

Verfahren der Rundholzlagerung

Die richtige Lagerung trägt wesentlich dazu bei, den Wert und die Qualität des Holzes zu erhalten. Nach Schadergebnissen fallen oft große Holzmengen an, die nicht sofort vermarktet werden können. Eine geeignete Lagerung verhindert Qualitätsverluste und wirkt Preisverfällen entgegen. So bleibt das Holz für verschiedene Verwendungen erhalten und wirtschaftlich attraktiv.

Ziel der Holzlagerung

Ziel der Rundholzlagerung ist die Bündelung von Holzmengen und die Erhaltung ihrer hochwertigen Eigenschaften, bis das Holz zu den rohholzverarbeitenden Betrieben geliefert wird. Im Kalamitätsfall kann eine qualitätserhaltende Rundholzlagerung auch den Rundholzmarkt entlasten und damit zur Stabilisierung der Preise beitragen. Es gibt grundsätzlich zwei Formen der Rundholzlagerung:

- Die kurzfristige Lagerung über wenige Tage bis Wochen schließt direkt an die Ernte an und dient der Bereitstellung des Holzes zur Abfuhr.
- Die qualitätserhaltende, längerfristige Lagerung von Rundholz, etwa nach

Stürmen – mit einer Dauer von mehreren Monaten bis zu einigen Jahren.

Mit der Aufarbeitung des Holzes beginnen die Abbauprozesse. Die Schnittflächen sind Eintrittspforten für Pathogene. Zunächst verliert das Holz an Feuchtigkeit. Mit sinkender Holzfeuchte wird das Holz anfällig für Schädlinge, im Einzelnen sind dies rinden- oder holzbrütende Insekten sowie verschiedene Pilze. Diese verursachen zunächst Verfärbungen, später auch mechanische Schäden am Holz. Bei unsachgemäßer Lagerung über längere Zeiträume können die Schädigungen durch Insekten und Pilze zur vollständigen Entwertung des Holzes führen.



Kalamitäten, wie bspw. Borkenkäfermassenvermehrungen, erfordern geeignete Konzepte zur Rundholzlagerung.

Konzepte für die Rundholzlagerung

Verheerende Stürme und deren Folgen kann die Forstwirtschaft nicht verhindern. Mit geeigneten Konzepten zur Rundholzlagerung lässt sich der wirtschaftliche Schaden nach Katastrophen aber deutlich mindern – und Folgeschäden können vermieden werden. Deshalb ist es sinnvoll, bereits vor dem Eintritt großer Schadereignisse Pläne zu entwickeln und Lagerplätze vorzubereiten. Dabei gilt es folgende Fragen zu beantworten: Welche Lagermöglichkeiten bestehen bereits? Welche Schadholzmengen könnten anfallen? Wo und wie könnte Holz gelagert werden, falls die bestehenden Lagerkapazitäten nicht ausreichen? Zum Schutz des Waldes und aus logistischen Gründen kann es sinnvoll sein, Holz außerhalb des Waldes zu lagern – etwa um die Entwicklungszyklen der Fichtenborkenkäfer zu unterbrechen, den Einsatz von Insektiziden zu vermeiden oder größere Holzmengen zu bündeln. Bei der Entwicklung von Lagerkonzepten empfiehlt sich häufig eine überbetriebliche Zusammenarbeit, die die forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse (FZus) mit Unterstützung der Forstbehörden organisieren können.

In Bayern sind Holzlagerplätze über die Förderprogramme FORSTZUSR 2021 und FORSTWEGR 2025 förderfähig. Die anerkannten forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse (FZus) sind ideale Maßnahmenträger für solche Projekte. Neben dem Bau von Holzlagerplätzen nach der FORSTWEGR 2025 können sich die FZus auch den Erwerb der zur Anlage von Holzlagerplätzen benötigten Grundstücke über die FORSTZUSR 2021 fördern lassen. Eine Kombination beider Programme ist möglich. Die finanzielle Förderung von forstlicher Infrastruktur nach der FORSTWEGR 2025 beläuft sich auf bis zu 80% für Holzlagerplätze und der mögliche Fördersatz für den Erwerb von benötigten Grundstücken für die Anlage von Holzlagerplätzen durch forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse beträgt nach der FORSTZUSR 2021 40%. Für weitere Informationen siehe: www.waldbesitzer-portal.bayern.de

Trockenlagerung in Rinde

Das Lagern oder Poltern in Rinde ist eine bewährte und kostengünstige Methode, um kurzzeitig Holz aller Baumarten im Wald zu belassen; dabei soll die hohe Holzfeuchte möglichst erhalten bleiben.

