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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 137 (1986)

Heft: 8

Artikel: Möglichkeiten zur besseren Ausnutzung und Verwertung von Nadel-Sägerundholz

Autor: Löffler, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765178

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: 09.07.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

137. Jahrgang August 1986 Nummer 8

Möglichkeiten zur besseren Ausnutzung und Verwertung von Nadel-Sägerundholz[1]

Von *Hans Löffler*, D-8000 München
(Lehrstuhl für forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik)

Oxf.: 832.15

1. Einführung

Sägerundholz ist das Hauptprodukt der Forstwirtschaft in Mitteleuropa. Sein Preis beeinflusst in hohem Masse das wirtschaftliche Ergebnis der Forstbetriebe. Unter Wettbewerbsbedingungen ist dieser Preis im wesentlichen eine Funktion des Schnittholzpreises, der Ausnutzung des Rundholzes und der Bearbeitungskosten in der Sägeindustrie.

In einem Langholz verarbeitenden Sägewerk, und dieser Fall steht im Mittelpunkt der weiteren Ausführungen, fällt die Entscheidung über die mengen- und wertmässige Ausnutzung des Rundholzes weitgehend bereits bei der Einteilung des langen Schaftes in Sägeblöcke und deren Zuordnung zu einem bestimmten Einschnittprogramm. Nicht umsonst ist in den meisten unserer Sägewerke der Rundholzeinteiler eine der wichtigsten Personen. Die Schwierigkeit seiner Aufgabe liegt bekanntlich in der grossen Zahl von Aufteil- und Einschnittalternativen, die sich hinsichtlich Mengenausbeute, Bearbeitungskosten und Produkterlösen mehr oder minder stark unterscheiden.

Die Sägewerke waren selbstverständlich schon immer darauf bedacht, diese Aufgabe bestmöglich zu lösen. Sie sehen sich jedoch seit einigen Jahren einer Entwicklung gegenüber, die dazu zwingt, neue Wege zu beschreiten.

Die technische Rationalisierung hat unter anderem zu einer beträchtlichen Beschleunigung des Materialflusses geführt. Als Folge davon steht für die so wesentliche Entscheidung, wie ein Stamm zu verarbeiten sei, immer weniger Zeit zur Verfügung, und desto grösser ist naturgemäss die Wahrscheinlichkeit

[1] Vortrag, gehalten am 13. Januar 1986 im Rahmen der forst- und holzwirtschaftlichen Kolloquien an der ETH Zürich.

von Fehlentscheidungen. Belässt man es an der Einteilstation bei der herkömmlichen Arbeitsweise, dann wird dieser Arbeitsplatz zum Nadelöhr und zum Hemmschuh der Rationalisierung.

Ein guter Indikator für die Qualität der Rundholzausnutzung ist die wertmässige Ausbeute, als das Produkt aus Mengenausbeute und Schnittholzerlös (= Schnittholzerlös pro Festmeter eingeschnittenen Rundholzes). Eine gute Kennziffer für die Geschwindigkeit des Materialflusses im Sägewerk ist die technische Arbeitsproduktivität in Festmeter Einschnitt pro Mann-Stunde (8). *Abbildung 1* zeigt den statistischen Zusammenhang zwischen diesen beiden Grössen am Beispiel baden-württembergischer Sägewerke im Zeitraum 1980–1984. Die wertmässige Ausbeute ist in standardisierten Werten wiedergegeben: 1,0 ist das arithmetische Mittel aller 340 Einzelwerte; es entspricht rund 250 DM/fm. Die Einzelwerte streuen zwar beträchtlich, die Ausgleichsfunktion ist jedoch hochsignifikant. Man kann folglich konstatieren, dass mit zunehmender technischer Arbeitsproduktivität die Wertausbeute deutlich zurückgeht. Zwischen

