhang mit Maschinenweg

Eine besondere Herausforderung sind die Starkholzernte und Bereitstellung von Standardlängen im nicht befahrbaren Steilhang. Das Seilbagger-Verfahren ist für Bestandssitua-

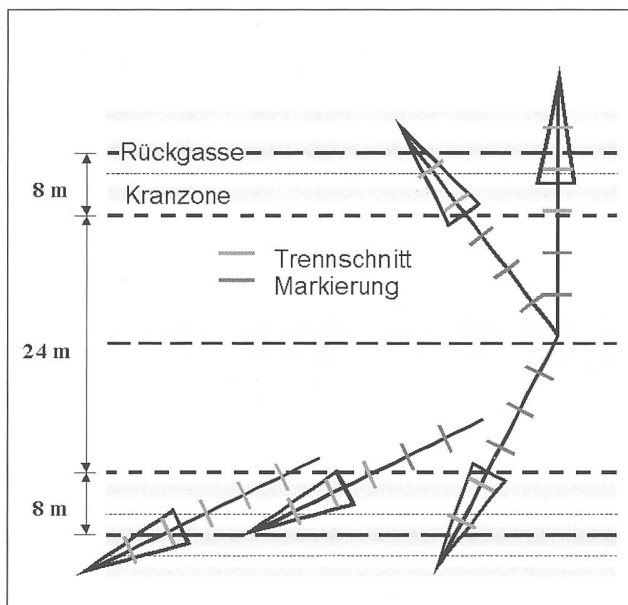


Abbildung 5: Wahlmöglichkeit der Fällrichtung beim Todtmooser Verfahren; Trennschnitt nur im Kranzonenbereich.

tionen geeignet, die sich durch Steilheit, aber auch vorhandene Grunderschliessung mit Maschinenwegen vom ausgesprochenen Seilkrangelände unterscheiden. Wiederum erfolgt die Fällung der starken Bäume motormanuell in der Falllinie. Am Maschinenweg stehende Bäume können parallel zum Maschinenweg gefällt werden. Parallel zur oberseitigen Entastung werden die Sortentrennschnitte markiert und zuletzt der Stamm gezopft. In der Kranzone befindliche Bäume werden fertig aufgearbeitet und eingeschnitten. Das Vorrücken übernimmt ein Seilbagger vom Maschinenweg aus. Diese Arbeit beginnt aus Arbeitssicherheitsgründen und wegen der hohen Leistung des Seilbaggers erst, wenn die Fällarbeiten und gegebenenfalls Aufarbeitungs- und Einschnittarbeiten in der Kranzone abgeschlossen sind. Der hohe, schwenkbare Seileinlauf gewährleistet Bestandes schonendes und zugleich effizientes Vorrücken der Rohschäfte.

In der Nähe der Maschine stehen Waldarbeiter und Maschinенführer in ständigem Funkkontakt, um der Gefährdung zu begegnen. Abschliessend findet die Rückung wie schon in den vorgenannten Verfahren effizient mit leistungsstarken Tragschleppern statt (Abbildung 7). Die Holzerntekosten liegen bei diesem Verfahren zwischen 12 und 21 Euro/fm.

Rundholzsortierung

Mit der Sortierung wird Rundholz nach Gütekriterien und Dimensionen zu kundenorientierten Sortimenten zusammengefasst. Gegenüber dem traditionellen Langholz ermöglicht die Aufarbeitung und Aushaltung von Kurzholz dem Waldeigentümer eine höhere Wertschöpfung. Dem liegt zugrunde, dass kurze Rundholzabschnitte in sich homogener sind und daher die Qualitätsbeurteilung einfacher und treffsicherer ist und somit besser dem «richtigen» Kunden bereitgestellt werden kann. Demgegenüber ist die Sortierung von Kurzholz aufwändiger als die von Langholz, da hier der Güteausgleich häufiger

zur Anwendung kommt. Im Zusammenhang mit der Aushaltung von Kurzholz ergeben sich für die Sortierung folgende Fragen:

- Wo soll die Sortierung durchgeführt werden (Wald und/oder Werk)?
- Wer soll die Sortierung durchführen (Waldbesitzer, Säge- bzw. Holzindustrie, unabhängiger Dritter)?
- Welche Sortiergrundlagen sollen herangezogen werden (Forst-HKS, EU-Sortiernorm, kundenspezifische Sortiermerkblätter usw.)?

Auf Basis erster Versuchsergebnisse und von Erfahrungen mit den neu entwickelten Verfahren zur Kurzholzaufarbeitung von Nadelstarkholz lassen sich diese Fragen folgendermassen beantworten:

Wo (Wald und/oder Werk)?

