

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	131 (1980)
Heft:	9
Artikel:	Fehler bei der Rundholzmessung
Autor:	Schmid-Haas, P. / Werner, J. / Baumann, E.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-766563

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: 15.01.2026

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

Fehler bei der Rundholzmessung

Von *P. Schmid-Haas, J. Werner und E. Baumann* Oxf. 526 : 365.5
(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 8903 Birmensdorf ZH)

1. Einleitung

Diese Untersuchung befasst sich mit der Einmessung des Stammholzes, den dabei auftretenden Fehlern und ihren Folgen. Die Arbeit ist mit Hilfe von vielen Praktikern in den Kantonen Zürich, Bern, Schwyz, Obwalden, Glarus, Solothurn, St. Gallen, Graubünden, Aargau, Thurgau und Neuenburg möglich geworden. Bei 30 Förstern haben wir kurzfristig einen Besuch angemeldet und sie dann um die Erlaubnis gefragt, ihre Messkluppen genau überprüfen sowie etwa 50 bereits vermessene Stammstücke nachmessen zu dürfen. Diese Erlaubnis wurde uns immer erteilt. Dabei haben wir uns selbstverständlich verpflichtet, alle Resultate streng anonym zu behandeln.

Meistens konnte mit den Förstern ausführlich über die Probleme beim Einmessen des Rundholzes diskutiert werden. Für die daraus abgeleiteten Erkenntnisse sind wir allen Beteiligten besonders dankbar. Allerdings hat uns erst die vielfältige Auswertung der Resultate genauer gezeigt, wo die Probleme liegen und wie gravierend sie sind.

Im nächsten Kapitel wird das wichtigste Messinstrument, die Kluppe, eingehend besprochen. Dabei zeigt sich, dass bei den modernen leichten Kluppen Fehler auftreten, die früher weniger wichtig und daher nie beachtet worden waren. Das Kapitel 3 behandelt die bei den Kontrollmessungen festgestellten Messfehler und deren Folgen für die fakturierte Holzmenge und den Verkaufserlös. Probleme der Qualitätsansprache wurden dabei ausgeklammert. Im letzten Kapitel wird eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Resultate gegeben. Schliesslich werden einige Massnahmen vorgeschlagen, um das Holz rationell einmessen und trotzdem grosse Fehler bei der Ermittlung der Menge und der Klassierung vermeiden zu können.

2. Die Messkluppen

2.1 Anforderungen an die Messkluppen

Zur Rundholzeinmessung werden eine Kluppe und ein Längenmass benötigt. Als Längenmass dienen Messbänder, Doppelmeter und Ablängstäbe,

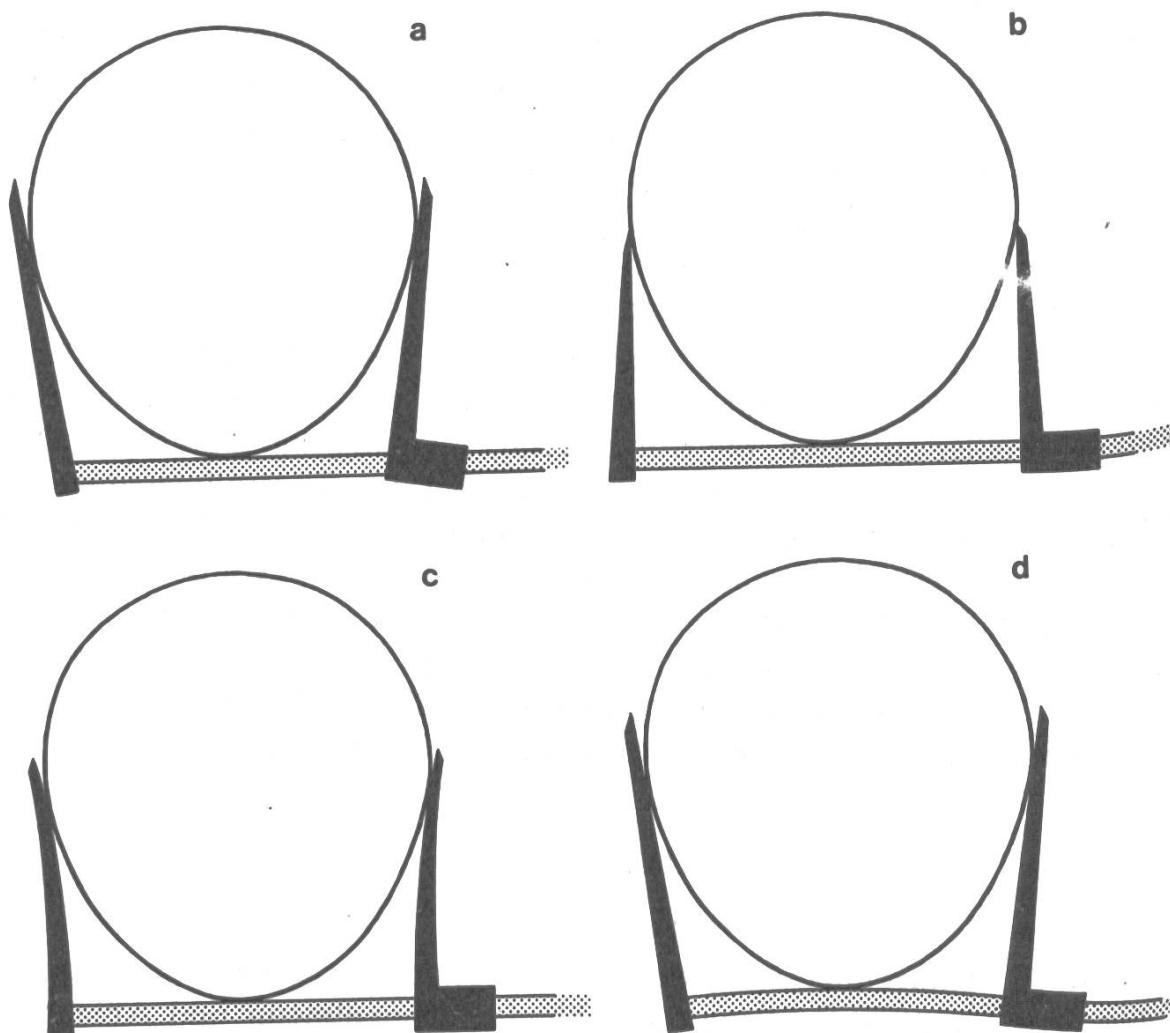
die im Gegensatz zur Kluppe wenig Probleme aufgeben. Immerhin haben wir Ablängstäbe gefunden, die falsche Masse lieferten, weil ihr Dorn verkrümmt war.

Die Messkluppe soll handlich, ihr freier Schenkel leicht bewegbar sein. Darüber hinaus sollte die Kluppe rasch gereinigt werden können, wenn ihre Bedienung einmal durch Harz oder andere Verunreinigungen erschwert ist.

Vor allem sollte eine Messkluppe keine oder doch möglichst geringe Messfehler verursachen. Systematisch falsche Messergebnisse entstehen, wenn der Massstab verzerrt ist oder sein Nullpunkt nicht am richtigen Ort liegt sowie wenn die Schenkel klaffen, also nicht genau parallel sind (Abbildung 1a). Diese Fehlerquellen sind längst bekannt und ihre Folgen in den

Abbildung 1. Die wichtigsten Kluppenfehler.

Die Kluppe kann klaffen (a), zu kurze Schenkel aufweisen (b), ihre Schenkel können verbogen sein oder sich beim Messen durchbiegen (c), das Kluppenlineal kann verbogen sein oder sich beim Messen durchbiegen (d). Die in der Schweiz verwendeten Kluppen weisen häufig alle diese Fehlerquellen auf. Bei den leichten und handlichen Kluppen biegt sich vor allem das Kluppenlineal viel zu leicht durch.



Lehrbüchern der Holzmesskunde eingehend erläutert. Die Kluppen sind auf diese Fehler auch leicht überprüfbar.

Darüber hinaus können Fehler entstehen, wenn die Klappenschenkel zu kurz sind (Abbildung 1b). Da die Stammstücke meist nicht genau rund sind, sollten die Klappenschenkel etwas länger sein als die Hälfte des maximal messbaren Durchmessers.

