

Vorwort

Die Forstbetriebe pflegen die Waldbestände und ihre Bäume über viele Jahrzehnte vor allem auch mit dem Ziel, deren Wert zu steigern. Diese Investitionen gilt es bei der Holzernte zu sichern bzw. zu nutzen, in dem die Holzprodukte möglichst ohne Qualitäts- und Wertverlust zum Kunden gelangen. Einen wesentlichen Beitrag dazu leistet die richtige Holzlagerung an der Nahtstelle zwischen Forstbetrieb und Holzwirtschaft.

Die forstlichen Holzlager haben im Wesentlichen zwei Funktionen zu erfüllen. Zum Einen sollen sie das Holz, also die Ware ins rechte Licht setzen und den Kunden verkaufsfördernd präsentieren. Zum Anderen muss mit ihnen die Zeit zwischen Bereitstellung des Holzes und der Abfuhr zum Kunden überbrückt werden. Insbesondere bei außergewöhnlichen Ereignissen mit großen Mengen ungeplanter Holzanfälle kann sich die Lagerdauer mit entsprechend steigendem Risiko der Wertminderung und des Verlustes auf mehrere Monate bis zu einigen Jahren ausdehnen. Eine der jeweiligen Situation angepassten Wahl des zweckmäßigsten Verfahrens und dessen sorgfältiger Umsetzung kommt daher erhebliche wirtschaftliche Bedeutung zu.

Ursprünglich war die Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft mit der Erstellung eines kurzen "Merkblatts" zu diesem Thema beauftragt worden. Die Fülle von Erkenntnissen aus wissenschaftlichen Untersuchungen, insbesondere der Holzforschung München der TU München (früher Institut für Holzforschung der LMU), aus Praxiserfahrungen bayerischer Forstämter nach 1990 und aus anderen Ländern waren Veranlassung, die Holzlagerung ausführlicher in Form des vorliegenden LWF-Berichtes darzustellen. Wegen der besonderen Situation nach dem Sturm "Lothar" sind schon im Februar 2000 aus dem bereits vorhandenen Material kurzgefasste Hinweise zur Trockenlagerung mit der "LWF aktuell Nr. 22" veröffentlicht worden. Damit hat die LWF beiden Anliegen der Praxis fundiert Rechnung getragen, nämlich die Erkenntnisse von Wissenschaft und Praxis sowohl in einem Schnellüberblick zusammenzufassen als auch in einem umfangreichen Kompendium zu vertiefen.

Hermann Meyer

Leitender Ministerialrat

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

[1 Einleitung](#)
[2 Allgemeine Hinweise](#)
[3 Poltern in Rinde](#)
[3.1 Beschreibung](#)
[3.2 Voraussetzungen](#)
[3.3 Lagerdauer](#)
[3.4 Kosten](#)
[3.5 Waldschutz und Schutz des gelagerten
Holzes](#)
[3.6 Abdeckung mit Vlies](#)
[3.7 Wertung](#)
[4 Poltern ohne Rinde](#)
[4.1 Beschreibung](#)
[4.2 Voraussetzung](#)
[4.3 Verfahren](#)
[4.4 Lagerdauer](#)
[4.5 Kosten](#)
[4.6 Verkehrssicherung](#)
[4.7 Praxiserfahrung](#)
[4.8 Wertung](#)
[5 Bereitstellung vorgetrockneten
Stammholzes mit Ziel Qualitätsbauholz](#)
[5.1 Beschreibung](#)
[5.2 Voraussetzungen](#)
[5.3 Lagerdauer](#)
[5.4 Kosten](#)
[5.5 Verkehrssicherheit](#)
[5.6 Wertung \(beide Varianten\)](#)
[5.7 Forschungsprojekte](#)
[5.7.1 Institut für Holzforschung der
Universität München](#)
[5.7.2 Ordinariat für Holztechnologie der
Universität Hamburg und
Bundesforschungsanstalt für Forst- und
Hilzwirtschaft](#)
[5.8 Praxiserfahrungen](#)
[5.8.1 Forstamt Nordhalben](#)
[5.8.2 Forstamt Bad Steben](#)
[5.8.3 Forstdirektion Schwaben](#)
[6 Lebendlagerung](#)
[6.1 Beschreibung](#)

[6.2 Voraussetzungen](#)

[6.3 Lagerdauer](#)

[6.4 Kosten](#)

[6.5 Wertung](#)

[6.6 Forschungsergebnisse](#)

[7 Konservierung durch Sauerstoffentzug](#)

[7.1 Beschreibung](#)

[7.2 Voraussetzungen](#)

[7.3 Lagerdauer](#)

[7.4 Arbeitsschritte](#)

[7.5 Kosten](#)

[7.6 Wertung](#)

[8 Nasslagerung](#)

[8.1 Berechnung](#)

[8.1.1 Beschreibung](#)

[8.1.2 Voraussetzungen](#)

[8.1.3 Lagerdauer](#)

[8.1.4 Kosten](#)

[8.1.5 Erlöse](#)

[8.1.6 Hallimaschbefall](#)

[8.1.7 Winterbetrieb von Beregnungsanlagen](#)

[8.1.8 Praxiserfahrungen bayerischer Forstämter](#)

[8.1.9 Wertung](#)

[8.2 Wasserlagerung](#)

[8.2.1 Beschreibung](#)

[8.2.2 Voraussetzungen](#)

[8.2.3 Lagerdauer](#)

[8.2.4 Kosten](#)

[8.2.5 Verkehrssicherung](#)

[8.2.6 Wertung](#)

[8.3 Rechtsgrundlagen](#)

[8.4 Wasserqualität](#)

[8.4.1 Institut für Holzforschung München](#)

[8.4.2 Institut für Forsthydrologie der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt](#)

[8.4.3 Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz](#)

[8.4.4 Institut für Holzbiologie und Holzschutz der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg](#)

[9 Verfärbungen](#)
[9.1 Bläuepilze](#)
[9.2 Andere Verfärbungen](#)
[9.2.1 Nadelholz](#)
[9.2.2 Laubholz](#)
[10 Zusammenfassung](#)
[11 Summary](#)
[12 Literatur](#)
[Poltern in Rinde](#)
[Poltern ohne Rinde](#)
[Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes](#)
[Lebendlagerung](#)
[Konservierung durch Sauerstoffentzug](#)
[Nasslagerung](#)
[Beregnung](#)
[Wasserlagerung](#)
[Rechtsgrundlagen](#)
[Wasserqualität](#)
[Verfärbungen](#)
[Sonstiges](#)
[Verwaltungsinterne Quellen](#)
[13 Anhang](#)
[13.1 Winterbetrieb von Beregnungsanlagen](#)
[13.2 Zusammenstellung der](#)
[Investitionskosten für Beregnungsplätze](#)
[13.3 Zusammenstellung der laufenden](#)
[jährlichen Kosten für Beregnungsplätze](#)
[13.4 Borkenkäferinsektizide und](#)
[Anwendungsvorschriften](#)
[13.5 Abbildungsverzeichnis](#)
[13.6 Tabellenverzeichnis](#)
[Impressum](#)

Titelbild: Beregnungspolter im Winter [Foto: FUNK, Forstamt Kelheim].

ISSN 0945 - 8131

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

Verfasser: Dr. Alexandra Wauer

Herausgeber und Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)

Bezugsadresse: Am Hochanger 11, 85354 Freising, Tel./Fax 08161 - 71 - 4881 / - 4971, Email: poststelle@fo-lwf.bayern.de

Internet: <http://www.lwf.uni-muenchen.de>

Verantwortlich: Der Leiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Schriftleitung: Christian Wild

Internet-Redaktion: Gerhard Huber

1 Einleitung

"'Vivian' hinterließ eine Spur der Verwüstung", "Stürme lassen Bayern nicht zur Ruhe kommen - nach 'Vivian' fegt jetzt 'Wiebke' über Süddeutschland", Orkan 'Wiebke' walzt die Wälder nieder", "wenn ich das sehe, tut mir das Herz weh" - Forstexperten sprechen von größter Katastrophe aller Zeiten" [AUGSBURGER ALLGEMEINE 1990] - solche und ähnliche Schlagzeilen konnte man Anfang März 1990 in bayerischen Tageszeitungen lesen. Den Frühjahrsstürmen 1990 fielen bayernweit etwa 23,5 Mio. fm Holz, davon 85 % **Fichte**, zum Opfer. Einen Durchschnittsstamm von 18 m Länge und einem Festgehalt von 1,5 fm zugrundegelegt, errechnen sich daraus ca. 15,7 Mio. Stämme. Würde man sie aneinanderreihen, ergäbe sich eine ca. 282.000 km lange Strecke. Dies entspricht etwa dem siebenfachen Erdumfang.

"Vivian" und "Wiebke" stellten Waldbesitzer und Forstleute hinsichtlich der Aufarbeitung, des Transports und der Lagerung des Sturmholzes vor eine gewaltige Aufgabe. Allein im bayerischen Staatswald wurden ca. 1 Mio. fm über einige Jahre hinweg nassgelagert. Mehrere Forschungsprojekte befassten sich mit der Qualität berechneten Fichtenstammholzes nach längerer Lagerung.

Knapp zehn Jahre später richtete das Orkantief "Lothar" vom 26.12.1999 wiederum große Schäden in den süddeutschen Wäldern an. Um den Holzmarkt zu entlasten, heißt es erneut, größere Mengen Holz rationell, qualitätserhaltend und verkaufsgerecht zu lagern.

Der vorliegende Bericht soll alle Waldbesitzer und Forstleute über die verschiedenen Möglichkeiten der Holzlagerung informieren und Hilfestellung für die Bewältigung von Problemen geben. Forschungsergebnisse flossen ebenso ein wie Erfahrungen, insbesondere südbayerischer Forstämter, mit der Holzlagerung nach "Wiebke".

2 Allgemeine Hinweise

Grundsätzlich gilt:

Die Witterung während des Lagerungszeitraumes
und
die Zeitspanne zwischen Aufarbeitung und Einlagerung
entscheiden über den Lagerungserfolg.

Häufig entscheidet, wie bei anderen Produkten auch, die *Präsentation* der Ware mit über den Verkaufserfolg.

Deshalb ist in jedem Fall, auch nach einer Sturmsituation, das Holz *korrekt* und *nachvollziehbar sortiert* sowie den Käuferwünschen gemäß (z.B. mit/ohne Unterlagen, Poltergröße) zu lagern. Es verbessert das Erscheinungsbild, wenn die Polter kompakt und bündig aufgesetzt sind ([Abb. 1 und 2](#)).

Die *Lagerplätze* sind in möglichst gutem Zustand hinsichtlich optischem Erscheinungsbild und Anbindung an die Infrastruktur zu halten.

Lagerschäden lassen sich in der Regel *vermeiden*, wenn die Holzfeuchtigkeit sehr hoch bleibt ("saftfrisch") oder das Holz rasch bis weit unter den Fasersättigungspunkt austrocknet. Lagerplätze und -verfahren sollten entsprechend gewählt werden.

Zusätzlich gilt:

- *Nasslagerung:*
Für Errichtung und Betrieb eines Nasslagers ist in jedem Fall eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Detailgenaue Planung, sorgfältige Auswahl eines geeigneten Platzes bzw. Gewässers, sachgerechte Ausführung und häufige Kontrollen entscheiden über den Lagerungserfolg.
- *Trockenlagerung:*
Die Witterung während der Lagerzeit ist nicht vorherzusehen. Sie kann den Erfolg auch bei bewährten Verfahren gefährden.



Abb. 1: Korrekt aufgesetzte Lang- und Kurzholzpolter in gut erreichbarer Lage
[Foto: SCHÄFER]



Abb. 2: Negativbeispiel: So sollte es nicht aussehen! [Foto: SCHÄFER]

Maschinelle Entrindung kann bei **Fichten-** und **Kiefernstammholz** wesentlich stärkere Sekundärschäden (Walzeneinstiche, Quetschungen, langsames Trocknen, schnellere Verfärbung) hervorrufen als Handentrindung. In der Literatur wird sowohl über technische Einrichtungen an Entrindungsmaschinen wie z.B. gummierte Vorschubwalzen als auch über die Begrenzung der Lagerdauer auf wenige Wochen zur Verringerung bzw. Vermeidung der Sekundärschäden diskutiert. Bei Handentrindung treten, sachgerechte Ausführung vorausgesetzt, im Regelfall keine Sekundärschäden auf. Sie ist in Eigenregie meist zu kostenintensiv, kann sich aber für starkes und wertvolles Holz trotzdem lohnen.

Verkehrssicherung:

Da Waldbesucher häufig auf Holzpolter klettern, ist eine Beschilderung mit rot umrandeten Warntafeln "Nicht berühren" / "Nicht besteigen" ratsam. Die Kennzeichnung gespritzter Stämme bzw. Polter wird dringend empfohlen.

3 Poltern in Rinde



Abb. 3: Poltern in Rinde [Foto: SCHÄFER]

3.1 Beschreibung

Poltern in Rinde ist ein gängiges, kostengünstiges Verfahren, um Holz (alle Baumarten) im Wald zu lagern. Haufenpolter ([Abb. 4](#)) lassen sich in der Regel rasch und ohne größere Schwierigkeiten aufsetzen. Es kommt darauf an, eine möglichst hohe Holzfeuchtigkeit zu erhalten. Deshalb ist das Poltern ohne Unterlagen erfolversprechend. Als unterste Lagen eignen sich gesunde minderwertige Stämme. Dabei sollten jedoch spezielle Kundenwünsche berücksichtigt werden.

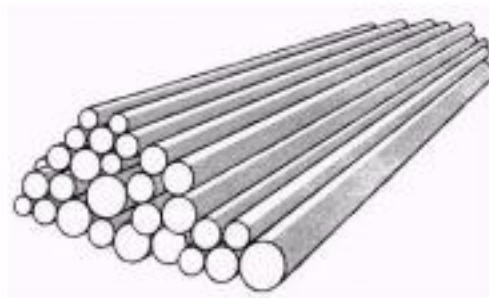


Abb. 4: Haufenpolter [nach SCHULZ et al. 1991]

Sonderfall Versteigerungsholz

Die Lagerung von Versteigerungsholz stellt eine besondere Form der Präsentation dar. Die Stämme müssen einzeln, sauber, auf stärkeren Unterlagen und für die Käufer gut zugänglich gepoltet werden (Abb. 5).



Abb. 5: *Submissionsplatz [Foto: SCHÄFER]*

3.2 Voraussetzungen

Die Holzmenge pro Polter kann je nach Holzanfall und Lagermöglichkeit variieren. Das Aufsetzen großer Polter trägt jedoch wesentlich dazu bei, eine hohe Holzfeuchte zu erhalten. Die Stämme werden möglichst kompakt, eventuell abwechselnd dünn- und dickkörtig gelagert. Stärkere Wurzelanläufe sollten beigeschnitten werden. Um eine rasche Ausbreitung von Pilz- (und Insekten)befall zu vermeiden, empfiehlt es sich, nur gesundes bzw. vollständig gesundgeschnittenes Holz einzulagern. Allerdings befallen bei längerer Lagerdauer häufig Pilze die Stirnseiten. Es ist deshalb von Vorteil, Überlängen auszuhalten, um die Stämme mit nur geringen Wertminderungen gesundschneiden zu können. Die niedrigen Lagerkosten gleichen diese Verluste teilweise aus.

Als Lagerplätze eignen sich schattige Bereiche mit hoher Luftfeuchtigkeit und ohne größeren Durchzug.

Um Verdunstungsverluste zu reduzieren, kann man die Stirnseiten mit UV-beständiger Folie abdecken. Die Polteroberseiten dagegen sollten frei bleiben, da Niederschläge zur Erhaltung einer hohen Holzfeuchte beitragen. Die unter Folie höheren Temperaturen fördern das Pilzwachstum.

Um größere Lagerschäden zu vermeiden, müssen alle Polter *regelmäßig auf Käferbefall* kontrolliert werden.

3.3 Lagerdauer

Für Nadelholz und Buche ist eine Lagerung in Rinde nur über eine Vegetationsperiode sinnvoll. Über diesen Zeitraum hinaus führen Insekten- und Pilzbefall zu hohen Qualitätsverlusten. Wenn mit einer längeren Lagerdauer zu rechnen ist, empfiehlt es sich, das Holz entweder zu entrinden (Kapitel [4](#) und [5](#)) oder ins Nasslager zu bringen ([Kapitel 8](#)).

3.4 Kosten

Für das Lagern in Rinde ist bei normalen Geländeverhältnissen mit Kosten von 8,- bis 12,- DM/fm bzw. rm zu rechnen. Hierbei handelt es sich um Durchschnittswerte für Rückeentfernungen von ca. 100 bis 200 m mit Forstschlepper. Die Polterarbeiten selbst sind daran mit einem Anteil von etwa 20 bis maximal 30 % beteiligt [WEIDNER, mdl. Mittlg. 2000], d.h. ca. 2,- bis 4,- DM/fm

3.5 Waldschutz und Schutz des gelagerten Holzes

Insektizide sollten nur dann angewandt werden, wenn sich keine andere Alternative bietet, die Holzpolter vor Insektenbefall zu schützen. [Tabelle 16](#) im Anhang ([Kapitel 13.4](#)) informiert über die derzeit (Stand: 15.03.2000) zugelassenen Borkenkäferinsektizide sowie die wichtigsten Anwendungsvorschriften. Die vollständigen Angaben zum Anwenderschutz etc. sind dem jeweils aktuellen Pflanzenschutzmittelverzeichnis - Forst -bzw. der Packungsbeilage zu entnehmen.

Den Waldbesitzern wird empfohlen, sich auf jeden Fall vorab vom zuständigen Forstamt bzw. der Forstdienststelle beraten zu lassen.

Rindenbrütende Borkenkäfer

Die Lagerung außerhalb des Waldes oder in großflächigen Laubholzbeständen, die Nadelholzborkenkäfern keinen Lebensraum bieten, vermeidet ebenso wie die Entrindung Insektizidanwendungen bei **Fichte**. Eine Entfernung von 500 m zum nächsten **Nadelholz**bestand gilt als sicher. Dabei sind jedoch Zufallsanflüge, die zu vereinzelt Befall führen können, nicht auszuschließen. Dies gilt sowohl für kurz- und längerfristige einmalige Lagerung als auch für eine ständige Nutzung des Lagerplatzes [LOBINGER, mdl. Mittlg. 2000]. Wo immer möglich, sollte diese Alternative aus Umweltschutzgründen genutzt werden. Wenn sich eine Insektizidbehandlung nicht verhindern lässt, sind sämtliche Auflagen strikt einzuhalten. Spritzungen sind vor oder während, bei kleinen Poltern eventuell auch nach dem Aufsetzen möglich. Falls es der Arbeitsablauf erlaubt, wird bei großen Poltern lagenweises Spritzen empfohlen, um eine Benetzung aller Stämme zu gewährleisten.

Eine einmalige Applikation bietet je nach Anwendungskonzentration 12 bis 14 Wochen Schutz und kostet je nach Präparat und Applikationsbedingungen ca. 4,-- bis 8,-- DM/fm (Stand: 2000).

Holzbrütende Borkenkäfer

Die beste Prophylaxe besteht darin, das Holz vor Beginn der Schwärmzeit, also bis Anfang März abzufahren. Entrindung schützt nur dann vor Befall, wenn die Stämme sehr rasch austrocknen können. Die Lagerung von **Nadelholz** in **Laubholz**beständen oder außerhalb des Waldes verhindert weitgehend die Besiedelung mit Nutzholzborkenkäfern. Die Einrichtung ständiger Lagerplätze an diesen Standorten wird nicht empfohlen, weil die Käfer im Boden überwintern und von dort ausgehend wieder Schäden verursachen können [FEEMERS, mdl. Mittlg. 2000].

3.6 Abdecken mit Vlies

Die in der Schweiz entwickelte Methode gründet auf Beobachtungen in Gartenbau und Landwirtschaft. KRAMER [2000] übertrug dieses Verfahren auf die Holzlagerung und verwendet seit etwa drei Jahren "Geovlies" zum Abdecken von Rundholz in Rinde. Hintergrund dieser Versuche waren negative Resultate bei Insektizidanwendungen (trotz zweimaliger Applikation wiesen einige Stämme *Lineatus*-Befall auf). Das thermisch beidseitig verfestigte, 2,8 mm starke Geovlies wird in Bahnen über das Holz gelegt und mit Dachlatten direkt auf dem Rundholz befestigt. Die einzelnen Bahnen müssen sich um ca. 20 cm überlappen. Die Stirnseiten größerer Polter können zusätzlich mit Vliesstücken geschützt werden. Die Vliesbahnen liegen auf dem Boden auf und werden mit Steinen, Holz oder ähnlichem beschwert. Um den Materialbedarf zu ermitteln, empfiehlt es sich, die Polter genau auszumessen und die Überlappungsbreiten hinzuzurechnen. Der Autor nennt als Anhaltswert, dass ca. 4 x 50 m Vlies (zwei Bahnen) etwa 60 m³ Holz abdecken. KRAMER stellte fest, dass Holz aus vorangegangenen Wintereinschlag nach dem Entfernen der Abdeckung Anfang September noch "wie frisch geerntet" aussah. Nur wenige Nutzholzborkenkäfer (*Typodendron lineatum* (Oliv.)) drangen über direkt auf dem Holz aufliegende Vliespartien ein. Das Holz entsprach den Qualitätsanforderungen der Käufer, die es unter anderem zu ökologisch anspruchsvollen Bauten verwenden.

Die Materialkosten betragen ca. 2,25 SFr/m² bzw 2,88 DM/m² (gemäß Umrechnungskurs zum 15.09.2000, SPARKASSE FREISING, mdl. Mittlg.). Dazu kommen noch die Kosten für Befestigungslatten und Nägel bzw. Schrauben sowie Lohnkosten. Nach Angabe des Herstellers ist das Vlies drei Jahre verwendbar.

Die Methode gefährdet im Gegensatz zur Insektizidanwendung weder Boden noch Grund- und Oberflächenwasser [KRAMER 2000]. Auch wenn nur Teile eines Polters abgefahren werden, bleibt der Schutz erhalten. Das Vlies ist reißfest, wasserdurchlässig und leicht zu handhaben. Auf Grund seiner Struktur passt es sich der Polterform gut an und haftet leicht an der Unterlage und an sich selbst. Die Abdeckung ist nicht windanfällig. Verschweißen oder Verkleben ist nicht notwendig. Die Anwendung dieses Verfahrens erfordert keine größeren Investitionen. An vielbegangenen Waldwegen empfiehlt es sich, Hinweistafeln aufzustellen, um Beschädigungen zu verhindern. Auf eine ausreichende Sicherung der Polter ist zu achten.

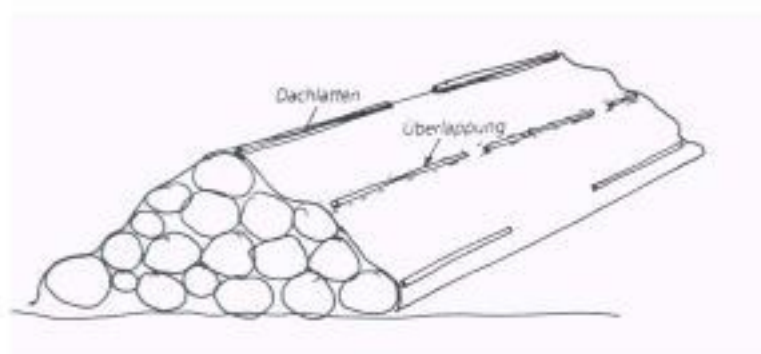


Abb. 6: Abdecken mit Geovlies [nach KRAMER 2000]

3.7 Wertung

Poltern in Rinde verursacht im Regelfall nur geringe Kosten. Bei normalen Geländebedingungen lässt sich die Arbeit schnell und ohne technische Schwierigkeiten ausführen.

*Diese Art der Holzlagerung eignet sich für gesundes, waldfrisches, im Winter aufgearbeitetes Holz, das nicht sofort absetzbar ist. **Nadelholz** und **Buche** sollten innerhalb eines Jahres verkauft werden. Das Verfahren birgt ein hohes Risiko hinsichtlich Qualitätseinbußen, vor allem bei ungünstigen Witterungs- und Lagerungsbedingungen. Es ist deshalb für Langzeitlagerung ungeeignet. Über wenige Monate hinweg bleibt die Holzqualität bei sachgerechter Lagerung und günstiger Witterung meist weitgehend erhalten.*

*Für **Kiefer** eignet sich diese Methode weniger, da Bläuepilze das Holz sehr rasch befallen und entwerten.*

Das Verfahren eignet sich für alle Waldbesitzarten und -größen.

Das Abdecken mit Geovlies stellt einen interessanten Aspekt dar, vor allem im Hinblick auf die Vermeidung von Insektiziden. Diese Methode wurde aber noch zu wenig in der Praxis angewandt, um bereits Empfehlungen geben zu können.

4 Poltern ohne Rinde

4.1 Beschreibung

Rasches Trocknen nach der Entrindung und luftige Lagerung entziehen den Stämmen so viel Wasser, dass holzerstörende Pilze keine geeigneten Lebensbedingungen mehr vorfinden. Auf unentrindet gelagertem Holz dagegen siedeln sich rasch Pilze an, weil die Witterung nur selten zu einer Holzfeuchte führt, die für das Pilzwachstum zu hoch oder zu niedrig ist. Zu rasche und starke Trocknung fördert jedoch die Rissbildung.