Für im Winter geschlagenes Nadel- und Laubholz ist eine Lagerung in Rinde nur über wenige Wochen sinnvoll. Denn lange Lagerzeiträume führen zu Insekten- und Pilzbefall und zu hohen Qualitätsverlusten. In Rinde gelagertes Holz sollte im Frühjahr in jedem Fall zügig abgefahren werden. Wenn mit einer längeren Lagerdauer zu rechnen ist, empfiehlt es sich, das Holz entweder zu entrinden oder ins Nasslager zu bringen. Bei der Lagerung von Fichtenholz ist zu beachten, dass aus Wald- und Holzschutzgründen die Abfuhr vor dem Käferflug (je nach Witterungsverlauf im März/April) erfolgt oder ein Abstand mindestens 500m vom nächsten Nadelwald eingehalten wird.

Beim Poltern in Rinde ist Folgendes zu beachten:

- schattige und windgeschützte Lagen an LKW-befahrbaren Wegen, wenn im Wald gelagert wird
- einseitig bündig
- auf Unterlagen poltern, z.B. zwei querliegende Stämme, um Verschmutzungen zu vermeiden
- nicht auf der Fahrbahn, im Graben oder im Bestand poltern
- keine stehenden Bäume als Stützen verwenden
- gegen Abrollen sichern, max. 4m hoch
- Stämme höchstens 7 m von der Wegemitte entfernt lagern
- Lichtraumprofil muss für Kranbeladung frei sein

Zum Schutz des gelagerten Holzes sollten nur dann Insektizide angewandt werden, wenn sich keine Alternative bietet. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit veröffentlicht jährlich ein aktuelles Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis, in dem alle zugelassenen Mittel aufgeführt sind. Den Waldbesitzenden wird empfohlen, sich vorab von der zuständigen Forstbehörde beraten zu lassen.



Vorbildliches Poltern von Fichtenstammholz im Klein-Privatwald.

Trockenlagerung ohne Rinde

Diese Art der Lagerung ist nur für Nadelholz geeignet. Das Verfahren verlangt ein rasches Trocknen nach der Entrindung. Durch luftige Lagerung wird den Stämmen so viel Wasser entzogen, dass holzerstörende Pilze keine geeigneten Lebensbedingungen mehr vorfinden. Durch Abdeckung mit Folie kann eine Wiederbefeuchtung verhindert werden. Zu rasche und starke Trocknung fördert die Rissbildung. Zwischen Aufarbeitung, Entrindung und Polterung darf nur kurze Zeit verstreichen, damit der Trocknungsprozess rasch einsetzen kann. Wichtig ist: Nur absolut gesundes Holz einlagern. Es sollten sonnige und gut belüftete Lagerplätze gewählt werden, und eine Lagerung sollte nur in Absprache mit den Kunden erfolgen. Die Entrindung reduziert den Lebensraum rindenbrütender Borkenkäfer und leistet so einen Beitrag zum Waldschutz.



Lagerung entrindeter Fichten entlang einer Waldstraße.

Insgesamt hat die Bedeutung des Polterns ohne Rinde deutlich abgenommen, da die Rinde selbst zu einem wertvollen Wirtschaftsgut geworden ist und nur noch wenige mobile Entrindungsmaschinen verfügbar sind. Außerdem besteht die Gefahr der Verblauung sowie des Befalls durch holzbrütende Käfer und damit eine Entwertung des Holzes.

Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass entrindetes Fichtenstammholz aus Winterfällung nach mehrmonatiger Lagerung an der Waldstraße im Wesentlichen trocken ist. Rotstreifigkeit, Bläue und andere Verfärbungen zeigen sich, wenn überhaupt, in der Regel nur bis in geringe Tiefen und diese Stammteile bleiben in der Seitenware. Verschiedene Autoren geben eine mögliche Lagerdauer von ein bis drei Jahren an.

Lebendkonservierung

Die Lebendkonservierung ist kein Lagerungsverfahren, sondern dient der Steuerung und Streckung der Aufarbeitung im Kalamitätsfall unter bestmöglicher Erhaltung der Holzqualität. Angeschobene und geworfene Stämme mit Wurzelkontakt bleiben über längere Zeit unaufgearbeitet im Wald stehen bzw. liegen.

