

# Untersuchungen zur Herstellung dünner strukturierter Späne aus Holz durch Fräsen mit kleinen Einstellwinkeln

Gegenwärtig ist auf vielen Wissensgebieten eine intensive Forschungstätigkeit mit den Zielen der Schaffung umweltfreundlicher Produktionstechnologien und Herstellung entsprechender Erzeugnisse im Gang wie beispielsweise zur Einsparung von Primärenergie im Produktionsprozeß, Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emission, Herstellung umweltgerechter Baustoffe, verstärkten Verwendung unbedenklicher natürlicher Isolationswerkstoffe, Herstellung umweltfreundlich entsorgbarer bzw. kompostierbarer Verpackungswerkstoffe aus natürlichen Rohstoffen und Substitution von schwer entsorgbaren Kunststoffen durch Naturprodukte sowie Müllvermeidung. Einige der sich mit dieser Problematik befassenden Forscher schlagen als eine Möglichkeit den Einsatz von in Handwerk und Industrie anfallenden Hobelspänen bzw. auch Miskanthus-Gras für Verpackungs- und Dämmwerkstoffe vor [1, 2, 3]. Die dabei bereits realisierten Lösungsansätze weisen schon einen hohen Entwicklungsstand auf. Der erste Teil ist in HOB 11/93 erschienen. – Zweiter Teil und Schluß von Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Uwe Heisel und Dr.-Ing. habil. Johannes Tröger<sup>1)</sup>.

## Maschinentechnische Grundlagen zur Spanerzeugung

Einer Erzeugung dünner strukturierter

<sup>1)</sup> Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. U. Heisel ist Direktor des Instituts für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart mit dem Versuchsfeld für Holzbearbeitungsmaschinen. Dr.-Ing. habil. J. Tröger ist Leiter des Versuchsfeldes.

Späne mittels kegelstumpfförmiger Werkzeuge im großtechnischen Rahmen steht deren verhältnismäßig geringen Bearbeitungszugabe (beispielsweise max. 3 mm bei einem Werkzeug-

Abb. 13: Prinzipdarstellung einer ▼ Zerspanungsmaschine mit kegelstumpfförmigen Werkzeugen

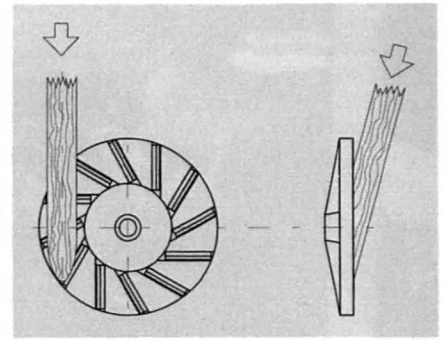
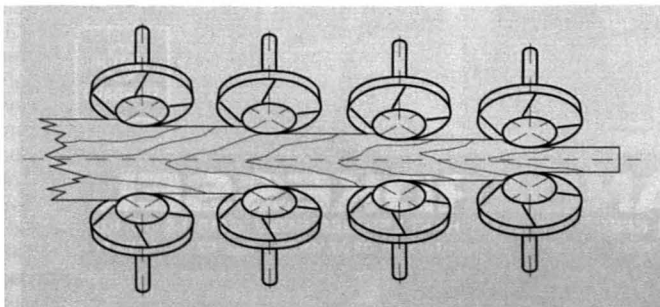


Abb. 14: Prinzip eines Messerscheibenzer-spanners mit kleinem Einstellwinkel

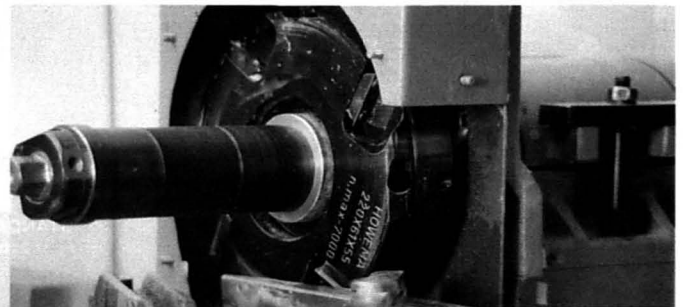
durchmesser von 200 mm) entgegen. Sicherlich ist es denkbar, daß eine Maschine mit mehreren kaskadenförmig angeordneten Werkzeugen (Prinzip Abb. 13) eine entsprechende Zerspanungsleistung ermöglicht, jedoch erfordert dabei die Führung zur Realisierung der Vorschubbewegung des Holzes einen erheblichen technischen Aufwand, ebenso die Gestaltung der einzelnen Antriebe und Werkzeuge.