Tab. 1: Für Pilzwachstum geeignete Holzfeuchten und Temperaturen

| Pilzart | Holzfeuchte Amplitude | Holzfeuchte Optimum | Temperatur Amplitude | Temperatur Optimum |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Bläue (ca. 100 Arten) | 25 - 130 % | 30 - 40 % | 2-35(35) % | 18 - 25 °C |
| Rotstreifigkeit | 25 - 150 % | 2 - 32(35) % | 2 - 32(35) % | 20 °C |

Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass entrindetes **Fichtenstammholz** aus Winterfällung nach mehrmonatiger Lagerung an der Waldstraße im Wesentlichen trocken ist (25 - 30 %). Rotstreifigkeit, Bläue und Verfärbungen zeigen sich, wenn überhaupt, in der Regel nur bis in geringe Tiefe. Diese Stammteile bleiben in der Seitenware ([Abb. 7](#)).



Abb. 7: Aus entrindet gelagertem Holz geschnittene Bohlen [Foto: WAUER]

4.2 Voraussetzungen

Diese Art der Lagerung ist nur für **Nadelholz** geeignet. Zwischen Aufarbeitung und Polterung darf nur kurze Zeit verstreichen, da sonst das Risiko des Pilz- und Insektenbefalls enorm steigt. Das Verfahren führt nur dann zum Erfolg, wenn ausschließlich gesundes bzw. vollständig gesundgeschnittenes Holz eingelagert wird. Stammtrockene, rotfaule, insektenbefallene Stämme bzw. Stammteile dürfen keinesfalls mitgepoltert werden. Das Holz muss möglichst schonend entrindet werden. Optimale Flächen liegen im luftigen Halbschatten, möglichst quer zur Windrichtung, z.B. neben Altbeständen, entlang von Waldwegen oder Freilagen im Wald. Sie sollten der Sonneneinstrahlung nicht stark ausgesetzt sein. Feuchte, windstille Lagen und Plätze in Jungbeständen sind völlig ungeeignet.

Im Regelfall wird das Holz lagenweise gepoltert. Kreuz- und Haufenpolter sind bei längerer Lagerdauer im allgemeinen wegen schlechter Durchlüftung nicht zu empfehlen. Nur in wind- und sonnenexponierten Lagen eignen sich Haufenpolter, da hier eventuell Lagenpolter zu rasch austrocknen und sich verstärkt Risse bilden [AID 1987]. Am Hang ist die Anlage von Abrollpoltern möglich.

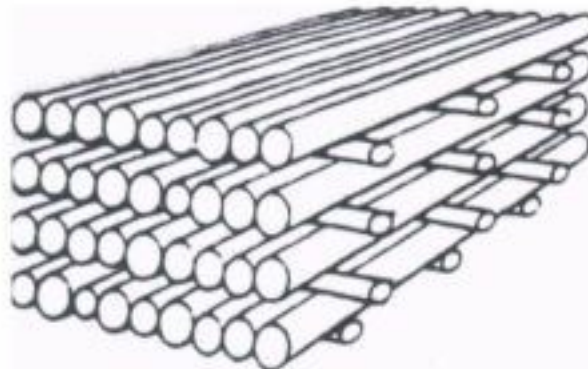


Abb. 8: Lagenpolter [nach SCHULZ et al. 1991]

4.3 Verfahren

Das rasch trocknende Holz bietet Borkenkäfern kaum Lebensraum. Die Polter sollten trotzdem möglichst mehr als 500 m von Nadelholzbeständen entfernt angelegt werden.

Am günstigsten ist es, Lagenpolter mit einer großen Bodenfreiheit von etwa 0,5 bis 1 m mit starken oder zwei im Verband übereinanderliegenden Stämmen (gesunde C-Qualität) als Unterlagen zu errichten. Darauf folgt eine einschichtige Stammholzlage, auf der dann nur vier bis sechs möglichst gleichstarke Stämme die Querlage bilden (in der Regel gesunde Hölzer, C-Qualität). Diese Reihenfolge wird mehrmals fortgesetzt. Insgesamt kann vier bis sechs Lagen hoch, ca. 20 bis 25 m lang und 10 m breit gepoltert werden. Die Höhe an der Stirnseite beträgt ca. 6 m.

Um Niederschläge besser abzuweisen, empfiehlt sich ein dachförmiger Abschluss, der nach oben hin durch schmalere Schichten ohne Zwischenlagen eine abgerundete Polterkrone bildet.

Vor den Herbstniederschlägen (in Gebieten mit hohen Niederschlägen auch schon vorher) sollte das Polter mit einer an den Rändern ca. 80 cm überstehenden, UV-beständigen Folie - z.B. handelsübliche Silofolie - abgedeckt werden. Die vier seitlichen Polterkanten bleiben dabei frei. Zur Befestigung können Sägewerksschwarten eingerollt und mit Nägeln befestigt werden. So besteht keine Gefahr, dass eventuell nicht herausgezogene Nägel die Gatterblätter gefährden.

4.4 Lagerdauer

Eine Lagerdauer bis zu zwei Jahren ist möglich [SCHULZ et al. 1991]. AID [1987] empfiehlt eine Lagerung von nur einem Jahr. Andere Autoren halten eine Lagerzeit von bis zu drei Jahren für unbedenklich.

4.5 Kosten

Die Einlagerung kostet unter durchschnittlichen Bedingungen in Abhängigkeit von der Polterart und gegebenenfalls der Transportentfernung ca. 8,-- bis 15,-- DM/fm. Die Differenz zwischen Entrindungskosten und Mehrerlös ist eventuell noch zu berücksichtigen. Für das Entrinden und Aufsetzen in Haufenpoltern mit Unterlagen rechnet der MASCHINENBETRIEB MÜNCHEN [mdl. Mittlg. 2000] mit durchschnittlich ca. 10,-- DM/fm.

4.6 Verkehrssicherung

Auf diese Art und Weise angelegte Polter sind in der Regel stabil. Dennoch ist es aus Verkehrssicherungsgründen sinnvoll, die äußeren Stämme mit Bauklammern zu verbinden. Eventuell können Kerben in die Querlieger geschnitten werden.

4.7 Praxiserfahrungen

Dieses traditionelle Verfahren war früher noch wesentlich weiter verbreitet. Heute bedienen sich gerade kleine, aber auch mittelgroße Sägewerke ohne eigene Entrindungsanlage dieser Methode. So kauft zum Beispiel ein oberfränkisches Sägewerk regelmäßig stärkeres Stammholz entrindet aus Winterfällung und lässt es monatelang in Kleinpoltern an den Waldstraßen liegen.



Abb. 9: Lagerung entrindeter Fichten entlang einer Waldstraße [Foto: WAUER]

Beim Einschnitt ist es dann im Wesentlichen trocken (25 - 30 %). Rotstreifigkeit, Bläue und Farbveränderungen kommen selten vor und fallen stets in die Seitenware. Diese Art der Holzlagerung und -trocknung hat sich für die Firma seit langem bewährt. Der verhältnismäßig kleine Rundholzplatz reicht aus. Eine Entrindungsmaschine wird nicht benötigt, Rinde muss nicht entsorgt werden.

Als weiteres Beispiel sei das Forstamt Bad Steben genannt. Dort wurde 1998 im März eingeschlagenes, entrindetes Holz entlang von Wegen gepoltet und im September zu einem Mehrpreis von 12,- DM/fm verkauft. Die Stämme waren nur am Zopf und im Splint etwas verfärbt. Das Angebot wird auf Kundenwunsch hin weiter beibehalten.

4.8 Wertung

*Der Erfolg hängt von Witterungsverlauf, Lage des Polterplatzes, Aufarbeitungs- und Einlagerungszeitpunkt ab. Zu langsame Trocknung führt zu Pilzbefall, zu rasche Trocknung zu Rissen. Holz besserer Qualität aus Windwurf und -bruch lässt sich auf diese Weise lagern, wenn wegen bereits begonnener Austrocknung Nasslagerung oder Poltern in Rinde wenig Erfolg versprechen. Bei zunehmender Lagerdauer und Austrocknung entstehen vor allem an den äußeren Stämmen Risse. Wegen der Gefahr des Verblauens eignet sich diese Lagermöglichkeit nicht für wertvollere **Kiefern**. Ein Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass trockenes Holz verkauft und auf die Polter ganzjährig zugegriffen werden kann (höhere Wertschöpfung, "Schaufenstereffekt").*

Wenn im Falle einer größeren Kalamität die Entrindungskapazitäten begrenzt sind, lässt sich das Verfahren nur bedingt realisieren.

Das Verfahren eignet sich für alle Waldbesitzarten und -größen.

5 Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes mit Ziel Qualitätsbauholz

5.1 Beschreibung

Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine Variante des Polterns ohne Rinde mit dem Ziel, rasch trockenes Bauholz von guter Qualität zu produzieren.

Bei dem heute üblichen raschen Baufortschritt unterbleibt zwischen der Bestellung der Bauholzliste beim Sägewerk und dem Einbau des Holzes meist eine Freilufttrocknung des Schnittholzes. Die technische Trocknung ist häufig zu teuer. Kleinere Sägewerke verfügen oft nicht über entsprechende Einrichtungen. Nach verschiedenen DIN-Normen (z.B. 68365 Bauholz für Zimmererarbeiten, 18334 Zimmererarbeiten, 4074 Gütebedingungen für Rundholz, Bauholz für Holzbauten) müssen tragende Konstruktionen entweder trocken verbaut oder mit chemischen Holzschutzmitteln behandelt werden. Zahlreiche Folgeprobleme sind bekannt. Auf Grund zu feucht verbauten Holzes treten häufig Baumängel wie Schimmelbildung, Krümmungen, Schwindungsfugen und Verdrehungen auf. Zudem werden die Dachkonstruktionen schnell abgeschlossen. Dies verhindert ein Nachtrocknen des Holzes. Daraus erwachsen häufig Probleme bei der Einhaltung der DIN-Vorschriften [MAKAS et al. 1998].

Mit zunehmender Bautätigkeit fragen Sägewerke im Frühsommer/Sommer vermehrt Rundholz nach. Forstbetriebe und Waldbesitzer können diese Nachfrage auf Grund der problematischen Sommerfällung teilweise nicht befriedigen.

In beiden Fällen kann die Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes Abhilfe schaffen. Zwei verschiedene Lagerstrategien führen zur gewünschten Reduktion der Holzfeuchte:

- **Kurzfristige Variante** (siehe auch Kapitel [5.7.1](#) und [5.7.3](#))

Innerhalb von etwa drei Monaten lässt sich vorgetrocknetes, weitgehend verfärbungs- und rissfreies Nadelstammholz mit einer optimalen Holzfeuchte im Splint von ca. 25 bis 30 % erzeugen. Nur volle Besonnung und ungehinderter Windzutritt bieten eine Gewähr für das Gelingen. Ein rascher Trocknungsfortschritt in den ersten beiden Monaten entscheidet über den Erfolg. Der für das Pilzwachstum optimale Feuchtigkeitsbereich muss möglichst rasch unterschritten werden, um Bläue und Rotstreifigkeit zu verhindern.

- **Langfristige Variante** (siehe auch Kapitel [5.7.2](#) und [5.7.3](#))

Auf diesem Wege trocknet das Holz etwa eineinhalb Jahre auf luftigen

Plätzen im Halbschatten. Die Polteroberseiten werden mit UV-beständiger Folie abgedeckt, um einerseits ein zu rasches Trocknen, andererseits eine Wiederbefeuchtung zu vermeiden.

5.2 Voraussetzungen

Nur die Einlagerung waldfrischer, gesunder bzw. gesund geschnittener Stämme ohne Pilz- und Insektenbefall führt zu positiven Resultaten. Bruchholz darf keinesfalls verwendet werden. Diese Variante der Rundholztrocknung eignet sich für **Fichte**, **Lärche** und **Douglasie**, nicht für **Laubholz**. Für **Kiefer** ist sie nur dann geeignet, wenn die Stämme schnellstmöglich entrindet und auf einem absolut sonnigen, windzugänglichen Lagerplatz gepoltert werden. Ansonsten ist das Verfahren wegen des Bläuerisikos nicht zu empfehlen.

Ausschlaggebend für den Erfolg des Verfahrens sind die richtige Wahl des Lagerplatzes, Polterart und Poltergröße. Der Polterplatz muss trocken, tragfähig und windzugänglich sein. Da die Anordnung der Stämme im Lagenpolter den Windzutritt am besten ermöglicht, eignet sich diese Polterart sehr gut für das Verfahren. Lagenpolter können aus ebenen Lagen, mit Giebel oder V-förmig errichtet werden ([Abb. 10](#)). EISENBARTH [2000] empfiehlt ein Poltervolumen von ca. 80 bis 100 fm (zwei bis drei LKW-Ladungen). Dies gewährleistet eine gute Durchlüftung und berücksichtigt die Krankkapazitäten der Langholzfahrzeuge.



Abb. 10: In V-Form errichtete Lagenpolter im Forstamt Nordhalben [Foto: WAUER]

Luftige Lagenpolter können auch als Abrollpolter mit Widerlagern bei ausreichender Bodenfreiheit und immer nur zwei Querliegern zur besseren Durchlüftung angelegt werden ([Abb. 11](#)).

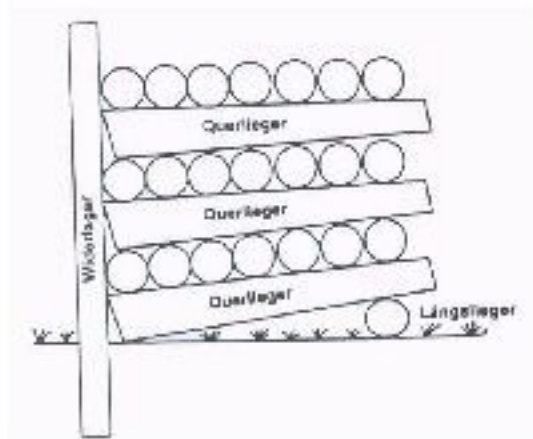


Abb. 11: Abrollpolter mit Widerlager [nach MAKAS et al. 1998]

Im Normalfall werden 8 bis 10 m breite und 6 m (Stammfußende) hohe Lagenpolter mit einheitlichen Stammlängen errichtet. Die Polterbreite sollte 10 m nicht überschreiten. Je nach Arbeitshöhe des Kranes, bei Abrollpoltern auch je nach Höhe der Widerlager, können drei bis vier Lagen gebildet werden. Die Anlage größerer Einheiten verringert auch die Entrindungskosten (kürzere Umsetzzeiten der Entrindungsmaschine).

Das Holz soll möglichst im Hochwinter, je nach Witterung spätestens bis Anfang April (Lineatus!), eingeschlagen werden. Dies wirkt sich zu Beginn der Trocknung (hohe Holzfeuchten im Splint) positiv aus, da bei niedrigeren Temperaturen im Frühjahr das Pilzwachstum eingeschränkt ist.

Nach dem Einschlag ist das sorgfältig aufgearbeitete Holz unverzüglich zu entrinden und zu poltern. Durchschnittliche Sortimente (Bauholz) werden korrekt und schonend maschinell entrindet. Bei besonders hochwertigen Sortimenten sollte die teurere Entrindung von Hand in Erwägung gezogen werden, um Lagerschäden möglichst zu vermeiden.

Das Vortrocknen im Haufenpolter bzw. eine kurze Zwischenlagerung führt zu Verfärbungen und bedeutet einen erheblichen Mehraufwand. Zwischen Fällung und Entrindung sollte nicht mehr als eine Woche verstreichen. Ein ein- (bis zwei-)tägliches oberflächliches Abtrocknen nach der Entrindung kann die Polterung erleichtern, ist aber nicht nötig [MAKAS, mdl. Mittlg. 2000].

Bei zügiger Entrindung ist in der Regel keine Insektizidbehandlung erforderlich. Das Holz muss jedoch vor dem Lineatus-Flug bereits leicht abgetrocknet sein. Auch eine Lagerung außerhalb des Waldes reduziert die Gefahr des Insektenbefalls. Nach MAKAS et al. [1998] ist "die Gefahr von Insektenbefall nur in den ersten zwei bis drei Wochen der Lagerung gegeben, da mit zunehmender Trocknung der Stämme die Fängigkeit abnimmt".

Der Luftaustausch im Polter darf nicht beeinträchtigt sein. Zwei bis maximal drei starke Querlieger haben sich hier bewährt. Die erforderliche Bodenfreiheit von

ca. 50 cm lässt sich über die Verwendung starker Stämme (C-Qualität, gesund) als Unterlagen erreichen. Vorteilhaft ist es, starke Stämme nicht unten im Polter einzulagern, da dort die Durchlüftung am schlechtesten ist.

Bei zuvor lebend gelagerten, gesunden **Fichten** ließen sich im Versuch auch noch gute Ergebnisse erzielen [STEFFEN et al. 1995].

Die Abdeckung der Polter mit UV-beständiger Folie wird in der Literatur teils befürwortet, teils als nicht notwendig erachtet ([Kapitel 5.7](#)).

5.3 Lagerdauer

Kurzfristige Variante

Das Trocknungsziel von ca. 25 % Holzfeuchte wird im Frühjahr bzw. Sommer innerhalb von etwa drei Monaten erreicht. Größere Risse von 3 bis 4 cm Tiefe im Splint weisen darauf hin, dass das Trocknungsziel erreicht ist. Die Stämme dürfen dann nicht mehr länger trocknen, um stärkere Rissbildungen zu vermeiden.

Wenn das Holz nach ca. dreieinhalb Monaten nicht abgefahren wird, muss es auf Haufenpolter umgelagert werden. Die Lagerung ist dann noch witterungsabhängig bis zu einem halben Jahr möglich.

Mit zunehmender Lagerdauer wächst die Gefahr des Pilzbefalls (Rotstreifigkeit). Maschinell entrindetes Holz ist hierfür besonders anfällig. Die Walzen rufen Verletzungen auf dem Stammantel hervor. Pilze können diese in der Regel feuchteren Stellen rasch besiedeln [MÜLLER, mdl. Mittlg. 2000].

Langfristige Variante

Nach ca. eineinhalb Jahren ist die erwünschte Holzfeuchte von 20 bis 30 % erreicht. Die Lagerdauer kann bis auf zwei Jahre ausgedehnt werden.

5.4 Kosten

Die Mehrkosten gegenüber der Haufenpolterung belaufen sich durchschnittlich auf ca. 15,-- bis 25,-- DM/fm. Eine zentrale Entrindung auf dem Polterplatz spart etwa 3,-- DM/fm. Der Mehraufwand resultiert überwiegend aus den Kosten für gebrochenen Transport und zusätzlichem Manipulationsaufwand sowie gegebenenfalls aus Investitions- Pacht- und Zinskosten [SCHUMACHER et al. 1998]. Bei der langfristigen Variante müssen noch die Kosten für die Abdeckung mit Folie hinzugerechnet werden.

5.5 Verkehrssicherung

Die Hinweise in den Kapiteln [2](#) und [4.6](#) gelten entsprechend. Bei Abrollpoltern entfällt die Sicherung.

5.6 Wertung (beide Varianten)

Das Verfahren ermöglicht es, gutes, sofort weiterverarbeitbares Stammholz (vorgetrocknetes Bauholz) auf den Markt zu bringen. Bei Bedarf eignet es sich als regelmäßiges Angebot für Sägewerke.

Die Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes ist allerdings nur sinnvoll, wenn sich Mehrerlöse erzielen lassen, Abnehmer vorhanden sind sowie geeignete Lagerplätze existieren.

Sofern ausreichend Entrindungs- und Lagerkapazitäten vorhanden sind, kann die kostengünstige Methode bei Kalamitäten genutzt werden, um den Holzmarkt zu entlasten. Dies gilt insbesondere für die langfristige Variante, die jedoch in Bezug auf Qualitätserhaltung etwas risikoreicher einzustufen ist. Es sollte aber die Aussicht bestehen, dass nach der Lagerung bessere Preise zu erzielen sind.

Als günstig erweisen sich die ständige Zugriffsmöglichkeit auf die Polter ("Schaufenstereffekt") und die ökologischen Vorteile gegenüber der technischen Trocknung (z.B. kein Aufwand an fossiler Energie, kein Freisetzen von CO₂).

Das Verfahren eignet sich für größeren Waldbesitz und Waldbesitzervereinigungen. Für einzelne Kleinprivatwaldbesitzer ist es in der Regel nicht rentabel (Holzmengen, Kosten).

5.7 Forschungsprojekte

5.7.1 *Institut für Holzforschung der Universität München*

Das Institut führte 1997 in Zusammenarbeit mit der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz einen Versuch zur Vortrocknung von **Nadelstammholz** durch. 402 fm **Fichtenstammholz** wurden im März und Mai auf zwei Lagerplätzen in der Nähe Münchens und im Pfälzer Wald gepoltert. Das Projekt umfasste verschiedene Entrindungsvarianten. Das Holz wurde in Abrollpoltern mit Widerlager ([Abb. 11](#)) aufgesetzt. Diese Polter sind in sich stabil, so dass auf eine Poltersicherung wie bei den herkömmlichen Lagenpoltern verzichtet werden konnte.

Die Holzfeuchten wurden nach 10 und nach 19 (Ende der Lagerzeit) Wochen gemessen.

In Abhängigkeit von Polteraufbau, -sicherung, Entrindungsart und gegebenenfalls Abdeckung schwankten die Kosten für die Versuchspolter zwischen 14,90 und 22,70 DM/fm [MAKAS et al. 1998]. Auf die Abdeckung mit Folie entfallen über alle Poltervarianten 4,60 DM. Als billigste Variante erwiesen sich die Abrollpolter, da hierfür keine zusätzlichen Sicherungen (Holzkeile, Bauklammern) angebracht werden müssen. Für das "angestrebte Standardverfahren" (ohne Abdeckung) in der Praxis veranschlagen MAKAS et al. [1998] Gesamtkosten von 10,20 DM/fm Rundholz.

5.7.2 *Ordinariat für Holztechnologie der Universität Hamburg und Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft*

Beide Institutionen führten zwischen 1990 und 1993 ebenfalls Versuche zur Trockenkonservierung von Nadelrundholz durch. Drei Trockenpolter mit insgesamt ca. 350 fm Fichten-, Kiefern-, Lärchen- und Douglasienholz wurden im **Fürst zu Solms-Lich'schen Forstamt Lich** und im **Bayerischen Forstamt Bad Brückenau** angelegt.

Beim **ersten Versuch in Lich** lagerte das Holz zunächst sechs Monate in Haufenpoltern im Halbschatten. Danach wurde es zur intensiven Trocknung in Lagenpolter umgesetzt. Die Resultate befriedigten nicht, weil die verzögerte Trocknung von Stämmen im Inneren der Haufenpolter deutliche Verfärbungen hervorrief. Außerdem führte die zweimalige Polterung zu einem höheren Aufwand [STEFFEN et al. 1995].



Abb. 12: Holzqualität der Versuchspolter in der Nähe Münchens nach viermonatiger Lagerdauer, frische Querschnitte [Foto: INSTITUT FÜR HOLZFORSCHUNG]



Abb. 13: Detailansicht eines Polters; Lagerschäden wie Rotstreifigkeit und Bläue sind nicht vorhanden [Foto: INSTITUT FÜR HOLZFORSCHUNG]

Der **zweite Versuch in Lich** zielte darauf ab, die Entwicklung der Holzqualität nach zweijähriger Trockenkonservierung von

- sturmgebrochenem, ein Jahr lang unaufgearbeitetem,
- sturmgeworfenem, ein Jahr lebend konserviertem
- und
- frisch eingeschlagenem Holz

zu vergleichen. Das sturmgebrochene Holz wies den höchsten Pilzbefall auf, das frisch eingeschlagene den geringsten. Die Holzqualität der zuvor lebend gelagerten Stämme war meist noch gut, insbesondere bei einer hohen Holzfeuchte zu Beginn der Trockenkonservierung. Bei einem Jahr Lagerzeit fielen in Lich zusätzliche Kosten von 10,50 DM/fm an. Der Mehrerlös betrug ca. 28,--DM/fm.

Im Forstamt **Bad Brückenau** wurde frisch eingeschlagenes Holz über ein Jahr lang trocken konserviert. Die Stämme blieben weitgehend verfärbungsfrei. Nur minimale Blau- und Braunverfärbungen, vor allem im

Bereich von Trockenrissen, traten auf. Es entstanden ca. 20,-- DM/fm Mehrkosten. Darin sind 5 km Transport, der Polteraufbau sowie 3,50 DM/fm für Folie, Befestigungslatten und -klammern sowie Wartungsarbeiten enthalten.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden im Frühjahr 1997 mehrere Versuchspolter im **Bayerischen Forstamt Anzing** errichtet. Der Lagerplatz befand sich im Halbschatten. Eine gewebeverstärkte Folie (200 g/m²) diente zum Abdecken der Polter. Nach der etwa eineinhalbjährigen Trocknungszeit hatte das Holz eine Feuchte von 20 bis 25 % erreicht.

Die Resultate der verschiedenen Versuche veranlassten das Ordinariat für Holztechnologie und die Bundesforschungsanstalt, die Wege der Herstellung normengerechten Bauholzes miteinander zu vergleichen. Die Behandlung feuchten Holzes mit chemischen Holzschutzmitteln, die technische Trocknung und die Vortrocknung des Rundholzes im Wald wurden nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten bewertet. Die technische Trocknung weist den größten Energiebedarf und die höchsten Treibhausgasemissionen auf. Chemischer Holzschutz und nasser Einbau stellen die kostengünstigste Alternative für ein Sägewerk dar. Betrachtet man den gesamten "Lebensweg" des verbauten Holzes und fasst Herstellungs-, Folge- (Bauschäden!) und Entsorgungskosten zusammen, zeigt sich die Vortrocknung des Rundholzes als optimale Variante [WELLING et al. 1999].

