

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 143 (1992)
Heft: 8

Artikel: Mechanisierte Holzernte : Auswirkung auf die Holzqualität
Autor: Riegger, Werner
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765847>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

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

Mechanisierte Holzernte – Auswirkung auf die Holzqualität¹

Von Werner Riegger

FDK 360: 85: 861.11

1. Einleitung

Im Juni 1987 erschien in der Fachzeitschrift «Die Waldarbeit» (1) ein Aufsatz über die Aufrüstung von Schwachholz mit einem Anbauprozessor – dem Vimek G30. Die darin geschilderten und in der Schweiz durchgeführten Versuche waren im Anschluss an einen Grossversuch in Deutschland möglich geworden. Es wurden danach auch in der Schweiz mehrere Prozessoren in Betrieb genommen. Dabei war eine gewisse Unsicherheit sowohl bei den Unternehmern, die Prozessoren angeschafft hatten, als auch bei den Abnehmern des mechanisch auferüsteten Holzes, vor allem der Papierindustrie, zu erkennen. Die Unternehmer mussten bei den Waldbesitzern Vorbehalte betreffend Einsatz der Maschinen im Wald und bezüglich der Abnahme der gerüsteten Sortimente abbauen; die verarbeitende Industrie meldete Bedenken an betreffend Qualität und Eignung des gelieferten Holzes.

Da die Anzahl der Prozessoren in der Schweiz weiter anstieg, entschloss man sich bei der Interessengemeinschaft Industrieholz (IG), sich des Problems anzunehmen. Die IG leitete ein Projekt ein mit dem Ziel abzuklären, ob Prozessorholz für die Herstellung von Holzschliff geeignet ist oder ob Vorbehalte anzubringen sind. Bevor die Versuche und Resultate erläutert werden, wird zuerst auf die Probleme der Aufrüstung eingegangen.

2. Probleme der Aufrüstung

Es gibt verschiedene Typen von Prozessoren, die sich unter anderem hinsichtlich der Vorschubeinrichtung unterscheiden. Aggregate mit Stachelwalzen gewährleisten einen zuverlässigen Vorschub des aufzurüstenden

¹ Referat, gehalten am 20. Januar 1992 im Rahmen der Kolloquien der Abteilung für Forstwirtschaft an der ETH Zürich.

Holzes (Abbildung 1). Die Stacheln verursachen jedoch häufig starke Rindeneindrücke und Holzkörperverletzungen. Diese Pressungen im Holz sind meistens deutlich erkennbar (Abbildung 5).

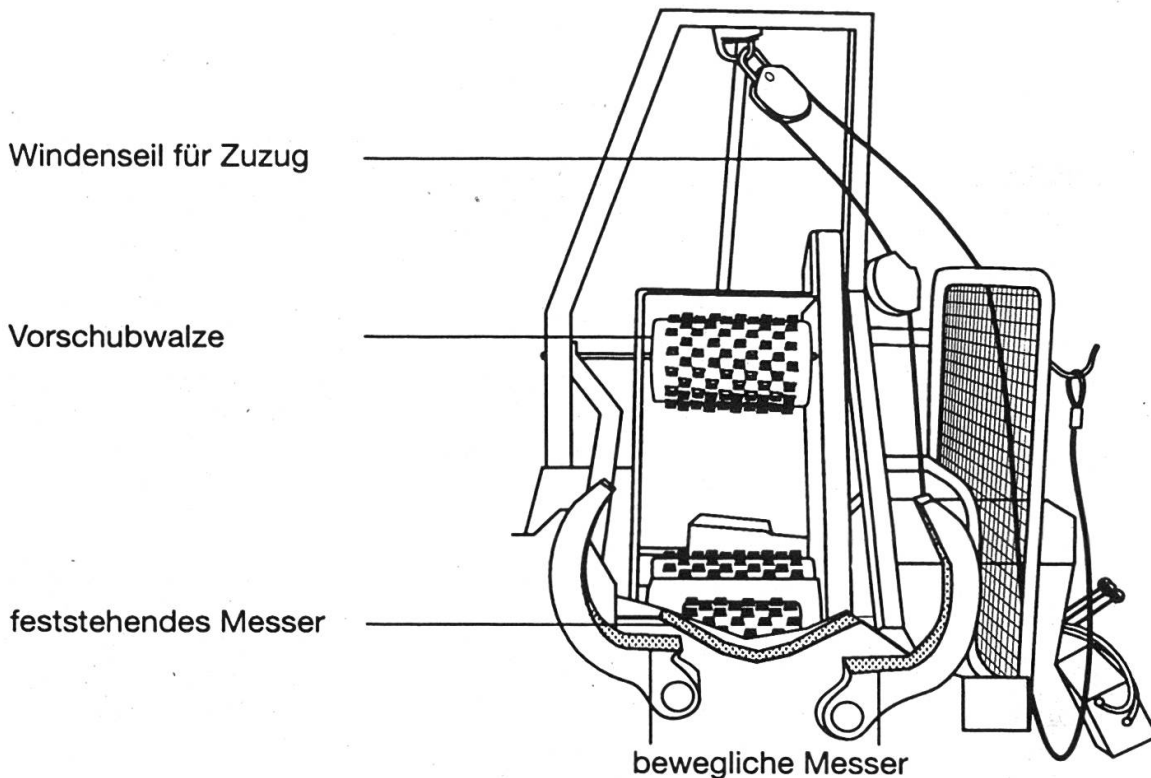


Abbildung 1. Anbauprozessor mit Stachelwalzen.

