

## Untersuchung des Harzbalsams von *Pinus tonkinensis* aus Hainan

W. Lange und G. Weißmann

Ordinariat für Holztechnologie – Holzchemie – der Universität Hamburg und  
Institut für Holzchemie und chemische Technologie des Holzes der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft  
D-2050 Hamburg 80

Die Abgrenzung von *P. tonkinensis* Chev. als Kiefernart neben *P. merkusii* Jungh. et De Vriese aufgrund morphologischer und holzanatomischer Unterschiede ist strittig. Die chemische Analyse der Terpentinöle und der Harzbestandteile zeigt eine weitgehende Übereinstimmung. Danach muß es sich bei der sog. *P. tonkinensis* tatsächlich um *P. merkusii* handeln.

### Investigation of oleoresin of *Pinus tonkinensis* from Hainan

The establishment of a separate pine species *P. tonkinensis* Chev. aside from *P. merkusii* Jungh. et De Vriese due to morphological and wood anatomical differences is questionable. Chemical analysis of the turpentine and the rosin components showed a good agreement, and therefore so-called *P. tonkinensis* is actually *P. merkusii*.

### 1 Einleitung

In seiner Beschreibung der Nadelhölzer Indochinas kommt Chevalier (1944) aufgrund morphologischer Betrachtungen zu dem Schluß, daß die Kiefern im nördlichen Vietnam von *Pinus merkusii* Jungh. & De Vriese zu unterscheiden und als selbständige Art *Pinus tonkinensis* zu betrachten sind. Auch Greguss (1955) stellt anhand holzanatomischer Untersuchungen gewisse Unterschiede fest, die *P. tonkinensis* als eine Abart von *P. merkusii* erscheinen lassen. Diese Meinung wird von Critchfield and Little (1966) nicht geteilt. Sie beschreiben nur *P. merkusii* als eine Art des Subgenus *Pinus* (Sektion *Pinus*, Subsektion *Sylvestres*), deren natürliches Verbreitungsgebiet sich vom östlichen Burma, Nordlaos, Nordvietnam und der Insel Hainan südlich nach Kambodscha, Südvietnam und Sumatra und östlich bis zu den Philippinen erstreckt. Dieser Ansicht ist auch Wu (1961), wenn er *P. merkusii* als natürlichen Bestandteil der subtropischen Wälder auf der Insel Hainan bezeichnet.

Versuche zur chemotaxonomischen Differenzierung von *P. tonkinensis* und *P. merkusii* können sich bislang nur auf wenige Literaturangaben stützen. Die Terpentinöle und die Harzsäuren aus dem Balsam von *P. merkusii* aus Nordthailand und aus Indonesien (Sumatra und Java) sind von uns vor einigen Jahren untersucht worden (Weißmann et al. 1969, 1974). Ebenso liegen Angaben über die entsprechenden Fraktionen aus Balsam von *P. tonkinensis* aus Hainan vor (Su Zi-an 1981). In der Regel sind aber weder die Monoterpene aus dem Terpentinöl noch die Harzsäuren für chemotaxonomische Vergleiche besonders geeignet. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es deshalb, auch die nichtflüchtigen neutralen Bestandteile der Harze bzw. der Harz-

balsame in den Vergleich einzubeziehen, um vielleicht dadurch einen Beitrag zur Taxonomie dieser Kiefern liefern zu können.

### 2 Material und Methoden

Harzbalsam von *P. tonkinensis* von der Insel Hainan (Prov. Guangdong, V. R. China) wurde uns von Prof. Wang Dingxuan, Direktor des Institute of Chemical Processing and Utilization of Forest Products in Nanjing, zur Verfügung gestellt, wofür auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Harzbalsame und Kolophonium von *P. merkusii* für unsere früheren Untersuchungen stammten aus einem natürlichen Bestand in Bouluang, ca. 100 km südwestlich von Chiang Mai (Nordthailand) sowie aus Sumatra und Java (Indonesien). Zur Isolierung der neutralen Diterpenbestandteile gingen wir von indonesischem Kolophonium aus.