5.8 Praxiserfahrungen

5.8.1 Forstamt Nordhalben

Nach Absprache mit einem Kunden stellte das Forstamt Nordhalben vorgetrocknetes Fichtenstammholz bereit. Es wurde im März 1999 gefällt, sofort nach dem Einschlag maschinell entrindet und gegantert. Die Kreuzpolter in V-Form ([Abb. 10](#)) ließ das Forstamt auf einer sehr zugigen, intensiv besonnten Starkstromleitungstrasse anlegen. HL-Abschnitte dienten als Querlieger. Das Holz war im Juni bereits trocken. Es wies keinen Nutzholzborkenkäfer (*Typodendron lineatum* (Oliv.))- und Schimmelbefall auf. Nur wenige Trockenrisse entstanden. Weitere Polter wurden auf einem breiten Holzlagerstreifen entlang einer Waldstraße aufgebaut. Hier zeigten sich ebenfalls gute Resultate.

Tab. 2: Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes im Forstamt Nordhalben 1999: Menge und mittlere Messzahlen

| Los Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | Summe |
|-------------------|-----|-----|-------|--------|--------|
| Menge gesamt [fm] | 200 | 224 | 263 | 304,34 | 991,34 |
| davon H [fm] | 180 | 201 | 219 | 221 | 821 |
| Mittlere Messzahl | 43 | 35 | 40,73 | 41,52 | 40,50 |

Tab. 3: Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes im Forstamt Nordhalben 1999: Mehrkosten (einschließlich Mehrwertsteuer) und Erlös

| Kosten [DM/fm] | | Erlös [DM/fm] |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Transport und Poltern | Entrindung (Maschinenbetrieb) | |
| 9,15 | 10,-- | 400 MZ + 16,-- Aufpreis |

Den Aufpreis von 16,--DM/fm bezeichnete das Forstamt als Einführungspreis. Künftig wird ein Mehrerlös von ca. 25,-- DM/fm angestrebt [MÜLLER, mdl. Mittlg. 1999].

5.8.2 Forstamt Bad Steben

Das Forstamt stellte ca. 500 fm vorgetrocknetes Fichtenstammholz H 4 und H 5

mit einem geringen Anteil H 3 bereit. Dafür wurde ein eigener Lagerplatz angelegt, der weiterbetrieben werden soll. Das Forstamt bezifferte einen Mehraufwand von ca. 15,-- bis 20,-- DM/fm, davon ca. 10,-- DM/fm für Transport, gegenüber einer Lagerung des Holzes in Rinde. Der Mehrerlös betrug 16,-- DM/fm (Einführungspreis, [Kapitel 5.8.1](#)). Das Forstamt wies darauf hin, dass kleinere Betriebe ohne eigene Entrindungsanlage wie bisher entrindetes Stammholz, das in der Regel entlang von Forststraßen auf Unterlagen gepoltert wird, bevorzugen ([Kapitel 4.7](#)) [KRÄMER, mdl. Mittlg. 1999].

5.8.3 Forstdirektion Schwaben (bis 1997 Oberforstdirektion Augsburg)

Trocknungsversuche erfolgten im Anhalt an die Empfehlungen des Abschlussberichtes zum Projekt "Trockenkonservierung von Nadelrundholz" [FRÜHWALD, STEFFEN, KUHL, KRAUSE, 1994] an den Forstämtern Dillingen, Ottobeuren und Zusmarshausen. Das Forstamt Ottobeuren führte bereits 1990 nach "Wiebke" einen Trocknungsversuch durch. Nach Angabe zweier Forstämter waren die Kunden zufrieden. Im dritten Fall wurde das Holz rotstreifig. Die Ursache(n) dafür blieb(en) ungeklärt [PAUSCH, REBER, SUMMERER, mdl. Mittlg. 1999]

Insgesamt wurden 1994 ca. 500 fm **Fichtenstammholz** H 5/6, zum Teil H 4 und Abschnitte HL B 3a, teilweise ab 2a, mit einer durchschnittlichen Messzahl von ca. 46 eingelagert und verkauft.

Ergebnisse

Die vereinbarten Preise mit Rinde entsprachen einem Mehrerlös von 30,-- DM/fm. Die zusätzlichen Kosten bewegten sich zwischen ca. 24,-- und 34,-- DM/fm.

Nach einer etwa neunmonatigen Lagerzeit wies das Holz noch Feuchten von 20 % (Südseiten) bis 30 % (Nordseiten) auf. Die gepolterten Stämme zeigten keine Bläue. Rotstreifebefall war nur schwach an den Stirnseiten zu erkennen [OBERFORSTDIREKTION AUGSBURG 1995].

Beispielhaft für dieses Pilotprojekt werden die Ergebnisse aus dem Forstamt Zusmarshausen aufgeführt.

Das Forstamt legte Anfang Juni (Aufarbeitung März/April 1995) [PAUSCH, mdl. Mittlg. 2000] ein Kreuzpolter mit 151,12 fm **Fichtenstammholz** H und Abschnitten HL an. Der C-Anteil betrug ca. 3,2 %. Die durchschnittliche Messzahl lag bei 46,6.

Tab. 4: Aufwand [DM/fm] für die Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes [FORSTAMT ZUSMARSHAUSEN 1995]

| Kosten | DM/fm |
|--------|-------|
| | |
| | |

| | |
|--|--------------|
| Entrindung | 10,-- |
| Transport | 10,35 |
| Rückeschlepper | 3,16 |
| Arbeiter incl. Lohnnebenkosten | 9,86 |
| Waldarbeiterschlepper und Wagen | 0,19 |
| Bauklammern | 0,56 |
| Folie | 1,86 |
| Nägel, Kleinteile, Warnschild (gutachtlich) | 0,23 |
| Personalkosten hF, gtF (gutachtlich) | 2,64 |
| Gesamt | 38,85 |

Während des Versuchs wurde das Polter mehrmals kontrolliert und Holzfeuchtwerte gemessen.

Das Forstamt Zusmarshausen berichtete 1995 über seine Erfahrungen und schlug Verbesserungen vor:

Polterung:

- Der Lagerplatz muss gut befestigt sein.
- Rückeschlepper mit Frontlader eignen sich am besten zur Manipulation des Holzes.
- Zum Aufbau der Polter reichen ein Rucker und ein Waldarbeiter aus (das Forstamt setzte bei diesem Versuch drei Arbeiter ein).
- Das Holz muss mindestens eine Woche vor der Polterung entrindet werden.
- Mit der Anlage der Kreuzpolter sollten nur Fuhrleute mit ausreichenden Kenntnissen und Erfahrungen beauftragt werden.
- Eine Polterbreite von 6 m genügt.

Einsparungsmöglichkeiten:

- Bei kurzen Transportentfernungen erweist sich ein nach Stunden vereinbarter Fuhrlohn als günstiger.
- Um Manipulationskosten am Lagerplatz einzusparen, sollten bereits bei der Aufarbeitung im Wald entsprechende "Zwischenlager" etwa gleicher Stärke hergerichtet werden.

Beobachtungen und Messungen:

- Bei Sichtkontrolle Ende September wies das Holz noch keine Bläue auf. Trocknungsrisse waren an den Stirn- und Längsseiten in normalem Umfang vorhanden. Mitte November wurde an den Stirnseiten Rotstreifigkeit unterschiedlicher Intensität festgestellt.
- Am 15.11.1995 wurden Holzfeuchtwerte gemessen. Sie schwankten je nach Exposition und Stammteil zwischen 21,0 % (Stamm an der Südseite, in 3 cm Tiefe) und 42,0 % (Querlager nach Norden exponiert, Peripherie; Extremwert).
- Die Feinrissbildung beeinträchtigt die spätere Verwendung nicht.
- Rotstreifigkeit ist nicht erwünscht, wird sich aber trotz optimaler Lagerung nicht immer vermeiden lassen.

Fazit:

- Bei kurzfristigem Bedarf kann Holz ohne künstliche Trocknung eingeschnitten und verarbeitet werden.
- Das Verfahren ist erst bei professioneller Anwendung mit großen Mengen auf speziell dafür hergerichteten Plätzen rentabel. Der erhöhte Aufwand muss über einen entsprechenden Mehrerlös ausgeglichen werden. Der Versuch hat sich für das Forstamt finanziell nicht gerechnet.

Die Oberforstdirektion Augsburg führte das Projekt nicht weiter.

6 Lebendlagerung

6.1 Beschreibung

Angeschobene und geworfene Stämme mit Wurzelkontakt werden über längere Zeit unaufgearbeitet im Wald stehen bzw. liegen gelassen. Die Erhaltung der Holzqualität beruht auf dem aktiven Immunsystem des noch lebenden Baumes. Grundsätzlich ist es möglich, lebendgelagertes Holz (vor allem **Fichte**, **Tanne**) guter Qualität mit anderen Verfahren, z.B. Nasslagerung, noch länger zu konservieren.

6.2 Voraussetzungen

Diese Methode eignet sich für **Fichte**, **Tanne**, **Kiefer**, **Douglasie**, **Buche**, **Eiche** und **Pappel** [MAHLER et al. 2000]. Einzel-, Nester- und Gassenwürfe ohne Bruchholz und ohne Schäden eignen sich am besten für diese Art der Lagerung, größere Flächen nur dann, wenn sie im Schatten (z.B. Nordhänge) liegen [SCHUMACHER 1993]. In der Vergangenheit wurde auch die Auffassung vertreten, dass die Lebendlagerung von **Nadelholz** im Bestand möglichst zu vermeiden bzw. nur begrenzt anzuwenden ist [DELORME und WUJCIAK 1973, LIESE und AMMER 1968, LIESE 1973, zitiert nach PEEK 1990]. Nach dem Sturm "Lothar" verfolgte das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die Strategie, Einzel-, Nester- und Gassenwürfe vor Flächenwürfen aufzuarbeiten. Resultierend aus den Erfahrungen nach "Wiebke" gilt dort für große Schadereignisse der Grundsatz "Forstschutzrisiko vor Holzschutzrisiko" [MEYER, mdl. Mittlg. 2000]. Die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg empfiehlt 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, Großfläche vor Kleinfläche (Einzelwürfe, Streulage) aufarbeiten. **Douglasie**, **Eiche** und **Pappel** können zwei Jahre lebend gelagert werden (konkret nach "Lothar" bis Frühjahr 2002) [MAHLER et al. 2000].

Für eine ausreichende Wasserversorgung des Baumes ist es notwendig, dass mindestens 15 % der Wurzeln noch Bodenkontakt haben bzw. eine mindestens einseitige Verbindung der Wurzeln mit dem Boden noch bestehen muss. Die Wurzelteller sollten nur hochgeklappt, nicht jedoch seitlich verschoben sein, da sonst noch weniger Wurzelkontakt mit dem gewachsenen Boden besteht [MAHLER et al. 2000].

Sowohl **Nadel-** als auch **Laubholz** kann lebend gelagert werden. Bei **Fichte** und **Kiefer** sowie bei Einzel- und Nesterwürfen ist das *Waldschutzrisiko* unbedingt zu beachten. Häufige und regelmäßige Kontrollen sind hier

notwendig, um Borkenkäferbefall rechtzeitig festzustellen und eine mögliche Ausbreitung zu verhindern. Die negativen Erfahrungen aus dem Jahre 1990 zeigen in drastischer Weise, dass Unachtsamkeit rasch zu Kalamitäten führen kann. Die Lebendlagerung ist bei erhöhtem Borkenkäferbefallsdruck nicht zu empfehlen [SCHUMACHER 1993].

Feuchte, halbschattige bis schattige Lagen mindern die Gefahr des Qualitätsverlustes auf Grund der besseren Lebensbedingungen für die Bäume. Besonnung verursacht angespannten Wasserhaushalt bis hin zu Austrocknung, Sonnenbrand, Insekten-, Rotstreife- und/oder Bläuebefall. Nur wenige Kontaktstellen der Stämme mit dem Boden, mit Nachbarstämmen und Wurzelballen dürfen vorhanden sein, da sie für ein rasches Eindringen von Pilzen prädestiniert sind.

Die Lebendlagerung von **Fichten** auf staunassen oder wechselfeuchten Standorten sowie in Beständen mit hohem Rotfäuleanteil hat sich als nicht erfolgversprechend erwiesen [MAHLER et al. 2000]. Kaum geschädigte, grüne Kronen tragen als Garanten für die Vitalität des Baumes wesentlich zum Erfolg dieser Lagermethode bei. Ebenfalls ausschlaggebend für das Gelingen ist eine unverletzte Rinde, die den Stamm schützt (passive Resistenz). **Buchen** lassen sich auch mit größeren Kronenschäden lebend lagern.

Pilze wandern von zerrissenen Wurzeln aus ein, deshalb ist Gesundschneiden am Stammfuß nach der Aufarbeitung meist gut möglich.

Für **Buche** wird eine künstliche Trocknung nach dem Einschnitt empfohlen [MAHLER et al. 2000].

Bei Versuchen wurden keine Zusammenhänge zwischen Holzqualität und Wurzelballenvolumen sowie zwischen Holzqualität und Brusthöhendurchmesser gefunden.

6.3 Lagerdauer

Die Qualität des **Nadelholzes** ist im Normalfall nach einem Jahr noch gut. Sie verschlechtert sich jedoch im zweiten Jahr meist rapide. **Fichten** sollten deshalb spätestens vor dem Käferflug zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode aufgearbeitet werden. **Kiefern** sollten nur über eine Vegetationsperiode hinweg lebend gelagert werden. Danach ist mit erheblichen Schäden zu rechnen. Bei Rindenverletzungen und an Berührungsstellen mit dem Boden tritt häufig Bläue auf. **Buchen** und **Eichen** lassen sich ohne größere Qualitätsverluste über eine bis zwei Vegetationsperioden, unter Umständen auch länger ([Kapitel 6.6](#)) konservieren.

6.4 Kosten

Die Kosten für die Aufarbeitung von lebend gelagertem Holz bewegen sich im Rahmen der normalen Aufarbeitungskosten für Windwurfholz. Der Aufwand für Kontrollen auf Käferbefall ist eventuell zu berücksichtigen [WEIXLER, mdl. Mittlg. 2000].

6.5 Wertung

*Bei sachgemäßer Anwendung stellt die Lebendlagerung für eine begrenzte Zeit eine kostengünstige, umweltfreundliche Alternative dar. Das Verfahren ist jedoch **auf sonnigen Standorten und bei erhöhtem Borkenkäferbefallsdruck völlig ungeeignet**. Insbesondere für **Fichte** ist diese Methode aus Waldschutzgründen relativ riskant. Intensive Kontrollen sind erforderlich. **Kiefer** verblaut rasch.*

*Lebendlagerung sollte - bei Fichte unter Beachtung des Waldschutzrisikos - auch dann angewandt werden, wenn der ZE-Anfall so hoch ist, dass die Aufarbeitung nicht vor Beginn der Vegetationszeit beendet werden kann. Kalamitätsholz kann auf diese Art und Weise gelagert werden, wenn bei ungünstigen Absatzmöglichkeiten größere Risiken für aufgearbeitet gelagertes Holz zu erwarten sind. Die Methode eignet sich grundsätzlich für alle Waldbesitzarten und -größen. Im Privatwald eignet sich das Verfahren für **Fichte** und auch **Kiefer** nur dann, wenn sichergestellt ist, dass die Bäume **zuverlässig und regelmäßig auf Käferbefall kontrolliert werden**. Ansonsten kann Lebendlagerung hier **keinesfalls empfohlen** werden.*

6.6 Forschungsergebnisse

In Rheinland-Pfalz führten Versuche zu folgenden Ergebnissen [BÜCKING et al. 1997]:

Fichte und Kiefer

- Die Holzqualität bleibt über eine Vegetationsperiode erhalten. Es darf aber keine Borkenkäferkalamität auftreten oder zu erwarten sein.
- Die Aufarbeitung sollte vor Schwärmbeginn der Borkenkäfer in der nach dem Sturm folgenden zweiten Vegetationsperiode abgeschlossen sein.
- Ein guter Bodenkontakt des Wurzelballens wirkt sich günstig auf die Splintholzfeuchte aus.
- Die Lebendlagerung bringt Vorteile für die betriebliche Dispositionsfreiheit.

Douglasie

- Im Versuch hatte eine fünfjährige Lebendlagerung kaum nachteilige Einflüsse auf die Qualität des Rundholzes und des daraus erzeugten Schnittholzes.
- Die Fehler beschränkten sich ausschließlich auf den Splintbereich.
- Wegen des geringen Stichprobenumfangs (Poltervolumen 80,43 fm o.R., Einschnittvolumen 2,73 fm o.R., Schnittholzvolumen 1,76 m³ ohne Schwarten) sollten die Ergebnisse ebenso wie für Eiche noch nicht verallgemeinert werden. Sie ermutigen trotzdem dazu, Douglasien bei Vermarktungsproblemen nach einem Windwurf über mehrere Jahre lebend zu lagern, sofern ein ausreichender Wurzelkontakt mit dem Erdreich vorhanden ist [BÜCKING et al. 1997].

Eiche

- Die Lebendlagerung erwies sich günstiger als Haufenpolterung (z.B. höherer Erlös für Parkettholz).
- Zwei Varianten wurden getestet: Bei ein- und fünfjähriger Lagerdauer ergaben sich fast keine Unterschiede, ebensowenig wie zwischen Lebendlagerung auf der Freifläche und unter Schirm (eher nach einem Jahr als nach fünf). Deshalb sollten, wenn möglich, zuerst Freiflächen aufgearbeitet werden.
- Die Lebendlagerung erscheint sinnvoll zum Werterhalt des Eichenholzes in Katastrophenfällen. Die Mengen- und Qualitätsausbeute reduzierte sich nur geringfügig gegenüber Frischeinschlag.

7 Konservierung durch Sauerstoffentzug

7.1 Beschreibung

Bei dem an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg in Freiburg entwickelten, für Lang- und Kurzholz geeigneten Verfahren wird das Holz in UV-beständige Polyäthylenfolie (Silofolie) luftdicht eingeschweißt und damit in möglichst sauerstofffreier Atmosphäre gelagert. Natürliche Prozesse wie Atmung und Gärung reduzieren den Sauerstoffgehalt. Erneuter Luftzutritt wird verhindert. Nach SCHÜLER [2000] hat "diese Konservierungsmethode Praxisreife erlangt, steht aber noch am Anfang ihrer eigentlichen technischen Entwicklung". In Bayern liegen bisher (Stand: März 2000) kaum Erfahrungen aus der Praxis vor. Das Verfahren befindet sich derzeit in der internationalen patentrechtlichen Prüfung. Weitere Informationen liefert die Firma Woodpacker, Freiburg, die auch Schulungen (drei bis vier Tage pro Team, Kosten: ca. 5.000,-- DM) durchführt.

7.2 Voraussetzungen

Dieses Verfahren wurde bisher für **Fichte/Tanne, Kiefer, Buche, Bergahorn, Esche** und **Birke** getestet und eignet sich wahrscheinlich auch für andere Baumarten. Das Holz muss in jedem Fall frisch sein. Alle Sortimenten (Langholz, Schichtholz, Standardlängen, Einzelstämme, auch frisches Schnittholz) lassen sich auf diese Art und Weise konservieren. Die Poltergröße orientiert sich an den Sortimenten, der Lagerplatzgröße und den Kundenwünschen bzw. der Verarbeitungskapazität des Sägewerkes.

Versuche zeigten, dass nur das Verschweißen der Folien zum gewünschten luftdichten Abschluss führt. Zum besseren Schutz vor Beschädigungen sollten die Polter in eine doppelte Folienhülle eingepackt werden. Für die Polter- und Einschweißarbeiten ist stets ein Zwei-Personen-Team notwendig. Das Einschweißen erfolgt mit einem Spezialgerät (Investition: ca. 19.000,-- DM) und einer konventionellen Schweißzange (Kaufpreis: ca. 3.000,-- DM). Landwirtschaftliche Geräte allein, wie sie z.B. für Silofolien verwendet werden, eignen sich nicht. Die Arbeitsschritte "Poltern" und "Einschweißen" können auch als Dienstleistungen für ca. 20,-- bis 25,- DM/fm "gekauft" werden [SCHÜLER, mdl. Mittlg. 2000]. Die Waldbesitzer bzw. deren Beauftragte müssen die verpackten Polter jedoch bis zum Ende der Lagerzeit selbst kontrollieren.

Nach dem Abschluss einer Lagerung können die Folien vor allem auf Grund der Alterung, die ein erneutes Verschweißen meist ad absurdum führt, nicht wieder verwendet werden. Sie sind jedoch thermisch oder stofflich wiederverwertbar.

7.3 Lagerdauer

Versuche ergaben, dass - vorausgesetzt, die Konservierung verlief ungestört - auch nach längerer Lagerdauer keine Qualitätsverluste auftraten.

Selbst nach vier Jahren Lagerung war **Fichtenholz** weder verblaut noch rotstreifig und nur unwesentlich (durchschnittlich 10 %) abgetrocknet ("optimal frisch"). Nach über einem Jahr Lagerzeit verfärbte sich der äußere Splint zunächst gelblich, später bräunlich, was aber die Verwertung des Holzes nicht einschränkte [SCHÜLER 2000]. Bisher liegen für **Buche** Ergebnisse für Lagerzeiten von bis zu 14 Monaten vor. Die Produktion von **Buchenfurnier**, bei sehr guter Ausgangsqualität sogar von "weißem" **Buchenfurnier**, ist möglich [MAIER et al. 1999]. Für Kiefernholz existieren Erfahrungen mit einer Lagerdauer von einem halben Jahr. Bläuepilze konnten sich in der sauerstoffarmen Atmosphäre nicht entwickeln.

Eine rasche Weiterverarbeitung des Holzes nach dem Öffnen der Folien sowie eine künstliche Trocknung der Schnittware tragen wesentlich dazu bei, die Holzqualität zu erhalten. **Buchenholz** muss innerhalb von ein bis zwei Tagen im Sägewerk weiterverarbeitet werden, da die sofort einsetzenden Oxidationsprozesse zu einer sich von den Stirn- und Mantelflächen schnell ausbreitenden Grauverfärbung führen. Für **Nadelholz** ist diese Zeitspanne etwas größer, da die holzerstörenden Pilze relativ langsam wachsen.

7.4 Arbeitsschritte

1. Zunächst ist ein günstiger, windgeschützter Lagerplatz zu wählen, um Schäden an der Folie zu vermeiden.
2. Der Lagerplatz wird von Steinen, Ästen, Wurzelwerk und anderen Unebenheiten gesäubert.
3. Auf dieser weitgehend ebenen Fläche werden die Folien ausgebreitet und mit Unterlagen für die Polter versehen.
4. Darauf wird das Holz sorgfältig in Haufenpoltern aufgesetzt.
5. Anschließend wird die Deckfolie über das Holz gezogen und
6. mit Hilfe eines Spezialgeräts mit der Bodenfolie luftdicht verschweißt.
7. Zum besseren Schutz können eventuell feinmaschige Schutzgitter gegen mechanische Beschädigungen über die Folien gelegt werden. Dies verteuert jedoch das Verfahren. Die Gitter sind wiederverwertbar (Firma Böck, Trostberg).
8. Während der Lagerzeit sind regelmäßige Kontrollen mit einem Gasmessgerät (Kaufpreis ca. 10.000,-- DM, Mietpreis ca. 700,-- DM/Monat) bei **Nadelholz** alle vier Wochen, bei **Buche** einmal pro Woche erforderlich. Dabei gefundene kleinere Beschädigungen der Folie können mit Gewebeklebeband repariert werden. Bei großen Schäden an der Folie bleibt meist nichts anderes übrig als das Polter auszupacken und möglichst rasch weiterzuverarbeiten.

7.5 Kosten

Diese Art der Holzlagerung ist effizient, aber kostenintensiv. Sie lohnt sich deshalb nur für bessere Sortimente und große Holzmengen (Minimum 1.000 fm). Die Kosten belaufen sich derzeit auf ca. 20,-- bis 25,-- DM/fm. Die Nutzung der sicher vorhandenen Rationalisierungspotentiale wird zu einer Kostensenkung führen. Nach Abschluss des Patentierungsverfahrens werden Lizenzgebühren anfallen [SCHÜLER und WURSTER 2000].

7.6 Wertung

Das vom Witterungsverlauf unabhängige Verfahren schützt zuverlässig vor Pilz- und Insektenbefall. Der Einsatz von Wasser und Insektiziden ist nicht nötig. Es lässt sich auch in Natur- und Wasserschutzgebieten anwenden. Es bedarf keiner rechtlichen Genehmigung.

Diese Art der Konservierung ist flexibel hinsichtlich Poltergröße, Lagerplatz und Holzart. Bei ungestörtem Lagerungsverlauf entstehen nur geringe Kontroll- und Wartungskosten. Als problematisch erwiesen sich bisher Beschädigungen der Folien (Mäusefraß, Windeinwirkung, Vandalismus). Kleinere Schäden lassen sich im Zuge der regelmäßigen Kontrollen beseitigen. Bei größeren Schäden bleibt meist nur die rasche Weiterverarbeitung des Holzes als ultima ratio.

*Diese Lagerungsart eignet sich außer zur effektiven Hilfe bei einer Kalamitätsbewältigung auch zur Sommerversorgung von Sägewerken mit **Laubholz**. Die Unternehmen kaufen das Holz im Winter und konservieren es dann auf ihre Kosten im Wald oder auf dem Werksgelände.*

Das Verfahren erfordert den Einsatz von geschultem Personal mit Spezialgeräten.