Häufig sind die Prozessorköpfe jedoch mit Gummiradwalzen ausgerüstet. Ohne Ketten wird die Rinde, vor allem bei Holz im Saft, abgeschert. Die Räder drehen dann durch. Um dies zu vermeiden, wird der Anpressdruck erhöht, oder es werden Gleitschutzketten montiert (Abbildung 2). Auch hier können Rindenpressungen entstehen. Die Holzkörperverletzungen sind aber in der Regel geringer als beim Vorschub mit Stachelwalzen (Abbildung 6).

Es gibt auch Vorschubsysteme, welche das Holz nicht kontinuierlich bewegen. Bei diesen stösst der auf der Schiene gleitende oder an einem Teleskoparm befestigte Greifer das Holz durch den Prozessorkopf, löst die Zangen und greift wieder nach (Abbildung 3). Diese Vorschubart ist schonender für das Holz, die Leistung fällt aber etwas tiefer aus als beim kontinuierlichen Vorschub.

Bei der Prozessorausrüstung wird in den meisten Fällen das Holz durch drei Entastungsmesser hindurch geschoben. Dabei ist ein Messer fix, zwei Messer sind gebogen und beweglich (vgl. Abbildungen 1, 2 und 3). Da die Krümmung der Messer nicht verändert werden kann, ist sie nur für einen gewissen Durchmesserbereich optimal. Das erklärt teilweise die Probleme mit der Entastungsqualität.

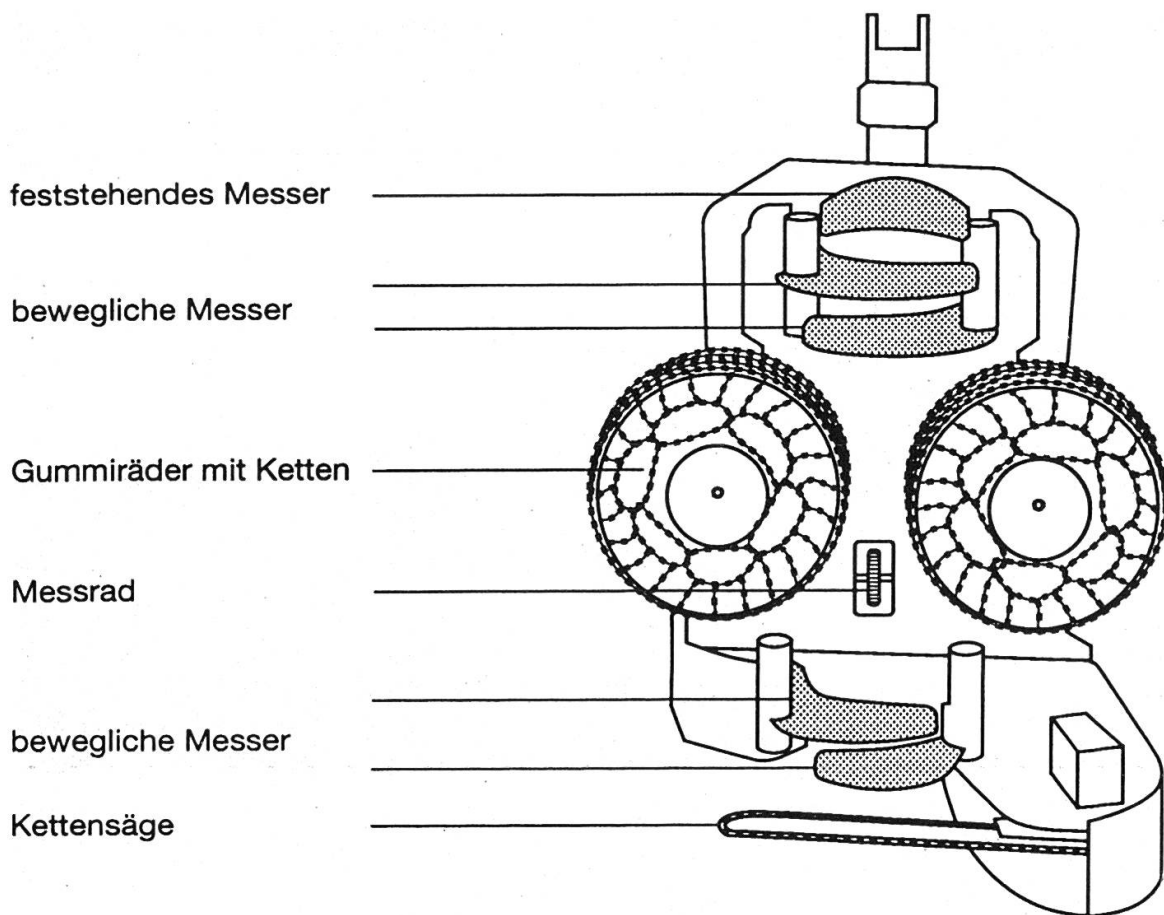


Abbildung 2. Vollernterkopf mit Gummirädern und Ketten.