Zur Auftrennung des Harzbalsams von *P. tonkinensis* wurde das Terpentinöl zunächst mit Wasserdampf heraufdestilliert. Der nichtflüchtige Rückstand wurde in Methanol gelöst, mit wäßriger Natronlauge neutralisiert und anschließend mit Ether perkoliert. Aus der perkolierten Seifenlösung wurden die Harzsäuren mit Natriumdihydrogenphosphat in Freiheit gesetzt, in Ether aufgenommen und mit Diazomethan verestert. Aus den neutralen Bestandteilen des Perkolats wurden die Carbonylverbindungen mit Girard-Reagenz T und die primären und sekundären Alkohole mit Phthalsäureanhydrid in Pyridin abgetrennt. Insgesamt beträgt die Menge der neutralen Bestandteile 3–5% (bezogen auf die nichtflüchtigen Anteile des Harzbalsams), wovon jeweils etwa ein Drittel auf Harzaldehyde und Harzalkohole entfällt. Die einzelnen Fraktionen wurden gaschromatographisch und massenspektrometrisch untersucht (experimentelle Angaben siehe Weißmann et al. 1987).

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Terpentinöle

Die Zusammensetzung des Terpentinöls aus Hainan wurde gaschromatographisch auf einer unpolaren Quarz-Kapillarsäule (DB-5, 30 m) ermittelt und in Tabelle 1 aufgeführt.  $\alpha$ -Pinen ist mit über 90% das Hauptprodukt, daneben kommt nur noch  $\beta$ -Pinen in größeren Mengen vor. Zum Nachweis von  $\beta$ -Phellandren neben Limonen wurde das Terpentinöl außerdem auf einer schwach polaren DB-Wax-Säule untersucht. Die von Su Zi-an et al. (1981) vorgelegten Ergebnisse

**Tabelle 1.** Zusammensetzung der Terpentinoile von *P. tonkinensis* und *P. merkusii*

Verbindung	Rel. Retentionszeit	<i>P. tonkinensis</i> %	<i>P. merkusii</i> %
Tricyclen (?)	0,93	0,2	0,4
$\alpha$ -Pinen <sup>a</sup>	1,00	90,9	82,0
Camphen	1,07	0,7	1,0
$\beta$ -Pinen	1,27	6,5	3,4
Myrcen	1,36	0,3	0,6
$\Delta^3$ -Caren	1,56	0,4	10,5
Limonen	1,73	0,5	0,9
$\beta$ -Phellandren	1,73	0,1	Spuren
Terpinolen	2,55	0,2	1,3

<sup>a</sup>  $R_t$  ( $\alpha$ -Pinen): 5,27 min  
Säule: DB-5, 30 m;  $T$ : 65 °C

**Tabelle 2.** Zusammensetzung der Harzsäuren von *P. tonkinensis* und *P. merkusii*

Methylester von	Rel. Retentionszeit	<i>P. tonkinensis</i> %	<i>P. merkusii</i> %
d-Pimarsäure <sup>a</sup>	1,00	–	–
Sandaracopimarsäure	1,02	9,5	9,8
Isopimarsäure	1,05	14,2	14,6
Palustrin- und Laevopimarsäure	1,07	40,6	38,4
Dehydroabietinsäure	1,11	2,8	8,2
Abietinsäure	1,17	13,1	16,3
Neoabietinsäure	1,24	5,9	2,9
Merkusinsäure	1,35	14,0	9,7

<sup>a</sup>  $R_t$  (Pimarsäuremethylester): 25,5 min  
Säule: DB-5, 30 m;  $T$ : 150–250 °C; 2,5°/min

stimmen hiermit im wesentlichen überein. Ein Vergleich mit unserer früheren Analyse eines Terpentinoils von *P. merkusii* aus Java (Weißmann et al. 1974) zeigt Abweichungen eigentlich nur bei dem deutlich höheren Gehalt von  $\Delta^3$ -Caren. Noch höhere Anteile an  $\Delta^3$ -Caren (bis zu 40%) hatten wir bei der Untersuchung der Balsame von *P. merkusii* aus Nordthailand gefunden (Weißmann et al. 1969). Solche quantitativen Unterschiede bei einzelnen Komponenten der Terpentinoile sind bei zahlreichen Kiefernarten beobachtet worden und sind kein Beweis für das Vorliegen verschiedener Arten.

