

# FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des

„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

1 Y 2894 E

27. Jahrgang

Nr. 4

April 1975

## Vibrations- und Lärmbekämpfung an Motorsägen aus amerikanischer Sicht \*)

Übersetzung von Professor Dr. H. Gläser, Münstertal

Vorwort aus dem KWF

Auf dem Gebiet der Vibrations- und Lärmbekämpfung wurde in den letzten Jahren mit besonderer Intensität gearbeitet, da die Zunahme der „Weißfingerkrankheit“ und der Lärmschwerhörigkeit bei der Waldarbeit, die in das Verzeichnis der anerkannten Berufskrankheiten aufgenommen werden sollen bzw. wurden, zu ernststen Bedenken Anlaß gibt. In der Bundesrepublik werden diese Bemühungen größtenteils durch die Arbeit des Fachnormenunterausschusses 14 „Kettensägemaschinen“ koordiniert. Auf die im Rahmen von IUFRO und FAO/ECE/ILO-Gemeinschaftsausschuß laufenden Arbeiten und die Arbeiten des KWF kann in diesem Zusammenhang lediglich verwiesen werden.

Z. Zt. wird vorrangig an der einheitlichen Festlegung von Methoden für die Vibrations- und Lärmmessung bei der Motorsäge gearbeitet, die international verbindlich werden sollen. Diese Bemühungen sind bei der Lärmmessung in der Zwischenzeit praktisch abgeschlossen worden.

Sehr viel schwieriger allerdings gestaltet sich die Erarbeitung von Beurteilungskriterien für die noch zumutbare Belastbarkeit des arbeitenden Menschen durch Lärm und Vibration. Trotz zahlreicher Bemühungen und enger interdisziplinärer Zusammenarbeit ist eine überzeugende Lösung auf diesem Gebiet leider noch nicht in Aussicht.

Wenn auch der vorliegende Auszug aus einem Referat von Thompson aus dem Jahre 1973 zwangsläufig in zahlreichen Punkten durch die rasche Entwicklung bereits überholt erscheint, und wenn er auch die vor allem aus der Lärmbelastung erwachsenden Gefährdungen in ihrer vollen Tragweite für die Gesundheit des arbeitenden Menschen noch nicht erkennt, erscheint es doch sinnvoll, dieses Referat im Rahmen der FTI abzudrucken und damit einen weiteren Beitrag zur Problematik der Vibrations- und Lärmbekämpfung zu liefern.

Dr. S. Leinert

\*) Auszugsweise Übersetzung von S. E. Thompson, McCulloch Corp.: Chain saw safety, vibration and noise, Society of Automotive Engineers (SAE), Publ. 730702 — West Coast Meeting, Portland, Oregon, 20. — 23. 8. 1973  
Nachdruck mit Erlaubnis, Copyright Society of Automotive Engineers, Inc., 1973. Alle Rechte vorbehalten.

Es ist recht einfach festzustellen, ob Maßnahmen erfolgreich sind, Benutzer von Motorsägen vor Schnitten und anderen Verletzungen zu schützen. Viel schwieriger ist jedoch zu ermitteln, ob annehmbare Werte für Vibration und Lärm erzielt worden sind. Das beruht teilweise darauf, daß die Intensität von Lärm und Vibration, ihre Einwirkungsdauer in verschiedener Stärke und die Zahl der Unterbrechungen während des Arbeitstages zwar alle von Bedeutung, aber nicht notwendigerweise bei jedem Motorsägenführer gleich sind. Außerdem ist noch nicht vollständig geklärt, wie weit der Mensch in der Lage ist, Schwingungen zu ertragen, die durch die Hände übertragen werden. Es ist durchaus zu erwarten, daß die heute in einigen europäischen Ländern geltenden Grenzwerte für die zulässige Vibration in Zukunft noch geändert werden, sobald bessere Zahlen verfügbar sind. In den USA gibt es noch keine gesetzlichen Bestimmungen über Vibrations-Grenzwerte. Lärmgrenzen können zuverlässiger bestimmt werden, aber die OSHA-Vorschriften (= Occupational Safety and Health Act / USA-Gesetz über berufliche Arbeits-Sicherheit und -Hygiene) scheinen doch bei ihrer Anwendung auf die Motorsägenarbeit, die im Laufe des Arbeitstages recht oft unterbrochen wird, allzu streng zu sein. Es gibt heute schon mehrere Motorsägen-Fabrikate, die Vorrichtungen zur Unfallverhütung besitzen, die auch Vibrationswerte aufweisen, die niedriger sind als die derzeit erlaubten Grenzwerte.

### Vibrations-Schäden

Durch vibrierende Maschinen verursachte physische Krankheiten wurden 1911 zum erstenmal klinisch beschrieben, aber sie werden wohl schon seit dem Aufkommen pneumatischer Gesteinsbohrer im Jahre 1839 ein Problem gewesen sein. Beweise von Schäden bei Motorsägen wurden aber erst allmählich bekannt, und oft waren sie auch unklar oder sogar widersprüchlich. Jedoch gilt es heute allgemein als erwiesen, daß Motorsägen-Vibration bei manchen Sägeführern Schäden verursachen kann. Aber zum Glück begannen die Motorsägen-Firmen schon schwingungsärmere Sägen einzuführen, als dies Problem deutlicher wurde.

### INHALT:

GLÄSER, H.:

Vibrations- und Lärmbekämpfung an Motorsägen aus amerikanischer Sicht

BOESEN, S., SCHLAGHAMERSKY, A.:

Rückketten als Hilfsmittel beim Rücken

## Die Eigenart der Vibrations-Schäden

Das Leiden wird „Weißfinger“- oder „Tote Hände“-Krankheit genannt. In der Literatur wird es gewöhnlich als traumatische, vasospastische Krankheit (TVD von traumatic vasospastic disease) bezeichnet, die eine Verengung der Blutgefäße in den Händen mit sich bringt, oder auch als berufsbedingtes Raynaud's Phänomen als Bezeichnung für alle damit in Zusammenhang stehenden Symptome. Diese umfassen gewöhnlich zeitweise Taubheit und Weißfärbung in den Fingern oder Händen und können zuweilen von einem prickelnden oder brennenden Gefühl vorher oder nachher begleitet sein, das für den Patienten unangenehm ist.