Insbesondere auf Grund der hohen Kosten und der in der Regel benötigten größeren Holzmengen eignet sich das Verfahren für den größeren Waldbesitz sowie für Waldbesitzervereinigungen, nicht jedoch für einzelne Kleinprivatwaldbesitzer.

8 Nasslagerung

Nasslagerung (Beregnung und Wasserlagerung) ist geeignet, die Entwertung des Holzes durch Pilz- und/oder Insektenbefall über mehrere Jahre hinweg weitgehend zu verhindern, zu einem Marktausgleich z.B. nach Kalamitäten beizutragen und den Einsatz von Insektiziden zu vermeiden. In Skandinavien wird dieses Verfahren seit Jahrzehnten praktiziert [SCHWAB et al. 1988]. Es eignet sich für **Fichte, Tanne, Kiefer** und **Buche**.

8.1 Beregnung

8.1.1 Beschreibung

Die Beregnung von Stammholzpoltern auf geeigneten Lagerplätzen hat sich in Mitteleuropa, insbesondere nach den Sturmwürfen in den sechziger und siebziger Jahren, zur bisher wichtigsten Methode der Langzeitlagerung von Sturmholz entwickelt [PATZAK und LÖFFLER 1988].

Die Beregnungsanlage (Abb. 14) kann aus dem Grundwasser, aus einem Oberflächengewässer oder aus der öffentlichen Wasserversorgung gespeist werden (Abb. 15).

Die Zuleitung erfolgt entweder über das natürliche Gefälle oder mit Hilfe von Pumpen. Das Stammholz kann in Längs- oder Querpoltern aufgesetzt werden. Längspolter werden parallel zum Fahrweg, Querpolter senkrecht dazu angelegt (Abb. 16). Ziel ist, möglichst viel Holz pro Flächeneinheit zu lagern sowie Anfuhr, Einlagerung, Auflösung der Polter und Abtransport zu optimieren. In Querpoltern kann etwa 10 % mehr Holz pro Flächeneinheit gelagert werden als in Längspoltern [PATZAK und LÖFFLER 1988].



Abb. 14: Beregnungspolter [Foto: LWF]



Abb. 15: Wasserentnahme aus einem Fließgewässer [Foto: LWF]

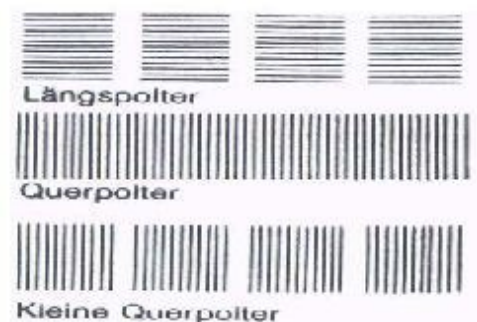


Abb. 16: Mögliche Polterformen [nach ARNOLD et al. 1976, in PATZAK und LÖFFLER, 1988]

8.1.2 Voraussetzungen

Für die Anlage und den Betrieb eines Beregnungsplatzes (Abb. 14 und 17) ist eine wasserrechtliche Genehmigung (Kapitel 8.3) erforderlich. Die Beregnungsanlage muss entsprechend der Lage und Form des Lagerplatzes sowie der Art, der Menge und dem Druck des Wassers ausreichend dimensioniert sein. Vor der Einrichtung eines Nasslagers ist eine korrekte Planung zwingend erforderlich. Sie muss mindestens

- wasserrechtliche Genehmigung,

- Platz,
- Befestigung,
- Zufahrt(en),
- Holztransport,
- Strom- und Wasserversorgung,
- Wartung und Kontrolle,
- Art der Pumpe,
- Schutz vor Verschmutzung,
- Regnertyp(en),
- Leitungs-, Düsendurchmesser,
- Art der Ventile,
- Druckverluste,
- eventuelle spätere Rekultivierung

umfassen.

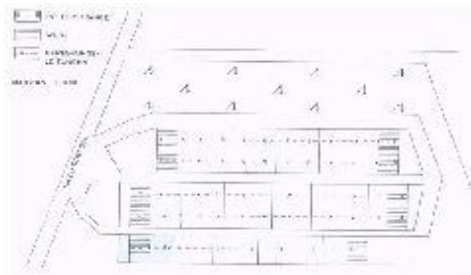


Abb. 17: Schematische Darstellung eines Beregnungsplatzes [nach ARNOLD et al. 1976]



Abb. 18: Ausreichend befestigte Zufahrt zu einem Beregnungsplatz [Foto: LWF]

Auf eine ausreichende Dimensionierung der Anlage ist unbedingt zu achten. Auch in den trockensten Monaten muss genug Wasser vorhanden sein, um sachgemäß beregnen zu können. Im Polter dürfen keine "Trockennester" entstehen. Dies führt, wie mehrere Untersuchungen beweisen, unweigerlich zu einer Verschlechterung der Holzqualität.

Es hat sich bewährt, nur gesundes Holz einzulagern, denn vor allem Hallimasch, aber auch Rotstreifigkeit, Rotfäule etc. breiten sich meistens weiter aus.

Wenn möglich sollte das Holz konzentriert auf verkehrsgünstig gelegenen Plätzen gepoltet werden. Bei der Berechnung der Platzgröße sind ca. 25 % der Fläche für Wege und Gräben einzuplanen. Eine leichte Neigung (ca. 3 - 5°) des Lagerplatzes zu den Abflussgräben hin erleichtert den Wasserabfluss. Entwässerungsgräben entlang der Wege erweisen sich oft als sinnvoll, da die Wegkörper nicht so stark aufweichen. Die Wege müssen ausreichend befestigt (ca. 50 - 60 cm stark) werden, da sie dem Schwerlastverkehr bei ständiger Durchnässung ausgesetzt sind, ([Abb. 18](#)).

Ein "Kreisverkehr" verringert Zeitverluste beim Be- und Entladen, wenn mehrere Fahrzeuge gleichzeitig eingesetzt sind. Es vereinfacht den späteren Verkauf und gegebenenfalls die Abrechnung (bei Beteiligung mehrerer Waldbesitzer), wenn die Polter nach Holzarten und Stärkeklassen bzw. Losen (Markierung!) getrennt aufgesetzt werden. Dabei ist es hilfreich, Karte(n) und Losverzeichnisse bzw. Polterbücher anzulegen.

Die Polterhöhe sollte etwa 4 bis 5 m betragen. Moderne Kräne lassen auch ein höheres Stapeln zu, aber der Zeitbedarf steigt stark an, Kontrolle und Wartung werden schwieriger und bei knapper Wasserversorgung ist die Befeuchtung der unteren Stämme nicht mehr gesichert. Das Aufsetzen einheitlicher Stammlängen erhöht

die Polterkapazität und ermöglicht eine gleichmäßige, ausreichende Beregnung der Stirnseiten.

Unebene Stirnflächen führen, ebenso wie zu niedrige Polter, zu einem Mehraufwand bei der Beregnungsinstallation und zu erhöhtem Wasserverbrauch. Falls die Lose versetzt gelagert werden, empfiehlt es sich, nicht mehr als 0,5 bis 1 m Abstand zu wählen. Ansonsten entstehen leicht unberegnete Bereiche (Regenschatten) an den Stirnseiten.

Bei der Wasserentnahme mit Tauchpumpen aus Oberflächengewässern hat es sich als zweckmäßig erwiesen, Entnahmeschächte zu bauen, damit Saugkörbe und -leitungen geschützt sind (Hochwasser!). Der Schacht muss jedoch ausreichend tief gesetzt werden (etwa 1 m unter Gewässersohle), damit die Wasserversorgung auch bei Niedrigwasser gewährleistet ist.

Die Saugkörbe sollten gegen das Verstopfen durch Schwebfracht geschützt werden. Es hat sich bewährt, oberirdisch arbeitende Pumpen zusammen mit der elektrischen Anlage in einer Hütte geschützt unterzubringen. Die Pumpen müssen gegen Überlastung und Trockenlaufen gesichert sein. Für die rasche Ausführung von Wartungsarbeiten und kleineren Reparaturen ist ein gewisser Vorrat an Dichtungen, Regnern, Schläuchen und Leitungen von Vorteil. Schnellstmögliche Ersatzbeschaffungen, auch von Pumpen, sollten geklärt sein [LANDESFORSTVERWALTUNG BADEN-WÜRTTEMBERG 1995].

Die Meinungen darüber, ob mit oder ohne Unterlagen gepoltert werden soll, weichen in der Literatur voneinander ab. Nach PATZAK und LÖFFLER [1988] sind die jeweiligen Bodenverhältnisse das wichtigste Kriterium für die Entscheidung, ob Unterlagen verwendet werden oder nicht. Als Argumente für eine Polterung mit Unterlagen werden genannt:

- Sauberhalten des Stammholzes, vor allem von Stein- und Sandeinschlüssen;
- Ausgleich von Unebenheiten und ungleichmäßiger Tragfähigkeit der Polterflächen.

Gegen die Verwendung von Unterlagen spricht, dass

- die Unterlagen versinken und sich ihre Wirkung dadurch aufhebt;
- die Kanalbildung unter den Poltern zu unerwünscht raschem Verdunsten des Beregnungswassers führt;
- die im Morast liegenden Stämme besonders gut geschützt sind.

In gebirgigem und hügeligem Gelände ist soweit möglich das natürliche Wassergefälle zum Betrieb der Beregnungsanlage zu nutzen. Wegen der geringeren Umweltverschmutzung und Lärmbelästigung ist elektrischen Anlagen der Vorzug vor Dieselaggregaten zu geben. Bei der Regneraufstellung ist darauf zu achten, dass auch die Stirnseiten und Polterränder genügend Wasser erhalten.

Für einen reibungslosen Verlauf sind mindestens zweimal pro Woche, besser täglich, Kontrollen erforderlich.

Qualitätsbeurteilungen am geschlossenen Polter führen in der Regel zu falschen Ergebnissen, da sich die Holzqualität im Randbereich meist von der im Inneren unterscheidet. Auch das äußere Erscheinungsbild lässt keine Schlüsse auf die wirkliche Holzqualität zu (Abb. [19](#) und [20](#)).

Beregnungspolter können zu jeder Jahreszeit aufgelöst werden. Die Auslagerung im Sommer birgt, im Gegensatz zur kalten Jahreszeit, höhere Qualitätsrisiken, das Holz trocknet jedoch schneller. Das Holz sollte rasch weiterverarbeitet werden. Die Beendigung des Lagerungsbetriebes und die Termine des Abtransportes werden am besten mit dem Käufer abgestimmt. Wird nur ein Teil des Holzes abgefahren, muss die Beregnung bis zum Spätherbst/Winter fortgesetzt werden, um die Holzqualität zu erhalten.



Abb. 19: Stirnseitenbewuchs nach längerer Beregnung [Foto: LWF]



Abb. 20: Bewachsene Stirnseiten und frischer Anschnitt [Foto: LWF]

Tab. 5: Einflüsse, Faktoren und Risiken bei der Auslagerung von Fichten/Tannen-Stammholz [Groß et al. 1991]

| Jahreszeit | Entrinden/Einschnitt | Gewicht | technischer Aspekt der Entrindung | | Qualitätsrisiken | | |
|------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | | | mobil | stationär | Pilzbefall | Insekten-Befall | Braunfärbung |
| Winter | kurzfristig | sehr hoch | erschwert | keine Probleme | gering | gering | mittel |
| Winter | verzögert | hoch bis sehr hoch | erschwert | keine Probleme | gering/mittel | gering | mittel |
| Sommer | kurzfristig | sehr hoch | erschwert | geringe Probleme | gering | gering | mittel bis hoch |
| Sommer | verzögert | hoch bis normal | keine Probleme | keine Probleme | hoch | hoch | hoch |

Wird das Holz entrindet beregnet, treten keine Verfärbungen auf. Auf diese Weise kann auch Schleifholz nassgelagert werden. Für eine erfolgreiche Konservierung, insbesondere für die Erhaltung eines ausreichenden Weißgrades, sind Niederschlagsmengen von mindestens 50 mm/Tag erforderlich [KRENN und BRANDSTÄTTER 1991].

Zwischen Auslagerung und Einschnitt sollten nicht mehr als drei Wochen vergehen. Bei Freilufttrocknung eingeschnittenen Holzes hat es sich bewährt, wegen der höheren Splintholzfeuchte Stapelleisten stärker als 25 mm zu verwenden. Dies gewährleistet eine bessere Durchlüftung. Ansonsten könnten die Bretter schimmeln.

8.1.3 Lagerdauer

Eine sachgemäße Beregnung und die Einlagerung nur gesunden Holzes ermöglichen die Erhaltung der Holzqualität über einen längeren Zeitraum (Abb. 21 und 22). Unter diesen Bedingungen lassen sich **Fichten** drei bis sechs Jahre, Kiefern mindestens zwei Jahre und **Buchen** zwei Jahre konservieren [SCHULZ et al. 1991]. Versuche zeigten, dass sich auch nach fünfjähriger Beregnung die Festigkeitseigenschaften von **Fichtenholz** im natürlichen Streubereich der Werte für frisches Holz bewegen; vorausgesetzt, das Holz wurde gesund eingelagert und Schäden durch Pilzbefall (Hallimasch!) vorgebeugt [BUES und LÖSER 1998].



Abb. 21 und 22: Über mehrere Jahre nassgelagerter Fichtenstamm vor und nach dem Einschnitt [Fotos:

8.1.4 Kosten

Der Aufwand für die Anlage und den Betrieb eines Beregnungsplatzes schwankt in Abhängigkeit von der Transportentfernung, vom Anlagentyp, von der Lagerdauer sowie von der Art der Wasser- und Energiezufuhr erheblich.

Tab. 6: Kosten der Nasslagerung zwischen 1990 und 1993 im Bereich der Oberforstdirektion München

| Transport [DM/fm] | Aufbau [DM/fm] | Strom und Wartung [DM/fm] | Gesamt [DM/fm] |
|----------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------|
| 8,-- bis 12,-- | 2,-- bis 5,-- | 1,-- bis 4,-- | 15,-- bis 35,--/25,-- |

Die nach den Stürmen "Vivian" und "Wiebke" im Bereich der Forstdirektionen Oberbayern und Schwaben angefallenen Kosten können als Anhaltswerte dienen.

Tab. 7: Durchschnittliche Kosten für die in Eigenregie geführten Beregnungsplätze der Oberforstdirektion Augsburg (nach GANG 1995)

| Art der Kosten | DM/fm |
|--------------------------------------|-----------|
| Holztransport | 11,55 |
| Investitionen | 4,94 |
| Betriebskosten 1990 [DM/fm, a] | 0,92 |
| Betriebskosten 1991 [DM/fm, a] | 1,71 |
| Gesamtkosten bis Ende 1991 [DM/fm] | 9,12 |
| Gesamtkosten bis Ende 1994 [DM/fm] | ca. 25,-- |
| Gegebenenfalls Platzmiete [DM/fm, a] | 7,65 |

Einige oberbayerische Forstämter schlüsselten die Kosten für Nasslagerplätze detaillierter auf (Beispiel in Tabelle 8).

Tab. 8: Beispielhafte Aufschlüsselung der Kosten einer Beregnungsanlage zwischen 1990 und 1994 in zwei oberbayerischen Forstämtern

| Kosten [DM/fm] | Forstamt 1 | Forstamt 2 |
|------------------------------------|--------------|--------------------------|
| Holztransport | 14,56 | 10,01 |
| Anlage | 3,94 | 2,77 (Beregnung + Strom) |
| Betrieb | 3,22 (Strom) | 6,50 (Strom) |
| Reparaturen | keine Angabe | 2,82 |
| Lohnkosten Waldarbeiter | 3,57 | 0,78 |
| Kfz-Entschädigung Waldarbeiter | 0,24 | keine Angabe |
| Erdarbeiten (Platzvorbereitung) | 0,94 | keine Angabe |
| Wegebau | keine Angabe | 2,87 |
| Wegegeühren | 0,36 | keine Angabe |
| Pacht | keine Angabe | 1,29 |
| Auflösung/Rekultivierung | 0,13 | 0,82 |
| Gesamt | 26,96 | 27,86 |

Beispiele für tabellarische Zusammenstellungen der Investitionskosten sowie der laufenden jährlichen Kosten

finden sich im Anhang.

8.1.5 Erlöse

Der überwiegende Teil des nassgelagerten Holzes wurde zwischen 1992 und 1994 zu Preisen von ca. 100,- bis 140,- DM/fm verkauft. Vergleichbares frisches Holz kostete 1993 etwa 10,- bis 20,- DM/fm mehr [OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN 1995]. Für 1990 aufgearbeitetes Sturmholz erlöste die Oberforstdirektion Augsburg 1991 50,- bis 90,-, im Durchschnitt ca. 70,-DM/fm. Über mehrere Jahre im Wald gelagertes Holz hätte, wenn überhaupt, nur noch zu sehr niedrigen Preisen (etwa 30,- bis maximal 60,-, durchschnittlich 40,- DM/fm) verkauft werden können.

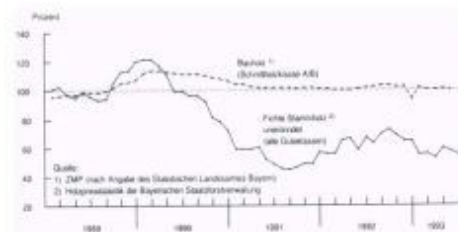


Abb. 23: Holzpreisentwicklung vom Januar 1989 bis Juli 1993 [BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 1992]

8.1.6 Hallimaschbefall

Hallimasch (*Armillariella mellea*) tritt in **Fichten-** und **Fichten/Tannen**poltern auf. Der Pilz kann meist mit unerkannt infizierten Stämmen in die Beregnungspolter eingeschleppt werden. Kompaktes, zunächst weißes Fächermycel unter frischer Rinde und schwarze Rhizomorphen unter abgestorbener Rinde zeigen den Befall an. Vom Kambium aus kann der Pilz auch in das Holz eindringen. In der Regel vergehen mehrere Jahre bis zum Auftreten nennenswerter Holzschäden. Der kritische Zeitpunkt ist meist nach drei Jahren erreicht. Befallenes Holz verfärbt sich dann braun und wird morsch. Nasses Holz erscheint wegen der hellen luftgefüllten Bereiche fleckig. Die Schäden beschränken sich normalerweise auf den Splintbereich ("Mantelfäule"). Sie sind oft nur nach Öffnung des Polters zu erkennen, da Rand- und Deckstämme keinen oder nur einen deutlich schwächeren Befall aufweisen. Ausreichende und fachgerechte Beregnung bietet nicht zwangsläufig Schutz [BLASCHKE, mdl. Mittlg. 2000]. Hallimasch baut auch wassergesättigtes Holz ab, da er über die Rhizomorphen Sauerstoff zuführen kann. Beregnung mit Kläranlagenabwasser oder stark eutrophiertem Oberflächenwasser verstärkt das Pilzwachstum. Bei Beregnungspoltern in 1.000 m ü. NN wurde auch nach mehreren Jahren kein Befall festgestellt. Ansonsten ist das Auftreten des Pilzes lagerplatzunabhängig [SCHUMACHER et al. 1995]. Bei maschineller Entrindung wird zerstörtes Holz oft abgefräst. Das Entrinden vor der Einlagerung unterbindet Hallimaschbefall mit großer Wahrscheinlichkeit.

8.1.7 Winterbetrieb von Beregnungsanlagen

Ein zu diesem Thema verfasstes Merkblatt der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg ist im Anhang abgedruckt [MAHLER, mdl. Mittlg. 2000].

8.1.8 Praxiserfahrungen bayerischer Forstämter

Den Frühjahrsstürmen des Jahres 1990 fielen in allen bayerischen Wäldern zusammen ca. 23,5 Mio. fm Sturmholz zum Opfer. Deshalb waren zahlreiche kommunale und private Waldbesitzer sowie Waldbesitzervereinigungen gezwungen, Nasslager zu errichten und zu betreiben.

Im bayerischen Staatswald betrug der Schadholtzanfall ca. 9 Mio. fm, davon 85 % Fichte. Etwa 1 Mio. fm wurde in Nasslagern über mehrere Jahre konserviert. Schwerpunkte lagen im Bereich der Oberforstdirektionen München und Augsburg.

Tab. 9: Nassgelagerte Holz mengen in den Regierungsbezirken - Staatswald - nach Angaben der Forstdirektionen

| (Ober)Forstdirektion | Eingelagerte Holzmenge [fm] im Staatswald |
|----------------------|---|
| Oberbayern (München) | ca. 285.000 |
| Schwaben (Augsburg) | ca. 313.000 |
| | |

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| Niederbayern-Oberpfalz (Regensburg) | ca. 160.000 |
| Mittelfranken (Ansbach) | ca. 80.000 |
| Oberfranken (Bayreuth) | ca. 45.000 |
| Unterfranken (Würzburg) | - |
| Summe | ca. 883.000 |

(Ober)Forstdirektion Eingelagerte Holzmenge [fm] im Staatswald Oberbayern (München) ca. 285.000
 Schwaben (Augsburg) ca. 313.000 Niederbayern-Oberpfalz (Regensburg) ca. 160.000 Mittelfranken (Ansbach)
 ca. 80.000 Oberfranken (Bayreuth) ca. 45.000 Unterfranken (Würzburg) - Summe ca. 883.000

Dazu ist noch die Holzmenge zu rechnen, die einzelne Forstämter auf Beregnungsplätzen in Fremdrege einlagerten.

Im Folgenden werden Erfahrungen aus dieser Zeit, überwiegend aus südbayerischen Forstämtern, kurzgefasst wiedergegeben.

Lagerplatz

- Auf Staatsforstgrund: Keine Pachtkosten, keine privatrechtliche Genehmigung;
- auf verpachtetem Staatsforstgrund: Eingeengter Handlungsspielraum, Flächen müssen meist nach einer befristeten Zeit geräumt werden;
- unbestockte Flächen entlang von Flüssen: Günstige Wasserentnahme, Gefahr bei Hochwasser, eventuell sind naturschutzbedeutsame Flächen betroffen;
- Anlage auf einer Pipelinetrasse (ein Forstamt): Der technische Betrieb erforderte nach einem Störfall eine zwangsweise Räumung, ein Teil des Holzes musste mit erheblichem Kostenaufwand umgelagert werden;
- Auf Flächen einer anderen Staatsverwaltung oder eines Landkreises: Nutzung kostenlos (z.B. ehemalige Kiesgruben);
- auf Fremdgrund: Privatrechtliche Genehmigung erforderlich, Pacht- und Rekultivierungskosten fallen an;
- in Ortsnähe: Günstig wegen jederzeit möglicher Besichtigung und Abfuhr, aber problematisch wegen häufigen Diebstahls von Regnern und Schläuchen;
- in der Nähe von Wohngebäuden: Wegen Lärmbelästigung (Nachtbetrieb in Frostperioden) und Sprühwassereintrag möglichst vermeiden;
- Lage am Waldrand bzw. außerhalb des Waldes: Prüfen, ob landwirtschaftliche Flächen beeinträchtigt werden könnten;

Eine offene Lage und die damit verbundenen wechselnden Windrichtungen erschwerten die flächendeckende Beregnung, eine größere Anzahl Regner musste aufgestellt werden.

Die Lagerplatzkapazität im voraus planen und die Beregnungsanlage entsprechend dimensionieren erspart teure und oft umständliche Nachrüstungen.

Insgesamt erwiesen sich als günstige Faktoren:

- Zentrale Lage im Revier/Forstamt;
- gute Verkehrsanbindung;
- in Gewässernähe;
- Elektrizität vor Ort;
- auf eigenem Grund;
- für die Kontrollperson(en) leicht erreichbar.

Zufahrt

- Der Beregnungsplatz sollte über einen bereits existierenden LKW-fahrbaren Weg zu erreichen sein, ansonsten fallen zusätzliche Erschließungskosten an.
- Die Wege müssen mindestens 4 m breit sein, um die Manipulation des Holzes nicht zu erschweren. Außerdem ist auf starke Befestigung (Aufweichen!), gute Verkehrsanbindung sowie nicht zu enge Einmündungen zu achten.
- Die Ladetätigkeit kann bei Schwarzdecken Beschädigungen hervorrufen. Der Betrieb der Beregnungsanlage führt häufig zu Algenwachstum (Rutschgefahr!), in Frostperioden zu Glatteisbildung

und verursacht Frostaufbrüche.

- Für die Nutzung von Privatwegen sind privatrechtliche Genehmigungen erforderlich, Gebühren können erhoben werden.