### 3.2 Harzsäuren

Die Säuren der Kiefernharze sind in der Regel für chemotaxonomische Vergleiche wenig ergiebig. Die Hauptbestandteile sind fast bei allen Arten die Säuren vom Abietantyp neben wechselnden Mengen von d-Pimar- und Isopimarsäure sowie geringen Anteilen der Sandaracopimarsäure. Die Harzsäuren der *P. merkusii* zeigen dagegen in drei Punkten bemerkenswerte Abweichungen:

- es liegt keine d-Pimarsäure vor,
- der Anteil an Sandaracopimarsäure ist außerordentlich hoch und
- es liegt eine zweibasische, bicyclische Diterpensäure, Merkusinsäure (Ia), vor (Weißmann 1974).

In Tabelle 2 ist die Zusammensetzung der Säuren von *P. merkusii* und *P. tonkinensis* angegeben, die eine vollständige Übereinstimmung zeigen. Ähnliche Ergebnisse waren

**Tabelle 3.** Zusammensetzung der Carbonylfractionen aus *P. tonkinensis* und *P. merkusii*

Verbindung	Rel. Retentionszeit	<i>P. tonkinensis</i> %	<i>P. merkusii</i> %
Pimara-8(14), 15-dienal <sup>a</sup> (d-Pimaral)	1,00	–	–
Isopimara-8(14), 15-dienal (Sandaracopimaral)	1,03	5	9
Isopimara-7,15-dienal (Isopimaral)	1,10	49	69
Palustral	1,12	1	3
Dehydroabietal	1,18	8	2
Abietal	1,25	10	11
Neoabietal	1,37	1	2
Nicht identifiziert	1,50	5	2

<sup>a</sup>  $R_t$  (Pimaral): 20,7 min, GC-Bedingungen s. Tabelle 2

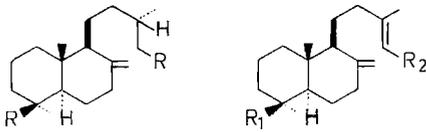
auch bei den Harzsäuren von *P. merkusii* aus Thailand gefunden worden.

### 3.3 Carbonylverbindungen

Bei den Carbonylverbindungen aus den neutralen Bestandteilen des Harzbalsams bzw. des Kolophoniums handelt es sich vornehmlich um sog. Harzaldehyde, die in ihrer Struktur den normalen Kiefernharzsäuren entsprechen. Im Gegensatz zu den Harzsäuren überwiegen hier wie auch bei den Harzalkoholen die Verbindungen vom Pimar-/Isopimartyp (Weißmann et al. 1987). Bei den Carbonylverbindungen aus *P. merkusii* bildet Isopimaral mit fast 70% den Hauptbestandteil. Der entsprechende Pimarantyp ist wie bei den Säuren nicht nachzuweisen. Die Zusammensetzung der Aldehyde ist Tabelle 3 zu entnehmen. Sie zeigt auch wieder die weitgehende Übereinstimmung mit der Carbonylfraction aus dem Balsam der *P. tonkinensis*. Unterschiede treten nur in quantitativer Hinsicht auf.

### 3.4 Hydroxylverbindungen

Bei der Reaktion der neutralen Harzbestandteile mit Phthalsäureanhydrid in Pyridin reagieren nur die primären und sekundären Hydroxylgruppen unter Bildung der sauren Halbestere, die durch Extraktion mit verdünnter Alkalilösung von den übrigen Neutralteilen abgetrennt werden können. Durch Verseifung mit ethanolischer Lauge können die ursprünglichen Alkohole regeneriert werden. Bei der Untersuchung der Alkohole aus Kolophonium von *P. merkusii* konnten in dieser Fraktion nur primäre Harzalkohole identifiziert werden, wobei Isopimarol mit über 40% den Hauptbestandteil bildet. Neben Sandaracopimarol liegen Abietol und geringe Mengen anderer Harzalkohole vom Abietantyp vor, insgesamt also Alkohole mit den gleichen Grundstrukturen, wie sie auch bei den Harzsäuren und -aldehyden nachgewiesen werden konnten. Daneben wurden zwei bicyclische Diterpenalkohole identifiziert, Anticopalol (IIIb) und Agathadiol (IIb). Der Nachweis dieser Alkohole gelang durch gaschromatographischen und massenspektrometrischen Vergleich mit den authentischen Verbindungen, die durch Reduktion von Anticopalsäure- (IIIa) bzw. Agathensäuremethylester (IIa) mit Lithiumaluminiumhydrid hergestellt worden waren. Das der Merkusinsäure (Ia) entsprechende Imbricatadiol (Ib) liegt nicht vor.