Diese Methode ist möglich bei Fichte, Tanne, Kiefer, Douglasie, Buche, Eiche und Pappel. Einzel-, Nester- und Gassenwürfe ohne Bruchholz und Schäden eignen sich am besten für diese Art der »Konservierung«. Größere Flächen nur dann, wenn sie im Schatten liegen, bspw. Nordhänge. Aus den Erfahrungen nach großen Stürmen lässt sich grundsätzlich ableiten: Waldschutzrisiko vor Holzschutzrisiko. Denn an erster Stelle steht das Vermeiden von Borkenkäfermassenvermehrungen nach Windwurf. Deshalb ist eine regelmäßige Kontrolle auf Borkenkäferbefall notwendig, um ggf. die Aufarbeitungsstrategie anzupassen.

Zu empfehlen sind baumartenspezifische Strategien für die Lebendlagerung von Sturmholz. Danach sollen bei Fichte, Tanne und Kiefer zuerst die Kleinflächen, danach die Großflächen sowie schwächeres vor stärkerem Holz aufgearbeitet werden. Für Buche lautet die Devise: Wertholz vor übrigem Stammholz und Großfläche vor Kleinfläche (Einzelwürfe, Streulage) aufarbeiten. Douglasie, Eiche und Pappel können zwei Jahre lebend gelagert werden.

Für eine ausreichende Wasserversorgung des Baumes ist es notwendig, dass mindestens 20–30% der Wurzeln noch Bodenkontakt haben bzw. mindestens einseitig Verbindung der Wurzeln mit dem Boden besteht.



Lebendkonservierung bei Einzelwurf mit einseitig gutem Bodenkontakt der Wurzeln.

Folienlagerung

Die Folienlagerung beruht auf dem Prinzip des Luftabschlusses nach außen. Zur Abdeckung verwendet man UV-beständige Polyethylenfolie (Silofole).

Das Holz wird bei diesem Verfahren luftdicht eingeschweißt und damit in möglichst sauerstofffreier Atmosphäre gelagert. Dazu wird sowohl auf dem Boden unter dem Holz als auch über dem Holz eine doppellagige Folie ausgebreitet. Beide Folien werden miteinander verschweißt. Zunächst müssen die Lagerflächen planiert und von spitzen, scharfkantigen Gegenständen befreit werden. Zudem muss ein Wasserablauf gewährleistet sein, Mäuseschutzgewebe ausgebracht und Rundholzschnittkanten abgerundet werden. Natürliche Prozesse wie Atmung und Gärung lassen den Sauerstoffgehalt nahezu auf 0% absinken, während kein erneuter Luftzutritt erfolgt. Auch nach der Einrichtung des Lagers müssen die Polter fortwährend auf ihre Dichtigkeit hin überprüft werden.



In Folie eingeschweißtes Holzpolter. Ohne Sauerstoff können Pilze und Insekten das Holz nicht schädigen.

Dies geschieht in der Regel manuell durch Messungen des Sauerstoff- bzw. Kohlendioxid-Gehaltes. Dieses Verfahren wurde bisher für Fichte, Tanne, Kiefer, Buche, Bergahorn, Esche und Birke getestet. Das Holz muss in jedem Fall frisch sein. Bei ungestörter Konservierung treten auch nach längerer Lagerdauer keine oder kaum Qualitätsverluste auf (3).

Das Verfahren ist aufgrund des hohen Logistikaufwandes eher für den größeren Waldbesitz geeignet, ggf. auch für forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse. Nachteilig sind zusätzliche Kosten für notwendige regelmäßige Kontrollen. Zudem müssen große Mengen Kunststoff später wieder entsorgt werden.

Nasslagerung

Nasslagerung – sei es durch Beregnung oder Wasserlagerung – eignet sich, um Holz über mehrere Jahre vor Pilz- und Insektenbefall zu schützen, Marktungleichgewichte nach Kalamitäten auszugleichen und den Einsatz von Insektiziden zu vermeiden. Das Verfahren eignet sich für Fichte, Tanne, Kiefer und bei Buche zur Streckung des Einschnitts über wenige Monate.