Eine Ursache für grosse mögliche Fehler wurde bisher völlig ungenügend beachtet: Kluppenlineale und Klappenschenkel können sich beim Messen durchbiegen und der Winkel zwischen Lineal und beweglichem Schenkel kann sich unter dem Druck verändern (Abbildungen 1c und 1d). Bei den früher üblichen, massiv gebauten Kluppen war diese Fehlerquelle nicht sehr wichtig, einige der handlichen modernen Kluppen zeigen aber gerade hier ihre grosse Schwäche. Die Grösse der dadurch bedingten systematischen Verfälschungen ist von der Kluppe und von der Kraft abhängig, mit der diese beim Messen bedient wird.

Alle diese Kluppenfehler (Klaffung, Verbiegungen von Lineal oder Schenkel, zu kurze Schenkel) bewirken meist Fehler mit dem gleichen Vorzeichen und können dadurch einen relativ grossen Gesamtfehler bewirken: Fast immer bewirken die Kluppenfehler, dass zu geringe Durchmesserwerte ermittelt werden. Kluppenfehler wirken sich also im allgemeinen zu ungunsten des Verkäufers und zu ungunsten des Akkordanten aus.

2.2 Eichvorschriften

Gemäss der Vollziehungsverordnung zum Bundesgesetz von 1909 über Mass und Gewicht müssen sämtliche im Handel verwendeten Masse geeicht und mindestens alle drei Jahre einmal vom Eichmeister nachgeprüft werden. Für die Messkluppen ist insbesondere Artikel 30 dieser Vollziehungsverordnung massgebend:

«Die Messkluppen zur Bestimmung der Durchmesser von Stämmen und Stammenteilen unterliegen, insofern sie zur Preisbestimmung der Hölzer für den Handel dienen, der Eichung. Dieselben bestehen aus einem geraden Lineal von genügender Stärke, dessen schmale Seitenflächen, wenn sie nicht ganz aus Metall bestehen, durch Metallkanten gegen allzu rasche Abnützung geschützt werden. Auf der breiten Fläche des Lineals ist eine Zentimeterteilung in einer etwas vertieften Nut angebracht.

Die Messkluppe kann auf eine beliebige Länge ausgeführt werden. An einem Ende ist ein zum Lineal senkrecht stehender fester Schenkel angebracht, während ein zweiter Schenkel auf dem Lineal gleiten kann. Das Lineal soll vom Einteilungsende an noch genügend verlängert sein, damit der bewegliche Schenkel, auf dem Endstrich eingestellt, noch festen Halt hat. Als Ablesungsmarke gilt die Seite des beweglichen Schenkels, welche dem festen zugewendet ist. Der bewegliche Schenkel soll so konstruiert sein, dass

er unter allen Umständen ohne zu starke Reibung auf dem Lineal gleiten kann. Die Länge der Schenkel soll wenigstens der halben Länge des Lineals gleich kommen. Bezuglich der Fehlergrenzen für die Einteilung gelten die Bestimmungen des Art. 27. Der Unterschied zwischen Entfernungen der Spitzen und des Abstandes der Schenkel am Lineal darf 2 mm nicht übersteigen. Die Eichung verliert ihre Gültigkeit, und es ist die Stempelung zu kassieren, wenn durch Abnutzung des Lineals der bewegliche Schenkel mittelst mässigem Druck der Hand um mehr als 5 mm aus seiner Parallelstellung zum festen Schenkel verstellt werden kann.»

Leider berücksichtigen diese von 1912 stammenden Eichvorschriften nicht, dass sich Kluppenlineal und Klappenschenkel durchbiegen lassen und dass die Klappenschenkel zu kurz sein können. Meist sind gerade das die wichtigsten Fehler der modernen Kluppen.

2.3 Die vorgefundenen Klappentypen

In den 30 Betrieben, die wir für diese Untersuchungen besucht haben, wurden uns 35 Kluppen vorgezeigt, 20 Holzkluppen (Typ A), 7 Aluminiumkluppen mit einem Dreikantlineal (Typ B), 6 Aluminiumkluppen mit einem Flachprofillineal (Typ C) sowie 2 alte Eisenkluppen. Zwei Drittel der Kluppen wiesen einen Massstab von 80 cm Länge auf, die übrigen einen von 50, 60, 70 oder 100 cm. In vielen Betrieben haben wir nur eine Kluppe vorgefunden. Das bedeutet, dass kleine Bäume mit einer zu grossen Kluppe gemessen werden müssen. Sobald die Schenkel der Kluppe länger sind als der Stammdurchmesser, kann bei der Liegendvermessung die Messvorschrift nicht mehr eingehalten werden, die besagt, dass das Kluppenlineal den Stamm fast berühren soll.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über einige Eigenheiten der drei heute käuflichen Klappentypen. Um den Vergleich zu erleichtern, beschränken wir uns dabei auf die Daten für Kluppen mit Massstäben von 80 cm Länge.

Tabelle 1. Die gebräuchlichsten Kluppen

		<i>Typ A</i>	<i>Typ B</i>	<i>Typ C</i>
Lineal	Material	Holz	Aluminium	Aluminium
	Profil	Rechteck	Dreieck (hohl)	Rechteck
Schenkel	Material	45 × 12 mm	S = 24,5 mm	25 × 5 mm
	Länge	Holz und Eisen-spitzen	Aluminium/ Messing	Aluminium/ Kunststoff
Gewicht		44 cm	41 cm	41 cm
Skala		1,6 kg	1,2 kg	0,8 kg
		1 cm	1 cm	1 cm
		Stufen farbig		

Dabei fällt auf, dass die Aluminiumkluppen etwas zu kurze Schenkel aufweisen. 19 der vorgefundenen Kluppen waren geeicht, 16 waren nie geeicht worden. Nur 9 der Kluppen waren vom Eichmeister vorschriftsgemäss innerhalb der letzten drei Jahre überprüft worden.

Über dieses Resultat wurde das Eidgenössische Amt für Messwesen unterrichtet, welches seinerseits die Eichmeister auf diesen Missstand aufmerksam gemacht hat. Ferner hat dieses Amt in Zusammenarbeit mit der Forstwirtschaftlichen Zentralstelle der Schweiz die im Handel erhältlichen Kluppen einer Typenprüfung unterzogen und die im Handel mit Kluppen tätigen Firmen bewogen, nur noch geeichte Kluppen zu verkaufen.

2.4 Prüfung der Kluppen

Zuerst wurde überprüft, wie leicht sich die Kuppe bedienen lässt, indem die Mindestkraft bestimmt wird, mit der der freie Klappenschenkel bewegt werden kann. Bei den neueren Aluminiumkluppen genügten meist Kräfte bis zu 2 kg, während bei denjenigen Holzkluppen, die sich in gutem Zustand befanden, im allgemeinen Kräfte von 1 bis 3 kg notwendig waren. Zwei der Holzkluppen liessen sich nur bedienen, wenn eine Kraft von mindestens 6 beziehungsweise 7 kg aufgewendet wurde.