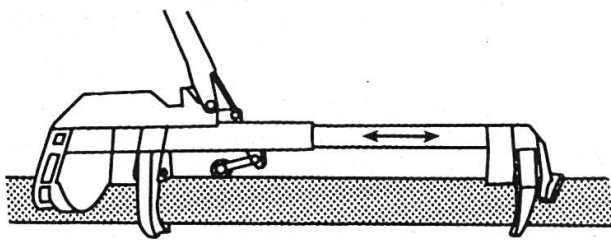


Abbildung 3. Prozessorkopf für diskontinuierlichen Vorschub mit Nachgreifen.

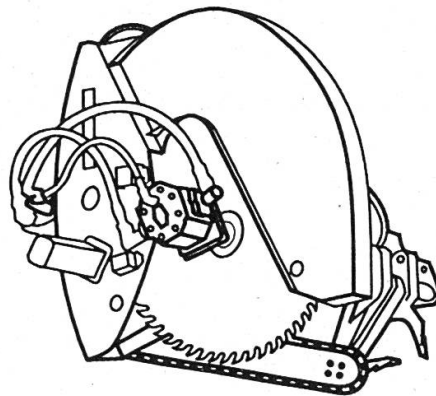


Abbildung 4. Prozessorkopf mit Kreis- und Kettensäge.

Starke Äste werden durch die Entastungsmesser häufig nicht stammglatt entfernt, und es bleiben Astbeulen und Astreste stehen (Abbildung 7). Die Vorschubräder drehen bei starken Ästen auch oft durch, was zusätzliche Holzkörperverletzungen bewirken kann (Abbildung 8). Elastische, kleine Äste



Abbildung 5. Stachelwalzeneindrücke im Holz.



Abbildung 6. Ketteneindrücke auf der Rinde.

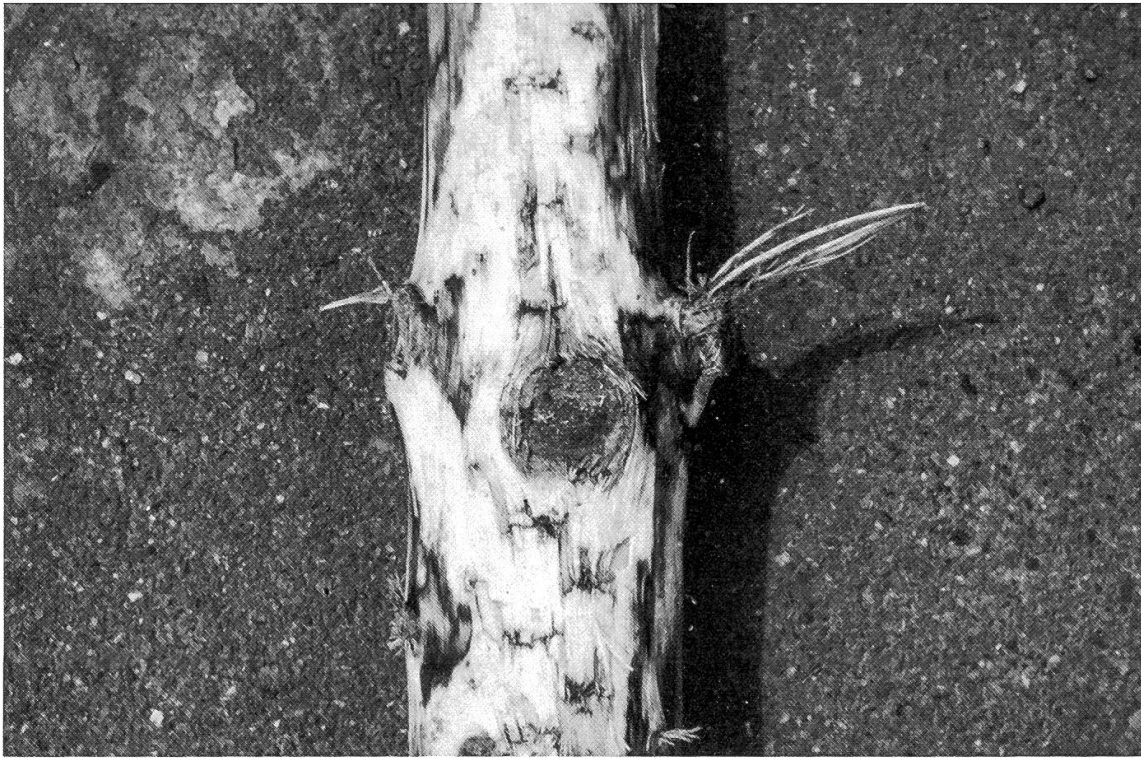


Abbildung 7. Ungenügende Entastung bei starken Ästen.

