

INHALT

1	EINLEITUNG	4
1.1	KONTEXT.....	5
1.2	MERKMALE DER AUSWIRKUNGEN EINES STURMS.....	6
1.3	ZIELE DES TECHNISCHEN LEITFADENS.....	7
2	ALLGEMEINE ÜBERLEGUNGEN	8
2.1	ERSTE SCHRITTE.....	8
2.2	BEWERTUNGSVERFAHREN.....	8
2.3	BEWERTUNG.....	11
2.4	WICHTIGE AKTEURE.....	12
2.5	GESETZLICHE REGULIERUNGEN / GESETZE.....	14
2.6	UMWELTAUSWIRKUNGEN.....	14
3	HOLZERTE	16
3.1	EINLEITUNG.....	16
3.2	ALLGEMEINE ÜBERLEGUNGEN.....	16
3.2.1	<i>Organisation und Planung</i>	16
3.2.1.1	Wichtige Beteiligte bei den Arbeiten.....	16
3.2.1.2	Sicherheit am Arbeitsplatz.....	17
3.2.1.3	Empfehlungen für die Rundholzvermessung nach Sturmschäden.....	19
3.2.1.4	Kennzeichnung von Rundholz.....	22
3.3	HOLZERNTARBEITEN – METHODEN UND SYSTEME.....	23
3.3.1	<i>Holzerntesysteme (Befahrbare Flächen)</i>	26
3.3.1.1	Holzerntesystem A.....	26
3.3.1.2	Holzerntesystem B.....	27
3.3.1.3	Holzerntesystem C.....	29
3.3.1.4	Holzerntesystem D.....	31
3.3.1.5	Holzerntesystem E.....	33
3.3.2	<i>Seilkransystem</i>	37
3.3.2.1	Holzerntesystem F.....	37
3.3.2.2	Holzerntesystem G.....	38
3.3.2.3	Holzerntesystem H.....	39
3.3.3	<i>Hack-Holzerntesysteme für Ganzbäume</i>	41
3.3.3.1	Holzerntesystem I.....	42
3.3.3.2	Holzerntesystem J.....	43
3.4	REKRUTIERUNG VON ARBEITERN UND BESCHAFFUNG VON MASCHINEN.....	44
3.4.1	<i>Grundsätze</i>	44
3.4.2	<i>Rekrutierung von Forstarbeitern</i>	44
3.4.3	<i>Beauftragung von Unternehmen</i>	45
3.4.4	<i>Transfer von Ausrüstung und Maschinen</i>	45

4	RUNDHOLZKONSERVIERUNG	46
4.1	EINLEITUNG	46
4.2	ALLGEMEINE ÜBERLEGUNGEN	46
4.2.1	<i>Gründe und Ziele der Rundholzkonservierung</i>	46
4.2.2	<i>Wertminderung des gelagerten Holzes</i>	46
4.2.3	<i>Allgemeine Empfehlungen</i>	49
4.2.4	<i>Wahl der Konservierungsmethode</i>	49
4.2.5	<i>Wirtschaftliche Aspekte</i>	54
4.2.6	<i>Management/Betrieb/Gesundheit und Sicherheit</i>	55
4.2.7	<i>Prozessüberwachung und Holzqualität</i>	55
4.3	KONSERVIERUNGSMETHODEN	56
4.3.1	<i>Übersicht</i>	56
4.3.2	<i>Beschreibung der wichtigsten Methoden</i>	59
4.3.2.1	Lagerung im Bestand: Lebendkonservierung des Windwurfs	59
4.3.2.2	Nasslagerung: Haufenpolter mit Beregnung	63
4.3.2.3	Nasslagerung: Nasslagerung in Gewässern	73
4.3.2.4	Rundholzvortrocknung: Rundholzvortrocknung in Lagenpolter (Rundhölzer entrindet)	75
4.3.2.5	Lagerung unter feuchten Bedingungen: Haufenpolter (Rundhölzer in Rinde/entrindet)	78
4.3.2.6	Rundholzkonservierung durch Sauerstoffentzug, Haufenpolter mit Folienabdeckung (Rundhölzer in Rinde)	80
4.3.2.7	Zusätzliche Schutzmaßnahmen.....	82
	ANHANG	85
	ANHANG 1: TERMINOLOGIE / DEFINITIONEN FÜR DIE RUNDHOLZKONSERVIERUNG	86
	ANHANG 2: GLOSSAR / DEFINITIONEN FÜR DIE HOLZERNTE	88
	ANHANG 3: SICHERHEITSBERICHTE	90
	APPENDIX 4: MODELLVERTRAG	94
	APPENDIX 5: KOSTENDETAILS FÜR NASSLAGERUNG DURCH BEREGNUNG	98
	APPENDIX 6: VORSCHRIFTEN UND GESETZE	99
	APPENDIX 7: REGULIERUNG - GEWICHT UND GRÖÖE.....	103
	APPENDIX 8: NATIONALE KONTAKTE IM BEREICH GESUNDHEITS- UND SICHERHEITSVORSCHRIFTEN	104
	APPENDIX 9: NATIONALE KONTAKTE FÜR SICHERHEITSNACHWEISE UND PRAKTISCHE INFORMATIONEN FÜR AUFFRISCHUNGSKURSE	106
	PHOTOGRAPHIEN	MITTLERER TEIL

Danksagung

Unser Dank gilt den unten genannten Personen für ihren Beitrag zur Zusammenstellung dieses Leitfadens:

CTBA, Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (Frankreich): Didier Pischedda – Koordinator, Emmanuel Bastet, Jean-Luc Chagnon, Jacques Parrot, Pierre Vautherin

FVA, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Deutschland): Gerold Mahler, Udo Hans Sauter, Manuela Bacher, Christian Pfeil, Matthias Secknus, Matthias Wurster

AFOCEL, Association Forêt Cellulose (Frankreich): Maryse Bigot, Emmanuel Cacot, Jérôme Moreau

BFH, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (Deutschland): Rolf-Dieter Peek

BRE, Building Research Establishment (UK): Keith Maun

CBE, Centro de Biomassa para a Energia (Portugal): Joana Carinhas, Claudia Sousa

EMPA, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Schweiz): Martin Arnold

FMRE, Institute of Forest and Mountain Risk Engineering (Österreich): Christiane Berger, Ewald Pertlik

ICSTM, The Imperial College of Science Technology and Medicine of London (UK): David Dickinson, Michael Ray

KVL, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole (Dänemark): Andreas Bergstedt, Ebbe Boellehuus

NISK, Norsk institutt for skogforskning (Norwegen): Jan Bjerketvedt

TTI, Trees and Timber Institute (Italien): Raphaele Spinelli, Carla Nati, Claudio Pollini

TUD, Technische Universität Dresden (Deutschland): Claus-Thomas Bues

UOP, University of Portsmouth Higher Education Corporation (UK): Rodney Eaton

UPM, Universidad Politecnica de Madrid (Spanien): Eduardo Tolosona, Yolanda Ambrosio

Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest Technology, Management and Training: Hanns Höfle, Barrie Hudson

Vielen Dank allen Mitwirkenden, die an diesem Projekt zwar nicht als direkte Partner beteiligt waren, bei der Datenbeschaffung jedoch sehr geholfen haben.

2 EINLEITUNG

2.1 Kontext

Die Stürme *Lothar* und *Martin* richteten am 26. und 27. Dezember 1999 in ganz Europa große Schäden an, insbesondere in Dänemark, Frankreich, Deutschland, Österreich und der Schweiz. Seit der Veröffentlichung der allerersten forstwirtschaftlichen Statistiken im Jahre 1860 war dies das erste Mal, dass derartige Stürme registriert wurden. Die Schäden wurden auf das bisher noch nicht erreichte Niveau von rund 180 Millionen Kubikmeter geschätzt, dies im Vergleich zu den 250 Millionen Kubikmetern Holz, die jährlich in der Europäischen Union geerntet werden. Die Sach- und Personenschäden bei Gemeinden und Privatbesitzern gar nicht erst zu nennen.

Diese Millionen Kubikmeter beschädigten Nutzholzes stellten natürlich einen enormen finanziellen Verlust für die Betroffenen dar, die auf ein derartiges Ereignis nicht ausreichend vorbereitet waren. Trotz aller Anstrengungen, die zum schnellstmöglichen Wiederaufbau des Elektrizitäts- und Straßennetzes wie auch zur Stärkung der professionellen Zusammenarbeit in der Aufarbeitungskette unternommen wurden, sahen sich seitdem viele Holzerntebetriebe, sonstige Dienstleister, Sägewerke und selbst Unternehmen der sekundären Holzverarbeitung zur Geschäftsschließung gezwungen.

Bedauerlicherweise werden derartige Orkane in der nahen Zukunft laut Klimatologen immer öfter auftreten, und sie werden sogar noch weiter verbreitet und noch stärker sein als früher. Eine gute Vorbereitung ist daher unerlässlich. Je besser die Vorbereitung, umso schneller kann mithilfe der folgenden Verbesserungen reagiert werden:

- Optimales Krisenmanagement
- Organisation von Arbeitskraft und Ausrüstung
- Auswahl geeigneter Techniken und Methoden
- Umsetzung der Logistik
- Bestimmung des Finanzbedarfs



*Richtungen der Stürme.
Grau: Normale Zugbahnen winterlicher Tiefs.
Schwarz: Zugbahnen der Winterstürme 1990 und 1999.*

Beispielsweise sind die Holzernte und das Rücken während der warmen Jahreszeiten (Frühjahr und Sommer) schnell durchzuführen. Hierdurch wird die Qualität des Nutzholzes erhalten und die Belieferung der Industrie für die kommenden Jahre infolge geeigneter Konservierungsmethoden garantiert. Daher war die 1999 zwischen den Holzerntearbeiten und dem Beginn des Konservierungsprozesses zur Verfügung stehende Zeit auch so kurz und der Bedarf an Spezialausrüstung und qualifizierten Arbeitskräften so hoch, dass selbst die europäischen Länder, die nicht direkt betroffen waren, ihren Beitrag leisten mussten, indem sie professionelle Arbeitskräfte und Ausrüstung schickten. Das bedeutet, dass die Auswirkungen eines solchen Ereignisses regionale und selbst nationale Interessen überschreiten.

Das STODAFOR Projekt (Storm Damaged Forests) wurde vom CTBA (Centre Technique du Bois et de L'Ameublement, France) zur Koordinierung sämtlicher europäischer Untersuchungen und Kenntnisse über die Holzernte und die Konservierung von Sturmholz initiiert.

Dieser technische Leitfaden hat seine Realisierung einer gemeinsamen Initiative vieler europäischer Experten aus 10 verschiedenen Ländern (Deutschland, Österreich, Dänemark, Spanien, Italien, Norwegen, Portugal, Großbritannien, der Schweiz und Frankreich) zu verdanken. Das Projekt startete im November 2001, und es wird im November 2004 abgeschlossen sein.

2.2 Merkmale der Auswirkungen eines Sturms

Die Auswirkungen und Krisen infolge eines derartigen Sturms sind folgendermaßen zu beschreiben:

- Sie sind unvorhersehbar.
- In Wäldern werden enorme Mengen Holz beschädigt.
- Die Holzerntearbeiten gestalten sich aufgrund des Verhaues der Bäume äußerst gefährlich. Sie erfordern angesichts der beträchtlichen Risiken hochqualifizierte Arbeiter.
- Zur Reduzierung der zwischen Holzernte und Konservierung benötigten Zeit sind mehr Arbeiter und mehr Ausrüstung erforderlich.
- Erstrecken sich die Schäden über mehr als nur eine einzige Region, wird auch der Transport zu einem einschränkenden Faktor.
- Die Einrichtung von Lagerplätzen ist so schnell wie möglich umzusetzen. Dies setzt voraus, dass die Beteiligten gut vorbereitet sein müssen.

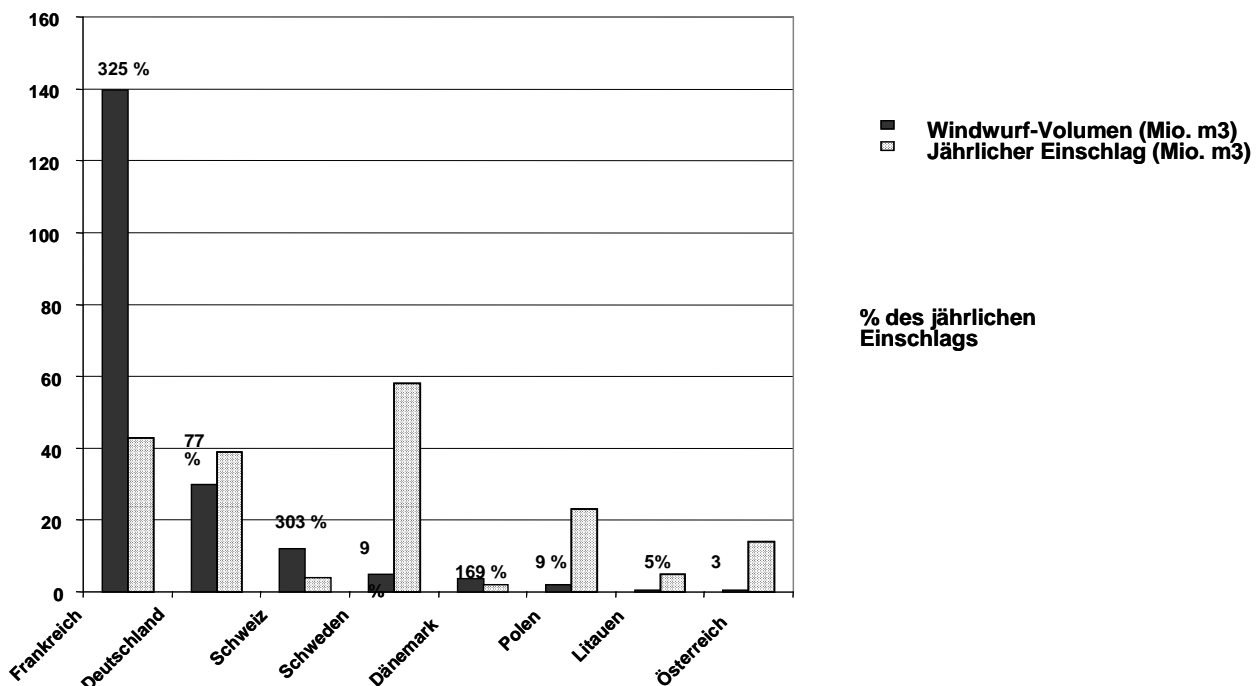


Abbildung 1: Sturmholzvolumen im Vergleich zur jährlichen Holzernte in Europa nach dem Sturm vom Dezember 1999 (Quelle: Schätzungen der Unece 2000/02/04)

2.3 Ziele des technischen Leitfadens

Ziel dieses Leitfadens ist es, sowohl öffentlichen Einrichtungen als auch Experten der Holz- und Forstwirtschaft dabei behilflich zu sein, Entscheidungen zu treffen, ihre zukünftigen Handlungen vorzubereiten und die Zusammenarbeit im Falle eines Orkans zu verbessern. Es ist von großer Bedeutung, vor einem Sturm Vorbereitungen und Entscheidungen zu treffen. Wie sollte man im Hinblick auf Methoden, die zur Anwendung kommen, Schulungen, die angeboten werden, und die unterschiedlichen Vorschriften, die einzuhalten sind, vorgehen?

Das Hauptanliegen dieses Projekts ist es, einen Beitrag zur Beantwortung der wichtigsten Fragen, mit denen Förster und Manager der Holz verarbeitenden Industrie angesichts der Wälder mit Sturmschäden konfrontiert werden, zu leisten:

- Wie können geworfene oder gebrochene Bäume sicher geerntet werden, um Pilz- oder Insektenbefall und Feuerrisiko vorzubeugen und eine sowohl in wirtschaftlicher als auch in ökologischer Hinsicht durchführbare Wiederaufforstung zu ermöglichen?
- Wie kann die Qualität des Holzes durch effiziente Lagerung der Stämme und effiziente Konservierungsmethoden erhalten werden, um so Lieferungen an die Holz verarbeitende Industrie und damit das Einkommen der Waldbesitzer zu erhalten?

Einige praktische Fragen werden in einer einfach lesbaren Form anhand von Fallstudien beantwortet.

Die Ergebnisse der unterschiedlichen, von diesem Projekt bearbeiteten Aufgabenstellungen, die die Grundlagen dieses Technischen Leitfadens darstellen, sind unter der folgenden Internetadresse erhältlich: www.stodafor.org. Diese Internetseite wird nach Abschluss des Projektes regelmäßig vom CTBA gepflegt und aktualisiert werden.

3 ALLGEMEINE ÜBERLEGUNGEN

3.1 Erste Schritte

Es liegt auf der Hand, dass man sich unmittelbar nach einem Sturm erst einmal darauf konzentrieren wird, der Bevölkerung zu helfen. Dies umfasst Aufgaben wie das Freimachen von Straßen und Hochspannungsleitungen, das Entfernen von Bäumen, die eine Gefahr für die Allgemeinheit darstellen. Förster können in dieser Phase eine bedeutende Rolle spielen, da sie über die nötige Kompetenz, die Maschinen und andere Gerätschaft verfügen.

Sind die Bedürfnisse der Bevölkerung erfüllt, ist es notwendig, die Forststraßen zu öffnen, um Zugang zu den beschädigten Gebieten zu erhalten und um sich ein Bild von den Schäden machen zu können.

3.2 Bewertungsverfahren

Bevor man damit anfängt, Pläne aufzustellen oder über Strategien für ein Sturmschädenmanagement nachzudenken, sollte man das Ausmaß des vom Sturm beschädigten Waldes abschätzen. Quellen für grundlegende Informationen bilden in dieser Phase Karten, Inventurdaten, Luft- und Satellitenaufnahmen und Ortskenntnis. Die wichtigsten Aspekte zur Charakterisierung sturmgeschädigter Gebiete werden im Folgenden beschrieben.

Es sind drei wichtige Fragen zu beantworten: Welche Gebiete sind beschädigt, wie lauten die Bestandsbeschreibungen, und welcher Art sind die Schäden am Bestand?

Zur Beantwortung dieser Fragen benötigt man Informationen zu einigen wichtigen Charakteristika für die Beschreibung sturmgeschädigter Gebiete:

- Lokalisierung (geografische Angaben) des sturmgeschädigten Gebiets,
- Volumen des Sturmholzes,
- prozentualer Anteil der unterschiedlichen Arten der Baumschäden (d.h. gebrochene, angeschobene und geworfene Bäume (Abbildung 2)),
- Einzel-/Nester- oder Flächenschäden,
- prozentuale Anteile der Holzarten (Nadelholz/Laubholz) und Stärke (d.h. Starkholz, mittelstarkes Holz und Schwachholz gemäß BHD-Klassifizierung),
- Geländebeschreibung: Hangneigung, Bodenrauigkeit und Bodentragfähigkeit,
- Infrastruktur: Rückegassen, Maschienenwege, LKW-befahrte Forststraßen.

Windwurf (Nadel- oder Laubbäume)

- Entwurzelt mit wenig Wurzelkontakt zur Feuchtigkeit im Boden.



- Entwurzelt mit gutem Wurzelkontakt zur Feuchtigkeit im Boden



Vom Sturm gebrochene Bäume (Nadel- oder Laubbäume)

- Bruch in der Nähe des Baumstumpfes (Stamm kann problemlos als langer Stamm verwendet werden).....



- Bruch in 1/3 des Stamms (Stamm kann nur als Kurzholz verarbeitet werden)



Gebogene oder angeschobene Stämme (Nadel- oder Laubbäume)

- Baum nur gebogen, Wurzelsystem vom Sturm nicht betroffen.....



- Baum gebogen und Wurzelsystem etwas angehoben, jedoch noch immer ausreichender Kontakt zur Feuchtigkeit



im Boden ...

- Gekippter Baum, der in der Krone der benachbarten Bäume hängt



(Wurzelsystem schwer beschädigt und kein ausreichender Wurzelkontakt zum Boden)

Kronenschäden (meistens bei Laubbäumen):

- Geringfügiger Kronenschaden (nur ein einziger großer Ast fehlt)



- Starker Kronenschaden (über die Hälfte der früheren Krone fehlt)



- Verlust fast der gesamten Krone



Abbildung 2: Beschreibung der unterschiedlichen Arten sturmgeschädigter Bäume

Wie erhalten wir Zugriff auf diese Daten – und wie schnell sind diese für uns zugänglich?

Die optimale Situation sähe so aus, dass bereits vor dem Sturm aktuelle und exakte Informationen über die Bestandsdaten zur Verfügung ständen und nach dem Sturm eine Erfassung der Sturmschäden (Luft- oder Satellitenaufnahmen) stattfände und diese beiden geografisch kodierten Daten dann zusammengefügt würden, um sich ein Bild von der Situation hinsichtlich der betroffenen Volumina der unterschiedlichen Sorten und des Zustands der Geländegegebenheiten machen zu können.

Die tatsächliche Situation ist meistens nicht ganz so ideal. In manchen Gebieten wird man Zugriff auf relativ neue Daten haben, wie beispielsweise eine Forstkarte (Bestandskarte und Daten), entweder auf Papier oder in digitaler Form. Vor dem Sturm aufgenommene Luft- oder Satellitenaufnahmen der beschädigten Gebiete können gegebenenfalls als Ersatz dienen. Die letzte Alternative, die jedoch nicht die schlechteste sein muss, ist eine auf Ortskenntnis basierende Beschreibung der Lage vor dem Sturm.

Bodengebundene oder terrestrische Vermessungen eignen sich sowohl für die Kartierung des Ausmaßes des Schadens als auch für die Registrierung von Schadensarten im Bestand. Das Schadensausmaß ist zu lokalisieren, indem man auf herkömmliche Weise oder mithilfe von GPS das beschädigte Gebiet kartiert. Sollte die Topografie es zulassen, kann man die Schäden auch von einem Aussichtspunkt aus kartografieren, beispielsweise über einem Tal. Die Erfassung des Schadens ist, aus Sicherheitsgründen, außerhalb des beschädigten Bestands vorzunehmen. Hierdurch wird aber die Präzision einiger der oben genannten wichtigen Charakteristika reduziert.

Die Fernvermessungen können mithilfe eines Hubschraubers, Flugzeugs oder Satelliten durchgeführt werden. Hubschrauber und Flugzeuge können sowohl mit Foto- als auch mit Videokameras ausgestattet werden. Verbindet man die Kameras mit dem GPS des Flugzeugs, werden die Aufnahmen geografisch kodiert. Unterschiedliche Filmsorten, beispielsweise IR-Film, sorgen für eine Hervorhebung besonderer Merkmale (Baumarten, Bodentypen, Sorte usw.) am Boden. Es ist nicht immer möglich, einen sturmgeschädigten Wald bereits kurz nach dem Ereignis zu identifizieren. Nach einer Weile werden die ernsthafter beschädigten Bäume aufgrund von Veränderungen in der Reflektion aber erkennbar sein. Auch die Verwendung eines Laserscanners kann sich als nützlich erweisen.

Satellitenbilder werden mehr oder weniger fortlaufend gesammelt. Viele dieser Aufnahmen besitzen eine äußerst hohe Auflösung und können bei der Identifikation beschädigter Gebiete sehr hilfreich sein. Auch die Satellitenbilder sind unterschiedlicher Art, wie beispielsweise farbempfindliches Band oder multispektrale Bänder (d.h. Blau, Grün, Rot oder nahezu Infrarot). Die Aufnahmen werden mithilfe eines Computerprogramms analysiert, das eine digitale Klassifizierung durchführt. Mehrere Studien mit unterschiedlichen Arten von Aufnahmen und Analyseprogrammen zeigen viel versprechende Ergebnisse. Die Identifizierung kleiner beschädigter Gebiete brachte einige Probleme mit sich, und eine der digitalen Klassifizierungsmethoden zur Identifizierung der Bäume ist abhängig vom Belaubungszustand der Bäume. Die potentielle Tauglichkeit dieser Methode verringert sich hierdurch natürlich, insbesondere, wenn der laubfreie Zeitraum mit der Wintersturmzeit übereinstimmt.

Zusätzlich zur Begutachtung des Waldes gibt es einen anderen Faktor, der, je nach Ausmaß des Schadens, beachtet werden sollte:

Welche Mittel stehen zur Verfügung, um den Rohstoff im sturmgeschädigten Wald in potentiell wertvolle Produkte umzusetzen?

- die Anzahl örtlicher Forstarbeiter,
- die Anzahl örtlicher Forstmaschinen,
- die potentiell verfügbare Anzahl auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene.

Diese Thematik wird später in den Abschnitten 2.4 und 3.4 erörtert.

3.3 Bewertung

Angesichts der oft sehr komplizierten und verschiedenartigen Beschaffenheit der Schäden nach einem Sturm können keinerlei detaillierte und allgemein gültige Entscheidungsregeln für die Holzernte und die Konservierung der Rundhölzer vorgeschlagen werden. Dennoch wird das folgende allgemeine Entscheidungsmodell empfohlen (Abbildung 3).

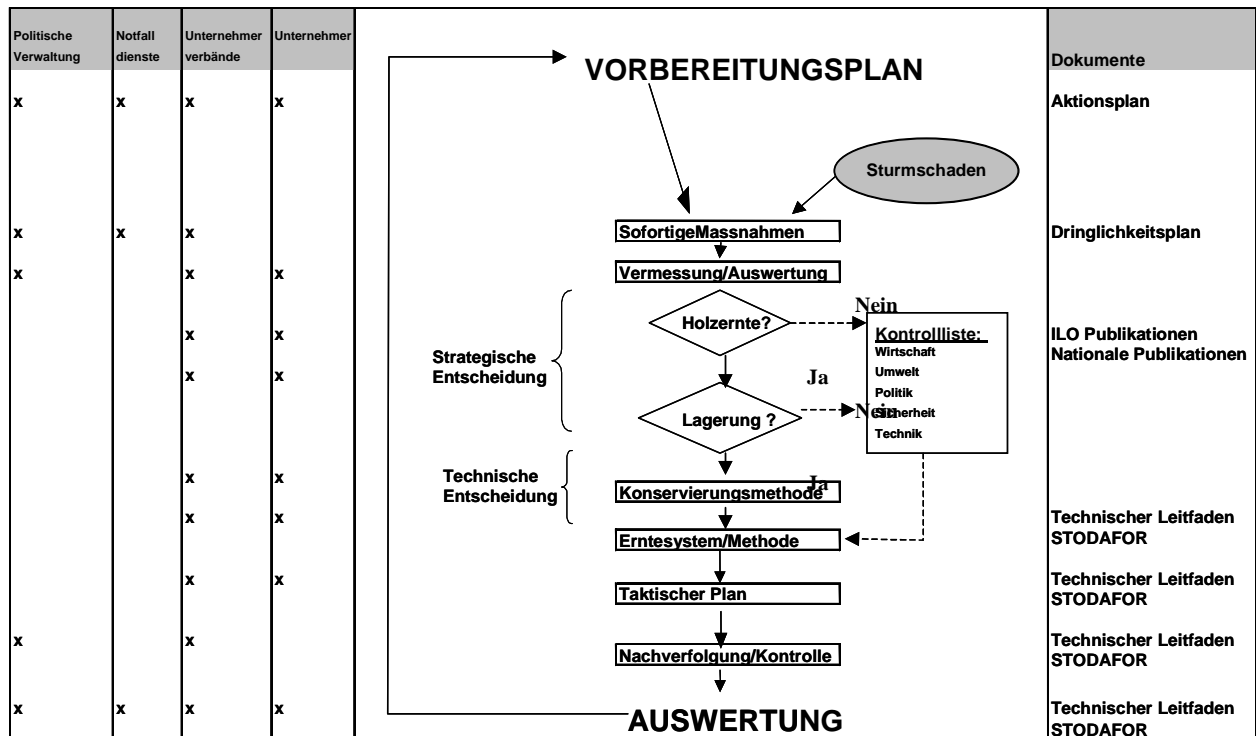


Abbildung 3: Entscheidungsmodell für die Holzernte und die Konservierung der Rundhölzer nach einem Sturm

Nach den unmittelbaren Maßnahmen und der Bestandsaufnahme nach einem Sturmschaden sind aus strategischer Sicht zwei grundlegende Entscheidungen zu treffen:

- Werden die Bäume geerntet? (Oder bleiben sie im Wald zurück?)
- Werden die geernteten Rundhölzer vor der Weiterverarbeitung gelagert?

Wird die erste Frage verneint, muss weiter nichts unternommen werden. Die Gründe für eine negative Antwort können sein:

1. Folgeschäden für das Gebiet wie Borkenkäferbefall,
2. Managementaspekte wie Arbeitssicherheit, Auslastung, Holzmarkt, Bedingungen für Wiederaufforstung,
3. Ökologie und natürlicher Schutz in Bezug auf Modifizierungen von Lebensräumen und Artenvielfalt,
4. Anforderungen der Bevölkerung wie Erholung, Landschaft,

5. Wirtschaftliche Gesichtspunkte hinsichtlich einer kostendeckenden Aufarbeitung und Vermarktung des Sturmholzes,
6. Gefahr von Naturkatastrophen in gebirgigem Gelände, beispielsweise Erdbeben, Steinwürfe, Sturmholz, Erosion,
7. Verfügbarkeit lokaler und potentieller Forstarbeiter und Maschinen.

Sollen die Bäume geerntet und nicht konserviert werden, ist eine Entscheidung hinsichtlich der Holzernteverfahren, die zur Anwendung kommen sollen, zu fällen. Diese Entscheidung wird von Faktoren wie den verfügbaren Maschinenarten und dem Zustand des Waldes und des Geländes beeinflusst (Gefälle, Boden, Bodenrauhigkeit und Bodentragfähigkeit).

Erst nach einer positiven Beantwortung dieser beiden Fragen kann die Wahl eines geeigneten Konservierungs- bzw. Holzernteverfahrens ins Spiel kommen. Diese Entscheidung sollte hauptsächlich aufgrund technischer Gesichtspunkte gefällt werden. Im Normalfall sollte man sich erst für eine Konservierungsmethode und anschließend für ein Holzernteverfahren entscheiden (basierend auf der gewählten Methode für die Rundholzkonservierung), da diese Entscheidung Einfluss auf die Wahl der Holzernteverfahren haben kann (z.B. Langholz oder Kurzholz auszuhalten).

Die **Möglichkeiten für die Konservierungsmethoden** werden in Kapitel 4 näher beschrieben.

Sturmschaden führt im Allgemeinen an einzelnen Bäumen und in Baumbeständen zu unterschiedlichen Schadensmustern. Der Forstverwalter kann, je nach Sensibilität der jeweiligen Holzart, dem Arbeitsaufwand und der Dauer der notwendigen Lagerung aus einer Anzahl Methoden die am besten geeignete Konservierungsmethode für das Sturmholz wählen.

Darüber hinaus ist es wichtig, den für die Konservierung benötigten Aufwand zu berechnen, d.h. die Kosten für aktuelle Konservierungsausrüstung, Service usw. Eine wichtige Rolle spielt die Wahl der Konservierungsmethode in Bezug auf: Lagerzeit, Zeitplanung, Lagerort und Holzarten.

3.4 Wichtige Akteure

Meist sind an den Arbeiten nach einem großen Sturm viele unterschiedliche Akteure beteiligt.

Die **Waldbesitzer** bilden eine sehr heterogene Gruppe, von kleinen privaten Waldbesitzern, über große Wälder, die sich im Besitz von Unternehmen befinden, bis hin zu staatlichen Wäldern. Die Anzahl der Entscheidungsträger kann sehr hoch ausfallen. In den meisten Ländern gibt es jedoch Waldbesitzerverbände, die zusammen mit den Forstbehörden auf unterschiedlichen Ebenen (lokal, regional und national) eine wichtige, dem Wald nahe stehende Aktionsgemeinschaft bilden.

Die **Forstarbeiter** bzw. beauftragten Unternehmen spielen bei den Arbeiten eine Schlüsselrolle. Sie sind genau wie die Waldbesitzer eine sehr heterogene Gruppe, bestehend aus kleinen Einmannbetrieben, Unternehmergruppen und Subunternehmern. Viele von ihnen sind Mitglied nationaler Forstunternehmerverbände. Derartige Verbände können einen effizienten Kommunikationsweg sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene darstellen, beispielsweise in Bezug auf das Umsetzen von Menschen und Maschinen und auch hinsichtlich mit der Arbeit im Ausland zusammenhängenden, organisatorischen Fragen. Das European Network of Forest Entrepreneurs (Europäisches Netzwerk der Forstunternehmer [ENFE]), zu dessen Mitgliedern nationale Unternehmerverbände aus 14 europäischen Ländern zählen, ist ein Beispiel für einen auf europäischer Ebene aktiven Verband.

Tabelle 1: Betreuungs- und Planungsservice für ausländische Auftragnehmer

LOGISTIK	FINANZEN
Umsetzen von Maschinen	Gewährleistung von Zahlungen
Geländeplanung	Bankverbindungen
Arbeitsplanung	Steuern
	Mehrwertsteuer
	Umfang der Zahlungen und Zahlungsmethode
DIENSTLEISTUNGEN	GESETZGEBUNG
Übersetzungen	Arbeitsstunden
Gewährleistung von sofortigem Zugang zu und Zahlung für:	Arbeitssicherheit
Betriebsstoff	Sicherheit bei Alleinarbeit
Reparaturen und Wartung	Maschinenstandards
Lieferung von Ersatzteilen	Zertifikate
Unterkunft	

Die Situation der **Holztransporteure** ähnelt der Situation der Forstunternehmer.

In einigen Gebieten besteht eventuell ein Bedarf an mehr Forststraßen (Lkw-straßen und Maschinenwegen). Hierdurch wären sowohl **Straßenplaner als auch Bauunternehmer** beteiligt.

Die **Straßenverkehrsbehörden** sollten sowohl auf lokaler, regionaler als auch nationaler Ebene in der Lage sein, mit einer Situation umgehen zu können, bei der das Lkw-Verkehrsaufkommen dramatisch steigt.

Auch **Eisenbahngesellschaften und Schifffahrtlinien** sind am Transport des Holzes beteiligt, insbesondere beim internationalen Transport.

Ein starker Sturm stellt auch eine Herausforderung für den Holzmarkt dar. Die **Holzkäufer** müssen imstande sein, über einen kurzen Zeitraum mit einschneidenden Änderungen hinsichtlich des Angebots umzugehen.

Die **Umweltbehörden** können in verschiedener Hinsicht beteiligt sein. Im Zusammenhang mit Entscheidungen, z.B. ob geerntet werden soll oder nicht, oder ob eine neue Straße angelegt werden soll oder nicht, können umwelttechnische Fragen eine Schlüsselrolle spielen. Auch langfristige Holzlagerplätze bringen umwelttechnische Fragen von beträchtlicher Bedeutung mit sich.

Es handelt sich hierbei nur um eine kurze Präsentation einiger der wichtigsten Beteiligten auf dem Gebiet der Holzertearbeiten nach einem Sturm. Zweifellos sind auch noch viele andere Akteure beteiligt. Eine der wichtigsten Herausforderungen wird es sein, diese Zusammenarbeit so zu organisieren, dass zusätzliche Schäden auf ein Minimum reduziert werden, egal, ob es nun um menschliche, umwelttechnische oder wirtschaftliche Faktoren geht.

3.5 Gesetzliche Regulierungen / Gesetze

Eine genaue Kenntnis **nationaler Gesetze und gesetzlicher Regulierungen** in Bezug auf den Transport und die Lagerung von Rundholz ist unerlässlich. Rundholzkonservierungsmethoden können oft unter die Verantwortung unterschiedlicher Behörden fallen. Insbesondere für die Nasslagerung (Nasslagerung durch Beregnung oder Nasslagerung in Gewässern) gibt es unterschiedliche gesetzliche Regulierungen. Wenden Sie sich für weitere Informationen bitte an lokale Behörden und/oder nutzen Sie den Rat der Experten, den Sie in diesem technischen Leitfaden im Abschnitt über die Konservierung finden.

Die gesetzlichen Regulierungen und Gesetze werden für jedes Land gesondert vorgestellt. Sie finden sie im Appendix 5.5 für die folgenden Länder: Österreich, Deutschland, Großbritannien, Dänemark, Frankreich, Italien, Norwegen, Portugal, Spanien, Schweiz.

3.6 Umweltauswirkungen

Forstarbeiten

Die Forstarbeiten nach einem Windwurf können ernsthafte Auswirkungen auf den Zustand des Bodens, die Artenvielfalt und die Wasserqualität haben. Meistens sind viele Bäume entwurzelt, und die Ernte des Holzes führt zwangsläufig zu einer beachtlichen Beeinträchtigung des Bodens. Eine unkontrollierte Befahrung von Waldböden (insbesondere auf feuchten Böden mit einem hohen Tongehalt) zur Minimierung der Bodenzerstörung und -verdichtung sollte ernsthaft in Betracht gezogen werden. Die gewählten Maschinen sollten über geeignete Leistungen und Kapazitäten verfügen, und wenn möglich sollte die Befahrung auf empfindlichen Böden auf Frost- bzw. Trockenperioden begrenzt werden.

Damit natürliche Wasserläufe und künstliche Ableitungskanäle weder gestört noch zerstört werden, sollte man sehr vorsichtig vorgehen, um so zu vermeiden, dass Erdbodenmaterial stromabwärts gespült wird. Die entblößten, gestörten Gebiete können darüber hinaus Anfangspunkte für ernsthafte Erosionen darstellen.