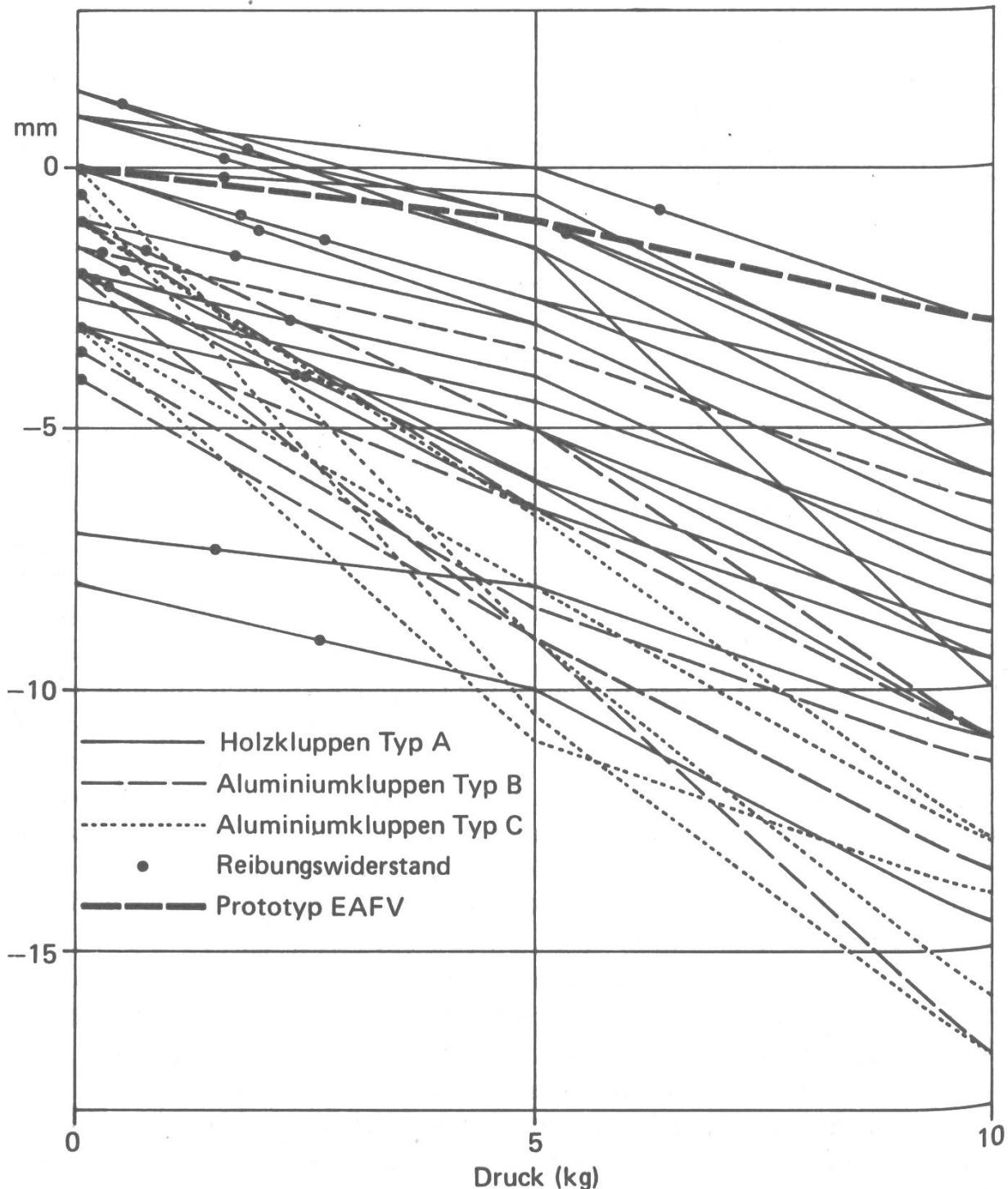
Leider kann nicht leicht überprüft werden, wie gross die Kraft ist, mit der ein Kluppenführer die Kuppe andrückt. Diese Kraft richtet sich einerseits nach der zu bedienenden Kuppe und beträgt bei klemmenden Kluppen leicht zehn und mehr Kilogramm. Sie ist anderseits vom Messenden abhängig und davon, wie er instruiert worden ist. Sie sollte nicht zu gross sein, weil sich die Kuppe sonst zu stark durchbiegt, und darf anderseits nicht zu klein sein, weil sonst kleine Holzsplitter oder vorspringende Rindenstückchen die Masse verfälschen können.

Zur Kontrolle der in den Betrieben verwendeten Kluppen auf ihre Messgenauigkeit bauten wir uns ein tragbares Prüfgerät. Für eine Solldistanz von 60 cm konnte damit das Ergebnis einer möglichst sorgfältigen Klappensmessung auf Zehntelsmillimeter abgelesen werden. Diese Messung wurde zuerst ohne jeden Druck vorgenommen, für eine zweite Ablesung wurden die beiden Klappenschenkel mit Hilfe einer Federwaage mit 5 kg gegeneinandergezogen, für eine dritte Ablesung wurde eine Zugkraft von 10 kg aufgewendet.

Die Abweichungen der Messresultate vom Sollwert sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Abweichungen für 0 kg Druck entsprechen dem Klaffen oder Massstabverzug der Kluppen bei einer Solldistanz von 60 cm. Bei etwa der Hälfte der Kluppen betrug diese Abweichung nicht mehr als +1 oder -1 mm. Während eine Kuppe eine etwas stärkere positive Abweichung ergab, wiesen die meisten anderen Kluppen negative Abweichungen zwischen 1 und 4 mm auf, bei einer Kuppe betrug sie 7 und bei einer weiteren gar 8 mm.

Abbildung 2. Resultate der Kluppenprüfung.

Die zu prüfenden Kluppen wurden auf ein Brett gelegt, in das zwei Bolzen mit einer Distanz von 60,0 cm eingelassen sind. Dann konnte mit einem Nonius geprüft werden, was an der Kluppe abgelesen würde, wenn beim Messen kein Druck (0 kg) ausgeübt würde (Klaffen). Darauf wurde eine Federwaage gespannt und bei einem Messdruck von 5 kg beziehungsweise 10 kg erneut abgelesen. In der Ordinate wurden die ermittelten Abweichungen vom Sollwert eingetragen.



In der Praxis ist eine Messung ohne Druck nicht durchführbar und auch nicht erwünscht. Bei Druck biegen sich alle Kluppenlineale und Klappenschenkel mehr oder weniger stark durch. Bei den Holzkluppen bewirkt das eine zusätzliche negative Abweichung von 0,4 mm pro kg, bei den Aluminiumkluppen des Typs B von 0,9 mm/kg und bei denjenigen des Typs C von 1,4 mm/kg. Je nach der Stärke des aufgewendeten Druckes kann das zu weiteren grossen systematischen Messfehlern führen. Bei 5 kg Druck beträgt die negative Abweichung vom Sollmass 0 bis 10 mm bei den Holzkluppen, $3\frac{1}{2}$ bis 9 mm bei Typ B und 7 bis 11 mm bei Typ C. Bei 10 kg Druck sind die systematischen Abweichungen bei den Holzkluppen bereits 3 bis 14 mm, bei den Aluminiumkluppen gar 7 bis 17 mm.

Die Fehler, die durch das Klaffen der Klappenschenkel verursacht werden, nehmen proportional zum gemessenen Durchmesser zu, sofern immer so gemessen wird, dass das Kluppenlineal den Stamm fast berührt. Die relativen Fehler sind dann für alle Stammstärken gleich gross. Wenn kleine liegende Stämme mit zu grossen Kluppen gemessen werden, kann diese Vorschrift nicht befolgt werden. Man muss in diesem Fall mit grösseren relativen Fehlern rechnen. Die Fehler, die durch Verbiegungen von Lineal und Schenkel verursacht werden, nehmen stärker als proportional zum gemessenen Durchmesser zu. Bei Stämmen mit grossen Durchmessern ist daher mit bedeutend grösseren relativen Fehlern zu rechnen als bei 60 cm. Anderseits wird diese Fehlerquelle bei kleinen Durchmessern zu kleineren relativen Fehlern Anlass geben, sofern nicht mit viel zu grossen Kluppen gemessen wird.

Eine Abweichung von 6 mm bei einem Durchmesser von 60 cm führt also zu Messresultaten, die durchschnittlich etwa 1 % zu klein sind. Damit werden die Kreisflächen und die Volumina um 2 % unterschätzt. Wenn wir annehmen, dass durchschnittlich mit einer Kraft von 4 kg kluppiert wird, verschenken 10 der 30 Betriebe mehr als 2 % ihres Holzes, weil sie mit einer unzweckmässigen (klaffenden oder zu wenig stabilen) Kluppe arbeiten. Bei einem weiteren Drittel der Betriebe beträgt der durch die Kluppe bedingte Verlust zwischen 1 und 2 %.

3. Die Messfehler

3.1 Messgewohnheiten

In den von uns aufgesuchten Forstbetrieben wurde auch die Einmessung des Stammholzes überprüft. In einem eingehenden Gespräch wurden vorerst die Messgewohnheiten abgeklärt und über die auftretenden Probleme diskutiert.

In 28 der 30 Betriebe ist der Förster für das Einmessen des Rundholzes und für das Erstellen der Masslisten verantwortlich, in zwei Betrieben sind es Mitglieder der Forstkommission.