Die Gefühllosigkeit kann auch zu unsicherer Beherrschung der Motorsäge führen. Diese Erscheinungen treten viel häufiger bei Personen auf, die schon viele Monate oder Jahre Vibrationen haben erdulden müssen, als bei solchen, die bisher noch wenig Vibrationen erlebt haben. Das zeigt nachstehende Tabelle 1, die die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zusammenfaßt:

**Tabelle 1: Auftreten von Vibrations-Schäden-Symptomen bei Motorsägenführern und anderen Waldarbeitern**

| Jahr | Land             | Anzahl der beobachteten Arbeiter | davon in % | Einwirkungsdauer    | Symptome von Vibr. Schäden |
|------|------------------|----------------------------------|------------|---------------------|----------------------------|
| 1957 | UdSSR            | 14                               | 50         | weniger als 1 Jahr  | unbekannt                  |
|      |                  |                                  | 50         | 1 — 3 Jahre         | ja                         |
| 1962 | Tschechoslowakei | 27                               | 26         | unbekannt           | nein                       |
|      |                  |                                  | 74         | unbekannt           | ja                         |
| 1962 | Schweden         | 141                              | 46         | unbekannt           | nein                       |
|      |                  |                                  | 54         | unbekannt           | ja                         |
|      |                  |                                  | 51         | nicht beobachtet    | nein                       |
|      |                  |                                  | 49         | nicht beobachtet    | ja                         |
| 1967 | Schweden         | 290                              | 51         | andauernd           | nein                       |
|      |                  |                                  | 49         | andauernd           | ja                         |
|      |                  |                                  | 88         | nicht beobachtet    | nein                       |
| 1968 | Schweden         | 214                              | 12         | nicht beobachtet    | ja                         |
|      |                  |                                  | 47         | mehr als 3 Jahre    | nein                       |
|      |                  |                                  | 53         | mehr als 3 Jahre    | ja                         |
|      |                  |                                  | 62         | weniger als 3 Jahre | nein                       |
|      |                  |                                  | 21         | weniger als 3 Jahre | ja                         |

Die meisten Betroffenen können ihren Beruf weiter ausüben. Jene, die zu anderen Tätigkeiten ohne Vibration übergehen, haben mit der Zeit immer weniger und immer leichtere Anfälle. Keighley hat das allmähliche Aufhören der Symptome an Patienten beobachtet, die zu besseren Sägemodellen mit geringerer Vibration übergegangen sind.

Durch welchen Vorgang Vibration die Körpergewebe beeinflusst, ist noch nicht klar. Da scheint z. B. oft eine Gefäßverengung in den Fingern vorzuliegen, aber es ist ungewiß, ob diese auf einer Schädigung der Adern selbst oder der Nerven beruht, die jene steuern. Offenbar sind aber auch Knochen-, Gelenk- und Muskelgewebe manchmal betroffen.

## Zulässige Vibrationsgrenzen

Vibrationslimits sind schwierig festzusetzen, weil der Schädigungsvorgang nicht geklärt ist, und weil Statistiken über Gesundheitsgefahren in Abhängigkeit von Vibrationsstärke, Häufigkeit von Ruhepausen und durch Wiederholung sich steigernde Einwirkung noch selten sind. Die Sache wird weiter kompliziert durch die Einflüsse der Kälte, die Vibration in manchen Klima-Gebieten mehr zum Problem werden läßt als in anderen.

Trotz aller dieser Schwierigkeiten sind in verschiedenen Ländern Vibrations-Normen aufgestellt worden. Mit Ausnahme der schwedischen Richtlinien sind dies Limits für das, was der Mensch ohne Schaden ertragen kann, ausgedrückt als die zulässige Beschleunigung bei jeder Frequenz, wie sie von der

haltenden Hand aufgenommen wird. Auf diese Weise sind sie nicht auf Motorsägen beschränkt, sondern können ebensogut auch für andere vibrierende Maschinen angewendet werden. Mit Rücksicht auf die zusammengesetzten Wellenformen werden die meisten Normen auf der Grundlage des quadratischen Mittelwertes (Wurzel aus dem Mittel der Quadrate) in jeder Oktave (oder schmalere Schwingungsband) berechnet. Diese Methode ermöglicht die Messung mit handelsüblichen Beschleunigungsmessern und Oktav-Band-Zerlegern.

Die zur Zeit gültigen Normen der Sowjetunion, der Tschechoslowakei und Finnlands, sowie ein Vorschlag (von 1973), der von der ISO (International Standards Organization) erwogen wird, sind in Abbildung 1 miteinander verglichen. Finnland benutzt den ISO-Vorschlag, der seit mindestens 3 Jahren zur Diskussion gestanden hat.

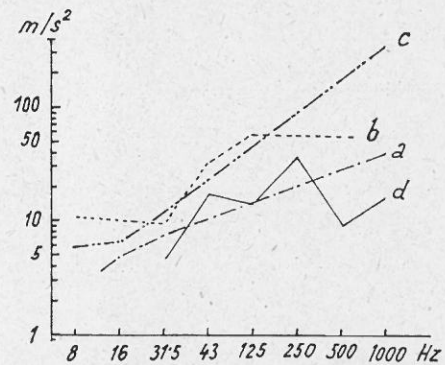


Abb. 1: Festgesetzte Höchstwertnormen für Vibration bei häufig unterbrochener Einwirkung im Vergleich mit der tatsächlich festgestellten Vibration einer Motorsäge.

(a) Höchstwert-Norm aus Sowjet-Rußland,

(b) aus der Tschechoslowakei,

(c) aus Finnland, gleichzeitig ISO-Vorschlag,

(d) Vibration der McCulloch SP-60 beim Schneiden von Kiefernholz.

$m/s^2$  = Beschleunigung in Meter/Sekunden<sup>2</sup>

Hz = Schwingungszahl der Octavband-Mitte in Hertz

Wenn man die Vibration mißt, die von einem so kleinen Gegenstand wie einer Motorsäge ausgeht, von der Hand aufgenommen wird, so wird in Praxis der Motorsägenführer zum wichtigen Teil des Systems. Die Vibration, die er aufnimmt, ist abhängig von der Festigkeit seines Anfassens, von der Masse, Elastizität und Dämpfungswirkung seiner Hände und Arme, und deren Platzierung mit Rücksicht auf die verschiedene Art und Weise, wie die Säge vibriert. Das ist aus Abbildung 2 zu ersehen, die die geringe Vibration einer McCulloch SP-60 Motorsäge zeigt, wenn diese fest angefaßt wird, im Vergleich zur Vibration derselben Säge, wenn sie an elastischen Schnüren frei aufgehängt wird.

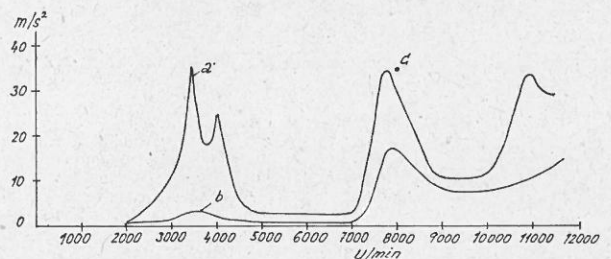


Abb. 2: Vergleich der Vibration im 250-Hertz-Band zwischen einer frei aufgehängten (a), einer von Hand festgehaltenen Säge ohne Last (b) und beim Schnitt mit Vollast (c) bei unterschiedlicher Motordrehzahl in U/min.

Die Variable „Sägenführer“ ist eine wirkliche Unbekannte bei der praktischen Anwendung dieser Normen. Die ISO will sich diesem Problem nun zuwenden.