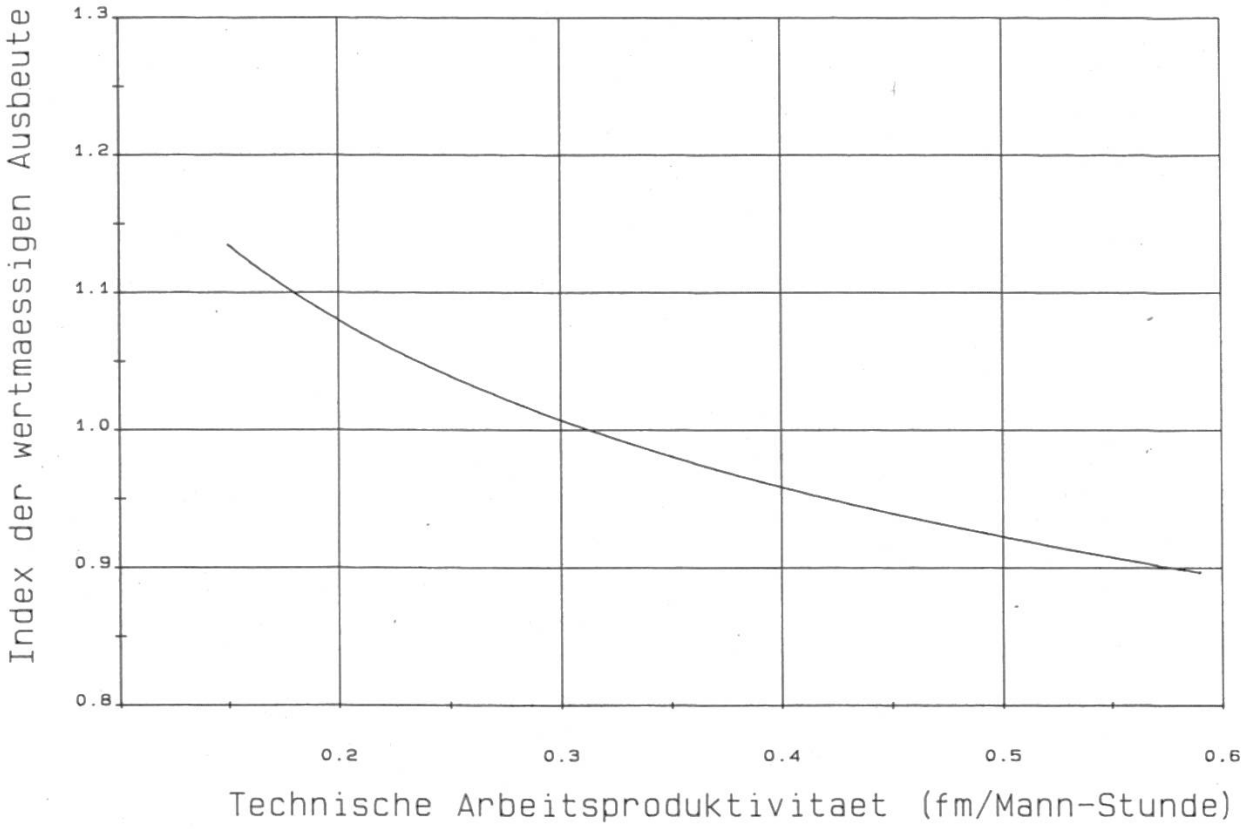

Abbildung 1. Zusammenhang zwischen technischer Arbeitsproduktivität und wertmässiger Ausbeute.

bestem und schlechtestem Wert der Regressionslinie liegt ein Unterschied von 60 bis 70 DM/fm. Daran sind mit Sicherheit die vorerwähnten Fehlentscheidungen ganz wesentlich beteiligt.

Hier setzten, beginnend vor etwa 10 bis 15 Jahren, die Überlegungen und Entwicklungen zu dem ein, was wir die EDV-gestützte Optimierung der Einteilung und des Einschnitts von Sägerundholz zu nennen pflegen. Sie soll es ermöglichen, die Chancen der technischen Rationalisierung zu nutzen, ohne Einbussen in der wertmässigen Ausbeute in Kauf nehmen zu müssen.

2. Problemstellungen bei der Stammholz-Optimierung

Die EDV wird heute im Sägewerk in zwei grundsätzlich verschiedenen Bereichen eingesetzt (10):

- Im kommerziellen Bereich, der uns im weiteren nicht beschäftigen wird, und
- im technischen Bereich, auch als Bereich der Produktions- oder Prozesssteuerung bezeichnet.

Einteil- und Einschnittoptimierung fallen unter den zweitgenannten Bereich.

Unter dem Sammelbegriff «Einschnittoptimierung» sind in den letzten Jahren eine ganze Reihe von computergestützten Entscheidungshilfen entwikkelt worden. Sie unterscheiden sich

- nach dem Ausgangszustand des Rundholzes, dessen Verarbeitung optimiert werden soll,
- nach dem Produkt, das erzeugt werden soll, und schliesslich
- nach dem Optimalitätskriterium.

Optimalitätskriterium ist jener technische oder ökonomische Parameter, an dem der Erfolg gemessen wird und der demzufolge zu maximieren oder gegebenenfalls auch zu minimieren ist.

Die bislang bekanntgewordenen Optimierungsverfahren lassen sich folgenden Typen und Varianten zuordnen (vergleiche *Abbildung 2*):

- Die Optimierung der Aufteilung von Langholz in Schaftabschnitte bzw. Sägeblöcke. Optimalitätskriterium ist in der Regel der Erlös bzw. der Marktwert der Blöcke. Die Summe der Erlöse der aus einem Langholzstamm erzeugten Abschnitte soll maximiert werden. Diese Problemstellung gilt in erster Linie für sogenannte Holzhöfe, die aus Langholz oder Rohschäften Schaftabschnitte zumeist nach Kundenwünschen ausformen (5).
- Die Optimierung des Einschnitts von bereits eingeteilten Sägeblöcken. Als Optimalitätskriterien finden Anwendung

- die Mengenausbeute an Haupterzeugnissen,
- die Wertausbeute (= Mengenausbeute ×Produktwert) an Haupterzeugnissen oder an Schnittholz insgesamt,
- der Deckungsbeitrag.

Ziel der Optimierung ist es, einen Einschnitt zu wählen, der für die genannten Parameter ein Maximum liefert.

Diese Optimierungsverfahren haben in der Sägeindustrie vorerst die weiteste Verbreitung.

– Die gleichzeitige oder integrierte Optimierung der Aufteilung von Langholz in Schaftabschnitte und deren Verarbeitung zu Schnittholz. Optimalitätskriterien können sein
  - die Mengenausbeute an Haupterzeugnissen,
  - die Wertausbeute an Haupterzeugnissen oder an Schnittholz insgesamt,
  - der Deckungsbeitrag.

  Mit der Optimierung werden eine Aufteilung und ein Einschnitt angestrebt, die für den ganzen Langholzstamm ein Maximum dieser Parameter erwarten lassen.

  Dieser Optimierungsansatz ist in der Praxis vorerst kaum in Anwendung, obwohl er den Bedürfnissen der Langholz verarbeitenden Sägewerke am ehesten entspricht.