Beregnung

Die Beregnung von Stammholzpoltern ist in Sägewerken eine gängige Vorgehensweise zur Produktionssteuerung und in der Forstwirtschaft die wichtigste Methode zur Langzeitlagerung von Sturmholz. Sie ist die etablierteste Lagerungsform und gilt in Wissenschaft und Praxis als die zuverlässigste. Eine Beregnungsanlage wird i.d.R. aus Grundwasser oder mit Oberflächenwasser gespeist. Für die Anlage und den Betrieb eines Beregnungsplatzes ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Die Beregnungsanlage

muss an Lage und Form des Lagerplatzes sowie an Art und Menge des Holzes angepasst und auf den benötigten Wasserdruck ausgelegt sein. Ein Erfahrungswert für den Wasserbedarf einer Einlagerung von Standardlängen liegt bei 0,7l pro Sekunde für 1.000Fm im Intervallbetrieb. Versuche zeigen, dass sich durch den Bau von Speicherbecken und die Einrichtung eines Wasserkreislaufs zusätzliches erhebliches Potenzial zur Wassereinsparung ergibt. Als Faustzahl für den Platzbedarf gelten bei zwei Polterbahnen zwischen den Wegen ein Hektar für 15.000Fm. Dies ist nach Erfahrungswerten auch die ökonomisch sinnvolle Mindestfläche (1).

Eine sachgemäße Beregnung und die Einlagerung nur gesunden Holzes ermöglichen die Erhaltung der Holzqualität über einen längeren Zeitraum. Unter diesen Bedingungen lassen sich Fichten drei bis sechs Jahre, Kiefern mindestens zwei Jahre konservieren.



Beregnungspolter auf einem professionell betriebenen Nasslagerplatz.



Der Aufbau eines Nasslagers bedarf umsichtiger Planung und Durchführung, um etwa unerwünschte Vernässungen und Trockenfallen von Stirnflächen zu vermeiden.



Gute Qualitäten aus dem Nasslager. Bei sachgerechter Lagerung und Beregnung liefern Nasslagerplätze hochwertige Ware: Weiße Stirnflächen nach Anschnitt, oben Verfärbung durch Beregnung und Bewuchs.



Mit Speicherbecken und Wasserkreislauf-Systemen können erhebliche Wassermengen eingespart werden.



Das Wasser fließt bei fachgerechter Profilierung der Polterbahnen ungehindert ab und schont die Wege.

Zusammenstellung der gängigen Holzlagerverfahren

Trockenverfahren

Verfahren	Voraussetzungen	Kosten	Vorteile	Nachteile
Trockenlagerung in Rinde	- waldfrisches, gesundes Nadel- und Laubstammholz - möglichst homogene Längenaushaltung - schattige Lage im Wald - hohe Luftfeuchtigkeit	keine Zusatzkosten, da Teil der üblichen Verfahrenskette	einfache, kostengünstige Lagerart	- für längere Zeiträume nicht geeignet - in Katastrophensituationen nur bei schneller Abfuhr geeignet - gegen Nutzholzborkenkäfer ggf. Insektizideinsatz notwendig - Anwendung abhängig von Waldschutzsituation (Borkenkäfer!)
Trockenlagerung ohne Rinde	- nur für Nadelholz - gesundes und waldfrisches Holz - schonende Entrindung - Lagerplatz: windexponiert, stetig belüftet, trocken, warm, nicht im Schatten, nicht in extremer Sonne - ggf. Überdeckung mit Folie	Entrindungskosten ca. 8,50 €/Fm für Langholz und 12,50 €/Fm für Kurzholz	kein Brutraum für rindenbrütende Borkenkäfer	- hohes Risiko durch Rissbildung und Pilzbefall - Erfolg ist abhängig von Lage und Witterung; eine gezielte Steuerung des Lagererfolgs ist nicht möglich - wenig maschinelle Entrindungskapazitäten
Lebendkonservierung	- kein Lagerverfahren, sondern ein qualitätserhaltendes Instrument zur Steuerung und Streckung der Aufarbeitung in Kalamitätsfällen - waldfrisches, gesundes Nadel- und Laubstammholz (keine Lärche) 20–30 % der Wurzeln müssen noch mit dem Boden verbunden sein - feuchte, schattige Lagen - grüne Krone vorhanden - intensive Kontrollen nötig	keine direkten Kosten, aber ggf. Aufwand für Wiederaufsuche und Erfassung	- kostengünstig - ermöglicht den Forstbetrieben flexible Aufarbeitung	- hoher Kontrollaufwand - hohes Waldschutzrisiko - für Fichte und Buche nicht länger als eine Vegetationsperiode, für Eiche und Douglasie auch länger - ungeeignet für Bestände mit hohem Bruchholzanteil
Folienlagerung mit Luftabschluss	- waldfrisches, gesundes Nadel- und Laubstammholz - hochwertige Sortimente - homogene Längenaushaltung - geschulte Mitarbeitende - befahrbare, windgeschützte Lagerplätze in ausreichender Größe - geeignete Maschinen und Material (Folie, Schweiß- und Messgeräte)	ca. 11 €/Fm (ohne Zwischentransport) bzw. ca. 18 €/Fm (Bsp.-Rechnung von (3)), zusätzliche Kosten für Miete/Kauf von Schweiß- und Analysegerät, vgl. (3)	- bei unbeschädigter Folie zuverlässiger Schutz vor Insekten und Pilzbefall - kein Insektizideinsatz	- hoher technischer und betrieblicher Aufwand auch wegen Kontrollen alle 2–4 Wochen - u.U. schwierige Lagerplatzsuche, Vandalismus möglich - kein Standardlagerungsverfahren, eher für hochwertiges Sägerundholz - Anfall großer Plastikmengen