Beregnungsanlage

- Vor allem zum Schutz vor extremen Witterungseinflüssen empfiehlt es sich, oberirdische Pumpen zusammen mit der elektrischen Anlage in einer wetterfesten Hütte unterzubringen.
- Um Lagerschäden von Anfang an vorzubeugen, ist die Beregnung mit Beginn der Einlagerung aufzunehmen.
- Teilweise entsprach die Anlagenkonzeption der Beregnungsfirmen und auch die Beratung nicht den tatsächlichen Anforderungen. Deshalb wurden in manchen Fällen teure Nachbesserungen erforderlich.
- Stirnseiten- und Oberflächenberegnung müssen exakt aufeinander abgestimmt sein.
- **Wasserversorgung:**
 - Das Beregnungswasser wurde Fließgewässern, Teichen, gemeindlichen Wasserleitungen und dem Grundwasser entnommen. In einem Fall konnte das Forstamt die Zuleitung zu einem Schwimmbad kostenlos nutzen. Die relative Wärme des Beregnungswassers verzögerte jedoch im Winter die Bildung eines Eispanzers, so dass die Anlage nicht abgestellt werden konnte.
 - Bei Wasserzufuhr nach dem Schwerkraftprinzip kam es häufiger zu Störungen auf Grund nicht gesicherter Wasserversorgung. Ein dem nötigen Wasserdruck entsprechender Höhenunterschied zwischen Wasserentnahmestelle und Beregnungsplatz muss vorhanden sein. Die Leitungen dürfen nicht zu gering dimensioniert werden, Rohrreibungsverluste sind zu beachten.
 - Die Kopplung an Brauchwasseranlagen spart Kosten, da keine Pumpe nötig ist.
- **Stromanschluss:**

Aus Kostengründen sollte sich möglichst nahe am Beregnungsplatz eine Stromquelle befinden (z.B. forstamtseigenes oder öffentliches Gebäude, Niederspannungsleitung eines Energieversorgungsunternehmens, Trafostation). Über längere Strecken verlegte Stromkabel sind teuer und störanfällig.
- **Beregnungsdauer:**

Im Frühjahr, Sommer und Herbst ist eine in ihrer täglichen Dauer temperaturangepasste Intervallberegnung am zweckmäßigsten. Nachts wird die Beregnung unterbrochen. In frostfreien Zeiten im Winter wird wie im Herbst beregnet. Bei Frost ist eine vierundzwanzigstündige Beregnung mit kürzeren Intervallen ratsam, damit sich ein ausreichend dicker Eispanzer bilden kann und die Anlage nicht vereist. Danach wird die Beregnung eingestellt und die Anlage entleert.
- **Kontrolle und Wartung:**

In der Regel übernehmen Revierleiter, teilweise auch Beamte des Leitungsdienstes, zusammen mit Waldarbeitern, in der Nähe wohnenden Rentnern, manchmal auch Handwerkern Kontrolle und Wartung der Anlagen. Bei Bedarf wurden örtliche Firmen zu Rate gezogen. Um Störungen möglichst rasch beseitigen zu können, hat es sich bewährt, die Lagerplätze täglich, in Sondersituationen mehrmals täglich zu kontrollieren.
- **Beseitigung der Rinde, Rekultivierung:**

Die nach der Holzabfuhr auf dem Lagerplatz verbliebene Rinde wurde teilweise zum Mulchen in öffentlichen Grünanlagen verwendet oder Landschaftsgärtnereien, gewerblichen Kompostierungsanlagen und Reitvereinen angeboten.

Falls im Genehmigungsbescheid Rekultivierungsmaßnahmen vorgeschrieben waren, erfolgten sie im Einvernehmen mit der Unteren Naturschutzbehörde.
- **Störungen:**
 - Defekte an den Pumpen nach Starkregen, Gewittern, Hochwasser;
 - Verkalken von Pumpen, Düsen und Saugventilen; ·
 - Schäden am Leitungssystem; ·
 - verstopfte Rohre und Siebe; ·
 - Materialermüdung und Verschleißerscheinungen; ·
 - Stromausfälle; ·
 - mangelnde Wasserversorgung; ·
 - Beschädigungen an der Beregnungsanlage bei der Holzan- und -abfuhr; ·
 - Unterspülung und Zerstörung der Polter sowie Abdrift einzelner Stämme bei Überschwemmung

- des Lagerplatzes; ·
 - Sabotage und Vandalismus (Abknicken der Schläuche, Lösen der Kupplungen, Anstechen der Rohre mit Wanderstöcken etc.) insbesondere in Erholungsgebieten, entlang von Wanderwegen; ·
 - Diebstahl von Teilen der Beregnungsanlage, vor allem bei Lagerplätzen in Ortsnähe.
- **Winterbetrieb:** ·
 - Der Winterbetrieb verlief nicht immer störungsfrei. Vereisung, Platzen der Rohre bei zu langen Beregnungsintervallen, zu warmem Wasser oder Stromausfällen sowie die Bildung von Eisanhang an vorbeiführenden Freileitungen waren häufiger genannte Probleme.
 - Der verwendete Regnertyp sollte den Winterbetrieb bis zum Vereisen zulassen.
 - **Holzqualität:** ·
 - Ungenügende Stirnseitenberegnung führt zwangsläufig zu Qualitätsminderungen. ·
 - Nach über drei Jahren Beregnungszeit wurde außer in Hochlagen über 1000 m ü. NN fast überall Hallimaschbefall, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß, festgestellt. Dies brachte in einigen Fällen Schwierigkeiten beim Holzverkauf mit sich. Preisnachlässe mussten gewährt werden. ·
 - Engpässe in der Arbeitskette, vor allem bei knappen Rücke- und Transportkapazitäten führten dazu, dass das Holz nicht mehr ausreichend frisch war. Je nach Witterung kann Holz nach vier bis sechs Wochen Zwischenlagerzeit schon zu trocken für die Beregnung sein. Pilz- und Insektenbefall sind nicht mehr auszuschließen.
 - Bereits beim Aufbau der Polterstränge ist zumindest provisorisch zu beregnen, um ein Austrocknen der Stämme zu verhindern, auch wenn die Anlage mehrmals auf- und ab- bzw. umgebaut werden muss.



Abb. 24: Holzboxen im Bau [Foto: FUNK]

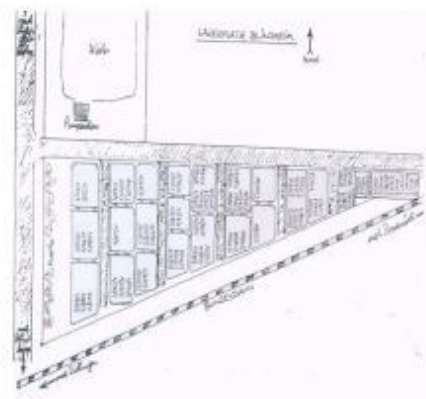


Abb. 25: Schematische Darstellung eines Beregnungsplatzes mit losweise getrennten Poltern [FORSTAMT DILLINGEN 1991]

Polterung, Kennzeichnung des Holzes, Abfuhr

- Unkomplizierte Einlagerungssysteme mit dauerhafter los-, revier- und/oder besitzweiser Trennung z.B. durch Unterteilungshölzer oder Seile haben sich bewährt, ebenso auch die Anlage revierweiser Polterstraßen. Plastiknummern und Sprühfarbe sind nach längerer Lagerdauer nicht mehr erkenn- bzw. lesbar. Eine Trennung mit Kunststoffmaterial (z.B. Trassierbänder etc.) ist zwar auch dauerhaft möglich, stellt aber das Forstamt bzw. die Waldbesitzer vor Entsorgungsprobleme. Auch das gegeneinander Versetzen der Lose im Polter und der Bau von Holzboxen mit genauer Kennzeichnung

- und späterem boxenweisen Verkauf erwiesen sich als praktikable Lösungen (Abb. 24).
- Zu einer dauerhaften, sinnvollen und später auch verkaufsgerechten Trennung gehört das Führen genauer Polterbücher (Sortenzusammenstellung bzw. Nummernliste, Aufarbeitungs- und Einlagerungszeitpunkt, örtliche Lage auf dem Beregnungsplatz) mit exakten Losverzeichnissen und kartenmäßiger Erfassung der Lose auf dem Beregnungsplatz (Abb. 25).
- Nur über das Aufsetzen einheitlicher Längen lassen sich ausreichende Stirnseitenberegnung und optimale Raumausnutzung erreichen.
- Bei zu säumiger Holzabfuhr sollten Lagerkosten zunächst angedroht und dann auch berechnet werden.
- Es ist darauf zu achten, dass die Fuhrleute gegebenenfalls Regner wieder aufstellen, die Anlage erneut einschalten und Absperrungen schließen.
- Das Aufsetzen mit Bagger führte in einem Fall zu nicht befriedigendem Polteraufbau.

Sonstiges

- Im Falle von Störungen erwies es sich als sehr hilfreich, wenn Vorsorge für die rasche Erledigung von Reparaturen und Ersatzteilbeschaffung getroffen war.
- In Gebieten mit hartem Wasser sollten die betroffenen Anlagenteile, im wesentlichen Pumpen, Düsen und Ventile, von Zeit zu Zeit entkalkt werden.
- Nach Angabe einzelner Forstämter waren Genehmigungen in Natur- und Landschaftsschutzgebieten teilweise langwierig und mit zusätzlichen Auflagen versehen.
- Ein Forstamt vergab die gesamte Beregnung an private Unternehmer und äußerte sich sehr zufrieden mit dieser Lösung.

8.1.9 Wertung

Diese vor allem nach Kalamitäten bewährte Methode der Langzeitlagerung von Rundholz weist mehrere Vorteile auf:

- *Sehr gute Möglichkeit zur Qualitätserhaltung über einen längeren Zeitraum;*
- *witterungsunabhängiger Zugriff auf größere Holzmenzen und kurzfristige Erledigung der Aufträge von Schnittholzkunden;*
- *kein Insektizideinsatz erforderlich;*
- *keine Entwertung durch Pilze, Insekten, keine bzw. nur geringe Rissbildung.*

Als nachteilige Faktoren sind zu nennen:

- *Hoher technischer Aufwand;*
- *häufige Kontrollen erforderlich;*
- *beregnetes Holz wiegt ca. 10 bis 20 % mehr als waldfrisches; dies verteuert den Transport und erschwert die Manipulation der Stämme;*
- *eine exakte und hohe Polterung spart Kosten;*
- *ein Bewuchs der Stirnflächen mit Moos und Schleimpilzen weist auf hohe Holzfeuchten hin. Er verändert die Holzeigenschaften nicht;*
- *nur schnelle Einlagerung und ausreichende Beregnung führen zum Erfolg.*

*Aus genügend und polterdeckend beregnetem **Fichten**rundholz kann Schnittware erzeugt werden, die nach praxisüblichem Trocknen, Besäumen und Hobeln einwandfreie Qualität besitzt und mit Schnittware aus frischem Holz vergleichbar ist. Braunverfärbungen durch eingewaschene Rindengerbstoffe beschränken sich in der Regel auf den Splint - Eindringtiefe im mm-Bereich - und fallen bei der Bearbeitung weg. Lokale Überaufnahmefähigkeiten im Splintholz können nach Anstrichen mit lösemittelhaltigen und dunkleren Farben zu Fleckigkeit führen.*

In nassgelagerten Stämmen treten Bakterien verstärkt auf, führen jedoch zu keiner Entwertung des Holzes. Sie können die verholzten Zellwände nicht abbauen, sondern ernähren sich vom Inhalt der Markstrahlzellen und von unverholzten Tüpfelmembranen der Tracheiden. Daraus resultieren eine verbesserte Permeabilität und Imprägnierfähigkeit sowie eine raschere und spannungsfreiere Schnittholztrocknung mit geringerer Rissbildung [GROß et al. 1991], aber auch eine mögliche Überaufnahme pigmenthaltiger Anstriche, die lokale Anfärbungen verursacht.

GRAMMEL et al. [1990] fanden bei beregnetem Holz eine herabgesetzte Biegefestigkeit und ein vermindertes Elastizitätsmodul (120 Proben aus 10 Stämmen) gegenüber frischem Holz (Nullprobe).

Beregnetes Holz kann mit höheren Vorschubgeschwindigkeiten eingeschnitten werden als frisches. Problematisch erweist sich der Einschnitt vereisten Holzes.

Das Verfahren eignet sich auch für Schleifholz, Entrindung und eine ausreichende Beregnungsmenge (mindestens 50 mm/24 h) vorausgesetzt.

*Im Hinblick auf die Qualitätserhaltung ist **Kiefer** wesentlich kritischer einzustufen als **Fichte** (Bläue).*

***Buchenholz** kann sich nach der Beregnung unterschiedlich stark verfärben. Offensichtlich muss mit dem Auftreten von Verfärbungen gerechnet werden, wenn das Rundholz vier Monate und länger beregnet wird und vor dem Einschnitt eine Splintfeuchte von mehr als 50 bis 60 % aufweist. Längere Zeiträume zwischen Aufarbeitung und Beregnung sowie Unterbrechungen der Beregnung wirken sich ebenfalls nachteilig aus [SELING und LEWARK 1991].*

Das Verfahren eignet sich für größeren Waldbesitz und Waldbesitzervereinigungen.

8.2 Wasserlagerung

8.2.1 Beschreibung

Die Einlagerung von Rundholz in stehende (oder auch langsam fließende) Gewässer ist eine sichere, vor allem in Skandinavien und Nordamerika seit langem praktizierte Art der Nasskonservierung. Die Stämme können einzeln oder zu Flößen oder Bündeln zusammengefasst in das Gewässer gebracht werden. Flöße und Bündel lassen sich in der Regel leichter handhaben. Die Einlagerung von Einzelstämmen eignet sich für geringere Holzmengen und kleinere Wasserflächen. Der Flächenbedarf ist hoch, die Auslagerung aufwendig.

Bei größeren Wasserflächen ist es sinnvoll, die Stämme mit Drahtschlingen oder Bauklammern sortenweise zu verbinden. Zu Bündeln zusammengefasste Stämme erfordern nur wenig Fläche, aber eine Wassertiefe von mindestens 2 bis 3 m. Zwei Drittel des Stammquerschnittes oder mehr müssen ständig unter Wasser liegen. Eventuell muss zusätzlich beregnet werden. Ein Bündel kann ca. 10 bis 20 fm **Nadelholz** bzw. 6 bis 12 fm **Laubholz** umfassen. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Stämme bereits bei der Anfahrt auf dem LKW zu bündeln.

Die Befestigungen der zur Ein- und Auslagerung nötigen Flächen schützt vor Uferbeschädigungen. Die Anlandestelle sollte entgegen der Hauptwindrichtung gewählt werden.

Die Einlagerung in Fließgewässer kommt auf Grund der Abdriftungsgefahr, der Beeinträchtigung des Hochwasserabflusses sowie möglicher Störungen beim Betrieb von Stauhaltungen nicht in Betracht.

8.2.2 Voraussetzungen

In allen Fällen ist eine Genehmigung des zuständigen Wasserwirtschaftsamtes erforderlich.

Das Holz ist möglichst rasch aufzuarbeiten, zu transportieren und in das Gewässer zu bringen. Bereits von Pilzen und/oder Insekten befallene Stämme eignen sich nicht für die Wasserlagerung.

Um spätere Lagerschäden zu minimieren, dürfen nur gesunde bzw. großzügig gesund geschnittene Stämme eingelagert werden.

Das Gewässer muss so tief sein, dass die Stämme auch bei Wasserspiegelschwankungen stets frei schwimmen und nicht auf dem Gewässerboden und/oder dem Ufer aufliegen. Die Gewässerfläche sollte mindestens 500 m² betragen.

Tab. 10: Anforderungen an das Gewässer bei verschiedenen Lagerformen [nach PATZAK und LÖFFLER 1988]

| Lagerform | | Einsinktiefe der Stämme | Flächenbedarf [m ² /fm] | Wassertiefe [m] |
|--------------|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Einzelstämme | | 66 % des Stammes unter Wasser | 5,0 | 0,8 – 1,0 |
| Floß | einlagig | 70 – 75 % der Stämme unter Wasser | 5,0 | 0,8 – 1,0 |
| | mehrlagig | | 3,0 | 1,5 |
| Bündel | | 80 % der Stämme unter Wasser | 1,5 – 2,0 | > 2,0 |

Lagerform Einsinktiefe der Stämme Flächenbedarf [m²/fm] Wassertiefe [m]
 Einzelstämme 66 % des Stammes unter Wasser 5,0 0,8 - 1,0
 Floß einlagig 70 - 75 % der Stämme unter Wasser 5,0 0,8 - 1,0
 mehrlagig 3,0 1,5
 Bündel 80 % der Stämme unter Wasser 1,5 - 2,0 > 2,0

Ein ständiger Zu- und Ablauf fördert den Wasseraustausch und verhindert größere Gewässerbelastungen (Fischsterben!).

Buchenstämme sind bereits nach kurzer Zeit nicht mehr schwimmfähig. Bei Absinken des Wasserspiegels unter die Stammoberflächen wird eine zusätzliche Beregnung notwendig, um eine Besiedelung mit Schadorganismen zu verhindern.

8.2.3 Lagerdauer

Eine Lagerung über mehrere Jahre ist ohne größere Qualitätseinbußen möglich, zum Einlagerungszeitpunkt gesundes Holz und ausreichende Wasserstände vorausgesetzt. Nach DEMHARTER [1996] "kann bei vierjähriger Teichlagerung ein gewisser Pilzbefall nicht vermieden werden, wenngleich die Schäden immer noch als eher geringfügig gelten können". Bei rasch aufeinanderfolgendem Aufarbeiten, Transportieren und Einlagern von furnierfähigen **Buchenstämmen** kann deren Qualität mindestens ein Jahr lang erhalten werden [MOOG 1992].

8.2.4 Kosten

Bei der Wasserlagerung nimmt die Auslagerung den höchsten Anteil an den Gesamtkosten ein. Es fallen keine Wasser- und Energiekosten und nur geringe Betriebskosten an. Insgesamt ist mit einem geringfügig niedrigeren Aufwand als bei der Beregnung zu rechnen. SCHULZ et al. [1991] beziffern ihn auf ca. 4,-- bis 8,-- DM/fm. Damit bewegen sich die Gesamtkosten in einem Rahmen von

etwa 10,-- bis 30,-- DM/fm. Eine eventuelle zusätzliche Berechnung ist bei diesen Werten nicht berücksichtigt. Am Forstamt Heppenheim beispielsweise fielen von April 1990 bis April/Mai 1991 Wasserlagerungskosten für **Buche** einschließlich zusätzlicher Berechnung im Sommer von 37,-- bis 40,-- DM/fm je nach örtlicher Situation an [MOOG 1992].

8.2.5 Verkehrssicherung

Aus Verkehrssicherungsgründen ist eine Absicherung des Ufers und das Aufstellen von Warntafeln erforderlich.

8.2.6 Wertung

- *Je länger die Lagerdauer, desto weniger kann Pilzbefall vermieden werden. Ansonsten bietet das Verfahren sicheren Schutz.*
- *Das Verfahren erfordert nur einen geringen technischen Aufwand. Eine Wartung technischer Einrichtungen entfällt. Die Bergung der schwimmenden Stämme kann sich jedoch schwierig gestalten.*
- *Bei dieser Methode der Holzkonservierung ist kein Insektizideinsatz erforderlich.*
- *Der Erfolg der Wasserlagerung hängt stark von der Qualität des Holzes zum Zeitpunkt der Einlagerung ab. Eine zu lange Zwischenlagerungszeit birgt in Abhängigkeit von Witterung und Jahreszeit die Gefahr der Zerstörung des Holzes durch Pilze und Insekten in sich [GRUNWALDT und LEWARK 1993].*
- *Zwischen eingetauchtem und nicht eingetauchtem Stammteil entstehen Quellungs- und Feuchteunterschiede. - Nach PATZAK und LÖFFLER [1988] lässt sich wassergelagertes Holz leicht entrinden und gut imprägnieren. Es trocknet schnell und gleichmäßig. Bei der Zwischenlagerung vor dem Einschnitt entstehen nur geringfügige Risse.*
- *DEMHARTER [1996] wies nach, dass holzerstörende Pilze (Basidiomyceten) oberhalb der Wasserlinie vom Fällschnitt her in die Fichtenstämme eindringen. Das Gesundschnelden ist deshalb gut möglich. Nach vierjähriger Wasserlagerung verblaut der Splint insgesamt. Die Stammoberflächen zeigten sich verfärbt und von Bläue- und Moderfäuleerregern besiedelt (ca. 1 cm tief). Sie fand keinen Zusammenhang zwischen Stammdurchmesser und Eindringtiefe der Fäule.*
- *Bei längerer Lagerung führen in das Holz diffundierende und unter Lichteinfluss stark nachdunkelnde Gerbstoffe aus der Rinde zu bräunlichen Verfärbungen im Splintholz. Sie ähneln zuweilen Pilzbefall. Diese meist nur oberflächlichen Verfärbungen sind bei der Schnittholzproduktion von untergeordneter Bedeutung, da sie überwiegend in den Schwarten verbleiben. Sie bedeuten jedoch eine Wertminderung für Holzschliff, denn sie lassen sich nur schwer bleichen, vermindern den Weißgrad und neigen zum Vergilben [PEEK und LIESE*

1987].

- *Die Stirnflächenansprache eignet sich nicht als Weiser für das Ausmaß von Verfärbungen und Verstockungen. - Das rasche Absinken des **Buchen**holzes verhindert Pilzbefall. Wassergelagertes **Buchen**holz bleibt gut schälbar.*

Das Verfahren eignet sich für größeren Waldbesitz und Waldbesitzervereinigungen.

8.3 Rechtsgrundlagen

[BAYERISCHE STAATSMINISTERIEN DES INNERN, FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN UND FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 1985, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN 1986, 1990]

Die Einlagerung von Holz in oberirdischen Gewässern, die Entnahme und das Wiedereinleiten von Wasser sind Benutzungen nach § 3 des Wasserhaushaltsgesetzes. Die örtlich zuständigen Kreisverwaltungsbehörden entscheiden über Anträge auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis [BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN 1985]. Die einschlägigen Vorschriften enthält Tabelle 11.

Tab. 11: *Einschlägige Vorschriften zur wasserrechtlichen Genehmigung für Beregnung und Wasserlagerung von Rundholz in Bayern [nach BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN 1985]*

| Vorschrift | einschlägige Paragraphen und Artikel |
|--|---|
| Wasserhaushaltsgesetz (WHG) | § 2 Abs. 1, § 3 Abs. 1, § 7, § 8, § 9a, § 23, § 24 Abs. 1 und 2 |
| Bayerisches Wassergesetz (BayWG) | Art. 17, Art. 21, Art. 24, Art. 59 Abs. 1 und 2 |
| Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren (WPBV) | |
| Bayerisches Verwaltungsverfahrensgesetz (BayVwVfG) | Art. 3 Abs. 1 |
| Bayerische Bauordnung (BayBO) | Art. 66 Abs. 1 Nr. 17 |
| Bayerisches Naturschutzgesetz (BayNatschG) in der Fassung vom 18.08.1998 | Art. 6, 6a, 6b, 13a, 13c, 13d |

Chemisch (Forstschutz-, Imprägniermittel) behandeltes Holz darf **nicht nassgelagert** werden. Schutzgebietsverordnungen sind stets zu beachten.

Bei der Wasserlagerung dürfen Nutzungsrechte anderer (Gewässer-, Natur-, Landschaftsschutz, Fischerei) nicht in unzulässiger Weise beeinträchtigt werden. Eine Einlagerung von Rundholz in Fließgewässer kommt in der Regel wegen Beeinträchtigung des Hochwasserabflusses, Abdriftgefahr und Störungen

beim Betrieb von Stauhaltungen nicht in Betracht.

Für Beregnungsplätze gilt, dass grundsätzlich Oberflächenwasser vor Grundwasser verwendet werden muss. Auf sparsamen Wasserverbrauch (40-50 mm/Tag in ununterbrochener Beregnung) ist zu achten.

Das Einlagern von Stammholz in natürliche, kleinere stehende Gewässer ist in der Regel ein nicht ausgleichbarer Eingriff und daher abzulehnen. Insbesondere die Auslaugung löslicher Stoffe aus den Rinden und das Absinken größerer Rindenmengen auf den Gewässerboden führt zu untragbaren Belastungen bei kleinen stehenden Gewässern ohne Möglichkeit des Ablassens bzw. Räumens. Darüberhinaus werden die Uferbereiche erheblich beschädigt. Dies wirkt sich negativ auf Flora und Fauna aus. Erdmaterial wird in das Gewässer eingeschwemmt.

Ablassbare kleinere Gewässer können zur Wasserlagerung genutzt werden, wenn

- sie nicht in wasserwirtschaftlich besonders empfindlichen Bereichen liegen;
- sie sich nicht in Schutzgebieten befinden;
- ein gewässerunschädlicher Betrieb gewährleistet ist.

Bei Einlagerung in größere stehende Gewässer sind kaum Beeinträchtigungen der Gewässergüte zu erwarten, wenn sich der Einlagerungsbereich auf einen nur geringen Teil der Wasseroberfläche beschränkt. Hier sind jedoch Belange des Ufer-, Natur- und Artenschutzes sowie eine eventuelle Abdriftgefahr zu berücksichtigen.

Das Abwasser von Beregnungsanlagen sollte möglichst großflächig versickern bzw. weiträumig dem Vorfluter wieder zugeführt werden.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist Beregnung der Wasserlagerung vorzuziehen.

Eine straßenverkehrsrechtliche Genehmigung kann erforderlich werden, wenn eine Sondernutzung (z.B. Ladetätigkeit an einer öffentlichen Straße) vorliegt oder die Beregnung den Straßenbereich beeinträchtigt.

Privatrechtliche Genehmigungen müssen dann eingeholt werden, wenn der Beregnungsplatz auf einem Fremdgrundstück angelegt wird oder die Zufahrt über Fremdgrund führt.

Derzeit sind noch keine neueren Vorschriften in Kraft [KENNEL, STÖGBAUER, WASSERWIRTSCHAFTSAMT FREISING, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, mdl. Mittlg. 2000].

8.4 Wasserqualität

8.4.1 *Institut für Holzforschung München* [STOLL 1990]

Die Bewertung der Abwasserbelastung durch Nasskonservierung von Kalamitätsholz gründet sich auf umfangreiche bundesweite Messungen und Erfahrungen seit 1967.

Als Messzahlen für die Wasserqualität eignen sich im wesentlichen Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB, wichtigste Kenngröße), Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB), pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, NH_4 und Gesamtstickstoff.