Schweden hat einen eigenen „Standard-Mann“ entwickelt, um die Variable „Sägeföhler“ zu eliminieren. Die Richtlinien dieses Landes laufen insbesondere darauf hinaus, ob ein Motorsägentyp zugelassen oder nicht zugelassen werden soll — also nicht auf das, was ein Mensch an Vibrationen ertragen kann. Ihr Prüfmerkmal ist die Summe der Kräfte, die die vibrierende Säge auf die Aufhängungsarme überträgt, mit denen sie auf dem Prüfstand befestigt ist. Diese Arme haben eine solche Kombination von Masse und Elastizität, daß sie „eine federnde Wirkung ergeben, die ungefähr ähnlich derjenigen ist, als wenn die Säge mit der Hand gehalten würde“. Der federnde Teil ist eine Gummiverbindung und auf diese Weise wird auch die Dämpfungswirkung der Menschenhände in das System gebracht. Die schwedische Vibrations-Obergrenze für Motorsägen wird in Tabelle 2 aufgezeigt. Sie ist gleich der maximalen Vektorsumme der gleichzeitigen Kräfte in den drei Koordinatenrichtungen, die an jedem Handgriff gemessen werden. Die Kraft an jedem Handgriff muß bei allen Geschwindigkeiten (= Drehzahlen) des Arbeitslaufs der Maschine unter dieser Grenze bleiben.

**Tabelle 2: Schwedische Vibrationskräfte-Normen**

| In Kraft seit: | zulässige Kraft am Handgriff<br>N („Newton“) | kp   |
|----------------|--|------|
| 1. Juli 1971   | 80   | 8    |
| 1. Juli 1972   | 60   | 6    |
| 1. Juli 1973   | 50 *)  | 5 *) |

\*) Nur 10% der vor 1972 in Schweden geprüften Sägen wiesen geringere Werte als diese auf.

Der harmonische Anteil der gemessenen Kraft wird nicht bestimmt. Dieses System hat den Nachteil einer nicht normgerechten Apparatur, aber es besitzt die Einfachheit eines „ja oder nein“-Prüfmerkmals, und es eliminiert die menschliche Variable „Motorsägeföhler“.

#### Motorsägenkonstruktion mit dem Ziel der Vibrations-Verringerung

Die Konstrukteure haben immer wieder Versuche gemacht, die Vibration von Motorsägen dadurch zu verringern, daß sie der Kurbelwelle ein Gegengewicht gaben, um einen Teil der Trägheit des Kolbens auszugleichen. Das führte aber nur teilweise zum Erfolg.

In der Mitte der sechziger Jahre wandten sich viele Fabrikanten mehr der Vibrationsisolation zu als der Vibrationselimination. Zunächst bestanden diese Isolationen aus dünnen Gummikissen an den Befestigungsstellen der Handhaben und aus weichen Gummigriffen auf den Handhaben selbst. Diese erweisen sich als höchst wirkungsvoll bei den Schwingungskomponenten mit den höheren Frequenzen. Um auch die mittleren und niederen Frequenzen zu vermindern, fabrizierte man in zunehmendem Maße Sägen mit einem verhältnismäßig großen Massenanteil an den Handhaben und mit weicher Gummimontierung, die diese von dem vibrierenden Motorblock trennt. Das wird oft dadurch erreicht, daß man die Handhaben zusammen mit Kraftstofftank, Ölbehälter, Vergaser, Anlasser usw. zu einer Einheit verbindet. Je mehr solche Teile an den Handhabenblock angebaut werden, umso leichter wird der Motorblock. Die Sägeschiene bleibt bei allen heute auf dem Markt befindlichen Sägen starr mit dem Motorblock verbunden. Die Gummiverbindung muß derart sein, daß ein Kompromiß zwischen ihrer Biegsamkeit zur wirksamen Vibrationsverminderung und ihrer Steife zur vollen Beherrschung der Säge beim Schneiden gefunden wird. Man hat z. B. an einem vibrationsarmen Sägemodell beobachten können, daß die Verbindungen so weich sind, daß sie nach unten nachgeben und zusätzliche Vibration übertragen, wenn beim Ablängschnitt Druck ausgeübt wird.

#### Aussetzende Lärmeinwirkung

Die meisten Gehörverlust-Untersuchungen in der Industrie sind bisher an Personen gemacht worden, die fast dauerndem Lärm während des ganzen Arbeitstages ausgesetzt waren. Daten über die Langzeit-Auswirkungen von aussetzenden Lärmquellen, wie z. B. Motorsägen, sind jedoch spärlich. Die Forscher mußten sich auf die Theorie stützen, daß zeitweilige Minderung der Hörfähigkeit in Folge von Lärm in bestimmter Beziehung steht zum dauernden Verlust des Gehörs, und daß daher alle Arten von Lärmeinwirkung, die gleiche zeitweilige Gehörminderung verursachen, auch gleich sind in ihrer Dauerwirkung. Es ist relativ leicht, diese zeitweilige Hörschwellenänderung zu messen (TTS von: Tempory threshold shift of hearing).

Ein Überblick über TTS-Werte aus verschiedenen Quellen wurde von der National Academy of Sciences (Nationaler Forschungsausschuß, Unterausschuß für Hören, Bioakustik und Biomechanik) zusammengestellt. Diese Arbeit führte schließlich zur Veröffentlichung von zuverlässigen Durchschnittswerten von Lärmpegeln für dauernde und unterbrochene Einwirkung, wie sie in Tabelle 3 wiedergegeben sind.

**Tabelle 3: Zulässige Lärmpegel für Dauer- und unterbrochene Lärmeinwirkungen (dB (A))**

| Summe der Einwirkungszeit | Anzahl der Lärmeinwirkungsintervalle während des 8-Stundentags |     |     |           |           |                 |
|---------------------------|--|-----|-----|-----------|-----------|-----------------|
|                           | 1  | 3   | 7   | 15        | 35        | 75 150 und mehr |
| 8 Stunden                 | 90   | —   | —   | —         | —         | —               |
| 6 Stunden                 | 91   | 92  | 93  | 94        | 94        | 94              |
| 4 Stunden                 | 93   | 94  | 95  | 96        | 98        | 100             |
| 2 Stunden                 | 96   | 98  | 100 | 103       | 106       | 109 112         |
| 1 Stunde                  | 99   | 102 | 105 | 109       | 114 (115) | —               |
| 30 Minuten                | 102  | 106 | 110 | 114 (115) | —         | —               |
| 15 Minuten                | 105  | 110 | 115 | —         | —         | —               |
| 8 Minuten                 | 108  | 115 | —   | —         | —         | —               |
| 4 Minuten                 | 111  | —   | —   | —         | —         | —               |

Anmerkungen: Lärmeinwirkungsintervalle sind Zeitabschnitte, während derer der Lärm über 80 dB (A) bleibt. Die Unterbrechungen dazwischen betragen mindestens 5 Minuten. Es ist nicht klar, ob diese Werte für 85 oder 90% der betroffenen Personen Schutz bieten sollen.

Tabelle 3 läßt erkennen, daß häufige Unterbrechungen höhere Lärmpegel erlauben. Dies wird bestätigt durch eine Studie an Bergleuten, die unter aussetzendem Bohrlärm nicht mehr litten, als man von einem um 20 dB niedrigerem Dauerlärm hätte erwarten können.

Die Holzhauer lassen ihre Sägen nicht ständig laufen. Es ist relativ ruhig zwischen den Betriebszeiten. Die Motorsägen-Gesamtbetriebsstunden betragen nur selten mehr als 2 bis 3 Stunden je 8-Stundenschicht. Demnach wären nach Tabelle 3 bei 2 Stunden ununterbrochener Lärmeinwirkung oder bei 4 Stunden mit 15 Unterbrechungen jeweils noch 96 dB (A) in einer 8-Stundenschicht zulässig. „Zulässig“ bedeutet, daß mindestens 85–90% der 10 Jahre oder während des ganzen Arbeitslebens beanspruchten Personen nicht soviel Einbuße an ihrem Gehör erleiden werden, daß dadurch eine gewöhnliche Unterhaltung beeinträchtigt wird.