Nassverfahren

Verfahren	Voraussetzungen	Kosten	Vorteile	Nachteile
Nasslagerung	- sorgfältige Anlage des Nasslagers - geeignete Plätze, Infrastruktureinrichtung, wasserrechtliche Genehmigungen - waldfrisches, gesundes Laub- und Nadelholz - schnelle Einlagerung und kontinuierliche Beregnung von Anfang an - Qualitätsmanagement und laufende Kontrollen gewährleistet - Trennung des Holzes nach Waldbesitzenden, Stärkeklassen, Holzarten	Gesamtkosten ca. 18–20 €/Fm/Jahr, abhängig auch von Kalkulationszeitraum und Voraussetzungen (Größe/Flächeneigentum/Entfernung Wald etc.), reine Betriebskosten ca. 3–4 €/Fm/Jahr, Frachtkosten ca. 80 % der Gesamtkosten, vgl. (1)	- langjährig erprobtes Verfahren, das eine Qualitätserhaltung je nach Baumart auch über einen längeren Zeitraum möglich macht - kein Insektizideinsatz - Bündelungsfunktion - Marktentlastung in großem Stil möglich	- hoher technischer Aufwand - hoher Kontrollaufwand - langwieriges Genehmigungsverfahren

Möglichkeiten der Holzentwertung

Verfärbende Pilze

Gelagertes Holz kann durch verfärbende Pilze entwertet werden. Ein Beispiel ist die sogenannte Bläue, eine blauschwarze Färbung, die oft bei im Sommer eingeschlagenem Holz auftritt. Beim Schneiden wird diese Bläue sichtbar. Holz, das auf diese Weise befallen ist, eignet sich zwar nicht mehr für Sichtqualitäten, seine technischen Eigenschaften bleiben jedoch erhalten.



Bläue an Fichtenstammholz.

Fäulepilze

Nach längerer Lagerdauer und bei entsprechender Holzfeuchte kann es zu Holzzersetzung durch Braun-, Weiß- oder Moderfäulepilze kommen. Die überwiegend an Nadelholz lebenden Braunfäulepilze bauen Zellulose sowie Hemizellulose in den Zellwänden ab. Das Lignin bleibt zurück und es kommt zur charakteristischen Braunfärbung des Holzes. Eine typische Art an Nadelholz ist *Heterobasidion annosum*, der am stehenden Holz als Rotfäule bekannt ist.

Insekten

Die Larven holzbrütender Insekten (z.B. Nutzholzborkenkäfer, Bockkäfer und Holzwespe) legen Fraßgänge im Holz an, die die Verwendbarkeit des Holzes stark einschränken und Eintrittspforten für andere Schadorganismen bilden.

