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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 144 (1993)

Heft: 11

Artikel: Grundlagen und technisch-organisatorische Aspekte der Rundholzlagerung

Autor: Arnold, Martin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767138

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 11.01.2026

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

144. Jahrgang November 1993 Nummer 11

Grundlagen und technisch-organisatorische Aspekte der Rundholzlagerung[1]

Von *Martin Arnold*

FDK 34: 848.4

1. Einleitung

Ein trotz seiner Bedeutung eher vernachlässigtes Glied in der Holzkette ist die Phase vom Fällzeitpunkt bis zum Einschnitt in der Sägerei. Das Rundholz wird dabei unter oft ungünstigen Bedingungen während mehrerer Wochen oder gar Monate an der Waldstrasse zwischengelagert. Auch auf den Rundholzplätzen der Sägereien sind die Voraussetzungen für eine längere Lagerung des Rundholzes meist nicht gegeben. Die Folge davon sind erhebliche Qualitätseinbussen und damit auch entsprechende Wertverluste (*Chr. Kuhn,* 1991). Angesichts des Interesses der Holzverwender an einer Werterhaltung des Rundholzes einerseits und der Waldbesitzer an einem angemessenen Verkaufserlös andererseits sind auf diesem Gebiet Verbesserungen notwendig und auch möglich. Ganz allgemein ist eine werterhaltende Rundholzlagerung für die nachhaltige Rohstoffversorgung der Holzwirtschaft von grosser Bedeutung.

Besonders deutlich zeigen sich diese Probleme beim Anfall von grossen Holzmengen nach Sturmereignissen, wenn kurzfristig ein Vielfaches der üblichen Lagerkapazitäten geschaffen und wegen der Absatzprobleme die Lagerungszeiten drastisch verlängert werden müssen. Aus diesen Notsituationen heraus ergibt sich jeweils gezwungenermassen eine intensivere Beschäftigung mit bewährten und neuen Lagerungsmethoden. Die dabei gesammelten Erfahrungen sollten sowohl bei zukünftigen Sturmschäden als auch bei der normalen Holzernte umgesetzt werden.

2. Grundsätzliches

Die Holzfeuchte ist der bestimmende Faktor für die Qualitätserhaltung von Rundholz bei einer längerdauernden Lagerung *(Tabelle 1)*. Während saft-

[1] Bearbeitete Fassung eines Referates, gehalten am 14. Dezember 1992 im Rahmen der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwirtschaft der ETH Zürich.

frisches oder trockenes Holz für Schädlinge keine Entwicklungsmöglichkeiten bietet, kann feuchtes Holz (Holzfeuchte im Bereich zwischen saftfrisch und trocken) von verfärbenden oder sogar holzabbauenden Pilzen (Lagerfäulen) sowie von holzzerstörenden Insekten befallen werden. Das Ziel einer werterhaltenden Lagerung muss es also sein, ein Verbleiben des Holzes in diesem gefährlichen Holzfeuchtebereich zu vermeiden.

Tabelle 1. Bedeutung der Holzfeuchte bei der Rundholzlagerung.

Definition:

$$HF\,(\%) = \frac{\text{Feuchtgewicht} - \text{Darrgewicht}}{\text{Darrgewicht}} \times 100$$

Beispiele:

– saftfrisch:	– FI/TA Splint:	150 %	(bis 250 %)
	Kern:	30–35 %	(Nasskern bis 200 %)
	– BU Splint/Kern:	60–90 %	
– lufttrocken:		12–20 %	
– Gefahrenbereich bei der Holzlagerung:		25–120 %	

Folgerungen für Holzlagerung:

Zur Werterhaltung bei einer Lagerung muss das Holz entweder sehr nass gehalten oder rasch getrocknet werden.

Die Holzfeuchte ihrerseits und damit der Erfolg einer Rundholzlagerung hängen stark von den Umweltbedingungen (Klima, Lagerort) ab. Die Verwirklichung von optimalen und konstanten Lagerungsbedingungen ist deshalb in der Praxis nicht immer einfach und ist mit der Lösung einer Vielzahl von Detailproblemen verbunden. Insbesondere kann eine Lagerung in trockenem Zustand eigentlich nur bei Schnittholz erreicht werden. Rundholz trocknet ohne besondere Massnahmen in unserem Klima kaum auf ein genügend tiefes Niveau ab. Deshalb zielen die meisten Lagerungsmethoden auf den Erhalt eines möglichst hohen Holzfeuchteniveaus und die Verzögerung der Austrocknung ab.

3. Das Projekt «Rundholzlagerung»

3.1 Projektarbeiten

Angesichts des Mangels an dokumentierten Erfahrungen in der Schweiz und dem vielseitigen Wunsch nach einer Qualitätsüberwachung der Lager-

plätze und des gelagerten Holzes wurde nach den schweren Sturmschäden im Februar 1990 im Auftrag der Eidg. Forstdirektion ein Forschungsprojekt zur wissenschaftlichen Begleitung der umfangreichen Holzlagerungs-Projekte eingeleitet. Am Projekt beteiligt sind die Abt. Holz, EMPA Dübendorf, die Abt. Biologie, EMPA St. Gallen, und das Departement Wald- und Holzforschung, Professur Holzwissenschaften, ETH Zürich.

Das Projekt verfolgt drei Hauptziele:

1. Erfassung der Auswirkungen einer längeren Lagerung auf die Verwendungseigenschaften des Rundholzes (Holzqualität),
2. Sammlung und Dokumentation der Erfahrungen mit verschiedenen Lagerungsmethoden,
3. Abklärung der praktischen Folgen einer längeren Lagerung auf die Weiterverarbeitung des Rundholzes.

Damit sollen insbesondere ein überregionaler Überblick über die Informationen und Erfahrungen sichergestellt und die Erstellung einer Dokumentation für zukünftige Lagerungsprojekte ermöglicht werden. Wegen des besonderen Informationsbedürfnisses wurde das Schwergewicht der Arbeiten auf die Nasslagerung durch Beregnung gelegt. Insgesamt sind im Projekt rund 60 Lagerplätze aus dem gesamten Schadengebiet mit einer Lagerkapazität von über 300 000 m^3 erfasst worden.