Die einzige bekannte audiometrische Untersuchung über die Gültigkeit dieser Theorie von der aussetzenden Lärmbelastung für Motorsägenführer ist der Bericht des US-Department of Health, Education and Welfare (H. E. W. = Gesundheits-, Erziehungs- und Sozialministerium) aus dem Jahre 1972. Dieser kommt zu dem Schluß, daß von den Personen, die den in den Tabellen als „gefährlich“ ersichtlichen Lärmpegeln ausgesetzt waren, nur die Hälfte soviel Hörschwellenänderungen aufwiesen, um sie unter „geringe Gefährdung“ einstufen zu müssen.

## Die OSHA-Richtlinien (= Occupational Safety and Health Act)

Das OSHA gilt für alle Industriebetriebe, die über die Grenzen der Einzel-Staaten der USA hinaus geschäftlich aktiv werden, daher auch für viele holzwirtschaftliche Betriebe. Seine Maßregeln über Lärmschutz zeigt Tabelle 4. Verglichen mit Tabelle 3 kann man bemerken, daß hier ausdrücklich sieben Unterbrechungen während des Arbeitstages angenommen werden, die unter Betriebsverhältnissen für solche Zwecke wie Eß-, Ruhe- und Instandhaltungspausen benötigt werden.

Tabelle 4: Nach OSHA zulässige Lärmeinwirkungen

| Dauer je Tag in Std. | Lärmpegel, langsame Aufnahme dB (A) |
|----------------------|-------------------------------------|
| 8                    | 90                                  |
| 6                    | 92                                  |
| 4                    | 95                                  |
| 3                    | 97                                  |
| 2                    | 100                                 |
| 1 — 1/2              | 102                                 |
| 1                    | 105                                 |
| 1/2                  | 110                                 |
| 1/4 oder kürzer      | 115                                 |

Wenn der Lärmpegel sich während des Tages ändert, darf die Summe der Verhältnisse der tatsächlichen zur zulässigen Einwirkungszeit bei jedem der verschiedenen Pegel nicht den Wert „Eins“ überschreiten.

Die Häufigkeitsverteilung der Geräuschpegel am Ohr des Sägefähers für 25 Sägen verschiedener Fabrikate und Typen zeigt Abb. 3. Dort sind die 3 Kurven für Leerlauf (a), Vollgas beim Schnitt (b) und Vollgas ohne Last (c) eingezeichnet. Diese Kurven beruhen auf kombinierten Werten des Ministeriums für H. E. W. und der neuseeländischen Forstverwaltung. Ein Teil der Streuung ist zweifellos den unvermeidlich unterschiedlichen Geländebedingungen und Meßmethoden zuzuschreiben. Solche Veränderliche müssen in Geräuschwerten aus allen Quellen erwartet werden.

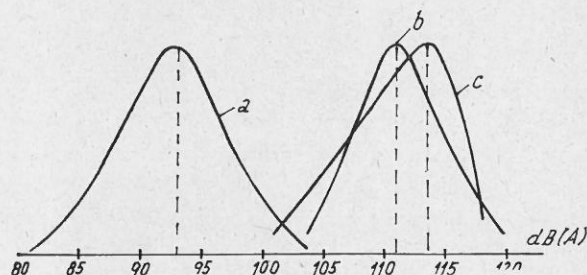


Abb. 3: Lärmpegel-Häufigkeit von 25 Motorsägen verschiedener Stärke im Leerlauf (a), beim Schneiden mit Vollgas (b) und bei Vollgas ohne Last (c).

## Lärmverminderung

Es ist klar, daß Motorsägenlärm so viel wie möglich vermindert werden sollte. Der Lärm einer Säge ist nicht abhängig von ihrer Stärke, und viele Sägen könnten viel leiser sein als sie sind. Ein großes Auspuffvolumen ist auch nicht der einzige Weg zur wirkungsvollen Lärmverminderung. Zwei geräuscharme Sägemodelle z. B. haben fast gleiche Werte für Motorstärke, Hubraum und Drehzahl: Das eine mit einem 91 cm<sup>3</sup> großen Auspuff und einem Lärmwert von 105 dB (A), das andere — von einem anderen Hersteller — hat einen 343 cm<sup>3</sup> großen Auspuff. Zwei Maschinen von diesem letzten Typ erzeugten aber 106.6 und 108.5 dB (A) Lärm, also mehr. Das erste Modell hat einen Auspuff mit einer flachen Zunge, die das Auspuffrohr bedeckt und sich bei jedem Gasausstoß wegbiegt.

Die wichtigste Lärmquelle ist der Auspufflärm, daher wird ihm auch bei der Motorsägen-Konstruktion die größte Aufmerksamkeit gewidmet. Der Maschinenlärm, besonders aus dem System Kette, Schiene und Kettenrad, ist jedoch nur 5 – 15 dB niedriger. Die Verminderung des Maschinenlärms mag sich leicht als ein schrecklicheres Problem erweisen als die Begrenzung des Auspufflärms.

## Zusammenfassung

Das Problem, sichere Motorsägen zu konstruieren, besteht darin, Mittel zu ersinnen, um Unfälle, Vibration und Lärm zu vermindern. Vieles davon ist schon erreicht worden oder kann erreicht werden.

Das, was von diesem Problem übrig bleibt, ist die Aufgabe, Leitlinien zu finden, mit denen man den Wert und den Erfolg dieser Bemühungen messen kann. Die Unfallstatistiken hinken verschiedene Jahre hinter der Einführung von Sicherheitsvorrichtungen her und variieren je nach Typ der Einschlagsarbeiten. Die Vibrationsnormen beruhen auf noch zu wenigen Daten. Die Meßmethoden auf diesem Gebiet sind noch Gegenstand der Diskussion. Sichere Grenzen für aussetzende Einwirkungen von Lärm hängen noch zu sehr von theoretischen Schlüssen aus der Forschung über Dauerlärm ab. Die Nachprüfung dieser Theorie ist schwierig.

Die Motorsägenhersteller haben nicht auf Druck von Regierungsseite oder auf vollkommene Normen gewartet. Sie haben sich bemüht, den Arbeiter nicht bis morgen auf die Sicherheit warten zu lassen, die er heute schon braucht.

## Rückeketten als Hilfsmittel beim Rücken

S. Boesen, Dr. A. Schlaghamersky, KWF, Buchschlag

Beim Rücken von Langholz ist man geteilter Meinung, wann Rückeketten oder -seile eingesetzt werden sollen. Vielfach ist dies dadurch bedingt, daß einmal benutzte Rückehilfsmittel eine Gewöhnung mit sich bringen und so eine Umstellung auf neuere oder modernere Rückehilfsmittel erschweren.

Die Rundstahlkette hat einen einfachen technischen Aufbau, und ist damit robust und geeignet als Anbinde- oder Anhängemittel beim Rückebetrieb. So hat sich in den letzten Jahren die

Qualität der Rückeketten derart verbessert, daß sie gegenüber den Rückeseilen im Gebrauchswert, ebenso in der Tragkraft als gleichwertig gelten.