Langfristige Lagerung von Holz

Während der Nasslagerung von Holz (Beregnung oder Nasslagerung in Gewässern) kommt es zur Auswaschung organischer Substanzen aus der Rinde und, in einem weitaus geringeren Ausmaß, aus dem Holz. Zusätzlich werden kleine Mengen ionischer Substanzen (Salze und Säuren), und von der Oberfläche der Rinde feste Partikel ausgewaschen. Die potentiellen negativen Auswirkungen auf die Umwelt durch die gelösten und freigesetzten Substanzen können anhand der folgenden Wassereigenschaften charakterisiert werden:

- CSB-Wert (chemischer Sauerstoffbedarf)

Der CSB-Wert oder der chemische Sauerstoffbedarf gibt die Sauerstoffmenge an, die für den chemischen Abbau der im Wasser enthaltenen, langsam zerfallenden organischen Verbindungen notwendig ist. Um Untersuchungsergebnisse von Abwasseranalysen bewerten zu können, geben wir hier den Richtwert an, der normalerweise für städtische Abwässer nach einer biologischen Klärung gilt, d.h. bevor diese in natürliche Fließgewässer geleitet werden. Er entspricht 140 mg CSB je Liter Wasser.

- BSB-Wert (biologischer Sauerstoffbedarf)

Der BSB-Wert oder der biologische (biochemische) Sauerstoffbedarf gibt die Sauerstoffmenge an, die in einem Zeitraum von sieben Tagen beim Abbau der im Wasser enthaltenen, schnell zerfallenden organischen Verbindungen verbraucht wird.

- PH-Wert (Säuregrad) und elektrische Leitfähigkeit

Der Säuregrad ist eine Maßeinheit für die Konzentration der H⁺-Ionen, wohingegen die elektrische Leitfähigkeit sich auf den Gesamtgehalt gelöster ionischer Substanzen bezieht.

- pflanzliche Nährstoffe und andere Salze

Die Untersuchungen konzentrieren sich außer auf Ammonium (NH₄) und Gesamtstickstoff gelegentlich auch auf Phosphate, Nitrate und Nitrite wie auch auf einzelne Ionen wie beispielsweise Metallionen und Chloride.

Aus Erfahrung weiß man, dass es sich beim Sauerstoffbedarf (COD- und BSB-Werte) um die wichtigste Eigenschaft handelt. Im oberirdischen Abfluss sind die Verbindungen nur selten in giftigen Mengen enthalten, der Abbau organischer Substanzen kann natürliche Empfänger jedoch ihres gesamten Sauerstoffs berauben, mit den dazugehörigen schädlichen Auswirkungen auf Flora und Fauna. Die Belastung mit freigesetzten und gelösten Substanzen steigt in den ersten paar Wochen oder in manchen Fällen in einem Zeitraum von bis zu drei Monaten. Danach, über einen Zeitraum von 1 bis 2 Jahren, kehren sie zu ihren ursprünglichen Werten zurück.

Das Risiko der Verunreinigung natürlicher Wasserwege kann durch eine Wiederverwendung des Wassers für die Beregnung weit gehend vermieden werden. Auf diese Weise kann zugleich der Bedarf an Frischwasser stark reduziert werden. Ein beträchtlicher Teil des Wassers geht durch Verdunstung und Versickern in den Erdboden verloren, praktische Erfahrungen zeigen jedoch, dass oft 50-60 % des Wassers wieder verwertet werden können, wenn der Lagerplatz auf Forst- oder Ackerland errichtet wurde. Für Nasslagerplätze, die auf Beton- oder Asphaltdecken errichtet wurden, (z.B. Rundholzplätze in Sägewerken) können diese Werte noch höher ausfallen.

Die Lagerung von Rundholz in natürlichen stehenden kleinen Gewässern führt, im Regelfall, zu nicht mehr auszugleichenden Beeinträchtigungen, und die Genehmigung derartiger Verfahren wird daher sehr wahrscheinlich abgelehnt. Die Auswaschung löslicher Stoffe aus der Rinde und die sich am Boden absetzenden größeren Rindemengen können nicht akzeptable Schäden zur Folge haben. Überdies werden die Uferzonen erheblich beschädigt, mit negativen Auswirkungen auf Flora und Fauna. Bodenmaterial wird durch den Verkehr in das Wasser gedrückt oder durch anschließende Niederschläge ins Wasser gewaschen.

Die Rundholzlagerung in größeren Seen wird die Wasserqualität kaum beeinflussen, da der Lagerbereich nur auf einen kleinen Anteil der Wasseroberfläche beschränkt bleibt. Bedenken hinsichtlich Ufer-, Natur- und Artenschutz, wie auch die mögliche Gefahr des Treibens sollten in diesem Zusammenhang dennoch nicht außer Acht gelassen werden.

Im Allgemeinen wurde dem Risiko der Grundwasserverunreinigung durch aus Holz und Rinde gelöste Bestandteile, die in die Erde gesickert sind, bis jetzt nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Soweit die Verfasser wissen, gibt es keinerlei Berichte, die auf eine durch die Lagerung von Holz verursachte Grundwasserverunreinigung hinweisen.

Anwendung von Insektiziden

Der Gebrauch von Insektiziden ist in allen europäischen Ländern beschränkt und sollte in Übereinstimmung mit den nationalen Gesetzen stattfinden. Behandlungen mit Insektiziden werden ausschließlich zum Schutz von Sägerundholz durchgeführt, nicht zur Kontrolle des Borkenkäferbestands im Allgemeinen. In Geländen, in denen Rundhölzer in Nasslagerung konserviert werden, ist die Verwendung von Insektiziden aufgrund ihrer toxischen Auswirkungen auf Wasserorganismen ausgeschlossen.

4 HOLZERNTTE

4.1 Einleitung

Jedes Jahr treten in Europa Stürme auf, die zumindest von lokaler Bedeutung sind. Stürme richten Schaden an Menschen, Gebäuden und Wäldern an. Die verantwortlichen Personen müssen schnell reagieren, über geeignete Strategien für ein Sturmmanagement nachdenken und die richtigen Entscheidungen treffen.

Ziel dieses Kapitels ist es, professionelle Förster dabei zu unterstützen, Entscheidungen hinsichtlich der Holzerntearbeiten in sturmgeschädigten Gebieten zu treffen. Die verantwortlichen Förster müssen die Probleme lösen, indem sie geeignete Lösungen finden, die gleichzeitig der Sicherheit am Arbeitsplatz sowie ergonomischen, wirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen entsprechen.

Dieser Teil des Technischen Leitfadens konzentriert sich insbesondere auf die „Holzernte“. In ihm erhält der Benutzer Quellen und Hintergrundinformationen zu Holzerntesystemen für den Umgang mit den unterschiedlichen Stufen des Sturmmanagements. Geeignete Methoden für verschiedene Szenarien des Sturmschadens sind schnell zu finden.

Die Beschreibungen der Methoden werden dem Benutzer beim Finden von Lösungen behilflich sein und zur Entscheidung beim Umgang mit einer Reihe von Sturmereignissen beitragen (Ereignisse, mit denen in Zukunft alle europäischen Länder einmal alle zehn Jahre konfrontiert werden).

Die ersten Schritte, die bezüglich der Organisation der Holzerntearbeiten in Sturmschadensgebieten getroffen werden, sind auch gleichzeitig die wichtigsten. Dieser Leitfaden vermittelt dem Fachmann grundlegende Informationen zur Vermeidung wirtschaftlicher und ökologischer Fehler, die zu Vermögensschäden und Umweltschädigungen führen.

Forstmanagement nach einem Sturmereignis zeichnet sich im Allgemeinen durch eine schnelle Entscheidung aus, die die Bedingungen des Marktes berücksichtigt. Informationen für die Entscheidungsfindung in derartigen Situationen finden Sie in diesem Leitfaden.

4.2 Allgemeine Überlegungen

4.2.1 Organisation und Planung

4.2.1.1 Wichtige Beteiligte bei den Arbeiten

- Kleine und große private Waldbesitzer,
- Waldbesitzerverbände,
- Staatliche Waldbesitzer,
- Forstbehörden (lokal, regional, national),

- Unternehmer (Auftragnehmer) und Forstarbeiter,
- Holztransportunternehmen,

- Holzkäufer,
- Nutzholzverarbeiter (Sägewerke, Zellstoff- und Papierfabriken und Hersteller von Holzplatten),

- Straßenverkehrsämter (lokal, regional, national),
- Straßenplaner (und -bauer),
- Eisenbahngesellschaften,
- Schifffahrtslinien,

- Umweltbehörden (lokal, regional, national).

4.2.1.2 Sicherheit am Arbeitsplatz

Die Dringlichkeit zur schnellen Ernte von Sturmholz zur Vermeidung der Zerstörung des Holzes, jedoch auch zum Freimachen der Straßen, elektrischen Leitungen usw., darf nicht dazu führen, dass jeder darum gebeten wird, die Bäume irgendwie, irgendwo und irgendwann zu ernten. Die Arbeit in sturmgeschädigten Wäldern bedeutet zweifellos Arbeit unter sehr risikoreichen Bedingungen.

Beispielsweise kam es nach dem Sturm des Jahres 1991 zu vielen Unfällen und Todesfällen bei der Aufarbeitung:

- In Baden-Württemberg/Deutschland, für 15 Mio. Kubikmeter, 13 Tote,
- In der Schweiz, 31 Tote und mindestens 3 836 Unfälle.

Dieses Kapitel hat sich nicht zum Ziel gesetzt, die typischen gefährlichen Situationen zu analysieren und die geeigneten Verfahren im Hinblick auf die Arbeitsmethoden vom Sicherheitsstandpunkt aus aufzulisten: Diese Arbeit wurde bereits in unterschiedlichen nationalen Leitfäden oder internationalen Publikationen erledigt (Manual on Acute Forest Damage, Joint Committee, FAO/ECE/ILO).

Wir möchten die Aufmerksamkeit vielmehr auf drei unterschiedliche Aspekte lenken, die für den Leser, der im Begriff ist, in seinem Heimatland oder in einem anderen Land mit Aufräumarbeiten zu beginnen, und der eine maximale Sicherheit bei der Holzernte gewährleisten möchte, von elementarer Bedeutung sind. Zunächst ist den **gesetzlichen Regulierungen** bezüglich der Gesundheit und der Sicherheit der ausführenden Arbeiter natürlich besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Der zweite wichtige Punkt ist, dass ausschließlich **qualifizierte Personen** in sturmgeschädigten Wäldern arbeiten sollten. Drittens, sollten selbst erfahrene Personen grundsätzlich Schutzausrüstung tragen, auch wenn sie mit der Zeit dazu neigen, die Holzernte aus einer Art Gewohnheit durchzuführen: sie dürfen **niemals die typischen höchst riskanten Situationen vergessen**, die jederzeit zu tödlichen Unfällen führen können.

□ Regulierungen beachten

Gesetzlichen Regulierungen zur Gesundheit und Sicherheit:

- Auf EU-Ebene definierte **Grundregeln**, die in nationalen Richtlinien jedoch unterschiedlich umgesetzt wurden (beispielsweise gesetzliche Regulierungen bezüglich der Risikobewertung),
- Oder **vorübergehende/besondere gesetzliche Regulierungen, die auf nationaler Ebene** eigens für den Umgang mit der Katastrophe entwickelt wurden.

Da die zuerst genannten gesetzlichen Regulierungen jederzeit geändert werden können und die zweiten naturgemäß vor dem Ereignis unbekannt sind, empfehlen wir dem Leser, sich an die in Appendix 5.6 aufgelisteten **nationalen Organisationen zu wenden**, um geeignete und genaue Informationen über nationale gesetzliche Regulierungen bezüglich Gesundheit und Sicherheit zu erhalten, die er/sie bei der Arbeit in sturmgeschädigten Wäldern zu befolgen hat.

□ An Schulungen teilnehmen

Was die Aufarbeitung sturmgeschädigter Wälder betrifft, kann es sehr sinnvoll sein, sich anzuschauen, was in Frankreich nach den Stürmen Lothar und Martin im Dezember 1999 passierte, um **den Bedarf an Schulungen, auch für professionelle Forstarbeiter**, zu veranschaulichen:

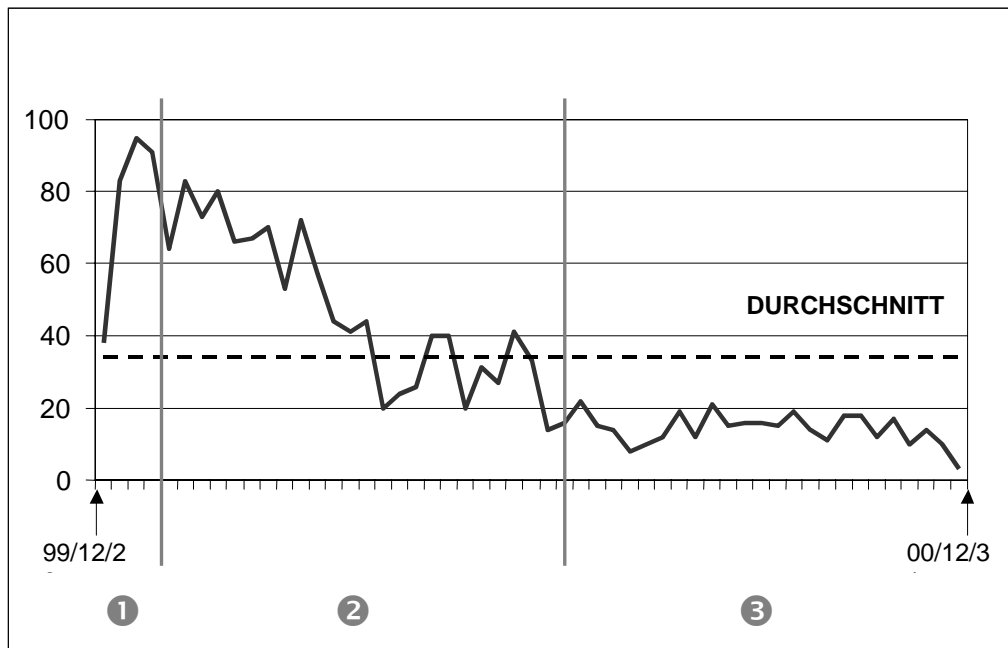


Abbildung 4: Zahl der Unfälle pro Woche in Frankreich im Jahre 2000 während der Aufarbeitung in sturmgeschädigten Wäldern

Während der ersten Tage nach dem Sturm ① kam es zu einer furchtbaren Zunahme von Unfällen, sowohl was professionelle Waldarbeiter als auch in diesem Bereich tätige nicht-professionelle Personen (Feuerwehrmänner, Armee, Landwirte) betrifft, die Straßen, Parks und Gärten usw. „freimachten“. Bei Letzteren bildet der Mangel an Grundfertigkeiten bei der Arbeit mit Motorsägen einen wichtigen Nachteil für die Aufarbeitung gefährlicher Bäume, bei der spezielle Techniken erforderlich sind.

Ein paar Wochen nach den Stürmen ② kam es, hauptsächlich bei den professionellen Waldarbeitern, die mehr oder weniger geschult und erfahren im Bereich der Aufräumarbeiten in sturmgeschädigten Wäldern waren, zu einer Verringerung der Unfallzahl und zu einer Stabilisierung auf einem Niveau, das nur ein wenig über dem Normalniveau liegt. Diese zweite Phase verdeutlicht sehr gut, dass selbst professionelle Waldarbeiter nicht in der Lage sind, bewusst mit den, bei der Sturmholzaufarbeitung zusammenhängenden Risiken umzugehen: Sie haben allerdings in „normalen Zeiten“ auch nicht die Möglichkeit, die speziellen Techniken und ihre Fähigkeiten in diesen Situationen regelmäßig anzuwenden und zu trainieren.

Ein paar Monate nach den Stürmen ③ kam es zu einem erneuten Anstieg und einer erneuten Abnahme der Unfälle hauptsächlich bei den erfahrenen Waldarbeitern. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass die Arbeiter die Gefahren akzeptierten und sie dadurch nach und nach, während sie ihre Fachkenntnisse im Bereich der Arbeit mit sturmgeschädigten Wäldern erweiterten, entspannter waren und infolgedessen unkonzentrierter arbeiteten.

Schulungen, oder zumindest Informationen, können mit Hilfe unterschiedlicher Mittel und unterstützender Organisationen vermittelt werden. In den verschiedenen Ländern werden unterschiedliche Lehrmittel angeboten, die sich oftmals ergänzen:

- Publikationen: Sicherheitsleitfäden, Broschüren, Artikel in Zeitschriften für Waldarbeiter
- Filme und Videos
- Auffrischkurse vor Ort.

Wenn Stürme auftreten, sollten alle Arten bereits vorhandener Publikationen (Sicherheitsleitfäden, Broschüren, usw.) schnellstmöglich an die professionellen Arbeitskräfte verteilt werden. Zusätzlich sollten die nicht professionellen Arbeiter und die Allgemeinheit mit Informationen ausgestattet werden.

Training vor Ort ist definitiv eine ausgesprochen gute Art der „Auffrischung“ der Kenntnisse der Waldarbeiter und ihrer Fähigkeiten im Bereich der Aufarbeitungsarbeiten in sturmgeschädigten Wäldern. Ein typisches Trainingsprogramm (3 – 4 Tage) kann die Erkennung der unterschiedlichen Schadensarten, die Organisation der Aufarbeitung, die Ausrüstung (Motorsäge, Sicherheitsausrüstung), Risikobewertung und Notfallmaßnahmen umfassen. Sicherheitsleitfäden sind pädagogische Dokumente, die für diese Schulungseinheiten benutzt werden können. In Großbritannien sind beispielsweise spezielle, auf Schulungsprogrammen und Beurteilungen basierende Befähigungszeugnisse für die Arbeiten in sturmgeschädigten Wäldern erforderlich (NPTC Kontakthinweise unter UK in Appendix 8).

Was die gesetzlichen Regulierungen betrifft, empfehlen wir dem Leser, sich zum Erhalt einer aktuellen und sachgemäßen Dokumentation oder praktischer Informationen für Auffrischkurse an die in Appendix 8 **aufgelisteten nationalen Organisationen zu wenden**.

□ **Typische höchst riskante Situationen nicht vergessen**

Wenn wir über Sicherheit in sturmgeschädigten Wäldern reden, denken wir im Allgemeinen an Motorsägenführer. Alle ausführenden Arbeiter sind jedoch gefährdet, insbesondere wenn am selben Einschlagsort mit unterschiedlichen Maschinenarten (Knickschlepper, Harvester, Rückefahrzeug, Motorsäge) gleichzeitig gearbeitet wird.

In Appendix 3 beschreiben wir einige tatsächliche und typische Unfälle, die sich nach den Stürmen Martin und Lothar in Frankreich ereignet haben:

- Betroffen waren Motorsägenführer,
- teilmechanisierte Holzerntearbeiten,
- vollmechanisierte Holzerntearbeiten.

Unfälle sind niemals auszuschließen
Arbeitsbedingungen und Arbeitstechniken können jedoch sicherer gestaltet werden.

4.2.1.3 Empfehlungen für die Rundholzvermessung nach Sturmschäden

Im Allgemeinen lässt sich die Vermessung in drei Hauptssysteme unterteilen, mit Hilfe manueller Methoden im Waldbestand, mit Hilfe des Vollernterkopfs oder im Sägewerk. Je nach Ort, an dem gemessen wird, und angewandter Methode fallen Genauigkeit und Kosten natürlich unterschiedlich aus.

Holzernteverfahren für Sturmbedingungen haben so ihre Eigenarten. Sie unterscheiden sich von normalen Systemen. Zeitdruck und Arbeitsverfahren sind dominante Faktoren. Die Rundholzvermessung ist zwar nur ein Teil der Logistik, jedoch ein sehr bedeutender. Sie kann zu zeitlichen Unterbrechungen in der Logistik führen. Die Holzernteverfahren können beeinflusst werden. Mechanisierte Holzerntesysteme sind ganz besonders betroffen.

Es ist wichtig, dass sich alle beteiligten Parteien über die Grundlagen des Verkaufsmaßes einig sind, insbesondere, da die Vermessungs-Übereinkommen und -einheiten von Land zu Land unterschiedlich sind.

Unabhängig vom Holzerntesystem verfolgt die Rundholzvermessung unterschiedliche Ziele: Vermessung des Holzes auf dem Stock, für den Verkauf von Rundholz, für Zahlungen an Auftragnehmer und Forstarbeiter. Anders als unter normalen Bedingungen spielen Verkauf und Buchführung erst später eine Rolle. Dennoch benötigt man zum Zeitpunkt der Holzernte Informationen bezüglich der Produktivität.

Bevor man sich für eine Vermessungsmethode entscheidet, sollte man sich über den Genauigkeitsgrad und die Kosten im Verhältnis zum Sturmschaden hinsichtlich des Wertes des aufzuarbeitenden Holzes und der Schadensfläche Gedanken machen. Das bedeutet, dass Vermessungsmethoden zur Anwendung kommen können, die den normalen Standards nicht gerecht werden. Sie kommen aufgrund ihrer einfachen Durchführbarkeit und ihrer geringeren Störung auf den Holzernteprozess in Betracht. Beispiele sind repräsentative Vermessungsmethoden. Sie können durch die Vermessung einer großen Anzahl Rundhölzer zu einer ausreichenden Genauigkeit der Ergebnisse führen.

Erfahrungen mit der Abwicklung der Auslagerung der Hölzer zeigen, dass in den meisten Fällen wiederholte Vermessungen desselben Holzes vorkommen, was zeitraubend und kostspielig ist. Rundhölzer werden beispielsweise im Wald und außerdem nach der Konservierung bei Lieferung auf dem Sägewerksgelände vermessen. Bei der Vermessung im Wald spielt qualifiziertes Personal eine bedeutende Rolle. In derartigen Fällen könnten die Mitarbeiter für wichtigere Aufgaben eingesetzt werden.

Exakte Vermessungen im Wald sind für Sortimente, die bei der Anlieferung auf dem Sägewerksgelände noch zum Zweck des Verkaufs gemessen werden, nicht notwendig. Die folgenden zwei Tabellen zeigen potentielle Vermessungsmethoden und ihre Prioritäten in Bezug auf manuelle und mechanisierte Holzerntemethoden. Die Grundlage für die Ergebnisse bilden die mit den Windwürfen der Jahre 1990 (Vivian, Wiebke) und 1999 (Lothar) zusammenhängenden Erfahrungen bei der Vermarktung von annähernd 45 Mio. Kubikmetern in Baden-Württemberg (**Tabelle 2 und 3**).

Tabelle 2: Rundholzvermessung – manuelle Holzernteverfahren

SORTIMENT	PRIORITÄT			Kontrollmessung
	1.	2.	3.	
Lange Nadelhölzer mit einem Mittendurchmesser ab 15 cm	Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerksgelände ¹	Vermessung im Wald: Länge und Stichprobe des Mittendurchmessers ⁴	Vermessung im Wald: Länge und Mittendurchmesser	Vermessung im Wald: Anzahl Stämme
Lange Nadelhölzer [in Rinde]	Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerksgelände ¹	Vermessung durch eine Entrindungs- maschine ²	Vermessung im Wald: Länge und Stichprobe des Mittendurchmessers ⁴	Vermessung im Wald: Anzahl Stämme
Laubhölzer mit einem Mittendurchmesser ab 35 cm	* Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerksgelände ¹	Vermessung im Wald: Länge und Mittendurchmesser	Vermessung im Wald: Länge und Stichprobe des Mittendurchmessers ⁴	Vermessung im Wald: Anzahl Stämme
Industrieholz, (Nadel- und Laubholz)	Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerksgelände ¹ (Durchmesser oder Gewicht)	Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerksgelände (Durchmesser oder Gewicht)	Vermessung im Wald: Länge und Stichprobe des Mittendurchmessers ⁴	Vermessung im Wald: Anzahl Stämme oder Volumenstichprobe

Tabelle 3: Rundholzvermessung - mechanisierte Holzernteverfahren

SORTIMENT	PRIORITÄT			Kontrollmessung
	1.	2.	3.	
Lange Nadelhölzer mit einem Mittendurchmesser ab 15 cm	Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerks-gelände ¹	Vermessung im Wald: Länge und Stichprobe des Mittendurchmessers ⁴	Vermessung im Wald: Länge und Mittendurchmesser oder Vollernter-Vermessung ³	Vollernter-Vermessung: Anzahl Stämme
Kurzes Nadelholz mit einem Mittendurchmesser ab 15 cm	Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerks-gelände ¹	Vermessung im Wald: spezielle Stichprobe/ Vermessungs-methode	Vollernter-Vermessung ³	Vollernter-Vermessung: Anzahl Stämme
Laubhölzer mit einem Mittendurchmesser ab 35 cm	Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerks-gelände ¹	Vermessung im Wald: Länge und Mittendurchmesser	Vermessung im Wald: Länge und Stichprobe des Mittendurchmessers	Vollernter-Vermessung: Anzahl Stämme
Industrieholz, (Nadel- und Laubholz)	Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerks-gelände ¹ (Durchmesser oder Gewicht)	Vermessung im Wald: spezielle Stichprobe Vermessungs-methode oder Vermessung bei Lieferung auf dem Sägewerks-gelände (Durchmesser oder Gewicht)	Vollernter-Vermessung ³	Vollernter-Vermessung: Anzahl Stämme oder Vollerntervolumen

(Schriftliche Übereinkunft zwischen der Staatlichen Forstverwaltung Baden-Württemberg und der Holz verarbeitenden Industrie).

Fußnoten:

- 1 Regional bekannter Kunde, Rundholz zur Vortrocknung vorgesehen,
- 2 Kalibrierung und sektionsweise Vermessung,
- 3 Abgewandelte Vermessung (Meterweise Kennzeichnung auf dem Referenzrundholz oder vom beauftragten Unternehmen oder dem leitenden Förster gemessene, einheitliche Längen)
- 4 Große Rundholzvolumina zur Nasslagerung: Wiegen der beladenen Lastwagen und Berechnung des Volumens aufgrund des Gewichts,
- * Diese Methode ist bis jetzt noch nicht zur praktischen Anwendung gekommen.

4.2.1.4 Kennzeichnung von Rundholz

Die Kennzeichnung von Rundholz spielt beim Liefermanagement von Sägewerken eine bedeutende Rolle. Darüber hinaus ist die Kontrolle der Rohstoffkosten durch eine exakte Kennzeichnung, die eine sichere Bestandsaufnahme des Rundholzes ermöglicht, für einen Gewinn bringenden Betrieb ausschlaggebend.

Die gelieferten Informationen decken meistens die folgenden Bereiche ab:

- Kennzeichnung des Lieferanten,
- Produktart und -sorte,
- Güte- und Qualitätszeichen,
- Maßangaben,
- Stückzahl,
- Produktionsdatum.

Es werden unterschiedliche Kennzeichnungssysteme verwendet, um den Informationsaustausch zwischen Wald und Werk sicherzustellen. Am gebräuchlichsten ist die manuelle Kennzeichnung. Dank der Einführung der Verwendung von Barcodes werden Entwicklungen im Bereich der Automatisierung der Kennzeichnung vorangetrieben.

Für die Kennzeichnung werden hauptsächlich zwei Systeme verwendet:

- a) Individuelle Kennzeichnung der Rundhölzer (jedes Rundholz)
- b) Kennzeichnung der Polter

Die Verwendung von GIS (Geografisches Informationssystem) und GPS (Globales Positionsbestimmungssystem) sorgt für eine bedeutende Verbesserung des Informationsflusses innerhalb der Lieferkette. Diese Informationen hinsichtlich Rundholz bzw. Polter werden auf dem Rundholzplatz des Sägewerks registriert. Außerdem können mithilfe eines Scanners das Volumen hinzugefügt werden.

Heutzutage ist die Verwendung von Kennzeichnungsmarken aus Kunststoff auf qualitativ hochwertigem Nutzholz (sowohl Laubholz als auch Nadelholz) sehr gebräuchlich.

Das Kennzeichnungssystem besteht entweder aus einer Nummer oder aus einem Barcode mit entsprechender Menge Informationen. Das Rundholz des Polters wird im Wald oder im Sägewerk mithilfe eines optischen Lesegeräts gekennzeichnet. Aufgrund der schwierigen Arbeitsbedingungen im Wald (Nässe, Staub, Schlamm, usw.) ist die Lesbarkeit des Barcodes möglicherweise beeinträchtigt. Radio Frequency Identification Chips können mit einer sehr hohen Lesegenauigkeit (fast 100 %) verwendet werden. Der Lesebereich erreicht abhängig vom Lesegerät bzw. der Antenne bis zu einem Meter.

Es besteht die Möglichkeit, derartige RFID-Chips in Kunststoffmarken zu integrieren. Es gibt Lösungen, bei denen sowohl der elektronische Chip als auch der „Domino Tag“ recycelt werden. Der Chip wird auf einem stabilen, schlagfesten Kunststoffdomino angebracht. Dieser Domino befindet sich direkt unter der herkömmlichen, auf dem Rundholz befindlichen Kunststoffmarke. Der Domino kann nach dem Lesevorgang im Sägewerk entfernt und der Chip wieder verwertet werden.

Es wird zwischen aktiven und passiven Transpondern unterschieden. Die Aktiven können immer wieder neue Informationen aufnehmen, während die Passiven eine abrufbare Kennzeichnungsnummer enthalten, jedoch nicht aktive Informationen an einen Empfänger senden können. Die Chips sind manuell anzubringen, nachdem ein Loch in das Holz gebohrt wurde. In Schweden wurde ein Prototyp für ein automatisches Anbringen mit dem Kopf der Erntemaschine entwickelt.

Laufende Forschungen untersuchen die Anwendung von UV-empfindlichen Lackierungen, die am Eingang des Sägewerks einfach zu lesen sind. In diesem Bereich der Forstwirtschaft ist mit weiterführenden Entwicklungen zu rechnen.

4.3 Holzerntearbeiten – Methoden und Systeme

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die wichtigsten, nach dem Sturm im Dezember 1999 in Europa verwendeten Holzerntesysteme. Unter Sturmbedingungen geeignete Holzerntesysteme werden in Bezug auf die verwendeten Forstmaschinen und den Ort, an dem die jeweiligen Arbeiten stattgefunden haben, beschrieben. Es werden Einschlagsort, Vorteile und Nachteile beschrieben und praktische Informationen vermittelt.

Über die folgenden wichtigen Faktoren, die auf die Holzerntearbeiten Einfluss haben, sollte vor der Wahl der geeigneten Holzerntemethoden und -systeme nachgedacht werden:

- + Einsatzort und Gelände,
- + Erschließung der Bestände, wie z.B. Rückegassensysteme,
- + Schadensart: Einzel-, Nester- oder Flächenschäden,
- + Baumart und Baumgröße,
- + Sortiment,
- + Entrindung,
- + Holzlagerplätze und Lagerung vor Ort,
- + Transport,
- + Aufarbeitung und Wiederaufforstung,
- + Verfügbarkeit von Forstarbeitern und -maschinen.

Abbildung 5 zeigt, wie unterschiedlich sich der Ort, an dem die Arbeiten im Wald ausgeführt werden, im Verhältnis zu den verschiedenen Systemen verhält. Die unten abgebildeten Systeme H, C und A werden nachfolgend in diesem Abschnitt vollständig beschrieben.

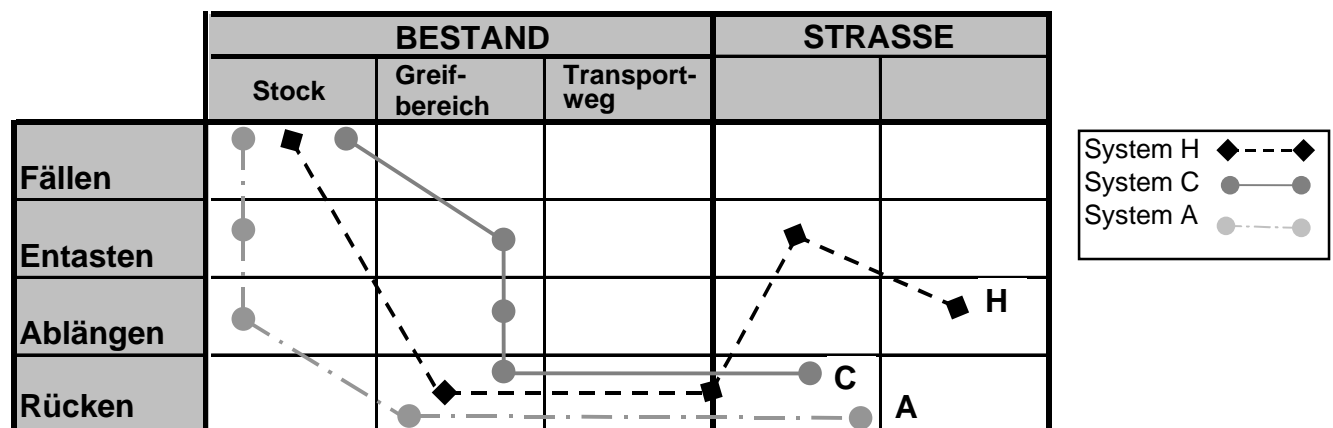




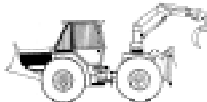









Abbildung 5: Beispiele für Orte der Teilarbeiten bei drei unterschiedlichen Holzerntesystemen

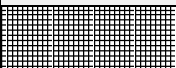


Die unterschiedlichen Forstmaschinentypen, die in den sturmgeschädigten Wäldern in Europa zum Einsatz kamen, werden in Tabelle 4 aufgelistet.

Tabelle 4: Forstmaschinentypen, die in den sturmgeschädigten Wäldern in Europa zum Einsatz kamen

FORSTMASCHINEN UND AUSTRÜSTUNG			
	Motorsäge		Vollernter mit Rad- oder Raupenantrieb
	Landw. Schlepper		Hacker
	Zangenschlepper		Seil-Skidder
	Tragschlepper		Klemmbankschlepper
	Rad- oder Raupenbagger		Seilkran Seilkran mit Prozessorkopf
	Prozessor		Hubschrauber

Die Symbole für die Orte, an denen die Arbeiten durchgeführt werden, finden Sie in Tabelle 5

Tabelle 5: Einsatzorte der Holzerntearbeiten

Ort, an dem die jeweiligen Arbeiten durchgeführt werden	
	Verhau
	-Aufgearbeiteter Bestand
	Forststraße, Holzlagerplatz

Die zehn unterschiedlichen, in diesem Technischen Leitfaden veranschaulichten Holzerntesysteme werden in drei Hauptgruppen unterteilt:

- **Befahrbares Gelände**
- **Seilkräne**
- **Hacker**

Die Holzerntesysteme, Beschreibungen der Hauptmerkmale und Anmerkungen werden in Tabelle 6 zusammengefasst. Detaillierte Informationen zu Einschlagsorten, Vorteilen, Nachteilen und praktische Informationen zu jedem System folgen.





Tabelle 6: In sturmgeschädigten Wäldern in Europa verwendete Holzerntesysteme

System Ref.	Kurze Beschreibung	Anmerkungen
Befahrbare Flächen		
A	Motormanuell – alle Arbeiten werden im Verhau durchgeführt	
B	Motormanuell - Holzeinschlag, mechanisches Entzerren und motormanuelles Entasten und Ablängen im Bestand	Fallstudie verfügbar
C	Teilmechanisiert – motormanuelles Abstocken– mechanisiertes Entzerren, Entasten und Ablängen im Bestand	Fallstudie verfügbar
D	Vollmechanisiert	Fallstudie verfügbar
E	Teilmechanisiert – motormanuelles Abstocken – mechanisiertes Entzerren, Entasten und Ablängen im beschädigten Gebiet	Fallstudie verfügbar
Seilkräne		
F	Motormanuell – alle im Bestand durchgeführten Arbeiten	
G	Motormanuell –Abstocken im Bestand, Entasten und Ablängen am Holzlagerplatz	
H	Teilmechanisiert – motormanuelles Abstocken – mechanisiertes Entasten und Ablängen am Holzlagerplatz	Fallstudie verfügbar
Hacker		
I	Hacken im Bestand	
J	Hacken am Holzlagerplatz	

4.3.1 Holzerntesysteme (Befahrbare Flächen)

4.3.1.1 Holzerntesystem A.

Motormanuell - alle Arbeiten werden im Verhau durchgeführt.

Fällen	Entasten	Ablängen	Rücken	Poltern	System Nr. A
				 	







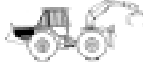

Einsatzbereich:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einzelwürfe, Nester- und Flächenschäden für Rückemaschine ▪ Nadelholz und Laubholz ▪ Flaches Gelände bis zu einem Gefälle von < 35 %
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe Investitionen für Holzeinschlagsarbeiten ▪ Einfache Organisation und Planung
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motormanuelles abstocken ▪ Sicherheit am Arbeitsplatz bei motormanuellen Arbeiten, hohe Verletzungsgefahr ▪ Niedrige Produktivität des motormanuellen Fällens und der motormanuellen Weiterverarbeitung ▪ Hangneigung und Holzstärke setzen die Grenzen für das Rückefahrzeug ▪ Keine computergestützte Ablängsystembetreuung für die Rundholzvermessung

Praktische Informationen:

- ☞ Holzfäller sollten niemals alleine arbeiten
- ☞ Notwendigkeit von Schulungen für die die Holzeinschlagsarbeiten ausführenden Arbeiter
- ☞ Die Maschine hat das vorhandene Rückegassensystem zu verwenden (was zu dokumentieren ist)

4.3.1.2 Holzerntesystem B.

Motormanuell - Abstocken, mechanisches Entzerren und motormanuelles Entasten und Ablängen im Bestand.