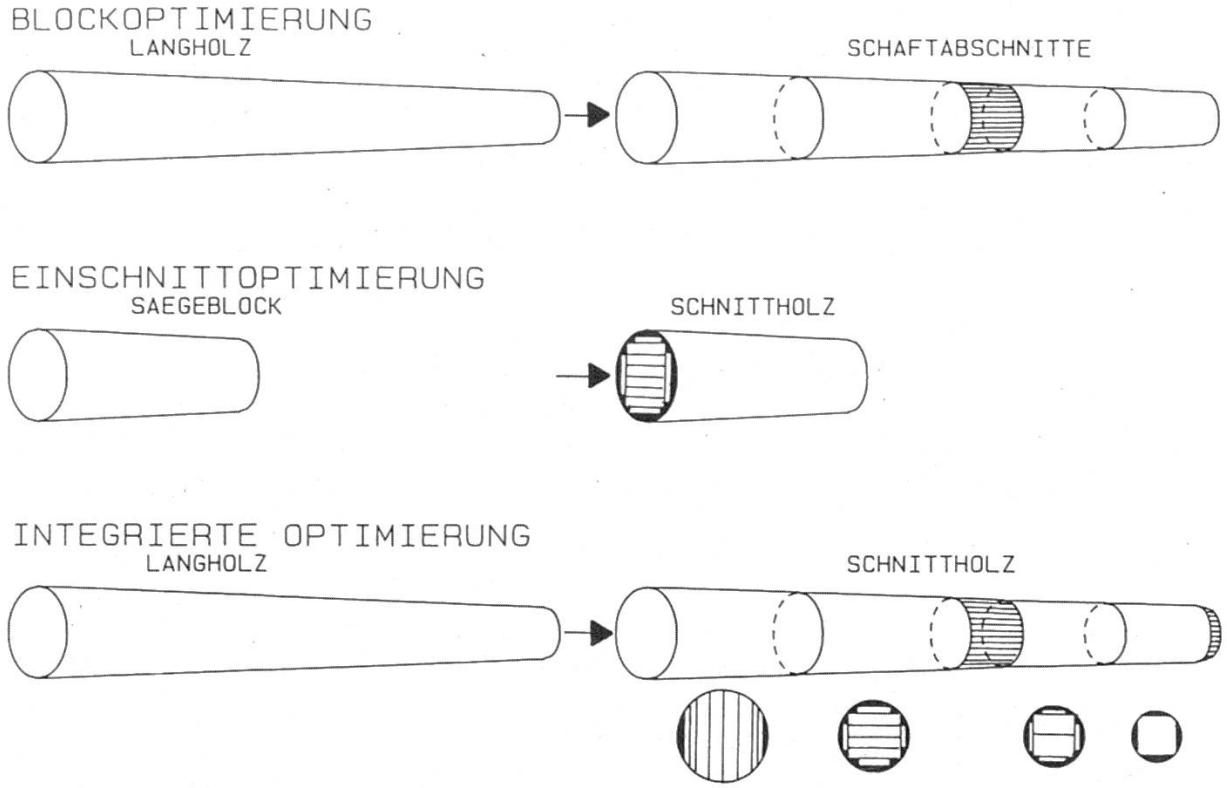

Abbildung 2. Problemstellungen bei der Einteil- und Einschnittoptimierung.

3. Die integrierte Optimierung

Im weiteren sei über ein Optimierungsverfahren berichtet, das die integrierte Optimierung der Langholzaufteilung und des Einschnitts mit dem Dekkungsbeitrag als Optimalitätskriterium zum Ziele hat.

Gemeinsam mit Prof. Dr. Glück, Wien, und mit Dr. Koch, Graz, erarbeiteten wir Mitte der siebziger Jahre die Bausteine eines solchen Optimierungsverfahrens und testeten diese im Rahmen eines vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, finanzierten Grossversuchs in einem süddeutschen Sägewerk (6, 7, 10). Aus einer Reihe von Gründen wurden die an sich aussichtsreichen Arbeiten dann zunächst abgebrochen. Wir griffen sie erst in jüngerer Zeit wieder auf, nunmehr in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Schöpfer und Mitarbeiter, Freiburg i. Br., und finanziell unterstützt durch die Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft (CMA). Das Projekt steht kurz vor dem Abschluss (3).

Zunächst sei ein Überblick über die Struktur des Optimierungsverfahrens gegeben *(Abbildung 3)*. Im Anschluss daran soll auf einige Teilschritte näher eingegangen werden.

Wir unterscheiden einen Off-Line- und einen On-Line-Teil. Off-Line bedeutet, dass die in dieser Phase durchzuführenden Kalkulationen vom aktuellen Produktionsprozess abgekoppelt sind. Die Teilschritte der On-Line-Phase hingegen sind in den Produktionsablauf integriert.

Das Ziel der Off-Linie-Phase ist es, das sogenannte «Tableau der Dekkungsbeiträge der Einschnittalternativen» zu erstellen. Im Grunde ist dieses Tableau nichts anderes als eine Liste aller während einer bestimmten Periode möglichen bzw. zulässigen Einschnitte und der damit erzielbaren Deckungsbeiträge.

Die hierzu erforderlichen Eingangsinformationen umfassen
- die sogenannte Auftragsliste, die ausweist, welche Haupt- und Nebenerzeugnisse in welchen Schnittbildern erzeugt werden können,
- die erwarteten Produktpreise und
- die zurechenbaren Kosten.

Jede in der Auftragsliste enthaltene Einschnittalternative wird definiert zum einen durch eine Reihe technischer oder Einschnittparameter, zum anderen durch mehrere Rundholzparameter *(Abbildung 4)*. Die Einschnittparameter in ihrer Gesamtheit sind praktisch identisch mit dem Schnittbild, nach welchem ein Block eingeschnitten werden soll. Mit den Rundholzparametern wird festgelegt, wie der Sägeblock bzw. Schaftabschnitt, aus dem der betreffende Einschnitt getätigt werden soll, dimensionell und qualitativ beschaffen sein muss. Mit denselben Parametern werden in der On-Line-Phase die konkreten Stämme hinsichtlich Dimension, Form und Qualität erfasst.

Der Situation in der Praxis entsprechend, können für jedes Schnittbild ausser dem optimalen noch weitere Zopfdurchmesser vorgegeben respektive zugelassen werden. Je Zopfdurchmesser wird die Kalkulation für mehtere Abholzigkeitsstufen durchgeführt. In prinzipiell gleicher Weise lassen sich der Einfluss von Krümmung und Ovalität berücksichtigen.