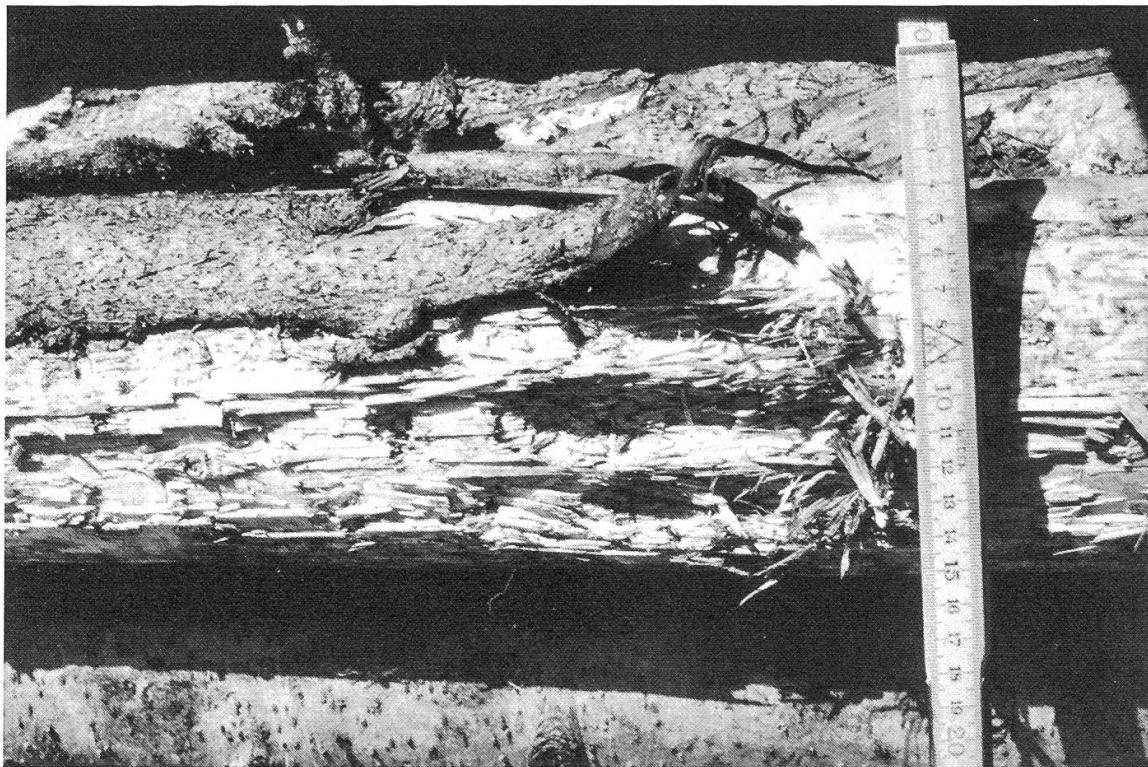


Abbildung 8. Beim Durchdrehen entstandene Holzkörperverletzungen.



Abbildung 9. Teilentrindung durch Entastungsmesser.