Der CSB-Richtwert für kommunale Abwässer nach der biologischen Klärung beträgt 140 mg/l (Bayern; nicht in allen Bundesländern einheitlich).

Bei einer Beregnung von 40 bis 45 mm/m² steigen alle Belastungswerte zunächst an und nähern sich dann im Laufe von ein bis zwei Jahren den Messwerten des Entnahmewassers oberhalb des Beregnungsplatzes (Nullprobe). Die Richtwerte werden normalerweise nicht erreicht, so dass die Beregnung keine bedenkliche Gewässerbelastung verursacht. Eine Ausnahme bildet die Beregnung im geschlossenen Kreislaufsystem. Hier kann bei großen Poltern der CSB-Wert auf das Doppelte bis Dreifache des Richtwertes steigen und langfristig auf hohem Niveau verbleiben. Auf Grund des Verdünnungseffektes ist die Gesamtmenge jedoch im Vergleich zu kommunalen Abwässern gering. Die Nitratkonzentration sinkt nach der Beregnung ab.

Beregnungsplätze mit kontrollierbarer Einleitung des vom Platz ablaufenden Wassers (offenes System) sind betriebstechnisch und wirtschaftlich, aber auch in wasserchemischer Hinsicht günstiger als Kreislaufsysteme.

Bei sachgemäßer Durchführung ist die Beregnung von Poltern unbedenklich.

8.4.2 *Institut für Forsthydrologie der Hessischen Forstlichen Versuchsanstalt* [HAMMES 1989; BRECHTEL 1992]

Das Institut für Forsthydrologie führte ein wasserchemisches Analyseprogramm mit mehreren Varianten an acht Holzkonservierungsanlagen von Beginn der Nasslagerung im Frühjahr 1985 bis zur Abfuhr des Holzes Anfang 1988 durch. Dabei wurden geschlossene und offene Systeme mit verschiedenen Abpufferungen der Lagerflächen sowie Wasserlagerung von Einzelstämmen in einem abflusslosen Teich (nur 800 fm) bewertet.

Elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert wurden an allen Nasslagerplätzen nur in unerheblichem Maße beeinflusst.

NH₄-, CSB- und BSB₅- Werte zeigten deutlich höhere Auswirkungen auf die Wasserqualität, am deutlichsten in den "geschlossenen Beregnungsanlagen ohne Abpufferung der Lagerflächen", am geringsten in den "offenen Systemen" und im "Teich" (jedoch nur 800 fm auf einem Viertel der Teichfläche von ca. 5 ha). Eine Mittelstellung nahmen "geschlossene Beregnungsanlagen mit abgepufferten Lagerflächen (anstehender Basalt, Kalkschotter, Kalkung)" ein.

Mit steigendem Holzvolumen stellte sich tendenziell eine größere Beeinflussung der Wasserqualität heraus.

Die während der Nasslagerung freigesetzten organischen Verschmutzungen enthielten überwiegend bakteriologisch abbaubare Substanzen und keine erheblich wirkenden toxischen Stoffe.

Nach Möglichkeit sollten offene Beregnungssysteme an Fließgewässern mit ganzjährig hoher Wasserführung angelegt werden. Damit ist auch eine schnelle und starke Verdünnung der ausgewaschenen Stoffe gewährleistet.

Wasserchemische Begleituntersuchungen von Nasslagern stellen sowohl Entscheidungshilfen für Auflagen in künftigen Genehmigungsbescheiden als auch Empfehlungen für Anlage und Betrieb künftiger Nasslager dar.

8.4.3 Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz [ITTEL-REINLASSÖDER 1991]

Das Landesamt für Wasserwirtschaft erarbeitete ein Programm, um die Wasserqualität von Nasslagerplätzen zu überwachen. Es sollte Anlagen umfassen, bei denen negative Auswirkungen der Nasslagerung auf Gewässer erwartet wurden. Die Wasserproben stammen von Lagerplätzen mit offenen Beregnungssystemen sowie aus einem Teich (Wasserlagerung).

In den analysierten Fließgewässern waren die Auswirkungen der Einleitung von anderen Effekten überlagert (z.B. Selbstreinigung) oder auf Grund der Verdünnung nicht mehr messbar. Das Ablaufwasser selbst war gekennzeichnet durch pH-Absenkung, Sauerstoffzehrung, organische Belastung (CSB, BSB₅) und Phosphorbelastung. Die Verregnung verminderte die Stickstoffbelastung des Zulaufwassers. Die gemessenen BSB₅-Werte lagen deutlich unter denen geschlossener Beregnungssysteme. Für die untersuchten Beregnungsplätze ließen sich keine signifikanten Unterschiede im biologischen Befund ober- und unterhalb der Anlagen feststellen.

Auf Nasslagerplätze zurückzuführende Belastungen waren bisher in den Fließgewässern nicht nachzuweisen. Toxizitätstests und biologische Analysen ergaben ebenfalls keine von den Nasslagerplätzen ausgehenden negativen Auswirkungen auf die Fließgewässer.

Dagegen wird die Einlagerung in stehende Gewässer negativ beurteilt. Die Messungen im Teich bewiesen insgesamt eine Verschlechterung der Gewässergüte. Es wurde allerdings nur ein 0,25 ha großer Teich beprobt, in den 600 bis 700 fm eingelagert waren.

Insgesamt führten die Wasseranalysen zu ähnlichen Ergebnissen wie in Bayern und Hessen.

8.4.4 Institut für Holzbiologie und Holzschutz der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg [PEEK 1989]

Die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft erhob und bewertete Daten über Beregnungsplätze der Länderforstverwaltungen, um Bedenken zu widerlegen, dass der Abfluss von Beregnungsplätzen Grundwasser und Oberflächengewässer verschmutzen könnte.

Auf Grund der Ergebnisse empfiehlt die BFH, die Anfangsphase der Beregnung in das zeitige Frühjahr bei hoher Wasserführung der Vorfluter zu legen und in der ca. dreimonatigen Anfangsphase kontinuierlich mit hoher Intensität zu beregnen. Die Lagerflächen sollten mit pufferndem Schotter ohne Drainagesystem befestigt werden.

Bei einer Beregnungsdichte von 40 bis 45 mm täglich wird der CSB-Grenzwert ([Kapitel 8.4.1](#)) von 140 mg/l stets unterschritten. Er kann eventuell in der Anfangsphase auf kleinen Plätzen mit sehr hohen Poltern (über 4,5 m) erreicht werden, sinkt aber auch dort nach mehreren Monaten auf ein niedrigeres Niveau. Eine dauernde Gewässerbelastung mit organischen und anorganischen Stoffen ist nicht zu befürchten. Beregnungsanlagen im Kreislaufsystem erwiesen sich im Hinblick auf Gewässerbelastung und Betriebsstörungen wesentlich ungünstiger als offene Systeme und werden daher abgelehnt.

9 Verfärbungen

Verfärbungen an lagerndem Holz entstehen entweder abiotisch induziert oder auf Grund von Pilzbefall. Bei kürzerer Lagerdauer treten in der Regel nur holzverfärbende Pilze auf, deren Befall zwar zu einer Wertminderung führt, aber auf die Festigkeitseigenschaften des Holzes keinen Einfluss hat. Bei längerfristiger Lagerung ist mit einem Befall durch holzerstörende Pilze (häufig Basidiomyceten) zu rechnen.

9.1 Bläuepilze

Zu den Bläuepilzen zählen ca. 100 Arten der Phyla Ascomycota und Deuteromycota (Fungi imperfecti). Sie leben vor allem an **Kiefer**, aber auch an **Fichte, Tanne, Douglasie, Lärche, Buche** sowie einigen **Tropenhölzern**.

Bläuepilze ernähren sich von Parenchymzellplasma und greifen Zellwände im Normalfall nicht an. Sie verursachen deshalb keine nennenswerten Festigkeitsminderungen.

Ausreichende Entwicklungsmöglichkeiten bestehen bei Holzfeuchten von 24 bis 130 % (Optimum 30 - 40 %). Das Temperaturoptimum liegt bei 18 bis 25 0C (je nach Art). Viele Arten können noch bei 2 0C wachsen. Die meisten Arten sind hitzeempfindlich und stellen ihr Wachstum bei 32 bis 35 0C ein.

Drei Bläuetypen werden unterschieden [HALMSCHLAGER 1992]:

1. **Splintholzbläuepilze** befallen stehendes und frisch geschlagenes Holz, oft in Zusammenhang mit Insektenbefall oder Wipfelbruch. Liegendes Holz in Rinde wird meist über die Stammenden, Entastungsstellen, Trockenrisse oder Rindenverletzungen besiedelt, Holz ohne Rinde darüberhinaus über die gesamte Mantelfläche. Bei rascher Trocknung von Stirn- und Mantelflächen, aber noch ausreichender Feuchte des inneren Splintes entsteht "Innenbläue". Splintholz- und "Innen"bläue können auch nicht ausreichend getrocknete Schnittware entwerten.

2. **Oberflächenbläue** tritt nach dem Einschnitt an zu feuchter Ware auf. Die Verfärbung reicht nur wenige Millimeter tief ins Holz. Sie lässt sich deshalb meist weghobeln. In beiden Fällen geht die Infektion am Holzlagerplatz von Rinden- und Holzabfällen, Sägemehl, verunreinigten Maschinen, verblauten, nicht ausreichend trockenen Stapelleisten aus. "Innenbläue" tritt auch bei luft- und kammergetrocknetem Schnittholz auf. Schutz vor Splintholzbläue bieten Winterfällung und rasche Abfuhr bzw. Beregnung oder Wasserlagerung. Bei Schnittholz verhindern meist rasche ausreichende Trocknung, gute Luftzirkulation zwischen den Brettern und die Verwendung trockener, nicht verblauter Stapelleisten einen Befall. Der Schnittholzplatz soll sauber, trocken sowie frei von Rinden- und Holzabfällen gehalten werden. Bereits befallenes Holz

kann notfalls in ein "Bläuebad" getaucht werden, falls der Schaden rasch bemerkt wird.

3. **Anstrichbläue** beschränkt sich auf verarbeitetes und oberflächenbehandeltes Holz, das erneut Feuchtigkeit aufgenommen hat. Die Pilze besiedeln das Holz erst nach dem Anstrich. Es besteht kein Zusammenhang zwischen dieser Art von Bläue und der Verwendung von bereits verblautem Holz.

9.2 Andere Verfärbungen

9.2.1 Nadelholz

Rotstreifigkeit

Verschiedene Pilzarten, meist Weißfäuleerreger, rufen rotbraune, auch rötliche bis gelbe, von den Stirn- und Mantelflächen in den Stamm hineinziehende Verfärbungen hervor. Zunächst erfolgt nur ein geringer Ligninabbau, Weißfäule tritt erst spät ein. Waldfrisches Holz und warme Witterung bieten den Erregern besonders günstige Lebensbedingungen [BUTIN 1989].

Sandbräune

Sie entsteht nach mehrmonatiger Lagerung auf Grund von Pilzbefall und führt bei **Kiefer**, **Fichte** und **Lärche** zu hell- bis kaffeebraunen Verfärbungen des Splintes [BUTIN 1989].

Abiotische Verfärbungen

Braune Verfärbungen an Rund- und Schnittholz stammen von eingewaschenen Rindengerbstoffen. Sie beruhen auf chemischen Reaktionen an der Holzoberfläche während der Trocknung. Nach ADLER [1951, zitiert nach BUES und LÄUFER 1993] handelt es sich um "Kondensationsprodukte der Coniferylaldehydgruppen des Lignins mit polyphenolischen Catechingerbstoffen aus der Rinde". Diese Farbveränderungen treten auch bei technischer Trocknung auf. Ein Vergleich [BUES und LÄUFER 1993] zeigte, dass sich die Schnittware bei Freilufttrocknung nicht so stark verfärbte als bei technischer Trocknung. Die Braunfärbungen erstrecken sich nur auf die lichtausgesetzte Seite des Splintholzes, reichen in der Regel 1 bis 2 mm tief und beeinflussen die Festigkeit des Holzes nicht [PEEK und LIESE 1987, GROß, MAHLER und RATHKE 1991]. Sofortiges Entrinden nach dem Auslagern vermindert das Auftreten der Farbänderungen. Auf Grund ihrer Lage im Splint fallen die verfärbten Partien zumeist in die Seitenware. Besäumen und praxisübliches Abhobeln entfernt die Verfärbungen. Bei der Schnittholzproduktion kommt ihnen deshalb nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Dagegen wirken sie sich wertmindernd bei der Herstellung von Holzschliff aus. Zudem lässt sich Holzschliff aus in Rinde gelagertem **Fichten**holz schwer bleichen und neigt zum Vergilben.

Braunfärbungen zeigen sich bei **Fichte** intensiver als bei **Tanne**. Ihr Ausmaß und ihre Intensität differieren von Stamm zu Stamm und von Standort zu Standort [GROß, MAHLER und RATHKE 1991]. Sie treten auch bei länger in Rinde trocken gepoltertem Holz auf. Rechtzeitiges Entrinden nach der Fällung verhindert das Verfärben des Splintes. Kurzzeitiges Lagern in Rinde führt nicht oder nur in geringem Umfang zu Verfärbungen, wenn die Wasser- bzw. Lufttemperatur etwa 15° C nicht übersteigt [PEEK und LIESE 1987].

9.2.2 Laubholz

Einlauf

Dieser nach Verthyllung und Absterben der Parenchymzellen auf Oxidation der Inhaltsstoffe beruhende Prozess führt bei **Buche** zu bräunlichen, bei **Eiche** zu graubraunen Holzverfärbungen. Die Verthyllung beeinträchtigt die technologischen Holzeigenschaften nicht. Das Holz lässt sich jedoch nur schlecht tränken. In der Regel bald nach dem Einlauf befallen holzerstörende Pilze das lagernde **Buchenholz** ("Verstocken") [BUTIN 1989].

Weitere von Pilzen verursachte Holzverfärbungen

- Rotfleckigkeit des **Buchenholzes**;
- Schwarzstreifigkeit des **Buchenholzes**;
- "Grünfäule" an verschiedenen **Laubholzarten** [BUTIN 1989].

Verfärbungen nach Beregnung

Bei **Buche** können während der Beregnung Verfärbungen am Rundholz auftreten,

- wenn das Holz bereits vor der Einlagerung Verfärbungen aufwies;
- bei mangelnder Beregnungsqualität;
- wenn sich die Rinde während der beregnungsfreien Frostperiode gelöst hat.

Diese breiten sich dann im Laufe der Lagerzeit aus.

PEEK und LIESE [1987] stellten bei länger nassgelagertem **Buchenholz** ähnliche Verfärbungen wie bei **Nadelholz** fest. Während der Trocknung färben sich die luftzugewandten Oberflächen des Splintholzes braunrot. Ursache sind "phenolische Substanzen aus den Vakuolen toter Parenchymzellen, die mit dem verdunstenden Wasser an die Holzoberfläche gelangen und dort zu phenolischen Polymeren von braun-roter Tönung oxydieren" [HÖSTER 1974, zitiert nach PEEK und LIESE 1987].

Beim Schnittholz ist mit Verfärbungen während der Trocknung zu rechnen, wenn das Holz länger als vier Monate nassgelagert wurde und vor dem Einschnitt eine Splintfeuchte von 50 bis 60 % aufwies. Über die Eindringtiefe existieren

unterschiedliche Angaben [BRAUN und LEWARK 1992].

An wassergelagerten und zusätzlich oberflächlich beregneten hochwertigen **Buchenstämmen** zeigten sich bei Schälversuchen auch nach einjähriger Lagerdauer keine farblichen Veränderungen [MOOG 1992].

Bei Versuchen mit 18 bis 21-monatiger Wasserlagerung wurden zwei Stammkollektive ausgewählt, die sich hinsichtlich des Zeitraumes zwischen Aufarbeitung und Einlagerung deutlich unterschieden. Bei längerer Zwischenlagerung stiegen die Anteile verfärbten und verstockten Holzes. Die gelblichen Verfärbungen waren sofort nach dem Einschnitt sichtbar. Nach einer künstlichen Trocknung waren farbliche Veränderungen nicht mehr zu erkennen. In diesem Fall entstanden also keine Wertverluste durch Wasserlagerung [SELING und LEWARK 1993]. Dies steht jedoch im Gegensatz zu Angaben anderer Autoren

10 Zusammenfassung

Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten erstellte die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, einen Forschungsbericht zum Thema Holzlagerung auf der Grundlage zahlreicher Informationen aus Wissenschaft und Praxis. Er enthält im wesentlichen Beschreibungen heute gängiger Verfahren der Trocken- und Nasslagerung von Rundholz einschließlich Angaben zu Anwendungsvoraussetzungen, Kosten, Lagerdauer und Verkehrssicherung sowie eine abschließende Wertung.

Neben den bewährten und seit langem praktizierten Verfahren Poltern in bzw. ohne Rinde und Wasserlagerung werden heute in der Praxis auch "modernere" Methoden der Rundholzlagerung wie Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes oder Konservierung durch Sauerstoffentzug angewandt. Die Berechnungstechnik entwickelte sich insbesondere nach den Stürmen von 1972 und 1990 weiter. Die Lebendlagerung stellt vor allem eine Ergänzung zu anderen Verfahren dar.

Neben der Witterung während des Lagerungszeitraumes entscheiden die sachgemäße Ausführung und die Zeitspanne zwischen Aufarbeitung und Einlagerung über den Lagerungserfolg. Lagerschäden durch Pilze lassen sich in aller Regel vermeiden, wenn die Holzfeuchtigkeit sehr hoch bleibt oder das Holz rasch bis weit unter den Fasersättigungspunkt austrocknet. Bei der Wahl des Lagerverfahrens darf die aktuelle Waldschutzsituation nicht außer Acht gelassen werden.

Häufig beeinflusst, wie bei anderen Produkten auch, die Präsentation der Ware das Verkaufsergebnis. Deshalb ist es wichtig, das Holz korrekt und nachvollziehbar sortiert, sauber gepoltert, gut erreichbar sowie den Käuferwünschen gemäß zu lagern. Die Lagerplätze sind hinsichtlich ihres optischen Erscheinungsbildes in möglichst gutem Zustand zu halten. Eine günstige Verkehrsanbindung ist zu gewährleisten.

Vor allem bei der Nasslagerung entscheiden detailgenaue Planung, sorgfältige Auswahl eines geeigneten Platzes bzw. Gewässers, sachgerechte Ausführung und häufige Kontrollen über den Lagerungserfolg. Die beiden folgenden Tabellen enthalten kurzgefasst die wichtigsten Kriterien der heute gängigen Verfahren der Rundholzlagerung.

Tab. 12: Verfahren der Trockenlagerung von Holz

(Klicken zum Vergrößern)

| Verfahren | Poltern in Rinde | Poltern entrindet | Vorgetrocknetes Stammholz | Lebendlagerung | Konservierung durch Sauerstoffentzug |
|----------------------|---|---|--|--|---|
| Voraussetzungen | <ul style="list-style-type: none"> möglichst große Polter kompakt, gegebenenfalls abwechselnd dünn- und dickbirtig nur gesundes bzw. gesundgeschnittenes Holz im Schatten, bei höher Luftfeuchte, wenig Durchzug | <ul style="list-style-type: none"> für Nadelholz nur kurze Zeit zwischen Aufarbeitung und Poltern nur gesundes Holz im luftigen Halbschatten Lagenpolter, am Hang auch Abrollpolter In der Regel keine Insektizide nötig | <ul style="list-style-type: none"> für Fichte, Lärche, Douglasie voll besonnener, windzugänglicher Lagerplatz Lagerpolter mit Bodenfreiheit sorgfältige Aufarbeitung und Entrindung nur kurze Zeit zwischen Fällung, Entrindung und Polterung | <ul style="list-style-type: none"> nur in feuchten, halbschattigen bis schattigen Lagen kaum geschädigte grüne Krone mindestens einseitige Verbindung der Wurzeln mit dem Boden Intensive Kontrollen | <ul style="list-style-type: none"> nur frisches Holz für alle Sortimente ebener, windgeschützter Lagerplatz verpacken in Folie und verschweißen geschultes Personal, Spezialgeräte keine Insektizide häufige Kontrollen Beschädigungen der Folie durch Mäuse, Wind oder Vandalismus möglich rasche Weiterverarbeitung nach dem Auspacken |
| Kosten ¹¹ | ca. 2,- bis 4,- DM/m, m | ca. 8,- bis 15,- DM/m | ca. 15,- bis 30,- DM/m | gering bis hoch je nach Aufarbeitung | ca. 20,- bis 25,- DM/m, m |
| Wertung | <ul style="list-style-type: none"> kostengünstig nicht für Langzeitlagerung für Kiefer nur bedingt empfehlenswert gegebenenfalls Insektizidenebenanwendung nötig geeignet für alle Waldbesitzarten und -größen | <ul style="list-style-type: none"> ganzzjähriger Zugriff auf die Polter Einlagerung in der Regel bis zu zwei Jahren Erfolg von Witterung, Lage, Aufarbeitungs- und Einlagerungszeitpunkt abhängig geeignet für alle Waldbesitzarten und -größen | <ul style="list-style-type: none"> gute, sofort weiterverarbeitbare Holzqualität Holzfeuchte 25 – 30 % nach ca. drei Monaten Lagerzeit nur sinnvoll, wenn Abnehmer vorhanden und Mehrerlös erzielbar sind geeignet für größeren Waldbesitz und Waldbesitzervereinigungen | <ul style="list-style-type: none"> nur eine Vegetationsperiode sinnvoll für Bruchholz ungeeignet Waldschutzrisiko beachten kostengünstige umweltfreundliche Alternative für eine begrenzte Zeit geeignet für alle Waldbesitzarten und -größen, wenn Kontrollen sichergestellt sind | <ul style="list-style-type: none"> zuverlässiger Schutz vor Insekten- und Pilzbefall hohe Flexibilität hinsichtlich Lagerplatz und Poltergröße nur für große Holz mengen rentabel (Minimum: 1.000 fm) kann konventionelle Verfahren ergänzen geeignet für größeren Waldbesitz und Waldbesitzervereinigungen |

¹¹ Hier handelt es sich um Durchschnittswerte bei normalen Geländebedingungen

Tab. 13: Verfahren der Nasslagerung

(Klicken zum Vergrößern)

| Verfahren | Beregnung | Wasserlagerung |
|------------------------|---|---|
| Voraussetzungen | <ul style="list-style-type: none"> • wasserrechtliche Genehmigung • konkrete Detailplanung • ausreichende Dimensionierung • konzentriert auf verkehrsgünstig gelegenen Plätzen • Pötelhöhe 4 bis 5 m • nur gesundes Holz • Trennung nach Holzarten und Stärkeklassen bzw. Losen • ausreichende Beregnung der Stammseiten (einheitliche Stammlängen) • ständige Kontrollen • nicht mehr als drei Wochen zwischen Auslagerung und Einschnitt | <ul style="list-style-type: none"> • wasserrechtliche Genehmigung • ausreichende Tiefe des Gewässers • nur stehende Gewässer mit genügendem Wasseraustausch • Einlagerung einzeln, in Bündeln oder Fässen • nur gesundes Holz • nur kurze Zeit zwischen Aufarbeitung und Einlagerung • Uferbefestigung zur Ein- und Auslagerung schützt vor Beschädigungen • zusätzliche Beregnung bei Absinken des Wasserspiegels unter die Stammoberfläche (Buche) |
| Kosten | ca. 15,- bis 35,- / 25,- DM/fm | ca. 10,- bis 30,- / 20,- DM/fm |
| Wertung | <ul style="list-style-type: none"> • erprobtes Verfahren zur Langzeitlagerung von Rundholz • gute Qualitätserhaltung über einen längeren Zeitraum • Fichte drei bis sechs Jahre, Kiefer mindestens zwei Jahre, Buche zwei Jahre • Qualitätserhaltung bei Kiefer kritischer als bei Fichte • keine Insektizide • keine oder nur geringe Rissbildung • witterungsunabhängiger Zugriff auf größere Holz Mengen • Lagerung in und ohne Rinde möglich • hoher technischer Aufwand • geeignet für größeren Waldbesitz und Waldbesitzervereinigungen | <ul style="list-style-type: none"> • Stämme müssen stets frei schwimmen, damit sie nicht zu stark austrocknen (Pilzbefall) • gute Qualitätserhaltung über einen längeren Zeitraum • keine Insektizide • geringer technischer Aufwand • geringe Betriebs-, hohe Einlagerungskosten • bei mehrjähriger Lagerung steigt die Gefahr des Pilzbefalls • Bergung der schwimmenden bzw. abgesunkenen Stämme kann schwierig sein • holzzerstörende Pilze dringen oberhalb der Wasserlinie vom Fällschnitt her ein, deshalb Gesundschnitten gut möglich • geeignet für größeren Waldbesitz und Waldbesitzervereinigungen |

11 Summary

At the request of the Bavarian State Ministry of Nutrition, Agriculture and Forestry, the Bavarian State Institute of Forestry, Freising, drew up a report on wood storage, based on a great deal of information from science and practice. The report essentially contains descriptions of common modern procedures for dry and wet storage of roundwood, including details of requirements, costs, storage time and safety, as well as a final evaluation of each procedure.

As well as the proven and long practised procedures for stacking with or without bark and underwater, in practice "more modern" procedures for storing roundwood are used, such as the pre-drying of trunk wood or conserving by oxygen extraction. The irrigation technique was developed further particularly after the storms of 1972 and 1990. Living storage mainly complements other processes.