Nach diesen Vorgaben wird für jede Alternative die Mengenausbeute an Haupterzeugnissen, Nebenerzeugnissen, Schwarten, Spreissel und Spänen er-

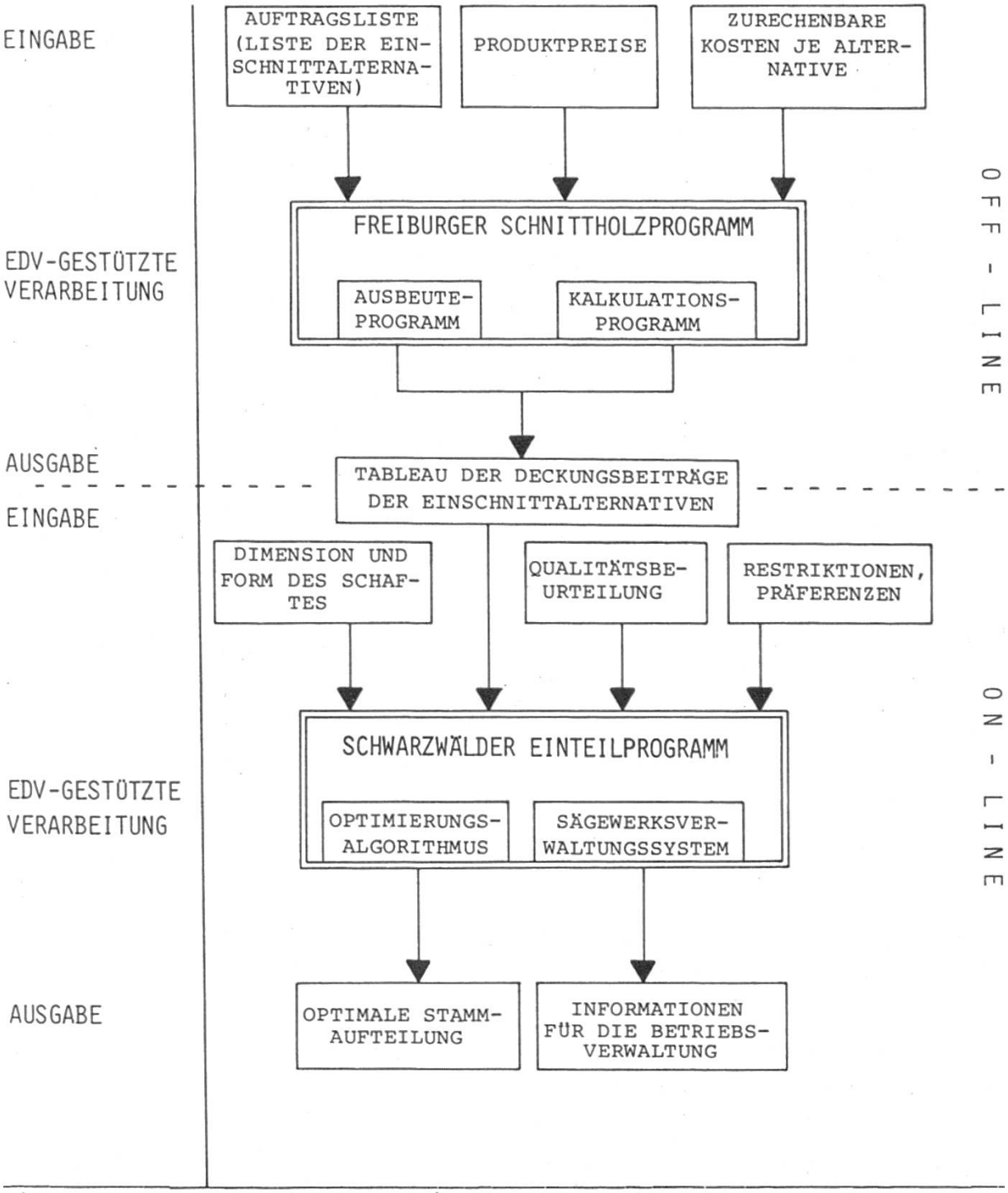

Abbildung 3. Ablaufschema der integrierten Optimierung.

mittelt (1). Die EDV-gestützte Ausbeuteberechnung erlaubt es, aus der Vielzahl der Kombinationen von Schnittbildern und Rundholzeigenschaften die bezüglich der Mengenausbeute vorteilhaftesten Alternativen zu selektieren und im weiteren Ablauf nur noch mit diesen zu operieren. Man kann also mit anderen Worten in der Off-Line-Phase eine Einschnittoptimierung für Sägeblöcke vorschalten (14).

· Querschnitt(e), Zahl und Güteklasse(n) der Haupterzeugnisse · Querschnitte, Länge, Zahl und Güteklasse(n) der Nebenerzeugnisse · Schnittfugendicke	Einschnitt-parameter (Schnittbild)
· Blocklänge (= Länge des Haupterzeugnisses) · Zopfdurchmesser · Abholzigkeit · Holz-(Block-) Qualität · (Krümmung) · (Ovalität)	Rundholz-parameter (= Stammparameter in der ON-LINE-Phase)

Abbildung 4. Merkmale zur Kennzeichnung einer Einschnitt-Alternative (Auftragsliste).

Aus der Ausbeute und den vorgegebenen Produkterlösen kalkuliert der Rechner die Wertausbeute. Davon werden die der Einschnittalternative direkt zurechenbaren Fertigungskosten abgezogen. Das Resultat ist der Deckungsbeitrag je Block und Einschnittalternative.

Das Tableau muss selbstverständlich von Zeit zu Zeit aktualisiert werden, wenn sich die möglichen Einschnitte, die Preise oder die Kosten verändern.

Zunächst hatten wir versucht, die Deckungsbeitragsrechnung gleichfalls On-Line zu fahren und dem eigentlichen Optimierungsvorgang unmittelbar vorzuschalten. Es zeigte sich aber sehr bald, dass dies zu zeitaufwendig ist und den Materialfluss zu sehr bremsen würde.