## Prüfung von Ketten

Für die Herstellung und Verwendung der Rundstahlketten wurden in den 70er Jahren DIN-Normen in Zusammenarbeit mit dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstellen für Unfallverhütung, aufgestellt. Dem-

nach dürfen in der Forstwirtschaft nur geprüfte Ketten verwendet werden, die durch einen vorgeschriebenen Prüfstempel kenntlich gemacht sind. Dieser Prüfstempel hat neben den Gütezeichen die Kennnummer des Herstellers.

Die Prüfung beinhaltet einen Bruchversuch und die Bestimmung der Istbruchkraft an Kettenstücken sowie der gesamten Kette.

a) Bruchversuch an Kettenstücken zur Feststellung der Mindestbruchkraft. Bei Ketten, deren Nenndicke geringer ist als 11 mm, wird eine Probe von fünf Gliedern aus einem Los geprüft. Ein Los stellt eine Kettenlänge von 200 m dar. Diese Probe wird bei kontinuierlichem Zug bis über die festgelegte Mindestbruchkraft belastet. Falls der Bruch unter dieser Mindestbruchkraft erfolgt, werden zwei weitere Proben entnommen. Von diesen Bereichen muß einer die Mindestbruchkraft erreichen, sonst ist das Los zu verwerfen. Die Mindestbruchkraft wird in das Prüfzeugnis eingetragen, wenn die Istbruchkraft diese erreicht hat.

b) Prüfbeanspruchung ganzer Ketten zur Feststellung der Prüfkraft. Die Ketten, die aus den vorgenannten geprüften Losen hergestellt werden, kommen zur Prüfung in ganzer Länge, einschließlich Zubehörteile wie Endglieder, Ringe und Haken. Die Ketten werden unter gleichmäßigem Zug, bis zur in der DIN 5687 angegebenen Prüfkraft, belastet. Die in der DIN angegebene Prüfkraft ist die 1/10-fache Tragkraft. Die Ketten dürfen bei dieser Beanspruchung nicht zerreißen. Nach der Belastung bis zur Prüfkraft, müssen die einzelnen Kettenglieder auf Schadstellen untersucht werden.

Selbst eine nicht geborstene Kette darf nach der Prüfung nicht mehr als 3% fehlerhafte Kettenglieder aufweisen. Jede Kette, die die Prüfung überstanden hat, ist mit dem Prüfstempel auf der Kette zu versehen.

Hier werden je nach Tragkraft in N/mm<sup>2</sup> drei verschiedene Gruppen unterschieden (Abb. 1):

- Ketten in Normalgüte mit dem KG Stempel
- Vergütete Ketten mit dem V Stempel
- Hochfeste Ketten mit dem H Stempel

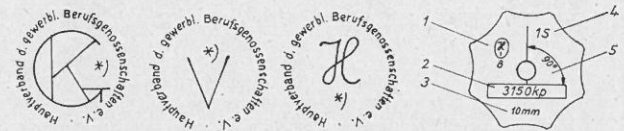


Abb. 1: Die verschiedenen Prüfstempel von Ketten: (von links nach rechts) Normalgüte, vergütete Ketten, hochfeste Ketten, Ketten der Güteklasse 8 (rote Achteckanhänger).

Die Bruchdehnung ist die aus einem Diagramm bei der Mindestbruchkraftprüfung entnommene gesamte Längenänderung beim Bruch, bezogen auf die ursprüngliche Länge. Diese Dehnung muß den DIN-Normen entsprechen und beträgt bei einer 8 mm hochfesten Kette mindestens 15%.

Nach der Prüfung wird durch den Prüfer ein Prüfzeugnis erstellt, in dem folgende Angaben enthalten sein müssen:

- a) Nummer des Prüfzeugnisses
- b) Hersteller bzw. Lieferer
- c) Werksnummer des Herstellers
- d) Werkstoff
- e) DIN-Bezeichnung, Länge, Gewicht
- f) Tragkraft
- g) Prüfkraft
- h) Mindestbruchkraft
- i) Prüfstempel
- k) Datum der Prüfung
- l) Prüfer

**Die Güteklassenbezeichnung**

Die Kennzahl der Güteklassen ist durch Beschluß des ISO (International Organisation for Standardisation) festgelegt worden und entspricht ungefähr 1/100 der Mindestbruchspannung der Kette in N/mm<sup>2</sup>.

| Güteklassen nach DIN | Mindestbruchspannung in N/mm <sup>2</sup> |
|----------------------|---|
| 5                    | 530                                       |
| 6                    | 600                                       |
| 8                    | 800                                       |

Aus Sicherheits- und Wirtschaftlichkeitsgründen sollen in der Forstwirtschaft nur Ketten der Güteklasse 8 verwendet werden. Die Merkmale dieser Ketten sind:

Sie haben eine genormte Länge, Dicke und Teilung, der Schweißstellendurchmesser darf die Dicke nicht mehr als um 7,5% überschreiten. Als Schweißart ist nur die Widerstands- oder Abbreinstumpfverschweißung zugelassen.

Als Grundmaterial wird Siemens-, Martin-, Elektro- oder Sauerstoffbleistahl verwendet, der voll beruhigt sein muß und zu Feinkorngüte schmilzt.

Zur Sicherung ausreichender Sprödbrochenempfindlichkeit soll der Gehalt an metallischem Aluminium 0,025 Gew. % mindestens jedoch 0,02 Gew. % betragen.

Der Gehalt an Phosphor und Schwefel darf höchstens 0,035 Gew. % betragen.

Weiterhin muß der Stahl zur Veredelung zwei Legierungszusätze enthalten, wobei als Zusätze Nickel, Chrom, Molybdän und als zweites auch Bor in Frage kommen. Mangan und Silizium gelten jedoch nicht als Legierungszusatz.

Die fertiggestellten Ketten werden durch Wärmebehandlung vergütet und anschließend den Prüfungen unterzogen. Bei Güteklasse 8 werden bei der Prüfung folgende Forderungen gestellt:

- Die Tragkraftspannung muß 200 N/mm<sup>2</sup> (20 kp/mm<sup>2</sup>),
- die Prüfkraftspannung muß 500 N/mm<sup>2</sup> (50 kp/mm<sup>2</sup>)

betragen, wobei die Prüfkraftspannung mit 63% der Mindestbruchspannung gemessen wird. Die Bruchspannung beträgt 800 N/mm<sup>2</sup> (80 kp/mm<sup>2</sup>). Die Kennzeichnung der Ketten mit Güteklasse 8 erfolgt durch ein Einstanzen einer 8 auf dem Kettenglied, wenn es die Kennzeichnung H erhalten hat. Zusätzlich wird die Kette mit einem roten Achteck-Anhänger versehen (Abb. 1).

Auf diesen Anhänger ist aufgestanzt:

1. Der nach DIN 085 vorgeschriebene H-Stempel
2. Höchstzulässige Tragfähigkeit der Kette
3. Nenndurchmesser der Kette
4. Zahl der Kettenstränge
5. Kennzeichnung, in welcher Zugrichtung diese Tragkraft zulässig ist.

**Wartung der Ketten**

Die Ketten für das Holzrücken sollten mindestens einmal halbjährlich besichtigt werden.