Apart from weather conditions during the storage period, proper execution of the procedure and the time lapse between processing and storing are decisive for successful storage. Damage during storage can as a rule be avoided if the water content of the wood remains very high, or if the wood dries out very quickly to a level well under the fibre saturation point. As with other products, the presentation of the goods often influences the sales result. It is therefore important to sort the wood correctly and comprehensibly and stack it neatly, accessibly and according to the purchaser's wishes. The places used for storage should be kept in as good condition as possible in terms of optical appearance and be easily accessible via road/rail, etc.. Especially for wet storage, exact planning, careful selection of a suitable place (or stretch of water), proper execution of the procedure and frequent checking of the success of storage are decisive.

The following two tables contain in brief form the most important criteria for the common modern procedures for storing roundwood.

Table 14: Procedures for dry stoage of wood

(click to enlarge)

| Procedure | Stacking with bark | Stacking de-barked | Pre-dried trunk wood | Living conservation | Conserving by exclusion of oxygen |
|---------------------|--|---|--|---|--|
| Requirements | <ul style="list-style-type: none"> stacks should be as big as possible compact, possibly top ends and bases alternately forward only sound wood or wood trimmed of any rotten parts in the shade, high humidity levels, little air circulation | <ul style="list-style-type: none"> for coniferous wood only a short time between processing and stacking only sound wood in semi-shade with good circulation of air layered stacks, also wood rolled down into stack on a slope as a rule no insecticides necessary | <ul style="list-style-type: none"> for spruce, larch, Douglas fir storage place in full sunlight and exposed to wind layered stack, off the ground careful processing and de-barking only a short time between felling, de-barking and stacking | <ul style="list-style-type: none"> only in moist areas in semi-shade or shade green crowns with very little damage roots connected to the ground on at least one side intensive checking | <ul style="list-style-type: none"> only fresh wood for all assortments flat storage place, sheltered from the wind packing in foil and sealed skilled personnel, special machinery no insecticides frequent checking damage to the foil caused by mice, wind or vandatam is possible quick further processing once wood is unpacked |
| Costs ¹⁾ | approx. 2.00 to 4.00 DM/m ³ (solid volume), m ³ (stacked) | approx. 8.00 to 16.00 DM/m ³ (solid) | ca. 18.00 to 30.00 DM/m ³ (solid) | Low to high, depending on processing | approx. 20.00 to 25.00 DM/m ³ (solid), m ³ (stacked) |
| Evaluation | <ul style="list-style-type: none"> reasonable costs not for long-term storage in the case of pine only to be recommended under certain conditions application of insecticides possibly necessary suitable for all types of forest ownership | <ul style="list-style-type: none"> access to stack throughout the year storage normally over up to two years success dependent on weather conditions, site, timing of processing and storing suitable for all types of forest ownership | <ul style="list-style-type: none"> good quality wood which can be further processed immediately moisture content of wood 25 - 30 % after approx. 3 months' storage only makes sense if buyers are available and additional revenue can be made suitable for larger forest properties and forest owner's associations | <ul style="list-style-type: none"> only one vegetation period makes sense not suitable for broken wood forest protection to be taken into consideration reasonable costs, environmentally friendly alternative for a limited time period only with intensive checking suitable for all types of forest ownership | <ul style="list-style-type: none"> reliable protection against insects and mould very flexible with regard to position and size of stack only pays for large quantities of wood (at least 1000 m³ (solid volume)) can complement conventional methods suitable for larger forest properties and forest owner's associations |

¹⁾ These are average values for normal terrain conditions.

1) These are average values for normal terrain conditions

Table 15: Wet storage procedure

(click to enlarge)

| Procedure | Irrigation | Underwater storage |
|---------------------|--|--|
| Requirements | <ul style="list-style-type: none"> • authorisation necessary (water legislation) • detailed planning • sufficient space • concentrated in places with good access to transport infrastructure • stack height 4 - 5 m • only sound wood • separated according to wood species and diameter class or lot • sufficient irrigation of cross sections (uniform trunk lengths!) • constant checking • not more than three weeks between removal from storage and sawing | <ul style="list-style-type: none"> • authorisation necessary (water legislation) • sufficient depth of water • only stagnant water with sufficient exchange of water • storage of individual trees, bundles or rafts • only sound wood • only a short period of time between processing and storage • reinforced banks for putting in and removal from storage protects banks from damage • additional irrigation if water level sinks below top surface of trunks (beech) |
| Costs | approx. 15.00 to 35.00 / 25.00 DM/m ³ (solid) | approx. 10.00 to 30.00 / 20.00 DM/m ³ (solid) |
| Evaluation | <ul style="list-style-type: none"> • proven process for long-term storage of roundwood • good quality maintained over a longer period of time • three to six years for spruce, at least two years for pine, two years for beech • maintenance of the quality is more critical for pine than for spruce • no insecticides • no or only slight cracking • access to larger quantities of wood, not dependent on weather conditions • storage with and without bark possible • high technical demands • suitable for larger forest properties and forest owner's associations | <ul style="list-style-type: none"> • trunks must always float freely, so that they do not dry out too much (mould damage!) • good quality maintained over a longer period of time • no insecticides • low technical demands • low running costs, high costs for actually putting into storage • the danger of contamination with mould rises if wood is stored over several years • retrieving the floating or sunken trunks can be difficult • mould which destroys the wood can penetrate above the water line from the cut. Possible however to trim • suitable for larger forest properties and forest owner's associations |

12 Literatur

Poltern in Rinde

FEEMERS, M. (2000): Borkenkäfer-Insektizide. Was, Wann, Wie, Wo. LWFaktuell Nr. 24, S. 9

OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN (1987): Trockenlagerung von Rundholz (Waldlagerung): Siehe AID 1181/ 1987

STREHLE, J. (1992): Entwicklung und Analyse von Lagerholzschäden - verursacht durch Rotstreifigkeit und Bläue - an aufgearbeitetem Fichtenholz aus den Windwürfen vom Frühjahr 1990 im Forstamt Zusmarshausen. Diplomarbeit FH Weihenstephan, Freising

Poltern ohne Rinde

KRAMER, P. (2000): Vorteile mit Geovlies. Wald und Holz 3, S. 50 - 51

PATZAK, W.; LÖFFLER, H. (1988): Technik und Ökonomie der Langzeitlagerung von Stammholz und Schnittholz. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 88/1988, 275 S.

Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes

ANONYMUS (1997): Starkes Bauschnittholz aus natürlich getrocknetem Rundholz. Holzzentralblatt Nr. 98, S. 1429 - 1430

ANONYMUS (1999): Rundholztrocknung - Chance für kleine und mittlere Sägewerksbetriebe. Holzzentralblatt Nr. 3 - 4, S. 34

EISENBARTH, E. (2000): Hinweise zur Anlage eines Qualitäts-Bau-Holz-Lagerplatzes. AFZ/Der Wald 13, S. 670 - 671

EISENBARTH, E.; ENCKE, B.-G. (2000): Vortrocknung von Fichtenstammholz zur Erzeugung von Qualitäts-Bau-Holz. AFZ/Der Wald 13, S. 668 - 669

FRÜHWALD, A.; STEFFEN, A.; KUHL, O.; KRAUSE, H.-A. (1994): Trockenkonservierung von Nadelholz als Alternative zur Berieselung und zur Erzeugung von trockenem Bauholz. Abschlussbericht Hamburg

KUHL, O. (1986): Waldtrockenkonservierung von Fichtenstammholz doch empfehlenswert? Allgemeine Forstzeitschrift 48, S. 1207 - 1208

KUHL, O.; HAUSCHULTE, G. (1988): Lufttrocknung von Fichtenstammholz als Alternative zur Nasslagerung. Holzzentralblatt Nr. 105, S. 1457 - 1458, 1462

MAKAS, M.; SCHUMACHER, P.; WEGENER, G. (1998): Das Ziel:

Halbtrockenes Qualitätsbauholz. Holzzentralblatt Nr. 16, S. 246

MAKAS, M.; SCHUMACHER, P.; WEGENER, G.; EISENBARTH, E.; EDELMANN, P.; BÜCKING, M. (1998): Vorgetrocknetes Fichtenstammholz hoher Qualität. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt ST 31, München, unveröffentlicht

SCHUMACHER, P.; MAKAS, M.; WEGENER, G. (1997): Vortrocknung von Stammholz für die Herstellung von Listenbauholz. AFZ/Der Wald 22, S. 1216 - 1217

SCHUMACHER, P.; MAKAS, M.; WEGENER, G.; EISENBARTH, E.; EDELMANN, P.; BÜCKING, M. (1998): Vorgetrocknetes Fichtenstammholz hoher Qualität. Holzzentralblatt Nr. 140, S. 2110 - 2111

STEFFEN, A.; FRÜHWALD, A.; KUHL, O.; KRAUSE, H. (1995): Trockenkonservierung von Nadelrundholz als Alternative zur Berieselung und zur Erzeugung von trockenem Bauholz. Holzzentralblatt Nr. 35 - 36, S. 581, 586, 590

STEFFEN, A.; LANG, A.; WELLING, J. (1998): Umweltfreundliche und flexible Erzeugung von trockenem Bauholz durch Rundholztrocknung. Holzzentralblatt Nr. 40, S. 613, 618, 620

WEGENER, G. (1998): Lagerungsversuch - Angebot vorgetrockneten Fichtenstammholzes zur Erzeugung von Qualitätsbauschnittholz und Konstruktionsvollholz zur Stärkung der Konkurrenzfähigkeit kleiner und mittlerer Gattersägewerke am Bauholzmarkt. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Nr. 44/99, Jahresbericht 1998

WELLING, J.; LANG, A.; SCHARAI-RAD, M.; SPECKELS, L. (1999): Trocknung ganzer Stämme im Wald. Forschungsreport 2, S. 26 - 28

Lebendlagerung

BÜCKING, M.; EISENBARTH, E.; JOCHUM, M. (1997): Untersuchungen zur Lebendlagerung von Sturmwurfholz der Baumarten Fichte, Kiefer, Douglasie und Eiche. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Nr. 42/97

DELORME, A.; WUJCIAK, R. (1973): Erfahrungen mit der "Lebendkonservierung" von Sturmwurfholz. Forstarchiv 3, S. 46 - 47

EISENBARTH, E. (1995): Lebendlagerung von Nadelholz. Allgemeine Forstzeitschrift 2, S. 82 - 84

EISENBARTH, E. (1995): Schnittholzeigenschaften bei Lebendlagerung von Rotbuche aus Wintersturmwurf 1990 in Abhängigkeit von Lagerart und

Lagerdauer. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Nr. 33/95

MAHLER, G.; SCHRÖTER, H.; SEEMANN, D.; WURSTER, M.; TEXTOR, B. (2000): Lebendlagerung muss ein Teil der Strategie werden. AFZ/Der Wald 9, S. 452 - 453

SCHUMACHER, P. (1993): Lebendkonservierung von windgeworfenen Fichten - Entwicklung der Holzqualität. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt X 16, München, unveröffentlicht

Konservierung durch Sauerstoffentzug

BÖCK, K. (1999): Konservieren von Stammholz. Forst & Technik 9, S. 38

MAIER, T. (1998): Rundholzkonservierung à la Christo - ein neues Lagerverfahren für Rundholz. AFZ/Der Wald Nr. 26, S. 1597 - 1599

GROß, M.; MAHLER, G.; KLEBES, J. (1998): Erfahrungen mit der Rundholzkonservierung durch Schnittflächenversiegelung und Folienabdeckung. Holzzentralblatt Nr. 63, S. 1043 - 1044

MAHLER, G. (1992): Konservierung von Holz durch Schutzgas. Allgemeine Forstzeitschrift 19, S. 1024 - 1025

MAIER, T.; SCHÜLER, G.; MAHLER, G. (1999): Ganzjährig frisches Rundholz aus dem Lager. Holzzentralblatt Nr. 73, S. 1092 - 1094

SCHÜLER, G. (1998): Alternative Holzkonservierung durch Sauerstoffentzug - Umsetzung in die Praxis. Versuchsbericht 1998/8, FVA Freiburg

SCHÜLER, G. (2000): Rundholzkonservierung unter Sauerstoffabschluss. Wald und Holz 3, S. 47 - 49

SCHÜLER, G.; WURSTER, M. (2000): Rundholzkonservierung unter Sauerstoffabschluss. AFZ/Der Wald 6, S. 266 - 267

Nasslagerung

CENTRALE MARKETINGGESELLSCHAFT DER DEUTSCHEN AGRARWIRTSCHAFT (HRSG.) (1982): Nasskonservierung von Kalamitätsholz. Bonn

HÜTTE, G.; SCHUMACHER, P. (1992): Neues Verfahren zur Schätzung der Holzfeuchtigkeit von Fichtenrundholz. Allgemeine Forstzeitschrift 19, S. 1026 - 1027

LIESER, H.; PRÜM, H.-J. (1990): Folgerungen aus der Messung der

Holzfeuchte in Fichten-Windwürfen. Allgemeine Forstzeitschrift 30 - 31, S. 773 - 774

LIESER, H.; PRÜM, H.-J. (1990): Holzfeuchtemessungen in Fichten-Windwurfschlägen. Holzzentralblatt Nr. 84, S. 1344

Beregnung

ANONYMUS (1989): Qualität von Fichten- und Kiefernholz aus Waldschadensgebieten nach zweijähriger Beregnung von Rundholz. Holzzentralblatt Nr. 42, S. 624

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1992): Bayerische Staatsforstverwaltung, Jahresbericht. München

BRAUN, M.; LEWARK, S. (1992): Nasslagerung von Buchenstammholz aus den Sturmwürfen 1990 im Saarland (2). Holzzentralblatt Nr. 112, S. 1739, 1742

BUES, C.-T. (1993): Qualität von beregnetem Fichtenholz nach Auslagerung und Einschnitt. Holzzentralblatt Nr. 119, S. 498 - 499, 524 - 526

BUES, C.-T.; LÄUFER, H. (1993): Qualität von Fichtenstammholz aus einem Beregnungspolter. Allgemeine Forstzeitschrift 9, S. 432 - 433

BUES, C.-T.; LÖSER, R. (1998): Untersuchung der Festigkeit von 5 Jahre beregnetem Fichtenrundholz. AFZ/Der Wald 3, S. 137 - 138

EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) (2000): Lehren aus der Zeit "Vivians". Wald und Holz 2, S. 47 - 48

FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG (1990): Merkblatt über den Winterbetrieb von Beregnungsanlagen. Freiburg

GANG, R. (1993): Nasslagerung - Zwischenbericht aus dem Staatswald der Oberforstdirektion Augsburg. FORSTINFO 2/93, München

GRAMMEL, R.; WINNERSBACH, P.; URMES, A. (1990): Die Auswirkungen einer dreijährigen Nasskonservierung durch künstliche Beregnung auf einige technologische Eigenschaften von Fichtenstammholz. ForstArchiv 61. Jahrgang, S. 4 - 6

GROß, M.; MAHLER, G. (1991): Hinweise zur Auslagerung von beregnetem Fi/Ta-Stammholz. Bericht Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 1991/5

GROß, M.; MAHLER, G.; RATHKE, K.-H. (1991): Holzqualität, Auslagerung und Bearbeitung von beregnetem Fichten/Tannen-Stammholz. Holzzentralblatt

Nr. 149, S. 2440 - 2441

GROß, M.; METZLER, B.; SCHUMACHER, P. (1996): Hallimaschbefall an beregnetem Sturmholz. AFZ/Der Wald 6, S. 329 - 332

KANITZ GRAF, H. (1991): Berechnungstechnik im Bereich der Forstdirektion Koblenz. Allgemeine Forstzeitschrift 5, S. 245 - 247

KRENN, K.; BRANDSTÄTTER, M. (1991): Qualitätsentwicklung von nassgelagertem Nadelschleifholz. Holzforschung und Holzverwertung Nr. 1, S. 17 - 19

LEHNHAUSEN, H. (1992): Nasslagerung von Buchenstammholz aus den Sturmwürfen 1990 im Saarland. Holzzentralblatt Nr. 106, S. 1577 - 1578

PATZAK, W.; LÖFFLER, H. (1988): Technik und Ökonomie der Langzeitlagerung von Stammholz und Schnittholz. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 88/1988, 275 S.

RATHKE, K.-H. (1991): Untersuchungen beim Einschnitt von beregnetem Fichtenrundholz aus der Sicht der Sägeindustrie. Holzzentralblatt Nr. 149, S. 2442

SCHMIDT, O.; WAHL, G. (1987): Vorkommen von Pilzen und Bakterien im Stammholz von geschädigten Fichten nach zweijähriger Berieselung. Holz als Roh- und Werkstoff 45, S. 441 - 444

SCHUMACHER, P.; GROSSER, D.; WEGENER, G. (1995): Pilzbefall an beregnetem Fichtenstammholz nach 3½-jähriger Konservierungsdauer. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt ST 16, München, unveröffentlicht

SCHUMACHER, P.; WEGENER, G.; GLOS, P. (1997): Befall beregneten Fichtenstammholzes durch Hallimasch und andere holzbesiedelnde Pilze nach bis zu 6-jähriger Konservierungsdauer. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt X 28, München, unveröffentlicht

SCHUMACHER, P.; WEGENER, G. (1998): Qualität von entrindetem Fichtenstammholz nach dreijähriger Beregnung. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt X 30, München, unveröffentlicht

SCHWAB, E.; FRÜHWALD, A.; LIESE, W.; PEEK, R.-D.; PULS, J. (1988): Nasslagerung von Fichten- und Kiefernrundholz aus Waldschadensgebieten. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg Nr. 160/1988

STUHLENMILLER, J. (1994): Untersuchungen über die Wirkung der Beregnung von Fichtenstammholz zur Verminderung von Lagerholzschäden, verursacht durch Bläue und Rotstreifigkeit. Diplomarbeit FH Weihenstephan, Freising

VOß, A.; BECKER, M. (1989): Forstbetriebliche Ziele der kalamitätsunabhängigen Nasskonservierung von Nadelstammholz. Allgemeine Forstzeitschrift 5, S. 1340 - 1341

WINKLER, M. (2000): Erfahrungen aus dem Kanton Zug. Wald und Holz 2, S. 44 - 46

Wasserlagerung

AUSTRALIAN OVERSEAS INFORMATION SERVICE (1988): Qualitätserhaltung von Holz nach Waldbränden in Australien. Allgemeine Forstzeitschrift 19, S. 514

DEMHARTER, A. (1996): Qualität von Fichtenstammholz nach vierjähriger Lagerung. Diplomarbeit LMU München

GRUNWALDT, C.; LEWARK, S. (1993): Wasserlagerung von Buchenstammholz (2). Holzzentralblatt Nr. 107, S. 1682, 1684

MOOG, C. (1992): Erfahrungen mit der Nasslagerung von hochwertigem Buchenstammholz. Allgemeine Forstzeitschrift 8, S. 410 - 411

NIEMZ, P.; HÄNSEL, A. (1990): Schallemissionsmessungen bei der Wasserlagerung von Vollholz. Holztechnologie Leipzig 30 (1990) 6, S. 327 - 328

PATZAK, W.; LÖFFLER, H. (1988): Technik und Ökonomie der Langzeitlagerung von Stammholz und Schnittholz. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 88/1988, 275 S.

SELING, I.; LEWARK, S. (1993): Wasserlagerung von Buchenstammholz (1). Holzzentralblatt Nr. 105, S. 1605, 1610

Rechtsgrundlagen

BAYERISCHE STAATSMINISTERIEN DES INNERN, FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN UND FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1985): Nasskonservierung von Rundholz, Gemeinsame Bekanntmachung LUMBl. Nr. 2/1985

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN (1986): Nasskonservierung von Rundholz. München

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN (1990): Nasskonservierung von Rundholz - technische Empfehlungen. IMS Nr. IIB3-4536.5-004/90 vom 14.12.1990

Wasserqualität

BRECHTEL, H. M. (1992): Forsthydrologische Beiträge zur Umweltverträglichkeitsprüfung und Beweissicherung. Allgemeine Forstzeitschrift 12, S. 649 - 652

HAMMES, W. (1989): Beeinflussung der Gewässerqualität durch Nasslagerung von Sturmholz. Allgemeine Forstzeitschrift 16 - 17, S. 423 - 428

ITTEL-REINLASSÖDER, I. (1991): Überwachung der Wasserqualität an Nasslagerplätzen. Allgemeine Forstzeitschrift 5, S. 248 - 251

PEEK, R.-D. (1989): Abwasserqualität von Beregnungsplätzen. Holzzentralblatt Nr. 153, S. 2423 - 2426 STOLL, M. (1990): Zur Bewertung der Abwasserbelastung durch Nasskonservierung von Kalamitätsholz. Holzzentralblatt Nr. 65, S. 1042

Verfärbungen

BRAUN, M.; LEWARK, S. (1992): Nasslagerung von Buchenstammholz aus den Sturmwürfen 1990 im Saarland (2). Holzzentralblatt Nr. 112, S. 1739, 1742

BUES, C.-T.; LÄUFER, H. (1993): Qualität von Fichtenstammholz aus einem Beregnungspolter. Allgemeine Forstzeitschrift 9, S. 432 - 433

BUTIN, H. (1989): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. 2. Auflage. Stuttgart, New York: Georg Thieme, 216 S.

GROß, M.; MAHLER, G.; RATHKE, K.-H. (1991): Holzqualität, Auslagerung und Bearbeitung von beregnetem Fichten/Tannen-Stammholz. Holzzentralblatt Nr. 149, S. 2440 - 2441

HALMSCHLAGER, E. (1992): Holzverfärbung durch "Bläuepilze". Ursachen, Vorbeugung, Bekämpfung. Internationaler Holzmarkt 4, S. 5 - 7

MOOG, C. (1992): Erfahrungen mit der Nasslagerung von hochwertigem Buchenstammholz. Allgemeine Forstzeitschrift 8, S. 410 - 411

PEEK, R.-D.; LIESE, W. (1987): Braunfärbungen an lagernden Fichtenstämmen durch Gerbstoffe. Holzzentralblatt Nr. 98 - 99, S. 1372

SELING, I.; LEWARK, S. (1993): Wasserlagerung von Buchenstammholz (1). Holzzentralblatt Nr. 105, S. 1605, 1610

Sonstiges

AID (1991): Die Konservierung von Nadelstammholz. Heft Nr. 1181/1987

ANONYMUS (1990): Sturmholz 1990 - Rundholzlager sachgerecht auflösen. Internationaler Holzmarkt 20, S. 12 - 13

ANONYMUS (1991): Gefährdung der Wettbewerbsfähigkeit befürchtet. Holzzentralblatt Nr. 137, S. 2214

ARNOLD, G. (1990): Stammholzeinlagerung in einer Kiesgrube. Holzzentralblatt Nr. 122, S. 1875

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1994): Hinweise zur Lagerung von Sturmholz. München, 11 S.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1995): Holzlagerung. FORSTINFO 12/1995, München

BOHLANDER, F. (KWF) (2000): Techniken der Rundholzkonservierung. Forsttechnische Informationen 1 und 2, S. 8 - 10

FELDKÖTTER, D.; FISCHER, C. (1986): Erfahrungen bei der Aufarbeitung und Vermarktung des Windwurfholzes vom November 1984 im Bereich der Höheren Forstbehörde Rheinland. Allgemeine Forstzeitschrift 4, S. 59 - 60

FRONIUS, K. (1990): Konservierung von Nadelrundholz. Holzzentralblatt Nr. 48, S. 746

KASSEL, R. (1985): Erfahrungen bei der Sturmwurfbewältigung im Forstamt Kastellaun. Allgemeine Forstzeitschrift 25 - 26, S. 642 - 644

KIRWALD, H.; RIEDEL, B.; RIEDERER VON PAAR, FRHR. F. (1985): Katastrophenbewältigung in einem privaten Forstbetrieb. Allgemeine Forstzeitschrift 40 - 41, S. 1069 - 1071

KOLLMANNBERGER, M. (1985): Wetterbedingte Schäden im Forstamt Riedenburg und deren Bewältigung aus der Sicht der Forstamtsleitung. Allgemeine Forstzeitschrift 40 - 41, S. 1067 - 1068

LANDESFORSTVERWALTUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (1995): Dokumentation der Sturmschäden 1990. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Band 75 (vergriffen)

LANGER, C. (1986): Erfahrungen und Konsequenzen aus der Sturmholzaufarbeitung 1984/85 im Forstamt Crailsheim. Allgemeine Forstzeitschrift 18, S. 440 - 443

LIESE, W.; PEEK, R.-D. (1987): Erfahrungen bei der Lagerung und Vermarktung von Holz im Katastrophenfall. Allgemeine Forstzeitschrift 35 - 36, S. 909 - 912

SCHULZ, H. (1990): Hinweise zur Lagerung von Sturmholz. Holzzentralblatt Nr.