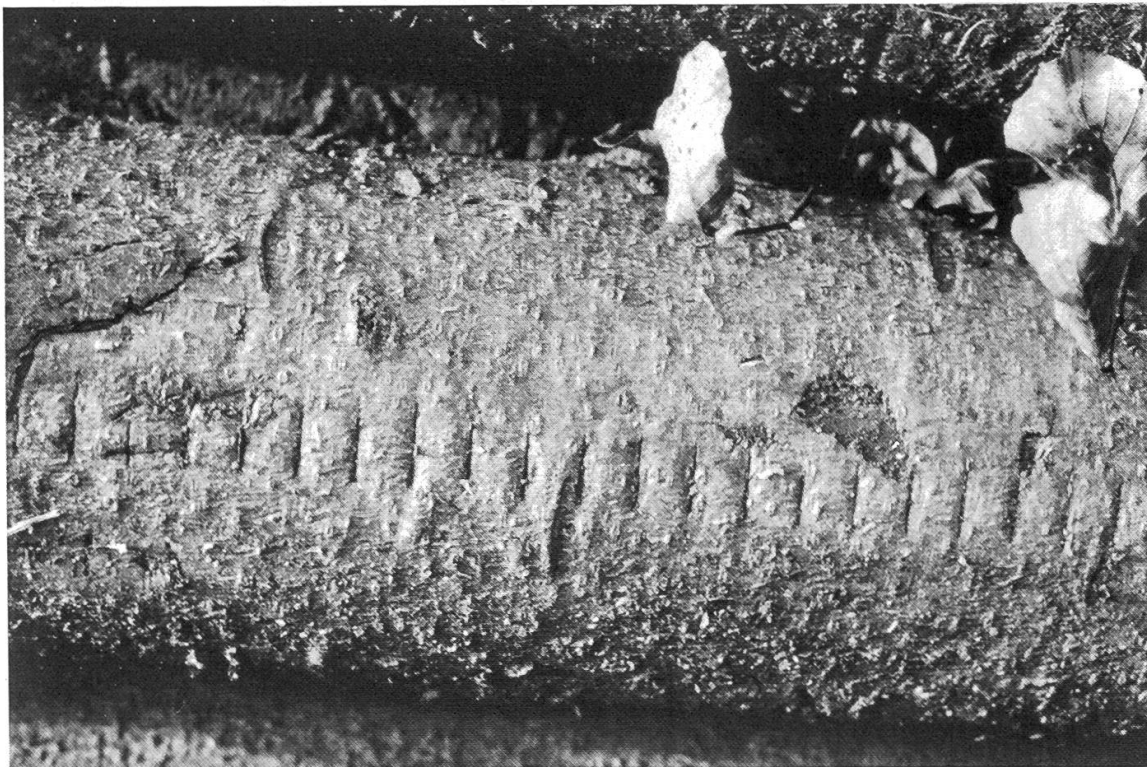


Abbildung 10. Eindrücke des Messrades.

dagegen lassen sich leicht umbiegen und werden deshalb bei der maschinellen Entastung häufig nicht vollständig entfernt. Die Entastungsmesser können aber auch, zum Beispiel bei Krümmungen oder Beulen, in das Holz einkeilen und so zu Holzkörperverletzungen führen.

Mit dem Schieben oder Ziehen des Holzes durch die Entastungsmesser entsteht eine mehr oder weniger starke Teilentrindung (*Abbildung 9*). Diese Teilentrindung führt teilweise dazu, dass die Rinde durch die Austrocknung sehr stark anhaftet und eine vollständige Entrindung in den Entrindungstrommeln der Papierindustrie nicht möglich ist. Das bei der Prozessoraufrüstung teilentrindete Holz ist zudem anfällig auf rasche Verfärbung durch Pilzbefall. Vor allem Holz, das nicht im Winter geschlagen wurde, sollte deshalb rasch abgeführt werden. Dadurch können Qualitätsverluste, das heisst für den Lieferanten geringere Erlöse durch Deklassierung, vermieden werden.

Normalerweise sind die Vollernter und Prozessoren mit einer Kettensäge ausgerüstet. Es gibt aber auch Modelle, die mit Kreissägen bestückt sind (*Abbildung 4*). Bei diesem Prozessor (Steyr KP-40) dient die Kettensäge als Hilfsmittel zum Abtrennen dicker Stammenden, die mit der Kreissäge nicht mehr ganz durchtrennt werden können. Wichtig bei der mechanischen Aufrüstung ist, dass auch hier die Wurzelanläufe entfernt werden. Man entfernt sie in der Regel nicht seitlich, sondern kürzt das Stammstück mit der eingebauten Säge. Der dadurch entstehende Holzverlust wird in Kauf genommen.

Ein weiteres Problem ist die Längenmessung. Für die Längenmessung ist im Prozessorkopf ein Messrad eingebaut (vgl. *Abbildung 2*). Die korrekte Messung ist für Sortimente, die genaue Längen aufweisen müssen, wesentlich; das heisst das Messrad darf nicht durchdrehen (*Abbildung 10*). Bezüglich der Vermessung muss zudem besonders darauf hingewiesen werden, dass die Abschätzung des Durchmesser durch den Maschinisten, insbesondere des Minimaldurchmessers, nicht immer einfach ist. Eine Fehlsortierung kann jedoch weitgehend durch entsprechende Schulung und Instruktion vermieden werden.

3. Versuche der Interessengemeinschaft Industrieholz

3.1 Begründung

Für die Papierindustrie ist es wesentlich zu wissen, welche Qualität und Quantität an verwertbarem Holzschliff aus Prozessorholz gewonnen werden kann. Oder anders formuliert: Ergeben sich Abweichungen beim Schliff zwischen konventionell gerüstetem Holz und Holz, das mit Prozessoren gerüstet wurde? Zudem interessieren auch allfällige Probleme bei der Entrindung und der Lagerung. Die IG ist diesen Fragen mit verschiedenen Versuchen nachgegangen.

3.2 Versuche 1988

Für die Versuche, welche 1988 durchgeführt wurden, war die Verarbeitung von Prozessorholz in den Papierfabriken Zwingen, Perlen und Utzenstorf vorgesehen (*Tabelle 1*). Die jeweilige Menge wurde auf etwa einen Tagesverbrauch der Werke festgelegt. Die Untersuchungen waren beschränkt auf Schleifholz, das heisst auf Fichten- und Tannenholz mit Durchmessern zwischen 10 und 40 Zentimeter.

Tabelle 1. Versuche 1988.

Werk:	Menge: (in Ster)	Aufrüstung:	Verarbeitung:
Zwingen	370	Juni	Mitte Juli
Perlen	720	Juni - Aug.	Mitte August
Utzenstorf	1200	Aug. - Okt.	Anfang Nov.