Fällen	Entzerren	Entasten	Ablängen	Rücken	Poltern	System Nr. B
	 			 	 	

Einsatzbereich:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flächenschäden > 1 ha Bagger oder Forstspeziialschlepper mit Zange zum Entzerren ▪ Nadelholz und Laubholz ▪ Auch geeignet für stark astige Bäume ▪ Ebenes Gelände (Bagger zum Entzerren), unabhängig für Seil-Skidder
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherheit am Arbeitsplatz aufgrund der Unterstützung durch Maschinen, vor allem durch Bagger ▪ Bearbeitung wertvoller Sortimente (manuelles Ablängen) ▪ Geringe Investitionen und sofortige Verfügbarkeit der Maschinen ▪ Potentielle Rückgewinnung des Holzabraums des Hackers ▪ Einfache Organisation und Planung
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motormanuelles Abstocken ▪ Sicherheit am Arbeitsplatz bei motormanueller Aufarbeitung, hohe Verletzungsgefahr ▪ Niedrige Produktivität bei Schwachholz ▪ Restholz wird im Bestand hinterlassen, Flächenräumung zur Vorbereitung einer aktiven Wiederaufforstung ▪ Befahrungsgrad beim Einsatz eines Baggers mit einer kurzen Reichweite des Auslegers ▪ Keine computergestützte Ablängensystembetreuung für die Rundholzvermessung

Praktische Informationen:

- ☞ Holzfäller sollten niemals alleine arbeiten
- ☞ Notwendigkeit von Schulungen für die die Holzeinschlagsarbeiten ausführenden Arbeiter
- ☞ Abgestimmtes Arbeiten erfordert zwei Rückeeinheiten
- ☞ Restholz kann am Holzlagerplatz gehackt werden
- ☞ Funksysteme verwenden
- ☞ Landwirtschaftliche Traktoren + Anhänger als Rückefahrzeug verwenden + mit einem Bagger laden
- ☞ Flexible Holzerntesysteme, die bei der Verwendung mit Seil-Skiddern durch Gefälle und Bestand nicht beeinträchtigt werden
- ☞ Im Hinblick auf Seil-Skidder hat sich die Schonung des Bodens aufgrund der Rückegassenentfernung > 20 m verbessert (vorausgesetzt, dies wird beachtet)

Holzerntesystem B Fallstudie aus dem dänischen Staatsforst

Holzerntesystem für Laubholz

Fällen, Entasten und Ablängen mit Motorsäge mithilfe eines mittelgroßen Baggers. Rücken mit einem Seil-Skidder für große Stämme und in einigen Fällen mit einem Tragschlepper für die kleineren Stämme.

Stückmasse	> 1 m ³
Betriebsmittel	
Arbeiter	3-4 Forstarbeiter
Maschinen / Gerätschaft	1 Raupenbagger mit Zange > 10 Tonnen 1 Seil-Skidder und / oder ein Rückefahrzeug
Sortimente	Kurzholz
Produktivität für das gesamte System (3-4 Arbeiter, Bagger und Knickschlepper/ Rückefahrzeug)	100 – 150 m ³ / Tag

Praktische Empfehlungen


Fällen, Entasten und Ablängen werden im Bestand mit der Motorsäge durchgeführt. Unterstützung vom Bagger ist notwendig, um Bäume zu entzerren und sie für das nachfolgende Rücken bereitzulegen.

Rücken und Poltern finden mithilfe eines Seils oder eines Zangenschleppers für das Rücken größerer Stämme statt, Tragschlepper erweisen sich beim Rücken kleinerer Stämme als effizienter.

Kommentare: Diese Methode stellt aufgrund des Fahrens im gesamten Bestand für den Boden eine Belastung dar. Die Anwendung der Vollbaummethode wäre für den Boden bedeutend schonender: Abstocken mit Motorsägen, Durchführung des Entastens im Bestand und dann den ganzen Baum mithilfe eines Seil-Skidders oder Zangenschleppers zum Holzlagerplatz rücken. Ablängen und Stapelung am Holzlagerplatz mithilfe des Baggers. Die Produktivität dieser Methode ist genauso hoch (wenn nicht sogar höher) wie die der oben beschriebenen Methode. Darüber hinaus wird im Bestand weniger gefahren.

4.3.1.3 Holzerntesystem C.

Teilmechanisiert – motormanuelles Abstocken, mechanisiertes Entzerren, Entasten und Ablängen im Bestand.

Fällen	Entzerren	Entasten	Ablängen	Rücken	Poltern	System Nr. C
		 			  	

Einsatzbereich:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einzelne, Nester- und Flächenschäden für Maschinen mit Radantrieb ▪ Schadfläche > 2 ha für Maschinen mit Raupenantrieb ▪ Vor allem Nadelholz, kein starkes Laubholz ▪ Flaches Gelände bis zu einer Neigung von < 35 %
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Produktivität ▪ Maschine mit Radantrieb: größere Flexibilität beim Umsetzen ▪ Maschinen mit Raupenantrieb: Größere Köpfe aufgrund größerer Stabilität ▪ Holzabraum auf Rückegassen führt zu Kosteneinsparungen für die Flächenräumung und die Wiederaufforstung ▪ Geringe Abnutzung der Vollernterkette
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motormanuelles abstocken ▪ Arbeitssicherheit beim Abstocken, hohe Verletzungsgefahr ▪ Hohe Anforderungen an Organisation, Planung und Koordination ▪ Hoher Befahrungsgrad, da Rückegassenabstand < 20 m ▪ Gefälle und Stärke des Holzes schränken Vollernter und Rückefahrzeug ein ▪ Hohe Investitionen erforderlich

Praktische Informationen:

- ☞ Holzfäller sollten niemals alleine arbeiten
- ☞ Notwendigkeit von Schulungen für die die Holzeinschlagsarbeiten ausführenden Arbeiter
- ☞ In steilem Gelände 8x8 Rückefahrzeuge verwenden
- ☞ Für sturmgeschädigte Gebiete sind im Vergleich zu Normalbedingungen größere Maschinen notwendig.
- ☞ Sprechfunksysteme verwenden

Holzerntesystem C Fallstudie aus dem dänischen Staatsforst

Holzerntesystem für Nadelholz < 0,75 m³.

Abstocken mithilfe einer Motorsäge. Entzerren, Entasten und Ablängen mit dem Vollernter. Rücken und Poltern mit dem Tragschlepper.

Baumgröße	< 0,75 m ³	
Betriebsmittel		
Arbeiter	1-2 Forstarbeiter (CU)	
Maschinen / Gerätschaft	1 mittelgroßer bis großer Vollernter (HA) 1 Rückefahrzeug (TRA)	
Sortimente	Langholz	Kurzholz
Produktivität /CU	10-15 m ³ /h	10-15 m ³ /h
Produktivität /HA	14-17 m ³ /h	12-15 m ³ /h
Produktivität /TRA	20-30m ³ /h	10-15 m ³ /h

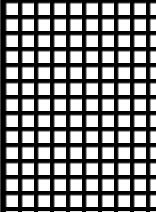
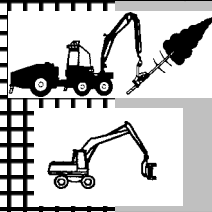

Praktische Empfehlungen

Fällen: Üblicherweise wird eine Motorsäge mit einem 450 mm Schwert verwendet. Die Bäume zur Vermeidung von Rissen im Holz möglichst nah am Stock schneiden. Es wäre besser, zwei Motorsägenführer mit zwei Vollerntern zu kombinieren. Damit müsste ein Motorsägenführer nicht ständig zwischen zwei Vollerntern hin und her laufen. Es ist wichtig, dass ein Motorsägenführer die ganze Zeit über mit ein und demselben Harvester arbeitet, um das Verhältnis zwischen ihm und dem Fahrer des Vollernters zu stärken.

Entzerren, Entasten und Ablängen. Der Vollernter sollte mittelgroß oder groß sein (Klasse II bis III). Das Hydrauliksystem kleiner Vollernter ist nicht ausreichend, und sie haben Probleme mit der Stabilität. Der Vollernter sollte in Linien arbeiten, die in 45 bis 90 Grad zur Richtung des Windwurfs liegen.

Rücken und Poltern. Ein mit einer Klemmbank ausgestattetes Rückefahrzeug zieht das Langholz und stapelt es am Straßenrand in einem 90°-Winkel. Ein Standard-Tragschlepper rückt das Kurzholz und stapelt es am Straßenrand. Es ist wichtig, dass sowohl die Vorder- als auch die Rückseite des Polters gemessen werden können.

4.3.1.4 Holzerntesystem D. Vollmechanisiert.

Fällen	Entzerren	Entasten	Ablängen	Rücken	Poltern	System Nr. D
						

Einsatzbereich:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einzel-, Nester- und Flächenschäden für Radmaschinen ▪ Schadensfläche > 2 ha für Maschinen mit Raupenantrieb ▪ Vor allem Nadelholz, kein starkes Laubholz ▪ Flaches Gelände bis zu einer Neigung von < 35 %.
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Sicherheit am Arbeitsplatz aufgrund des mechanisierten Abstockens ▪ Hohe Produktivität für das Aufarbeiten und Rücken ▪ Maschine mit Radantrieb: größere Flexibilität, beim Umsetzen im Waldgebiet ▪ Maschinen mit Raupenantrieb: Größerer Kopf aufgrund höherer Stabilität ▪ Organisation und Planung ▪ Holzabraum auf Rückegassen führt zu Kosteneinsparungen für die Flächenräumung und die Wiederaufforstung
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starke Abnutzung der Vollernterkette ▪ Hoher Befahrungsgrad, da Rückegassenabstand < 20 m ▪ Gefälle und Holzstärke schränken Vollernter und Rückefahrzeug ein ▪ Hohe Investitionen erforderlich

Praktische Informationen:

- ☞ Im Vergleich zu Normalbedingungen sind für die Sturmholzaufarbeitung größere Maschinen notwendig.

Holzerntesystem D

Fallstudie für die mechanisierte Holzernte in Deutschland

Vollmechanisiert (Test Wildbad , 2000):

Holzernte mithilfe eines Vollernters mit Raupenantrieb, Rücken mit einem Tragschlepper

Der *Raupenvollernter* „Königtiger“ arbeitete Kurzholz auf. Ein Tragschlepper Valmet 860 führte das Rücken durch (Gefälle 30 – 50 %). Die Entfernung zwischen den Rückegassen wurde von der lokalen Forstverwaltung geplant – erst 30 m und dann, mit mehr Erfahrung, auf 50 m erhöht.

Ergebnisse - Vollernter:

Der Vollernter hat insgesamt 5144 Bäume mit einem Gesamtvolumen von 3696 m³ aufgearbeitet. Die Durchschnittsproduktivität lag bei 12,7 m³/h (17,7 Bäume/h).

Im Vergleich zur Produktion in nicht sturmgeschädigten Gebieten sank die Produktion unter topografisch ähnlichen Voraussetzungen durchschnittlich um rund 18 %.

Während des Beobachtungszeitraums konnte für die Arbeitselemente die folgende Verteilung festgestellt werden:

70 %	Aufarbeiten
4 %	Fahren von Rückegasse zu Rückegasse
6 %	Reparaturen
14 %	Pause
6 %	Wartung

Die Verfügbarkeit der Maschinen betrug 74 % der gesamten Arbeitszeit.

Ergebnisse Tragschlepper:



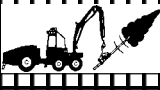



Insgesamt gab es 11 Studien. Das gerückte Volumen betrug 98,5 m³, was 9 m³/Fahrt entspricht.

Die Durchschnittsleistung belief sich auf 16,4 m³/h. Der hohe Massenfall auf der Fläche in sturmgeschädigten Gebieten (300 m³/Hektar) steigert die Arbeitsleistung beträchtlich.

Die Leistung des Rückefahrzeugs betrug 3 m³/h mehr als die des Vollernters. Dadurch entstanden Koordinationsprobleme.

4.3.1.5 Holzerntesystem E.

Teilmechanisiert – motormanuelles Abstocken, mechanisches Entzerren, Entasten und Ablängen im Bestand..

Fällen	Entzerren	Entasten	Ablängen	Rücken	Poltern	System Nr.E
					  	

Einsatzbereich:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schadensfläche > 2 ha ▪ Nadelholz, Mischbestand, kein starkes Laubholz ▪ Kein Schwachholz ▪ Flaches Gelände
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherheit am Arbeitsplatz aufgrund von maschineller Unterstützung ▪ Hohe Produktivität beim Aufarbeiten und Rücken ▪ Erhaltung der Naturverjüngung ▪ Holzabraum auf Rückegassen führt zu Kosteneinsparungen für die Flächenräumung und die Wiederaufforstung
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoher Befahrungsgrad ▪ Motormanuelles Abstocken ▪ Arbeitssicherheit bei motormanuellem abstocken, hohe Verletzungsgefahr

Praktische Informationen:

- ☞ Geeignetes Holzerntesystem für starkes Nadelholz bei vorhandener Naturverjüngung
- ☞ Holzfäller sollten niemals alleine arbeiten
- ☞ Notwendigkeit von Schulungen für die die Abstockung ausführenden Arbeiter

Holzerntesystem E Fallstudie aus dem dänischen Staatsforst

Holzerntesystem für Nadelholz > 0,75 m³.

Abstocken mit einer Motorsäge. Entzerren und Poltern in Reihen mit einem Raupenbagger mit Zange. Entasten und Ablängen mit einem Vollernter. Rücken und Poltern mit einem Tragschlepper.

Baumgröße	> 0,75 m ³	
Betriebsmittel		
Arbeiter	2-3 Forstarbeiter (CU)	
Maschinen / Gerätschaft	1 Raupenbagger + Zange > 20 Tonnen (GRA) 1 großer Vollernter (HA) 1 Rückefahrzeug mit Klemmbank (TRA)	
Sortimente	Langholz	Kurzholz
Produktivität/CU	7-10 m ³ /h	7-10 m ³ /h
Produktivität /GRA	20-30 m ³ /h	20-30 m ³ /h
Produktivität /HA	20-30 m ³ /h	15-30 m ³ /h
Produktivität /TRA	25-30 m ³ /h	10-15 m ³ /h

Praktische Empfehlungen

Abstocken: Üblicherweise wird eine Motorsäge mit einem 450 mm Schwert verwendet. Die Bäume zur Vermeidung von Brüchen im Holz möglichst nah am Stock schneiden. Es wäre besser, zwei Motorsägenarbeiter mit zwei Vollerntern arbeiten zu lassen. Hierdurch müsste ein Motorsägenarbeiter nicht ständig zwischen zwei Vollerntern hin und her laufen. Es ist wichtig, dass ein Motorsägenarbeiter die ganze Zeit über mit ein und demselben Harvester arbeitet, um das Verhältnis zwischen ihm und dem Fahrer des Vollernters zu stärken.

Entzerren und Poltern in Reihen. Der Bagger sollte ein Gewicht von mindestens 20 Tonnen haben, mit einer starken Zange ausgestattet sein und eine Reichweite von mindestens 8 Metern besitzen. Der Rotator sollte in der Lage sein, Ladungen von mindestens 20 Tonnen zu handhaben. Die Arbeiten werden in Reihen von 10 Metern und in einem 45°-Winkel im Verhältnis zur Richtung des Sturmholzes ausgeführt.

Entasten und Ablängen. Es sollte sich um einen großen Vollernter (Klasse III) handeln. Die Handhabung dieser großen Bäume erfordert ausreichende Stabilität und ein Hydrauliksystem mit einer großen Kapazität.

Rücken und Poltern. Ein mit einer Klemmbank ausgestattetes Rückefahrzeug zieht das Langholz und stapelt es am Straßenrand in einem 90°-Winkel. Ein Standard-Tragschlepper rückt das Kurzholz und stapelt es am Straßenrand. Es ist wichtig, dass sowohl die Vorder- als auch die Rückseite des Polters gemessen werden können.

Holzerntesystem C & D

Fallstudie der mechanisierten Holzernte in Frankreich

Teilmechanisiert oder vollmechanisiert?

In einem nationalen Beobachtungsnetzwerk wurden 71 Arbeitstage lang 30 von qualifizierten Facharbeitern bediente Eingriffvollernter untersucht, um zuverlässige Informationen zu Methoden, Produktivität, Kosten, Gesundheit und Sicherheit an beauftragte Unternehmen übermitteln zu können. Trotz der unterschiedlichen Kontexte und der verschiedenen Maschinen sind die von den beauftragten Unternehmen angewandten Methoden sehr ähnlich. *Es sind jedoch 2 bedeutende Feststellungen zu machen:*

- ❶ Eine Rückkehr zur teilmechanisierten Holzernte in Nadelbaumbeständen. Viele beauftragte Unternehmen haben sich bei der Entfernung der Stöcke entwurzelter Bäume für die Einstellung eines Motorsägenführers entschieden.
- ❷ Beginn der mechanisierten Laubholzernte. Mehrere beauftragte Unternehmen haben ein innovatives Konzept zur Verwendung von Harvestern bei der Ernte von durch Stürme geworfene Kastanienniederwälder entwickelt.

Zahlreiche Quellen für Produktivitätsverlust, jedoch mit mehr oder weniger bedeutenden Auswirkungen

- **Wenn man an Bestände mit einem vergleichbaren durchschnittlichen Baumvolumen denkt, ist die Produktivität bei Nadelbaumbeständen höher als bei Laubbaumbeständen.** Die Eigenschaften des Vollernters (Räder oder Raupen, Fälldurchmesser) haben keine Auswirkungen auf die Produktivität, und dies scheint für jede der untersuchten Nadelbaumarten ähnlich zu sein (Kiefer, Douglasie, Tanne, Fichte).
- **In unseren Studien lag das Verhältnis produktive Maschinenstunden/Gesamte Maschinenstunden durchschnittlich bei 86 %,** und die Ursache sind „klassische“ Unterbrechungen aufgrund von Maschinenschäden, Telefonaten, usw.
- **Wir konnten mehrere, für Arbeiten in Windwurf typische Faktoren identifizieren, welche die Produktivität des Vollernters mehr oder weniger begrenzen können.**
- *Tabelle 1: Bei der Aufarbeitung von Sturmholz liegt der pauschale Produktivitätsverlust zwischen ein paar Prozent und 50 %, abhängig von den Eigenschaften des Bestands und der angewandten Methode*

Ursache des Produktivitätsverlusts	Durchschnittliche Auswirkungen auf die Produktivität des Vollernters	Maximale Auswirkungen auf die Produktivität des Vollernters
Entwurzelte Bäume	-14 bis -4 % abhängig vom Stammvolumen* [70 % der Bäume sind entwurzelt]	-20 bis -6 % abhängig vom Stammvolumen* [100 % der Bäume sind entwurzelt]
Abgestockte, entwurzelte Bäume (durch einen Motorsägenführer)	Geringfügig	
Gebrochene Bäume (verkäufliche Stücke)	-6 bis -4 % [15 % der Bäume sind abgebrochen]	-40 bis -24 % [100 % der Bäume sind abgebrochen]
Nicht verkäufliche Stücke (gebrochene Baumspitzen oder -stümpfe)	-1,5 % [wenn < 100/ha]	-12 % [400-500 / ha]
Wartezeiten wegen des Motorsägenführers	-2,5 %	-12 %
Umsetzen **	-7 %	-15 %
Einbau der Stöcke	-1 %	-4,5 %
Erfolgsloses Entzerren festgeklemmter Bäume	-1 %	-5 %
Harvester Kettenwechsel	-1 %	-6 %

- *Nur für Bestände mit einem durchschnittlichen Stammvolumen zwischen 150 und 700 dm³.*

** Am Ende des Streifens stoppt der Vollernters seine Arbeiten und kommt zur gegenüberliegenden Seite zurück, bevor er die Arbeit wiederaufnimmt.

Eine qualitativ gute Arbeit

Die Maschinenführer erfüllten meistens die technischen Bedingungen und verursachten keinen weiteren Holzbruch. Rundholzstapel sind so aufgebaut, dass sie die Transportarbeiten usw. nicht beeinträchtigen.

Sicherheit: häufige Ausfälle

Bei 75 % der von uns untersuchten, teilmechanisierten Arbeitsvorgänge, war eine Beeinflussung zwischen dem Motorsägenführer und dem Harvester zu beobachten: Der Vollernter stoppte, weil der Motorsägenführer sich zu nah an der Maschine aufhielt. Dies bringt viele Gefahren mit sich.

Über Kosten: keine allgemeine Schlussfolgerung

- Wir haben die Wartungs- und Reparaturkosten von 15 Harvestern untersucht, die länger als ein Jahr lang Windwurf aufgearbeitet haben. Da die meisten von ihnen nicht älter als 2 Jahre waren, konnten wir keine augenscheinliche Steigerung der Wartungs- und Reparaturkosten feststellen. Hierzu kann es jedoch in der nahen Zukunft kommen.
- Für beauftragte Unternehmen, die mit teilmechanisierten Systemen arbeiten, verursacht die Bezahlung des Motorsägenführers im Prinzip Zusatzkosten. Das Problem ist, dass, abhängig von der Maschinenart und von den Eigenschaften des Bestands, **die Zusatzkosten für den Motorsägenführer höher ausfallen können als der von ihm erzeugte Produktivitätsgewinn**. Wir empfehlen daher, auch weiterhin mit vollmechanisierten Systemen zu arbeiten:
 - ❶ wenn der Produktivitätsverlust Ihrer Einschätzung nach (ohne Motorsägenführer) unter 25 bzw. 30 % liegen wird
 - ❷ wenn es sich bei den zu erntenden Bäumen um kleine Bäume handelt ($< 200 \text{ dm}^3$), da es sich dann schwierig gestalten wird, zu einem die Zusatzkosten einschließenden Preis über geringwertige Produkte zu verhandeln ($\approx + 1,52\text{€/Einheit}$).



Perspektiven

- Die Entwicklung der Wartungs- und Reparaturkosten in den nächsten paar Jahren zu untersuchen, um die tatsächlichen Auswirkungen von Windwurfarbeiten auf Wartungs- und Reparaturkosten der Maschinen quantitativ bestimmen zu können.
- Das Beobachtungsnetzwerk für in Laubbaumbeständen arbeitende Maschinen beizubehalten.

4.3.2 Seilkransystem

4.3.2.1 Holzerntesystem F.

Motormanuell – Aufarbeitung im Verhau.

Fällen	Entasten	Ablängen	Rücken	Poltern	System Nr. F
					





Einsatzbereich:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schadensfläche mit einem Rückevolumen > 500 m³ ▪ Nadelholz und Laubholz ▪ Kein Schwachholz ▪ Alle Geländeneigungen
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einfache Organisation ▪ Aufarbeitung und Rücken können getrennt werden ▪ Keine Bodenschäden
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motormanuelles Abstocken am Hang ▪ Sicherheit am Arbeitsplatz, bei motormanuellen Arbeiten hohe Verletzungsgefahr ▪ Niedrige Produktivität ▪ Höhere Holzerntekosten aufgrund der Umsetzzeiten für den Seilkran ▪ Restholz wird im Bestand hinterlassen ▪ Flächenräumung zur Vorbereitung einer aktiven Wiederaufforstung

Praktische Informationen:

- ☞ Holzfäller sollten niemals alleine arbeiten
- ☞ Notwendigkeit von Schulungen für die Holzeinschlagsarbeiten ausführenden Arbeiter
- ☞ Verfügbarkeit eines ausreichend großen Holzlagerplatzes
- ☞ Bergauf Rücken erzeugt weniger Probleme
- ☞ Notwendigkeit einer Funkverbindung zwischen der Anhängemannschaft und dem Bediener des Seilkran

4.3.2.2 Holzerntesystem G.

Motormanuell – Abstocken im Verhau, Entasten und Ablängen am Holzlagerplatz.




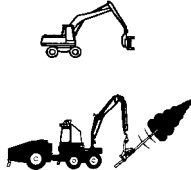
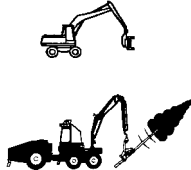

Fällen	Entzerren	Rücken	Entasten	Ablängen	Poltern	System Nr. G
						
<p>Einsatzbereich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schadensfläche mit einem Rückevolumen > 500 m³ ▪ Nadelholz und Laubholz ▪ Mittelstarkes Holz ▪ Alle Geländeneigungen 						
<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufarbeitung auf der Forststraße ist förderlich für die Sicherheit am Arbeitsplatz ▪ Keine Bodenschäden ▪ Keine Flächenräumung ▪ Gesteigerte Produktivität beim Rücken der Vollbäume und sichere Arbeit auf den Forststraßen ▪ Weiterverwertung des Restholzes 						
<p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Motormanuelles Abstocken am Hang ▪ Sicherheit am Arbeitsplatz beim Abstocken, hohe Verletzungsgefahr ▪ Hohe Anforderungen an Organisation, Planung und Koordination ▪ Notwendigkeit eines großen mobilen Seilkran ▪ Anfall von Restholz auf den Holzlagerplatz ▪ Rücken auch weniger wertvoller Sortimente ▪ Notwendigkeit eines ausreichend großen Holzlagerplatzes und einer fortwährenden Abfuhr der Rundhölzer ▪ Höhere Holzerntekosten durch Umsetzzeiten des Seilkran ▪ Höchst riskante Arbeiten beim Entzerren mit dem Seilkran 						

Praktische Informationen:

- ☞ Holzfäller sollten niemals alleine arbeiten
- ☞ Notwendigkeit von Schulungen für die die Holzeinschlagsarbeiten ausführenden Arbeiter
- ☞ Notwendigkeit eines guten Straßennetzes
- ☞ Verfügbarkeit eines ausreichend großen Holzlagerplatzes
- ☞ Bergauf Rücken erzeugt weniger Probleme
- ☞ Notwendigkeit einer Funkverbindung zwischen der Anhängemannschaft und dem Bediener des Seilkran

4.3.2.3 Holzerntesystem H.

Teilmechanisiert – motormanuelles Abstocken, mechanisiertes Entasten und Ablängen am Holzlagerplatz.

Fällen	Entzerren	Rücken	Entasten	Ablängen	Poltern	System Nr. H
						

Einsatzbereich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schadensfläche mit einem Rückevolumen > 500 m³ ▪ Nadelholz und Laubholz ▪ Alle Geländeneigungen
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mechanisierte Aufarbeitung auf der Forststraße fördert Sicherheit am Arbeitsplatz ▪ Keine Bodenschäden ▪ Hohe Produktivität durch Rücken der Rundhölzer und mechanisierte Aufarbeitung ▪ Flächenräumung nicht notwendig
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motormanuelles Abstocken am Hang ▪ Sicherheit am Arbeitsplatz bei motormanuellem Abstocken, hohe Verletzungsgefahr ▪ Hohe Anforderungen an Organisation, Planung und Koordination ▪ Notwendigkeit eines großen mobilen Seilkrans ▪ Anfall von Restholz auf den Holzlagerplatz ▪ Rücken auch weniger wertvoller Sortimente ▪ Notwendigkeit eines ausreichend großen Holzlagerplatzes und einer fortwährenden Abfuhr der verarbeiteten Rundhölzer ▪ Höhere Holzerntekosten durch Umsetzzeiten des Seilkrans

Praktische Informationen:

- ☞ Holzfäller sollten niemals alleine arbeiten
- ☞ Notwendigkeit von Schulungen für die die Holzeinschlagsarbeiten ausführenden Arbeiter
- ☞ Notwendigkeit eines guten Straßennetzes
- ☞ Verfügbarkeit eines ausreichend großen Holzlagerplatzes
- ☞ Notwendigkeit einer Funkverbindung zwischen der Anhängemannschaft und dem Bediener des Seilkrans
- ☞ Möglichkeit der direkten Beladung der Lastwagen nach der Aufarbeitung mit dem Vollernter oder dem Bagger mit Prozessorkopf

Holzerntesystem H Fallstudie der mechanisierten Holzernte in Deutschland

Teilmechanisiert (Test Wildbad, 2000)

Yarder-Rücken und mechanisierte Aufarbeitung am Holzlagerplatz.

Ein Forstarbeiter hat die geworfenen Bäume (meistens bergab) abgestockt. Daraufhin wurden die Bäume mithilfe eines Tragseils, eines einfachen Laufwagens und eines Schleppseils zum Aufstellungsort des Yarders gerückt. Der Kran des Yarders manövrierte die Baumstämme parallel zur Forststraße zur späteren Weiterverarbeitung durch einen Prozessor.

Ergebnisse – Rücken mit dem Yarder:

Während des Beobachtungszeitraums (23 Tage) wurde die folgende Aufteilung der Arbeitselemente gemessen:

72 %	Rücken mit dem Yarder
7 %	Auf- und Abbau
8 %	Reparaturen
13 %	Pause

Die Maschinenverfügbarkeit betrug infolge des robusten Zustands der Maschine 79% der gesamten Arbeitszeit.

Insgesamt wurden während des Untersuchungszeitraums 26 Rücketrassen bearbeitet. Die Umsetzungszeit von einer Gasse zur nächsten betrug 31 Min. Die tatsächliche Leistung je Arbeitsstunde betrug 12,1 m³/h.

Ergebnisse – Aufarbeitung mit dem Vollernter

Der Yarder wurde am Holzlagerplatz zu einem Vollernter mit dem Vollernterkopf (Timberjack 762B) umgebaut. Der Vollernter hat die gerückten Vollbäume zu Kurzholz verarbeitet und sie zur Beladung eines Lastkraftwagen abgelegt. Durch das hohe Eigengewicht der Maschine und den robusten Kran waren die gerückten Vollbäume effizient zu manövrieren.

4.3.3 Hack-Holzerntesysteme für Ganzbäume

Sturmgeschädigte Bestände stellen für die Herstellung von Ganzbaumhackschnitzel eine aus mindestens zwei Gründen besonders günstige Gelegenheit dar:

- Das Holz ist oft durch Bruch und/oder schlechte Lagerung derartig entwertet, dass es nicht mehr profitabel zu Sägerundholz, Zelluloseholz oder sonstigen traditionellen Sortimenten zu verarbeiten ist,
- Der Markt ist bereits übersättigt mit einem derartig großen Angebot an Holzsortimenten, dass qualitativ schlechtes Sägerundholz und Zelluloseholz sich schlecht verkaufen lassen.

Wenn die Bäume zu klein oder so entwertet sind, dass damit durch Aufarbeitung zu traditionellen Sortimenten keinerlei Gewinn mehr zu machen ist, kann man sie ganz Hacken, und so viel Zeit und Aufwand sparen. Man sollte hauptsächlich zwei Systeme ins Auge fassen, abhängig davon, wo das Hacken stattfindet, im Bestand oder am Holzlagerplatz.

Hackung ist ausschließlich in einem für Rückefahrzeuge zugänglichen Gelände wirtschaftlich durchführbar. Egal ob die Bäume im Bestand gehackt oder zu einem Holzlagerplatz gebracht werden, sie müssen vom Stock abgetrennt und in Bündeln gesammelt werden. Dies lässt sich am besten mit einem mit einer Greifersäge ausgestatteten Bagger durchführen. Eine solche Maschine erlaubt ein schnelles und sicheres Arbeiten, und sie ist preiswerter als ein Feller Buncher oder ein Vollernter.

Das Hacken von Sturmholz ist eine besondere Aufgabe, die ihre ganz eigenen technischen Probleme mit sich bringt.

Erstens enthält das zu hackende Holz einen hohen Prozentsatz an Ästen, die sich besser mithilfe eines Trommelhackers als mit einem Scheibenhacker hacken lassen. Trommelhacker sind für astiges Material besser, da ihre Hackvorrichtung keinen Einschub hat, der es schwachem Astholz erlaubt, die Maschine nahezu unberührt zu passieren. Darüber hinaus kann direkt hinter der Trommel eine Abschirmung angebracht werden, so dass Teile, deren Länge einen voreingestellten Wert überschreitet, nicht durch den Hacker gehen und zur weiteren Zerkleinerung zurück in die Trommel geleitet werden. Da Scheibenhacker lange radiale Schlitze in ihrer Hackvorrichtung haben und nicht mit einer Abschirmung ausgestattet werden können, werden sie vorzugsweise für Stammholz und nicht für Gipfelholz verwendet. Um dies zu beheben, können Scheibenhacker jüngerer Bauart wahlweise mit einer Abschirmung ausgestattet werden, die im Einschub direkt hinter den Messern angebracht wird oder im Gehäuse am Eingang des Auswurfs: Diese Maschinen produzieren qualitativ hochwertige Hackschnitzel und können sich mit den Qualitätsstandards der Trommelhackers messen.

Zweitens ist für das Hacken bestimmtes Sturmholz oft alt und kann außerdem äußerst minderwertig sein. Dies stellt ein Problem für jeden Hacker dar.





Bei dürrer Holz, ist es wichtig, dass der Feuchtigkeitsgehalt nicht zu niedrig ist, da ansonsten beim Hacken sehr viel Staub entsteht, was unangenehm für den Maschinenführer ist und darüber hinaus eine ernsthafte Feuergefahr birgt. Holzstaub ist besonders entzündlich: bleibt er zu lange an Motor und Auslass des Hackers kleben, kann ein Brand entstehen. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass der Bediener in einem geschlossenen Führerhaus untergebracht ist, oder dass er zumindest Staubmaske und Schutzbrille trägt. Es ist außerdem wichtig, dass die Arbeiten gelegentlich unterbrochen werden und der Staub vom Motor des Hackers mit Druckluft entfernt wird.

Ist das Holz faul und nass, wird es ein sehr schlechtes Heizmaterial darstellen und dazu neigen, die Trommeltaschen und den Hackschnitzelauswurf zu verstopfen. Aus diesem Grund sollte minderwertiges Holz in kleinen Mengen abwechselnd mit fehlerfreiem Holz eingespeist werden, um die Maschine zu reinigen..

4.3.3.1 Holzerntesystem I.

Hacken im Bestand.

Hacken im Gelände erfordert höchst bewegliche Hacker und ist etwas abhängiger von der guten Befahrbarkeit des Geländes als das Hacken am Holzlagerplatz. Andererseits gestaltet es die Handhabung von Holz einfacher, insbesondere wenn die Bäume verhältnismäßig klein sind.

Abstocken	Entzerren	Bündeln	Hacken	Rücken (mit Forwarder)	System Nr. I
					

Einsatzbereich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nadelholz und Laubholz ▪ Ebenes Gelände
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit am Arbeitsplatz aufgrund maschineller Unterstützung • Kein Bedarf an großen Holzlagerplätzen • Einfacher Umgang mit dem Hackgut
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfordert Hacker mit einer großen Beweglichkeit ▪ Die Koordination der Rückefahrzeuge könnte sich schwierig gestalten ▪ Hot System






Praktische Informationen:

- ☞ Kransäge kann zum Zerkleinern übergroßer Äste und der Kronen großer Bäume verwendet werden
- ☞ Ist zum Zeitpunkt des Rückens der Bagger verfügbar, kann man preiswert Traktor- und Anhänger-Einheiten verwenden, die direkt mithilfe des Baggers beladen werden
- ☞ Trommelhacker eignen sich besser zum Hacken von Ästen
- ☞ Arbeiten müssen gelegentlich unterbrochen und der Staub muss vom Druckluftmotor des Hackers gepustet werden
- ☞ Minderwertiges Holz sollte in kleinen Mengen und zur Reinigung der Maschine möglicherweise abwechselnd mit fehlerfreiem Holz eingespeist werden.

4.3.3.2 Holzerntesystem J.

Hacken am Holzlagerplatz.

Das Rücken von Ganzbäumen und ihr Hacken am Holzlagerplatz ist für größere Bäume die beste Lösung, die sehr effektiv gerückt werden können: das größte Hindernis beim Rücken ist, dass die Bäume mit Erdboden und Kies beschmutzt werden können, wodurch die Hackermesser recht schnell abnutzen. Wenn der Rückabstand 500 m übersteigt, kann sich das Rücken mit Tragschlepper auf jeden Fall als effektiver herausstellen. Tragschlepperrückung ist am einfachsten bei kleinen Bäumen, es kann jedoch auch bei größeren Bäumen zur Anwendung kommen, wenn mithilfe der Kransäge auch übergroße Äste und Kronen entfernt werden. Ist zum Zeitpunkt des Rückens der Bagger verfügbar, kann man preiswert Traktor- und Anhänger-Einheiten verwenden, die direkt mithilfe des Baggers beladen werden. Auf diese Weise müssen die Rückeneinheiten nicht über eigene Kräne verfügen, um von niedrigeren Investitionskosten und einer höheren Ladekapazität profitieren zu können.

Abstocken	Entzerren	Rücken	Hacken	System Nr. J
		 		

Einsatzbereich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nadelholz und Laubholz ▪ Ebenes Gelände
Vorteile:	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit am Arbeitsplatz aufgrund maschineller Unterstützung • Bessere Geländegängigkeit mit dem Tragschlepper, noch besser mit dem Knickschlepper • Große Hacker mit hoher Produktivität verwenden ▪ Das Beladen der Lastwagen kann in einem Arbeitsgang mit dem Hacken stattfinden
Nachteile:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bedarf an großen Holzlagerplätzen

Praktische Informationen:

- ☞ Bediener sollte in einem geschlossenen Führerhaus untergebracht sein oder zumindest Staubmaske und Schutzbrille tragen
- ☞ Trommelhacker eignen sich besser zum Hacken von Ästen
- ☞ Arbeiten müssen gelegentlich unterbrochen und der Staub muss vom Druckluftmotor des Hackers gepustet werden
- ☞ Minderwertiges Holz sollte in kleinen Mengen und zur Reinigung der Maschine möglicherweise abwechselnd mit fehlerfreiem Holz eingespeist werden.