3.2 Probenahmen und Messungen

Die einzelnen Projektarbeiten *(Tabelle 2)* zielen alle auf eine grösstmögliche Werterhaltung des Holzes ab. Periodische Betriebskontrollen – vor allem bei den Beregnungsanlagen – sollen Auskunft über die Zuverlässigkeit der einzelnen Lösungen geben. Die Überwachung der Holzqualität basiert auf wiederholten Probenahmen (Einlagerung bis Auslagerung) auf ausgewählten Lagerplätzen, womit ein detaillierter Vorher-/Nachher-Vergleich von Holzeigenschaften möglich wird. Die Erfassung und Messung der einzelnen Holzeigenschaften erfolgt analog zu früheren Untersuchungen der EMPA (*J. Sell et al.,* 1988) und ermöglicht damit direkte Wertevergleiche. Als eigentliche Erfolgskontrolle wird in beschränktem Umfang auch die Weiterverarbeitung des gelagerten Rundholzes einbezogen, um allfällige Besonderheiten zu erfassen und entsprechende Verhaltensregeln aufzustellen.

Zur Zeit (Dezember 1992) bestehen immer noch grössere Holzlager, insbesondere sind noch mehrere Nasslagerplätze in Betrieb. Dadurch konnten noch nicht alle Proben entnommen und die entsprechenden Arbeiten am Projekt noch nicht abgeschlossen werden.

Tabelle 2. Arbeitsgliederung im Projekt «Rundholzlagerung».

1. Überwachung der Holzqualität
(auf ausgewählten Lagerplätzen, an Einzelstämmen)

Zweck: Erfassung von lagerungsbedingten Veränderungen der Holzqualität durch einen Vergleich ausgewählter Merkmale bei Lagerungsbeginn und nach längerer Lagerung

* Makro- und mikroskopische Untersuchungen:
  - Rissbildung
  - Farbveränderungen
  - mikroskopische und mikrochemische Veränderungen
  - Bakterienbefall
  - Pilzbefall
  - Insektenbefall

* Physikalische und mechanisch-technologische Untersuchungen:
  - Holzfeuchtigkeit, Rohdichte
  - Bruchschlagarbeit, Biegefestigkeit
  - kapillare Saugfähigkeit, Permeabilität, Imprägnierbarkeit
  - Dauerhaftigkeit
  - Verhalten gegenüber Anstrichen

2. Sammlung/Aufbereitung/Dokumentation von Erfahrungen mit Lagermethoden
(Einbezug einer grösseren Anzahl Lagerplätze in den von Sturmschäden am meisten betroffenen Gebieten der Schweiz)

Zweck: Überblick über die realisierten Lösungen und Diskussion von möglichen Verbesserungen

* Erhebung von Kenndaten der Lagerplätze
  - Lagerbedingungen, insbesondere Messung der Beregnungsdichte und der Temperatur
  - Einrichtung und Betrieb
  - Kosten
* Optische Beurteilung der Holzqualität
* Aufzeigen von guten/schlechten Beispielen
* Problembereiche
* Beratung des Forstdienstes

3. Weiterverarbeitung des gelagerten Rundholzes
(ausgewählte Rundholzlose in der Holzverarbeitung, vor allem Sägereien)

Zweck: Abklärung der Auswirkungen einer längeren Lagerung auf die Weiterverarbeitung des Rundholzes

* Erfahrungen bei Einschnitt
  Imprägnierung
  Trocknung
* Bewertung von Qualitätseinbussen, insbesondere von Verfärbungen

4. Ergebnisse

4.1 Lagerungsmethoden

Die Wahl einer geeigneten Lagerungsmethode sollte aufgrund ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile gut überdacht werden. Es lassen sich allerdings kaum verbindliche Lösungsregeln aufstellen. Vielmehr ist es wichtig, die der jeweiligen Situation entsprechende, beste Lösung zu suchen.

Die hauptsächlich verwendeten Verfahren *(Tabelle 3)* berücksichtigen den oben genannten Grundsatz einer Lagerung in entweder nassem oder trockenem Zustand. Eine einwandfreie Konservierung in saftfrischem Zustand ist am sichersten durch eine Nasslagerung (Beregnung) zu erreichen. Vom Gesichtspunkt der Qualitätserhaltung ist diese Methode bei einer längerfristigen Lagerung wenn immer möglich anzustreben. Alternative Lagerungsmethoden werden zwar erprobt, haben jedoch oft grosse Nachteile bei der praktischen Durchführung.

4.2 Holzfeuchte

Wegen ihrer Bedeutung für die Qualitätserhaltung eignet sich die Holzfeuchte ausgezeichnet als Kontrollmass für die Lagerungsbedingungen. Kennt man die Holzfeuchte, lässt sich einiges zur aktuellen Schadensgefährdung des Holzes aussagen; und umgekehrt kann mit einer aktiven Beeinflussung der Holzfeuchte (Nasshaltung oder Trocknung) die Gefährdung minimiert werden.

Beim Rundholz ist vor allem die Verteilung der Holzfeuchte über den Stammquerschnitt und speziell im Splint von Interesse. Eine grobe Abschätzung der Holzfeuchte ist bereits optisch an den Stammenden (Stirnseiten) und bei Trennschnitten beim Aufrüsten möglich. Bei frischen Nadelholzstämmen ist das Splintholz deutlich als feuchter, dunkel erscheinender Ring um den wesentlich trockeneren Kern erkennbar. Unscharfe Splint-/Kern-Übergänge und Flecken im Splintholz deuten auf eine beginnende Austrocknung hin. Die Austrocknung bei berindeten Stämmen schreitet im wesentlichen von den Stirnseiten her ins Innere der Stämme fort. Somit lässt eine Kontrolle der gut sichtbaren und leicht zugänglichen Stirnseiten gewisse Rückschlüsse auf den Stand der Austrocknung und damit der Lagerungsbedingungen zu.

Besonders bewährt hat sich die Feuchtemessung mittels Darrmethode an Stammscheiben, die mindestens 0,5 m vom Stammende entnommen werden (*G. R. Schnell et al.,* 1987). Bei Nadelholz ergeben sich sehr charakteristische Holzfeuchtekurven mit hoher Feuchte im Splint und einem kurzen Übergang zur recht konstanten Feuchte im Kern *(Abbildung 1)*. Für Vergleiche zwischen einzelnen Stämmen wird jeweils die durchschnittliche Holzfeuchte im Splint

Tabelle 3. Vor- und Nachteile der vier gebräuchlichsten Lagerungsmethoden.