Die Besichtigung erstreckt sich auf die Feststellung von äußeren Fehlern, Verformungen, Anrissen und Abnutzung. Im Falle, daß der Gliederdurchmesser (der Durchmesser wird in zwei zueinander senkrechten Richtungen gemessen) um mehr als 10% der Nenndicke abgenutzt wurde, soll die Kette ausrangiert werden. Bei einer Längung der Kettenglieder von mehr als 5% sind die Ketten ebenfalls unbrauchbar, da hierbei die Fließgrenze des Stahls überschritten wird und sich damit die Brucheigenschaften verändern.

Gebrochene hochwertige Ketten dürfen nicht selbst repariert werden. Die im Werk reparierten Ketten werden neu Wärmebehandelt und einer Prüfung unterzogen, genau wie eine neue Kette.

**Handhabung der Ketten**

Die Käufer der Ketten haben das Prüfzeugnis sorgfältig aufzubewahren. Die Ketten sollen nur bis zu der angegebenen Tragkraft beansprucht werden.

Niemals sollte eine verknotete oder verdrehte Kette belastet werden. Ketten, die mehrfach um einen Baum geschlagen werden, dürfen sich nicht überkreuzen. Es dürfen keine selbst reparierten Ketten verwendet werden. Bei der Verwendung von Haken und Ösen, im Zusammenhang mit der Kette, ist auf gleiche Tragkraft zu achten. Haken dürfen nicht in Kettenglieder eingehakt werden. Die Ketten sind trocken zu lagern und bei längerer Lagerzeit einzufetten. Nach langer Lagerzeit sind die Ketten vor Gebrauch auf Korrosionsschäden zu überprüfen.

**Rückeketten**

Rückeketten sind hochfeste Ketten mit Gliederstärke von 8 bis

14 mm. Ihnen fehlt ein Gleitstein oder -haken, der sie für den Chokereinsatz verwendbar macht.

Als Beispiel für Rückeketten sollen die vom FPA geprüften vorgestellt werden:

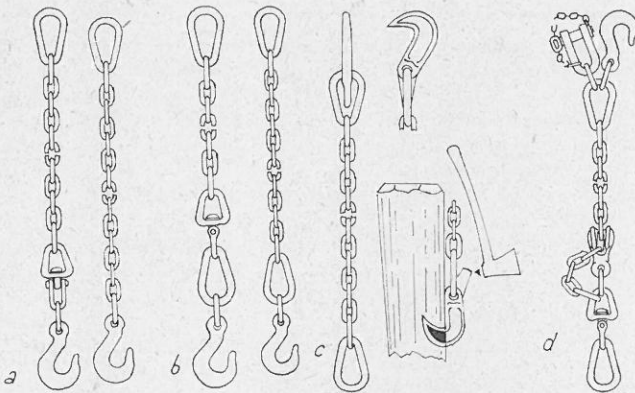


Abb. 2: Verschiedene Rückeketten, die jedoch nicht zum Chokern geeignet sind.

- a) Rückeketten mit Ösenhaken und einer Gliederstärke von 14 mm und einer Länge von 1,5, 2,01 und 2,5 m (Abb. 2a).
- b) Rückeketten mit Ösenhaken und birnenförmigem Ring zum beiderseitigen Durchschlaufen (Abb. 2b).
- c) Rückeketten mit Blitzhaken zum Einschlagen in den Stamm (Abb. 2c).
- d) Rückeketten mit Verkürzungsglasche, ovalen Ringen und Haken. Die Verkürzungsklaue ermöglicht ein kürzeres Anbinden der Last (Abb. 2d).

**Choker- oder Würgekettten**

Es sind Ketten, die mit einem entsprechenden Haken oder einer Öse, die an einem Zugseil befestigt und mit einem Würgering um die Last geschlagen werden.

Die Ketten fressen sich dadurch in den Stamm ein und werden dann vom Zugseil zusammengezogen.

Beim Rücken werden als Chokermittel zur Bildung von Lasten benutzt:

- 1. Ketten, die mit dem Gleithaken fest verbunden sind, z. B. mit einem birnenförmigen Haken mit Seilauflagefläche und Einführungsschlitz (Abb. 3)
- 2. Ketten, die in die am Seil befindlichen Gleithaken eingehängt werden und folgende Abschlüsse aufweisen:



Abb. 3: Chokerkette mit Gleithaken.

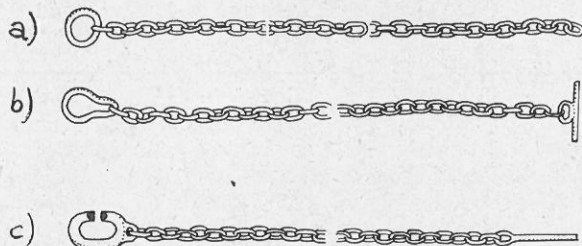


Abb. 4: Ketten mit verschiedenen Endgliedern

- a) Ketten mit geschlossenem Ring ohne Abschluß (Abb. 4a)
- b) Ketten mit birnenförmigem, geschlossenem Würgering und Schlüssel (Abb. 4b)
- c) Ketten mit offenem C-förmigen Würgering und Nadel (Abb. 4c)

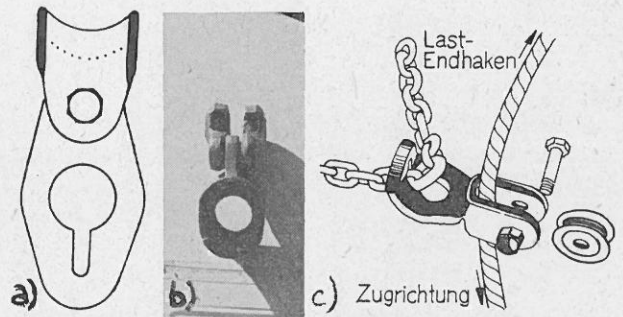


Abb. 5: Gleitsteine

3. Verschiedene Gleithaken, die auf das Zugseil aufgezogen werden:

- a) Gleitstein mit Einhängeöse (Abb. 5 a)
- b) Gleitstein mit Klaue (Abb. 5 b)
- c) Gleitstein mit Laufrolle (Abb. 5 c)

**Vergleichbarer Einsatz der Ketten gegenüber den Seilen**

Bei einer FPA-Prüfung von Chokerketten wurde ein Vergleich gezogen zwischen Chokerketten Grad 80, 8 mm und Chokerseilen. Dabei stellte sich folgendes heraus:

Bei einem vergleichbaren Chokerseil, in Bezug zur Nutzkraft, beträgt der Seildurchmesser 10 mm. Das Gewicht des Seiles war um 800 g pro Meter geringer als das der Kette und die Bruchkraft um 1300 kp höher. Bei Überbelastung zerreißen die Chokerseile, im Gegensatz zu den Ketten, mit einer bestimmten Zeitverzögerung. Die nachfolgende Gegenüberstellung der Zeitstudienenergebnisse gibt einen Überblick über die Zeitwerte beim An- und Abhängen und damit Handhabung der Ketten und Seile, wobei hier keine Vorteile für irgendein Anhängemittel zu verzeichnen war. Was beim Seil bei der Manipulation gewonnen wurde, ging durch den höheren Störanteil wieder verloren (Abhängen der Seile). In Abb. 6 und Abb. 7 sind die verwendeten Chokerketten und Chokerseile abgebildet.