- Ia: R = COOH  
Merkusinsäure  
Ib: R = CH<sub>2</sub>OH  
Imbricatadiol
- IIa: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> = COOH  
Agathensäure  
IIb: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> = CH<sub>2</sub>OH  
Agathadiol  
IIIa: R<sub>1</sub> = CH<sub>3</sub>, R<sub>2</sub> = COOH  
Anticopalsäure  
IIIb: R<sub>1</sub> = CH<sub>3</sub>, R<sub>2</sub> = CH<sub>2</sub>OH  
Anticopalol

In Tabelle 4 ist die Zusammensetzung der Hydroxylfraktionen von *P. merkusii* und *P. tonkinensis* angeführt. Die qualitative Übereinstimmung ist auch hier deutlich.

**Tabelle 4.** Zusammensetzung der Hydroxylfraktionen aus *P. tonkinensis* und *P. merkusii*

Verbindung	Rel. Retentionszeit	<i>P. tonkinensis</i> %	<i>P. merkusii</i> %
Nicht identifiziert	0,97	2	2
Labda-8(17),13-dien-15-ol (Anticopalol)	0,99	4	9
Pimara-8(14),15-dien-18-ol <sup>a</sup> d-Pimarol)	1,00	–	–
Isopimara-8(14),15-dien-18-ol (Sandaracopimarol)	1,05	4	5
Isopimara-7,15-dien-18-ol (Isopimarol)	1,09	60	43
Palustrol	1,11	2	2
Nicht identifiziert	1,15	–	2
Dehydroabietol	1,17	1	2
Abietol	1,22	7	8
Neoabietol	1,32	5	2
Labda-8(17)-en-15,19-diol (Imbricatadiol)	1,45	–	–
Labda-8(17),13-dien-15,19-diol (Agathadiol)	1,50	2	3

<sup>a</sup> R<sub>1</sub> (Pimarol): 23,1 min, GC-Bedingungen s. Tabelle 2

**Tabelle 5.** Zusammensetzung der übrigen Neutralteile aus *P. tonkinensis* und *P. merkusii*

	Rel. Retentionszeit	<i>P. tonkinensis</i> %	<i>P. merkusii</i> %
<b>Kohlenwasserstoffe, Oxide</b>	0,80–1,35	<b>28</b>	<b>9</b>
Identifizierte Verbindungen:			
Pimaradien <sup>a</sup>	1,00	–	–
Isopimaradien	1,10	17	4
<b>Tertiäre Alkohole</b>	1,35–1,70	<b>5</b>	<b>7</b>
Identifizierte Verbindungen:			
<b>Harzsäuremethylester</b>	1,70–2,70	<b>67</b>	<b>84</b>
Identifizierte Verbindungen:			
d-Pimaral	1,70	–	–
Sandaracopimaral	1,72	2	4
Isopimaral	1,82	6	6
Dehydroabietat	1,94	3	23
Abietat	2,05	6	11
8,11,13,15-Abietatetraenoat	2,18	5	4
Neoabietat	2,19	2	2
15-Hydroxydehydroabietat	2,40	2	3

<sup>a</sup> R<sub>1</sub> (Pimaradien): 11,9 min, GC-Bedingungen s. Tabelle 2

### 3.5 Übrige Neutralteile

Nach Abtrennung der Harzaldehyde und Harzalkohole bleibt aus den Neutralteilen ein außerordentlich komplexes Gemisch zurück, in dem u. a. Diterpen-Kohlenwasserstoffe, Oxide, tertiäre Alkohole und Harzsäuremethylester zu erwarten sind. Durch gaschromatographische und massenspektrometrische Untersuchungen ließen sich mit steigendem Retentionsvolumen auf der unpolaren Quarz-Kapillarsäule (DB-5) drei Bereiche definieren, die mengenmäßig anhand der Peakfläche abgeschätzt wurden.