Lagerungsart	*Wirkung*	*Vorteile*	*Nachteile*
Beregnung	Durch konstante Nasshaltung wird die Austrocknung des Rundholzes verhindert und damit der waldfrische Zustand erhalten	kontrollierte Lagerungsbedingungen, sichere Werterhaltung, kein chemischer Holzschutz notwendig, mehrjährige Lagerung möglich, kein (qualitätsbedingter) Verkaufsdruck	grosser Aufwand (Organisation), Investitions- und Betriebskosten, höhere Transportkosten wegen Massezunahme
Lebendlagerung im Bestand	Der Wasserhaushalt im Stamm und damit die natürliche Abwehrkraft wird (eventuell leicht vermindert) aufrechterhalten und die Austrocknung verzögert	kein Aufwand, Schonung von Arbeitskapazität durch verzögerte Aufrüstung	schwierige Beurteilung der Erfolgsaussichten, Risiko von Wertverlusten, zeitliche Befristung
Lagerung in Rinde (feucht)	Durch Schattenlage und kompakte Grosspolter ergibt sich für die innenliegenden Stämme ein guter Schutz vor Austrocknung und Umwelteinflüssen	geringer Aufwand, gut bekannte und vielverwendete Methode	Lagerungsbedingungen von klimatischen Gegebenheiten abhängig, unterschiedliche Ergebnisse, Wertverluste fast unvermeidbar, zeitliche Befristung
Lagerung ohne Rinde (trocken)	Durch Entrindung und luftige Stapelung wird die Holzfeuchte möglichst rasch auf ein gefahrloses tiefes Niveau (< 25 %) gesenkt	vorgetrocknetes Holz für die Weiterverarbeitung, Holzqualitätsentwicklung einfach überwachbar	sehr grosser Aufwand für Einlagerung, grosser Platzbedarf wegen luftiger Stapelung, Entwertung durch Risse, Pilzbefall wegen ungenügender Austrocknung

berechnet. Fichte und Tanne zeigen mit Ausnahme des Nasskerns bei Tanne kaum Unterschiede *(Tabelle 1)*. Bei Laubholz (Buche) ergeben sich wegen der höheren Rohdichte und der fehlenden Trennung von Splint und Kern andere Werte und Kurvenformen.

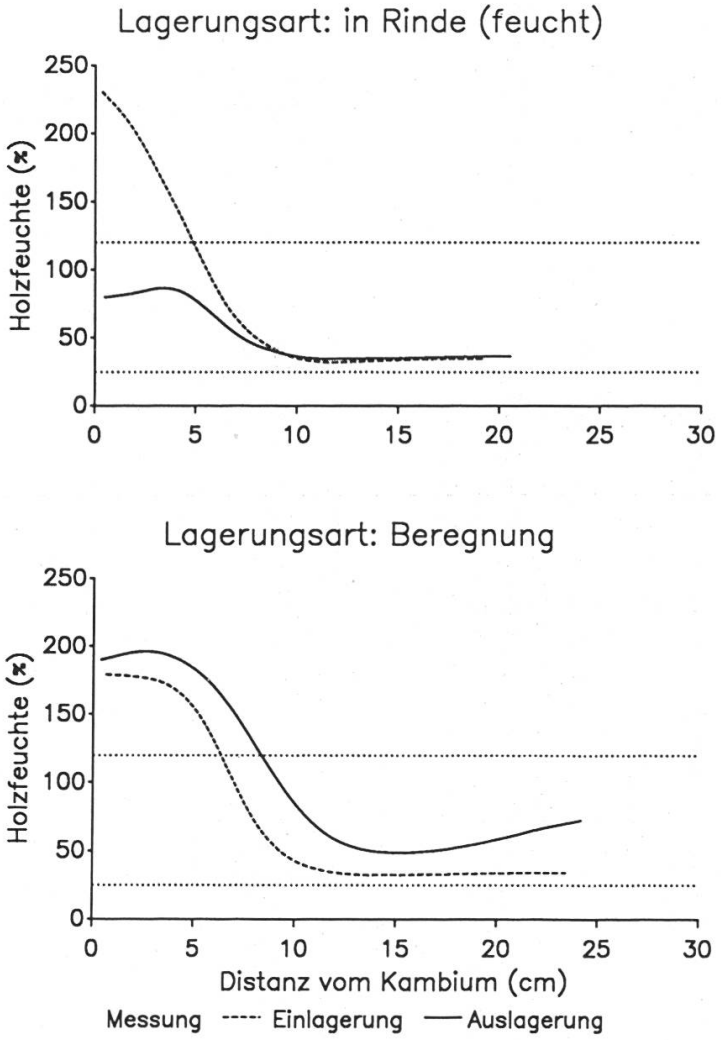

Abbildung 1.
Vergleich des Holzfeuchte-Verlaufes über den Stammquerschnitt (radiale Richtung von der Rinde bis ins Mark) von zwei verschieden gelagerten Probestämmen bei Ein- und Auslagerung. Gut erkennbar ist die deutlich höhere Holzfeuchte im Splint (linke Bildhälfte) und die konstante Kernfeuchte von rund 35 % (rechte Bildhälfte). Bei der Lagerung in Rinde (14. Juni 1990 bis 16. Oktober 1991) trocknet der Splint stark aus, und die Holzfeuchte fällt in den Gefahrenbereich zwischen 25 und 120 % (gepunktete Markierung). Mit einer Beregnung (14. Juni 1990 bis 8. Oktober 1992) hingegen bleibt die Holzfeuchte erhalten oder steigt sogar leicht an.

Die wiederholte Probenahme beim Lagerungsbeginn und bei der Auslagerung ermöglicht die einzelstammweise Erfassung von Veränderungen während der Lagerung. Der Einfluss der Lagerungsmethode auf die Holzfeuchte im Stammquerschnitt ist besonders im Splint gut erkennbar *(Abbildung 1)*. Auch ein Vergleich der mittleren Holzfeuchte im Splint aller Probestämme zeigt die gut konservierende Wirkung einer Beregnung *(Abbildung 2)*.