In 13 der 18 Mittellandbetriebe wird alles Rundholz im Bestand eingemessen, in den übrigen 5 teilweise oder ausschliesslich am Lagerplatz an der Strasse. In 11 der 12 Betriebe in den Voralpen oder Alpen wird das Holz ausschliesslich an der Strasse eingemessen. Nach den Messvorschriften der zwischen dem Schweizerischen Verband für Waldwirtschaft, dem Schweizerischen Holzindustrie-Verband und dem Schweizerischen Berufsholzhändler-Verband vereinbarten Schweizerischen Holzhandelsgebräuche müssen in der Mitte des Stammstückes zwei zueinander senkrecht stehende Durchmesser gemessen werden. Das ist bei der Einmessung am Lager oft nicht möglich.

Eine weitere Vorschrift dieser Holzhandelsgebräuche besagt, dass der Mittendurchmesser immer an entrindeter Messstelle zu erheben ist. Die zusätzliche Arbeit der Ringelung, die dadurch bei in Rinde verkauftem Holz entsteht, wird von vielen Betrieben eingespart, indem das Holz in Rinde gemessen und mit Rindenabzügen gerechnet wird. Das Nadelholz wird mit Ausnahme der Föhre meist entrindet verkauft und daher auch entrindet vermessen. Das Laubholz hingegen wird nur in 2 der insgesamt 13 Betriebe mit erheblichem Laubholzanteil an entrindeter Stelle vermessen. Zu unserer Überraschung werden in den meisten Betrieben nicht einmal mehr wertvolle Eichenstämme geringelt. In einzelnen Betrieben wird die Rindendicke jedes Trämels geschätzt, meist erfolgen die Abzüge aber gefühlsmässig und sehr generell. Die Benützung von Rindenprozent-Tabellen haben wir nicht festgestellt.

Die Förster fühlen sich teilweise unter Druck gesetzt durch Kontrollmessungen, die die Holzkäufer hie und da vornehmen lassen. Da sie sich, um Arbeit zu sparen, nicht genau an die Holzhandelsgebräuche halten, sind sie manchmal bereit, Konzessionen zu machen und ihre Messresultate etwas stärker als notwendig abzurunden.

3.2 Die Kontrolle der Rundholzmessung

In jedem Betrieb wurden durchschnittlich 50 bereits vermessene Stammstücke exakt nachgemessen, insgesamt 295 Langholzstämme mit 453 m^3 , 368 Laubholzstücke mit 226 m^3 sowie 896 Trämel mit 432 m^3 . Da unsere Besuche immer ganz kurzfristig angekündigt wurden und wir die Förster über unsere Absichten weitgehend im unklaren liessen, besteht eine gewisse Gewähr dafür, dass wir routinemässig erstellte Resultate überprüft haben und nicht solche, die speziell für uns vorbereitet worden waren.

Von jedem Stammstück wurden die Länge auf cm genau und an der nach den Holzhandelsgebräuchen vorgeschriebenen Stelle zwei senkrecht aufeinanderstehende Durchmesser in mm gemessen. An unentrindeten Stämmen wurde zur Bestimmung der Durchmesser ohne Rinde die Rindendicke gemessen. Für eine genauere Bestimmung des Volumens wurde zusätzlich der Zopfdurchmesser und der Durchmesser in 120 cm Entfernung vom dickeren

Rundholzende bestimmt, beim Langholz mussten auch Klassendurchmesser und Zopfdurchmesser nachgeprüft werden. Die Messresultate wurden dann rechnerisch gemäss den Holzhandelsgebräuchen korrigiert, um die richtigen Werte zu erhalten. Dabei wurden die Abrundungsvorschriften, die Vorschriften bei schrägem Anrieb, das Längenzumass sowie Abzüge für sichtbare Holzfehler (Faulstellen, Splitter, Kröpfe, schädliche Sonnen- und Windrisse usw.) berücksichtigt.

Diese genau nach Vorschrift ermittelten Werte wurden sodann mit den Werten auf der Massliste verglichen. Die Differenz zwischen dem Wert auf der Massliste und dem «genauen» Wert nennen wir Messfehler. Dabei sind wir uns bewusst, dass ein Teil der Differenzen dadurch bedingt ist, dass nicht beide Male die gleichen zwei Durchmesser gemessen wurden. Gewisse «Messfehler» würden also auch gefunden, wenn unabhängig voneinander zwei sehr genaue Vermessungen vorgenommen würden.

Jeder Mess- oder Schätzfehler besteht im Prinzip aus zwei Teilen, einem systematischen und einem zufälligen Anteil. Der systematische Messfehler ist durch eine einseitige Verfälschung der Messung bedingt. Diese kann durch ein fehlerhaftes Messinstrument oder durch eine Messmethode, die die Messresultate einseitig beeinflusst, verursacht werden. Der systematische Fehler ist bei einer bestimmten Art der Messung daher immer positiv oder immer negativ. Der zufällige Anteil des Messfehlers, also die Differenz zwischen dem gesamten Messfehler und dem systematischen Messfehler, ist frei von einseitig verfälschenden Einflüssen und nur durch Zufälligkeiten bedingt. Er kann sehr verschieden gross werden und ist etwa gleich oft positiv wie negativ.

Wenn sehr viele Messungen vorgenommen werden, ist es nicht so wichtig, wie gross die einzelnen Fehler sind, solange die Gesamtheit der Messungen ungefähr das richtige Gesamtresultat ergibt. Wichtig ist die Grösse des Fehlers für den Mittelwert aller Messungen. Da der systematische Fehler immer das gleiche Vorzeichen aufweist, ist der systematische Fehler für den Mittelwert gleich dem mittleren systematischen Fehler für die Einzelmessungen.

Der zufällige Fehler des Mittelwertes ist im allgemeinen viel kleiner, weil sich beim Aufsummieren Fehler mit verschiedenen Vorzeichen gegenseitig aufheben. Der zu erwartende zufällige Fehler des Mittelwertes ist desto kleiner, je grösser die Zahl der Messungen wird. Die Abnahme erfolgt proportional zu $1/\sqrt{n}$, wenn n die Anzahl der Messungen bezeichnet. Bei 100 Messungen ist der zu erwartende zufällige Fehler des Mittelwertes also bereits zehnmal kleiner als der durchschnittliche Fehler der einzelnen Messungen.

Der systematische Fehler für eine Gesamtheit (Betrieb, Sortiment usw.) kann geschätzt werden durch den mittleren Messfehler für diese Gesamtheit. Die Standardabweichung (das quadratische Mittel der Abweichungen) der

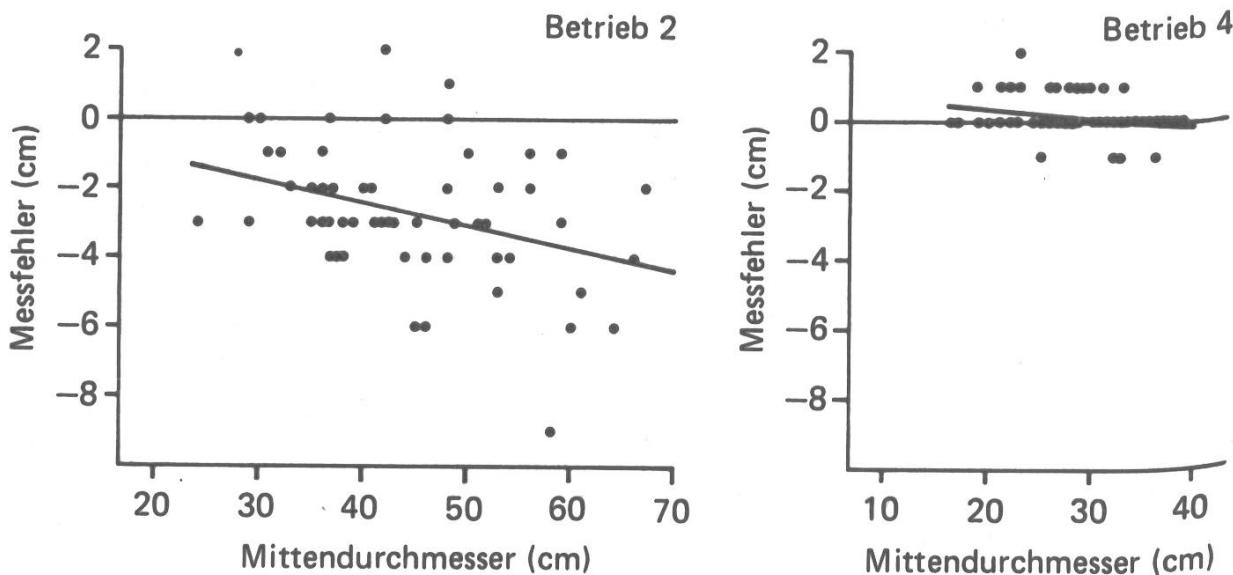
einzelnen Messfehler vom mittleren Messfehler ergibt eine unverfälschte Schätzung für die Grösse des zufälligen Fehlers.