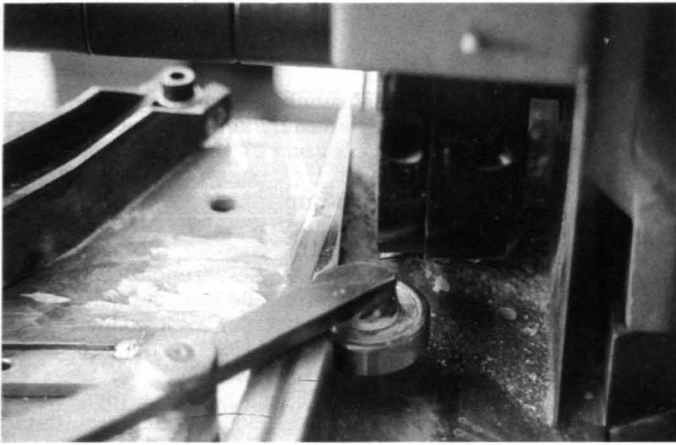
Einem Maschinenkonzept zur Herstellung von sehr dünnen strukturierten Schneidspänen muß das durch kegelstumpfförmige Werkzeuge realisierte allgemeine Prinzip des Fräsens mit kleinen Einstellwinkeln zugrunde gelegt werden. Dieses Fräsprinzip ist nicht an kegelstumpfförmige Werkzeuge gebunden, es kann auch beispielsweise mit einem an sich prinzipiell bekannten Messerscheibenzerpanner bei schräger Holzzuführung realisiert werden (Prinzip Abb. 14).

Um die Funktionsweise des Zerspanungsprinzips mit schräger Zuführung, also das Spanen mit kleinen Einstellwinkeln zu überprüfen, wurde mittels vorhandener Technik (Scheibenfräser, Maschinenfundament) ein Modellzerpanner entwickelt. Gelingt der Nachweis der Herstellbarkeit dünner strukturierter Späne mit diesem Modellzerpanner, so könnte mit der Entwicklung eines größeren Laborzerpanners begonnen werden. Mit dessen Hilfe kann die Spanbildung einerseits untersucht werden, andererseits sind aber auch Späne größerer Mengen aus Schwachholz für bestimmte, teilweise schon in Arbeit befindliche Applikationsforschungsvorhaben [1; 2] herstellbar.

Die realisierte Versuchseinrichtung ist in Abb. 15 dargestellt. Das scheiben-

Abb. 15: Versuchseinrichtung „Modellzerpanner“





▲ Abb. 16: Materialzuführung zum Werkzeug



Abb. 17: Mittels Modell-Messerscheibenzerspaner erzeugte Späne

förmige Werkzeug mit einem Werkzeugdurchmesser von 220 mm wurde auf einer Werkzeugträgerwelle innerhalb eines Maschinensegmentes (Weinig) befestigt. Die Werkstoffzuführung ist schwenkbar gestaltet, um damit den Einstellwinkel variieren zu können. Die Werkzeugabdeckung (Berührungsschutz) und die Späneabsaugung sind nicht mit gezeigt. Einen Blick auf die Werkstückzuführung zeigen die Abb. 15 und 16.