Von besonderem Interesse war in diesem Zusammenhang die Lagerung von Rundholz in Rinde auf dem Lukmanierpass (rund 1900 m ü. M.). Durch den längeren Winter und die generell tieferen Temperaturen erhoffte man sich eine verzögerte Austrocknung und damit eine verbesserte Werterhaltung. Die Holzfeuchtemessungen zeigen aber, dass auch hier die Holzfeuchte im Splint

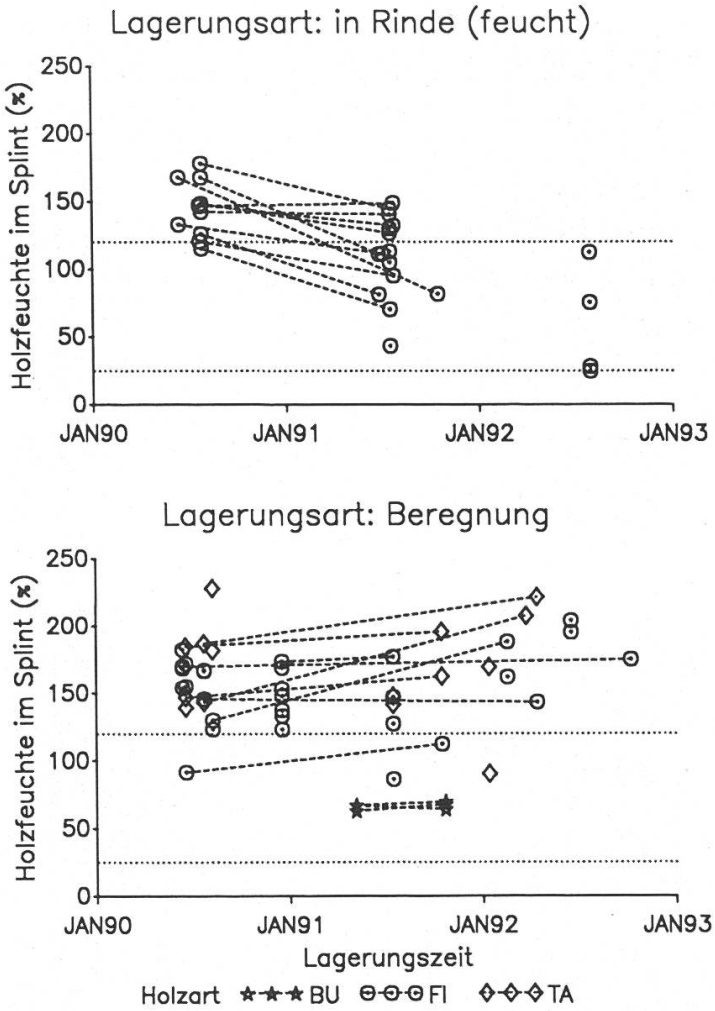

Abbildung 2.
Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Holzfeuchte im Splint aller Probestämme bei zwei Lagerungsarten vom Zeitpunkt der Einlagerung bis zur Aufhebung des Lagers. (Jeder Punkt stellt die mittlere Holzfeuchte einer Stammscheibe dar, verbundene Punkte deuten auf wiederholte Messungen am gleichen Stamm.) Während durch eine Beregnung die Holzfeuchte ausserhalb des Gefahrenbereiches (gepunktete Markierung) gehalten werden kann, sinkt die Holzfeuchte bei der Lagerung in Rinde schon nach weniger als einem Jahr Lagerung in den Gefahrenbereich und verbleibt längere Zeit darin.

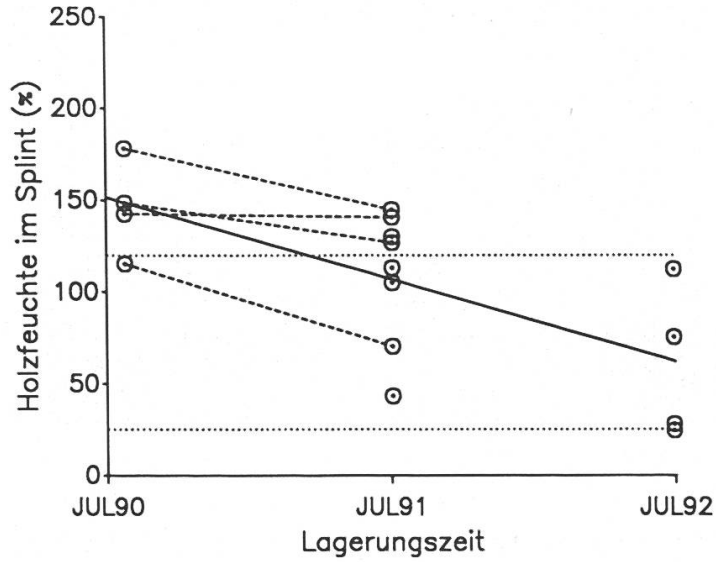

Abbildung 3.
Zeitlicher Verlauf der Austrocknung des in Rinde gelagerten Holzes auf dem Lukmanierpass (12 Probestämme). Auffällig ist der lineare Trend der Austrocknung mit einer Trocknungsrate von rund 45 % Holzfeuchte pro Jahr.

nach spätestens einem Jahr in den Gefahrenbereich sinkt *(Abbildung 3)*. Die Austrocknung verläuft zudem zu langsam, um den Gefahrenbereich rasch zu durchlaufen. Trotzdem kann ein gegenüber tiefergelegenen Holzlagern (Lage-

rung in Rinde) geringerer Wertverlust festgestellt werden, was auf die für schädigende Organismen doch ungünstigeren Lebensbedingungen oberhalb der Waldgrenze zurückzuführen sein dürfte.

In Stammlängsachse ist in der Regel ein deutliches Holzfeuchtegefälle vom Stamminnern nach aussen zu sehen (*Abbildung 4,* oben). Die Streuung der Holzfeuchte zwischen den einzelnen Stämmen in einem Polter ist allerdings beträchtlich, wie anhand eines benachbarten, durchgehend trockenen Stammes gezeigt werden kann (*Abbildung 4,* unten).