In der Holzstoff- und Papierfabrik Zwingen wurden Mitte Juli 1988 370 Ster Schleifholz verarbeitet. Das Holz war im Juni aufgerüstet worden. Die Entrindung des Holzes im Werk erfolgte problemlos. Die Laborproben des Holzschliffes ergaben keine Qualitätsverschlechterung, verglichen mit vorgängigen Kontrollen im Normalbetrieb.

Die Papierfabrik Perlen übernahm 720 Ster Schleifholz, das vorwiegend im Zeitraum Juni/Juli aufgerüstet worden war. Die Verarbeitung erfolgte Mitte August. Die Abnahme mittels opto-elektronischer Volumenmessung wurde durch aufgerollte Rindenstücke und nachschleifende Rindenstreifen beeinträchtigt. Die seitlich aufgerollten Rindenstücke täuschten zu grosse Durchmesser vor. Inwieweit diese Auswirkungen durch die Teilentrindung kompensiert werden, wurde nicht weiter geprüft. Die Messanlage ist für die Messung 1 Meter langer Holzrugel eingerichtet. Die nachgeschleiften Rindenstreifen täuschten teilweise zu lange Rugel vor und führten damit zu Störungen. Bei der Entrindung ergaben sich auffallend hohe Holzverluste. Etwa 40 Prozent des angelieferten Holzes war mit Prozessoren des Typs Vimek G30 aufgerüstet worden. Da die Aufrüstung während der Saftzeit erfolgt war, hatten die Stachelwalzen tiefe Eindrücke im Holz hinterlassen. Die Vertreter der Papierfabrik Perlen schätzten den Holzsubstanzverlust bei der Entrindung auf etwa 5 Prozent ein. Verursacht durch die Verletzungen wurden teilweise die äussersten ein oder zwei Jahrringe abgeschlagen. Offensichtlich ist also Holz, das in den Monaten Mai, Juni und Juli aufgerüstet wird, das heisst zur Zeit der Frühholzbildung, sehr empfindlich für Holzkörperverletzungen. Die in Perlen bei den Versuchen festgestellte Schliffqualität war in Ordnung.

Ein dritter Versuch fand in der Papierfabrik Utzenstorf Anfang November 1988 statt. Das Holz war im Zeitraum August bis Oktober aufgerüstet worden. Die Entrindung verlief problemlos. Die Schliffqualität war in Ordnung. Sie wurde, wie bei den anderen Versuchen, durch werksübliche Laborproben überprüft (*Tabelle 2*). Es handelte sich bei den untersuchten Holzschliffproben jeweils um eine Mischprobe, das heisst während 2 Stunden wurde jede Viertelstunde eine Probe Holzschliff entnommen, und diese acht Proben wurden gemischt. Zur Veranschaulichung der Messgrössen seien einige Ausdrücke erläutert.

Der *Mahlgrad* gibt dem Fachmann Hinweise auf die Entwässerbarkeit des Stoffes. Dies ist für die Trocknung bei der Papierherstellung wichtig.

Die *Weisse* ist abhängig von der Frische des Holzes und der Lagerung. Je frischer und weniger verfärbt das verarbeitete Holz ist, desto höher fällt die Weisse aus. Die Papierabnehmer verlangen gleichbleibende Weisse des gelieferten Papiers. Die Weisse wird bei der Papierherstellung etwas erhöht durch die Zugabe von Zellstoff. Sie sollte aber beim Holzschliff einen festgelegten Wert erreichen, damit nicht zusätzliche teure Massnahmen, wie zum Beispiel Bleichung, notwendig werden.

Tabelle 2. Beispiel Laboruntersuchung.

Papierfabrik Utzenstorf Holzschliff-Untersuchung von Prozessorholz (Mischprobe)		
		Vis. H.B.
Datum		23.11.88
Zeit		0730 - 0930
Stoffdichte	%	5.2
Temperatur	C	54
pH		6.0
Mahlgrad	SR	58
Splitter	%	0
Weisse	%	63.0
Bruchwiderstand	N	51.6
Elmendorf	mN	500
Reisslänge	m	3507
Blattgewicht =	3.2 g	= 100 g/m ²
Bemerkungen:	keine	

Bruchwiderstand und Reisslänge beziehen sich auf die Reissfestigkeit der Holzschliffprobe. Die Reissfestigkeit ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal des Papiers, da zum Beispiel die Zeitungsdruckmaschinen mit enormer Geschwindigkeit laufen. Die Reissfestigkeit wird durch Zugabe von Zellstoff, der längere Fasern aufweist als der Holzschliff, erhöht. Aber schon beim Holzschliff müssen bestimmte Grenzwerte erreicht werden.

Zusammenfassend kann zu den Laborauswertungen in Utzenstorf gesagt werden:

Die Labormesswerte des Prozessorversuches bewegen sich in einer üblichen Bandbreite. Der einzige gravierende Unterschied besteht in der Weisse. Das Prozessorholz weist erfreulicherweise gegenüber Vergleichsmessungen höhere Werte auf. Dies lässt sich durch die kurze Aufrüstungs- und Lagerzeit des Prozessorholzes erklären.