Zerspanbar sind aufgrund der geringen Werkzeugdimensionen nur Leisten mit einem Querschnitt von  $20 \times 20 \text{ mm}^2$ . Erste Versuche im Gegenlauf ergaben einen hohen Splitteranteil, da immer gegen die Faser geschnitten wird. Der Gleichlauf, der einen Schnitt in Faserichtung ermöglicht, ist insofern sehr gefährlich, da nahezu ideale Rückschlagbedingungen vorliegen. Um der Gefahr des Rückschlages zu begegnen, wurde mit einer Spandickenbegrenzung von 0,1 mm (Schneidenüberstand zum Grundkörper) gearbeitet. So konnten die Leisten sicher von Hand gehalten und vorgeschoben werden. Die nach diesem Verfahren erzeugten Späne sind in Abb. 17 dargestellt. Die Knitterstruktur der mit diesem Verfahren hergestellten Späne ist gut erkennbar. Da die zu zerspanenden Leisten von Hand der Maschine zugeführt wurden, lag ihre Dicke infolge der geringen Vorschubgeschwindigkeit nur bei 0,03 mm. Diese geringe Spandicke ist insofern erstaunlich, da diese Späne mit Hartmetallwendeschneidplatten eines Keilwinkels  $\beta = 55^\circ$  erzeugt wurden. Die Größe des Keilwinkels ist ebenso wie der Einsatz von Hartmetall für die Herstellung von Schneidspänen ungewöhnlich. Dies zeigt wiederum die positiven Auswirkungen eines kleinen Einstellwinkels auf die Bearbeitungsqualität, im speziellen Fall auf die Spanbildung.

Damit wurde der Beweis erbracht, daß es prinzipiell möglich ist, strukturierte dünne Späne auch mit einer Zerspanungsmaschine, im speziellen Fall mittels einer Messerscheibenzerspanungsmaschine kleinen Einstellwinkels, also mit schräger Werkstoffzuführung, herzustellen.

Das Zerspanungsprinzip Fräsen mit kleinen Einstellwinkeln kann aber auch mittels eines Messerringzerspaners rea-

lisiert werden (Abb. 18): Die in ersten orientierenden Vorversuchen mit einem modifizierten Messerringzerspaner (Bauart Pallmann) hergestellten Späne sind in Abb. 19 dargestellt. Diese Späne sind sehr lang und dünn und dürften sich gegebenenfalls zur Holzwerkstoffherstellung eignen. Für die Herstellung von Wärmedämm- und Verpackungswerkstoffen sind ebene Späne wahrscheinlich nur bedingt geeignet, da sie weder eine Knitterstruktur noch eine gerollte Form aufweisen. Inwieweit durch spezielle Spanbrecher auch eine gerollte oder gefaltete Struktur hergestellt werden kann, muß noch untersucht werden. Da aber bei diesem Verfahrensprinzip quer zur Faser geschnitten wird, ist zweifelhaft, ob überhaupt eine gerollte bzw. eine gefaltete Struktur des Spangutes erzielt ist.

### Zusammenfassung

Eine grundlegende Untersuchung des Spanbildungsmechanismus erfolgte bislang noch nicht. Zur systematischen Untersuchung der Spanbildung sowie der Herausbildung der Spanstruktur ist es unerlässlich, einen variabel modifizierbaren Laborzerspaner zu realisieren. Dabei müssen die wichtigen zerspanungstechnischen, werkstoff- und werkzeugseitigen Einflußgrößen wie die der Schnittgeschwindigkeit (Drehzahl), der Vorschubgeschwindigkeit, des Einstellwinkels, der Schneidanzahl, des Schneidstoffes, der Schneidkeilgestalt (speziell Spanwinkel, Keilwinkel, Freiwinkel, Neigungswinkel), der Winkel des Spanbrechers und die Gestaltung des Spanraumes, die zur Gewährleistung reproduzierbarer Versuchsbedingungen in bestimmten definierten Werten eingestellt und konstant gehalten werden.

Grundsätzlich konnte nachgewiesen werden, daß es möglich ist, mittels einer Zerspanungsmaschine dünne strukturierte Späne herzustellen. Geeignet hierfür ist ein Messerscheibenzerspaner, der einen Fräsprozeß mit kleinen Einstellwinkeln realisiert. Unklar ist jedoch noch, unter welchen konkreten Bedingungen sich bei dünnen Spänen Strukturen bilden. Zur Klärung des Spanbildungsmechanismus sind noch weitergehende

systematische Untersuchungen erforderlich.