Soweit bei der Hiebsdurchführung eine einzelstammweise Vermessung und Gütebewertung möglich ist, kann die Aufnahme wie gewohnt im Wald (Bestand, Waldstrasse) durchgeführt werden. Kann die waldseitige Aufnahme von Dimension und Güte aufgrund der Aufarbeitungsbedingungen oder des Bringungs- bzw. Transportverfahrens oder bei geringer Lagerkapazität nicht realisiert werden, bietet es sich an, sowohl die Dimensionsvermessung als auch die Gütesortierung im Werk durchzuführen. Werkseitige Voraussetzungen sind geeichte und gegenseitig akzeptierte zertifizierte Rundholzvermessungsanlagen für die Dimensionsvermessung sowie standardisierte und ebenfalls zertifizierte Qualitätsbeurteilungsverfahren, einschliesslich technischer Einrichtungen zur Qualitätsdokumentation. Vorteil dabei ist, dass die Starkholzabschnitte während des Hiebs kontinuierlich von der Waldstrasse zum Sägewerk abtransportiert werden können. Als waldseitiges Kontrollmass empfehlen sich die Stückzahl und moderne Identifikationsmittel zur Optimierung der Logistikkette.

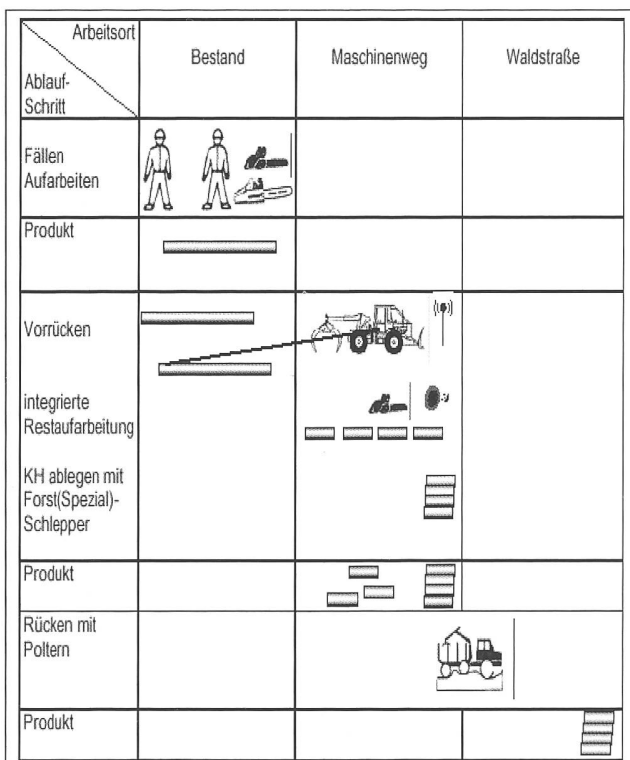


Abbildung 6: Piktogramm Triberger Zweiseilverfahren am Hang (etwa 45%); Vorrücken durch Forstspeziialschlepper; Sortenschnitte durch Schlepperfahrer.

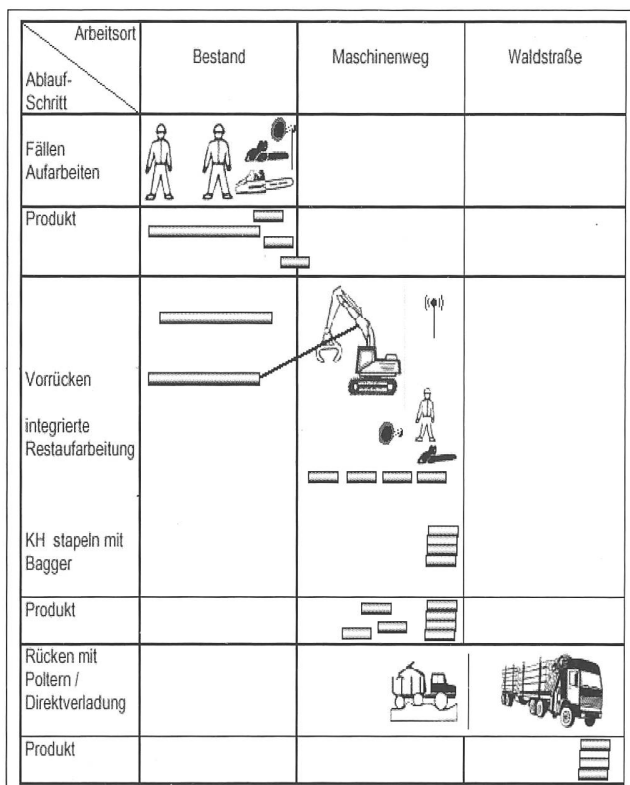


Abbildung 7: Piktogramm Seilbagger-Verfahren am Steilhang (über 45%), Vorrücken durch Seilbagger.