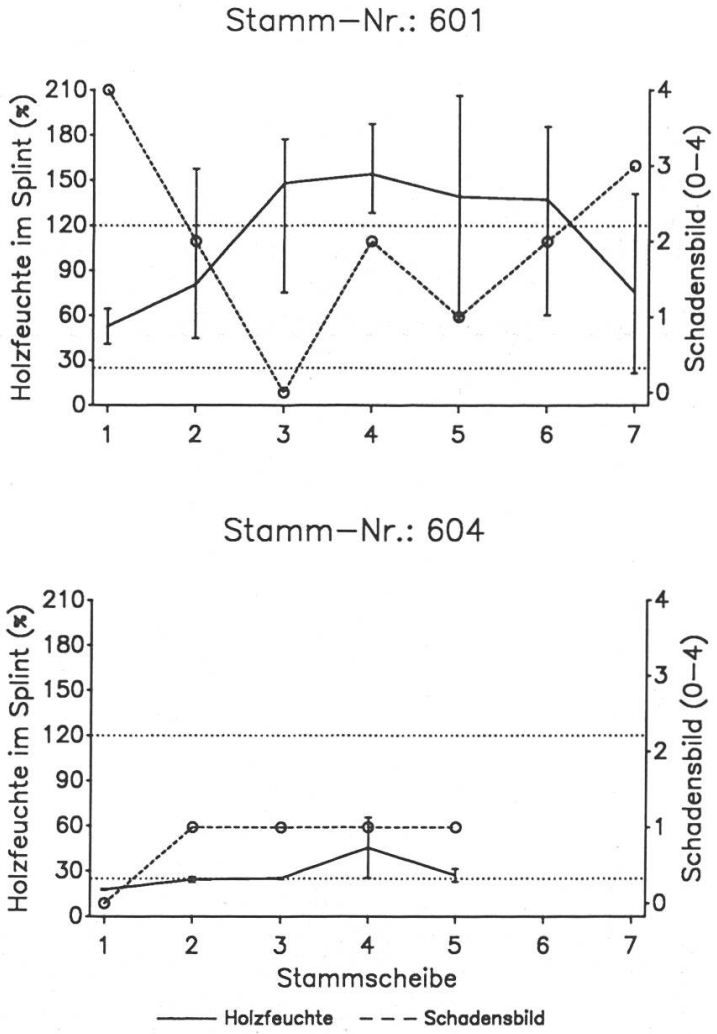

Abbildung 4.
Holzfeuchteverteilung und Schädigungsausmass in Stammlängsachse von zwei Probestämmen auf dem Lukmanierpass. (Die Stammscheiben wurden im Abstand von 1 m entnommen. Die Skala des Schadensbildes gibt die Anzahl der von Bläue oder Rotstreif befallenen Stammquerschnittsviertel an.) Das obere Beispiel zeigt einen Stamm, der in frischem Zustand eingelagert wurde und nun von den Stirnseiten her austrocknet. Gegenläufig damit verbunden ist eine Zunahme des Schädigungsgrades von innen nach aussen. Der zweite Probestamm (unten) trocknete schon vor der Einlagerung rasch ab und weist kaum Schäden auf.

4.3 Beregnungsanlagen

Als Teil des Überwachungsprogrammes auf Nasslagerplätzen werden auch Erfahrungen über die Einrichtung und den Betrieb von Beregnungsanlagen gesammelt. Es zeigen sich sehr unterschiedliche Zahlen zur Lagergrösse und zu den Lagerkosten *(Tabelle 4)*. 40 von 46 Anlagen wurden mit Kreis- und Sektorregnern betrieben, auf sechs Lagerplätzen wurde mit Lochschläuchen beregnet *(Tabelle 5)*. Etwa bei der Hälfte der Anlagen war der notwendige

Wasserdruck vorhanden (Gefälle, Leitungsnetz), bei der anderen Hälfte musste er mit Pumpen erzeugt werden.

Tabelle 4. Grösse und Kosten der beregneten Holzlager. Die Angaben zu den Kosten sind als Schätzungen zu verstehen und beinhalten im ersten Jahr auch die Einrichtungskosten, während die Kosten für das zweite Jahr die eigentlichen Betriebskosten darstellen.

Holzmenge:	600 . . 20 000 m^3
Fläche:	450 . . 15 000 m^2
Ausnutzung:	0,8 . . 3,3 m^3/m^2
Kosten 1. Jahr:	5 . . 29 Fr./m^3
Kosten 2. Jahr:	2 . . 11 Fr./m^3

Tabelle 5. Einrichtung und Betrieb der Beregnungsanlagen nach Druckerzeugung, Wasserbezug und Regnertyp. Die angegebenen Zahlen sind die Anzahl der Lagerplätze in der jeweiligen Kategorie.

Druckerzeugung	*Wasserbezug*		*Regnertyp*		
	G/L	*B/S*	*LS*	*KR*	*Total*
Gefälle Leitungsnetz	11	10	5	16	21
Pumpe	7	18	1	24	25
Total	18	28	6	40	46

G = Grundwasser, L = Leitungsnetz, B = Bach, S = See

LS = Lochschlauch, KR = Kreisregner

Zur Überprüfung der rechnerischen Anlagenauslegung und Einhaltung des empfohlenen Richtwertes von 40 mm Niederschlag pro Tag wurde auf mehreren Nasslagern eine Messung der effektiven Beregnungsmenge durchgeführt. An verschiedenen Stellen auf dem Polter wurde dabei während mehreren Tagen kontinuierlich die anfallende Regenmenge und die Temperatur gemessen. Daraus kann die tägliche Niederschlagsmenge an den einzelnen Messstellen berechnet werden *(Abbildung 5)*, wodurch vor allem die Verteilung der Wassermenge auf dem Polter und die Schwankungen von Tag zu Tag sichtbar werden. Ebenfalls erfasst werden aber auch Schwankungen an den Messstellen im Tagesverlauf *(Abbildung 6)*, wobei zum Teil beträchliche Wasserverfrachtungen durch den Wind zum Vorschein kommen. Solche Situationen erfordern eine äusserst sorgfältige Plazierung der Regner und eine grosszügige Überlappung der Beregnungsbereiche. Die Temperatur im Polter

bleibt durch die Beregnung sehr konstant und meist deutlich unter 20 °C; sie trägt so ebenfalls zu werterhaltenden Lagerungsbedingungen bei *(Abbildung 7)*.