4.4 Rekrutierung von Arbeitern und Beschaffung von Maschinen

4.4.1 Grundsätze

Wenn es zu einem Schaden gekommen ist, spielt der schnelle Zugang zu professionellen Arbeitern und Maschinen eine essentielle Rolle. Einige von ihnen müssen vielleicht aus anderen Regionen im Inland oder aus dem Ausland anreisen. Der Transfer von Menschen und Maschinen über weite Entfernungen und nationale und internationale Grenzen ist einer verwaltungstechnischen Prozedur unterworfen, die sowohl kompliziert als auch zeitaufwändig sein kann, die jedoch zu vereinfachen ist durch:

- Ein etabliertes Netzwerk von Kontakten für die Rekrutierung von Fachkräften und die Beschaffung von Maschinen,
- Vorbereitete Routinen zu Informationen über die Arbeitsbedingungen und die sozialen Bedingungen für Arbeiter/ Unternehmer,
- Vorherige Übereinkünfte mit Behörden über Handlungsweisen in akuten Situationen.

Es ist notwendig, bereits in einem frühen Stadium der Rekrutierung eine deutliche Beschreibung der Arbeits- und sozialen Bedingungen zu geben.

4.4.2 Rekrutierung von Forstarbeitern

Es sollten ausschließlich professionelle Forstarbeiter rekrutiert werden.

Es ist am besten, Arbeiter aus Regionen mit ähnlichen oder sogar schwierigeren Bedingungen zu rekrutieren. Die Arbeiter (oder beauftragten Unternehmen) sollten unter dieselben gesetzlichen Beschäftigungsbedingungen fallen wie die normalen Arbeitskräfte.

Quellen für die Rekrutierung von Fachkräften sind Dienstleister, Forstbetriebe, Beratungsunternehmen usw.

Allgemeine, im Zusammenhang mit der Rekrutierung stehende Informationen zu den Arbeitsbedingungen, sollten umfassen:

- Art der Schäden an Bestand , Geländebeziehungen,
- Aufzuarbeitendes Volumen,
- Vertragsdauer,
- Gesetzliche oder praktische Hinweise für die Aufarbeitung,
- gesetzliche Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften,
- Arbeitsqualität
- Messungen des geernteten Volumens,
- Preise, Entlohnung,
- Zahlungsbedingungen.

Wird Personal außerhalb des normalen Wohnorts rekrutiert, sind Informationen über folgende Einrichtungen mitzuliefern:

- Verpflegung,
- Unterkunft,
- Beförderung,
- Freizeitaktivitäten,
- Kommunikationsmittel.

Dies ist von besonderer Bedeutung, wenn der Arbeitsort in abgeschiedenen Gebieten mit wenigen Unterkunftsmöglichkeiten liegt.

Für die Beantragung von Tagegeld und Reisekosten sollten gewissen Modalitäten vorbereitet werden.

Wird beabsichtigt, Personal aus anderen Regierungsbezirken innerhalb des Landes oder aus dem Ausland anreisen zu lassen, sind die folgenden Verwaltungsmodalitäten abzuklären.

Bevor die Arbeiter ihr Heimatland verlassen können, sind bei der Botschaft/Auslandsvertretung in ihrem Heimatland zu beantragen:

- Visum,
- Aufenthaltsgenehmigung und/oder
- Arbeitsgenehmigung.

Fragen hinsichtlich der sozialen Sicherheit sind zu klären betreffend:

- Unfallversicherung,
- Krankenversicherung,
- Altersversorgung.

Bilaterale Verträge bezüglich der Versteuerung der Gehälter sind zu beachten hinsichtlich:

- Steuersätze,
- Lösung des potentiellen Problems der doppelten Besteuerung,
- Steuerrückforderungen.

Arbeitsbeschreibungen, Sicherheitsregeln und sonstige Informationen müssen zur Verfügung gestellt werden, sowohl in mündlicher als auch in schriftlicher Form und in einer Sprache, die für die Arbeiter klar verständlich ist.

4.4.3 Beauftragung von Unternehmen

Zusätzliche Fragen im Zusammenhang mit ausländischen Unternehmen:

- Registrierung des Unternehmens
- Körperschaftsbesteuerung,
- Mehrwertsteuer (MwSt.) für Dienstleistungen,
- Finanzielle Sicherheiten/Garantien.

4.4.4 Transfer von Ausrüstung und Maschinen

Aspekte, die in Betracht gezogen werden sollten, wenn zur Sicherstellung reibungsloser Arbeitsverläufe und sicherer Arbeitsbedingungen und zur Vermeidung von Verzögerungen eine größere Menge Ausrüstung und Maschinen benötigt werden:

Technische Überlegungen:

- Service und Reparaturpersonal,
- Ersatzteile,
- Wartungs- und Reparaturausrüstung,
- Spezielle Schmierstoffe, Öl, usw.,
- Gesetzliche Gesundheits- und Sicherheitsregulierungen, Sicherheitsausrüstung,
- Kompatibilität von Vermessungssystemen und Software.

Wirtschaftliche Überlegungen:

- Transportkosten,
- Mehrwertsteuer ,
- Kraftfahrzeugsteuer.

Verwaltungstechnische Überlegungen:

- Versicherung,
- Mehrwertsteuer (rückzahlbar/nicht rückzahlbar),
- Vorübergehende Mehrwertsteuerbefreiung ,
- Transportregeln(Rückefahrzeug auf öffentliche Straßen, max. Gewicht je Achse).

5 RUNDHOLZKONSERVIERUNG

5.1 Einleitung

Die Aufarbeitung von Rundhölzern nach einem Sturmschaden könnte ziemlich schnell vonstatten gehen, indem man sich die heutzutage in der Forstindustrie zur Verfügung stehende Maschinenkapazität zu Nutze macht. Das verfügbare, große und unerwartete Angebot an Rohstoffen kann jedoch über die Bearbeitungs- und Absatzkapazität der Sägewerksindustrie hinausgehen. Dies könnte sehr gut einen Zusammenbruch des Rundholzmarktes zur Folge haben. Letztendlich kann ein Großteil des Holzes aufgrund von Fäule und Insektenbefall verloren gehen. Lösungen, wie die Lagerung der Rundhölzer vor Ort oder an speziellen Lagerplätzen, sollten daher ernsthaft in Betracht gezogen werden, um das Holzangebot über einen längeren Zeitraum zu verteilen und einen Wertverlust zu vermeiden.

Während des Transports aus dem Wald heraus zu den Holz verarbeitenden Unternehmen ist hochwertiges Nutzholz unterschiedlichen Gefahren ausgesetzt, die zu einem beträchtlichen Verlust des Gebrauchswerts beitragen. In den folgenden Abschnitten werden die Ursachen biotischer und abiotischer Schäden am Rundholz unter Anwendung ausgewählter Beispiele veranschaulicht. Außerdem geben wir Ratschläge für die sachgemäße Manipulation von Rundholz während des Transports.

5.2 Allgemeine Überlegungen

5.2.1 Gründe und Ziele der Rundholzkonservierung

Zweck der Rundholzlagerung ist die Konservierung der hochwertigen Eigenschaften des Holzes für den zukünftigen Käufer. Darüber hinaus kann die Rundholzlagerung zu einer Entlastung des Holzmarktes und zur Stabilisierung der Holzpreise beitragen.

Abhängig von der Lagerdauer kann die Lagerung in zwei Gruppen unterteilt werden:

- Lagerung von Rundholz im Wald nach der Holzernte (im Allgemeinen für ein paar Tage oder ein paar Wochen)
- Längerfristige Lagerung von Rundholz (im Anschluss an Katastrophen, d.h. für ein paar Monate bis zu einigen Jahren).

Die mit der Rundholzlagerung zusammenhängenden Gefahren sind: Rissbildung nach der Trocknung oder Alterung der externen Teile des Rundholzes bis beinahe an den Fasersättigungspunkt, Verfärbung, Insektenbefall und Zerstörung des Holzes durch Pilzbefall. Diese Phänomene treten infolge unsachgemäßer Lagerung und Behandlung des Holzes auf. Im Allgemeinen verursacht dies eine teilweise Wertminderung des Holzes. In Extremfällen kommt es zu einer vollständigen Wertminderung des Rundholzes. Abhängig von der Dauer der Lagerung können verschiedene Faktoren zur Minderung der Holzqualität beitragen, was unterschiedliche Lagerstrategien erforderlich macht.

5.2.2 Wertminderung des gelagerten Holzes

□ Anfälligkeit

Jedes Jahr verlieren Industriezweige des Forstsektors weltweit Millionen Dollar infolge von Verfärbungen des Splintholzes frisch geschlagenen Nutzholzes durch Pilzbefall. Diese Schäden sind jedoch weitgehend kosmetischer Art. Die Stärke des Holzes wird fast nicht beeinträchtigt, und es gibt keine Fäule. Von allen Nadelbaumarten sind Kiefern am anfälligsten für den Splintholz verfärbenden Pilzbefall, während Fichtenarten einen gewissen Grad an Resistenz aufweisen. **Drei ausgeprägte Pilzgruppen werden als Verursacher des Problems genannt.**

Zur **ersten Gruppe**, mitunter als tiefe Färber bekannt, gehören die in das Holz eindringenden Gattungen *Ophiostoma*, *Ceratocystis* und *Sphaeropsis*. Ihre pigmentierten Sporen wachsen in die Tracheiden und Strahlen des Holzgewebes, wo sie eine blauschwarze Verfärbung hinterlassen, die beim Schneiden des Holzes sichtbar wird. Diese Pilze werden gemeinhin als Splintholz verfärbende oder verbläuernde Pilze beschrieben, und sie werden im Allgemeinen als die wichtigsten und fruchtbarsten dieser drei Gruppen bei Nadelhölzern eingestuft.

Die **zweite Gruppe** umfasst Pilzsorten, die hauptsächlich auf der Oberfläche des Holzes wachsen und oberflächliche Verfärbungen verursachen. Zu ihnen gehören schwarze Hefen wie die Arten *Hormonema*, *Aureobasidium*, *Rhinoctadiella* und *Phialophora*. Diese Pilzarten treten meistens nach den anfänglichen Stadien der Holzverarbeitung auf Schnittholz und entrindeten Rundhölzern auf.



Foto 1: Verbläuede Pilze in Kiefersplintholz
(Quelle: CTBA)



Foto 2: Braune Verfärbungen auf Fichtenholz
infolge einer unsachgemäßen Rundholzlagerung
(Quelle: TUD)

Auch die **dritte Gruppe** wächst an der Oberfläche oft frisch geschlagenen Holzes und verfärbt das Holz durch die Produktion reichlich pigmentierter Sporen. Hierbei handelt sich hauptsächlich um Schimmelpilze, worunter *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* und *Trichoderma* fallen.

Borkenkäfer (Mitglied der Familie der *Scolytidae*) verbreiten während des Sommers die tief verfärbenden Pilze bei ihrer Suche nach Brutmaterial in Form von schwachen oder gefällten Bäumen. Die Weibchen bohren Tunnel in das Kambium und legen dort ihre Eier ab. Wenn die Eier schlüpfen, bilden die Larven Tunnelsysteme unter der Rinde, und wenn sie voll entwickelt sind, verpuppen sie sich. Nach der letzten Metamorphose bohren sich die erwachsenen Käfer ihren Weg durch die Rinde und schlüpfen über Ausgangslöcher.

Viele verfärbende Pilze verschaffen sich außerdem das ganze Jahr über durch Regenspritzer, durch Windzerstreuung infizierte Holzfragmente und durch zufällige Verbreitung durch die Pilzfäden abgrasende Gliederfüßler Zugang zu Wunden oder Schnitten in der Rundholzoberfläche. Der Infektionsgrad ist jedoch auch von der Holzart abhängig, wobei es bedeutende Unterschiede bei der Anfälligkeit für Splintholz verfärbenden Pilzbefall gibt. Dies könnte die qualitativen und quantitativen Unterschiede der vorgeformten pilzfeindlichen Bestandteile des Harzes von Nadelbäumen widerspiegeln, die bekanntlich von Art zu Art unterschiedlich ausfallen.

Die Fähigkeit der Splintholz verfärbenden Pilze, in Wirtszellen einzudringen, kann auch durch ihre Fähigkeit beeinflusst sein, zelluläre Abwehrmechanismen der lebenden Rinde und des lebenden Holzes zu überwinden, gefolgt von Verwundung und Befall durch Krankheitserreger. Es wurde behauptet, dass es unter den Splintholz verfärbenden Pilzen wirklich krankheitserregende Arten gibt, die in gesunde, lebende Bäume eindringen, und auch Arten, die schwache und überbeanspruchte Bäume kolonisieren, bis hin zu auf totem Holz gefundenen Saprotrophen. Es konnte beispielsweise nachgewiesen werden, dass Arten wie *Ceratocystis* und *Ophiostoma* sehr unterschiedlich darauf reagieren können, wenn sie in lebendes Holz eingebracht werden, was ihre unterschiedlichen krankheitserregenden Merkmale widerspiegelt.

□ **Bedeutung des Feuchtigkeitsgehalts des Holzes**

Es ist weitgehend anerkannt, dass der **Feuchtigkeitsgehalt** von Holz vielleicht die wichtigste Rolle bei der Feststellung des Ausmaßes und der Diversität des Pilzbefalls spielt. Holz über dem Fasersättigungspunkt (ungefähr 20 % Feuchtigkeitsgehalt) ist anfällig für Infektionen, und zwei Formen von Pilzbefall sind in der Lage, die Struktur der Holzzellwände zu zerstören, was zu einem vollständigen Strukturverlust des Holzes führt. **Weißfäulepilze** sind im Wald ein alltäglicher Anblick, und der von ihnen produzierte Befall sorgt für ein bekanntes gebleichtes Aussehen des Holzes, insbesondere bei Hartholzsorten. Diese Pilze produzieren Enzyme, die in der Lage sind, alle drei Hauptbestandteile der Holzzellwände abzubauen: Zellulose, Hemizellulose und Lignin. Durch einen Befall des Holzes mit **Braunfäulepilzen** wird es dunkler, und ausschließlich Zellulose und Hemizellulose werden zerstört, der Bestandteil Lignin bleibt unversehrt bzw. wird nur leicht verändert. Beide Arten des Zerfalls werden von

Basidiomycet-Pilzen und den großen reproduktiven Fruchträgern verursacht, die auf zerfallendem Holz entstehen und eine Menge Sporen tragen, die üblicherweise vom Wind zerstreut werden und auf Holzoberflächen keimen. Weißfäulezerfall in Harthölzern, besonders in Waldgebieten, ist auch den **höheren Scheibenpilzen** zuzuschreiben. Wie auch Splintholz verfärbende Pilze, kennen die zerstörenden Pilze eine ganze Bandbreite von angreifenden Aktivitäten, von den wirklich krankheitserregenden Pilzen, die stehende Bäume angreifen, bis hin zu saprotrophischen Formen, die totes Holz angreifen. Damit diese Pilzarten erfolgreich eindringen können, darf der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes nicht zu hoch, d.h. gesättigt und daher sauerstoffarm, oder zu niedrig und daher zu feucht sein.

Durch die Trocknung des Holzes direkt nach dem Holzeinschlag des Baums verändert sich das Verhältnis zwischen Wasser- und Luftgehalt in den Zellen. Infolgedessen können sekundäre Pflanzenschädlinge wie Pilze das gelagerte Holz heimsuchen. Die Gefahr eines Befalls durch sekundäre Pflanzenschädlinge aufgrund unzureichenden Sauerstoffs ist für Frischholz mit einem Feuchtigkeitsgehalt von über 150 % (Nadelhölzer) oder 90 % (Laubholzarten), basierend auf dem darrtrockenem Gewicht, niedrig. Liegt der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes unter 100 % oder bei ca. 20 % Luftvolumen im Holz finden sekundäre Pflanzenschädlinge gute bis ideale Lebensbedingungen vor. Die Gefahr eines Befalls mit der dazugehörigen Abwertung des Holzes ist erhöht. Unter dem Fasersättigungspunkt (ca. 30 % Holzfeuchtigkeit) sinkt die Gefahr eines Befalls deutlich, aufgrund des Feuchtigkeitsmangels (siehe Abbildung 6).

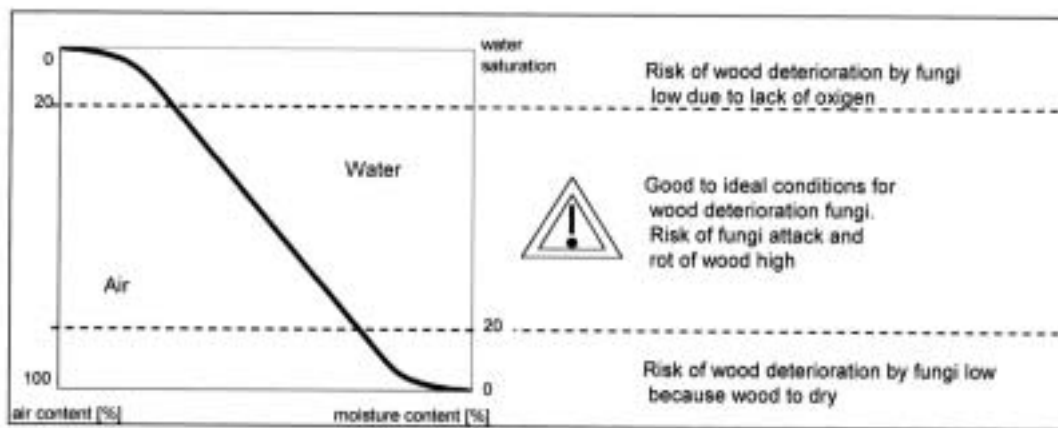


Abbildung 6: Feuchtigkeitsgehalt von Holz und seine Auswirkungen auf die Gefahr der Entwicklung sekundärer Pflanzenschädlinge (Quelle: TUD)

Eine hohe oder niedrige Holzfeuchtigkeit ist daher der beste Schutz vor Pilzanfall!

Die Trocknung von Rundholz beginnt sofort nach dem Holzeinschlag des Baums durch Verdampfen des Wassers aus den Rundholzenden und, bei entrindeten Stämmen, aus der gesamten Rundholzoberfläche. Die Verdampfungsrates ist von der Anzahl der Rundholzenden abhängig. Es sollten also unter den folgenden Bedingungen so wenig Abschnitte wie möglich gemacht werden:

- Größe der entrindeten Rundholzoberflächen
- Die Jahreszeit, in der Holzeinschlag und Lagerung stattfinden
- Lagerplatz
- Anwesenheit von in Saft stehender Krone auf dem Rundholz.

Die Qualität kann sich während des fortwährenden Trockenprozesses sequenziell verschlechtern:

- Verfärbungen, *gefolgt von*
- Pilzbefall, *gefolgt von*
- Insektenbefall *und schließlich*
- Risse.

5.2.3 Allgemeine Empfehlungen

Um zu vermeiden, dass der Feuchtigkeitsgehalt unter 120 % bis 100 % für Nadelbäume und 80 % für Laubbäume sinkt, sollte Rundholz grundsätzlich nicht entrindet werden. Rinde wird als das beste Verpackungsmaterial für Rundhölzer angesehen und sollte ausschließlich im Falle der Gefahr eines Borkenkäferbefalls entfernt werden. Rinde schützt nicht nur vor Feuchtigkeitsverlust, sondern sie schützt das Holz auch vor Schäden infolge der Manipulation des Rundholzes. Überdies ist die Rinde bei der Feststellung der Qualität des Rundholzes ein Indikator für lokale Mängel, d.h. Merkmale des Holzes.

Bei der Lagerung von Holz über einen längeren Zeitraum können zwei Strategien hinsichtlich des Feuchtigkeitsgehalt des Holzes verfolgt werden:

- Maßnahmen ergreifen, dass der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes möglichst hoch bleibt (oder möglichst hoch ansteigt) (über 100 % oder 80 % im Verhältnis zum Darrgewicht)
- den natürlichen Feuchtigkeitsgehalt des Holzes möglichst schnell unter den Faserfeuchtigkeits-Sättigungspunkt zu senken (ca. 20 % Feuchtigkeitsgehalt im Verhältnis zum Darrgewicht).

Die Gefahr einer Wertminderung des Holzes ist während des Sommers am größten (von Mai bis Oktober für Hartholz und von März bis Oktober für Weichholz).

5.2.4 Wahl der Konservierungsmethode

Die Wahl der Konservierungsmethode ist abhängig von folgenden Faktoren:

- Art des Sturms (siehe Tabelle 7)
- Verfassung der sturmgeschädigten Bäume (siehe Tabelle 8)
- Voraussichtliche Dauer der Lagerung (1 Vegetationsperiode bis zu mehreren Jahren)
- Verfügbarkeit von Lagerplätzen und deren Umschlagskapazität
- Mitarbeiterstab und finanzielle Erwägungen
- rechtliche Aspekte (siehe Kapitel 2.5)
- industrielle Sicherheit.

Die folgende Tabelle gibt eine kurze Klassifikation und Beschreibung von Stürmen und ihren verheerenden Auswirkungen auf einzelne Bäume. Um die Vergleichbarkeit zukünftiger Forschungsarbeiten über Sturmschäden an Bäumen und Wäldern garantieren zu können, wird diese Klassifikation zur Beschreibung bestimmter Sturmereignisse empfohlen.

Tabelle 7: Sturmschadenpotentialskala für Holzgewächse, basierend auf der für Mitteleuropa aufgestellten Skalierung nach TORRO (Quelle: Hubrig)

T0 76 ± 14 km/h	Einzelne Äste beginnen abzubrechen. Kranke (z.B. Holzfäulen) oder besonders labile Bäume (lange schwache Stämme, hoch angesetzte Krone, geringes, flaches Wurzelwerk) können brechen oder entwurzelt werden (bei Wurzelfäulen und/oder auf labilen, durchnässten Standorten).
T1 104 ± 14 km/h	Äste, auch starke und gesunde, brechen vermehrt, insbesondere während der Vegetationszeit, in der Laubbäume belaubt sind. Kranke (z.B. Holzfäulen) oder besonders labile Bäume (lange, dünne Stämme, hoch angesetzte Krone, geringes, flaches Wurzelwerk) brechen häufig oder werden entwurzelt. Bäume mit Wurzelschäden/fäulen oder auf labilen, durchnässten Standorten werden geworfen.
T2 135 ± 16 km/h	Zahlreiche Äste, auch starke und gesunde, brechen, insbesondere während der Vegetationszeit, in der Laubbäume belaubt sind. Kranke (z.B. Holzfäulen) oder labile Bäume (lange, dünne Stämme, hoch angesetzte Krone, geringes, flaches Wurzelwerk) werden nahezu immer gebrochen oder entwurzelt. Bäume mit Wurzelschäden/fäulen oder auf labilen, durchnässten Standorten werden nahezu vollständig geworfen. Auch weniger fest verwurzelte, gesunde Bäume werden entwurzelt bei witterungsbedingt durchweichenden Böden bestimmter, nicht unbedingt labiler Standorte (z.B. mächtige Lösslehme). Artspezifisch weniger stabile Bäume, z.B. breitkronige Flachlandfichten werden geworfen oder bereits gebrochen, während schlanke Berglandfichten oder gesunde Eichen stehen bleiben. Bäume in Waldbeständen, die aufgrund der Bestandsstruktur keine gute Einzelbaumstabilität aufweisen (zu enge Verbände, unterlassene Pflegeeingriffe, insbesondere Nadelhölzer in Monokulturen) werden meistens geworfen oder gebrochen. Während der Zeit des Saftstromes treten an Bäumen mit stabiler Verwurzelung, aber trotzdem labileren Stammaufbau häufiger Druckschäden auf.
T3 167 ± 16 km/h	Zahlreiche Äste, auch starke und gesunde, brechen, auch außerhalb der Vegetationszeit, in der Laubbäume unbelaubt sind. Auch stabile und gesunde Bäume werden vermehrt geworfen oder bereits gebrochen. Während der Zeit des Saftstromes sind Druckschäden relativ häufig.
T4 202 ± 18 km/h	Auch stabile Bäume/Waldbestände werden fast immer/vollständig geworfen oder gebrochen. Großkronige Bäume werden, sofern besonders stabil verwurzelt, meistens gebrochen. Sofern Bäume noch stehen bleiben, wird die überwiegende Anzahl der Äste, auch die in unbelaubtem Zustand, abgerissen
T5 238 ± 18 km/h	Auch stabilste Bäume oder Sträucher, wie Randbäume, winderproben Hecken, Büsche und Feldgehölze werden fast zu 100% geschädigt, entweder durch Entwurzeln (Herausreißen), Stamm- oder Kronenbruch oder durch Abreißen der überwiegenden Zahl der Äste, insbesondere fast allen Feinreisigs
T6 275 ± 20 km/h	Kein heimisches Holzgewächs übersteht - falls der Stamm stehen bleibt - solch einen Sturm ohne schwerste Schäden.
T7 315 ± 20 km/h	oder T8 (356 ± 22 km/h), nach Fujita erst ab F4 (334 - 422 km/h): Beginnende Entrindung stehen bleibender Stämme oder Baumteile (bedingt durch mit hoher Geschwindigkeit umher fliegende Kleinrümmer wie Sand u. Ähnliches)
T9 400 ± 22 km/h	Totale Entrindung stehen bleibender Stämme oder Baumteile.

Abhängig von der Art der durch einen Sturm verursachten Schäden kann ein Unterschied zwischen geworfenen, gebrochenen oder gekippten, in den Kronen anderer Bäume hängender Stämme gemacht werden. Dies gilt insbesondere für Laubbäume mit unterschiedlichen Arten von Kronenschäden (siehe Tabelle 8). Die folgende Umfrage gibt eine kurze Beschreibung der Schadensarten, die auftreten können, und die folgende Tabelle zeigt die geeignetsten Lagermethoden, abhängig von dem jeweiligen Schaden. Da Sturmschäden im Allgemeinen zu unterschiedlichen Schadensmustern an Einzelbäumen und in Beständen führen, kann der Forstarbeiter, je nach Anfälligkeit der jeweiligen Holzart, der Arbeitsvermögens und der Dauer der Lagerung, aus einer Anzahl von Möglichkeiten die geeignetste Methode wählen und die Bearbeitung des Sturmholzes organisieren.

Kurze Beschreibung der unterschiedlichen Arten sturmgeschädigter Bäume:

Windwurf (Nadel- oder Laubbäume):

- entwurzelt mit wenig Wurzelkontakt zur Feuchtigkeit im Erdboden (1)
- entwurzelt mit gutem Wurzelkontakt zur Feuchtigkeit im Erdboden (2).

Windbruch (Nadel- oder Laubbäume):

- Bruch in Stocknähe (Stämme können ohne Probleme als Langholz verwendet werden) (3)
- Bruch in 1/3 der Stammhöhe (Stämme können ausschließlich als Kurzholz verarbeitet werden) (4).








Gekrümmte oder angeschobene Stämme (Nadel- oder Laubbäume):




- Baum gekrümmt, Wurzelsystem durch den Sturm nicht beeinträchtigt (5)
- Baum gekrümmt und das Wurzelsystem etwas angehoben, jedoch noch immer ausreichender Kontakt zur Feuchtigkeit im Erdboden (6)
- Der schiefe Baum hängt in der Krone eines benachbarten Baums, Wurzelsystem schwer beschädigt und unzureichender Wurzelkontakt zur Feuchtigkeit im Erdboden (7).

Kronenschäden (meistens bei Laubbäumen):

- Geringfügige Kronenschäden (vereinzelt fehlt ein großer Ast) (8)
- Starke Kronenschäden (mehr als die Hälfte der früheren Krone fehlt) (9)
- Verlust fast der gesamten Krone (10).

Tabelle 8: Geeignetste Arten der Lagerung von Rundhölzern zur Aufrechterhaltung der besten Holzqualität. Die Nummern 1 bis 7 sind sowohl für Nadel- als auch für Laubholzarten anwendbar. Bei den Nummern 1, 3, 4 und 7 handelt es sich um Bäume mit wenig oder gar keinem Wurzelkontakt. Die Nummern 8, 9 und 10 zeigen zusätzliche Schäden an Harthölzern.

Sturm- geschädigte Baumart	Geeignetste Art der Rundholzlagerung								
	Lagerung im Bestand		Nasslagerung		Rundholzvortrocknung		Lagerung unter feuchten Bedingungen		Spezialmethoden Rundholzkonser- vierung durch Sauerstoffentzug
	Lebendkon- servierung	Physiologische Trocknung	Haufenpolter mit Beregnung	Nasslagerung in Süßgewässern	Rundholzvor- trocknung in gedeckten Lagenpoltern	Schnelle Rundholzvortrocknung in offenen Lagenpoltern	Haufenpolter	Haufenpolter mit Folien- abdeckung	
1 	-	X	X*	X*	X	X	-*	-*	-*
2 	XX	-	X	X	X	X	X	X	X
3 	-	X	X*	X*	X*	X	X*	X*	X*
4 	-	X	-*	-*	X*	X	X*	-*	-
5 	XX	-	X	X	X	X	X	X	X
6 	XX	-	X	X	X	X	X	X	X
7 	-	X	X*	X*	X	X	X*	X*	X*

Sturm- geschädigte Baumart	Geeignetste Art der Rundholzlagerung								
	Lagerung im Bestand		Nasslagerung		Rundholzvortrocknung		Lagerung unter feuchten Bedingungen		Spezialmethoden Rundholzkonser- vierung durch Sauerstoffentzug
	Lebendkon- servierung	Physiologische Trocknung	Haufenpolter mit Beregnung	Nasslagerung in Süßgewässern	Rundholzvor- trocknung in gedeckten Lagenpoltern	Schnelle Rundholzvortrocknung in offenen Lagenpoltern	Haufenpolter	Haufenpolter mit Folien- abdeckung	
8 	XX	-	X	X	-	-	X	X	X
9 	X	-	X	X	-	-	X*	X*	X
10 	-	-	X*	X*	-	-	X*	X*	X*

Relevante Anmerkungen:

- X mögliche Alternative
- XX wünschenswerteste Alternative
- nicht empfehlenswert
- * Zeitfaktor (Feuchtigkeitsgehalt) ist relevant

5.2.5 Wirtschaftliche Aspekte

Unterschiedliche wirtschaftliche Aspekte sind in Betracht zu ziehen. Primäres Ziel ist es, den Wert von Rundholz durch den Schutz seiner Qualität aufrechtzuerhalten. Darüber hinaus muss nach einem Sturm eine Marketingstrategie entwickelt werden, um den Verkauf des Rundholzes zu kontrollieren und eine Herabsetzung seines Wertes zu verhindern. Diese Situation macht eine vorübergehende Lagerung des Holzes notwendig.

Die Vorteile des Erhalts des Holzwertes und der Vermeidung von Preissenkungen sind im Verhältnis zu den Kosten für die Lagerung des Holzes zu betrachten. Die Investitionskosten können eine sehr wichtige Rolle spielen, da die Gesamtkosten von Holzurückung und Lagerung (Transport, Ausstattung, Wartung usw. inbegriffen) wie auch der Wert des Holzes Mittel für einen längeren Zeitraum binden können, was eine schwere finanzielle Last mit sich bringt.

Die Wahl der Konservierungsmethode spielt eine wichtige Rolle. Die folgenden Punkte sollten beachtet werden:

- Lagerungszeitraum

Investitions- und Wartungskosten werden stark von der Länge des geplanten Lagerungszeitraums beeinflusst, abhängig von der angewandten Konservierungsmethode (z.B. Trockenlagerung bis zu 5 Monaten oder Nasslagerung bis zu mehreren Jahren).

- Zeitplanung (Organisation und Arbeitstempo)

Es ist wichtig, den Wert des Holzes durch sachgemäße Behandlung der Stämme während und nach den Hiebsarbeiten aufrechtzuerhalten (z.B. keine unnötigen Verspätungen zwischen dem Fällen im Wald und dem Beginn der Beregnung am Lagerort). Nach einem Sturm wird es oft einen Mangel an Hiebsausrüstung geben. Um die Wertminderung des Holzes zeitlich einzugrenzen, kann man gezwungen sein, mit nicht ganz optimaler Ausrüstung zu arbeiten und demnach können sich die Kosten im Vergleich zu normalen Arbeiten erhöhen.

- Lagerort

Die Lagerung vor Ort (d.h. im Wald) ist relativ preiswert, wohingegen die Einrichtung von speziellen Lagerplätzen Kosten mit sich bringen können, wie beispielsweise Lagerplatzmiete, Ausrüstung, Kommunikation mit den Behörden, Lösung von Umweltfragen usw.

- Holzarten

Die Gefährdung durch eine Wertminderung und die vom Endverbraucher erwartete Qualität fallen bei den verschiedenen Holzarten sehr unterschiedlich aus. Echte Kernholzarten (z.B. Eiche) sind oft sehr gut haltbar, ohne dass irgendwelche Vorsichtsmaßnahmen notwendig wären, wohingegen bei Splintholzarten (z.B. Ahorn) sofort Maßnahmen zu ergreifen sind. Leichte Verfärbungen können bei einigen Arten (z.B. Fichte für die Anwendung in Bauteilen) toleriert werden und bei anderen nicht (z.B. Kiefer für Einrichtungsgegenstände oder Fußböden). Abhängig von den besonderen Eigenschaften der Baumart ist die bestmögliche Konservierungsstrategie zu wählen.

Sollte der gesamte Windwurf die innerhalb eines Jahres zu verkaufende Menge Nutzholz nicht überschreiten, wäre die vorteilhafteste Lösung, die Bäume unberührt im Wald zu lassen, solange nicht zu viele gebrochen oder ernsthaft beschädigt sind. Das Entasten und die weitere Verarbeitung können dann bis kurz vor der industriellen Nutzung warten. Diese Vorgehensweise wird jedoch nur dann Erfolg zeigen, wenn die Wurzeln ausreichenden Kontakt zum Erdboden haben, um die Krone mit Wasser zu versorgen. Auch die Wiederbepflanzung des Bereichs muss ins Auge gefasst werden, da eindringende Gräser und Unkraut ein Problem darstellen können, wenn der Boden für eine gesamte Wachstumssaison vor der Bepflanzung unberührt bleibt.

Zur Aufrechterhaltung der Holzqualität über einen langen Zeitraum wird die Lagerung unter Sektorregnern als die beste Lösung angesehen.

5.2.6 Management/Betrieb/Gesundheit und Sicherheit

□ Management/Betrieb

Lagerung vor Ort (die Bäume dort liegen zu lassen, wo sie gefallen sind) stellt für das Management und den Waldbesitzer im Allgemeinen eine geringe Belastung dar. Eine Bestandsaufnahme des Sturmholzes ist geeignet, und es sollten in regelmäßigen Abständen Gütebestimmungen (Trockenschäden, Insektenbefall, Verfärbungen, Pilzbefall) durchgeführt werden.

Sollen die Rundhölzer **in Poltern im Wald gelagert werden**, ist eine striktere Organisation erforderlich. Es sollten Maschinen mit einer entsprechenden Leistungsfähigkeit und Kapazität gewählt werden. Es sollte zudem darüber nachgedacht werden, ob die Befahrung durch Maschinen auf sensiblen Waldböden einzuschränken ist, um so die Verdichtung des Erdbodens zu vermeiden. Die Positionierung der Polter sollte sowohl günstige Lagerbedingungen (Schatten, Schutz) sicherstellen als auch das Laden und den Transport vereinfachen. Ganzjähriger Zugang für Lastwagen zum Polter ist ohne beträchtliche Schäden an den Forststraßen nicht möglich.

Lagerplätze verlangen Management und technischen Hilfsmitteln sogar noch mehr ab. Soll Nasslagerung zum Einsatz kommen, sind die minimalen Anforderungen:

- der Boden sollte auch bei durchnässten Bedingungen von schweren Lastwagen befahrbar sein
- Zufahrtsstraßen sollten zu allen Jahreszeiten befahrbar sein
- die Wasserversorgung sollte geeignet sein
- Elektrizität für Pumpen usw. sollte verfügbar sein
- die Lage des Platzes sollte vor starken Winden geschützt sein
- eine tägliche Inspektion sollte möglich sein.

Darüber hinaus kann die Möglichkeit der Umwälzung oberirdischer Abflüsse notwendig sein. Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, stellt oft ein Lagerplatz bei einem Sägewerk oder einem ähnlichen Arbeitsbereich die beste Wahl dar. Befahrbare Böden, Zufahrtsstraßen, Strom und Personal sind dort oft verfügbar, was zu einer Kostenminderung für die Errichtung und den Betrieb neuer Standorte führt.

□ Gesundheit und Sicherheit

Die Erhaltung der Rundhölzer unter nassen Bedingungen, d.h. Haufenpolter mit Folienabdeckung oder die Anwendung „spezieller“ Methoden, wie beispielsweise das Einschweißen in Folien oder die Abdeckung mit Geovlies, kann zum Wachstum thermotoleranter und thermophiler Schimmelpilze und Strahlenpilze auf dem Holz führen. Der hohe Feuchtigkeitsgrad unter der Abdeckung in Kombination mit den erhöhten Temperaturen aufgrund des einfallenden Sonnenlichts können Temperaturen über 40°C erzeugen, was für das Wachstum dieser freien Sporen bildenden Mikroorganismen förderlich ist. Gleichzeitig tragen die erhöhten Temperaturen zur Hemmung und möglicherweise zur Inaktivierung der vegetativen Zerfallssporen und Splintholz verfärbenden Pilze bei.

Die Produktion großer Mengen von Schimmel- und Strahlenpilzsporen stellt ein potentielles Gesundheitsrisiko dar, da das Einatmen erheblicher Mengen von Sporen bei den Arbeitern, die die Abdeckungen entfernen, allergischen Reaktionen hervorrufen kann. Diese Gefahr ist durch das Tragen von Gesichtsschutz während dieser Arbeiten auszuschließen.