Mit relativen Retentionsvolumina zwischen etwa 0,8 und 1,35 (bezogen auf Pimaradien) liegen Diterpen-Kohlenwasserstoffe (M<sup>+</sup> 272; 274) und bei einigen Kiefern cyclische Diterpenoxide, z. B. Manoyloxid, Epimanoyloxid, vor. Aus Kolophonium von *P. merkusii* konnte nur Isopimaradien durch Vergleich des Massenspektrums mit Literaturangaben (Wenkert et al. 1965) identifiziert werden. Der Bereich mit relativen Retentionsvolumina zwischen 1,35 und 1,70 enthält wahrscheinlich in der Hauptsache tertiäre Alkohole (M<sup>+</sup> 288; 290), es konnten jedoch keine definierten Verbindungen identifiziert werden.

Im letzten Bereich bis zu einem relativen Retentionsvolumen von etwa 2,70 liegt die Hauptmenge der Fraktion vor, wobei es sich überwiegend um Harzsäuremethylester handelt. Neben den normalen Harzsäureestern, deren freie Säuren auch im Harzbalsam oder im Kolophonium vorliegen, konnte bei *P. merkusii* 8,11,13,15-Abietatetraenoat und 15-Hydroxydehydroabietat durch Vergleich der Massenspektren (Ekman 1979) nachgewiesen werden. Wie aus der Gegenüberstellung in Tabelle 5 zu ersehen, ergibt sich bei den neutralen Bestandteilen aus dem Balsam von *P. tonkinensis* wieder eine weitgehende Übereinstimmung.

## 4 Schlußfolgerungen

*Pinus merkusii* wird von Critchfield und Little (1966) zusammen mit einigen anderen Arten, wie *P. massoniana*, *P. luchuensis*, *P. sylvestris*, *P. maritima* und *P. nigra* innerhalb des Subgenus *Pinus* (*Diploxylon*) der Sektion *Pinus*, Subsektion *Sylvestres* zugeordnet. Bei der Untersuchung von Harzbalsamen der Subsektion *Sylvestres* konnten bei *P. merkusii* bemerkenswerte Abweichungen festgestellt werden, die sich insbesondere auf die Zusammensetzung der Harzsäuren beziehen. Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen zeigt die Zusammensetzung des Harzbalsams von *P. tonkinensis* aus Hainan eine weitgehende Übereinstimmung mit der des Balsams von *P. merkusii* aus Indonesien und Northailand. Danach erscheint es nicht gerechtfertigt, *P. tonkinensis* als eigenständige Art anzusprechen, vielmehr muß sie der Species *P. merkusii* zugerechnet werden.

## 5 Literatur

- Chevalier, A. 1944: Notes sur les conifères de l'Indochine. Rev. Botan. Appliquée d'Agricult. Tropic. 24:7–34
- Critchfield, W.B.; Little, jr., E.L. 1966: Geographic distribution of the pines of the world. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Miscell. Publication No. 991
- Ekman, R. 1979: Modified resin acids in the reaction zone of *Fomes annosus*-affected sapwood of Norway spruce. Acta Acad. Abot., Ser. B., 39, No. 6, 7 pp.
- Greguss, P. 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. Akademiai Kiado, Budapest

- Su Zi-an; Zhai Qui-hua; Liang Zhi-gin; Guo Chang-tai 1981: Chemical Constituents from nineteen Pine Tree Species. *Chemistry & Industry of Forest Products* 1 (3):1–11
- Weißmann, G. 1974: Merkusinsäure, eine Dicarbonsäure im Balsam von *Pinus merkusii*. *Holzforschung* 28:186–188
- Weißmann, G.; Dietrichs, H.H.; Sootichanchai, W. 1969: Untersuchung der Harzbalsame und des Kolophoniums der thailändischen Kiefern. *Holz Roh- Werkstoff* 27:189–191
- Weißmann, G.; Lange, W. 1987: Die Zusammensetzung der Neutralteile des Balsamkolophoniums von *Pinus massoniana* Lamb., *Pinus merkusii* Jungh. und *Pinus luchuensis* Mayr. *Holzforschung* 41 (im Druck)