65, S. 1048 - 1049

MEYER, V. (1989): Die Kiefer aus der Sicht des Sägewerkers. Holzzentralblatt Nr. 99, S. 1475

PEEK, R.-D. (1990): Holzeinlagerung nach Forstkalamitäten zur Qualitätserhaltung von Nadel- und Laubholz (1). Holzzentralblatt Nr. 40, S. 646

PEEK, R.-D. (1990): Holzeinlagerung nach Forstkalamitäten zur Qualitätserhaltung von Nadel- und Laubholz (2). Holzzentralblatt Nr. 41, S. 653 - 654, 658

SCHÄFER, B. (2000): Seminar Holzvermarktung, 24./25.3.2000, Verband Weihenstephaner Forstingenieure, unveröffentlicht

SCHNEIDER, E. (1990): Die 1990er Sturmschäden in den Wäldern von Rheinland-Pfalz (2). Holzzentralblatt Nr. 62 - 63, S. 1018, 1020, 1022

SCHULZ, H.; SCHUMACHER, P.; EDELBAUER, G., FALTL, W. (1991): Hinweise zur Lagerung von Sturmschadensholz. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt X 15, München, unveröffentlicht

SCHUMACHER, P. (1996): Verringerung von Sekundärschäden infolge mechanischer Stammverletzungen bei maschineller Entrindung von Stammholz. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt X 24, München, unveröffentlicht

WALLESCH, W. (1985): Sturm- und Immissionsschäden und Holzverwertung in Rheinland-Pfalz. Allgemeine Forstzeitschrift 25 - 26, S. 644 - 646

WEIß, H. (1973): Technische und organisatorische Hinweise zur Sturmholzaufbereitung. Allgemeine Forstzeitschrift Nr. 3, S. 30, 32, 34, 35

WIDMANN, P. (1995): Insektizide gegen Buchdrucker, Nutzholzborkenkäfer & Co vermeiden. Allgemeine Forstzeitschrift 18, S. 1004, 1006

ZUBER, R. (1991): Sturmschäden 1990: Eine Lagebeurteilung aus der Sicht der Praxis. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen, 142 (1991) 6, S. 471-476

Verwaltungsinterne Quellen

BAYERISCHES FORSTAMT ALTÖTTING (1996): Holzeinlagerung beim FoA Altötting. FoS vom 27.08.1996 Nr. 917 - FG 410/H 155 mit Anlagen (Sonstiges)

BAYERISCHES FORSTAMT ZUSMARSHAUSEN (1995): FoS vom 16.11.1995 Nr. H 155 (Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes)

OBERFORSTDIREKTION AUGSBURG (1995): OfoS vom 21.8.1995 Nr. H 155 und OfoS vom 29.11.1995 Nr. 5269 H 155 (Bereitstellung vorgetrockneten

Stammholzes)

OBERFORSTDIREKTION AUGSBURG (1992): Anlage zum OFS vom 11.08.1992 Nr. 5593-H 100 a/SA (Berechnung)

OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN (1992): Merkblatt "Berechnetes Fichtenstammholz". München (Berechnung)

OBERFORSTDIREKTION MÜNCHEN (1990): Erfahrungen mit Nasslagern nach 1990 (Berechnung)

13 Anhang

13.1 Winterbetrieb von Beregnungsanlagen

Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden- Württemberg, Freiburg

Merkblatt über den Winterbetrieb von Beregnungsanlagen

Bei stärkerer Sonnenbestrahlung treten auch im Winter an nassgelagertem Holz erhebliche Feuchtigkeitsverluste durch Verdunstung auf. Um eine qualitätsmindernde Austrocknung des Holzes zu vermeiden, bzw. eine Wiederbefeuchtung zu erreichen, ist daher auch in den Wintermonaten eine Beregnung auf den Nasslagerplätzen soweit als möglich aufrecht zu erhalten. Da die Beregnungsanlagen aber nur bedingt für den Winterbetrieb geeignet sind, ist eine sorgfältige Überwachung der Funktionsfähigkeit der technischen Anlagen erforderlich. Insbesondere Pumpen, Magnetventile und Leitungen müssen gegen Frostschäden gesichert werden.

Um während des Winters einen verdunstungshemmenden Eisbelag auf den Holzpoltern zu erreichen, ist eine Beregnung bei Temperaturen unter 0 Grad C erforderlich und bei sorgfältiger Überwachung der Anlagen auch technisch möglich.

Die folgenden Witterungsbedingungen sind dabei zu unterscheiden:

I. Übergangszeit im Herbst und Frühjahr, gekennzeichnet durch mäßige Nachtfröste (bis -5 Grad C) und Tagestemperaturen von zum Teil deutlich über 0 Grad C.

Situation: Beregnung notwendig, Anlage noch funktionsfähig, intensive Wartung notwendig, es bildet sich eine Eisschicht

Maßnahmen:

a) Anlagen mit einem Beregnungskreis

- Anlage bei Minustemperaturen (in der Regel nachts) in Dauerbetrieb laufen lassen
- Wenderegner im Kreis laufen lassen (Sektoreinrichtung vereist sonst)
- Strahlstörschraube ganz zurückschrauben (falls vorhanden)

b) Anlagen mit mehreren Beregnungskreisen

(= Magnetventile für 2, maximal 3 Kreise)

(= gegenseitig verriegelte Pumpen)

Bei intermittierender Beregnung sind die Beregnungs/Pausenintervalle möglichst kurz zu wählen (10-Minuten-Takt bei zwei, 5-Minuten-Takt bei drei Beregnungskreisen), Magnetventile gegen Frost schützen (Strohballen).

II. Winterzustand, gekennzeichnet durch Dauerfrost, bzw. durch Tageshöchsttemperaturen wenig über 0 Grad C.

Situation: Beregnung nicht mehr notwendig, es hat sich ein Eispanzer um die Stämme gebildet.

Maßnahmen:

1. Leitungssystem

- Magnetventile ausbauen und in entleertem Zustand frostfrei lagern
- alle nicht frostfrei verlegten Rohrleitungen und Schläuche sind zu entleeren

das heißt:

- Öffnen der Schnellkupplung an allen Tiefpunkten und die Schnellkupplungsrohre nebeneinanderlegen oder in entleertem Zustand wieder anschließen
- Wasser aus den Schläuchen vom Regner beginnend ausfließen lassen
Schläuche und Rohre sind in entleertem Zustand frostfest und können ebenso wie die Regner an Ort und Stelle bleiben
- alle Schieber und Hähne in der Anlage öffnen und offenlassen

2. Pumpe/Wasserentnahme

a) Kreis-/Blockpumpen

- aus der Pumpe muss alles Wasser abgelassen werden. Alle Fabrikate haben einen Entleerungsstopfen, der in der Regel an der Unterseite des Gehäuses liegt, dabei über Luftschraube im Kopfstück belüften (siehe Betriebsanleitung)
- Saugleitung entleeren bzw. abbauen

b) Unterwasserpumpen

- Frostsichere Brunnenpumpe im Brunnen belassen und Druckleitung bis zur Frostgrenze entleeren.
- Ist der Schacht nicht frostsicher: Pumpe ausbauen und in frostsicherem Raum stehend lagern. Vor Wiedereinbau Motorfüllung kontrollieren.

III. Längere frostfreie Perioden

Situation: Der Eispanzer ist abgetaut; die Wiederaufnahme der Beregnung ist erforderlich.

Maßnahmen:

- Entleerungsstopfen der Pumpe einschrauben (Dichtung nicht vergessen) bzw. Tauchpumpe installieren.
- Alle Rohrkupplungen schließen, am Rohrende den Endstopfen aufsetzen. - Alle Entleerungshähne schließen und Schläuche ankuppeln (Geka)
- Saugleitungen und Pumpen mit Wasser auffüllen bis zum Druckanschlussschieber am Pumpendruckstutzen.
- Schieber am Pumpendruckstutzen schließen. - Pumpe gegen geschlossenen Druckanschlussschieber laufen lassen.
- Druckanschlussschieber langsam öffnen, wobei der Betriebsdruck möglichst gehalten werden soll.
- Wenn alle Leitungen gefüllt sind und alle Regner arbeiten, den Druckschieber ganz öffnen.

Konservierung der Pumpen

Hier differieren die Meinungen der Pumpenhersteller

Grundfoss: Konservierung nicht notwendig, bei Verwendung von mineralöhlhaltigen Produkten sogar Störungen bei Wiederinbetriebnahme. Für ältere Pumpen und solche mit Laufrädern aus Gusseisen Mischung von 1:1 mit Propylenglykol (z.B. Antifrogen L) als Konservierungsmittel verwenden.

EMU: Falls Pumpe ausgebaut und trocken gelagert wurde, bei Wiederauffüllung mit Wasser EMU-Konservierungsöl im Verhältnis 1:100 zugeben.

Ritz: Analog Grundfoss

KSB: Bei Ausbau der Tauchpumpen Typ Cora und UPA ist das im Motor enthaltene Wasser abzulassen und die Pumpe mit Konservierungsmittel aufzufüllen. Vor Inbetriebnahme das Konservierungsmittel entfernen.

Kreiselpumpen: Etabloc GN, Etachrom B und NG Konservierung des Pumpengehäuses nur bei Aufstellung im Freien notwendig, nicht aber, wenn die Pumpe in einem Pumpenhaus steht.

Das Konservierungsmittel ist bei der KSB Niederlassung Stuttgart erhältlich: 5 l für 212,- DM, Mischungsverhältnis 1:3, wiederverwendbar, Beseitigung des

Mittels über Sondermüll.

TIP: Berechnungspraktiker halten eine Konservierung der Pumpen wegen einer kurzen Außerbetriebsetzung (wenige Monate) nicht für erforderlich. Wird bei landwirtschaftlichen Beregnungsanlagen so gut wie nicht gemacht, ohne dass Störungen an den Pumpen auftreten.

Vorbereitung der Anlagen

Es wird empfohlen:

- die Druckleitungen, soweit möglich, mit Hilfe von Stützen mit Gefälle zu verlegen. Das heißt Konzentration auf wenige Tiefpunkte, die dann relativ schnell zu öffnen sind.
- Rohrsystem bei freiem Auslauf mehrfach durchspülen.
- Schläuche mit Gefälle (evtl. Serpentina) über das Polter verlegen.
- Sofern nicht schon geschehen, fest verlegte Saugleitungen mit einer Ablassvorrichtung versehen (z.B. Anbohrschelle mit Verschluss)

Eckdaten:

- Kreisregner arbeiten bis ca. -7 Grad C
- Sektorregner arbeiten bei Frost nicht (Wendeeinrichtung vereist), deshalb rechtzeitig auf Kreisbetrieb umstellen
- Beregnung solange wie möglich aufrecht erhalten
- bei Dauerfrost und Schneelage ist Beregnung nicht notwendig
- Wiederaufnahme der Beregnung bei längeren frostfreien Perioden

Bei allen technischen Schwierigkeiten sollte nicht vergessen werden, dass der Erhaltung der Holzqualität die größte Bedeutung zukommt. Dazu ist es erforderlich, die Beregnung, wann immer möglich, aufrecht zu erhalten.

Wir bedanken uns für die Genehmigung zum Abdruck des Merkblattes bei Herrn Ltd. FD Dr. MAHLER, FVA Freiburg.

13.2 Zusammenstellung der Investitionskosten für Beregnungsplätze

[Oberforstdirektion Augsburg 1992]

Forstamt:

Beregnungsplatz:.....

Zusammenstellung der Investitionskosten für Beregnungsplätze, die in Regie betrieben werden
(auf Staats- und Fremdgrund)

1. Platzvorbereitung

| | | | |
|-----|------------------|------------|-----------|
| a) | Wegeneubau | lfm | |
| | Wegebaumaterial* | | DM |
| | Anfuhrkosten* | | +..... DM |
| | Baukosten | | +..... DM |
| | | | =..... DM |
| | b) | Wegeausbau | |
| lfm | | | |
| | Wegebaumaterial* | | DM |
| | Anfuhrkosten* | | +..... DM |
| | Baukosten | | +..... DM |
| | | | =..... |
| DM | | | |
| | | | c) |
| | Sonstiges | | |
| | | | |
| DM | | | |

2. Stromanschluss

Art des Anschlusses:

(provisorisch mit eigener Trafostation, Hausanschluss, ...)

Leitungslänge (..... m)

| | | | |
|----|--------|--|-------|
| | Kosten | | |
| DM | | | |

3. Beregnungsanlage

| | | | |
|----|-----------------|--|--------|
| | Brunnen | | |
| DM | | | |
| | Pumpe (.....kW) | | +..... |

DM

Leitungen (.....m) +.....
DM

Schläuche (.....m) +.....
DM

Regner(.....Stck.) +.....
DM

Montagekosten +.....
DM

DM =.....

*: - einschl. evtl. Nachschüttungen

- einschl. interner Verrechnung ..

13.3 Zusammenstellung der laufenden jährlichen Kosten für Beregnungsplätze

[Oberforstdirektion Augsburg 1992]

Forstamt:

Beregnungsplatz:.....

Forstdienststelle:

Zusammenstellung der laufenden jährlichen Kosten für Beregnungsplätze, die in Regie betrieben werden

(auf Staats- und Fremdgrund)

- ohne Abschreibung –

| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|--|-------------|------|------|------|------|
| | DM pro Jahr | | | | |
| 1. Grundstückspacht | | | | | |
| Fremdgrund: DM/ha und Jahr | | | | | |
| Staatsgrund:..... DM/ha und Jahr | | | | | |
| (kalkulatorisch) | | | | | |
| Sonstiges | | | | | |
| Zwischensumme1: | | | | | |
| 2. Pflege und Instandsetzung des Platzes | | | | | |
| Pflegearbeiten: an Wegen | | | | | |
| an Gräben | | | | | |
| an Wasserentnahmestellen | | | | | |
| Instandsetzungsarbeiten: an Wegen | | | | | |
| an Gräben | | | | | |
| an Wasserentnahmestellen | | | | | |
| Sonstiges..... | | | | | |
| Zwischensumme 2: | | | | | |
| 3. Energiekosten | | | | | |
| Elektrische Pumpen: | | | | | |
| - Mietkosten für die elektrische Anlage | | | | | |
| - Mietkosten für den Trafo | | | | | |
| - Grundgebühr | | | | | |
| - Kosten pro kWh: DM/kWh | | | | | |
| - Verbrauch kWh pro Monat: | | | | | |
| max. kWh im 19.. | | | | | |
| min. kWh im 19.. | | | | | |

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| <p>Ø kWh</p> <p>- Stromkosten Verbrauch</p> | | | | | |
| <p>Dieselpumpen(....DM/I,DM/MAS)</p> <p>Sonstiges</p> <p style="text-align: right;">Zwischensumme 3:</p> | | | | | |
| <p>4. Platzbetreuung</p> <p>Lohnkosten für Waldarbeiter</p> <p>(... DM/Std. incl. LNK ... Std/Woche)</p> | | | | | |
| <p>Unternehmer (... DM/Std.,</p> <p style="text-align: right;">... Std./Woche)</p> <p>Sonstiges</p> <p style="text-align: right;">Zwischensumme 4:</p> | | | | | |
| <p>5. Ersatzbeschaffung, Reparatur und</p> <p>Wartung</p> <p>Ersatzbeschaffung, Kleinteile</p> <p>(Regner, Schläuche, ...)</p> <p>Ersatzbeschaffungen (Einzelwert ></p> <p>1000,-- DM)</p> <p>.....</p> | | | | | |
| <p>Reparatur, Kleinteile</p> <p>(Regner, Schläuche, ...)</p> <p>Reparatur (Einzelkosten > 1000,-- DM)</p> <p>.....</p> <p>Wartungsarbeiten</p> <p>.....</p> <p style="text-align: right;">Zwischensumme 5:</p> | | | | | |
| <p>6. Kosten für Überwinterung</p> <p>soweit nicht unter Ziffer 4 enthalten</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p style="text-align: right;">Zwischensumme 6:</p> | | | | | |
| <p>7. Sonstiges</p> <p>.....</p> | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| Zwischensumme 7: | | | | | |
| Sa. Laufende jährliche Kosten: | | | | | |
| Jeweils zum 31.12. des Jahres eingelagerte Holzmenge in fm | | | | | |
| | | | | | |

{Text}

13.4 Borkenkäferinsektizide und Anwendungsvorschriften

Tab. 16: Borkenkäferinsektizide und Anwendungsvorschriften für liegendes Laub- und Nadelholz, Einzelstämme, Schichtholz und Polter (nach Feemers 2000)

| | Fastac Forst | Karate WG Forst | Ripcord 40 |
|--|--|--|--|
| Zulassungsinhaber | Cyanamid Agrar | Zeneca Agro | Cyanamid Agrar |
| Anwendungsbereiche¹ | liegendes Laub-/Nadelholz (Einzelstamm, Schichtholz ² , Polter ²) | liegendes Laub- und Nadelholz (Einzelstamm, Schichtholz, Polter) | liegendes Laub- und Nadelholz (Einzelstamm, Schichtholz ² , Polter ²) |
| Gewässerabstandsauflagen³ | 40 m NW200, NW601 | 40 m NW200, NW601 | Einzelstämme: 10 m Schichtholz, Polter: 20 m NW200, NW600 |
| Borkenkäferarten | Rindenbrüter bei festgestellter Gefährdung: bis 12 Wochen ---> 1%ig bis 24 Wochen ---> 2%ig vor Ausflug: 1%ig | Rindenbrüter bei festgestellter Gefährdung: 0,4%ig vor Ausflug: 0,8%ig | Rindenbrüter bei festgestellter Gefährdung: bis 12 Wochen ---> 0,25%ig bis 24 Wochen ---> 0,5 %ig vor Ausflug: 0,5%ig dünnrindige Baumarten, vor Ausflug: 0,25%ig |
| Behandlungszeitpunkt | | | |
| Schutzdauer⁴ | | | |
| Anwendungskonzentrationen⁵ | Holzbrüter (außer <u>Xylosandrus germanus</u>) bei festgestellter Gefährdung: bis 12 Wochen ----> 1%ig bis 24 Wochen ----> 2%ig nach Befallsbeginn: 1%ig Bock- und Prachtkäfer vor Ausflug: bis 12 Wochen ---> 1%ig bis 24 Wochen ---> 2%ig | Holzbrüter bei festgestellter Gefährdung: 0,4%ig nach Befallsbeginn: 0,8%ig | Holzbrüter bei festgestellter Gefährdung: bis 12 Wochen ---> 0,25%ig bis 24 Wochen ----> 0,5%ig nach Befallsbeginn: 0,5%ig |
| Wirkstoffgruppe/-stoff | Pyrethroide / Alpha-Cypermethrin | Pyrethroide / Lambda-Cyhalothrin | Pyrethroide / Cypermethrin |
| Formulierung | 15 g Wirkstoff/l; flüssig formuliert; lösungsmittelfrei | 50 g Wirkstoff/kg; wasserdispersierbares Granulat (=WG) | 400 g Wirkstoff/l, flüssig formuliert |
| Sonstiges | nicht bienengefährlich (NB 663) ⁶ ; Erweiterung der Zulassung für Ziergehölzbereich ⁷ | bis zur höchsten zugelassenen Aufwandmenge nicht bienengefährlich (NB 664-3) ⁶ ; Erweiterung der Zulassung für Ziergehölzbereich ⁷ | bienengefährlich (NB 6611) ⁶ |

¹ Berücksichtigt ist hier jeweils nur der Einsatz der Präparate als Borkenkäferinsektizid; alle anderen Zulassungsbereiche sind hier nicht aufgeführt.

² Bis max. 2 m Schichtholz- bzw. Polterhöhe (Abdriftgefahr).

³ **NW200:** Anwendung nur in den in der Gebrauchsanleitung genannten Anwendungsgebieten und nur zu den dort beschriebenen Anwendungsbedingungen.

NW600: Keine Anwendung auf Flächen, von denen die Gefahr einer Abschwemmung in Gewässer gegeben ist; in jedem Fall genannte Mindestabstände zu Gewässer einhalten.

NW601: genannte Mindestabstände zu Gewässer einhalten; nur gelegentlich wasserführende Oberflächengewässer sind hier ausgenommen.

Bußgeldbewehrte Auflagen! Alle aufgeführten Präparate sind fischgiftig und giftig für Fischnährtiere, aber nicht Grundwasser gefährdend und haben daher keine Auflagen zum Grundwasserschutz.

⁴ Wenn keine Angaben zur Schutzdauer, gemacht wurden, gilt die bei der Zulassungsprüfung geforderte Mindestschutzdauer von 12 Wochen.

⁵ Für alle Präparate ist jeweils nur eine einmalige Applikation zulässig. Erforderliche Wirkungsdauer daher vor Festlegung der Anwendungskonzentration berücksichtigen!

⁶ **NB 6611:** Bienengefährlich; das Mittel darf nicht auf blühende oder von Bienen beflogene Pflanzen ausgebracht werden, Bienenschutzverordnung beachten.

NB 663: Aufgrund der vorgeschriebenen Art der Anwendung werden Bienen nicht gefährdet.

NB 664-3: Bis zur höchsten zugelassenen Aufwandmenge nicht bienengefährlich; bei Mischung mit Fungiziden (außer Präparate aus der Positivliste) nur nach Ende des täglichen Bienenflugs und bis 23.00 Uhr anwenden.

⁷ Einzelpflanzenbehandlung (Streichverfahren) gegen rinden- und holzbrütende Borkenkäfer z.B. bei Gefährdung frisch verpflanzter Großbäume im öffentlichen Grün (s. Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis Teil 2).

13.5 Abbildungsverzeichnis

[Abb. 1](#): Korrekt aufgesetzte Lang- und Kurzholzpolter in gut erreichbarer Lage (Foto: SCHÄFER)

[Abb. 2](#): Negativbeispiel: So sollte es nicht aussehen! (Foto: SCHÄFER)

[Abb. 3](#): Poltern in Rinde (Foto: SCHÄFER)

[Abb. 4](#): Haufenpolter (nach SCHULZ et al. 1991)

[Abb. 5](#): Submissionsplatz (Foto: SCHÄFER)

[Abb. 6](#): Abdecken mit Geovlies (nach KRAMER 2000)

[Abb. 7](#): Aus entrindet gelagertem Holz geschnittene Bohlen (Foto: WAUER)

[Abb. 8](#): Lagenpolter (nach SCHULZ et al. 1991)

[Abb. 9](#): Lagerung entrindeter Fichten entlang einer Waldstraße (Foto: WAUER)

[Abb. 10](#) : In V-Form errichtete Lagenpolter im Forstamt Nordhalben (Foto: WAUER)

[Abb. 11](#): Abrollpolter mit Widerlager (nach MAKAS et al. 1998)

[Abb. 12](#): Holzqualität der Versuchspolter in der Nähe Münchens nach viermonatiger Lagerdauer, frische Querschnitte (Foto: INSTITUT FÜR HOLZFORSCHUNG)

[Abb. 13](#): Detailansicht eines Polters; Lagerschäden wie Rotstreifigkeit und Bläue sind nicht vorhanden (Foto: INSTITUT FÜR HOLZFORSCHUNG)

[Abb. 14](#): Beregnungspolter (Foto: LWF)

[Abb. 15](#): Wasserentnahme aus einem Fließgewässer (Foto: LWF)

[Abb. 16](#): Mögliche Polterformen [nach ARNOLD et al. 1976, in PATZAK und LÖFFLER, 1988]

[Abb. 17](#): Schematische Darstellung eines Beregnungsplatzes (nach ARNOLD et al. 1976)

[Abb. 18](#): Ausreichend befestigte Zufahrt zu einem Beregnungsplatz (Foto: LWF)

[Abb. 19](#): Stirnseitenbewuchs nach längerer Beregnung (Foto: LWF)

[Abb. 20](#): Bewachsene Stirnseiten und frischer Anschnitt (Foto: LWF)

[Abb. 21 und 22](#): Über mehrere Jahre nassgelagerter Fichtenstamm vor und nach

dem Einschnitt (Fotos: FUNK)

[Abb. 23](#): Holzpreisentwicklung vom Januar 1989 bis Juli 1993 [Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1992]

[Abb. 24](#): Holzboxen im Bau (Foto: FUNK)

[Abb. 25](#): Schematische Darstellung eines Beregnungsplatzes mit losweise getrennten Poltern (FORSTAMT DILLINGEN 1991)

13.6 Tabellenverzeichnis

[Tab. 1:](#) Für Pilzwachstum geeignete Holzfeuchten und Temperaturen

[Tab. 2:](#) Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes im Forstamt Nordhalben 1999: Menge und mittlere Messzahlen

[Tab. 3:](#) Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes im Forstamt Nordhalben 1999: Mehrkosten (einschließlich Mehrwertsteuer) und Erlös

[Tab. 4:](#) Aufwand [DM/fm] für die Bereitstellung vorgetrockneten Stammholzes (FORSTAMT ZUSMARSHAUSEN 1995)

[Tab. 5:](#) Einflüsse, Faktoren und Risiken bei der Auslagerung von Fichten/Tannen-Stammholz [GROß et al. 1991]

[Tab. 6:](#) Kosten der Nasslagerung zwischen 1990 und 1993 im Bereich der Oberforstdirektion München

[Tab. 7:](#) Durchschnittliche Kosten für die in Eigenregie geführten Beregnungsplätze der Oberforstdirektion Augsburg (nach GANG 1995)

[Tab. 8:](#) Beispielhafte Aufschlüsselung der Kosten einer Beregnungsanlage zwischen 1990 und 1994 in zwei oberbayerischen Forstämtern

[Tab. 9:](#) Nassgelagerte Holz mengen in den Regierungsbezirken - Staatswald - nach Angaben der Forstdirektionen.

[Tab. 10:](#) Anforderungen an das Gewässer bei verschiedenen Lagerformen (nach PATZAK und LÖFFLER 1988)

[Tab. 11:](#) Einschlägige Vorschriften zur wasserrechtlichen Genehmigung für Beregnung und Wasserlagerung von Rundholz in Bayern (nach BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN 1985)

[Tab. 12:](#) Verfahren der Trockenlagerung von Holz

[Tab. 13:](#) Verfahren der Nasslagerung

[Tab. 14:](#) Procedures for dry storage of wood

[Tab. 15:](#) Wet storage procedure

[Tab. 16:](#) Borkenkäferinsektizide und Anwendungsvorschriften für liegendes Laub- und Nadelholz, Einzelstämme, Schichtholz und Polter (nach FEEMERS 2000)