Rundhölzer in Nasslagerung können sehr glitschig werden und so eine Gefahr für die an Inspektionen und Wartung des Sektorregners beteiligten Mitarbeiter darstellen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass während des Kletterns über die Stapel Rundhölzer wegrutschen- oder herunterrollen.

5.2.7 Prozessüberwachung und Holzqualität

Die Prozessüberwachung ist ein wichtiger Teil der Konservierung. Durch die Anwendung geeigneter Überwachungsmethoden ist es möglich, die Entwicklung der Holzqualität im Verhältnis zu betriebsbedingten Parametern (z.B. Intensität des Wässerns) und zum Anfangszustand des Holzes zu dokumentieren. Die Überwachung von Lagerbedingungen und Holzqualität sollte während der gesamten Dauer der Lagerung stattfinden. Aufzeichnungen zur Holzqualität im Verhältnis zur Holzart, Art des Sturmschadens, Logistik und Lagerbedingungen können bei zukünftigen Sturmkatastrophen eine wertvolle Hilfe für die Entscheidungsfindung bieten.

Das Hauptziel der Lagerung ist es, die Qualität des Holzes für eine zukünftige Anwendung in der holzverarbeitenden Industrie zu bewahren. Qualitätsparameter sind daher die wichtigsten zu überprüfenden Daten, da durch die Verwendung einer falschen Lagerungsmethode im Laufe der Zeit ein beträchtlicher Wertverlust entstehen kann. Qualitätsüberwachung impliziert jedoch normalerweise beschwerliche und zerstörende Verfahren, z.B. Ablängen und Inspektion einer gewissen Anzahl von Stämmen oder Verarbeitung einer Anzahl von Stämmen mit nachfolgender Gütebewertung der Bretter.

5.3 Konservierungsmethoden

5.3.1 Übersicht

Die Wahl der geeigneten Konservierungsmethode hängt von Bedingungen wie z.B. dem Grad der Holzerstörung und von Angriffsmechanismen ab. Die Prinzipien werden hier erläutert:

Wichtigste Prinzipien von holzerstörenden Mechanismen

1. Drei Bedingungen bzgl. einer Holzerstörung müssen in Betracht gezogen werden. Wenn eine fehlt, findet keine Holzerstörung statt:
 - ◆ Hoher Feuchtgehalt (unter ca. 25%; die Entwicklung von Pilzen wird gebremst)
 - ◆ Sauerstoff (Pilze können sich ohne Sauerstoff nicht entwickeln)
 - ◆ Hinlängliche Temperatur (unter 10°C wird die Entwicklung von Pilzen verlangsamt während bei über 18°C die Bedingungen ideal werden)
2. Pilzbefall im Holz erscheint hauptsächlich am Ende der Rundholzpolter/Sektionen. Dieses Phänomen erscheint seltener an den äußeren Teilen des Rundholzes, besonders wenn die Rinde in gutem Zustand ist.

Die Konservierung von windgeworfenen, aber noch lebenden Bäumen (Lebendlagerung bei hinlänglichem Wurzelsystem) hält Pilze von ihren passendsten Kontaminierungswegen ab. Für den Windwurf, der geerntet werden muss, besteht die effizienteste Methode der Konservierung in der Sauerstoffreduktion im Holz durch:

- Sättigung der Holzfasern mit Wasser (Nasslagerung)
- Lagerung der Hölzer in einer Atmosphäre, in welcher der Sauerstoffgehalt auf einem niedrigen Niveau gehalten wird.

Die Zeit und der Breitengrad in welcher der Sturm auftritt ist von enormer Wichtigkeit in bezug auf die Wahl der Konservierungsmethode und der eingesetzten Logistik.

Daher, eine Trockenlagerung von Poltern mit Plastikfolien, Geotextilien, Schnee oder anderen mineralischen Substanzen bedeckt, funktioniert unter kalten klimatischen Bedingungen, aber unter heißen Bedingungen kann dies zu einer Katastrophe führen.

Bevor eine Entscheidung getroffen wird sollten die folgenden Faktoren in Betracht gezogen werden:

- Konservierungsmethode und Lagerungsbedingungen
- Art des Windwurfs und seine Bedingungen
- Anfälligkeit der Baumarten
- Investitions- und Arbeitskosten
- Länge der Lagerungszeit

Beispiel der am meisten gebrauchten Konservierungsmethoden:

Konservierungsmethode	Art des Windwurfs	Kosten (Investitions-& Durchführungskosten)	Länge der Lagerzeit
Lebendlagerung	Noch lebende Bäume mit ausreichendem Wurzelkontakt und nicht direkt dem Sonnenlicht ausgesetzt	Keine Investitionen, aber Monitoring	Bis zu 2 Jahren
Nasslager	Entwurzelte oder gefährliche Bäume (müssen geerntet werden)	Hohe Investitionskosten; Hohe Betriebssicherheit der Methode	Bis zu mehreren Jahren für die meisten Baumarten
Lagerung unter Wasser	Entwurzelte oder gefährliche Bäume (müssen geerntet werden)	Hohe Investitionskosten	Bis zu mehreren Jahren für die meisten Baumarten
Lagerung unter Sauerstoffabschluss	Normalerweise für hochwertiges Holz (Furnier, etc.)	Hohe Investitionskosten	Bis zu mehreren Jahren

Anmerkung: Die chemische Konservierung bleibt interessant in bezug auf die Periode zwischen der Holzernte und der Einrichtung des Lagerplatzes, wenn das Holz in starkem Maße einer Zerstörung durch Insekten und Pilzen ausgesetzt ist. Im Besonderen bei warmen Temperaturen (im Frühling, wenn die Temperatur über 12°C geht und leicht mehr als 18°C erreichen kann.)

Um einen eindeutigen Rückschluss auf die unterschiedliche Konservierungsmethoden ziehen zu können, sollte man sie nochmals überdenken und die verwendete Terminologie definieren.

Tabelle 9 listet die bekannten Konservierungsmethoden auf. Sie sind den Lagerbedingungen der Rundhölzer entsprechend angeordnet (nass, trocken, feucht), um die besondere Bedeutung, die der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes bei dessen Erhaltung spielt, wiederzugeben. Für die ‚hybriden‘ und etwas ‚exotischeren‘ Methoden wurde eine ‚spezielle Gruppe‘ eingefügt. ‚Zusätzliche Schutzmaßnahmen‘ kommen gelegentlich zusammen mit einer der Hauptkonservierungsmethoden zur Anwendung (z.B. chemischer Holzschutz oder Hirnholzversiegelung im Haufenpolter). Einige Kombinationen sind sehr effektiv, aber einzelne sind sogar verboten (z.B. chemischer Holzschutz mit Nasslagerung).

Die Tabelle enthält alle bekannten Konservierungsmethoden, unabhängig davon, wie oft sie verwendet wurden oder wie bewährt diese sind. Die wichtigsten und am weitesten verbreiteten Konservierungsmethoden sind jedoch grau hervorgehoben und in Kapitel 4.3 beschrieben. Für detailliertere Informationen zu allen Konservierungsmethoden (Referenzen inbegriffen) verweisen wir auf den Bericht über Rundholzkonservierung, der auf dem neuesten Stand des Wissens ist (www.stodafor.org).

Tabelle 9: Systematiken der Konservierungsmethoden

Gruppe (Prinzip)	Methode	Beschreibung
Lagerung im Bestand <i>Stämme bleiben vor Ort im Bestand unberührt</i>	Lebendkonservierung von Windwurf	Lagerung im Bestand lebender, entwurzelter Bäume mit ausreichendem Wurzelkontakt
	Physiologische Trocknung	Lagerung ganzer abgelängter Stämme (mit Krone) im Bestand
Nasslagerung <i>Lagerung unter (kontrollierten) nassen Bedingungen, die das Holz naß halten</i>	Haufenpolter mit Beregnung	Haufenpolter mit Beregnung (Rundhölzer in Rinde)
	Nasslagerung in Gewässern	Lagerung von Rundhölzern in fließenden oder stehenden Gewässern (Rundhölzer in Rinde)
Rundholzvortrocknung <i>Lagerung unter (unkontrollierten) Bedingungen, die zu einer langsamen oder schnellen Trocknung der Stämme führen</i>	Rundholzvortrocknung im abgedeckten Lagenpolter	Rundholzvortrocknung im abgedeckten Lagenpolter (entrindete Rundhölzer)
	Schnelle Rundholzvortrocknung in offenen Lagenpoltern	Schnelle Rundholzvortrocknung in offenen Lagenpoltern (entrindete Rundhölzer)
Lagerung unter feuchten Bedingungen <i>Lagerung unter (unkontrollierten) veränderlichen Bedingungen</i>	Haufenpolter	Haufenpolter (Rundhölzer in Rinde/entrindet)
	Haufenpolter mit Folienabdeckung	Haufenpolter mit Folienabdeckung (Rundhölzer in Rinde/entrindet)
Spezialverfahren	Rundholzkonservierung durch Sauerstoffentzug, Haufenpolter unter Folienabdeckung	Haufenpolter in Folien eingeschweißt, was für eine sauerstofffreie Konservierungsatmosphäre sorgt (Rundhölzer in Rinde)
	Haufenpolter mit Geovliesabdeckung	Haufenpolter mit Geovliesabdeckung (Rundhölzer in Rinde)
	Haufenpolter mit mineralischer Schutzhülle	Haufenpolter, abgedeckt mit einer dünnen Schicht aus einer mineralischen Schutzhülle (Schutz vor Insekten)
	Erdlagerung	In einer Grube im Boden oder auf Bodenhöhe in einer dicken Erd/Lehmschicht vergrabener Haufenpolter
	Lagerung in Bergwerken	Lagerung in stillgelegten Bergwerksstollen
	Haufenpolter oberhalb der Waldgrenze	Haufenpolter oberhalb der Waldgrenze (Rundhölzer in Rinde)
	Lagerung unter Schnee	Mit Schnee bedeckter Haufenpolter
	Haufenpolter abgedeckt mit organischem Material	In Rindenschnitzeln, Hackschnitzeln, Sägemehl usw. abgedeckter Haufenpolter
Zusätzlich Schutzmaßnahmen <i>Zusätzliche Methoden zu den Hauptmethoden („integrierte Methoden“)</i>	Chemischer Holzschutz	Holzschutz mithilfe chemischer Stoffe
	Biologischer Holzschutz	Holzschutz mithilfe biologischer Stoffe
	Physikalischer Holzschutz	Holzschutz mithilfe physikalischer Stoffe (z.B. Hirnholzversiegelung)

5.3.2 Beschreibung der wichtigsten Methoden

5.3.2.1 Lagerung im Bestand: Lebendkonservierung des Windwurfs

□ Prinzip

Der natürliche Wasserhaushalt und das natürliche Abwehrsystem der Bäume sind aufrechtzuerhalten, und die Austrocknung ist zu verzögern.

□ Holzarten

Erfahrungen und Forschungsergebnisse liegen für Buche, Douglasie, Fichte, Kiefer und Strandkiefer vor.

VORAUSSETZUNGEN

Punkte, die vor der Entscheidung für eine Lagerung des Holzes im Bestand zu beachten sind:

- Wurzelteller lediglich hochgehoben, nicht seitlich verschoben
- Wurzeln müssen genug Kontakt zum Erdboden haben (der vorhandene Kontakt zwischen Wurzel-Stock/Erdboden sollte mindestens 20 bis 25 % des Wurzelvolumens betragen)
- Geringfügige Schäden an Stamm und Krone
- Keine direkte Sonneneinstrahlung auf Stamm und Wurzelteller
- Keine Gefahr des Befalls mit Borkenkäfern.

□ Vorteile

- Sofortige Lagerung ohne vorhergehende Aufarbeitung der Bäume (entasten, ablängen, entrinden, Transport der Rundhölzer) oder Vorbereitung des Lagerorts.
- Keine technische Ausrüstung notwendig.
- Niedrige Kosten (ausschließlich für die Qualitätskontrolle des Holzes).
- Unabhängig von den Bedingungen für die Transportmittel zum Gelände.
- Lebendkonservierung kann als eine preiswerte Alternative zu anderen Konservierungsmethoden betrachtet werden, jedoch ausschließlich für einen begrenzten Zeitraum. Bei Tiefwurzlern konserviert diese Methode den Wert des Holzes, während dringendere Sturmschäden bewältigt werden können.

□ Nachteile

- Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen.
- Keine Kontrolle über die Entwicklung des Feuchtigkeitsgehalts des Holzes.
- Die Lagerzeit ist begrenzt, da sich unakzeptable sekundäre Holzschäden entwickeln können.
- Gefahr des Borkenkäferbefalls. Auch vor einem Sturmschaden kann der vorhandene Borkenkäferbestand die Konservierung ernsthaft beeinflussen.
- Die Entscheidung, ob sturmgeschädigte Bäume in Lebendkonservierung verbleiben sollten, ist weitgehend von den persönlichen Erfahrungen der Forstarbeiter anhängig.

□ Praktische Erfahrungen

Buche (*Fagus sylvatica*)

- *Verarbeitung in der Säge:* Die allgemeinen Ergebnisse sind ermutigend. Französischen Studien zufolge liegt der Prozentsatz der von Pilzen befallenen Rundhölzer (einen wirtschaftlichen Verlust mit sich bringend) nach einem Jahr der Lagerung zwischen 7 % und 16 % für zerstreuten Windwurf und mit 29 % bei flächigem Windwurf in einem vollständig beschädigten Gebiet (d.h. 100 % Sonnenlicht ausgesetzt). Nach 2 Jahren steigt der Prozentanteil wertgeminderten Holzes im Hinblick auf zerstreuten Windwurf beträchtlich und liegt zwischen 27 % und 35 % (durchschnittlich aufgezeichnet für jeden Auswahlbereich). In hochgradig ausgesetzten Bereichen erreichte die Wertminderung des Holzes nach 2 Jahren Lagerung über 55 %.

Erfahrungen in Deutschland zeigen, dass bei Buchen, die nach einem Winterwindwurf lebend im Bestand gelagert wurden, bis zum folgenden Herbst ausschließlich geringfügige Qualitätsverluste erkennbar waren. Andererseits waren die im Bestand lebend konservierten Buchen auf Freiflächen bereits einer Wertminderung unterworfen. Nach zwei Vegetationszeiten war ein drastischer Qualitätsverlust bei den Buchen auf Freiflächen offenbar, und im zerstreuten Windwurf hatten die Buchen unterhalb des Kronenschlusses bereits an Wert verloren.

Abschließend ist festzustellen, dass zerstreutes Holz vom Winterwindwurf der Buche unterhalb des Kronenschlusses trotzdem bis zu ein Jahr lang lebend gelagert werden kann (einschließlich einer Vegetationszeit und des anschließenden Winters), mit tolerierbaren Wertverlusten von durchschnittlich 35 %.

- *Verarbeitung als Zellstoff:* Es gibt einen starken Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Zellstoff und Papier und dem Feuchtigkeitsgehalt. Hiermit erklärt sich die beträchtliche Abnahme der Zellstoffausbeute, die während des zweiten Jahres der Lagerung zu beobachten war. Die Zellstoffausbeute sank um 5 % im Laufe des zweiten Frühlings/Sommers. Dennoch blieben die Zellstoffeigenschaften während des zweiten Jahres der Lebendkonservierung zufrieden stellend.



Fotos 3: Zerstreuter Windwurf und Windwurf in einem völlig beschädigtem Gebiet
(Quelle: AFOCEL)

Fichte (*Picea abies*)

- Die Dauer des Forstschutzes spielt bei Fichten eine sehr bedeutende Rolle, es gibt Anzeichen dafür, dass die Konservierung für einen Zeitraum von 6 bis 12 Monaten gewährleistet werden kann.
- Dänische Studien zeigen, dass die Schäden nach einem Lagerungszeitraum von 16 Monaten für Bäume, deren Kronen unberührt blieben, niedrig ausfielen. Bäume mit reduzierten Kronen waren merklich mehr beschädigt, und bei einer Verzögerung des Hiebs um weitere 6 Monate hatten sich die Schäden manchmal verdoppelt.

Kiefer (*Pinus sylvestris*)

- Die Dauer des Forstschutzes ist ähnlich wie bei der Fichte.
- Lagerung bis zum Winter ist möglich, solange es guten Wurzelkontakt gibt.
- Berührt das Rundholz die Oberfläche des Erdbodens, besteht die Gefahr von Rindenschäden und Holzfäule.

Strandkiefer (*Pinus pinaster*)

- *Verarbeitung in der Säge:* Die Kontamination des Windwurfs mit Pilzen bleibt gering. Im Südwesten Frankreichs waren ein Jahr nach dem Sturm 40 % des beobachteten Schnittholzes nicht durch Holzfäule kontaminiert. Bevor es zu einem Insektenbefall kam, waren bei Rundhölzern im trockenen Gelände keinerlei Schäden aufgrund von Holzfäule festzustellen, im nassen Gelände gab es jedoch einige kontaminierte Stämme. Auf einem solchen Boden kann es aufgrund gebrochener Wurzeln zu einer Kontamination der Bäume kommen. Nach einem Insektenbefall erreichte die Kontamination der Stämme bei beiden Geländetypen rasch 60 %.
- *Verarbeitung als Zellstoff:* Auf nassem Gelände gelagerter Windwurf war bis zum Ende des ersten Sommers gut erhalten. Anfangs wurden Faser- und Papiereigenschaften beeinträchtigt, dann die Zellstoffausbeute, jedoch viel geringer als bei geernteten Stämmen. Nach einem Lagerungszeitraum von zwei Jahren konnte der Großteil der auf dem Gelände verbliebenen Bäume noch immer für Zellstoff und Papierherstellung verwendet werden. Nach mehr als zwei Jahren ließen die Papiereigenschaften rasch nach.

Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*)

Verarbeitung als Zellstoff: Während der ersten zwei Lagerjahre wurde eine gute Qualität in der Konservierung erzielt. Nach drei Jahren kam es zu einer dauerhaften Abnahme der Papiereigenschaften.

□ **Empfehlungen (Anwendung, zeitliche Begrenzungen)**

Im Allgemeinen ist die Qualität der Konservierung *im Bestand* von drei Hauptfaktoren abhängig.

DIE DREI FAKTOREN, DIE MAN ZUM ERZIELEN GUTER ERGEBNISSE BERÜCKSICHTIGEN SOLLTE			
1. Anfälligkeit der Arten.			
	Sehr anfällig (1 Vegetationszeit, Gefahr der Holzfäule)	Anfällig (1 Vegetationszeit)	Resistent (2 Vegetationszeiten)
Nadelholz	Kiefer - Fichte	Strandkiefer	Douglasie - Lärche - Zeder - Eibe
Laubholz	Ahorn- Weißbuche - Esche - Pappel	Buche - Ulme - Erle - Kirsche - Walnuss	Eiche - Kastanie- Scheinakazie
2. Art der Schäden an Bäumen/Wurzeln: je größer der Kontakt zwischen dem Wurzelsystem und dem Boden, umso besser die Konservierung.			
3. Zerstreutheitsgradgrad des Windwurfes: entweder disseminierter Windwurf (d.h. sonnengeschützte Bäume) oder weitgehend dem Sonnenlicht ausgesetzt. Je mehr der Windwurf dem Sonnenlicht ausgesetzt ist, umso höher die Schädigungsrate aufgrund einer schnelleren Feuchtigkeitsgehaltes des Holzes.			

□ **Qualitätsüberwachung**

Bei der Lebendkonservierung von Bäumen kann die Qualität während der gesamten Lagerzeit im Bestand überprüft werden. Daher kann der Förster den Zustand der Bäume kontrollieren. Die folgenden Vitalitätsindikatoren sind zu berücksichtigen:

Sprießverhalten, Fähigkeit der Krone sich aufzustellen, Harzabsonderung, bläulich-silberne Verfärbungen der Nadeln, Auftreten von Schattenanzeichen (Rinde überzogen mit grünen Algen oder Wurzelteller bedeckt mit Pflanzen), Veränderungen des Feuchtigkeitsgehalts (Trocknung von unten nach oben und von innen nach außen).

Da es einen maßgeblichen Zusammenhang zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt der Bäume und der zunehmenden Schädigung gibt, stellt das Messen des Holzfeuchtegehalts eine einfache Art der Überprüfung der Qualität des gelagerten Holzes dar.

□ **Umweltfragen**

Die Lagerungsmethode selbst hat keine Auswirkungen auf die Umwelt. Die Gefahr eines Borkenkäferbefalls und der Verbreitung des Borkenkäfers sollte in Betracht gezogen werden, wenn keine chemische Schädlingsbekämpfung zur Anwendung kommt. Die Anwendung von Chemikalien kann der Umwelt schaden.

□ **Kosten**

Es fallen Kosten für die Qualitätsüberwachung (einmal im Monat) und für die Kontrolle des Feuchtigkeitsgehalts an

5.3.2.2 Nasslagerung: Haufenpolter mit Beregnung

□ Prinzip

Lagerung von Haufenpoltern mit Rundhölzern in Rinde unter Sektorregnern ist die meist verbreitete Art der Lagerung von Windwurf. Die Erfahrungen, auf die sich die folgende Beschreibung bezieht, stammen von zwei Stürmen des Jahres 1967 und dem Sturm im November 1981 in Dänemark, dem Sturm im November 1972 in Deutschland, den Stürmen der Jahre 1982, 1984 und 1997 in Frankreich und den Stürmen in 1990 und im Dezember 1999 in vielen europäischen Ländern.



Foto 4: Ein Langholz-Lageplatz in Frankreich (Quelle: ENGREF)

Die Anwendung künstlicher Beregnung kann die Austrocknung von Rundholz durch Erhaltung der Frischholzbeschaffenheit vorbeugen, d.h. Aufrechterhaltung eines höchst möglichen Feuchtigkeitsgehalts. Bei dem angewandten Prinzip funktioniert das Wasser, durch Erhaltung einer nassen Rundholzoberfläche, als Sauerstoffbarriere und beugt so eine Kontamination mit holzerstörenden Pilzen vor.

Als Beispiel dient die allgemeine Ansicht einer Kurzholzlagerung in der nachstehenden Abbildung 7.



Abbildung 7: Grundanordnung für Lagerung (Quelle: AFOCEL)

□ Holzarten

Erfahrungen und Forschungsergebnisse liegen für Buche (*Fagus sylvatica*), Fichte (*Picea abies*), Kiefer (*Pinus sp.*), Tanne (*Abies alba*) und Eiche (*Quercus spp.*) vor.

VORAUSSETZUNGEN

Punkte, die bei Lagerung der Baumstämme durch Beregnung in Betracht zu ziehen sind:

- Der Ort der Lagerung durch Beregnung (ein windgeschütztes Gelände ist vorzuziehen)
- Der Zustand des Erdbodens und des Geländes (Fahrzeugverkehr, Drainage usw.)
- Genehmigung zum Einrichten des Lagerorts muss erhalten werden (vgl. 2.5. Gesetzliche Regulierungen und Gesetze)
- Zugang zu Wasser
- Zugang zu Elektrizität
- Entfernung zu einem Sägewerk
- Durchführbarkeit von Aufsicht/Kontrolle

□ **Vorteile**

- Langfristige Lagerungsmethode.
- Relativ sichere Rundholzlagerungsmethode im Vergleich zu anderen Methoden.
- Große Mengen an Holz können gelagert werden (bis zu zehntausenden Kubikmetern).
- Es liegen viele Informationen zu Lagerungstechniken und Holzqualität vor.
- Vom Großteil der Holz verarbeitenden Industrie anerkannte Konservierungsmethode.
- Überwachung der Holzqualität möglich durch Beregnungsmanagement.
- Beregnetes Holz kann schneller gesägt werden als frisch geschlagenes Holz (Produktivitätsgewinn zwischen 2 % und 5 %).
- Für Eiche kann bereits eine kurze Lagerzeit zu maßgeblichen Rohstoffeinsparungen führen, insbesondere im Frühjahr und im Sommer.
- Im Vergleich zur Nasslagerung in Gewässern ist die Aufnahme der Rundhölzer viel einfacher.

□ **Nachteile**

- Relativ teure Methode, da vor der Lagerung erhebliche Investitionen erforderlich sein können (siehe unten).
- Bei der Trocknung von Fichte erscheinen auf dem äußeren Teil des Splintholzes infolge des Auslaugens der Rinde und der Oxidationsprozesse zwischen Rindenextrakten und Zellulose bräunlich-rötliche Verfärbungen (**vgl. Foto 6**).
- Übermäßige Entwicklung von Beschichtungen und Verfärbungen, insbesondere was die Kiefern betrifft, aufgrund des verschiedenartigen Bakterienbefalls der Tüpfelschließhäute. Dies kann zu einer Ablehnung von beregnetem Holz durch gewisse Zweige der Holzverarbeitenden Industrie führen (z.B. Hersteller von Fensterrahmen oder Möbelindustrie).
- Nach zwei oder drei Jahren der Lagerung kann die Gefahr eines Pilzbefalls (*Armillaria* sp.), auch unter besten Beregnungsbedingungen, zu einer sehr schnellen Wertminderung des Holzes innerhalb von nur wenigen Monaten führen (**vgl. Foto 5**).
- Es muss mit einer Erhöhung der Verarbeitungszeit für Kammertrocknung gerechnet werden, wenn nicht eine Vortrocknung stattgefunden hat.
- Während der warmen Jahreszeiten sind ein oder zwei tägliche Inspektionen erforderlich.
- Im Vergleich zur Nasslagerung ist eine größere Wassermenge erforderlich.



Foto 5: Verteilung des Hallimasch auf einem Fichtenstamm (Quelle: CTBA)



Foto 6: Periphere Verfärbungen der Fichte (Quelle: CTBA)

□ **Praktische Erfahrungen**

In Europa fallen die Berechnungszeiträume je nach Breitengrad unterschiedlich aus (je wärmer das Klima umso länger die Zeiträume). In Dänemark werden Rundhölzer beispielsweise normalerweise von April bis Oktober beregnet, von Mai bis September in Norwegen und von März bis Ende Oktober in Frankreich, je nach Wetterbedingungen kann es jedoch Abweichungen geben.

HAUPTSCHWIERIGKEITEN WÄHREND DER ANWENDUNG

- Koordination zwischen Forst, Sägewerken und Lastwagenfahrern
- Unzureichende Lastwagenkapazitäten
- Trennung der Holzarten in gesonderte Polter kann zu Verzögerungen beim Aufbau des Beregnungssystems führen
- Stammvermessung: Verwaltungstechnische Fragen hinsichtlich der Vermessung der Baumstämme können zu Verzögerungen führen, da unterschiedliche Transportunternehmen unterschiedliche Vermessungssysteme verwenden
- Verwaltungstechnische Fragen bezüglich Sicherheit, Umweltbelange und Arbeitsrecht können die Lagerung unter Sektorregnern verzögern oder verhindern

Bewertung für unterschiedliche Holzarten

Beregnete Rundhölzer haben im Vergleich zu Frischholz die folgenden Eigenschaften:

- **Sägeprozess:** Einfacher und schneller. Geschätzter Produktivitätsgewinn liegt, je nach Arten und Feuchtigkeitsgehalt, zwischen 2 % und 5 %.
- **Entrinden:** Einfacher, Rindenstücke sind jedoch auch größer und können die Entrindungsmaschine verstopfen.
- **Farbe:** Direkt nach dem Sägeprozess erscheinen die aus beregneten Rundhölzern hergestellten Bretter etwas dunkler. Dieser Unterschied neigt jedoch dazu, nach dem Trocknungsprozess zu verschwinden.
- **Kammertrocknung:** Trocknungsgeschwindigkeiten steigen im Vergleich zu frischem Holz. Dieser Gewinn wird jedoch durch die viel größeren Wassermengen wieder aufgehoben. Infolge der Kombination dieser beider Phänomene dauert die Kammertrocknung beregneter Schnittware im Allgemeinen länger als für Schnittware, die aus Frischholz stammt, sofern die Produkte nicht vorgetrocknet wurden.

Besonders für die folgenden Baumarten wurden nachstehende Beobachtungen gemacht.

Strandkiefer (*Pinus pinaster*)

- *Schnittholz*: Kiefer nach drei Jahren in gutem Zustand. Bedeutende Verbesserungen der mechanischen Eigenschaften im Hinblick auf Vinylleime. Bei der Verwendung von MUF-Leim blieben die mechanischen Eigenschaften der Leimverbindung unverändert. Nach zwei Jahren können einige Verfärbungen auftreten (schwarze Linien zwischen den Ringen).
- *Kammertrocknung*: In einem französischen Sägewerk durchgeführte Messungen zeigten eine 7-prozentige Steigerung der Trocknungszeit. Diese Zahlen sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten, da die Ergebnisse maßgeblich vom Anfangs- und Endfeuchtigkeitsgehalt des Holzes abhängig sind.
- *Zelluloseholz*: Bei der Lagerung von Strandkiefer unter Beregnung, vorausgesetzt, sie wird sachgemäß durchgeführt, bleibt die Holzqualität für Zelluloseholz sehr effizient erhalten. Nach über 40 Monaten Nasslagerung ist die Qualität von Rundhölzern für die Erzeugung von Zellulose konserviert. Aufgrund der gesunkenen Menge an Holzextrakten war selbst eine gleichmäßige Steigerung der Zellstoffausbeute zu beobachten.

Fichte und Tanne (*Picea abies* und *Abies alba*)

- *Schnittholz*: Beide behielten ihre guten mechanischen und ästhetischen Eigenschaften über einen Zeitraum von drei Jahren. Danach konnten die Rundhölzer in Rinde einen stärkeren Pilzbefall (Armillariabefall) erleiden. Dennoch war in einigen Fällen die Holzqualität nach fünf Jahren der Lagerung noch immer zufrieden stellend.
- *Kammertrocknung*: In einem französischen Sägewerk durchgeführte Vermessungen zeigten eine 35-prozentige Reduzierung der Verarbeitungszeit. Diese Zahlen sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten, da die Ergebnisse maßgeblich vom Anfangs- und Endfeuchtigkeitsgehalt des Holzes abhängig sind.
- *Mechanischer und Chemischer Zellstoff*: Nach weniger als sechs Monaten der Lagerung traten Holzverfärbungen auf, die zu einer starken Reduzierung der Blässe des mechanischen Zellstoffs führten. Es gab keine Problem mit chemischen Zellstoff.

Fichten spezifische Eigenschaften:

- Braune Färbung in peripheren Teilen der beobachteten Rundhölzer (vgl. Foto 5).
- Imprägnierungsbehandlung: Verbesserung der Produktimprägnierung, Mittelverbrauch steigt jedoch.

Buche (*Fagus sylvatica*)

- *Ästhetische Fragen*: Nach 6-12 Monaten traten Verfärbungen auf, die bei beschädigter Rinde zunahmten. Dies lässt sich durch Anwendung eines Dampfprozesses zur Homogenisierung der Farbe vermindern, vorausgesetzt, das Produkt muss nicht hell sein. Zum Erreichen einer einheitlichen Farbe sollte der Dampfprozess für beregnetes Holz im Vergleich zu Frischholz 15 % bis 20 % kürzer ausfallen. Es ist anzuraten, das Holz nach der Verarbeitung zur Vermeidung weiterer Verfärbungen möglichst schnell in der Kammer zu trocknen. Einige dänische Studien folgern, dass die Rundhölzer nach 18-24 Monaten noch immer für die Furnierherstellung und nach 24-36 Monaten für Fußböden verwendet werden können, vorausgesetzt, das Holz ist entweder gebeizt oder dampfbehandelt.
- Mechanische Eigenschaften nach vier Jahren unverändert.

Eiche (*Quercus spp*)

- Nach drei Jahren konnten positive Ergebnisse erzielt werden, gelegentlich kann es jedoch zu Verfärbungen des Splintholzes kommen.
- *Kammertrocknung*: Ähnliche Eigenschaften wie beim Frischholz wurden beobachtet, vorausgesetzt, das Schnittholz wurde vorgetrocknet. Homogenität war etwas besser.
- *Logistik*: Die Vorteile dieser Konservierungsmethode sind erheblich. Letztere schützt das Holz während des Frühjahrs sogar vor einer Verschlechterung (Verstockung, Schimmel, braune Streifen, usw.) und vor einer Abwertung.

DIE NEUN GEBOTE ZUM ERZIELEN GUTER ERGEBNISSE

1. Der Zeitablauf zwischen dem Aufarbeiten des Holzes und dem Zeitpunkt, an dem es unter Wasser kommt, sollte möglichst kurz ausfallen, insbesondere in warmen Jahreszeiten. Der Abstand kann, je nach Wetterbedingungen, zwischen ein paar Tagen und bis zu 2-3 Wochen liegen.
2. Nur frisch gefällte Bäume oder Windwurf sollten gelagert werden.
3. Alle Rundhölzer sollten frei von sichtbaren Brüchen und jeglicher Infektion durch Pilze gefällt werden, da Pilzsporen weiter oben am Rundholz vorhanden sein können.
4. Die Rundhölzer sollten zur Vermeidung jeglicher Trocknung nicht entrindet sein.
5. Beim Aufbau der Polter sind die Stammenden sorgfältig zu platzieren, so dass sie alle bündig liegen.
6. Es sollte eine gesonderte Verbindung des Sektorregners eingerichtet werden, der direkt auf die Endoberflächen regnet (insbesondere auf die Stumpfenden).
7. Tägliche Inspektionen sind notwendig, damit Probleme gefunden und gelöst werden können, bevor sie Schäden nach sich ziehen, insbesondere in warmen Jahreszeiten.
8. Rundhölzer sollten aus der Lagerung schnellstmöglich verarbeitet werden.
9. Gesägte Bretter aus beregneten Rundhölzern müssen korrekt getrocknet werden (Luft- oder Kammertrocknung).

□ **Empfehlungen (Anwendung, zeitliche Begrenzungen)**

□ **Rundholzlagerung/Grundanforderungen**

Sorgfältige Lagerung wird Platz sparen, die Anzahl benötigter Sektorregner reduzieren, Verdampfung reduzieren und das Verhältnis Holzvolumen/Holzoberfläche steigern.

- Rundhölzer sind parallel zu poltern.
- Rundhölzer sollten nach Länge, Durchmesser, Sorte, Besitzer und Qualität sortiert werden. Am wichtigsten ist es darauf zu achten, dass der Zeitabstand zwischen Fällen und Bewässerung der Rundhölzer reduziert wird.
- Stumpfenden sind vertikal in eine Linie zu bringen. Dies ermöglicht eine effiziente Bewässerung aller Rundholzenden.
- Rundhölzer sind in der Nähe der Wege und in einem rechten Winkel zu diesen zu poltern, um ihre Aufnahme am Ende der Konservierung zu vereinfachen.
- Polter sollten eine Höhe von 6 m nicht überschreiten, um innerhalb normaler Krankkapazitäten zu bleiben.
- Bei einer langfristigen Lagerung spart Kopf-an-Fuß Lagerung Platz, und sie vergrößert die genutzte Oberfläche.

Anmerkungen: Das Verhältnis Holzoberfläche/Holzvolumen kann zwischen 7 000 m³/ha und 18 000 m³/ha liegen, abhängig von der Höhe der gelagerten Polter, der Länge der Rundhölzer und der Polterqualität.



Foto 7: Beispiel für eine gute Polterung (Quelle: AFOCEL)

□ **Wasserversorgung**

- Minimum: 4 bis 5 m³ Wasser/Stunde/1000 m³ Rundhölzer ≈ 500 m³/Tag/ha ≈ 50mm/Tag = 50 l/m² berechnete Oberfläche /Tag.
- Liegt die Lufttemperatur über 10°C, darf die Beregnung nicht unterbrochen werden, insbesondere tagsüber. *
- Wenn es friert bzw. unter 0°C kann die Beregnung gestoppt werden. Halten diese Bedingungen über einen längeren Zeitraum an, sollte man das restliche Wasser aus allen Rohren ablaufen lassen.
- Eine Wasseraufbereitungsanlage kann, je nach Art des Erdbodens und der Entwässerungsanlage, zwischen 50 % und 80 % Wasser sparen.
- Klimakontrollierte Beregnung (d.h. den Wetterbedingungen entsprechend) kann wahrscheinlich eine Menge Wasser sparen und die in warmen Perioden verbrauchte Wassermenge reduzieren.
- Windeinfluss: Wechseln die Windrichtungen auf dem Gelände häufig, werden einige Teile möglicherweise nur schlecht beregnet. Zwei Lösungen werden vorgeschlagen:
 - Die Lage des gewählten Geländes ist auf natürliche Weise vor Wind geschützt, z.B. eine Talsohle.
 - Die Anzahl der Sektorregner sollte erhöht werden (d.h. der Wasserdruck muss erhöht werden), einige Überschneidungen zwischen den Sektorregnern sind dann ratsam.
- Die Bodentragfähigkeit muss ausreichend sein, um einen 50 Tonner auszuhalten. Wird die Nasslagerung voraussichtlich länger dauern, sollte eine geeignete Infrastruktur aufgebaut werden (Wasserabfluss, ausreichende Wegbreite, Schotterwege usw.).
- Umgebung/Umfeld.
 - Das Gelände sollte in weiter Entfernung zu Wäldern liegen, die von holzzerstörenden Insekten befallen sind.
 - Das Gelände muss in weiter Entfernung zu bewohnten Bereichen liegen.

* Anmerkung: Zum Erreichen von ~ 50mm/T kann eine intermittierende Beregnung verwendet werden.



Fotos 8 und 9: Unterschiedliche Sektorregnertypen (Quelle: FVA und AFOCEL).