	Güte A	Güte B	Güte C	Güte D
Äste	einzelne Wasserreisser und Klebäste	$\varnothing \leq 4 \text{ cm}$	$\varnothing \leq 8 \text{ cm}$	$\varnothing \leq 12 \text{ cm}$
Wimmerwuchs	nicht zulässig	leichte Ausprägung auf 2 m Länge	Durchschnittliche Ausprägung auf ganzer Länge	extreme Ausprägung auf ganzer Länge (Beulen > 5 cm)
Kreuzrisse (Spinne)	$\leq 1/4 \text{ des } \varnothing$	$\leq 1/4 \text{ des } \varnothing$	unbegrenzt	unbegrenzt
Ringschäle	nicht zulässig	$\leq 1/4 \text{ des } \varnothing$	$\leq 1/3 \text{ des } \varnothing$	$\leq 1/2 \text{ des } \varnothing$
Abholzigkeit	unbegrenzt	$\leq 2 \text{ cm/lfm}$	unbegrenzt	unbegrenzt
Holzbrütende Insekten	nicht zulässig	nicht zulässig	Lineatusbefall	Bock-, Wespen-Holzlarvenbefall
Verfärbung	nicht zulässig	nicht zulässig	Bläue und Rotstreifigkeit im Randbereich	Bläue und Rotstreifigkeit
Fäule, Faulflecken	nicht zulässig	$\leq 10\% \text{ des } \varnothing$	$\leq 20\% \text{ des } \varnothing$	$\leq 50\% \text{ des } \varnothing$

Tabelle 1: Sortiervorschrift Fichte / Tanne – Starkholz-Standardlängen.

Wer (Waldbesitzer, Säge- bzw. Holzindustrie, unabhängiger Dritter)?

Traditionell sehen die Waldbesitzer in der Sortierung ihre ur-eigene Aufgabe. Moderne Holzernteverfahren und die erforderliche schnelle Rundholzbereitstellung für grosse Werke lassen die bisherige Waldvermessung und -sortierung kaum mehr zu. Für die Vermessung des Rundholzes in grossen Nadelholzsägewerken hat sich die zertifizierte Werksvermessung etabliert. Dazu gehört zunehmend auch die automatisierte Ermittlung der Sortierkriterien Abholzigkeit, Ovalität und Krümmung. Weiterhin gefordert und vielfach schon praktiziert wird die visuelle Qualitätssortierung im Werk. Für die Kontrolle der Werksortierung sind verschiedene Lösungen denkbar. In Anlehnung an das schwedische Modell mit einem unabhängigen Sortierverein können unabhängige Sortierbeauftragte diesen Arbeitsschritt wahrnehmen. Darüber hinaus sind auch zertifizierbare technische Einrichtungen zur Qualitätsdokumentation und der visuellen Sortierung durch Werksangehörige möglich.

Sortiergrundlage (Forst-HKS, EU-Sortiernorm, kundenspezifische Sortiermerkblätter usw.)

Grundlage für die Sortierung ist zunächst die Forst-HKS. In Baden-Württemberg gibt es seit 1988 wie auch in verschiedenen anderen Bundesländern für die HKS ergänzende, zwischen den Marktpartnern abgestimmte Sortiermerkblätter für Stammholz. Darüber hinaus wurden verschiedene kundenori-

enterte Sortiermerkblätter entwickelt und angewendet. Parallel hierzu existiert eine europäische Vornorm ENV 1927, die allerdings in ihrer umfassenden Form mit allen Einzelsortierkriterien in Deutschland nicht angewendet wird.

Aufgrund der Inventurergebnisse (BWI II) wird dem Starkholz im Rundholzspektrum zukünftig eine höhere Bedeutung zukommen, und es erfordert wegen kundenspezifischer Anforderungen in diesem Bereich auch ein entsprechend konzipiertes Sortierkonzept. Zudem weist Starkholz im Gegensatz zu geringer dimensioniertem Holz besondere Qualitätsmerkmale auf: Ringschäle, Wimmerwuchs, Fäule, insbesondere Kern- und Wundfäule sowie grössere Astdimensionen. Ein solches kundenorientiertes Sortierkonzept für Fichte-/Tanne-Starkholzabschnitte ist in *Tabelle 1* mit den relevanten starkholzspezifischen Merkmalen dargestellt.