Die Versuche 1988 in den drei Papierfabriken ergaben zusammengefasst, dass die Entrindung von Prozessorholz, welches im Juni/Juli gerüstet wurde, problematisch ist, aber die Schliffqualität in keinem Werk beanstandet wurde.

3.3 Versuche 1989

Aufgrund der Entrindungsprobleme wurde beschlossen, 1989 zwei weitere Versuche durchzuführen (*Tabelle 3*). Dabei wurde in Utzenstorf Prozessorholz verarbeitet, das im Juni und Juli auferüstet worden war. In Perlen dagegen wurde Holz aus den Monaten August und September verarbeitet. – Die Versuche wurden also in umgekehrter Reihenfolge gegenüber dem Vorjahr durchgeführt.

Tabelle 3. Versuche 1989.

Werk:	Aufrüstung:	Verarbeitung:
Utzenstorf	Juni / Juli	Mitte August
Perlen	Aug. / Sept.	Mitte Oktober

Die Entrindung von Juni/Juli-Holz in der Papierfabrik Utzenstorf ergab anfangs einen leicht höheren Holzsplitteranteil als normalerweise. Durch die Reduzierung der Drehgeschwindigkeit der Entrindungstrommel konnten jedoch übermässige Holzverluste vermieden werden.

Die Entrindung von Holz, das im August und September geschlagen wurde, verlief in der Papierfabrik Perlen zufriedenstellend.

Die Versuche 1989 ergaben zusammengefasst, dass einerseits weniger Holzkörperverletzungen als im Vorjahr zu verzeichnen waren und andererseits die Entrindung ohne übermässige Holzverluste möglich war.

3.4 Lagerversuch 1989/90

Es galt nun noch, die Lagerschäden bei Prozessorholz mit konventionell gerüstetem Holz zu vergleichen (*Tabelle 4*). Deshalb wurden in der Holzstoff- und Papierfabrik Zwingen 50 Ster Prozessorholz und verschiedene kleinere Vergleichsmengen von konventionell gerüstetem Holz vom Oktober 1989 bis im März 1990 gelagert. Es wurde für den Versuch bewusst kurzes Holz gewählt, da sich bei kurzem Holz Lagerschäden in der Regel stärker auswirken als bei langem Holz. Auf dem Lagerplatz erfolgte keine künstliche Bewässerung zur Werterhaltung. Das Prozessorholz wies bei der Qualitätsüberprüfung Mitte März keine stärkeren Lagerschäden auf als das herkömmlich gerüstete Holz. Aus der Praxis der verschiedenen Werke lagen auch keine anderslautenden Aussagen vor. Der Lagerversuch wurde deshalb als ausreichend betrachtet. Damit wurde die Versuchsreihe der IG zur Abklärung der «Eignung von Prozessorholz zur Herstellung von Holzschliff» abgeschlossen.

Tabelle 4. Lagerversuch 1989/90.

Werk:	Zwingen		
Menge:	50 Ster	Aufrüstung:	Sept. 1989
Lager:	Okt. 89 - März 90	Beurteilung:	Mitte März 1990

4. Ergebnisse für die Forstpraxis

Aufgrund der Versuchsergebnisse der IG-Untersuchungen wurde eine gemeinsame Stellungnahme der HESPA/EIKA, der Schleifholz verarbeitenden Industrie, der Forstwirtschaftlichen Zentralstelle und der Interessengemeinschaft Industrieholz herausgegeben.

Darin wird festgehalten:

Prozessorholz wird bei der Abnahme im Werk nach den gleichen Kriterien klassiert wie herkömmlich gerüstetes Holz. Die Qualität muss den Sortiervorschriften entsprechen. Beim Schleifholz ist speziell zu beachten, dass auf genaue Meter abgelängt und der minimale Durchmesser von 10 Zentimeter nicht unterschritten wird.

Für die Holzschliffherstellung wird frisches Industrieholz gewünscht. Die teil- oder vollmechanisierte Aufrüstung bietet die Möglichkeit, grössere Mengen kostengünstig aufzurüsten und rasch zu liefern.

Die mechanisierte Aufrüstung hat aber auch Nachteile. Insbesondere Holz, welches in den Monaten Mai, Juni und Juli (Bildung des Frühholzes) aufgerüstet wird, ist sehr empfindlich auf Holzkörperverletzungen. Diese Holzkörperverletzungen sind

offensichtliche Schäden am Holz und können zu Holzverlusten bei der Trommelentrindung führen. Stark verletzte Stämme könnten deshalb bei der Werkabnahme als 2. Klasse taxiert werden.

In der Zwischenzeit wurden verschiedene andere Untersuchungen, zum Beispiel zum Einsatz von Vollerntern, durchgeführt (2, 3). Dabei wurde auch der Einsatz von Prozessoren im Laubholz untersucht. Für das Laubholz soll noch auf einen speziellen Punkt hingewiesen werden. Laubholz weist häufig starke, spitzwinklig abgehende Äste auf. Diese sind bei der Prozessorrüstung meistens nicht sauber entfernbar. Deshalb ist eine manuelle Vor- oder Nachrüstung für die Einhaltung der Sortiervorschriften, zum Beispiel für Buchen-Zelluloseholz, notwendig. Dies ist bei der Arbeitsinstruktion zu berücksichtigen.