□ Qualitätsüberwachung

- Optik der Rundhölzer: Grüne/weiße/schwarze Streifen erscheinen an den Enden eines jeden Rundholzes (siehe Fotos 10).
- Pflege/Überwachung des Systems: Die Rohre können sich wiederholt durch im Wasser schwebende Teilchen füllen und müssen regelmäßig gereinigt werden. Dies ist teuer, aber unerlässlich. In warmen Zeiten sollte die Anlage ein- bis zweimal täglich überprüft werden, da die Rundhölzer nach nur 3-4 Tagen ohne Wasser einem Pilzbefall ausgesetzt sein können.
- Wasserabfluss: Dieser muss geleitet werden, um zu vermeiden, dass der Boden kollabiert. Die beste Lösung ist die Verwendung eines Wiederaufbereitungsteichs für das Wasser.



Foto 10: Normale Ansicht der Stumpfenden eines Rundholzes in Nasslagerung (Quelle: CTBA)

Langfristige Nasslagerung (bis zu 5 Jahren) von Rundholz unter Sektorregnern führt zu einer beträchtlichen Steigerung des Bakterienbestands insbesondere bei Nadelhölzern, namentlich Kiefer, und einer merklichen Verarmung löslicher Kohlenhydrate. Die Durchlässigkeit des Holzes ist dann aufgrund der bakteriellen Degradation der Tüpfelschließhäute der Holzzellen gesteigert, obwohl die Festigkeit des Holzes mehr oder weniger unbeeinträchtigt ist (relative Dichte, Elastizitätsmodul, Biegefestigkeit und Druckfestigkeit). Im Allgemeinen führt dieses Phänomen zu einer Verbesserung des Holzbehandlungsprozesses in Bezug auf Homogenität, der Verbrauch von Chemikalien steigt jedoch auch.

Gesägtes Rundholz sieht auch nach fünf Jahren Lagerung noch hell aus, und Schnittholz von Rundhölzern, die lange gelagert wurden, leidet bis zu drei Monate lang nur wenig unter dem Einfluss durch Pilze, wenn es unter feuchten Bedingungen gelagert wird. Dies ist den erschöpften Kohlenhydratreserven im Holz und der Anwesenheit einer beträchtlichen Anzahl von Bakterien zu verdanken. Im Vergleich dazu ist Schnittholz aus Rundhölzern, die sechs Monate lang nassgelagert wurden, nach drei Monaten unter feuchten Bedingungen schwer beeinträchtigt, und es ist mit Schimmelpilzen überschwemmt, was eine fortschreitende Entwicklung eines Splintholz verfärbenden Pilzbefalls zur Folge hat.

Pilze und Verfärbungen sorgen für einige Probleme, wenn man sie nicht behandelt. Pilze und Verfärbungen verbreiten sich fast immer vom mittleren Teil des Stumpfs aus. In einigen Fällen wurden Fruchthalter des *Fomes annosus* gefunden, die hin und wieder das Kernholz vom Stumpf bis 3-4 m hoch in den Stamm zerstörten. In diesen Fällen müssen, trotz der sorgfältigen Auslagerung aller Stümpfe mit einem sichtbaren Pilzbefall, hyphae oder *F. annosus* während der Lagerung in den Rundhölzern noch vorhanden gewesen sein.

Was die Qualität betrifft, sind einige Regeln bezüglich der bereits im Holz vorhandenen Insekten und der möglichen Verseuchung angrenzender Waldbereiche zu beachten. Eine permanente Beregnung muss stattfinden, da diese Lagerorte grundsätzlich Pilze und Insekten anziehen. Sollte eine Intervall-Beregnung gewählt werden, ist es unerlässlich, dass diese sich vorher als effektiv herausgestellt hat.

□ **Umweltfragen** (siehe auch Kapitel 2.6. Umweltauswirkungen)

Die wichtigste Eigenschaft ist der CSB-Wert (chemischer Sauerstoffbedarf). Um die Untersuchungsergebnisse der Abwasseranalysen auswerten zu können, arbeiten wir hier mit dem Richtwert, der im Allgemeinen für kommunale Abwässer nach der biologischen Klärung gilt, d.h. bevor sie in Fließgewässer geleitet werden. Er entspricht 140 mg CSB je Liter Wasser.

Meistens werden bei kleinen Poltern (< 40 000 Festmeter) keine Verunreinigungen beobachtet. Zu einem Anstieg der organischen Verbindungen und des CSB-Werts kommt es höchstwahrscheinlich ausschließlich zu Beginn der Beregnung. Dieses Phänomen geht nach zwei bis drei Monaten jedoch zurück und bleibt dann, in allen Fällen, unter 140 mg/l.

Im Hinblick auf große Polter (> 40,000 Festmeter) zeigen einige Einzelfälle einen Anstieg, der zwei- bis dreimal so hoch ist als der zulässige Grenzwert. Auch dieser Wert sinkt jedoch nach demselben Zeitraum von zwei bis drei Monaten auf ungefährliche Werte.

Die Werte für pH, Leitfähigkeit, Konzentration unterschiedlicher Metallsalze, Ionen, Gesamtstickstoff usw. zeigen keinen Anstieg und bleiben weit unter den jeweiligen Grenzwerten.

Der Sonderfall der Beregnung in Systemen mit wiederaufbereitetem Wasser

Während der ersten Monate der Beregnung enthält das abfließende Wasser derartig große Mengen gelöster organischer Substanzen, dass es zu schädlichen Verunreinigungen führen kann, wenn es direkt in Flüsse geleitet wird. Hierzu kommt es jedoch ausschließlich in Situationen, in denen die eingeleitete Menge im Vergleich zur Wassermenge und der Wassererneuerung im Fluss sehr hoch ist. Besteht diese Gefahr, sollte das Wasser wiederaufbereitet werden.

Vorteile der Verwendung von wiederaufbereitetem Wasser:

- Das Wasser ist oxidiert, was zu einem biologischen Abbau der organischen Substanzen führt.
- Der Wasserverbrauch wird reduziert.
- Der Energieverbrauch zum Heraufpumpen des Wassers wird reduziert.

Nachteile der Verwendung von wiederaufbereitetem Wasser:

- Im Wasser schwebende Festkörper können zu Fehlfunktionen der Sektorregner führen.
- Die hohe Reproduktionsrate von Mikroorganismen im Beregnungswasser kann zur Bildung bakteriellen Schlamms führen, der in Extremfällen eine Verstopfung des Sektorregners zur Folge hat.
- Beobachtungen weisen darauf hin, dass die Zerstörung der Tüpfelschließhäute in Nadelholz bei Verwendung wiederaufbereiteten Beregnungswassers schneller stattfinden kann, was zu Veränderungen der Durchlässigkeit führt.

Grundwasserverunreinigung

Bis jetzt wurden keine systematischen Untersuchungen der Grundwasserverunreinigung im Zusammenhang mit der Nasslagerung von Rundhölzern durchgeführt. Es wird nicht davon ausgegangen, dass Proben maßgebliche Veränderungen der Grundwasserqualität zeigen werden, auch dort nicht, wo eine gute Durchdringung des Erdbodens auftritt und der Grundwasserspiegel fast der Bodenhöhe entspricht.

□ **Kosten**

Es handelt sich hierbei um eine relativ teure Methode, die sich für die Konservierung großer Mengen von Rundhölzern eignet. Die Gesamtkosten sind aufgrund der Investitionskosten im ersten Jahr generell ziemlich hoch. Danach sind die anfallenden laufenden Kosten relativ niedrig. Die Methode wird inzwischen seit langer Zeit angewendet. Es handelt sich um eine der praktischsten und wirtschaftlichsten verfügbaren Methoden für die Rundholzkonservierung.

Drei Kostentypen werden unterschieden:

1. Vorinvestitionen: Infrastruktur (Straße, Abfluss, usw.), Ausrüstung zur Beregnung der Rundhölzer, elektrische Leitungen, Arbeitskräfte zum Bau des Geländes usw.
2. Funktionskosten: Miete des Geländes, Strom- und Wasserverbrauch, Unterhalt, Versicherung, tägliche Überwachung.
3. Kosten nach der Lagerungszeit: Aufnahme der Rundhölzer, Flächeninstandsetzung, Rundholztransport.

Tabelle 10 und **Abbildung 9** fassen diese Kosten zusammen. Details hierzu werden in **Appendix 5** erläutert.

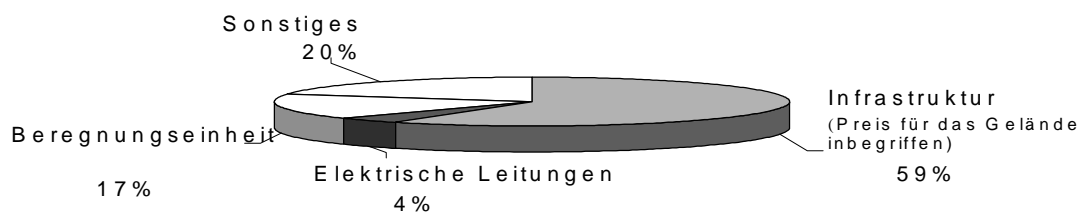


Abbildung 9: Kostendetails bei Vorinvestitionen

Anmerkungen:

- Die Investitionskosten fallen abhängig davon, ob das Gelände dauerhaft genutzt werden soll oder nicht, normalerweise sehr unterschiedlich aus. Ein dauerhaft genutztes Gelände kostet durchschnittlich 6 €/m³ mehr als ein vorübergehend genutztes Gelände.
- Normalerweise sind aufgrund des höheren Anschaffungswerts des Ausgangsmaterials für die Laubholzkonservierung höhere Investitionen nötig als für die Nadelholzkonservierung.
- Ein System mit wiederaufbereitetem Wasser kostet rund 30 % mehr als ein offenes Wassersystem. Bei Wassermangel ist aus diesem Grund der Bau einer Wiederaufbereitungsanlage in der Nähe des Lagerplatzes ratsam.
- Die Kosten für die Einrichtung des Geländes bleiben pro Kubikmeter ähnlich, unabhängig davon, wie groß die Menge der gelagerten Rundhölzer ist. Es scheint keine Maßstabsauswirkungen zu geben.

Tabelle 10: Kosten für Rundholzkonservierung unter Beregnung

	Durchschnitt (Euro/m ³)	Min (Euro/m ³)	Max (Euro/m ³)
Vorinvestitionen	13	6	34
Kosten für gebrochenen Transport	8,3		
Funktionskosten	1,8 €/m ³ /Jahr	1,4 €/m ³ /Jahr	2,2 €/m ³ /Jahr
Kosten nach der Lagerung		2,5	11

5.3.2.3 Nasslagerung: Nasslagerung in Gewässern

□ Prinzip

Die Austrocknung von Rundholz kann durch Nasslagerung in Gewässern vermieden werden, da der im stehenden Baum vorhandene Feuchtigkeitsgehalt aufrechterhalten oder erhöht wird. Die Holzfeuchtigkeit sollte möglichst hoch bleiben. Der Befall des Holzes durch Pilze und Insekten kann weitgehend verhindert werden, obwohl bestimmte Bakterien in der Lage sind, in Wasser getränktes Holz abzubauen.



Foto 11: Geländevorbereitung für Nasslagerung
(Quelle: ONF)



Foto 12: Nasslagerung in Gewässern
(Quelle: ONF)

□ Holzarten

Erfahrungen und Forschungsergebnisse liegen für Buche, Eiche, Fichte, Kiefer und Tanne vor. Arten mit einer relativen Dichte von >1 in frischem Zustand, z.B. Buche und bedingt auch Tanne, werden gut konserviert. Bei „schwimmenden“ Arten (Fichte) können die über die Wasseroberfläche hinausragenden Teile einer zunehmenden Schädigung ausgesetzt sein. In diesem Fall sollte der herausragende Teil entweder beregnet oder das Rundholz sollte durch ein Hilfsmittel, wie beispielsweise einen Betonpfahl, versenkt werden.

□ Voraussetzungen

Es müssen künstliche oder natürliche Teiche/Seen verfügbar sein. Genehmigungen von Behörden sind notwendig, zumindest bei der Anwendung natürlicher Gewässer. Es müssen Zugangsstraßen zum Wasser und beständige Uferbänke vorhanden sein. Zum Einholen des Holzes am Ende des Lagerungszeitraums wird möglicherweise Spezialausrüstung benötigt. Die Möglichkeit, den Teich leer laufen zu lassen, bringt viele Vorteile mit sich. Nutzholz muss frisch geschlagen sein, und jegliche Austrocknung infolge eines zu hohen Treibens im Wasser sollte vermieden werden.

□ Vorteile

Nasslagerung in Gewässern ist im Vergleich zu anderen Methoden eine langfristige und sichere Art der Rundholzlagerung. Über diese Lagerungstechnik und die sich daraus ergebende Holzqualität sind sehr viele Informationen verfügbar. Die Konservierungsmethode wird vom Großteil der Holz verarbeitenden Industrie akzeptiert. In einigen Fällen ist unter Wasser gelagertes Holz schneller zu sägen als frisch geschlagenes Holz. Unter der Voraussetzung, dass das Holz sachgemäß gelagert wurde, können seine mechanischen Eigenschaften für mindestens zwei Jahre erhalten bleiben. Die Instandhaltungskosten fallen im Vergleich zur künstlichen Beregnung sehr niedrig aus.

□ Nachteile

Fichte: Während der Lagerung kommen aufgrund von in das Holz entweichenden Rindensubstanzen bräunlich-rötliche Verfärbungen des äußeren Splintholzes vor. Die Tüpfelschließhäute befallende Bakterien können eine erhöhte Durchlässigkeit verursachen, die zu einem übermäßigen und unregelmäßigen Eindringen von Beschichtungen und Farben führt. Dies ist beispielsweise für Hersteller von Fensterrahmen und die Möbelindustrie nicht annehmbar.

Buche: Die Nasslagerung in Gewässern kann zu einer gelblichen oder rötlich-braunen Verfärbung des Holzes führen, die hervorspringender ist als bei der Beregnung. Das Holz sollte zur Sicherstellung einer gleichmäßigen Farbe nach dem Sägen normalerweise dampfbehandelt werden.

Anmerkungen: Erstaunlicherweise scheint sich das Phänomen der Verfärbungen bei Buche beträchtlich zu verlangsamen, wenn auf eine Zeit der Lagerung im Bestand (vgl. 4.3.2.1) eine Zeit der Nasslagerung in Gewässern folgt.

□ Empfehlungen

Mindestens zwei Drittel des Durchmessers des Rundholzes sollten permanent untergetaucht sein, doch auch dann kann der herausragende Teil einer zunehmenden Schädigung ausgesetzt sein. Um das Einholen des Holzes zu vereinfachen, sollten die Rundhölzer in Flößen oder Bündeln zusammengebunden werden. Nadelholz sollte locker in Einheiten von 10 bis 20 Festmetern gebündelt werden, während Bündel von 6 bis 12 Festmeter für Laubbaumarten verwendet werden sollten. Bojen sollten die Bündel der sinkenden Arten kennzeichnen, wenn der Teich nicht entleert werden kann.

□ Umweltfragen

Zum Schutz von Flora und Fauna in natürlichen Teichen/Seen vor schädlichen Einwirkungen sollten keine großen Holzmengen in kleinen Gewässern gelagert werden. Der Sauerstoffverbrauch während des Abbaus der gelösten und schwebenden organischen Stoffe kann fatale Auswirkungen auf Fische und sonstige Wasserorganismen in kleinen stehenden Gewässern haben. Sich am Boden absetzende Rindenpartikel können schädliche Auswirkungen auf den Zustand von am Boden schwebenden Organismen haben. Holz, das vorher zur Vorbeugung von Insektenbefall chemisch behandelt wurde, sollte niemals in Nasslagerung in Gewässern gelagert werden.

□ Kosten

Zwei unterschiedliche Szenarios sind möglich:

- Es gibt bereits einen Teich. Es müssen keine Grabungsarbeiten durchgeführt werden, die Uferböschung muss jedoch noch beschottert werden, und es sind noch einige Arbeiten wie beispielsweise die Einlagerung einer Einrichtung zur Füllung und Entleerung des Teiches durchzuführen:
15 EURO/m³ zzgl. MwSt.
- Der Teich muss angelegt werden. Ausgrabungs- und sonstige Arbeiten sind erforderlich, und die Uferböschung muss beschottert werden: **35 EURO/m³ zzgl. MwSt.**

Kosten der Arbeiten: Eine Instandhaltung sollte nicht erforderlich sein, das Einholen des Holzes kann jedoch ziemlich kostspielig sein.

Anmerkungen:

- Trotz dieser ziemlich hohen Kosten sollte betont werden, dass diese Teiche auch zum Angeln, für den Tourismus, als Wasserreserven für Tiere usw. verwendet werden können.
- Wenn es zu weiteren Sturmschäden kommt, können die Teiche wieder verwendet werden, ohne dass zusätzliche Kosten entstehen.
- Diese Teiche können auch für die regulären Holzlieferungen der Sägewerke verwendet werden.

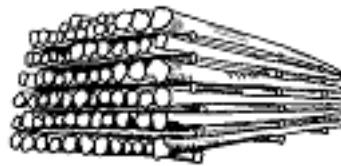
5.3.2.4 Rundholzvortrocknung: Rundholzvortrocknung in Lagenpolter (Rundhölzer entrindet)

□ Prinzip

Um durch Entrindung und vorsichtiges Poltern eine ausreichende Belüftung zu ermöglichen, kann der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes schnell auf ein Niveau gesenkt werden, auf dem eine Gefahr einer Beschädigung nicht mehr gegeben ist. (25-30 % Holzfeuchtigkeit im Verhältnis zum Darrgewicht, das unter dem Faserfeuchtigkeits-Sättigungspunkt liegt).

□ Holzarten

Erfahrungen und Forschungsergebnisse liegen für Douglasie, Fichte, Lärche und Kiefer vor.



□ Vorteile

Im Falle einer Trockenlagerung kann für den Bau bestimmtes Nutzholz ohne die Anwendung einer Kammertrocknung vorgetrocknet werden. Solches Holz zeigt im Vergleich zu anderem Nutzholz keine vermehrten Probleme mit der Deformierung nach dem Schneiden. Diese Lagerungsmethode ermöglicht traditionell arbeitenden Sägewerken, schneller auf die Nachfrage des Kunden nach Bauholz zu reagieren. Darüber hinaus kann die Vortrocknung von Rundhölzern auf diese Weise als eine umweltfreundliche Möglichkeit für den Bau betrachtet werden.

Der Zielfeuchtigkeitsgehalt von 25-30 % im Splintholz wird durch Holzeinschlag im Winter mit anschließender Trocknung im Frühjahr und Sommer erreicht. Eine schnelle Trocknung des Splintholzes beugt Pilzinfektionen vor.

- Teure Abdeckungen mit einer kurzen Lebensdauer können vermieden werden.
- Die kurzen Zeitspannen ermöglichen in den sommerlichen Spitzenzeiten eine kontinuierliche Lieferung vorgetrockneten Rundholzes an die Sägewerke.
- Die Polter können während der normalen Forstarbeiten im Waldbezirk unterhalten werden.
- Investitionskosten für Sektorregner fallen nicht an.
- Genehmigungen gemäß Wassergesetzgebung sind nicht notwendig.
- Es gibt keine Umweltverschmutzung aufgrund von Wasserabfluss aus der Beregnung.
- Die Polter sind zwecks Gütebewertung so einfach zugänglich, dass das Nutzholz bei Vermarktung verkauft werden kann.
- Es können große Polter von bis zu 200 m³ verwendet werden, abhängig von der Reichweite des Wagendrehkrans, der Größe des Lagerplatzes und dem beabsichtigten Volumen der Verkaufsmengen.
- Das konservierte Holz kann reichlich unter dem Fasersättigungspunkt liegen, im Allgemeinen, je nach Wetterlage, zwischen 15 und 22 %. Hierdurch wird die Lieferung trockenen Schnittholzes mit weitgehend einheitlichen Maßen und beliebigen Querschnitten ermöglicht, ohne dass es Bedarf an einer weiteren Kammertrocknung gäbe.
- Aus dem vorgetrockneten Rundholz hergestelltes Schnittholz besitzt weitgehend einheitliche Maße.
- Das gesägte Holz kann anschließend schnell, wirtschaftlich und mit einer hohen Trocknungsgeschwindigkeit in der Kammer getrocknet werden.
- Die Rundholzkonservierung ist wirtschaftlicher und bringt weniger Gefahren mit sich als die Kammertrocknung von Schnittholz mit großen Durchmessern.
- Vorgetrocknetes Rundholz kann einfacher transportiert werden.
- In Zeiten, in denen es friert, enthält vorgetrocknetes Rundholz im Vergleich zu frischem Rundholz sehr wenig Eis. Es ist daher einfach zu sägen.
- Wird das Rundholz frühzeitig entrindet, ist die Anwendung von Insektiziden überflüssig.

□ **Nachteile**

Während des Prozesses können Risse entstehen, und es können Infektionen aufgrund der Entrindung auftreten, insbesondere wenn Seitenanschnitte vorhanden sind. Die Lagerung sollte auf nicht mehr als fünf Monate begrenzt werden, und es sollte beachtet werden, dass die Methode im Allgemeinen für Schnittholz besser geeignet ist als für Rundholz.

- Die Trocknung muss zur Vermeidung einer übermäßigen Rissbildung vor Erreichen des Fasersättigungspunkts unterbrochen werden.
- Abhängig vom Wetter können nach anfänglicher Trocknung große Risse entstehen. Besteht nicht die Möglichkeit, das Rundholz vorher einzuschneiden, sollten die gleichförmigen Polter zerlegt und zur Einschränkung der Trocknung lockerere Polter aufgebaut werden.
- Die Lufttrocknung ist definitionsgemäß abhängig vom Wasser und daher nur schwierig zu kontrollieren.
- Findet die Trocknung zu langsam statt, können Pilzschäden auftreten. Findet die Trocknung zu schnell statt, besteht die Gefahr von Rissbildung
- Der Forstindustrie und der Holzverarbeitenden Industrie fehlt es an Erfahrung mit dieser Methode.
- Treten starke Stürme auf, ist die für die Konservierung benötigte Fläche außerdem zu groß.
- Für das Sägen vorgetrockneten Rundholzes wird mehr Energie benötigt als für das Sägen von Frischholz. Beim Sägen vorgetrockneten Rundholzes entsteht mehr Staub. Die Zellstoffindustrie zieht nasse Hackschnitzel vor. Die Verwendung von trockenen Hackschnitzeln für die Herstellung von Spanplatten hat jedoch ihre Vorteile.
- Es fallen Mehrkosten für Rundholztransport, Polterung und Instandhaltung an.

□ **Praktische Erfahrungen**

Vor der Präparation

Es sollte ausschließlich gesundes Holz verwendet werden. Die Rundhölzer sollten nach dem Entrinden ein bis zwei Wochen vorgetrocknet werden.

Aufbau der Polter

Erst sollte eine Lage mit großen Rundhölzern als Grundlage für den Polter aufgebaut werden. Es ist wichtig, dass zwischen dieser Lage und dem Erdboden genug Abstand ist. Erscheint der Aufbau des Polters instabil, sollten Abstandhalter verwendet werden. Die oberste Schicht sollte über den Polter hinausstehen, um eine Abdeckung zu vereinfachen. Der Aufbau dauert 2,5 Stunden je 150m³, Transportzeit ausgeschlossen.

Abdeckung

Der Polter muss nicht unbedingt sofort abgedeckt werden, es sei denn, die Wahrscheinlichkeit eines baldigen Regengusses ist groß. Plastikfolie mit einer textilen Struktur ist zu empfehlen. Die Abdeckung dauert 1,5 Stunden je Polter. Polter mit einer sachgemäßen Konstruktion sind unterhaltsfrei.

Geeignete Holzarten

Nadelbaumarten (entrindet): Fichte, Tanne, Douglasie und Lärche.

Fichte und Tanne

- Sind die Polter vorherrschenden Wetterbedingungen ausgesetzt, ist es unmöglich, den Prozess zu kontrollieren.
- Übermäßiges Sonnenlicht kann Risse verursachen.
- Fichte reißt eher als Tanne.
- Risse können zu Infektionen mit Holzfäule und roten Streifen führen.
- Der Prozess ist relativ kostspielig.

□ **Empfehlungen (Anwendung, zeitliche Begrenzungen)**

Diese Methode sollte ausschließlich in Zusammenarbeit mit dem Käufer angewandt werden. Wird er sachgemäß angewandt, können Lagerungsschäden für bis zu drei bis fünf Monate vermieden werden. Der Erfolg der Methode ist von unterschiedlichen Bedingungen abhängig (akuter Käferbefall beeinträchtigt die Qualität des Holzes). Die Verwendung von Folienabdeckung erfordert ordentliche Polter und einen ausreichenden Abstand zum Boden. Der Polter sollte an einer luftigen, warmen Stelle untergebracht sein, die keinerlei Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Die Chancen einer erfolgreichen Konservierung, insbesondere bei Fichte und Tanne, sind gut, die Lagerung sollte jedoch nicht länger als drei Wochen nach dem Entrinden stattfinden. Eine schnelle Trocknung senkt den Feuchtigkeitsgehalt und beugt biologischen Schäden vor. Wird sie jedoch zu schnell vollzogen, können Risse auftreten.

Der Erfolg der Trockenkonservierung von Nadelrundholz und die gleichzeitige Aufrechterhaltung der Holzqualität hängt von der Poltertechnik und den lokalen Wetterverhältnissen während des Lagerungszeitraums ab. Nur eine äußerst schnelle Trocknung stellt eine effektive Vorbeugung vor Pilzverfärbungen sicher.

□ **Qualitätsüberwachung**

Diese Methode funktioniert gut bei Fichte, Lärche und Douglasie. Holzfäule stellt jedoch ein bedeutendes Problem bei Kiefern dar. Die Verwendung frischen, gesund geschnittenen Holzes ohne jegliche Anzeichen eines Käfer- oder Pilzbefalls wird empfohlen.

□ **Umweltfragen**

Rundholzvortrocknung in Lagenpoltern ist eine kostengünstige und ökologisch annehmbare Alternative zum chemischen Holzschutz und zur Kammertrocknung. Die Anwendung von Insektiziden ist auf den Rundhölzern nach einem schnellen Entrinden nicht erforderlich. Darüber hinaus können durch die Kammertrocknung verursachte hohe CO₂-Emissionen vermieden werden.

□ **Kosten**

Als Kostenbeispiel für Süddeutschland gelten ungefähr **10 Euro/m³**. Hierin sind 8 Euro für den Transport der Rundhölzer zum Lagerort und 2 Euro/m³ für Bearbeitung und Instandhaltung der Polter inbegriffen. Eine Verlängerung des Lagerungszeitraums hat nur geringe Auswirkungen auf die Kosten.

5.3.2.5 Lagerung unter feuchten Bedingungen: Haufenpolter (Rundhölzer in Rinde/entrindet)

□ Prinzip

In großen Haufenpoltern trocknen die sich in der Mitte befindlichen Rundhölzer langsam. Die „unkontrollierten“ feuchten Bedingungen, die bei dieser Methode vorherrschen, können jedoch zu langen Zeiträumen mit einer hohen Feuchtigkeit führen, die eine Gefahr für Holzfäule mit sich bringen (siehe Kapitel 4.2.2).

□ Holzarten

Erfahrungen und Forschungsergebnisse liegen für Fichte, Tanne und Kiefer vor.

□ Voraussetzungen

Gesunde frische Rundhölzer mit einer unversehrten äußeren Rinde und keinerlei anderen Schäden, schnelle Lagerung, Lagerung im Bestand möglich, an schattigen Standorten oder in geschützten feuchten Mulden.

□ Lagerung

Große Haufenpolter ohne Träger, abwechselnd Stumpfende und Spitzen vorne und Wurzelhäse gestutzt.

VORAUSSETZUNGEN

Punkte, die vor der Lagerung von Rundhölzern unter feuchten Bedingungen beachtet werden sollten:

- Einfache und preiswerte Konservierungsmethode
- Verfügbarkeit schattiger, geschützter und feuchter Lagerplätze
- Verfügbarkeit von ausreichendem Platz für große, hohe Polter
- Auch geeignet für (kurzes) Schwachholz
- Nur beschränkte phytosanitäre Gefahr

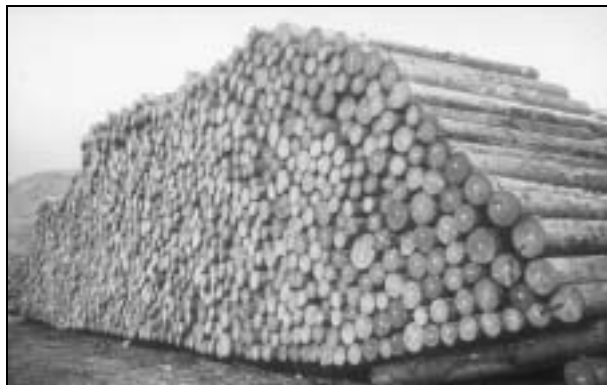


Foto 13: Beispiel für die Lagerung unter feuchten Bedingungen im Haufenpolter (Quelle: EMPA)

□ Vorteile

- Stämme können im Bestand an schattigen Plätzen gelagert werden, an Hängen in nördlicher Ausrichtung, in geschützten Mulden, wenn eine hohe Luftfeuchtigkeit und leichte Winde herrschen.
- Relativ geringe Kosten.

□ **Nachteile**

- Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen.
- Kein Einfluss auf die Entwicklung des Feuchtigkeitsgehalts des Holzes.
- Ausschließlich begrenzte Lagerzeit
- Gefahr des Borkenkäferbefalls.

□ **Praktische Erfahrungen**

Fichte (Picea abies) und Tanne (Abies alba)

Schnittholz: Nachdem Fichten (Picea abies) und Tannen (Abies alba) sechs Monate lang in Haufenpoltern als entrindete Rundhölzer und ohne Beregnung konserviert worden waren, betrug der gemessene Ertragsverlust durchschnittlich 2 % im Vergleich zu dem Ertrag, der mit frischem Schnittholz hätte erzielt werden können (quantitative Kriterien). Im Hinblick auf den wirtschaftlichen Verlust aufgrund der Wertminderung des Schnittholzes (gemäß europäischen Standards) betrug der durchschnittliche kostenbedingte Verlust 18,5 % (qualitative Kriterien).

□ **Empfehlungen (Anwendung, zeitliche Begrenzungen)**

Die Lagerung großer Mengen von Rundholz unter feuchten Bedingungen ist ausschließlich für gesundes, frisches Nadelholz während des Winters zu empfehlen und in der Annahme, dass das Holz innerhalb eines Jahres verkauft wird. Die Erhaltung der Holzqualität hängt sehr von den klimatischen Bedingungen ab und ist daher nicht einfach vorherzusagen.

Es ist möglich, die Rundhölzer während des Aufbaus des Polters mit Insektiziden zu besprühen. Ripcord 40 [Cypermethrin] wirkt bei Nadel- und Laubbäumen mehr als sechs Monate effektiv gegen Scheinbockkäfer (Nacerda melanura) und Borkenkäfer. Zum Schutz vor dem Fichtenbock (Tetropium castaneum) müssen die Rundhölzer vor Mitte August entrindet sein.

Auch eine Endversiegelung ist in Betracht zu ziehen.

DIE SECHS GEBOTE ZUM ERZIELEN GUTER ERGEBNISSE

1. Nur frisch geschlagene und fehlerfreie Rundhölzer mit einer unbeschädigten Rinde in großen Haufenpoltern lagern.
2. Zwischen Holzernte und Poltern darf nur ein kurzer Zeitraum liegen.
3. Rundhölzer von einer niedrigen Qualität in den untersten und obersten Schichten des Polters platzieren, damit sie den Hauptpolter vor Bodenfeuchtigkeit schützen und er weder Sonnenlicht noch Regen ausgesetzt ist.
4. Rundhölzer großzügig schneiden, um eine weiträumige Entfernung infizierter Teile zu ermöglichen.
5. Gleichförmige Rundholzlängen und -klassen lagern.
6. Die Rundhölzer nach der Lagerung schnellstmöglich weiterverarbeiten.

□ **Qualitätsüberwachung**

- Beobachtung von Verfärbungen/Pilzbefall am frisch geschnittenen Hirnholz der herausragenden Rundhölzer.
- Überwachung des Feuchtigkeitsgehalts des Holzes.

□ **Umweltfragen**

Es sind sehr wenige Auswirkungen zu erwarten. Eine gewisse Verschmutzung des Lagerorts durch herunter fallende Rinde.

□ **Kosten**

Standardausgaben für Transport und Poltern. Keine zusätzlichen „Sonder“-Ausgaben.

5.3.2.6 Rundholzkonservierung durch Sauerstoffentzug, Haufenpolter mit Folienabdeckung (Rundhölzer in Rinde)

□ Prinzip

Diese Methode konserviert Rundhölzer durch Ausschluss von Sauerstoff und vermeidet auf diese Weise einen Befall durch Pilze und Fauna.



Foto 14: Rundholzlagerung durch O₂-Entzug in Deutschland (Quelle: FVA)

□ Holzarten

Die Methode ist für mehrere Holzarten anwendbar. Die folgenden Arten wurden getestet: Nadelbäume (Fichte, Tanne, Douglasie und Kiefer) und Laubbäume (Buche und Bergahorn).

□ Voraussetzungen

- Flaches Gelände.
- Folienabdeckung mit einer hohen Diffusionsbeständigkeit (z.B. PE-Silo Folien).
- Gasdichtes Thermoschweißen.
- Gesundes Frischholz.

□ Lagerung

-
- Lagerung in Poltern der Länge nach oder schräg zu den Forststraßen.
- Allseitiges Einwickeln in Folienabdeckung.
- Gasdichtes Thermoschweißen der herausragenden Enden der Folien.
- Überprüfung des Zustandes der Plastikfolien, Abdichten undichter Stellen.

□ Vorteile

- Die Konservierung der Qualität wird unter Anwendung dieser Methode als gut angesehen.
- Diese Konservierungsart eignet sich ausschließlich für eine langfristige Lagerung.
- Um effektiv zu sein, sind bei dieser Konservierungsmethode im Vergleich zu traditionellen Methoden größere Anstrengungen erforderlich. Die Lagerung mit Folienabdeckung ist vor allem in Bezug auf Qualität und Pilz- und Käferbefall während der Lagerung erfolgreich.

□ Nachteile

- Es kann zu Schäden durch Mäuse, Füchse und Marder kommen, wenn die Qualität der Kunststoffolie nicht stabil genug ist.
- Der Zustand der unterliegenden Schicht sollte genau bestimmt werden (planer, sandiger Erdboden).
- Die Anforderungen an das Verpackungsteam sind aufgrund der großen Maße der luftdicht zu verpackenden Objekte hoch.
- Anschließend ist nur wenig Unterhalt notwendig, und es werden daher Kosten gespart.
- Diese Methode ist insbesondere in Regionen anwendbar, in denen die Lagerung durch Beregnung keine Alternative darstellt.

□ **Praktische Erfahrungen**

Fichte und Tanne

Das ausgepackte Holz zeigt keine wesentlichen qualitativen Veränderungen, und seine Verwendung ist nicht eingeschränkt. Die Holzqualität bleibt für einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren erhalten.

Buche und Ahorn

Buche und Ahorn eignen sich eher für diese Lagerungsmethode. Die Gefahr einer ungleichmäßigen Farbe bei Buche kann durch Dampfbehandlung reduziert werden. Es gibt positive Ergebnisse für Buchenfurnier.

Deutschland: Gute Ergebnisse über einen Zeitraum von rund 15 bis 18 Monaten für Buchenfurnier. Danach besteht jedoch die Gefahr, dass die Farbe unregelmäßig wird.

Frankreich: Nach drei Jahren ist eine noch gute Holzqualität erhalten, vorausgesetzt, die Anfangsqualität war gut. Diesbezügliche Experimente sind noch nicht abgeschlossen.

□ **Empfehlungen (Anwendung, zeitliche Begrenzung)**

Aufstellen von Warnschildern, die jeden, der in die Folienabdeckung klettert, auf die Erstickungsgefahr hinweist.

□ **Sonstiges**

Experimente zeigen, dass der Wert über längere Zeiträume aufrechterhalten werden kann. Die Auswirkungen von antagonistischen Pilzen ist wahrnehmbar, so dass sich keine Holz zerstörenden Stoffe entwickeln können. Diese dicht über der Oberfläche wachsenden Pilze sind unter einer Tiefe von 4 cm nicht mehr nachweisbar. Das Holz befindet sich in frischem Zustand. Dieselbe Art von Verfärbungen scheint auch bei der Trocknungs- und der Nasslagerungsmethode vorzukommen.

Diese Methode bietet einen alternativen Langzeitschutz gegen Insekten- und Pilzbefall, unabhängig von Klima, Lagerort, Holzarten und Poltergröße. Sie ist außerdem in Naturschutz- und Wasserschutzgebieten anwendbar. Die Gesamtkosten für das erste Jahr sind mit denen der Nasslagerung zu vergleichen. Der Aufwand für Überwachung und Unterhalt ist gering. Es muss lediglich in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden, ob die Plastikfolie Schäden aufweist.

□ **Qualitätsüberwachung**

Eine Qualitätsüberwachung ist ausschließlich nach dem Auspacken des Polters möglich. Während des Konservierungszeitraums besteht die Möglichkeit, mithilfe von sich außerhalb des Polters befindlichen Messinstrumenten die Innenatmosphäre des verschweißten Polters zu messen (Sauerstoff-/Kohlendioxidgehalt). Es ist möglich, Veränderungen des Innenklimas des verschweißten Polters in festgelegten Zeitabständen aufzuzeichnen.