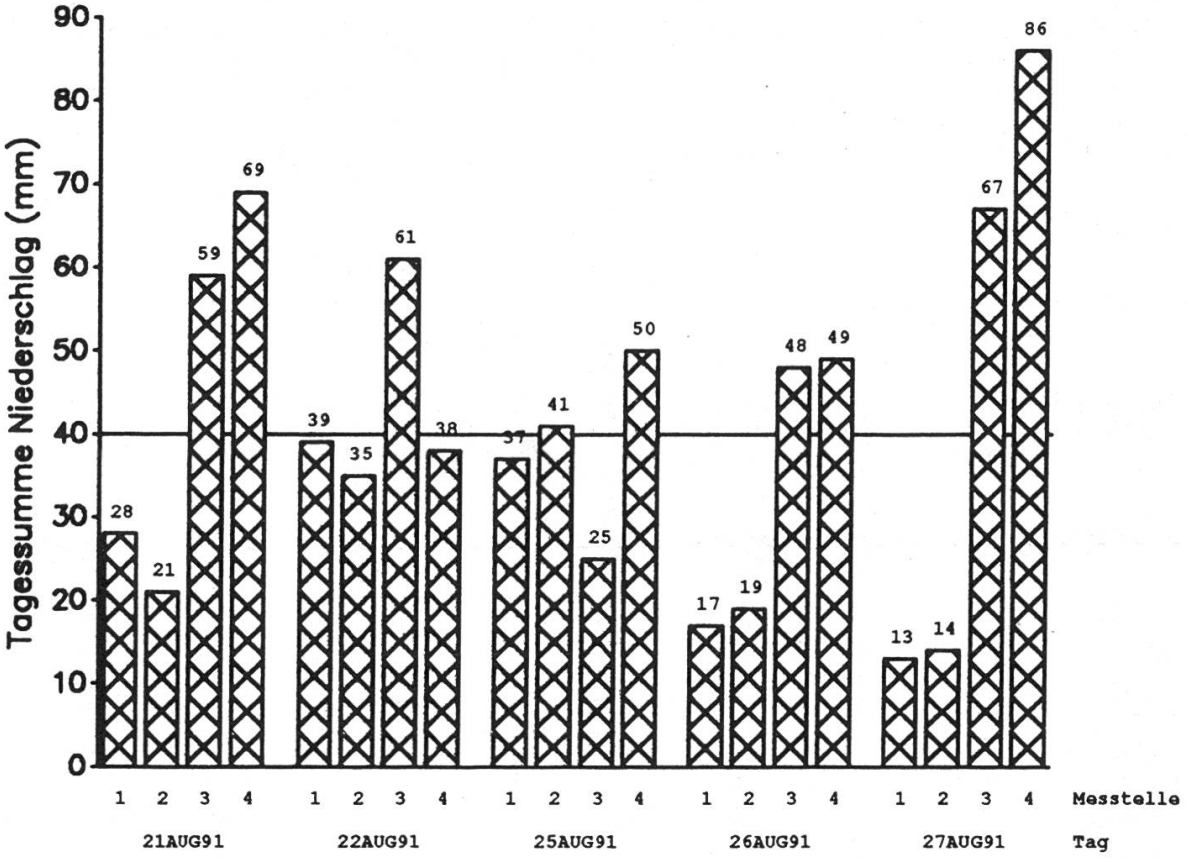

Abbildung 5. Tägliche Beregnungsmengen an vier Messstellen auf einem Langholzpolter. Es zeigen sich sowohl Unterschiede zwischen verschiedenen Polterbereichen als auch Tagesschwankungen. Der empfohlene Richtwert von 40 mm/Tag ist als Referenzlinie eingezeichnet.

5. Folgerungen und Empfehlungen

Aus den nun mehr als zweijährigen Erfahrungen mit der Lagerung von grossen Mengen von Sturmholz lässt sich eine Vielzahl von Lehren ziehen (*M. Arnold* et al., 1992a). Die Entscheidungsgrundlagen zur Bewältigung einer Sturmkatastrophe konnten wesentlich verbessert werden (M. Arnold, J. Sell, 1992b). Insbesondere wurden die Vorteile einer Nasslagerung erstmals auch in der Schweiz in grösserem Umfang demonstriert. Die gewonnenen Erkenntnisse können und müssen nun aber auch bei der normalen Holzernte umgesetzt werden und sollten zu einer Verbesserung der eingangs erwähnten, oft unbefriedigenden Behandlung des Rundholzes im Wald führen.

Die nachfolgend aufgeführten, thematisch geordneten Empfehlungen haben alle einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Holzqualität und damit auf die Werterhaltung und lassen sich oft durch recht einfache, organisatorische Massnahmen verwirklichen.

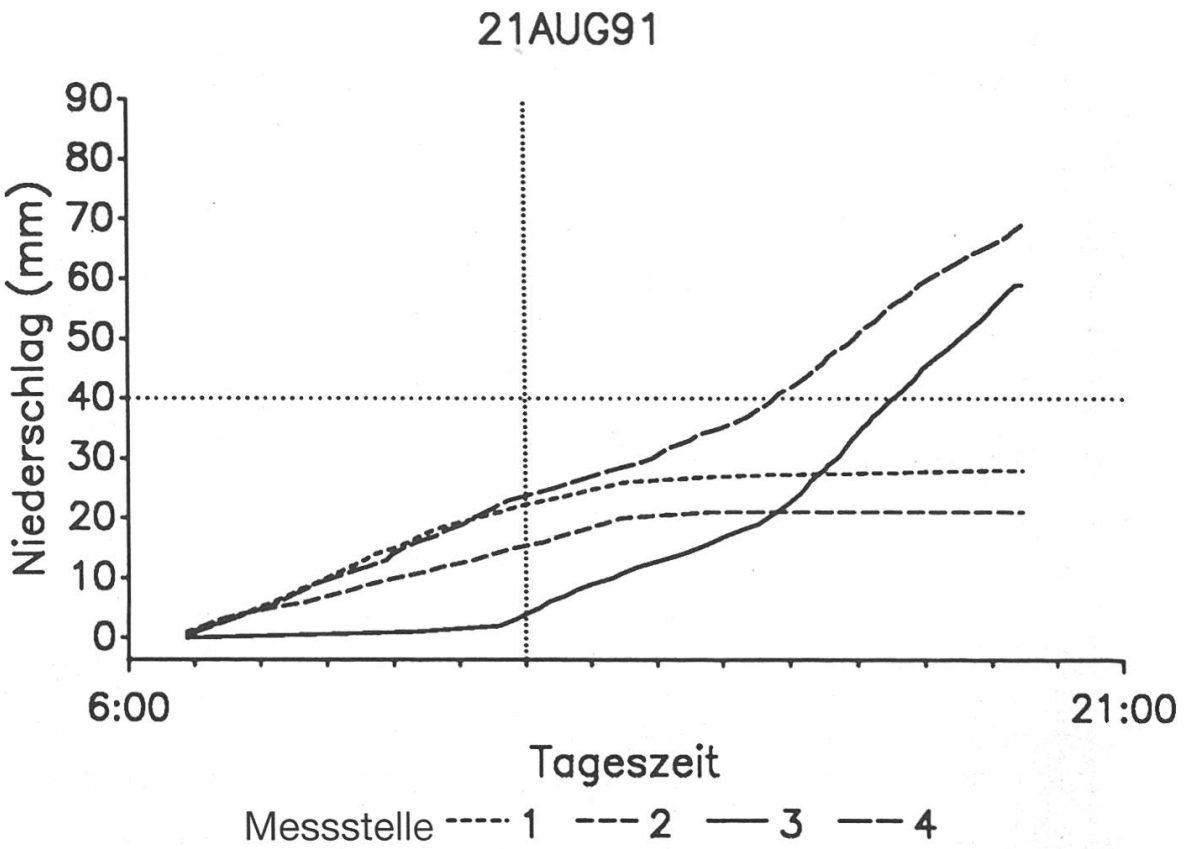

Abbildung 6. Windeinfluss auf die Beregnungsmengen im Tagesverlauf. Deutlich erkennbar ist die Wirkung des um die Mittagszeit einsetzenden Windes mit entsprechenden Wasserverfrachtungen weg von den Messstellen 1 und 2 zu den Messstellen 3 und 4. Dies kann längerdauernde Beregnungsdefizite verursachen und zu starken, lokalen Austrocknungen des Holzes führen.