Das Tableau der Deckungsbeiträge bildet nun seinerseits eine der Eingangsinformationen für die On-Line-Phase. Diese spielt sich an der Einteilstation des Werkes im Rahmen des Produktionsprozesses ab.

Weitere, *ad hoc* zu beschaffende und in den Rechner einzugebende Informationen betreffen die Dimension und Form des zu bearbeitenden Stammes sowie dessen Qualität. Die Informationen über Dimension und Form werden von der Messelektronik geliefert. Die Holzqualität muss vorerst noch okular beurteilt und dem Rechner gemeldet werden.

Um die Erfüllung eiliger Aufträge zu garantieren oder die Produktion weniger gefragter Sortimente zu beschränken, können bestimmte Einschnittalternativen präferenziert, andere mit Restriktionen belegt werden.

Der Rechner verfügt nunmehr über alle zur Einteil- und Einschnittoptimierung notwendigen Informationen. Die optimale Lösung für einen konkreten Stamm, das heisst die Maximierung des Deckungsbeitrages unter den gegebenen Bedingungen, wird mit Hilfe der dynamischen Programmierung gefunden (9, 11, 12, 13, 15). Der Einteiler kann im Dialog mit dem Rechner in das Programm eingreifen und andere Entscheidungen erzwingen.

4. Der Deckungsbeitrag als Optimalitätskriterium

Dem Optimalitätskriterium galt von Anfang an unsere besondere Aufmerksamkeit. Wie bereits angedeutet, verfolgen die meisten bislang bekanntgewordenen Optimierungsverfahren das Ziel, entweder die Mengenausbeute an Schnittholz, oft nur jene an Haupterzeugnissen, oder die wertmässige Ausbeute zu maximieren.

Es lässt sich zeigen, dass eine hohe Mengenausbeute an Schnittwaren, insbesondere an Haupterzeugnissen, zwar eine wichtige Komponente des Betriebserfolges ist, aber nicht die einzige und zumeist auch nicht die einflussreichste. Sie kann daher auch nicht das geeignete Optimierungskriterium sein. Die Maximierung der wertmässigen Ausbeute verspricht zwar ein besseres Resultat. Gestützt auf eigene Untersuchungen sowie auf Umfragen in der Sägeindustrie sind wir jedoch der Ansicht, dass bei der Optimierung auch die Unterschiede der Alternativen in den Kosten berücksichtigt werden müssen. Wir empfehlen deshalb, den Deckungsbeitrag als Optimalitätskriterium zu verwenden. Oder anders formuliert: Die Einteilung eines Langholzstammes in Sägeblöcke und deren Bearbeitung zu Schnittwaren ist unter den jeweiligen Randbedingungen dann optimal, wenn die Summe der Deckungsbeiträge der Blöcke des Stammes ein Maximum ergibt.

Als Deckungsbeitrag betrachten wir in diesem Zusammenhang die Differenz zwischen dem erwarteten Erlös für alle aus einem Block erzeugten Produkte, also Haupt- und Nebenerzeugnisse sowie Restholz und Späne, und den

der jeweiligen Einschnittalternative zurechenbaren Kosten. Der verbleibende Betrag dient der Deckung der Gemein-, insbesondere der Verwaltungs- und Vertriebskosten, des (kalkulatorischen) Gewinnes und Risikos und schliesslich der Rundholzkosten (2).

An sich wäre es wünschenswert, auch die Rundholzkosten in Abzug zu bringen. Vorläufig bereitet dies aber beträchtliche methodische Probleme, denn für die sachgerechte Aufgliederung des für einen Langholzstamm bezahlten Preises auf die einzelnen Schaftteile gibt es noch keine befriedigende Lösung.

Bei der Herleitung der zurechenbaren Kosten ist zu beachten, dass sich die Einschnittalternativen nicht nur in der Fertigungszeit und in den Fertigungskosten an der Hauptmaschine unterscheiden, sondern auch an den Nebenmaschinen bei der Bearbeitung der Seitenwaren.

Das zum Deckungsbeitrag führende Kalkulationsprogramm im Rahmen der Off-Line-Phase ist im übrigen so flexibel gestaltet, dass der Anwender selbst darüber bestimmen kann, welcher Art der Deckungsbeitrag sein solle und welche Kosten infolgedessen zum Ansatz kommen müssen.

5. Holzqualität

Fichte und Tanne, um die es sich hier in erster Linie handelt, werden, was die Qualität anbelangt, häufig als Baumarten apostrophiert, die vornehmlich Massenware liefern. In Wirklichkeit ist das Gütespektrum, zumal bei stärkeren Stämmen, recht breit, breiter jedenfalls, als viele Forstleute vermuten. Die Folgen dieser Qualitätsstreuung sind erhebliche Preis- bzw. Erlösunterschiede beim Schnittholz. Auch darf nicht übersehen werden, dass bestimmte Schnittholzsortimente an eine bestimmte Holzqualität gebunden sind. Fehleinschätzung der Holzqualität, ob zu gut oder zu schlecht, führt im Sägewerk stets zu Ertragseinbussen.

Wir sind jedenfalls der Meinung, es sei zwingend, den Faktor Holzqualität bei der Einteil- und Einschnittoptimierung zu berücksichtigen.

Wenn in Verbindung mit der Schnittholzerzeugung von Holzqualität die Rede ist, dann kann es sich unseres Erachtens nur um die Gütebeurteilung handeln, wie sie auch bei der Qualitätssortierung von Schnittwaren benutzt wird. Man muss also versuchen, den einzuteilenden und einzuschneidenden Stamm sektionsweise daraufhin zu beurteilen, welche in Schnittholzgüteklassen ausgedrückte Qualität erwartet werden kann. Je höher die Treffsicherheit dieser Prognose, desto besser ist die wertmässige Ausnützung des Stammes.

Die solchermassen verstandene Holzqualität kann im Prinzip auf zwei Wegen erfasst werden:

- Direkt mit Hilfe physikalischer Methoden unter Zuhilfenahme von Strahlen oder Wellen,

– indirekt, indem von den äusserlich sichtbaren Gütemerkmalen auf die innere Qualität geschlossen wird.