□ **Kosten**

	Polter Fichte / Tanne 18,5 m / 235 m³ „Bad Liebenzell“	Polter, Buchenfurnier 6,5 m / 100 m³ „Durbach“
Material / m³	2,80 Euro	3,27 Euro
Kostenamortisierung / m³	0,70 Euro	0,70 Euro
Personalkosten / m³	3,32 Euro	6,14 Euro
Außerordentliche Kosten / m³	Bagger 0,33 Euro	/
Gesamtkosten / m³	7,15 Euro	13,03 Euro

5.3.2.7 Zusätzliche Schutzmaßnahmen

□ Chemischer Holzschutz

Prinzip

Zur Vermeidung eines Befalls mit holzbohrenden Insekten und/oder Pilzverfärbungen kann das Holz mit Insektiziden und/oder Fungiziden behandelt werden.

Die Funktion des Insektizidgebrauchs ist es, einen ausgewachsenen Käfer daran zu hindern sich in die Rinde zu bohren, um dort seine Eier zu legen. Sobald die Käfer sich unter der Rinde oder im Holz befinden, sind sie so gut wie sicher vor chemischen Sprays, und die Anwendung von Insektiziden ist sinnlos. Daher muss die Behandlung gegen Ende des Winters oder zu Beginn des Frühjahrs stattfinden, bevor die ausgewachsenen Käfer ihre Suche nach Brutmaterial aufnehmen. Dauert die zu erwartende Lagerzeit länger als einen Sommer, sollte nach anderen Wegen zum Schutz des Holzes gesucht werden.

Vorbereitung der Rundhölzer

- Perfektes Entasten.
- Ablängen zum Erhalt sauberer Schnittenden.
- Entfernung von Flechten und Moosen von der Rinde mit einer Metallbürste.

Material

- Lagerung kleiner Rundhölzer: eine Gartenspritze ist ausreichend.
- Lagerung großer Rundhölzer: eine Rückenspritze.

Methodik

Für effizienten Schutz:

- Die Behandlung muss schnellstmöglich erfolgen
- Temperatur > 0°C
- Trockenes Wasser/kein Regen während der Anwendung (Verunreinigungsrisiko + ineffiziente Behandlung)
- Jedes Rundholz muss vollständig behandelt werden, einschließlich des Teils, der den Boden berührt
- Verwundete Teile müssen besonders sorgfältig behandelt werden
- Dort, wo die Rinde fehlt, muss ein Mittel zur Vermeidung von Rissen eingesetzt werden

Vorsichtsmaßnahmen

- Kontakt mit der Haut und den Schleimhäuten vermeiden.
- Schutzkleidung verwenden (Hosen, Handschuhe, Brille, usw.).
- Ein Schütteln der Produkte während des Transports vermeiden.
- Die Spezifikationen der chemischen Produkte beachten. Die Verwendung einiger Produkte im Wald ist eventuell untersagt.
- Empfehlungen des Herstellers, Gefahren und COSHH-Bestimmungen müssen genau eingehalten werden.

Alternativen zu Insektiziden

- Zur effektiven Reduzierung eines Käferbefalls muss der Lagerungszeitraum verkürzt werden, insbesondere im Frühjahr. Die Logistik kann zur Minimierung der Zeit zwischen Abtrieb und Konservierung verbessert werden, oder das Verarbeitungstempo kann zu Gunsten der Lebendkonservierung reduziert werden, vorausgesetzt, dass die geworfenen Bäume noch über ausreichenden Wurzelkontakt verfügen.
- Die Trockenlagerung ist eine weitere Methode, die zur Vermeidung eines Käferbefalls in Betracht kommt. Die Rundhölzer müssen entrindet, aus dem Wald transportiert und auf offenen Flächen gelagert werden. Die Dauer der Lagerung sollte 5-6 Monate nicht überschreiten. Ein Käferbefall ist nicht vollkommen auszuschließen, nur wenige Arten befallen jedoch entrindete Rundhölzer.
- In Nasslagerung mit einer geeigneten Intensität und Deckung durch Sektorregner sterben Käfer, und die Brut kann sich nicht weiterentwickeln.

□ **Biologischer Holzschutz**

Die Verwendung biologischer Schädlingsbekämpfung zur Verhinderung des Zerfalls und/oder von Verfärbungen des Frischholzes hat viele Reize. Obwohl viele Labortests und Tests in kleinerem Umfang vielversprechend waren, zeigten die Ergebnisse von Feldversuchen nur begrenzte Erfolge, und in vielen Fällen versagten sie total. Auch bei einer kurzfristigen Lagerung von Schnittholz waren die Erfolge nur begrenzt. Bei einer langfristigen Rundholzlagerung weisen neuere Arbeiten in Richtung einer Zerfallsprävention bei Pfahlmaterial. Wieder waren größer angelegte Tests vielversprechend.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt erweckt es den Anschein, dass eine biologische Schädlingsbekämpfung nicht anzuraten ist. Jedoch gibt es Überlegungen, gerade solche Forschungen zu fördern, die sich mit den Schwächen der biologischen Schädlingsbekämpfung auseinandersetzen.

□ **Physikalischer Holzschutz**

Endversiegelung der Rundhölzer

Eine bekannte Methode zum Schutz von Rundholz (insbesondere Laubholz) besteht darin, die ungeschützten Teile des Holzes mit einem den Durchlass von Luft und Wasser verhindernden Material zu überziehen. Die Folge dieser Methode ist ein Schutz vor Trocknung und vielleicht eine erhöhte Kohlendioxidkonzentration im Rundholz.

Bei den handelsüblichen Versiegelungsmitteln handelt es sich meistens um Wachsdispersionen, z.B. Anchorseal (Bates Co.) und Mobil-Cer (Mobil Oil). Ältere Experimente zeigten außerdem gute Ergebnisse bei der Anwendung von Permaroof, einer Substanz, die ursprünglich für die Imprägnierung undichter Dächer entwickelt wurde. Dieses auf Bitumen basierende Präparat ist auf dem Markt noch immer erhältlich.

Die Versiegelung von Rundholzenden ist zur Minimierung der Pilzverfärbungen mit einer Fungizidbehandlung zu kombinieren.

ANHANG

Anhang 1: Terminologie / Definitionen für die Rundholzkonservierung

Category	English (synonym)	Definition	Français	Deutsch (Synonym)	Italiano (sinonimo)	Español (sinónimo)	Portuguese	Danish ()
General term	wind-blown timber (storm-damaged timber)	timber from trees damaged by a storm (broken, thrown or leaning trees)	chablis	Stumholz	legno proveniente da schianti	dembos	madeira demutada pelo vento	stormfældet træ
General term	log conservation (log storage)	long-term (several months) storage of logs with the goal to preserve the wood quality	conservation des grumes (stockage des grumes)	Rundholzlagerung (Rundholzkonservierung)	conservazione dei tronchi (stoccaggio dei tronchi)	conservación de trozas	conservação de toros (armazenamento de toros)	lagring af stormfældet træ
General term	round timber	harvested part of tree stem	bois rond	Rundholz	legno tondo	madera en rolo	rolaria	(coniferous) =temmer, (deciduous) =kævler,
General term	long pole	whole stem	grume	Langholz	fusto	fuste	árvore inteira	hel stamme
General term	cut to length	stem cut into shorter pieces	billon	Kurzholz (Trämeß)	toppo	madera tronzada, trozas	madeira torada	korttemmer, korttræ
General term	overcut (overmeasure)	addition in log length to account for staining in the end-grain	surcote	Übermass (Zumass)	soprammisura	holgura en longitud de tronzado	medida acima do corte estabelecido	overmåll
General term	with bark	logs with bark	avec écorce	in Rinde	con cortecchia	con corteza, c/c	com casca	med bark
General term	without bark (debarked)	logs with bark removed	sans écorce	entriindet	scortecciato	sin corteza, s/c	sem casca (descascada)	afbarket
General term	conservation method	particular technique to achieve goal of log conservation	méthode de conservation	Lagerungsmethode	metodo di conservazione	método de conservación	método de conservação	lagringsmetode (opbevaringsmetode)
General term	pile	heap of logs	pile	Polter	catasta	pila	pilha	stak (stabel)
General term	compact pile	heap of closely piled logs	pile compacte	Häufelpolter	catasta compatta	pila compacta	pilha compacta	tæt stablet træ
General term	cross-pile	heap of logs with perpendicular intermediate layer of single logs allowing free ventilation	pile à rangs croisés	Lagenpolter	catasta con strati perpendicolari	pila encastillada	pilha com toros cruzados transversalmente	krydsstablet træ
General term	standing tree	tree in upright position (inclination 90-60°)	arbre sur pied (arbre debout)	stehender Baum	albero in piedi	árbol en pie	árvore em pé	stående træ
General term	leaning tree	tree with inclination 59-30°	arbre penché	angeschobener Baum	albero inclinato	árbol inclinado	árvore inclinada	hældende træ
General term	uprooted tree	thrown tree with inclination 29-0°	arbre déraciné	geworfener Baum	albero sradicato	árbol desarraigado	árvore amancada	rodvæltet træ (rodvæltet)
General term	broken tree (snapped tree)	tree broken in 2 (or more) separate pieces	arbre cassé	gebrochener Baum	albero spezzato	árbol tronchado	árvore partida	knækket træ
Cons. method	in situ storage	logs left untouched in place in the stand	conservation in-situ	Lagerung im Bestand	stoccaggio in situ	almacenamiento in situ	armazenamento no local do povoamento	lagring på faldstedet
Cons. method	live-conservation of wind-thrown trees	in situ storage of living, uprooted trees with sufficient root contact	conservation sur site des bois partiellement déracinés	Lebendkonservierung im Bestand	stoccaggio in piedi di alberi danneggiati dal vento (ma ancora radicati)	conservación en vivo de árboles parcialmente desarraigados	conservação em vida de árvores demutadas pelo vento	lagring på faldstedet af stormfældede træer med rodkontakt og levende
Cons. method	drying by transpiration	in situ storage of entire trees (with crown) with a cross-cut at the stem base	séchage par transpiration	Physiologische Trocknung (Ganzbaumlagerung)	Stagionatura per traspirazione	secado natural, secado al aire	secagem por evaporação	udtøring af træet ved fordampning fra kronen ("syrefældning")
Cons. method	wet storage	storage under (controlled) wet conditions keeping the wood saturated	stockage sous eau	Nasslagerung	stoccaggio in acqua	almacenamiento en húmedo	conservação com água	våd lagring
Cons. method	compact pile with water sprinkling	compact pile with water sprinkling (logs with bark)	pile compacte sous aspersion d'eau	Nasslagerung durch Beregnung	catasta compatta con aspersione d'acqua	pila compacta bajo aspersion	pilhas compactas com sistemas de expressão de água	vandlager med sprinklere
Cons. method	ponding (immersion in water)	storage of logs in running or standing water (logs with bark)	immersion	Nasslagerung in Gewässern	immersione	inmersión	conservação de toros por imersão	lagring i søer eller damme
Cons. method	storage under drying conditions	storage under (uncontrolled) conditions resulting in slow or fast drying of the logs	stockage sous conditions asséchantes	Rundholzfortrocknung	stoccaggio al riparo dagli agenti atmosferici	almacenamiento en condiciones de secado al aire	armazenamento de toros ao ar livre	ter lagring under ukontrollerede betingelser

Category	English (synonym)	Definition	Français	Deutsch (Synonym)	Italiano (sinonimo)	Español (sinónimo)	Portuguese	Danish ()
Cons. method	log pre-drying in covered cross-pile	pre-drying of logs in covered cross-pile (logs debarked)	stockage sous conditions sèches	Rundholzvor-trocknung in gedecktem Lagenpolter	pre-essiccazione in cataste, con strati perpendicolari, coperte	pre-secado de trozas en pilas encastilladas bajo cubierta	pré-secagem dos troncos em pilhas cobertas	tæmning af afbarket træ under tag eller afdækning
Cons. method	rapid log pre-drying in open cross-pile	rapid log pre-drying in open cross-pile (logs debarked)	pré-séchage rapide des grumes stockées en pile croisée ouverte	Schnelle Rundholzvor-trocknung in offenem Lagenpolter	pre-essiccazione veloce in cataste, con strati perpendicolari, non stoccaggio all'aperto	pre-secado de trozas en pilas encastilladas descubiertas	pré-secagem de pilhas ao ar livre com troncos entalados	lufttæmning af afbarket krydslagt tømmer
Cons. method	storage under humid conditions	storage under (uncontrolled) changing conditions	stockage sous conditions humides	Lagerung unter feuchten Bedingungen (Feuchtlagerung)		almacenamiento en condiciones húmedas no controladas	armazenamento em condições húmidas	lagring under fugtige ukontrollerede betingelser, f.eks. på skovbunden
Cons. method	compact pile	compact pile (logs with bark / debarked)	pile compacte	Haufenpolter	catasta compatta	pila compacta	pilha compacta	tæt stablet træ
Cons. method	compact pile covered with plastic sheets	compact pile covered with plastic sheets (logs with bark / debarked)	pile compacte recouverte d'une bâche plastique	Haufenpolter mit Folien-Abdeckung	catasta compatta coperta da teli di plastica	pila compacta recubierta con plástico	pilha compacta coberta com plásticos	tømmerstak afdækket med plasticfolie
Cons. method	'special' methods	conservation methods with protection mechanisms not fitting into main categories	méthodes spéciales	Spezialverfahren	metodi particolari	métodos especiales	métodos especiais	specielle lagringsmetoder
Cons. method	log conservation under oxygen exclusion, compact pile wrapped in plastic sheets	compact pile wrapped and sealed in plastic sheets resulting in oxygen free conservation atmosphere (logs with bark)	conservation en atmosphère confinée, pile compacte enroulée dans une bâche en plastique	Rundholzkonservierung durch Sauerstoffentzug	stoccaggio del legno in assenza di ossigeno, cataste compatte avvolte da teli di plastica	conservación en atmósfera pobre en oxígeno de pilas compactas bajo plástico hermético	conservação de troncos em pilhas seladas sem entrada de oxigênio cobertas com plásticos	lagring i lufttæt plasticfolie i åfri atmosfære
Cons. method	compact pile covered with geo textile fabric	compact pile covered with geo textile fabric (logs with bark)	pile compact recouverte d'une feuille de géotextile	Haufenpolter mit Geotextil-Abdeckung	catasta compatta coperta con tessuto geotessile	pila compacta cubierta por tejido geotextil	pilha compacta coberta com tela têxtil	tømmerstak afdækket med "gotekstol"
Cons. method	compact pile covered with a mineralic suspension	compact pile covered with a thin layer of mineralic suspension (protection against insects)	pile compacte recouverte d'une suspension minérale	Haufenpolter mit mineralischer Schutzhülle	catasta compatta trattata con una sospensione minerale	pila compacta cubierta por una suspensión mineral	pilha compacta coberta com uma folha de mineral em suspensão	tømmer beskyttet mod insektangreb ved hjælp af kalk eller andet mineralisk stof
Cons. method	storage in gravel pits	compact pile buried in a hole in the ground or on level ground covered with thick layer of clay/soil	stockage sous terre	Erdlagerung	stoccaggio per interrimento	almacenamiento de pilas enterradas	armazenamento em subterrâneos ou ou pilhas cobertas com barro	lagring ved nedgravning i grusgrave
Cons. method	storage in mines	storage in unused mine tunnels	stockage dans des mines	Lagerung in Bergwerken	stoccaggio in miniera	almacenamiento en minas	armazenamento em minas	lagring i minegange
Cons. method	compact pile above timberline	compact pile above timberline (logs with bark)	pile compacte stockée au-dessus de la limite supérieure des forêts	Haufenpolter oberhalb Waldgrenze	stoccaggio in altitudine	pila compacta bajo el límite altitudinal del bosque	pilha compacta em zonas de montanha, acima da linha de crescimento da madeira	lagring i bjerge over trægrænsen
Cons. method	storage in snow	compact pile covered with snow	stockage sous la neige	Lagerung unter Schnee	stoccaggio sotto la neve	almacenamiento bajo la nieve	armazenamento na neve	lagring i sne
Cons. method	compact pile covered with organic material	compact pile covered with bark chips, wood chips, sawdust etc.	pile compacte couverte de matière organique	Haufenpolter mit Abdeckung aus organischer Substanz	stoccaggio con materiale organico	pila compacta cubierta por materia orgánica	pilha compacta coberta com material orgânico	lagring i kule
Cons. method	supplementary conservation measures	conservation measures supplementary to main methods (integrated methods)	mesures supplémentaires de conservation	zusätzliche Schutzmassnahme	misure supplementari di conservazione	medidas suplementarias de conservación	medidas suplementares de conservação	supplerende beskyttelsesforanstaltninger
Cons. method	chemical protection	wood protection by chemical agents	protection chimique	chemischer Holzschutz	protezione chimica	protección química	protecção química	kemisk beskyttelse af træ (med insekt- og/eller svampemidler)
Cons. method	biological protection	wood protection by biological agents	protection biologique	biologischer Holzschutz	protezione biologica	protección biológica	protecção biológica	"biologisk træbeskyttelse" ved hjælp af bakterier, antagonistiske svampe eller lignende
Cons. method	physical protection	wood protection by physical measures (e.g. end-grain sealing)	protection physique	fysisk beskyttelse af træ	protezione con mezzi fisici	protección física	protecção física	fysisk beskyttelse f.eks. smearing af endeflader
Processes	input	process of building up a log storage	mise en place	Einlagerung	inizio (del processo di stoccaggio dei tronchi)	montaje	entrada	opbygning af lageret
Processes	removal	process of extracting logs from a log storage	reprise	Auslagerung	intenzione (del processo di stoccaggio dei tronchi)	retrada	remoção dos troncos do armazenamento	tæmning af lageret
Material	sprinkler	device to produce artificial rain	arroseur	Kreis-/Sektoregner	aspersore	aspersor	aspersor	sprinkler

Anhang 2: Glossar / Definitionen für die Holzernte

Category	Term	Definition	Synonyms	German	French
General terms	Harvesting	cutting, processing and extraction of timber		Holzernte	Exploitation forestière
General terms	harvesting method	combination of machines/manpower and order how to process the timber		Holzemteverfahren	Méthode d'exploitation
General terms	harvesting system	defined by the level of processing the timber (log, stem, tree)/ level of mechanisation		Holzertesystem	Système d'exploitation
Harvesting system	CTL (cut to length system)	stem is bucked into logs inside the stand on specific length/diameter combination		Kurzholzsystem	Coupe à longueur
Harvesting system	french log system	crosscutting to specific (user orientated) diameter		Ablängen/Trennschnitt (kundenorientiert)	Système Bois en longueurs spécifiques
Harvesting system	full tree system	stem with roots is extracted from the stand		Vollbaumverfahren	Système à culée noire
Harvesting system	shortwood system	bucking on fix lengths		Fixängen	Système Bois en courtes longueurs
Harvesting system	stem system	stem without branches is extracted from the stand		Stammverfahren	Système Bois en grandes longueurs
Harvesting system	tree length system	stem (with/without branches/toped) is extracted without any bucking		Langholzsystem	Système Bois en grandes longueurs
Harvesting system	tree system	stem with branches is extracted from the stand		Baumverfahren	Système Bois en arbres entiers
Harvesting method	fully mechanized harvesting	all processing is made with machines		Voll mechanisierte Holzernte	Exploitation mécanisée
Harvesting method	manual harvesting	all processing is made without any powered tools		händische Holzernte	Exploitation manuelle
Harvesting method	motor manual harvesting	the cutting/delimiting/bucking is done by chainsaw, other processes mechanized		Motor-manuelle Holzernte	Exploitation semi-mécanisée
Harvesting method	partial mechanized harvesting	in minimum one process step is forced by manpower (for example chainsaw)		Teilmechanisierte Holzernte	Exploitation mécanisée partielle
Equipment	cable yarder	machine with a tower to fix and winches to operate the lines	tower yarder	Seilkran	Câble -mât
Equipment	chain saw	powered saw	power saw	Motorsäge	Scie à chaîne
Equipment	chipper			Hacker	Broyeur
Equipment	clam-bunk skidder	with standing grapple to put stems/trees with a loading crane into the grapple		Klemmbankschlepper	Débusqueur à pince
Equipment	debarker	machine removes the bark (minimizing pest risk)		Entindungsmaschine	Écorceuse
Equipment	delimber, rotor	machine removes the branches by rotating tools		Entastungsmaschine, rotierend	Ebrancheur, machine
Equipment	delimber, strike boom	machine push the tree against fixed tools		Schubentaster	Ebrancheur, grue
Equipment	farm tractor	standard tractor logs/stems attached directly		Agrarschlepper	Tracteur agricole
Equipment	feller	machine to cut single trees mechanical		Feller	Abatteuse
Equipment	feller buncher	machine to cut and collect the trees		Feller Buncher	Abatteuse - empileuse
Equipment	forest tractor	adapted with process tools (winch, loader, grapple) and safety tools		Forstraktor	Tracteur forestier
Equipment	forester		harwarder	Kombinierte Holzernte- und Rückemaschine	Combiné
Equipment	forwarder	wheeled/tracked machine to transport timber, free of ground, to the road		Rückefahrzeug	Porteur, débardeur
Equipment	grapple skidder	with hanging grapple to get the timber from the ground		Zangenschlepper	Débusqueur à grappin
Equipment	harvester, one-grip	wheeled/tracked machine with felling/processing aggregate on a crane		Eingriffharvester	Machine de bûcheronnage à une prise
Equipment	harvester, two grip	wheeled/tracked machine with felling aggregate on a crane and processing aggregate on the chassis		Zweigriffharvester	Machine de bûcheronnage à deux prises
Equipment	loader	wheeled/tracked machine to load and pile		Lader	Chargeur
Equipment	loading carrier	carrier to transport timber, free of ground, to the road		Hänger	Remorque
Equipment	processor, bank	machine which puts the stems/trees by crane to the processing unit (delimiting, bucking)		Bankprozessor	Tête d'abatage, ...
Equipment	processor, crane	processing head (delimiting, measurement, bucking) mounted on a crane		Kranprozessor	Tête d'abatage, grue ...
Equipment	skidder	specific tractor for timber extraction (timber touch the ground)		Krickschlepper	Débusqueur
Equipment	swing boom grapple			Krangreifer (mit Schwingkopf)	Grue articulée

Category	Term	Definition	Synonyms	German	French
Equipment	winch skidder	with winch for in hauling of logs/stems/trees		Windenschlepper	Débusqueur à câble
Work task	bucking	crosscutting the stem into merchantable length/diameter combinations	crosscutting	ablängen	Découpe
Work task	cutting	crosscut a tree on the bottom	felling	umschneiden	Abattage
Work task	debarking	removal of the bark, manual or mechanical		entinden	Ecorçage
Work task	delimiting	removal of the branches, manual or mechanical		entasten	Ebranchage
Work task	forwarding	extraction of timber, timber don't touch the ground	logging	Rücken (mit Forwarder)	Débardage
Work task	hauling	pulling the timber to the skidder/yarder		zuziehen	Hilage
Work task	logging	extraction of timber (yarding/skidding/forwarding)	hauling off	Hieb	Vidange des bois
Work task	piling	storing logs/stems in stable layers		stapeln	Empilage
Work task	separation	move stem/part of stem into a stable and safe position for further processing		entzernen	Séparation
Work task	skidding	extraction of timber with ground bases systems, timber touch the ground	logging	ausschleppen	débardage
Work task	toping	cutting off the not merchantable top of the tree		abzopfen	Ecimage
Work task	yarding	extraction of timber with cable systems	logging	ausseilen	Débardage par câble
Sylvicultural operation	afforestation	planting of young trees to establish a new stand (species, mixture)		Aufforstung	Plantation
Sylvicultural operation	clear cut	harvesting of each tree on a stand		Kahlschlag	Coupe rase
Sylvicultural operation	final cut	removal of the old trees, after natural regeneration fulfills the needs		Endnutzung	Coupe finale
Sylvicultural operation	natural regeneration	establishing a new stand by seedlings of the former stand during the last years before the final cut happens		Naturverjüngung	Régénération naturelle
Sylvicultural operation	residual stand	remaining trees after a harvesting operation		verbleibender Bestand	Peuplement restant
Sylvicultural operation	thinning	removal of a part of the stand following silvicultural management principles		Durchforstung	Eclaircies
Traffic lines	cable line	lines / corridors for setup of cable cranes	cable corridor	Seillinie	Couloir de câble
Traffic lines	forest road	paved surface for trucks		Forststrasse	Route forestière
Traffic lines	secondary road	unpaved not for trucks, connecting strip road/ skid trail to forest road		Forstweg	Piste forestière
Traffic lines	skid trail	temporary traffic lines inside the stand		Rückegasse	Voies de débardage
Traffic lines	strip road	permanent systems of traffic lines inside the stand (geometric / random)		Rückweg	Cloisonnements
	leaning			lehnenend	Inclinaison
	log	merchantable diameter/length combination		Bloch	Grume
	site restoration			Flächenvorbereitung	Restauration
	solid volume			dem Konoid entsprechendes Volumen	Volume
	stump			Stock	souché
	top end diameter volume			Volumen des dem Zopfdurchmesser entsprechenden Zylinders	Diamètre petit bout
	volume			Volumen des dem Mittendurchmesser entsprechenden Zylinders	Volume
	broken/blowdown/fallen			Bruch/Sturmwurf/Wurf	Cassé, chablis, tombé
	protokoll terms			Definitionen	Terme de protocole
	transport			Transport	Transport

Anhang 3: Sicherheitsberichte



Angeschobener Baum fällt und tötet einen Waldarbeiter

HINTERGRUND:

Am Morgen arbeiteten vier Motorsägenführer in einem sturmgeschädigten, aus Fichte und Buche bestehenden Wald. Der Einschlagsort war flach und das Wetter gut. Aufgrund der ineinander verhakte Bäume, der Wurzelteller und der unter Spannung stehenden Äste kamen sie nur langsam voran.

PERSONENBESCHREIBUNG:

Die Motorsägenführer waren in zwei Trupps mit jeweils zwei Waldarbeitern eingeteilt. Ihre persönliche Schutzausrüstung und -kleidung (Helm, Schutzhosen) trugen sie nicht.

Der 29-jährige Waldarbeiter arbeitete seit drei Jahren als Motorsägenführer. Sein Kollege war Auszubildender und arbeitete seit ein paar Monaten in diesem Unternehmen. Keiner von ihnen hatte jemals an Sicherheitsschulungen für Holzfäller bei der Sturmholzaufarbeitung teilgenommen.



UNFALL:

Der Motorsägenführer entastete einen auf der Erde liegenden entwurzelten Baum. 12 Meter von ihm entfernt stockte der Auszubildende einen anderen entwurzelten Baum ab..



Der Auszubildende beendete das Abstocken des Stamms. Die Wurzelplatte fiel daraufhin zurück in ihr Loch.



Dann fiel ein instabil angeschobener Baum, der vom Wurzelteller in einer stehenden Position gehalten worden war. Dieser 15 m lange Baum traf den Motorsägenführer in sein Gesicht.

VERLETZUNG:

Seine Kollegen riefen umgehend Rettungspersonal und die Polizei. Der Waldarbeiter war jedoch sofort tot.

EMPFEHLUNGEN ZUR VERBESSERUNG:

- Wann immer möglich, Baumstümpfe, entwurzelte, angeschobene, ineinander verhakte und andere gefährliche Bäume mit mechanischen Mitteln fällen oder entfernen, um die Gefährdung der Mitarbeiter zu minimieren.
- Stellen Sie sicher, dass der Abstand zwischen Holzfäller (und Maschinenführern im Allgemeinen) mindestens zweimal die durchschnittliche Höhe der zu fallenden Bäume beträgt, auch bei entwurzelten Bäumen.
- Ausschließlich Holzfäller mit Fachausbildung, entsprechender Erfahrung und natürlich der persönlichen Schutzausrüstung sollten diese gefährlichen Bäume aufarbeiten.
- Beginnen Sie in sturmgeschädigten Beständen mit dem Fällen der Bäume, die sich oben befinden, und machen Sie dann mit den angeschobenen Bäumen weiter.



Unter Spannung stehender Stamm quetscht die Hand eines Waldarbeiters



HINTERGRUND:

Am späten Vormittag war ein Motorsägenführer in einem sturmgeschädigten Wald an der Arbeit. Der Einschlagsort war flach und das Wetter gut.

PERSONENBESCHREIBUNG:

Der 22-jährige Waldarbeiter arbeitete erst seit einem Jahr als Motorsägenführer. Er hatte nie an Sicherheitsschulungen für Holzfäller teilgenommen.

Er arbeitete zusammen mit zwei anderen Motorsägenführern: seinem Vorarbeiter, der als voll qualifiziert galt, und einem anderen Angestellten, der ausschließlich die Bäume entastete. Zum Zeitpunkt des Unfalls arbeitete das Opfer in 50 m Entfernung zu seinen Kollegen.



UNFALL:

Der Unfall ereignete sich, als der Motorsägenführer den Stock einer entwurzelt Fichte mit einem Durchmesser von 80 cm abtrennte. Die Motorsäge war mit einem 75 cm langen Schwert ausgestattet.

Die entwurzelte Fichte lag zwischen zwei stehenden Bäumen. Der Stamm stand unter starker vertikaler Spannung. Überdies lehnte der Wurzelteller etwas über dem Stamm und wurde von einer stehenden Buche gestützt.

Der Waldarbeiter stand über dem Wurzeltellerloch, mit einem Fuß auf der Wurzel. Er begann mit dem Fällen von der Druckseite des Stamms aus zur gegenüberliegenden Seite. In dem Moment, als der Stamm sich vom Stock aus löste, bewegte sich der Wurzelteller. Die Wurzel, auf die der Holzarbeiter seinen Fuß gestellt hatte, brach plötzlich ab. Er fiel in das Loch und zog seine Motorsäge mit sich. Um stehen zu bleiben, legte er seine linke Hand auf den Wurzelteller, der noch immer von der Buche gestützt wurde. Der unter Spannung stehende Fichtenstamm traf den Wurzelteller und zerschmetterte die linke Hand des Waldarbeiters.



VERLETZUNG:

Er rief seine Kollegen zu Hilfe, die ihn sofort ins nächste Krankenhaus brachten. Innerhalb von 15 Tagen konnte er wieder an die Arbeit gehen. Dieser Unfall hätte noch viel schlimmer ausgehen können, wenn der Wurzelteller zurückgeschlagen wäre.

EMPFEHLUNGEN ZUR VERBESSERUNG:

- Erste Analyse der Situation: Wo es Spannungen gibt, sollte festgestellt werden, in welche Richtung der Stamm sich nach dem Fällen bewegen wird.
- Arbeiten Sie in einem Schutzbereich, und schneiden Sie im Voraus eine hindernisfreie Rückweiche. Wenn es unmöglich ist, in der Nähe des Stocks unter sicheren Bedingungen zu arbeiten, fällen Sie den Stamm einen oder zwei Meter vom Wurzelteller entfernt ab.
- Beseitigen Sie Spannungen vor dem Abstocken. In diesem Fall stand auch die Baumkrone unter starker Spannung. Wären die Arbeiten mit dem Entasten begonnen worden, wären die Spannungen vermindert worden, bevor der Stamm vom Stock abgetrennt worden wäre.
- Verwenden Sie Maschieneunterstützung (Seil-Skidder), um Risiken zu vermeiden.





Vollernter fällt angeschobenen Baum auf Arbeiter



HINTERGRUND:

Ein Vollernter und ein Motorsägenführer waren beide mit teilmechanisierter Aufarbeitung in einem sturmgeschädigten Wald beschäftigt. Der Fichtenbestand bestand aus Bäumen mit einem Durchmesser von 30 cm und einer Höhe von 25 m.

PERSONENBESCHREIBUNG:

Der 20-jährige Vollernterfahrer hatte weder an einer Grundausbildung noch an einer Fortbildung für Arbeiten im Sturmholz teilgenommen. Bei dem Harvester handelte es sich um einen Raupenbagger mit einem Holzerntekopf.

Der 30-jährige Motorsägenführer war ein Auftragnehmer. Er trug seine gesamte persönliche Schutzausrüstung. Er hatte erst ein paar Mal mit dem Vollernterfahrer gearbeitet.



UNFALL:

Der Waldarbeiter arbeitete 20 m vom Vollernter entfernt. Er befand sich immer vor dem Vollernter, um die entwurzeltten Bäume abzustocken.

Zwischen dem Vollernter und dem Motorsägenführer befanden sich zwei stehende Fichten: eine war unbeschädigt, die andere war teilweise entwurzelt, angeschoben und in der ersten verhakt.

Der Vollernter fällte erst den unbeschädigten Baum. In dem Moment, als der Baum geschnitten war, enthakte sich die hängende Fichte. Sie fiel auf den Kopf des Motorsägenführers. Der Waldarbeiter, der sich auf seine Arbeit konzentrierte, sah den fallenden Baum nicht und ging daher nicht aus dem Weg.



VERLETZUNG:

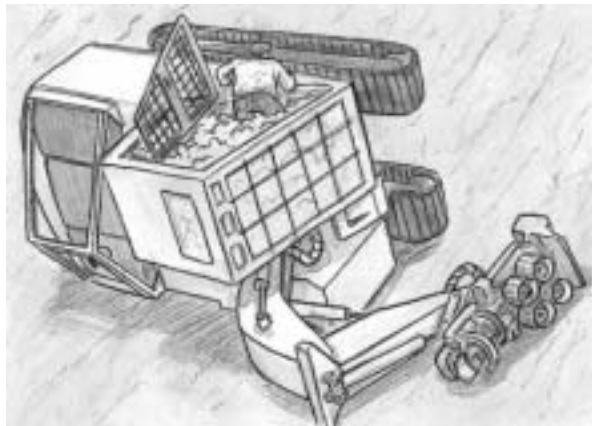
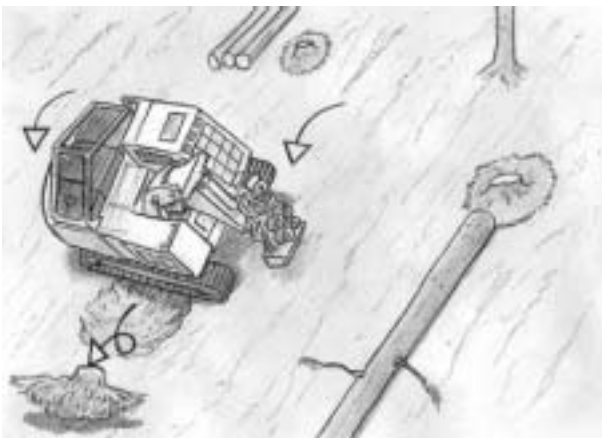
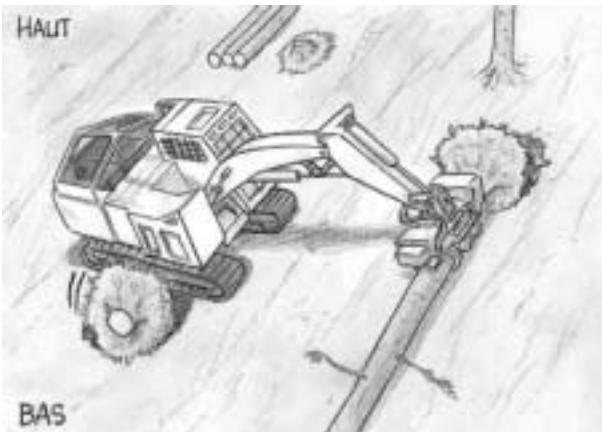
Der Vollernterfahrer rief umgehend Hilfe. Der Motorsägenführer war jedoch sofort tot.

EMPFEHLUNGEN ZUR VERBESSERUNG:

- **Halten Sie immer einen Sicherheitsabstand zwischen den Maschinenführern ein: mindestens zweimal die Höhe der zu fällenden Bäume.** Holzfäller sollten unterschiedliche Arbeitsbereiche zugewiesen bekommen. Betreten Sie niemals den Arbeitsbereich eines Vollernters (oder anderer Maschinen), es sei denn, sie sind abgeschaltet.
- **Fangen sie in einem sturmgeschädigten Wald mit dem Fällen gefährlicher Bäume an**, insbesondere der ineinander verhakten Bäume. Beenden Sie das Fällen mit den gebrochenen Bäumen oder den unbeschädigten Bäumen.
- **Ausschließlich qualifizierte Forstarbeiter (Maschinenführer inbegriffen) sollten an der Aufarbeitung teilnehmen.** Die qualifizierten Forstarbeiter sollten Auffrischkurse vor Ort erhalten.
- Wenn Mitarbeiter zweier Unternehmen an einem Einschlagsort zusammenarbeiten, sollten Sicherheitsregeln aufgestellt und den Forstarbeitern erklärt werden (Beschreibung der potentiellen Gefahren und Möglichkeiten, diese zu vermeiden).



Vollernter arbeitet im Hang



EMPFEHLUNGEN ZUR VERBESSERUNG:

- Mit dieser Art von Maschinen kann der Vollernter in einem Gefälle von bis zu 20-25 % auf einem abschüssigen Gelände arbeiten, jedoch in Richtung des Hauptgefälles.
- Fahren Sie in einem sturmgeschädigten Wald vorsichtig, da Wurzelplatten und ihre Löcher Hindernisse darstellen. Es kann sehr oft zu Wendungen kommen.
- Ein mit Pulver gefüllter Feuerlöscher muss an der Außenseite der Führerkabine befestigt werden. Ein kleiner Feuerlöscher mit CO₂ darf nur dann in der Führerkabine untergebracht werden, wenn die Führerkabine ordnungsgemäß belüftet ist.
- Alle Gegenstände in der Führerkabine (Feuerlöscher, Werkzeugkasten) müssen sicher befestigt sein.