5.1 Aufrüstung und Einlagerung

- Das Rundholz sollte nach dem Abstocken sehr bald eingelagert werden. Je frischer das Holz bei der Einlagerung ist, umso kleiner ist das Risiko von frühzeitigen Lagerschäden. Dies bedingt allerdings eine gute Abstimmung der Aufrüstarbeiten und der Transport- und Lagerkapazitäten.
- Sauberes und schonendes Aufrüsten vermindert das Schadensrisiko für das Rundholz ebenfalls deutlich. Ein intakter Rindenmantel dient als Schutzhülle und Puffer gegen kurzzeitig ungünstige Umweltbedingungen (zum Beispiel während des Transportes). Bruchstellen und Fäulnisbefall sollen grosszügig gesundgeschnitten werden, um Folgeschäden zu vermeiden.
- Das Längenzumass bei Trämeln ist insbesondere bei einer Nasslagerung zu erhöhen, um stirnseitige Kontroll- und Sortierschnitte ohne Verlust der Sollmasse zu ermöglichen.
- Trotz des Zeitdruckes empfiehlt sich eine konsequente Sortierung schon bei der Einlagerung. Eine teure Lagerung von minderwertigen Sorti-

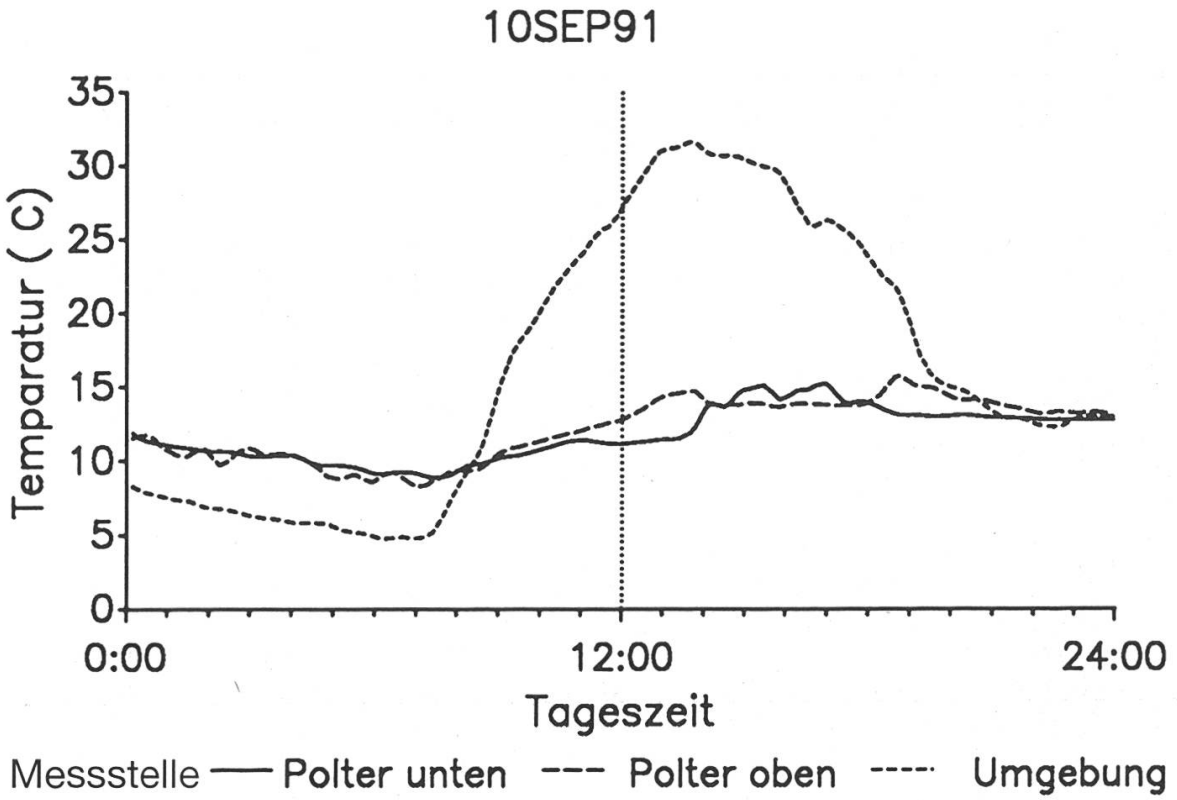

Abbildung 7. Temperaturverlauf während eines Tages in der Umgebung und im Innern eines beregneten Polters (unterste und oberste Trämellage). Die Temperaturschwankungen im Holz werden durch die Beregnung stark gedämpft und entsprechen etwa den Schwankungen der Wassertemperatur im Tagesverlauf.

menten lohnt sich kaum, und zudem ist die nachträgliche Beurteilung bei beregnetem Holz wegen des Algenwuchses recht schwierig .

- Je nach Verkaufsabsichten sollte das Lagerkonzept eine Einlagerung in grossen, kompakten Poltern (günstig für Werterhaltung) oder in kleineren, sortimentsweisen Poltern (geeignet für Verkaufspräsentation) vorsehen.

5.2 Einrichtung und Betrieb

- Zur Einrichtung und zum Betrieb der Lagerplätze lassen sich kaum Rezeptlösungen aufstellen. Vielmehr müssen jeweils die lokalen Gegebenheiten berücksichtigt und optimal ausgenutzt werden.
- Im Sinne einer Vorsorge sollte die Planung und Freihaltung von Lagerplätzen stets aktuell gehalten werden. Bereits einmal realisierte Lösungen sollten gut dokumentiert werden.
- Eine gute Organisation mit klaren Zuständigkeiten ist Voraussetzung für ein gutes Ergebnis einer längerdauernden Rundholzlagerung. Der Betreuungs- und Unterhaltsaufwand bei einem Nasslagerplatz ist erheblich. Eine

regionale Zusammenarbeit bei der Einrichtung und beim Betrieb von Lagerplätzen ist anzustreben.