Der erstgenannte Weg wäre in Verbindung mit der Optimierung zweifellos der erstrebenswerte. Er ist bei Rundholz leider noch nicht gangbar.

In die indirekte Qualitätsbeurteilung haben wir in den vergangenen zehn Jahren sehr viel Zeit und Geld investiert. Die bislang erzielten Resultate sind dennoch eher bescheiden.

Zunächst verfolgten wir eine methodische Variante, die als analytisches Verfahren bezeichnet werden soll. Dabei wird versucht, die stochastischen Beziehungen zwischen den äusserlich sichtbaren Gütemerkmalen und der inneren Qualität in Form von sogenannten Gütefunktionen zahlenmässig darzustellen. Im konkreten Anwendungsfall müssten dem Computer nur die relevanten Gütemerkmale nach Art, Ausprägung und Häufigkeit eingegeben werden. Aufgrund der gespeicherten Gütefunktionen liesse sich sodann der zu erwartende Anfall an Schnittholzgüteklassen berechnen.

In *Abbildung 5* ist das Ergebnis eines Tests der Gütebeurteilung mit Hilfe solcher Gütefunktionen dargestellt. Rund 500 Fichten- und Tannensägeblöcke waren auf die zu erwartende Schnittholzgüteklasse im Blockdurchschnitt hin beurteilt und sodann eingeschnitten worden. Die tatsächliche Qualität wurde schnittstückweise ermittelt. Die Graphik zeigt, wie weit und mit welcher Häufigkeit die prognostizierte von der tatsächlichen Schnittholzgüteklasse (jeweils im Blockdurchschnitt) abweicht. In rund 16 % aller Fälle decken sich Prognose und wahrer Wert, in weiteren 33 % der Fälle beträgt die Abweichung bis maximal ± 0,3 Güteklassen.

Gemessen an der wenig effektiven Gütesortierung des Stammholzes im Wald, gemessen aber auch an der wenig treffsicheren Gütebeurteilung an manchen Einteilstationen höher mechanisierter Sägewerke, bedeutet das Versuchsergebnis einen Fortschritt. Wir betrachten es aber noch nicht als ausreichend, um diese Art der Gütebeurteilung in das Optimierungsverfahren einzubauen. Nicht zuletzt auch deshalb, weil die separate Qualitätsprognose für Haupt- und Nebenerzeugnisse weit weniger treffsicher ist als jene für den Block insgesamt.

Kurzfristig sehen wir nur in dem sogenannten empirischen Verfahren, wie es bislang schon im Sägewerk angewandt wird, einen praktikablen Weg. Der Rundholzeinteiler beurteilt gutachtlich und aufgrund der Erfahrung, welche Teile eines Schaftes entweder welchen betriebsspezifisch definierten Gütestufen entsprechen oder für welche Produkte geeignet sind. Um eine möglichst hohe Treffsicherheit zu erreichen und um die Gütebeurteilung EDV-kompatibel zu machen, sind wir zurzeit dabei, in Diskussion mit interessierten Sägewerken standardisierte Beurteilungsregeln aufzustellen. Dabei fliessen selbstverständlich auch die mit der analytischen Methode gemachten Erfahrungen ein (4). *Dürrstein* (1985) hat kürzlich anlässlich eines Seminars in Biel hierüber berichtet.