Fazit

Die Abkehr vom Langholz bedeutet zunächst eine Vervielfachung der zu manipulierenden Rundholzabschnitte. Geeignete Kurzholzverfahren zur Ernte von Nadelstarkholz basieren derzeit auf zwei wesentlichen Elementen: der perfekt ausgeführten motormanuellen Fällung sowie der Vorrückung und Rückung mittels leistungsfähiger Tragschlepper unter maximaler Nutzung eines hubkräftigen Krans. Richtig umgesetzt können selbst unter schwierigen Bestandesverhältnissen aufgrund Struktureichtums und Geländeneigung hinsichtlich Bestandesschonung und Kosteneffizienz überzeugende Ergebnisse erzielt werden.

Die Sortierung von Standardlängen, ausgehalten aus Fichten und Tannen ab 50 cm BHD aufwärts, erfordert eine stärker verwendungsorientierte Beurteilung der Qualitätskriterien als dies bei traditionellem Langholz der Fall war. Bereits die potenziell erforderliche Ressourcensteuerung nach Rundholzqualität erfordert differenziertere Sortiergrundlagen. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden Sortierrichtlinien für kurzes Starkholz von Fichte und Tanne auf der Basis bestehender Sortiernormen und kundenspezifischer Anforderungen erarbeitet.

Eine weitere Konsequenz stellt die Qualitätssortierung im Werk dar. Ergänzend zur bereits seit längerer Zeit etablierten Werksvermessung der Dimension wird in einem Versuch die Qualität des Rundholzes am Werkseingang durch bestellte und geschulte forstliche Sortierbeauftragte übernommen und von den Marktpartnern gemeinsam getragen. Der Lösungsansatz, die visuelle Qualitätssortierung im Werk durch Dokumentationssysteme abzusichern, ist ebenfalls in der Erprobungsphase.

Zusammenfassung

Die Starkholzvorräte sind nach wie vor im Steigen begriffen, die durchschnittlichen Qualitäten der Sortierklassen B und C überwiegen dabei. Neben neu errichteten Grosssägewerken spezialisieren sich zunehmend auch kleinere und mittlere Sägewerke auf die Verarbeitung von Nadelstarkholz in Längen zwischen 3 und 6 m. Dies bedingt Veränderungen seitens der Holzernte sowie seitens der Holzsortierung. Verschiedene geeignete Holzernte-Verfahren werden vorgestellt, ebenso wird die Methodik der Holzsortierung genauer beleuchtet.

Résumé

Production de bois résineux de grandes dimensions dans une perspective d'avenir

Le volume sur pied des gros bois ne cesse d'augmenter et les qualités moyennes des classes B et C en constituent une part prépondérante. Outre les grandes scieries de construction récente, des établissements de petite et de moyenne importance se spécialisent de plus en plus dans la transformation des gros bois résineux en longueurs de 3 à 6 mètres, ce qui implique des changements au niveau de la récolte et du classement des bois. L'article est consacré à ces deux derniers paramètres.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Summary

Availability of large diameter round wood for a future-oriented sawing industry

Stocks of large dimension wood continue to increase, especially of medium quality classes B and C. Apart from newly built major sawmills, small and medium sized sawmills are also beginning to specialise in the processing of large diameter softwood of 3–6 m in length. In its turn, this is leading to changes in wood-logging techniques and quality grading. Different methods of harvesting are presented, as well as a detailed discussion of wood-grading methods.

Literatur

KÄNDLER, G.; BÖSCH, B.; SCHMIDT, M. 2003: Wesentliche Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur in Baden-Württemberg – Rückblick und Ausblick. *Forst und Holz* 60, 2: 45–49.

LEENEN, M.; WURSTER, M.; TEXTOR, B. 2004: Kundenorientierte Sortierung von Nadelstarkholz-Standardlängen. Tagungsführer 14. KWF-Tagung: 53–55.

SAUTER, U.H.; HEHN, M.; PFEIL, C.; HERBST, P. 2004: Verfahren zur Mobilisierung von Nadelstarkholz – Aufarbeitung und Bereitstellung in kurzer Form. *Holz-Zentralblatt* 130, 46: 613–614.

Autoren und Autorin

Dr. UDO HANS SAUTER, Abteilungsleiter, Abteilung Waldnutzung, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Wonnhaldestrasse 4, DE-79100 Freiburg i.Br.
E-Mail: udo.sauter@forst.bwl.de.

Dr. MICHAEL LEENEN, Abteilung Waldnutzung der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg.
OAR i.R. CHRISTIAN PFEIL, ehemals wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Abteilung Waldnutzung der FVA.

Dr. MARIA HEHN, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft, Werderring 6, DE-79085 Freiburg i.Br.