### Literatur

- [1] Richter, Ch.: Holzspäne – künftig kein Abfall, sondern wertvoller Rohstoff, HOB 11/93.
- [2] Schwarz: Unterlagen zur Pressekonferenz beim Voll-Wert-Haus-Hersteller Baufriz in Erkeim/Unterallgäu (Sonderdruck).
- [3] Hesch, R.: Reproduzierbare Rohstoffe für die Holzwerkstoffherstellung, Holz-Zentralblatt (15. und 22. Januar 1993); 119 (1993) Nr. 7 + 10 (Sonderdruck).
- [4] Rice, Sr.: Apparatus and method for making wood curls, United States Patent Nr 5, 211, 688; May 18, 1993.
- [5] Rustien, J.: Vorsicht, aber keine Panik. Trockenbau und Akustik 9 (1992) 2, S. 4.
- [6] Lang, M.; Tröger, J.: Hobelfräsen mit vermindertem Wellenschlag, HOB Die Holzbearbeitung 37 (1990) 11, S. 43–50.
- [7] Lang, M.: Untersuchung eines kombinierten Plan- und Umfangfräsverfahrens mit kegelstumpfförmigen Werkzeugen zur Bearbeitung von Holz und holzähnlichen Kombinationswerkstoffen; Dissertation, TU Dresden 1989.
- [8] Tröger, J., Läuter, G., Schibilski, L.: Formatbearbeitung mit Prismenfalzfäsern, Holztechnologie 20 (1979) 4 S. 222–229.
- [9] Salje, E., Dubenkropp, G.: Das Kantenfräsen von Holzwerkstoffen. Teil I: Frässysteme, Merkmale der Kantenqualität beschichteter Spanplatten, HK 17 (1982) 11, S. 982–985. Teil II: Der Schneidkantenversatz als Verschleißkenngröße und seine Abhängigkeit von den maßgebenden Parametern, HK 18 (1983) 3, S. 188–190. Teil III: Messung und Kennzeichnung der Kantenqualität und deren Abhängigkeit von verschiedenen Parametern, HK 18 (1983) 4, S. 307–311 und 332. Teil IV: Schneidkantenversatz und Ausbruchszahl als Standortkriterien, HK 18 (1983) 5, S. 490–494.
- [10] Salje, E.; Stühmeier, W.: Einfluß von Rohdichte und Sandgehalt auf die

Zerspanbarkeit von Spanplatten beim Fräsen. Teil I: Holz-Zentralblatt Nr. 135, 11. 11. 1983, Teil II: Holz-Zentralblatt Nr. 136, 14. 11. 1983.

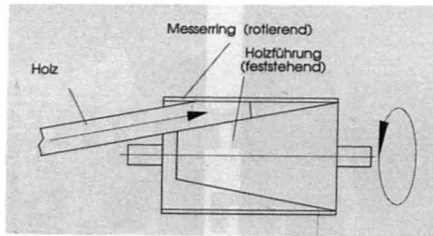


Abb. 18: Zerspanungsprinzip Messerringzerspaner mit schräger Werkstoffzuführung (Fräsen mit kleinen Einstellwinkeln)

[11] Böhme; Münz: Zerspanungs- und Verschleißverhalten von Normal- und Sonderspanplatten mit einheitlicher Beschichtung bei Anwendung unterschiedlicher Zerspanungsverfahren, WKI-Bericht Nr. 17 (1987), AIF-Nr.: 873 und 5869.

[12] Tröger, J.; Herath, M.: Vergleich von Verfahren und Werkzeugen zur Formatbearbeitung plattenförmiger Möbelemente, Holztechnologie 16 (1975) 2 S. 73–81.

[13] Wiechert, H. G.: Holzstaub – nicht ohne Probleme, HK 26 (1991) 2 S. 174–176.

[14] Heimbrand, E.: Bearbeitung von Holzwerkstoffen mit PKD-Werkzeugen, De Beers – Firmenschrift M 41, S. 19–21.

[15] Sattler, M.: Literaturrecherche zum Sägen von Holz. Große Studienarbeit im Hauptfach Werkzeugmaschinen (1990), Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart.

[16] Pahlitzsch, G.: Internationaler Stand der Forschung auf dem Gebiet des Sägens, Holz als Roh- und Werkstoff, 22 (1964) 9, S. 81–392.

[17] Kröppelin, D.: Untersuchungen zum Einfluß der Geometrie der Nebenschneide an kreisenden Holzbearbeitungswerkzeugen, Diss. TU Dresden 1975.