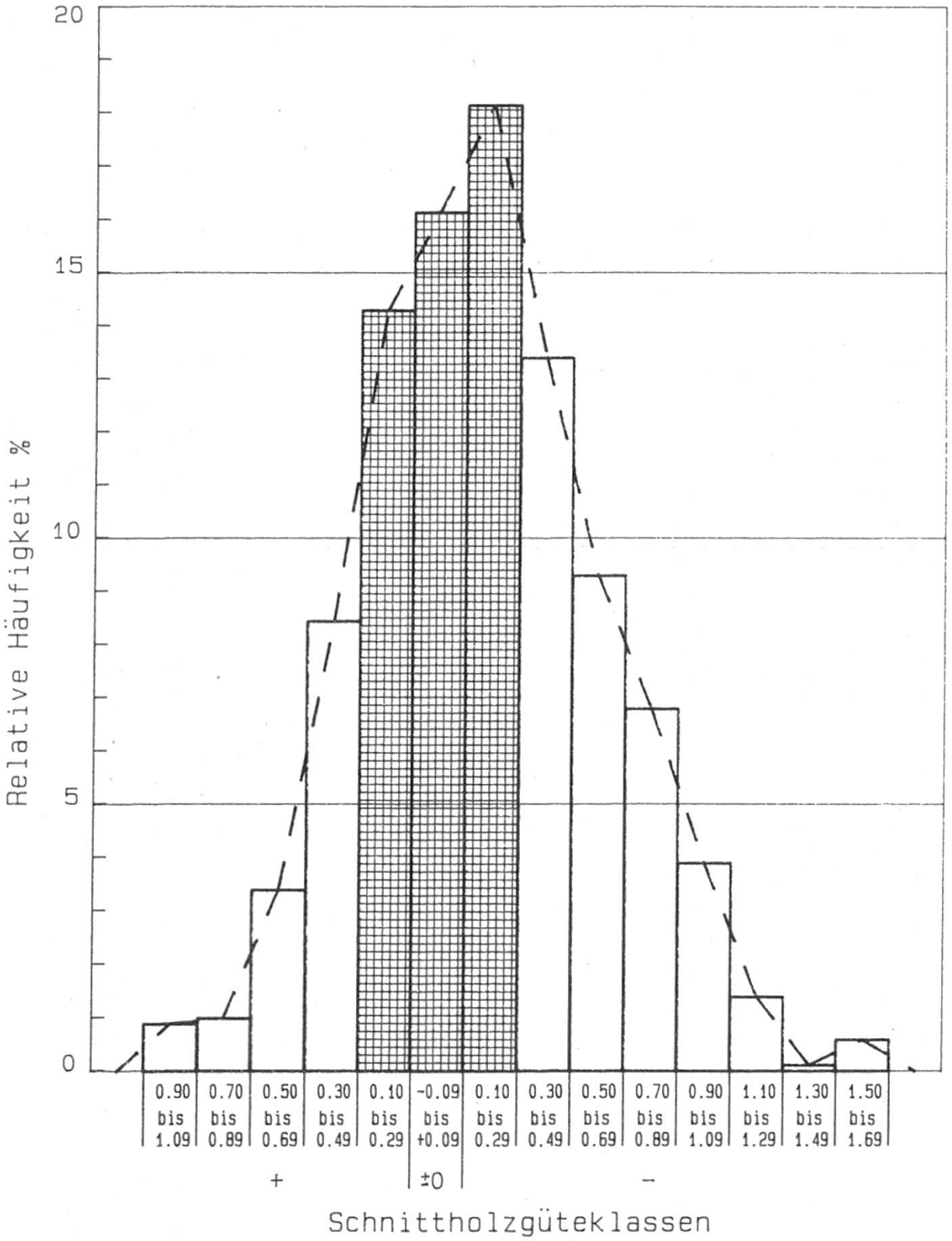

Abbildung 5. Relative Häufigkeit der Abweichung der Gütebeurteilung an Rundholz von der tatsächlichen Schnittholzqualität (nach Sägeblöcken).

Praktisch wird sich der Vorgang der Gütebeurteilung folgendermassen abspielen. Vor der Einteilstation beurteilt eine geschulte Person den Schaft nach Massgabe der erwähnten Beurteilungsregeln und meldet dem Rechner mit einem Code, der sogenannten Gütestufe, bis zu welcher Länge welche Schnittholzqualität erwartet oder welches Schnittholzsortiment erzeugt werden kann. Gleichzeitig entscheidet diese Person über etwa notwendige Zwangskappschnitte wegen starker Krümmung, herauszuschneidender Faulstellen und dergleichen.

Es wäre noch einmal zu erwähnen, dass im Tableau der Deckungsbeiträge die für eine Alternative geforderte bzw. zugelassene Holzqualität mit demselben Code charakterisiert wird. Auf diese Weise ist der Rechner in der Lage, die bei dem einzuteilenden Stamm gegebene Qualität mit jener einer Einschnittalternative zu vergleichen.

6. Ausblick

Neben den vorstehend erörterten methodischen Problemen gibt es zur praktischen Anwendung der Optimierung eine ganze Reihe weiterer Fragen. Lediglich auf eine sei noch näher eingegangen, für die sich die Praxis in besonderem Masse interessiert, das ist jene nach dem Nutzen-Kosten-Verhältnis der Optimierung.

Aufgrund der Erfahrungen, die wir mit Versuchseinschnitten und mit computergestützten Simulationen sowohl zur Block- als auch zur integrierten Optimierung sammeln konnten, ist festzustellen, dass über Nutzen und Kosten im vorhinein nur Rahmenwerte und Tendenzen angegeben werden können. Dies gilt in erster Linie für den Nutzen; die zu erwartenden einmaligen und laufenden Kosten lassen sich für eine konkrete Situation schon eher vorkalkulieren.

Der Grund, weshalb es so schwierig ist, den Nutzen der Optimierung vorab zu schätzen, liegt im wesentlichen darin begründet, dass ausserordentlich aufwendige Versuche durchgeführt werden müssen, will man überhaupt realitätsnahe Werte erzielen, und dass es trotzdem kaum gelingt, den Status vor und jenen nach Einführung der Optimierung in hinlänglich vergleichbarer Weise zu simulieren.

Wir haben zwei solcher Vergleichsuntersuchungen durchgeführt, wovon die zweite zurzeit noch ausgewertet wird. Das methodische «Strickmuster» ist wie folgt: Ein grösseres Kollektiv von Stämmen mit breiter dimensioneller und qualitativer Spreitung wird auf dem Rundholzplatz des Versuchssägewerkes in einer Weise aufgenommen, wie das später, nach Einführung der Optimierung, der Fall sein würde. Anschliessend überlässt man Einteilung und Einschnitt in herkömmlicher Weise dem Sägewerk. Die dabei anfallenden Produkte werden so detailliert aufgenommen, dass Mengen- und Wertausbeute sowie Deckungs-

beitrag block- und stammweise kalkuliert werden können. Parallel dazu werden Einteilung und Einschnitt im Rechner mit Hilfe des Optimierungsprogramms simuliert. Selbstverständlich müssen dieselbe Auftragsliste und dieselben Produkterlöse und Fertigungskosten wie beim tatsächlichen Einschnitt zugrunde gelegt werden.

Die bislang vorliegenden Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wertausbeute und Deckungsbeitrag bei Optimierung liegen im Durchschnitt signifikant über den entsprechenden Werten bei herkömmlichem Ablauf, und zwar desto mehr, je länger die Stämme sind. Im gewogenen Mittel resultiert ein Mehr in der Grössenordnung von etwa 6 bis 8 %. Das entspricht beim derzeitigen Preisniveau einem Betrag von rund 10 bis 15 DM/fm.
- Die Werte für die einzelnen Stämme streuen beträchtlich: Die Obergrenze bewegt sich bei etwa +30 bis +40 %. Die Optimierung lieferte bei den Versuchen aber auch Stämme mit einem Weniger bis zu −25 bis −30 %. Diese negativen Abweichungen lassen sich weit überwiegend mit unterschiedlicher Qualitätsbeurteilung bei der herkömmlichen und bei der simulierten Bearbeitung erklären. So hatte der Einteiler zum Beispiel in einer Reihe von Fällen Blockware eingeteilt und einschneiden lassen, die später wegen mangelnder Qualität teils zu reduziertem Preis verkauft, teils nachgeschnitten werden musste. Aus versuchstechnischen Gründen konnten diese «Fehlleistungen» nicht berücksichtigt werden, was natürlich zu einer relativen Benachteiligung der Optimierung führt.