3.3 Fehler bei der Durchmessermessung

Wie im vorhergehenden Kapitel geschildert, wurden an jedem kontrollierten Stammstück zwei zueinander senkrecht stehende Durchmesser auf mm genau gemessen und gemäss den Holzhandelsgebräuchen gemittelt und abgerundet. Die Abweichungen zwischen den Angaben auf der Massliste und der Kontrollmessung sind für zwei Betriebe in der Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 3. Fehler bei der Durchmessermessung.

Für zwei Betriebe wurden die Messfehler für die einzelnen Stammstücke in Abhängigkeit vom richtigen Durchmesser dargestellt. Im Betrieb 4 wurde sehr genau und an entrindeter Messstelle, im Betrieb 2 relativ ungenau und in Rinde gemessen.

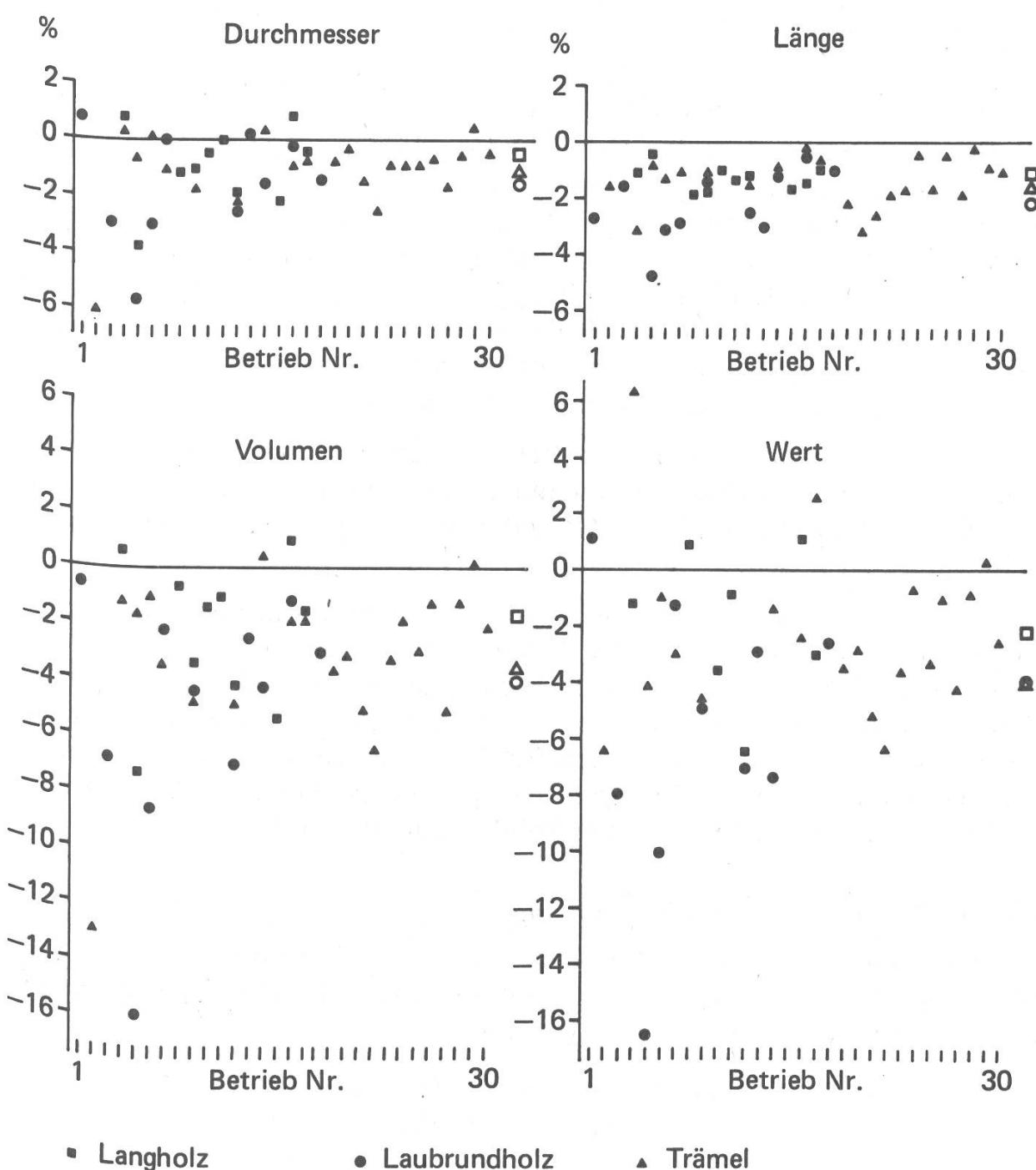


Im Betrieb 2 wurden Abweichungen zwischen +2 cm und —9 cm festgestellt, die Standardabweichung für die zufälligen Fehler beträgt 1,8 cm, der systematische Fehler —2,7 cm. Die Durchmesser sind in diesem Betrieb in Rinde gemessen und relativ ungenau korrigiert worden. Vor allem war das Lineal der verwendeten Messkluppe relativ stark verbogen, was aber noch niemand bemerkt hatte. Im Betrieb 4 wurde dagegen sehr genau und an entrindeter Messstelle gemessen. Die Standardabweichung für den zufälligen Messfehler beträgt 0,6 cm, der systematische Fehler +0,2 cm. Für beide Betriebe ist eine Regressionsgerade eingezeichnet worden, die eine ungefähre Grösse des systematischen Fehlers sowie seine Abhängigkeit vom Stamm-durchmesser zeigt.

Die starke Abhängigkeit der systematischen Messfehler vom Stamm durchmesser, die in den meisten Betrieben festgestellt werden kann, lässt darauf schliessen, dass ein wesentlicher Teil dieses Fehlers durch die Kluppen und deren Handhabung (Benützung von zu leicht deformierbaren Kluppen und Messung mit zu starkem Druck) bedingt ist. Die systematischen Fehler aller 30 Betriebe sind aus Abbildung 4 oben links ersichtlich. Bei

Abbildung 4. Systematische Messfehler.

Für die 30 untersuchten Betriebe und für den Durchschnitt aus allen Kontrollmessungen werden die mittleren Fehler in Prozenten der nach den Holzhandelsgebräuchen richtigen Werte dargestellt, und zwar für die Durchmessermessung, für die Längenmessung, für die Volumenbestimmung und für die Wertbestimmung.



zwei Betrieben (Laubholz) beträgt er etwa —6 % des Durchmessers, bei den übrigen Betrieben liegt er zwischen —4 % und +1 %. Der mittlere systematische Messfehler ist beim Laubholz und bei den Trämeln —1 %, beim Langholz nur —1/2 %. Er ist für Messungen an Stämmen in Rinde etwa doppelt so gross wie für Messungen an entrindeten Stämmen.

Wenn wir bedenken, dass ein Fehler von 1 % beim Durchmesser immer einen Fehler von 2 % beim Volumen bewirkt, können wir die Bedeutung der grossen systematischen Fehler der Durchmesserbestimmung für den betreffenden Betrieb erkennen.

Der zufällige Fehler schwankt ebenfalls von Betrieb zu Betrieb, jedoch nicht so stark wie der systematische Fehler. Im Durchschnitt aller Betriebe beträgt seine Standardabweichung 0,9 cm für Messungen am entrindeten Stamm und 1,4 cm für Messungen in Rinde.

3.4 Fehler bei der Längenmessung

Bei allen Betrieben ist die effektive Länge der Stammstücke durchschnittlich grösser als nach der Massliste und dem vorgeschriebenen Zumass notwendig (Abbildung 4 oben rechts). Dieser systematische Fehler beträgt beim Langholz —0,5 bis —2 % und im Mittel aller untersuchten Betriebe —25 cm oder —1,2 %. Beim Laubholz beträgt der systematische Fehler zwischen —0,5 % und —5 %, im Mittel aller Betriebe —14 cm oder 2,2 %. Bei den Trämeln haben sich systematische Fehler zwischen 0 und etwas mehr als —3 % gezeigt, im Mittel aller Betriebe —8 cm oder —1,4 %.