Abb. 6: System der RUD-Chokerkette mit Verkürzungsklauen

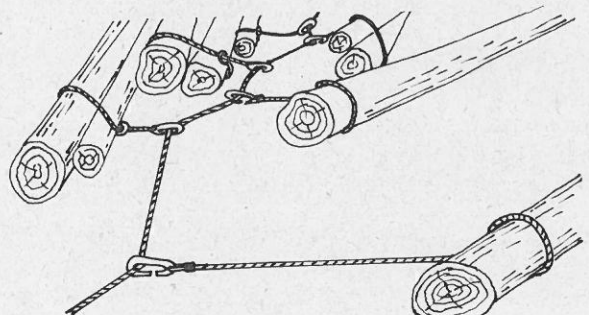


Abb. 7: Chokerseil mit Gleithaken

### Sommereinsatz

#### Gegenüberstellung der Zeitstudienresultate aus den Prüfstellen:

|  | P 1<br>bei Bu                   |                          | P 2<br>bei Fi                   |                          |
|--|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|  | RUD<br>8 mm<br>Choker-<br>kette | 10 mm<br>Choker-<br>seil | RUD<br>8 mm<br>Choker-<br>kette | 10 mm<br>Choker-<br>seil |
| 1 Minute pro Baum An- und Abhängen   | 0,99                            | 0,88                     | 0,99                            | 0,57                     |
| 2 Durch die Anhängemittel verursachte Störzeiten in % zum An- und Abhängen | 6,6                             | 41,2                     | 7,6                             | 47,5                     |
| 3 Min. pro Baum An- und Abhängen incl. Störzeiten                          | 1,06                            | 1,24                     | 1,06                            | 0,84                     |
| 4 Min. pro Kette oder Seil An- und Abhängen incl. Störzeiten               | 1,06                            | 1,44                     | 3,12                            | 1,83                     |
| 5 Angehängte Stückzahl pro Seil oder Kette                                 | 1,0                             | 1,2                      | 2,9                             | 2,2                      |
| 6 Lastgröße in Stück pro Fahrt   | 3,7                             | 4,4                      | 12,6                            | 9,8                      |
| 7 Durchschnittlich benutzte Stückzahl von Choker                           | 3                               | 3                        | 6                               | 6                        |
| 8 Prozentanteil dünnörtig gerückt  | 20                              | 20                       | 50                              | 50                       |
| 9 Durchschnittliche Seilentfernung in Meter                                | 30                              | 30                       | 30                              | 30                       |

#### Zusammenstellung der Einsatzverhältnisse aus den Prüfstellen:

|                        |             | P 1                    | P 2                    |
|------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| Baumarten im Bestand   |             | 60% Fi<br>40% Bu       | 50% Fi<br>50% Bu       |
| Mittelstamm $\phi$     |             | 0,50 Fm                | 0,17 Fm                |
| BHD $\phi$             |             | 35 cm                  | 17 cm                  |
| Gerücktes Sortiment    |             | Bu Langholz            | Fi IN-Lang             |
| Zopfdurchmesser $\phi$ |             | 10 cm                  | 10 cm                  |
| Geländeverhältnisse:   |             |                        |                        |
| Hang                   |             | 15%                    | 5%                     |
| Bodenoberfläche        | Stufe 1     | 90%                    | 100%                   |
|                        | Stufe 2     | 10%                    |                        |
| Bodenüberlagerung      | Stufe 1     | 100%                   | 100%                   |
| Bodenwuchs             | Stufe 1 — 2 | 30%                    | 50%                    |
|                        | Stufe 3 — 4 | 60%                    | 50%                    |
|                        | Stufe 5     | 10%                    |                        |
| Witterung              |             | 70% naß<br>30% trocken | 30% naß<br>70% trocken |
| Schlepper              |             | Uniknick<br>UK 52-1    | U 84                   |
| Rückeraggregat         |             | Werner                 | Werner                 |
| Windenzugkraft         |             | 6 t                    | 4 t                    |

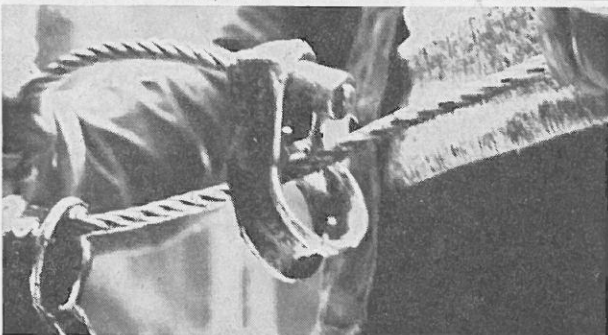


Abb. 8: Chokerseil mit Gleitstein



Abb. 9: Das Zugseil wird am Ende mit einem Keilschloß versehen.

### Wintereinsatz

Ein weiterer Vergleich wurde im Schwarzwald im Winter gefahren. Bei einem Vergleich mit Chokerseilen wurden Seile mit Gleitsteinen (Abb. 8) und als Seilabschluß Keilschlösser (Abb. 9) benutzt. In P 3 wurde unter schwierigsten Geländebedingungen nur mit den RUD-Chokerketten 8 mm gerückt. In P 4 wurde der Vergleich mit den Chokerseilen gefahren.

#### Zeitstudienresultate:

|   | P 3<br>RUD<br>8 mm<br>Choker-<br>kette<br>2 m lang | P 4a<br>RUD<br>8 mm<br>Choker-<br>kette<br>2 m lang | P 4b<br>14 mm<br>Choker-<br>seil<br>2 m lang |
|---|--|---|--|
| Zeit für Anbinden der Stämme pro Stück in Minuten | 0,75   | 0,35  | 0,34   |
| Zeit für Anbinden der Ketten pro Stück in Minuten | 0,86   | 0,40  | 0,37   |
| Zeit für Abhängen der Stämme pro Stück in Minuten | 0,23   | 0,13  | 0,13   |
| Zeit für Abhängen der Ketten pro Stück in Minuten | 0,29   | 0,14  | 0,14   |
| Störungen durch Choker:                           |  |   |  |
| a) Aushängen aus der Klaue x mal                  | 5  | 7   | 23   |
| b) Abstreifen vom Stamm x mal                     | 0  | 1   | 2  |
| c) Verstopfen x mal                               | 1  | 0   | 1  |
| Störzeiten in % zum An- und Abhängen              | 9,5  | 5,8   | 35,2   |
| % Anteil dünnörtig gerückt                        | 100  | 86  | 72   |
| Durchschnittl. Seilentfernung m                   | 167  | 51  | 47   |