- Weißmann, G.; Simatupang, M.H. 1974: Indonesisches Kolophonium aus *Pinus merkusii* De Vriese. *Farbe u. Lack* 80:932–936
- Wenkert, E.; Afonso, A.; Beak, P.; Carney, R.W.J.; Jeffs, P.W.; McChesney, J.D. 1965: The proton magnetic resonance spectral characteristics of tricyclic diterpenic substances. *J. Org. Chem* 30:713–722
- Wu, Chung-Lwen 1950: Forest regions in China with special reference to the natural distribution of pines. Unpublished D.F. Thesis, Duke University (1950). Ref. in Wang ChiWu: The forests of China. Maria Moors Cabot Foundation, Publication No. 5, Harvard University, Cambridge, Mass.

### Zeitschriftenreferate

**Bier, H.: Methodik der Einsatzanalysen für die Automatisierung von Handhabeprozessen.** *Holztechnologie* 27 (1986) Nr. 2: 59–63; 6 Abb., 2 Tab.

Es wird der Versuch unternommen, „die Automatisierung von Handhabevorgängen als Teil einer komplexen Automatisierung“ zu schematisieren. „Begonnen wird mit der Konstituierung eines Kollektivs von Fachleuten der Gebiete Technologie, Konstruktion, Ökonomie und WAO ...“ Es folgen lange Checklisten und Formblätter.

Für den fachkundigen und vor allem praxiserfahrenen Ingenieur, der sich täglich im Wettbewerb unserer mittelständischen Industrie bewähren muß, wirken solche Schemata fremd. Sie sind Ausdruck wuchernder Bürokratie, die es jedermann ermöglicht, persönliche Verantwortung und Risiken zu meiden, sich im Kollektiv zu verstecken. H. Soiné

**Müller, W.: Möglichkeiten der Anwendung des Gelenkroboters ZIM 60-1 in der Möbelindustrie.** *Holztechnologie* 27 (1986) Nr. 2: 66–70; 7 Abb., 2 Tab.

Der Autor unterscheidet prozeßspezifische Industrieroboter von prozeßflexiblen. Erstere umfassen die große Gruppe der Beschick- und Stapelgeräte. Sie sind nach unserer Sprachgewohnheit keine Roboter.

Die prozeßflexiblen hingegen sind Industrieroboter mit mehreren Freiheitsgraden. Sie haben noch kaum Eingang gefunden in die Möbelindustrie der DDR, die sich in diesem Punkt nicht von Verhältnissen bei uns unterscheidet.

Beschrieben wird der Gelenkroboter ZIM 60-1 mit 5 elektrisch angetriebenen Achsen (5 Freiheitsgrade). Als Auswahlkriterien für einen Industrieroboter werden genannt: Handhabemasse, Arbeitsraum, Anzahl der Freiheitsgrade, Positioniergeschwindigkeit, Positioniergenauigkeit, Steuerungs- und Programmierungsart, Speicherkapazität, Koppelmöglichkeiten mit peripheren Einrichtungen, Liefermöglichkeit.

Sieht man vom letzten Punkt ab, sind die Kriterien allgemeingültig.

Der ZIM 60-1 wird in seinen mechanischen, steuerungstechnischen, meß- und regelungstechnischen Systemdetails vorgestellt und skizziert.

Verschiedene Einsatzbeispiele werden besprochen: Beschicken von Korpuspressen, Stapeln von Behältnismöbeln auf Paletten, Beschick- und Stapelvorgänge an einer Fräslinie. H. Soiné

**Niemz, P.; Landmesser, W.; Kowalewitz, D.; Weiner, M.: Untersuchungen zur Prozeßmodellierung der Spanplattenfertigung.** *Holztechnologie* 27 (1986) Nr. 2: 79–85; 7 Abb., 5 Tab.

Die rechnergestützte Steuerung der Spanplattenherstellung ist in der Bundesrepublik weit fortgeschritten, wird hier seit etwa zehn Jahren ideenreich von den Herstellerwerken selbst und ihren Zulieferanten betrieben.