In beiden Versuchen hatte der Einteiler bei der herkömmlichen Entscheidung über Aufteilung und Einschnitt eines Stammes sehr viel Zeit zur Verfügung. Zugunsten des herkömmlichen Ablaufs wurde als der Umstand unterschlagen, dass der Einteiler in der Realität unter erheblichem Zeitdruck steht und mit hoher Wahrscheinlichkeit Entscheidungen fällt, die vom Optimum mehr oder minder stark abweichen.

Wir sind deshalb davon überzeugt, dass in Wirklichkeit der Nutzen der integrierten Optimierung über den genannten Versuchswerten liegt und die mit ihr verbundenen Kosten, die 3 bis 5 DM/fm nicht übersteigen dürften, erheblich übertrifft. Dies unter der Voraussetzung, dass der Jahreseinschnitt mindestens 15 000 bis 20 000 fm beträgt, dass vor allem stärkeres Langholz verarbeitet wird und dass ein vielfältiges Produktionsprogramm mit hohem Anteil an Listenware gegeben ist.

Das zentrale Anliegen von Forstwirtschaft und Sägeindustrie, dem Schnittholz seine angestammten Verwendungsbereiche zu sichern und neue zu eröffnen, vermag die Einteil- und Einschnittoptimierung selbstverständlich nicht zu lösen. Sie könnte aber dazu beitragen, das Betriebsergebnis der Sägewerke zu verbessern, was letztlich den Stammholzpreisen zugute kommen dürfte.

Résumé

Possibilités d'amélioration pour l'utilisation et l'exploitation du bois de sciage des résineux

La manière de décider de la subdivision du bois de sciage en grumes et de leur affiliation à un programme de façonnage déterminé influence dans une grande mesure les résultats de gestion des scieries et en fin de compte le prix qu'elles sont en mesure de payer aux entreprises forestières pour le bois de tige. La pression des coûts oblige les scieries à rationnaliser et augmenter le rendement. Il est prouvé que qualitativement l'utilisation du bois rond en souffre.

Nous décrivons un procédé s'appuyant sur le traitement électronique des données ayant pour but une optimisation intégrée du classement du bois de fût et de son façonnage. Ce procédé permettrait une bonne utilisation du bois même si la vitesse de flux du matériel est élevée. Nous prenons comme critère d'optimisation le montant servant à couvrir les frais administratifs et le coût du bois rond. L'appréciation juste et précise de la qualité du bois y joue un grand rôle; nous y revenons en détail.

La comparaison entre la subdivision habituelle et optimée démontre que cette dernière offre des résultats incontestablement meilleurs. Les coûts liés à l'optimisation sont couverts par une meilleure utilisation du bois.

Traduction: *S. Croptier*

Literatur

(1) *Bösch, B.:* Freiburger Schnittholzprogramm – Programmdokumentation; Freiburg 1983, unveröffentlicht.

(2) *Dürrstein, H., Roth, A.:* Untersuchungen zur Herleitung des Aufwands an Fertigunszeit und zurechenbaren Kosten je Einschnittalternative; München 1984 (Forschungsbericht an die CMA).

(3) *Dürrstein, H.:* Einteilungs- und Einschnittoptimierung von Nadellangholz; Holz als Roh- und Werkstoff *43* (1985) S. 175–179.

(4) *Dürrstein, H.:* Die Bedeutung und die Möglichkeit der Qualitätsbeurteilung bei der Rundholzeinteilung von Nadel-Sägerundholz; Biel 1985 (Dokumentation Holzbauseminar für Architekten und Ingenieure an der Holzfachschule Biel).

(5) *Duffner, W.:* Holzmesskundliche und informationstechnische Kriterien für optimale Sortenaushaltung an Holzhöfen; Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 64, Abt. Biometrie und Informatik Nr. 15, 1974.

(6) *Glück, P., Koch, W.:* Die optimale Rohholzausformung; Centralblatt für das gesamte Forstwesen *90* (1973) 4, S. 193 ff., Wien.

(7) *Glück P., Koch, W.:* Optimierung 32 – Optimierung von Rohholzausformung und Sägerundholzeinschnitt; Rechenzentrum Graz, Nr. 86, 1974.

(8) *Hog, N.:* Betriebliche Strukturen in der baden-württembergischen und schweizerischen Sägeindustrie; Dissertation München 1982.

(9) *Kublin, E.:* Das Schwarzwälder Einteilprogramm – optimale Ausformung von Nadelstammholz beim Sägewerk; Forstwissenschaftliches Centralblatt *101* (1982) 3.

(10) *Löffler, H.:* Möglichkeiten der optimalen Aufteilung und des optimalen Einschnitts von Nadellangholz; München 1977 (Abschlussbericht an das BML)

(11) *Niemann, U.:* Lösungsverfahren zur optimalen Einteilung von Rohschäften; Allgemeine Forst- und Jagdzeitung *147* (1976) 9, S. 184 ff.

(12) *Pnevmaticos, S. M., Mann, S. H.:* Dynamic Programming in Tree Bucking; Forest Products Journal *22* (1972) 2, S. 26 ff.
(13) *Schöpfer, W.:* Vom Formquotienten zum Sägebrett — holzmess- und ertragskundliche Beiträge zur optimalen Rundholzverwertung; Allgemeine Forst- und Jagdzeitung *147* (1976) 4, S. 81 ff., und 5, S. 106 ff.
(14) *Schöpfer, W., Niemann, U.:* Kalkulation der optimalen Schnittholzausbeute; Allgemeine Forstzeitschrift *31* (1976) 7, S. 110 ff.
(15) *Schöpfer, W.:* Das Schwarzwälder Einteilprogramm — Durchbruch der Prozessautomatisierung im Sägewerk? Holz-Zentralblatt *107* (1981) 97.