HINTERGRUND:

Ein Vollernter arbeitete im Steilhang. Der Bestand war sturmgeschädigt. Die meisten Bäume waren hangabwärts geworfen worden.

PERSONENBESCHREIBUNG:

Der Vollernterführer arbeitete seit 6 Monaten für dieses Unternehmen. Kurz davor hatte er an einem einjährigen Lehrgang teilgenommen, um diese Art von Maschine führen zu dürfen.

Der Vollernter war ein Raupenvollernter mit einem Holzerntekopf.

Ein Rückefahrzeug und der Eigentümer des Waldes waren am Einschlagsort anwesend.

UNFALL:

Zu Beginn seines Arbeitstages machte sich der Vollernterführer daran, das Entasten und Ablängen der Bäume zu vollenden, die bereits vom Motorsägenführer abgestockt waren.

Der Vollernter arbeitete am Hang. Die untere Raupe befand sich auf einem abgeschnittenen Wurzelteller. Der Maschinenführer begann mit dem Fällen des entwurzelten Baums direkt vor ihm. Dann merkte er, wie der Wurzelteller, der die Raupe stützte, sich nach unten bewegte. Er ließ den entasteten Baum brachen den Vollernterkopf näher zum Führerhaus, um ein Gegengewicht zur Maschine zu schaffen.

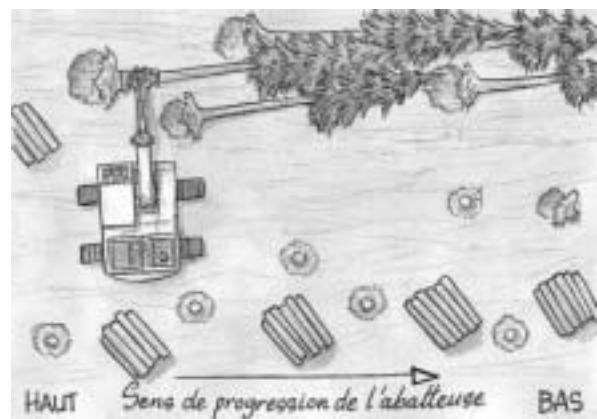
Das gesamte Maschinengewicht befand sich zu diesem Zeitpunkt auf dem instabilen Wurzelteller. Dann brachen die letzten Wurzeln ab, und die Platte rollte bergab. Der Vollernter fiel auf die Seite.

Mit dem Sturz fiel auch der Feuerlöscher der Führerkabine herunter und füllte die Führerkabine vollständig mit Pulver. Der Maschinenführer wurde geblendet und wäre beinahe erstickt. Er konnte nur mit viel Mühe den Türgriff finden, es gelang ihm jedoch schließlich, die Tür zu öffnen.

VERLETZUNG/SCHADEN:

Der Maschinenführer wurde nicht verletzt, er hat jedoch eine große Menge des Pulvers aus dem Feuerlöscher geschluckt. Er musste einen Tag zur Beobachtung im Krankenhaus bleiben. Glücklicherweise war das Pulver harmlos.

Zwei Knickschlepper und ein Traktor waren zum Aufstellen des Vollernters nötig. Der Motor und die Hubzylinder waren aufgrund des Falls beschädigt.



Appendix 4: Modellvertrag

VERTRAG Nr. _____

Herr _____

Adresse:

Telefon: _____

Waldbesitzer: _____

Oder Manager für die Eigentümergruppe:

Sonstiges (genau angeben):

VERKAUFT DAS FOLGENDE unaufgearbeitete HOLZ, PER PRODUKTEINHEIT:

- ◆ Örtliche Lage
- ◆ Grundbuchbezeichnungen
- ◆ Grenzen
- ◆ Ungefährer Bereich
- ◆ Betroffene Sorten (genau angeben)
- ◆ Ablänganforderungen für kommerzielles Holz (pro Sorte genau angeben)
- ◆ Ablänganforderungen für Zelluloseholz (pro Sorte genau angeben)
- ◆ Ablänganforderungen für Brennholz (pro Sorte genau angeben):
- ◆ Standort des primären Verarbeitungs-Lagerorts:

An Herrn _____

Adresse:

Telefon: _____

Holzernteunternehmer:

Sonstiges (genau angeben):

- ◆ Der vorliegende Vertrag ist rechtsgültig ab (Datum):

- ◆ Er verfällt bei vollständiger Fertigstellung des Holzeinschlags und der Aufräumarbeiten,

nicht später als:

- ◆ Strafe für Verzögerung der Aufräumarbeiten: JA _____
NEIN _____
- ◆ WENN JA, genau bestimmen:

Der Käufer, Herr _____, ergreift sämtliche erforderlichen Maßnahmen, um die Erfüllung der auf Seite x dieses Vertrags bezeichneten und gegengezeichneten Aufarbeitungsbedingungen durch die Waldarbeiter und Rucker sicherzustellen.

Falls ein durch Einschreiben mit Rückschein zugestellter Vertrag binnen 10 Tagen keinen Erfolg zeigt, tritt aus Gründen wie bspw. der Nicht-Leistung, des Verlassens des Arbeitsplatzes oder der Nichterfüllung der Vertragsklauseln automatisch und ohne weitere gesetzliche Formalitäten die Kündigung dieses Vertrags durch den Verkäufer in Kraft. In diesem Fall kann der Verkäufer mit einem anderen Käufer einen Vertrag abschließen, und die bereits durch den Käufer geleisteten Zahlungen werden als Ausgleich für Vertragsschäden einbehalten.

Im Falle der Nichterfüllung der Pflichten des Verkäufers tritt automatisch und ohne weitere gesetzliche Formalitäten die Kündigung dieses Vertrags durch den Käufer in Kraft, nachdem eine durch Einschreiben mit Rückschein zugestellte Leistungserbringungsforderung binnen 10 Tagen keinen Erfolg zeigt.

Der Verkäufer stellt dem Käufer die für die Holzernte erforderlichen Aufarbeitungs- und Lagerflächen zur Verfügung.

Die Verkaufsbedingungen (Preise, Fuhrabnahme, Zahlungsbedingungen) sind umseitig aufgeführt.

Für unaufgearbeitetes Holz aus der Sturmholz-Fläche gelten (je Produkteinheit) folgende Preise:

Art	Rundhölzer		Faserholz	
	Durchmesser (in Rinde)	Preis/m ³ vor Steuern (mit oder ohne Rinde) (1)	Durchmesser und Länge	Preis/m ³ vor Steuern Preis/Tonne vor Steuern

Der Verkäufer ist mehrwertsteuerpflichtig – Umsatzsteuer-Identifikationsnr.: _____
Satz: 5,5%

Bankverbindung des Käufers: _____

Zahlungsfrist nach akzeptierter Abnahme ab Straßenrand (Anzahl der Tage angeben) (1):

Zahlungsweise (Bankanweisung, Wechsel, Bankwechsel) (1): _____

Der Verkäufer stellt eine Rechnung aus

- ◆ nach Bereitstellung jeder Lastwagen-Ladung (1)
- ◆ nach Abnahme ab Straßenrand (1)

Die Säumnisstrafe für das Überschreiten der Fälligkeit beträgt 1% pro Monat.
Die bereit- und in Rechnung gestellten Mengen werden vom Verkäufer oder seinem Agenten registriert (siehe nachstehend Klausel 11). Für jede bereitgestellte Ladung müssen der Verkäufer und der Käufer folgende Informationen besitzen:

- ◆ Bereitstellungsdatum für den Straßentransport
- ◆ Name des Fuhrunternehmers
- ◆ Das amtliche Kennzeichen des Transportfahrzeugs
- ◆ Bestimmungsort
- ◆ Die zur Lieferung bestimmten Sorten
- ◆ Holztyp (Sägeblock oder Furnierblock, Faserholz, Bloch oder Ster) (2)
- ◆ Holzliste
- ◆ Einzelvolumen der Blochs für jede Kennmarke
- ◆ Gesamtvolumen je Transportfahrzeug (m³, Ster, Tonnen)

Unterschrift des Verkäufers

Unterschrift des Käufers,
mit handschriftlichem Vermerk
"gelesen und genehmigt"

In zwei Ausfertigungen

Zu: _____

Datum: _____

(1) Nicht Zutreffendes streichen

(2) Bei in Festmeter oder Tonnen verkauftem Holz Anzahl der Ster oder Tonnen angeben.

- Klausel 1: Die Bloche werden fachmännisch geschnitten, um zu verhindern, dass die Stammbasis der geworfenen Bäume splittert, wenn sie vom Stock getrennt wird. Folglich stellt der Käufer sicher, dass Fäller, die Stümpfe mit einem Basisdurchmesser über 40 cm zu schneiden haben, ausnahmslos starke Motorsägen verwenden, die mit einem Schwert von 60 cm oder länger ausgestattet sind, und dass sie das Einschneiden mit einem Schnitt beginnen, der bis zum Mark reicht und auf beiden Seiten des Stocks so tief wie möglich hinab in das Holz reicht, selbst wenn es in den Boden reicht. Der obere Teil des Stocks soll erst im letzten Moment geschnitten werden, bevor der Stock zurück in sein Loch sinkt. Der Fäller sorgt dafür, dass die Wurzelanläufe perfekt abgeschnitten sind, um beim Rücken Beschädigungen zu vermeiden.
- Klausel 2: Der Käufer trägt Sorge dafür, dass Stöcke, die zu hoch geschnitten werden mussten, sofort auf Bodenniveau zurückgeschnitten werden.
- Klausel 3: Die geernteten Bäume werden sämtlich unterhalb der marktgängigen Grenze von 8 cm gezopft. Zu diesem Zweck sorgt der Käufer dafür, dass der Fäller bei Bedarf die Hilfe eines Schleppers erhält, da die dauernde Abwesenheit des Rückeschleppers zu Arbeitsunterbrechungen bei den Fällern führt.
- Klausel 4: Das gesamte oben bezeichnete Holz wird in voller Länge bis zu einem Zopfdurchmesser von 8 cm zur AufarbeitungsLagerfläche am Straßenrand gerückt.
- Klausel 5: Die Produkte – einschließlich des stehenden Bruchholzes – werden in der Reihenfolge ihres Anfalls aufgearbeitet und gerückt.
- Klausel 6: Das Einschneiden in marktgängige Längen, die Messung des Volumens und das Anbringen der Kennmarken auf den Bloch wird durch den Verkäufer oder seinen Agenten am Straßenrand durchgeführt. Falls ein Laubholzkäufer auf der Abnahme am Einschlagsort besteht, findet das Schneiden in Teillängen nach dem schaftweisen Rücken weiterhin am Straßenrand statt.
- Klausel 7: Die vorrangige Aufarbeitung von Spitzenblochs nach den Anforderungen des Käufers erfolgt am Straßenrand
- Klausel 8: Laubbaumkronen für Brennholz werden von den Käufern am Einschlagsort aufgearbeitet, und das Holz wird gerückt, wenn die Bodenbeschaffenheit es zulässt.
- Klausel 9: Das Rücken von Holz erfolgt nicht auf zu nassem Boden. Wird das Rücken unterbrochen, wird die zeitliche Frist für die Vollendung der Arbeiten verlängert.
- Klausel 10: Der Verkäufer stellt dem Käufer einen oder mehrere mit LKW anfahrbare Aufarbeitungsflächen in ausreichender Größe zur Verfügung.
- Klausel 11: Bei jeder Abfuhr eines LKW sollte der Käufer oder sein Agent die Nummer der Kennzeichnungsplakette jedes Rundholzstücks notieren. Er sollte eine Kopie der Holzliste haben. Weiterhin sollte er die Ster-Anzahl pro Abfuhr der mit Rundholz beladenen LKW notieren.
- Klausel 12: Der Käufer sollte ohne das Einverständnis des Verkäufers mit der Aufarbeitung nicht beginnen, bevor die Aufarbeitung in der vorherigen Abteilung beendet ist.
- Klausel 13: Wenn das Risiko einer Schlechtwetterperiode besteht, sollten alle Arbeitsschritte auf den Sturmwurfflächen beginnen, die noch befahrbar sind aber in den folgenden Monaten unzugänglich werden. Die am besten zugänglichen Flächen sollen für die schwierigsten Perioden zurückgestellt werden.

Appendix 5: Kostendetails für Nasslagerung durch Beregnung

□ Vorinvestitionen

- Infrastruktur

- 0 bis 5 500 €/ha für einen teilweise oder vollständig vorbereiteten Lagerplatz (einschließlich Erschließung)
- 7 000 bis 9 500 €/ha für ein Gelände, in dem viele Arbeiten zur Verbesserung der Straßen durchzuführen sind.
- 13 500 bis 19 000 €/ha für einen Lagerplatz, bei dem fast die gesamte Erschließung fehlt.

- Für die Beregnung der Rundhölzer benötigte Ausrüstung

- 1,8 €/m³ für eine effiziente / dichte Lagerung.
- Bis zu 2,6 €/m³ für Kleinpolder.

- Elektrische Leitungen

- 0,3 bis 1 €/m³, abhängig von der Entfernung zur Stromquelle.

- zur Einrichtung des Geländes benötigte Arbeitskräfte

- 0,3 €/m³.

Zur Veranschaulichung dieser Zahlen werden in der folgenden Tabelle die Mindest- und Höchstpreise von 15 Nasslagerplätzen nach dem Sturm des Jahres 1999 in Aquitanien, Frankreich, wiedergegeben:

	Durchschnitt (Euro/m ³)	Min. (Euro/m ³)	Max. (Euro/m ³)
Infrastruktur	7,65	1,42	24,2
Elektrische Leitungen	0,61	0,25	1,07
Beregnungsausrüstung	2,24	0,81	3,09
Sonstiges	2,62	0,46	6,86
GESAMT	13,13	5,93	33,76

□ Betriebskosten

Pacht oder Erwerb des Geländes: 0,07 €/m³/Jahr

Stromverbrauch: 0,37 bis 0,55 €/m³

Wasserverbrauch: 0,1 €/m³

Unterhalt: 0,1 €/m³

Versicherung: 0,1 €/m³

Tägliche Überwachung: 0, bis 1,31 €/m³, abhängig von der Entfernung des Einschlagsorts zum Unternehmen, das die Verantwortung für den Lagerplatz trägt.

Aufbau / Abbau der Beregnungseinheit: 0,1 €/m³

Die Betriebskosten liegen durchschnittlich zwischen 1,43 und 2,2 €/m³

□ Kosten nach der Konservierungszeit

Aufnahme der Rundhölzer: 0 bis 2,3 €/m³

Rekultivierung: 0,1 bis 0,76 €/m³

Transport der Rundhölzer: 2 bis 8,5 €/m³, abhängig von der Entfernung vom Lagerplatz zum Sägewerk.

Appendix 6: Vorschriften und Gesetze

□ Österreich

Bereich	Gesetzliche Regulierungen/Gesetze	Erforderliche Genehmigungen: Behörden
Sicherheit am Arbeitsplatz	Forstgesetz (1975) Land- und forstwirtschaftliche Unfallverhütungsverordnung Land- und forstwirtschaftliche Dienstnehmerschutzverordnung NÖ Landarbeitsordnung 1973 Steiermärkische land- und forstwirtschaftliche Dienstnehmerschutzverordnung Land- und forstwirtschaftliche Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Verordnung	Bundesgesetz Landesgesetz (OÖ) Landesgesetz (Salzburg, Burgenland) Landesgesetz (Niederösterreich, Wien) Landesgesetz (Steiermark) Landesgesetz (Tirol)
Abwasser-ableitung	Wasserrechtsgesetz (1959) AEV Pflanzenschutzmittel Allgemeine Abwasseremissionsverordnung	Bundesgesetz Bundesgesetz Bundesgesetz
Transport	Ein- und Durchfuhr von Nadelholz in Rinde Kraftfahrgesetz Abschnitt II Straßenverkehrsordnung §42,45,61,71	BGBI.Nr. 536/1988 BGBI.Nr. 267/1967, zuletzt geändert durch BGBI. I Nr. 60/2003 BGBI.Nr. 159/1960 idgF
Nasslagerung Beregnung	Wasserrechtsgesetz (1959)	Bundesgesetz
Behandlung	Forstschutzverordnung	BGBI. II Nr. 19/2003

□ Deutschland

Bereich	Gesetzliche Regulierungen/Gesetze	Erforderliche Genehmigungen: Behörden
Nasslagerung	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	Rahmengesetz des Bundes
	Wassergesetze der Länder	Wasserwirtschaftsämter
	Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren (WPBV)	
Beregnung	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	Rahmengesetz des Bundes
	Wassergesetze der Länder	Wasserwirtschaftsämter
	Abwasserabgabegesetz	Wasserwirtschaftsämter Bbbbbb
Rundholzvor-trocknung	Baugenehmigung	Landesbauordnung

□ **Dänemark**

Bereich	Gesetzliche Regulierungen/Gesetze	Erforderliche Genehmigungen: Behörden
Straßentransport	Færdselsloven, LBK 712 af 02/082001	Excessive loads: Rigspolitichefen
Arbeitsschutz	Lov om arbejdsmiljø LBK 784 af 11/10/1999	Arbejdstilsynet
Lagerung im Allgemeinen	Lov om planlægning LBK 763 af 11/09/2002 Lov om naturbeskyttelse LBK 577 af 04/02/2002	Amtskommunen Skov- og Naturstyrelsen
Nasslagerung	Lov om miljøbeskyttelse LBK 753 af 25/08/2001 Lov om vandløb LBK 632 af 23/06/2001	Amtskommunen Amtskommunen

□ **Frankreich**

Bereich	Gesetzliche Regulierungen/Gesetze	Erforderliche Genehmigungen: Behörden
Nasslagerung	- Installation du site : Arrêté relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1531	- Service du préfet
	- Prélèvement dans un cours d'eau : Décret n°94-354	- Direction départementale de l'agriculture et de la forêt - Police de l'eau
	- Collecte et analyse des rejets d'eau : Arrêté n°1531	- Inspection des installations classées
Verwendung chemischer Holzschutzmittel	- Traitement insecticides des grumes : Info – Santé – Forêts, note technique n°1	- Département de la santé des forêts
Gesetzlichen Regulierungen bezüglich Gesundheit und Sicherheit		- Ministère de l'agriculture: DGFAR / Département du travail et de la santé

□ **Italien**

Bereich	Gesetzliche Regulierungen/Gesetze	Erforderliche Genehmigungen: Behörden
Sicherheit am Arbeitsplatz	Legge n.225 del 24.02.1992 "Calamità nazionali" D.Lgs. n. 277 del 15.08.1991 "Protezione dei lavoratori contro il rischio di esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici" D.Lgs. n. 626 of 19.09.1994 "Linee guida sulla sicurezza nei luoghi di lavoro"	Protezione Civile ASL ASL
Transport	Dlg. 30.04.1992 n. 285, articoli 10,61,62 del Codice della strada	Aiscat

Links: Sicherheit am Arbeitsplatz gesetzliche Regulierungen: www.inail.it

□ **Norwegen**

Übereinkunft zwischen Arbeitern der Forstwirtschaft und Arbeiterverbänden 2002 – 2004	' 4.4 Sicherheitsroutinen
Gesetzliche Regulierungen hinsichtlich des Transports	Norwegisches Amt für Umweltschutz
Gesetzliche Regulierungen hinsichtlich des Straßentransports	Zentralamt für Straßenwesen

□ Portugal

Bereich	Gesetzliche Regulierungen/Gesetze	Erforderliche Genehmigungen: Behörden
Segurança no Trabalho	<p>Decreto-Lei nº 141/95 de 14 de Junho e Portaria nº 1456-A/95, de 11 de Dezembro Estabelece os sistemas e os princípios de sinalização de segurança Define a posição e o uso de sinalização.</p> <p>Decretos-Leis nºs 26/94 de 1 de Fevereiro, 7/95 de 29 de Março e 109/2000, de 30 de Junho Define os serviços de saúde, higiene e segurança no trabalho. Estabelece as medidas de segurança, higiene e saúde no lokal de trabalho.</p> <p>Decreto-Lei nº 349/93, de 1 de Outubro e Portaria nº988/93, de 6 de Outubro Estabelece os equipamentos de protecção individual que poderão ser utilizados pelos trabalhadores.</p> <p>Decreto-Lei nº 347/93 de 1 de Outubro e Portaria nº 987/93 de 6 Outubro Establishes the work organisation and general work regulation</p> <p>Decreto-Lei nº 330/93 de 25 de Setembro Estabelecimento de regras na movimentação manual de cargas.</p> <p>Decreto-Lei nº 72/92 de 28 Abril e Portaria nº 9/92 de 28 de Abril Estabelecimento de protecções correctas ao nível do ruído, no lokal de trabalho.</p> <p>Decreto-Lei nº 441/91 de 14 de Novembro Estabelecer o enquadramento da saúde, higiene e segurança no trabalho.</p>	<p>Todas as portarias e os decretos de leis são válidos somente para Portugal. A legislação é estabelecida pelo Ministério do Trabalho</p>
Descarga de águas	<p>Portaria nº 429/99 Estabelecimento do limite da descarga das águas residuais, nos leitos de água ou no solo.</p> <p>Decreto-Lei nº 236/98 Estabelecimento de normas, critérios e objectivos para a protecção dos recursos hídricos e para melhorar a qualidade da água. (Este decreto revogou o decreto-lei nº 74/90 de 7 de Março)</p>	<p>A legislação é estabelecida pelo: - Ministério de Economia, - Ministério da Saúde, Ministério do Ambiente.</p>
Armazenamento de águas paradas	<p>Em Portugal não existe legislação específica sobre este assunto.</p>	<p>Direcção-Geral da Viação (DGV), no qual é a instituição responsável por efectuar os regulamentos relacionados com os veículos e as suas cargas (www.dgv.pt)</p>
Transporte	<p>Portaria nº 960/2000 de 9 de Outubro Altera a portaria nº 1029/97, no qual regula os limites de pesos e dimensões dos veículos.</p> <p>Despacho nº 14339/2000 de 14 Julho Averbamento do peso bruto</p> <p>Decreto-Lei nº 72/2000 de 6 de Maio Aprova o regulamento da CE de modelo de automóveis e reboques, seus sistemas, componentes e unidades técnicas.</p> <p>Portaria n. 1092/97 de 3 Novembro Regulamenta os limites de peso e dimensão dos veículos. Revoga a portaria nº 850/94, de 22 de Setembro.</p> <p>Despacho da Direcção-Geral da Viação nº 45/96 de 24 de Março O valor máximo da largura das caixas dos veículos.</p> <p>Portaria nº 682/96 de 21 de Novembro Define os limites Durchmesserais dos veículos.</p> <p>Portaria nº 855/94 of 23 September Define as categorias de modelos de veículos.</p>	<p>Esta legislação é estabelecida pela</p>

□ **Spanien**

Bereich	Gesetzliche Regulierungen/Gesetze	Erforderliche Genehmigungen: Behörden
Arbeit	Ley 45/1999 de desplazamientos de trabajadores en el marco de una prestación de servicios transnacional Ley del estatuto de los trabajadores. R.D legislativo 1/1995	- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Agustin de Bethencourt 4. Tel.: 91 363 00 00 http://www.mtas.es/
Transport	Ley 16/87 30-7 de Ordenación de Transportes terrestres	- Dirección General de Transportes por carretera. Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana 67. Tel.: 91 597 70 03 http://www.mfom.es/
Eisenbahn	Ley 39/2003 del sector ferroviario	- Subdirección general de planes y proyectos de infraestructuras ferroviarias - Subdirección general de construcción de infraestructuras ferroviarias Plaza de Sagrados Corazones 7. 28071 Madrid. Tel.: 91 597 70 00 - RENFE Avda. Pio XII 110. Edificio Caracorlas (Chamartín). Madrid Tel.: 91 733 91 62 - FEVE C/General Rodrigo 6. 28003 Madrid. Tel.: 91 453 38 00
Häfen	Ley 27/1992 de puertos y de la marina mercante	Dirección General de la Marina Mercante. Ministerio de Fomento. Paseo de la Castellana 67. Tel.: 91 597 70 03 http://www.mfom.es/ Puertos del estado Avda. del Partenón 10. Campo de las naciones. 28071 Madrid Tel.: 91 524 55 00
Gesundheit und Sicherheit	Ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales R.D. 39/1997 Reglamento de servicios de prevención	- INSH Torrelaguna 73. 28027 Madrid Tel.: 91 363 41 00 http://www.mtas.es/insht/index.htm - Fundación F4 Apto. Correos 2212. 3180 Pamplona http://www.fundacionf4.com

□ **Schweiz**

Bereich	Gesetzliche Regulierungen/Gesetze	Erforderliche Genehmigungen: Behörden
Verwendung chemischer Holzschutzmittel	- Verordnung über umweltgefährdende Stoffe - Verordnung über den Wald	Anwendungsbewilligung: kantonale Forstdienste
Nasslagerung	- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer - Bundesgesetz über die Fischerei - Bundesgesetz über die Binnenschifffahrt	Wasserentnahme ab Bach: Kantonale Fachstelle für Wasserwirtschaft oder Gewässerschutz, evtl. kantonale Fischereiverwaltung (bei Fischgewässern) Wasserentnahme ab Hydrant: Wasserwerk der Gemeinde Lagerung in stehenden Gewässern: Kantonales Verkehrs- und Schifffahrtsamt Wasserableitung in Gewässer: Kantonale Fachstelle für Wasserwirtschaft oder Gewässerschutz, evtl. kantonale Fischereiverwaltung (bei Fischgewässern) (je nach Kanton ist nicht immer die gleiche Fachstelle zuständig!)
Arbeitsschutz	- Verordnung über umweltgefährdende Stoffe - Verhaltensregeln Arbeitshygiene - Signalisationsverordnung	Information erhältlich bei SUVA Luzern

Appendix 7: Regulierung - Gewicht und Größe

Höchstgewicht (Tonnen)

	Deutschland	Österreich	Belgien	Dänemark	Spanien	Finnland	Frankreich	Griechenland	Irland	Italien	Luxemburg	Norwegen	Niederlande	Portugal	Groß- britannien	Schweden	Schweiz
Gewicht pro Achse	10	10	10	10	10	10	13	10	10	12	10	10	10	10	*	10	10
Gewicht pro Antriebsachse	11,5	11,5	12	11,5	11,5	11,5	13	11,5	10,5	12	12	11,5	11,5	12	10,5	11,5	12
Lastkraftwagen mit vier Achsen	36	38	39	32	36	38	38	36	35	40	-	-	40	37	32	-	34
Fünf Achsen (und größer) Lkw + Anhänger	40	40	44	48	40	60	40	40	40	44	44	50	50	40	44 **	60	34
Fünf Achsen (und größer) Sattelzug	40	40	44	48	40	48	40	40	40	44	44	47	50	40	44 **	60	34

Maximale Größen (Meter)

Höhe	4	4	4	4	4	4,20	n.d.	4	4,25	4	4	n.d.	4	4	n.o.	n.d.	4
Breite	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,60	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,60	2,55
Länge	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	25,25	18,75	18,75	18,35	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	24	18,75
Länge des Sattelzugs	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	17	16,50	16,50	16,50	24	16,50

n.d. : nicht definiert – n.o. : nicht obligatorisch

* variabel – abhängig vom Fahrzeugtyp, Achsenanzahl und -konfiguration und Art der Aufhängung

** Gesamtanzahl Achsen beträgt 6 oder mehr und Zugmaschine ist mit einem niedrigen Emissionsstandard mit geringem Schadstoffausstoß gemäß Euro II oder Euro III ausgestattet

Appendix 8: Nationale Kontakte im Bereich Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften

LAND	Organisation (NAME + kurze Beschreibung)	Adresse	Tel. / Fax / E-Mail
ÖSTERREICH	Allgemeine Unfallversicherungsanstalt	Adalbert-Stifter-Straße 65, 1200 Wien	Tel.: +43 1 33111-0 www.auva.at
	Sozialversicherungsanstalt der Bauern	Ghegastraße 1 1031 Wien Postfach 313	Tel.: +43(1) 797 06 Fax.: +43(1) 797 06-1300 www.svb.at
DÄNEMARK	Arbejdstilsynet Der dänische Arbeitsumgebungs-Service	Landskronagade 33 DK-2100 København Ø	Tel.: +45 – 70 12 12 88 Fax +45 – 70 12 12 89 E-Mail: at@at.dk
FRANKREICH	Landwirtschaftsministerium DGFAR • Unterabteilung Arbeit und Beschäftigung Büro zur Regulierung der Sicherheit am Arbeitsplatz	19 av du Maine 75732 PARIS cedex 15 07 SP	Tel.: 33-(0)1-49-55-51-51 or 33-(0)1-49-55-82-17
DEUTSCHLAND	Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung	10117 Berlin, Wilhelmstr. 49	Tel.: 0049(30) 20 07-0
	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	Friedrich-Henkel-Weg 1-25 D-44149 Dortmund	Tel.: 0049-231-90 71 0 Fax.: 0049-231-90 71 2454 E-Mail: poststelle@baua.bund.de
ITALIEN	Gesundheitsministerium • Nationales Institut für Sicherheit am Arbeitsplatz und Arbeitsschutz	Via Alessandria 220/E - 00198 ROMA	tel.: 06 4425 0648 fax: 06 4425 0972 E-Mail: doc@ispesl.it
NORWEGEN	Norwegische Arbeitsaufsichtsbehörde, Arbeidstilsynet	Postboks 8103 Dep. N-0032 Oslo Norwegen	Tel.: (+47) 22 95 70 00 Fax: (+47) 22 17 63 73 E-Mail: direktoratet@arbeidstilsynet.dep.no
PORTUGAL	Landwirtschaftsministerium - Unterabteilung: Direcção Geral das Florestas	Av. João Crisóstomo 28, 1069-040 Lissabon	Tel.: +351 213 124 800 Fax: +351 213 124 989 E-Mail: info@dgf.min-agricultura.pt Internetseite http://www.dgf.min-agricultura.pt
	Arbeitsministerium Unterabteilung: Secretaria de Estado do Trabalho Tätigkeitsbereich: - Arbeitsrecht	Praça de Londres, 2-15º 1049-056 Lissabon	E-Mail: gsetrab@msst.gov.pt Internetseite http://www.msst.gov.pt
PORTUGAL	IDICT – Portugiesische Arbeitsaufsichtsbehörde Tätigkeitsbereiche: - Verbesserung der Arbeitsbedingungen - Förderung der Entwicklung	Praça de Alvalade, 1 1749-073 Lissabon	Tel.: +351 217 924 500 Fax: +351 217 924 597 E-Mail: idict@idict.gov.pt

LAND	Organisation (NAME + kurze Beschreibung)	Adresse	Tel. / Fax / E-Mail
SPANIEN	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales • Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo	Torrelaguna 73. 28027 Madrid	Tel.: +34 91 363 41 00 Fax +34 913 634 327 webmasterinsht@mtas.es http://www.mtas.es/insht/index.htm
SCHWEIZ	SUVA Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SNAIF)	Fluhmattstrasse 1 6005 Luzern	Tel.: +41 - (0)41 419-51-11 www.suva.ch
UK	Health and Safety Executive – Forestry sector – National Agriculture Centre Direktion für Gesundheit und Sicherheit – Forstsektor – Nationales Landwirtschaftszentrum	Stoneleigh Kenilworth Warwickshire CV8 2LG	Tel.: + 44 (0) 247 6698350 E-Mail: hseinformation@natbrit.com

Appendix 9: Nationale Kontakte für Sicherheitsnachweise und praktische Informationen für Auffrischkurse

LAND	Organisation (NAME + kurze Beschreibung)	Adresse	Tel. / Fax / E-Mail
ÖSTERREICH	Bundesamt und Forschungszentrum für Wald	A-1131 Wien, Seckendorff-Gudent-Weg 8 (Wien Schönbrunn)	Tel. +43-1-87838-1123 http://bfw.ac.at/
	Forstliche Ausbildungsstätte Ort/Gmunden	Johann Orth-Allee 16 A-4810 Gmunden	Tel.: +43-(0)7612-64419-0 Fax: +43-(0)7612-64419-34 www.fastort.at
	Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach	Ossiach 21 A-9570 Ossiach	Tel.: +43-(0)4243-2245-0 Fax: +43-(0)4243-2245-55 http://www.fastossiach.at
	Forstliche Ausbildungsstätte Pichl	Rittisstraße 1 8662 Mitterdorf	Tel.: 03858/2201-0 Fax: 03858/2201-7251 www.fastpichl.at
	Forstliche Kursstätte Hohenlehen	Garnberg 8, 3343 Hollenstein	Tel.: 07445/ 225 Fax: 07445/ 232
	Ausbildungsstätte Drosendorf	Wienerstraße 64, 3100 St. Pölten	Tel.: 02915/ 2321 Fax: 02915/ 2340
	Landesberufsschule und Forstliche Ausbildungsstätte Rotholz	6200 Rotholz 46	Tel.: 05244/ 621610 Fax: 05244/ 6216150 www.rotholz.at
DÄNEMARK	Center for Skov & Landskab	Nødebovej 77A DK-3480 Fredensborg	Tel. +45 - 35 28 15 05 FAx +45 - 35 28 15 10
FRANKREICH	CCMSA (das Äquivalent der National Health for agriculture)	Les Mercuriales 40 rue Jean Jaurès 93547 BAGNOLET cedex	Tel.: 33-(0)1-41-63-77-77 Fax : 33-(0)1-41-63-72-66
	AFOCEL	Domaine de l'Étançon 77370 NANGIS	Tel.: 33-(0)1-60-67-00-34 Fax : 33-(0)1-60-67-00-27 E-Mail: dir@afocel.fr
	CTBA	10 av de St Mandé 75012 PARIS	Tel.: 33-(0)1-40-19-49-19 Fax : 33-(0)1-43-40-85-65
DEUTSCHLAND	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit	Scharnhorststrasse 34-37 D-10115 Berlin	Tel.: 0049(30) 20 14-9 Fax.: 0049(30) 20 14-70.10 E-Mail: info@bmwa.bund.de
ITALIEN	SOZIALMINISTERIUM Sicherheit an Einsatzorten Division VII	Via Fornovo, 8 – Pal B - 00192 Roma	Tel. +39 06 36754917 Fax +39 06 36754886 E-Mail: Div07RapportiLavoro@welfare.gov.it
	Forest Regional Service Refreshment training Regionaler Forstdienst Auffrischkurse (d.h. für den Nordosten: CESFAM)	via Roma, 40 33026 Paluzza (UD)	Tel. : +39 0433 775648 Fax :+39 0433 775921 cesfam@regione.fvg.it

LAND	Organisation (NAME + kurze Beschreibung)	Adresse	Tel. / Fax / E-Mail
NORWEGEN	Norwegische Arbeitsaufsichtsbehörde, Arbeidstilsynet	Postboks 8103 Dep. N-0032 Oslo Norwegen	Tel.: (+47) 22 95 70 00 Fax: (+47) 22 17 63 73 E-Mail: direktoratet@ arbeidstilsynet.dep.no
PORTUGAL	ANEFA – Associação Nacional de Empresas Florestais, Agrícolas e do Ambiente (Nationaler Verband der Forstunternehmen, agrarwirtschaftliche und ökologische)	Estrada de Benfica, 552 - 3.º Dto. Ap. 40079 1500-106 Lissabon	Tel.: +351 217 110 261 Fax: +351 217 110 269 E-Mail: anefa@ip.pt
	COTF - Centro de Operações e Técnicas Florestais (Zentrum für Forstarbeiten und -techniken)	Chã de Freixo 3200 Lousã	Tel.: +351 239 990 981 Fax: +351 239 990 989 E-Mail: joao.fernandes@dgf.min- agricultura.pt
	CBE . Centro da Biomassa para a Energia (Zentrum für Biomasseenergie)	Zona Ind. Valfeijão Ap. 49 3220-119 Miranda do Corvo	Tel.: +351 239 532 436/ 488 Fax: +351 239 532 452 E-Mail: cbe@mail.telepac.pt
	Aliança Florestal – Sociedade para o Desenvolvimento Agro –Florestal, SA (Gesellschaft für Entwicklungen im landwirtschaftlichen Bereich)	Rua Joaquim António de Aguiar, 3 – 1º 1070-149 Lissabon	Tel.: +351 213 824 320 Fax: +351 213 824 349 E-Mail: info@alflorestal.pt Internetseite www.alflorestal.pt
	StoraEnso – Celulose Beira Industrial (Celbi), SA	Leirosa 3081-851 Figueira da Foz	Tel.: +351 233 955 600 Fax: +351 233 950 648 Internetseite www.storaenso.com
SPANIEN	Fundación F4	Apto. Correos 2212. 3180 Pamplona	presidente@fundacionf4.c om www.fundacionf4.com
SCHWEIZ	Suva Swiss National Accident Insurance Fund (SNAIF) (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt)	Fluhmattstrasse 1 6005 Luzern	Tel.: +41- (0)41 419-51-11 www.suva.ch
UK	Health and safety Executive (Britische Gesundheits- und Sicherheitsbehörde) – Forstsektor	National Agriculture Centre Stoneleigh Kenilworth Warwickshire CV8 2LG	Tel.: + 44 (0) 247 6698350 E-Mail: hseinformation services@natbrit.com
	National Proficiency Test Council (NPTC)	National Agriculture Centre Stoneleigh Warwickshire CV8 2LG	Tel.: + 44 (0) 24 7685 7300 E-Mail: information@nptc. org.uk
	LANTRA	Lantra house Stoneleigh Park Nr Coventry Warwickshire CV8 2LG	Tel.: + 44 (0) 24 7669 6996 E-Mail: connect@ lantra.co.uk