Prozessorholz gehört heute zum Alltag. Es ist nicht mehr etwas Neues und Aussergewöhnliches wie 1987, als die IG-Untersuchungen eingeleitet wurden. Die Anzahl der eingesetzten Maschinen hat sich in der Schweiz seit 1988, wenn man die Vollernter auch dazu zählt, mehr als verdoppelt. Insbesondere zur Aufarbeitung des Sturmholzes 1990 wurden mehrere Prozessoren neu angeschafft. Die Holzmenge aber, welche durch Prozessoren mit Stachelwalzenvorschub aufgerüstet wird, vor allem durch den Vimek G30, hat sich nicht wesentlich geändert. Für die Aufrüstung von Schleifholz in der Saftzeit sind solche Geräte wegen der möglichen starken Holzkörperverletzungen nicht besonders geeignet. Dies war wohl mit ein Grund, dass vorwiegend andere Typen beschafft wurden.

Die Unternehmer, die Prozessoren und Vollernter betreiben, haben sich im Laufe der Zeit gut auf die Anforderungen der Abnehmer eingerichtet. Das gelieferte Holz ist in der Regel korrekt aufgerüstet, das heisst die Entastungsqualität ist zweckmässig und sortimentsorientiert, die geforderten Längen und Durchmesser werden eingehalten und die Wurzelanläufe sind entfernt. Durch sorgfältige Aufrüstung, insbesondere in der Saftzeit, halten sich die Holzkörperverletzungen im tolerierbaren Rahmen. Die wegen der Teilentrindung mögliche Holzwertung durch Verfärbung, und damit die Gefahr der Deklassierung, wird durch zügige Aufrüstung und rasche Lieferung verhindert.

Die Werkübernahme ist heute weitgehend problemlos. Oder nach den Aussagen eines Werkvertreters der Papierindustrie formuliert: «Es gibt Schleifholz, das korrekt aufgerüstet und sortiert ist und – anderes.» Diese Aussage gilt selbstverständlich nicht nur für Holz, das mit Prozessoren gerüstet wurde, sondern auch für konventionell gerüstetes Holz.

Nach diesen Ausführungen darf zum Schluss die Frage «Kann mechanisch aufgerüstetes Holz den Qualitätsansprüchen der Abnehmer genügen?» eindeutig mit «Ja» beantwortet werden.

Résumé

Récolte mécanique des bois – Répercussion sur la qualité des bois

L'engagement récent de processeurs en vue de rationaliser la récolte des bois a amené la Communauté suisse pour le bois d'industrie à procéder à des essais, à partir de 1987, en vue d'examiner si les bois récoltés à l'aide de processeurs convenaient à la fabrication de pâte de bois. Les problèmes rencontrés lors du façonnage mécanisé proviennent principalement du mécanisme d'avancement et d'ébranchage. Il est néanmoins possible d'éviter les dégâts au bois par un façonnage soigneux. Les inconvénients d'un écorçage partiel peuvent également être résolus par une évacuation rapide des bois. Les études réalisées sur l'écoulement, le stockage et la transformation de bois de râperie ont montré que le bois façonné avec soin ne présente pas d'inconvénients particuliers pour la fabrication de pâte de bois. Le bois façonné à l'aide de processeurs doit répondre aux prescriptions de classement en vigueur. Sur la base des expériences réalisées, une clause a été ajoutée pour le bois de râperie disant que le bois fortement endommagé doit être déclassé. Le bois façonné mécaniquement peut donc sans autre répondre aux exigences de qualité des acheteurs.

Traduction: Y. Berger

Literatur

- (1) Egloff, Hp. (1987): Mechanisierte Kurz- und Langholzverfahren mit dem Durchforstungsprozessor Vimek G30, Die Waldarbeit, 39, 2: 4–21.
- (2) Lüthy, Ch., Thees, O., Wüthrich, W. (1991): Kranvollernter FMG 990 Lokomo, vielfältiger Einsatz möglich, Wald und Holz, 72, 14: 90–100.
- (3) Wüthrich, W. (1990): Einsatz eines Kranvollernters für Nadel-Schwachholzdurchforstung, Wald und Holz, 71, 11/12: 954–963.

Dank

Allen an den Versuchen der IG Beteiligten sei an dieser Stelle bestens gedankt, insbesondere dem Projektleiter, Herrn Hanspeter Egloff von der Forstwirtschaftlichen Zentralstelle, für seinen engagierten Einsatz, den Einkaufsorganisationen HESPA und EIKA, die die Beschaffung des Holzes ermöglichten, den Werken für ihren Mehraufwand und ihr Entgegenkommen und den Forstunternehmern für ihre Mitwirkung. Die Projektarbeit war geprägt durch eine intensive und erfreuliche Zusammenarbeit.

Verfasser: Werner Riegger, dipl. Forsting. ETH, Schweizerische Interessengemeinschaft Industrieholz, c/o Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.