#### Einsatzbedingungen:

|                              | P 3   | P 4a/b   |
|------------------------------|---|--|
| Baumarten im Bestand         | Fi./Ta.   | Fi./Ta./Dou.   |
| Alter                        | 60 j  | 60 j   |
| Bestockungsgrad              | 0,7   | 1,1  |
| BHD                          | 20 cm   | 17 cm  |
| Hiebsatz pro ha              | Sammelhieb  | 58 EFm   |
| gerücktes Sortiment          | Fi./Ta. Stammholz   | Fi./Ta. Stammholz  |
| Durchschnittliche Stammlänge | 13 m  | 9 m  |
| Durchschnittliche Zopfstärke | 13 cm   | 13 cm  |
| Schlagordnung                | Windwurf  | gut  |
| Geländeausformung            | Kar-Einschnitt<br>Blocküberlagerung<br>am Oberhang,<br>sumpfig im Tal   | Blocküberlagerter<br>Hang  |
| Oberfläche                   | Blocküberlagerung,<br>Heidelbeer u. Jung-<br>wuchs bis 40 cm<br>Höhe, Torfmoos,<br>vereinzelte Schnee-<br>felder von 10 cm Höhe | Starke Blocküberlage-<br>rung, starke Kronen- und<br>Astaufage durch voran-<br>gegangene Fällung,<br>vereinzelte Schnee-<br>felder bis 20 cm Höhe,<br>ab 23. 1. 75 10 cm Neu-<br>schnee am letzten Prüf-<br>tag,<br>LKW-Weg mit voll-<br>kommener Schneedecke<br>bis 25 cm Höhe. |
| Witterung                    | naßkalt   | naßkalt, geringer Frost  |
| Gerät                        | Schlepper U 80<br>RUD-Chokerketten<br>8 mm, 2 m lang  | wie vor<br>am letzten Prüftag<br>Chokerseile 14 mm<br>2 m lang mit Geilt-<br>steinen (P 2b)  |
| Arbeitsverfahren             | 2 Mann<br>Rücken von Stamm-<br>und Faserholz in<br>fallenden Längen<br>und Ablegen in<br>getrennten Poltern                     | wie vor  |

Die Oberflächenhärte der Kette ist bedeutend höher als die des Seiles. Damit ist die Kette verschleißfester und besitzt einen größeren Schutz gegenüber Beschädigungen. Durch die Feingliederungen der Kette und damit Verformbarkeit, hält sie besser am Stamm und ermöglicht auch ein einwandfreies Rücken in schwerem Gelände mit Hindernissen wie Block-

überlagerung usw. Auch bei starker Verschmutzung und bei Schnee hält die Kette einwandfrei am Stamm und im Zug. Zudem ist durch die Verformbarkeit eine Lastbewegung in alle Richtungen gut gesichert. Die Möglichkeit, eine Verkürzungsklaue an der Kette einzusetzen, bringt den Vorteil, eine kurze Verbindung zwischen Stamm und Zugseil herzustellen und die Last dichter an den Schlepper bzw. das Polterschild zu ziehen (Abb. 6).

Die Ketten können auch bei einfachen Rückegeräten, wie Rückebalken mit Einhängeschlitzen, verwendet werden.

Bei der Arbeit mit Ketten ist die Kontrolle nach einer Überbelastung leichter, da die Kettenglieder eine sichtbare Verformung erhalten. Auf Grund der längeren Lebensdauer ist die Kette oft wirtschaftlicher als Chokerseile. Ein Beispiel mit einer groben Kalkulation zu der RUD-Chokerkette mag diese Feststellung verdeutlichen:

Der Preis der RUD-Chokerkette beträgt ohne Mehrwertsteuer, jedoch mit Gleitstein und Verkürzungsklaue 101,65 DM.

Wird zum Beispiel ein Schlepper mit Doppeltrommelwinde mit einem Chokersatz von RUD ausgerüstet, muß man mit folgenden Kosten rechnen:

|  |            |
|--|------------|
| 6 RUD-Ketten mit Gleitsteinen pro Seil = $12 \times 101,65 \text{ DM} = 1219,80 \text{ DM}$  |            |
| Werden als Seilabschlüsse noch Seilschlösser von RUD angekauft, muß mit einem zusätzlichen Betrag von 80 DM (geschätzt) gerechnet werden | = 80,— DM  |
|  | 1299,80 DM |

Rechnet man damit, daß mit den 6 RUD-Ketten 10000 Efm gerückt werden, so kann man bei einer Leistung von 6 Efm pro Betriebsstunde mit einer Lebensdauer von rund 1700 Betriebsstunden kalkulieren. Damit wird die Betriebsstunde mit 0,72 DM belastet.

Dagegen kostet die Ausrüstung eines Schleppers mit Chokerseilen: 12 Chokerseile (12 mm  $\phi$ , 2 m lang, 180 kp/mm<sup>2</sup>) mit Seilköpfen und Seil- sowie Chokerhaken,  $12 \times 67,30 \text{ DM} = 3.807,60 \text{ DM}$ . Bei einer Lebensdauer von 500 Betriebsstunden kann mit einer Stundenbelastung von 1,62 DM gerechnet werden.

#### Vergleich der Chokerketten untereinander

Grundsätzlich sind nur Ketten der Güteklasse 8 zu verwenden, da diese die vorgenannten Vorteile gegenüber dem Seil besitzen und gegenüber anderen Ketten im Bezug auf Nutzbruchspannung, Gewicht und Bruchdehnung ungleich günstiger liegen.

Chokerketten mit separaten Gleitsteinen, die mit dem Zugseil fest verbunden sind, sind günstiger als Ketten mit einem Gleitstein, der in das Seil eingehängt wird. Die Ausformung der Gleitsteine ist so, daß sie besonders seilschonend sind und ein gutes Chokern garantieren. Sie können sich nie aus dem Seil lösen. Ein Gleitstein soll entweder eine Kettenöse oder eine Klaue besitzen, um die Chokerketten verkürzbar einhängen zu können und eine gute Lastbündelung zu gewährleisten.

Der Abschluß der Chokerkette mit einem offenen Würgering hat Vorteile gegenüber dem mit geschlossenem Würgering. Beim offenen Ring ist das Lösen und Befestigen des Stammes erleichtert, da die Kette nicht immer von der Klaue gelöst und durch den Ring gezogen werden muß. Als zweckmäßiger Abschluß am anderen Kettenende hat sich die Nadel erwiesen. Sie erleichtert das Unterfahren des Stammes und das Ein- und Ausfahren durch Kettenösen. Ketten, die im Baukastenprinzip hergestellt sind, erleichtern eine Veränderung betreffend der Ösen und Haken und damit Reparaturen.

Die Kettenindustrie ist bestrebt, auch in Zukunft die forstlichen Gesichtspunkte bei der Produktion von Ketten zu berücksichtigen, und mit der zunehmenden Gütesteigerung wird die Kette in Zukunft wohl immer häufiger in Forstbetrieben eingesetzt werden.

#### Literatur

1. BOESEN, S.: Abschlußbericht über die Einzelprüfung der RUD verkürzbaren Chokerkette 8 mm — Grad 80 im Baukastensystem. KWF-Buchschatz (1974), S. 51 — 61. Manuskript.
2. KUHN, P.: Praktische Erfahrungen mit Choker-Ketten. Der Schweizer Förster (1974), Jg. 110, S. 241 — 248.
3. Deutsche Normen: DIN 685 Geprüfte Rundstahlketten. Deutscher Normenausschuß (DNA), (1971), S. 1 — 4. DIN 5687 Rundstahlketten Güteklasse 8. Deutscher Normenausschuß (DNA), (1972), S. 1 — 4.
4. Nordwestliche Eisen- und Stahl-Berufsgenossenschaft: Richtlinien für Rundstahlketten, Seile und Lastaufnahmemittel im Hebezugbetrieb. Nr. 671.7, S. 1 — 10.
5. RUD-Kettenfabrik: Firmenunterlagen
6. ERLAU-Kettenfabrik: Firmenunterlagen