- Die Wasserqualität hat einen grossen Einfluss auf die Funktion von mechanischen Regnern. Höhere Kosten bei der Verwendung von sauberem Wasser aus dem öffentlichen Leitungsnetz können eventuell durch geringere Wartungskosten wettgemacht werden.
- Grösster Schwachpunkt auf den meisten Nasslagerplätzen ist die Stirnseitenberegnung. Wegen der besonderen Schutzbedürfnisse der Stirnseiten (Austrocknung, Pilzbefall) ist diese mit gezielten Massnahmen sicherzustellen.
- Bei Betriebsstörungen muss sofort gehandelt werden, damit der Unterbruch in der Beregnung nur kurze Zeit (zwei bis drei Tage) dauert. Bei ungünstigen Verhältnissen kann ohne Beregnung innerhalb weniger Tage grosser Schaden entstehen.

5.3 Weiterverarbeitung

- Bei der Weiterverarbeitung des nassgelagerten Holzes sind generell die gleichen Grundsätze zu beachten wie bei frisch geschlagenem Holz (Verblauung). Das Holz ist bis kurz vor der Verarbeitung nass zu halten und soll danach möglichst rasch eingeschnitten und getrocknet werden.
- Für einige Verarbeitungsschritte ist es vorteilhaft, nassgelagertes und angetrocknetes Holz nicht zu mischen, sondern losweise zu verarbeiten. Beispielsweise können so Schwierigkeiten bei der Wahl eines optimalen Programmes für die technische Trocknung vermieden werden.
- Probelieferungen mit Versuchseinschnitt beim Käufer helfen, allfällige Unsicherheiten zu klären und Unzulänglichkeiten zu erkennen.

5.4 Holzqualität

- Die Holzfeuchte der eingelagerten Stämme sollte zur Kontrolle der Lagerungsbedingungen periodisch gemessen werden. Besonders bei nicht nassgelagertem Holz lässt sich so die Schadensgefährdung abschätzen. Die grossen Qualitätsunterschiede im selben Polter lassen sich oft auf die unterschiedliche Holzfeuchte der einzelnen Stämme zurückführen.
- Die technologischen Holzeigenschaften werden weitgehend von der Holzqualität bestimmt. Können während der Lagerung Schäden am Rundholz vermieden werden, so sind keine wesentlichen Veränderungen dieser Eigenschaften zu erwarten. Dies gilt insbesondere auch für nassgelagertes Holz, wo auch nach rund zweijähriger Lagerung keine signifikante Festigkeitsabnahme festgestellt werden konnte. Ebenfalls keine generellen Ver-

änderungen wurden bei der kapillaren Saugfähigkeit beobachtet, obwohl bei einer Nasslagerung eine grössere Wegsamkeit wegen einer erhöhten Bakterienaktivität möglich wäre.

- Bei nassgelagertem Holz treten im Splint bei der Trocknung vermehrt Braunverfärbungen auf, die durch die Oxidation von ausgewaschenen Inhaltsstoffen hervorgerufen werden. Die Verfärbungen sind allerdings lediglich oberflächlich und verschwinden bei einer nachträglichen Oberflächenbearbeitung.

Résumé

Principes de base et aspects de la technique et de l'organisation du stockage des bois ronds

Un maillon souvent négligé dans la chaîne de la transformation du bois est le stockage intermédiaire des bois ronds entre l'abattage et le sciage. Ceci bien que des conditions de stockage défavorables provoquent des dépréciations importantes de la qualité et ainsi des pertes de valeur correspondantes. Ces problèmes ont été particulièrement mis en évidence après la grande tempête du mois de février 1990, avec des quantités considérables de bois ronds, l'absence des capacités de stockage nécessaires et des durées de stockage qu'il a fallu augmenter considérablement.

Les connaissances acquises et les expériences réalisées à l'occasion du stockage du bois abattu par cette tempête ont été rassemblées et évaluées dans le cadre d'un projet de recherche. Le facteur déterminant pour la conservation du bois est sa teneur en eau (risques faibles à l'état sec ou totalement humide – risques élevés dans les états intermédiaires) qu'il s'agit donc de régler par des conditions de stockage adéquates. Ainsi que l'on pouvait s'y attendre, la meilleure conservation est obtenue avec un stockage à l'état humide en piles traitées par aspersion – ceci même aussi pour une longue période. Le succès des autres méthodes de stockage depend fortement des conditions climatiques et des pertes de valeur ne sont guère évitables avec ces méthodes. Le stockage à l'état humide peut ainsi être particulièrement recommandé pour le stockage de longue durée.

Vu l'intérêt des utilisateurs de bois à une conservation de la valeur des bois ronds d'une part et des propriétaires de forêts à obtenir un prix équitable d'autre part, des améliorations sont nécessaires et possibles dans le domaine du stockage des bois ronds. D'une manière plus générale, un stockage des bois ronds assurant la conservation de leur valeur est aussi d'une grande importance pour un approvisionnement stable en matière première de l'économie du bois. Traduction: *Jean-Pierre Emery*

Literatur

Arnold, M., Sell, J., Gantenbein, A., Weiss, K. (1992a):
Qualitätserhaltung von Rundholz bei längerer Lagerung.
Teil 1: Holzfeuchte als Kontrollmass für Werterhaltung bei der Lagerung. Schweizer Holzzeitung 6/1992: 4–7.
Teil 2: Beregnungsmengen auf Nasslagerplätzen. Schweizer Holzzeitung 8/1992: 2–4.
Teil 3: Die Wahl einer Lagerungsmethode zur Werterhaltung von Rundholz. Schweizer Holzzeitung 10/1992: 6–8.
Teil 4: Erfahrungen aus Weiterverarbeitung von nassgelagertem Rundholz. Schweizer Holzzeitung 12/1992: 7–8.

Arnold, M., Sell, J. (1992b): Qualitätserhaltung von Rundholz bei längerer Lagerung – I. Das Projekt «Lagerung von Sturmholz». Forschungs- u. Arbeitsber. EMPA-Abt. Holz, Nr. 115/25.

Kuhn, Chr. et al. (1991): Wertentwicklung bei der Waldlagerung von Fichten/Tannen-Rundholz. Schlussbericht, Impulsprogramm Holz, Sortier- und Dispositionsverfahren, Teilprojekt Lagerung.

Schnell, G. R., Arnold, M., Sell, J. (1987): Der Wasserhaushalt unterschiedlich vitaler Fichten und Tannen. Schweiz. Z. Forstwes., *138,* 11: 963–992.

Sell, J., Schnell, G. R., Arnold, M. (1988): Holzqualität gesunder und geschädigter Fichten und Tannen von 6 schweizerischen Standorten. Abschlussbericht über das Sanasilva-Teilprojekt 10, «Holzqualität». EMPA-Bericht Nr. 217.

Verfasser: Martin Arnold, EMPA, Abt. Holz, CH-8600 Dübendorf.