Die Autoren entwickeln eine übersichtliche Systematik der wesentlichen Einflußfaktoren auf die Plattengüte. Als wichtigste Größen werden genannt: Rohdichte der Platten und ihr Rohdichteprofil, Partikelgeometrie, Rohstoffzusammensetzung, Spanfeuchte, Preßtechnik.

Die Wechselwirkung zwischen Einfluß- und Zielgrößen wird aufgezeigt und eine experimentelle Untersuchung in einer Spanplattenanlage beschrieben. H. Soiné

**Fuchs, I.; Henkel, M.: Ein Beitrag zur Anwendung der CCD-Technik in der Holzverarbeitenden Industrie.** *Holztechnologie* 27 (1986) Nr. 2: 87–90; 7 Abb., 1 Tab.

CCD (Charge Coupled Device) bezeichnet optoelektronische Sensoren in Verbindung mit einem leistungsfähigen Rechner. Die Autoren nennen Anwendungsbeispiele für die vor etwa 15 Jahren in Gang gekommene CCD-Technik:

Messen der drei Dimensionen an platten- und bandförmigen Werkstoffen: Durchmesserbestimmung an Rundholz, Flächenvermessung bei der Furnierherstellung, Lokalisieren von Bohrlöchern, Vermessen von Kantenausbrüchen bei der Bearbeitung, Erkennen von Kodierungen, Verschleißmessungen an Werkzeugen, Fehler erkennen auf Materialoberflächen, Erkennen von Markierungen für Trennschnitte.

Die Scanner der CCD-Technik werden in der Bundesrepublik schon mit extrem hoher Auflösung angeboten. Sie können in Verbindung mit leistungsstarkem Rechner viel mehr leisten als die Autoren aus der DDR aufzählen. Hier seien nur die Stichworte Sortieren, Steuern von Arbeitstakten, Bewerten nach Güte, Speichern, Kalkulieren genannt.

Die Autoren beschreiben zwei Einsatzbeispiele: Erstens prüfen sie die Kantenqualität von Spanplatten bei der Produktion, zweitens die Ausrisse bei der Bearbeitung melaminbeschichteter Möbelbauteile. Beides sind Dinge, die man einfacher in den Griff bekommen kann. CCD-Technik ist anspruchsvoll und noch sehr teuer. Sie muß deshalb Vorgängen vorbehalten bleiben, die nur optoelektronisch in Verbindung mit Rechnern zu erfassen sind. H. Soiné

**Schajer, G.S.: Simple formulas for natural frequencies and critical speeds of circular saws** (Einfache Formeln für die Eigenschwingungen und kritische Drehgeschwindigkeiten von Kreissägen). *Forest Prod. J.* 36 (1986) Nr. 2: 37–43; 9 Abb.

Die Komplexität der Berechnung von Kreissägeeigenfrequenzen und kritischen Geschwindigkeiten hat sich erschwerend auf die Übertragung der Geschwindigkeitstheorie auf die praktische Sägeblattentwicklung ausgewirkt. Die vorliegende Arbeit zeigt Lösungsansätze, mit deren Hilfe die natürlichen Frequenzen und die kritischen Geschwindigkeiten von mittig verstärkten bzw. von normalen Sägeblättern per Computer berechnet werden können. Die kritische Geschwindigkeitstheorie faßt die Sägeblattinstabilität als Phänomen der Resonanzvibration auf, die abhängig ist von den Sägeblattdimensionen, den Materialeigenschaften des Sägeblattes, den inneren Spannungen und von der Sägeblattführung. Der hier vorgestellte Lösungsweg führt die Sägeblattinstabilität allein auf die Sägeblattgeometrie zurück, so daß mit Hilfe der von Rayleigh-Ritz vorgeschlagenen Rechenmethode aus einfachen Polynomen, die nur noch die Sägeblattabmessungen enthalten, Funktionen für die kritischen Geschwindigkeiten und die Eigenfrequenzen berechnet werden können. Für die beiden genannten Sägeblatt-Typen sind diese Funktionen angegeben. Aus graphischen Darstellungen können Kreissägeeigenfrequenzen und kritische Geschwindigkeiten entnommen werden. F.-W. Bröker