Längenfehler wirken sich zwar nicht so stark auf das Volumen aus wie Fehler bei der Durchmesserbestimmung. Immerhin gibt ein Drittel der Betriebe Überlängen zwischen 2 % und 5 % des Stammholzes ab, ohne es in Rechnung zu stellen.

Die Längenfehler können nicht ganz so leicht verkleinert werden wie die Durchmesserfehler, weil beim Ablängen nicht nur Ungenauigkeiten des Messens, sondern auch andere Fehlerquellen mitspielen, und weil der Förster beim Ablängen häufig nicht dabei ist. Anderseits sind zu grosse Längenzugaben von grösserem volkswirtschaftlichem Schaden als blosse Messfehler, weil die Zumasse und Überlängen von der Holzindustrie nicht verwertet werden können und somit vermehrt Abfall produziert wird.

3.5 Fehler bei der Volumenbestimmung

Der Schätzfehler ΔV für das Volumen V eines Stammstückes ergibt sich aus den Fehlern ΔD der Durchmessermessung und ΔL der Längenmessung nach den Gesetzen der Fehlerfortpflanzung,

$$\Delta V \sim \frac{\partial V}{\partial D} \Delta D + \frac{\partial V}{\partial L} \Delta L$$

Das Volumen wird gemäss den Schweizerischen Holzhandelsgebräuchen nach der Zylinderformel

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L$$

gerechnet, so dass

$$\Delta V \sim \frac{\pi}{2} D L \Delta D + \frac{\pi}{4} D^2 \Delta L$$

oder

$$\frac{\Delta V}{V} \sim 2 \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta L}{L}$$

Diese Formeln gelten für jeden einzelnen Fehler, solange er klein ist im Verhältnis zum geschätzten Wert, und ebenso für den mittleren systematischen Fehler. Ein relativer Durchmesserfehler von $p\%$ führt daher zu einem relativen Volumenfehler von $2p\%$, ein relativer Längenfehler von $p\%$ zu einem Volumenfehler von $p\%$.

Für die Standardabweichung S_V des zufälligen Volumenschätzfehlers müssen die von den beiden Messungen verursachten Fehlerkomponenten quadratisch addiert werden, da die Fehler von Durchmesser- und Längenmessung praktisch statistisch unabhängig voneinander sind.

$$S_V = \sqrt{\frac{\pi^2}{4} D^2 L^2 S_D^2 + \frac{\pi^2}{16} D^4 S_L^2}$$

$$\frac{S_V}{\bar{V}} = \sqrt{4 \frac{S_D^2}{\bar{D}^2} + \frac{S_L^2}{\bar{L}^2}}$$

Auch für diesen Fehler kommt der Durchmessermessung doppeltes Gewicht zu.

Die Resultate der Kontrollmessungen (Abbildung 4 unten links) zeigen, dass bei 6 der 30 Betriebe die fakturierte Holzmenge weniger als 1 % von der gelieferten Menge abwich. Diese Abweichungen können noch als zufällig betrachtet, die Einmessung in diesen Betrieben als einwandfrei taxiert werden. In weiteren 10 Betrieben beträgt die systematische Abweichung zwischen -1% und -3% , in 8 Betrieben zwischen -3% und -5% . Sechs Betriebe haben 5% und mehr ihres Holzes verschenkt, in einem Fall beträgt die verschenkte Menge für das untersuchte Los von immerhin 54 m^3 gar 13% .

Für die Gesamtheit der untersuchten Betriebe beträgt der systematische Fehler für die Holzmenge durchschnittlich -3% .

Diese systematischen Fehler sind bei allen Holzarten ungefähr gleich gross. Sie sind beim Langholz 2 %, bei den Trämeln und beim Laubrundholz etwa 4 %. Einen bedeutenden Unterschied erkennt man, wenn das entrindet oder geringelt gemessene Holz mit dem in Rinde gemessenen verglichen wird. Für das entrindet gemessene Holz ergibt sich ein durchschnittlicher systematischer Fehler von —2,5 %, für das in Rinde gemessene Holz beträgt er —4,8 %. Die Arbeit, die man sich erspart hat, indem man auf das Ringeln verzichtete, hat man offenbar mit der Abgabe einer beträchtlichen zusätzlichen Holzmenge bezahlt.

Die Standardabweichungen für die zufälligen Fehler betragen zwischen 3 und 12 %. Die Standardfehler für die Gesamtmengen der nachkontrollierten Lose sind dementsprechend 0,5 bis 2 %. Im Vergleich zu den systematischen Fehlern kommt den zufälligen Abweichungen keine sehr grosse Bedeutung zu.

3.6 Falsche Klassierungen

Die Messfehler können bewirken, dass das Holz falsch klassiert und damit zu einem zu hohen oder zu tiefen Preis pro m³ verkauft wird.

Beim Langholz sind insgesamt 13 % der Stämme falsch klassiert worden, beim Laubrundholz 8 % und bei den Trämeln 3 %. Der Einfluss von falschen Klassierungen auf den Verkaufserlös ist je nach Sortievorschrift sehr verschieden gross. Bei den Trämeln ist er besonders klein, weil nur zwei Klassengrenzen zu beachten sind und weil die Trämel noch weitgehend entrindet verkauft werden. Beim Laubholz sind demgegenüber 5 Klassengrenzen zu beachten, und viele Klassierungsfehler sind dadurch bedingt, dass die Durchmesser über der Rinde gemessen und die Rindendicke sehr ungenau geschätzt wurde. Das Langholz wird ebenfalls fast immer entrindet verkauft. Die grosse Fehlerrate ist hier dem Umstand zuzuschreiben, dass sich die Klassierungsvorschriften nicht auf den Mittendurchmesser, sondern auf den sogenannten Klassendurchmesser in 18, 16, 14 oder 10 m Abstand vom dickeren Stammende beziehen sowie darauf, dass die Klassierung praktisch schon beim Ablängen (also vor dem Entrinden) vorgenommen werden muss.

Zu hohe und zu tiefe Klassierungen gleichen sich teilweise aus, anderseits ist die Rate der falschen Klassierungen von Betrieb zu Betrieb sehr unterschiedlich. Beim Langholz war die Klassierung in 3 Betrieben durchschnittlich ungefähr richtig, in den übrigen Betrieben mit beträchtlichen Langholzanteilen wurden 11 bis 21 % der Stämme zu tief klassiert. Im Durchschnitt aller Betriebe wurde beim Langholz 8 % zu tief klassiert.

Beim Laubholz schwankt die Zahl des durchschnittlichen Klassierungsfehlers für die einzelnen Betriebe zwischen —16 % und +9 %. Für die beiden, die das Laubholz entrindet gemessen haben, ist der Klassierungs-

fehler 0 %. Im Durchschnitt aller Betriebe wurde auch beim Laubholz 4 % zu tief klassiert.

Bei den Trämeln wurden durchschnittlich Klassierungsfehler zwischen —11 % und +13 % ermittelt, wobei die grossen positiven und negativen Abweichungen ausschliesslich bei Föhrenträmeln im Mittelland festgestellt werden mussten. Im Durchschnitt aller Betriebe wurde bei den Trämeln 1/2 % zu hoch klassiert. Zu hohe Klassierungen kamen vor allem vor, weil Trämel noch als Untermesser verkauft wurden, obwohl der Mittendurchmesser kleiner als 20 cm war.

3.7 Wirklicher und fakturierter Holzwert

Der fakturierte Wert eines Stammstückes kann vom wirklichen Wert des verkauften Holzes abweichen, weil sein Volumen falsch gemessen oder weil das Holz einem falschen Sortiment zugeteilt wurde. In dieser Untersuchung wurde nur die Dimensionssortierung berücksichtigt, die Qualitätstaxierung wurde als richtig angenommen und nicht überprüft. Zu den hier festgestellten Differenzen zwischen den wirklichen, genau nach den Vorschriften der Schweizerischen Holzhandelsbräuche festgestellten, und den fakturierten Holzwerten könnten also noch Differenzen infolge unterschiedlicher Qualitätstaxierungen hinzukommen.