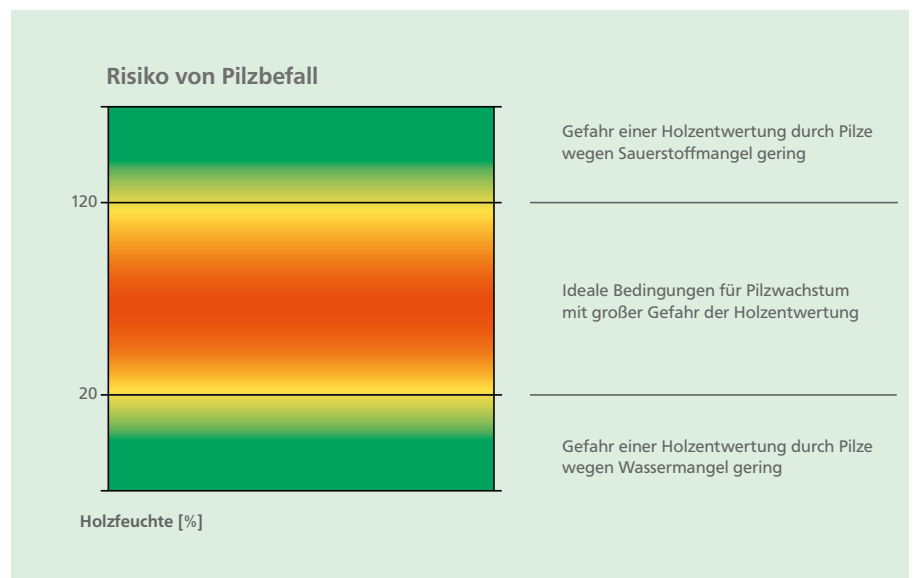
Risse

Bei Nadelholz, das schnell trocknet, können Mantelrisse auftreten, die mehrere Zentimeter tief und mehrere Millimeter breit sein können. Diese entwerten das Holz direkt und stellen gleichzeitig Eintrittsöffnungen für Schadorganismen dar. Bei Laubholz, insbesondere bei Buche, treten kurz nach der Fällung oft Spannungsrisse auf, die die Stirnflächen spalten. Bisher ist keine Methode bekannt, um diese Risse zu verhindern. Allenfalls lassen sie sich durch die Verwendung von S-Haken oder ähnliche Maßnahmen einschränken.

Einfluss der Holzfeuchte

Wie alle Lebewesen brauchen auch Holzschädlinge neben ihrer Nahrung – dem Holz – Sauerstoff und Wasser. Beides ist dann ausreichend vorhanden, wenn die Holzfeuchte zwischen 20–30% und 120% liegt. Bei Holzfeuchten über 120% sinkt das Luftvolumen im Holz soweit, dass Sauerstoffmangel herrscht. Am anderen Ende der Skala wird es zu trocken für die Holz-

schädlinge. Bei Holzfeuchten unter 30% (Fasersättigungspunkt) ist kein freies Wasser mehr im Holz vorhanden – es herrscht Wassermangel. Das Ziel einer qualitätserhaltenden Holzlagerung muss es also sein, die Holzfeuchte möglichst hochzuhalten oder sehr schnell auf Werte unter 30%, besser noch unter 20%, zu senken.



Die Holzfeuchte und ihr Einfluss auf das Risiko von Pilzbefall.

Impressum

Herausgeber und Bezugsadresse:
Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising
Telefon: +49-(0)8161-4591-0
E-Mail: redaktion@lwf.bayern.de
Internet: www.lwf.bayern.de

Verantwortlich: Dr. Peter Pröbstle,
Präsident der LWF
Redaktion: Florian Stahl
Autor: Dr. Michael Lutze
Bildnachweis: Seite 1: A. Hahn, LWF; Seite 2:
(links) M. Lutze, LWF; (rechts) M. Kubatta-Große;
Seite 3: (links) R. Thurn, Guts- und Forstbetrieb
Niedernondorf; (rechts) D. Stephens, Bugwood.org;
Seite 4: M. Lutze, LWF; Seite 6: M. Lutze, LWF
Druck: Ortmaier Druck, Frontenhausen
Auflage: 5.000 Stück
Layout: Christine Hopf, Andrea Nißl

Weitere Informationen finden Sie im Internet:
www.lwf.bayern.de

Viervielfältigung, Verbreitung und Bearbeitung
bzw. jede Art der Verwertung außerhalb der
Grenzen des Urheberrechts, insbesondere außer-
halb des privaten Gebrauchs, ist nur nach vorheri-
ger Zustimmung des Herausgebers erlaubt.

Literatur

- (1) **Lutze, M. (2023):** Handlungsempfehlungen Nasslager. Ein Leitfaden. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
- (2) **LWF (2013):** Verfahren der Rundholzlagerung. LWF Wissen 71. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
- (3) **Wald und Holz NRW (2020):** Holzkonservierung im Folienlager. Praxisleitfaden. Wald und Holz NRW, Münster.