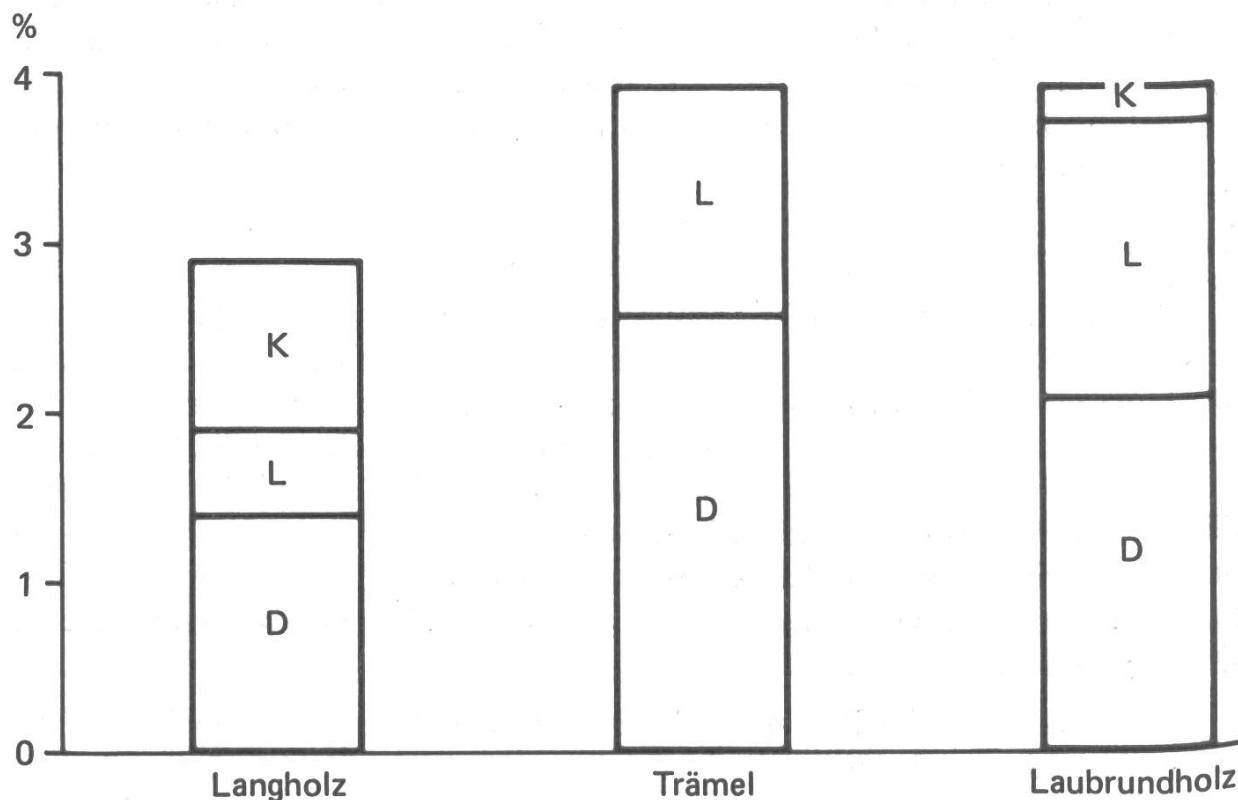
Die systematischen Fehler der Wertbestimmung sind in Abbildung 4 unten rechts dargestellt. Je nach Sortierungsart und Betrieb findet man Abweichungen zwischen +6 % und —17 % vom wahren Wert, wobei der mittlere Fehler nur bei einem Drittel der Betriebe kleiner als $\pm 2\%$ ist. Die positive Abweichung von +6 % ist auf eine zu gute Klassierung von Föhrenträmeln zurückzuführen.

Im Durchschnitt aller Betriebe wurden beim Langholz 2,9 %, beim Laubrundholz 3,9 % und bei den Trämeln ebenfalls 3,9 % des Wertes nicht fakturiert.

In Abbildung 5 ist dargestellt, wie diese mittleren Wertverluste entstanden sind. Beim Langholz ist der Mittendurchmesser relativ genau bestimmt worden, und auch die Längenzugaben fallen wertmässig weniger ins Gewicht als bei kürzeren Stammstücken. Dagegen mussten relativ viele nicht gefertigte Unterklassierungen festgestellt werden, die zu einer Unterbewertung der gesamten Langholzlieferungen um ein weiteres Prozent führten. Bei den Trämeln haben die Klassierungsfehler nicht zu einer merklichen Vergrösserung des systematischen Fehlers geführt. Mehr als 60 % des gesamten Wertverlustes ist auf Fehler bei der Bestimmung der Mittendurchmesser zurückzuführen, der Rest auf falsches Ablängen und falsches Bestimmen der Verkaufslängen. Beim Laubrundholz ist der Anteil von Fehlklassierungen am systematischen Fehler von insgesamt 3,9 % ebenfalls bescheiden (0,2 %). Falsche Durchmesserbestimmungen, insbesondere zu grosse Rindenabzüge,

Abbildung 5. Verluste am Holzwert.

Die Abbildung zeigt den Einfluss der systematischen Fehler bei der Durchmessermessung (D), bei der Längenbestimmung (L) und bei der Dimensionsklassierung (K) auf den gesamten Wertverlust bei Langholz, Trämel und Laubrundholz. Die Qualitätsklassierung wurde nicht überprüft und hatte keinen Einfluss auf diese Resultate.



haben auch hier 60 % des gesamten Wertverlustes direkt verschuldet. Der Wertverlust, der durch schlechtes Ablängen und ungenaues Einhalten der Vorschriften der Holzhandelsbräuche bei der Längenbestimmung verursacht wurde, beträgt beim Laubholz beinahe 40 % des gesamten systematischen Fehlers oder 1,5 % des Holzwertes.

4. Zusammenfassung und Folgerungen

In 30 Forstbetrieben im Mittelland, Jura, in den Voralpen und Alpen wurden je etwa 50 zum Verkauf bereite Stammstücke genau nachgemessen und gleichzeitig die in den Betrieben verwendeten Messkluppen überprüft. Die Untersuchung hat sich auf die Kontrolle der Dimension beschränkt, die Qualitätsansprachen wurden nicht überprüft.

Der Vergleich der Kontrollmessungen mit den Angaben auf den Masslisten zeigt, dass die Genauigkeit der Messungen von Betrieb zu Betrieb sehr unterschiedlich ist (Abbildung 4). In knapp einem Viertel der Betriebe wurde sehr gut gemessen. In diesen Betrieben sind sowohl die zufälligen als auch die systematischen Messfehler nicht allzu gross, und die fakturierte

Holzmenge weicht insgesamt weniger als 2 % vom genau gemessenen und gemäss den Schweizerischen Holzhandelsbräuchen berechneten Volumen ab. In den meisten Forstbetrieben wurde jedoch zu wenig Holz fakturiert, so dass insgesamt Mengen- und Wertverluste von 2 bis 9 % entstanden sind. Zwei der Forstbetriebe haben beim Laubholz respektive bei Föhrenträmeln gar 16 beziehungsweise 13 % zu wenig Holz ausgewiesen, ohne dass dem Förster irgendeine Unstimmigkeit bewusst war. Benachteiligt sind die Waldbesitzer und die Akkordanten.

Durchschnittlich werden beim Langholz 2 % weniger Holz fakturiert als geliefert, bei den Trämeln und beim Laub-Rundholz je knapp 4 %. Falsche Durchmesser- und Längenmasse haben zudem zu Deklassierungen geführt, so dass die Werteinbussen beim Langholz insgesamt 2,9 %, bei den Trämeln 3,9 % und beim Laub-Rundholz 3,9 % betragen. Obwohl die untersuchten Betriebe nicht genau repräsentativ für die ganze Schweiz sind, zeigt eine Hochrechnung mit Hilfe der Angaben im Jahrbuch der schweizerischen Wald- und Holzwirtschaft 1978, dass in der Schweiz pro Jahr Stammholz im Wert von mehr als 10 Millionen Franken nicht fakturiert wird.

Die Ursachen für die grossen Abweichungen sind mannigfach und nicht überall die gleichen. Wir haben uns bemüht, die wichtigsten Ursachen durch zahlreiche Gespräche mit Förstern und durch eine vielseitige Analyse der Messergebnisse zu ermitteln (Abbildung 5). Die wichtigsten Ursachen sind die verwendeten Messkluppen, Unsicherheit der Förster und ungenügende Instruktionen für das Ablängen.

Die Untersuchung der Kluppen zeigt, dass die im Handel erhältlichen Klappentypen nicht befriedigen. Die Kluppen aus Holz sind relativ aufwendig im Unterhalt, diejenigen aus Leichtmetall sind zu schwach und biegen sich daher beim Messen zu stark durch, was zu erheblichen systematischen Messfehlern (Abbildung 2) Anlass geben kann. Zudem musste festgestellt werden, dass die Kluppen in einigen Betrieben wie ein robustes Werkzeug und nicht wie ein Messinstrument behandelt wurden.

Man ist allgemein bestrebt, auch das Einmessen des Holzes rationell zu gestalten. Diese an sich richtige Tendenz kann bewirken, dass die einzelnen Messungen weniger sorgfältig durchgeführt werden, dass die Stammstücke am Lager gemessen werden und damit praktisch auf die Messung eines zweiten, auf dem ersten senkrecht stehenden Durchmessers verzichtet wird. Beim Holzverkauf in Rinde werden die Durchmesser in Rinde gemessen und die Rindendicken geschätzt.

Abweichungen von den Vorschriften und unsorgfältiges Messen führen zur Verunsicherung. Die Masse werden dann oft stark abgerundet, damit Reklamationen und somit Ärger und zusätzliche Nachmessungen vermieden werden können.

Zur Behebung dieser Missstände stellen wir einige Massnahmen zur Diskussion:

I. Messinstrumente, ihre Überprüfung und Handhabung:

1. Da keine der auf dem Markt befindlichen Kluppentypen die Ansprüche des Forstdienstes voll befriedigt, haben wir uns entschlossen, selbst eine Kluppe zu konstruieren. Sie wird in Kürze auf dem Markt erscheinen.
2. Kluppen müssen wie alle im Handel verwendeten Messgeräte geeicht und regelmässig vom Eichmeister nachgeprüft werden. Die Befolgung dieser Vorschrift liegt im Interesse aller Beteiligten. Die Forstwirtschaftliche Zentralstelle der Schweiz hat sich bereits entschlossen, nur noch geeichte Kluppen zu verkaufen.
3. Die Eichvorschriften für Messkluppen sollten revidiert werden. Sie sollten gleichzeitig auch für Kluppen mit automatischer Datenerfassung formuliert werden. Die verantwortlichen Stellen sind von uns entsprechend informiert worden.
4. Jedermann kann seine Messkluppe leicht selbst kontrollieren. Sie soll nicht klemmen und darf bei mässigem Druck keine zu geringen Messwerte geben. Umfassen Sie hierzu mit den Spitzen Ihrer Kluppe einen stabilen rechtwinkligen Gegenstand von 50 bis 80 cm Breite (Pultsockel, Schublade usw.) und drücken Sie die Schenkel so stark zusammen, wie Sie das beim Messen gewöhnt sind. Jetzt lesen Sie das Mass auf der Kluppe so genau wie möglich in Millimeter ab und vergleichen es mit der mit einem Metermass gemessenen richtigen Breite des Gegenstandes. Eine Abweichung von mehr als 2—3 mm sollte im Interesse des Waldbesitzers und der Akkordanten nicht toleriert werden, da diese bereits zu einer systematischen Volumeneinbusse von 1 % oder mehr führt. Fehlerhafte Kluppen sind sehr teure Kluppen.
5. Die Kluppe ist ein Messinstrument und sollte entsprechend gepflegt werden.
6. Auch Ablängstäbe und Messbänder sollten periodisch überprüft werden. Am einfachsten und sichersten kann mit den sich selbst aufrollenden Einmannmessbändern gearbeitet werden.

II. Möglichkeiten und Grenzen der Rationalisierung beim Einmessen des Holzes:

1. Einsparungen beim Messen sind zu begrüssen, dürfen jedoch nicht zu zusätzlichen Abzügen an den gemessenen Grössen Anlass geben. Die vorliegende Arbeit zeigt klar, wie gravierend die Folgen derartiger Abzüge sein können.
2. Beim Einmessen am Lager können meist nur zwei Durchmesser gemessen werden, die nicht genau senkrecht aufeinander stehen. Auf diese Schwierigkeit muss auch weiterhin Rücksicht genommen werden.
3. Immer mehr Stammholz wird in Rinde verkauft. Auf eine aufwendige Ringelung der Stämme an der Messstelle kann verzichtet werden, wenn die

Rindendicke bestimmt wird. Es genügt, mit einem Beil oder Reisser ein Stück Rinde zu entfernen und ihre Dicke an dieser Stelle zu messen (auf $1/2$ cm oder mm). Dieser Wert R soll verdoppelt, dann auf- oder abgerundet und vom Mitteldurchmesser in Rinde D_R abgezogen werden (zum Beispiel $D_{iR} = 42$ cm, $R = 1,3$ cm, $D_{oR} = 39$ cm; $D_{iR} = 42$ cm, $R = 1,2$ cm, $D_{oR} = 40$ cm). Durch einseitiges Aufrunden der Rindendicke würden erhebliche Volumenanteile verlorengehen.

4. Bei der Durchmessermessung muss ein mässiger Druck ausgeübt werden, damit nicht kleine vorspringende Holz- oder Rindenteilchen das Resultat verfälschen. Der maximal zulässige Druck ist von der Kluppe abhängig und lässt sich am besten bei der oben beschriebenen Kluppenkontrolle ermitteln.

5. Das Ablängen sollte besser instruiert werden. Dabei muss erklärt werden, dass das Zumass verlangt wird, um zu vermeiden, dass das fakturierte Mass je unterschritten wird. Es ist jedoch unsinnig, dass zum Zumass aus Sicherheitsgründen noch ein Übermass zugerechnet wird. Nicht fakturierte Überlängen schaden dem Waldbesitzer und dem Akkordanten. Dem holzverarbeitenden Betrieb nützen sie meist nichts, weil die Überlängen zum Abfall wandern.

6. Bei Reklamationen sollen, sofern es sich nicht um offensichtliche Schreibfehler handelt, immer das ganze Los und nicht nur einzelne Stammstücke nachgemessen werden. Zufällige Messfehler, die immer vorkommen, gleichen sich bei der Messung vieler Stämme weitgehend aus und gehen somit nicht einseitig zu Lasten des Verkäufers oder des Käufers.

7. Schliesslich sollten die Holzhandelsgebräuche den praktischen Erfordernissen angepasst werden. Insbesondere sollte geprüft werden, ob die Messung nur eines Durchmesser und die Messung in Rinde zugelassen werden können. Hierzu müssten die Rundungsvorschriften angepasst und die Berechnung des Rindenabzugs geregelt werden. Ferner sollte es auch beim Langholz möglich sein, Sortierungsvorschriften aufzustellen, bei denen keine zusätzlichen Durchmessermessungen nötig sind. Die Rationalisierung verschiedener Arbeitsvorgänge bei der Holzernte verlangt eine gewisse Anpassung der Handelsusanzanen.

Mit diesen sehr bescheidenen Massnahmen könnte die Holzmessung wesentlich verbessert und die damit zusammenhängende Marktverfälschung abgebaut werden.

Résumé

Les erreurs lors du mesurage des bois ronds

Dans trente entreprises forestières, on a contrôlé les compas forestiers et l'on a remesuré les bois abattus (grumes, billes, feuillus et billons). Les données des listes de cubage furent comparées avec les résultats obtenus par un mesurage précis, comme l'exigent les «Usages du commerce des bois». Chez certaines entreprises, les mesures furent exactes, mais on a souvent constaté de graves sous-estimations systématiques dans le cubage des bois (allant jusqu'à 13 %!). En moyenne, le 3,8 % du volume des bois ne fut pas facturé dans les entreprises étudiées. Les erreurs observées sont dues en partie à des compas imprécis et pas assez rigides. La rapidité dans l'exécution des mesures et l'inobservation des dispositions sur le mesurage, contenues dans les «Usages du commerce des bois», conduisirent en plus, par incertitude et par prudence, à arrondir fortement en dessous les résultats.

Traduction: *O. Lenz*