[18] Watzke, H.: Beitrag zum Einfluß der Gestalt der Hauptschneide auf einige Zielgrößen des Spanungsprozesses. Diss. TU Dresden 1976.

[19] Fischer, R.; Tröger, J.; Herath, M.: Untersuchung zum Einfluß von Gestaltfehlern rotierender Holzbearbeitungswerkzeuge auf Verschleiß und Qualität, Holztechnologie 18 (1977) 4 S. 224–231.

[20] Moitzi, H.: Laufabweichungen rotierender Werkzeuge und die Auswirkung auf die Werkstückqualität, Tagungsberichtsband 6. Holztechnisches Kolloquium, Braunschweig, 20.–21. 3. 1980.

[21] Salje, E.; Liebrecht R.: Einfluß von Planlaufabweichungen von Kreissägeblättern auf die Kantenschartigkeit Holz als Roh- und Werkstoff 44 (1986), S. 156 ff.

[22] Salje, E.; Liebrecht, R.: Einfluß von Planlaufabweichungen von Kreissägeblattschneiden auf den Zerspanungsvorgang Holz als Roh- und Werkstoff 45 (1987) S. 465–469.

[23] Tröger, J.; Läuter, G.: Zum Einfluß von Rundlaufabweichungen auf Bearbeitungsqualität und Standvorschubweg beim Fräsen, Holztechnologie, Leipzig 24 (1983) 2 S. 72–76.

[24] Färber, U.; Neumann, H.: Formatgebende Kantenbearbeitung, HK Stuttgart 6 (1971) 3, S. 186–188.

[25] Heimbrand, E.: Spanendes Bearbeiten von Holz-Kunststoff-Werkstoffen, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1977.

[26] Katz, O.; Wüstholz, W.: Neue Aspekte der Werkzeugentwicklung für die holz- und kunststoffverarbeitende Industrie, HOB Die Holzbearbeitung 25 (1978) 12, S. 50–58.

[27] Salje, E.; Stühmeier, W.: Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Schrägfräsen mit großen Achswinkeln HK 20 (1985) 12, S. 58–64.

[28] Tröger, J.; Junge, K.-H.: Fräsen mit runden Schneidelementen – ein neues Verfahren zur Formatbearbeitung von Möbelbauteilen. Holztechnologie 30 (1989) 3, S. 138–1429.

[29] Westkämper, E.; Licher, E.; Prekwinkel, F.: Hochgeschwindigkeitszerspannung von Holz- und Holzwerkstoffen, HK 37 (1990) 12, S. 1438–1441 und HK 38 (1991) 3, S. 300–302.

[30] Heisel, U.; Fischer, A.: Bessere Oberflächenqualität durch Optimierung des dynamischen Maschinenverhaltens, HOB Die Holzbearbeitung 39 (1992) 4, S. 16–20.

[31] Heisel, U.; Fischer, A.: Beurteilung von Oberflächen durch Prozeßsimulation, HOB Die Holzbearbeitung 39 (1992) 5, S. 56–62.

[32] Heisel, U.; Fischer, A.: Von der Oberfläche zur Maschinenbeurteilung beim Umfangsplanfräsen, HOB Die Holzbearbeitung, 39 (1992) 6, S. 30–32.

[33] Fischer, R.: Die rechnergestützte Simulierung von Vorgängen der mechanischen Bearbeitung von Holzwerkstoffen, Holztechnologie, Leipzig 30 (1989) 2, S. 89–92 und Heft 6, S. 281–282.

[34] Ettelt, B.: Was geschieht bei der Spanabnahme beim ziehenden Schnitt? HK 29 (1982) 9.

[35] Tröger, J.: Zum Einfluß des Nei-

gungswinkels beim Umfangs- und Stirnfräsverfahren, HOB Die Holzbearbeitung 37 (1990) 6, S. 34–43.

[36] Heisel, U.; Tröger, J.: Betrachtungen zum Stimplanfräsen, HOB Die Holzbearbeitung 38 (1991) 11, S. 18–24.

[37] Heisel, U.; Tröger, J.; Steinhoff, R.; Fischer, A.: Berührungsloses Meßverfahren zur Beurteilung der Struktur bearbeiteter Holzoberflächen, HOB Die Holzbearbeitung 38 (1991) 11, S. 18–24.

[38] Sitkei, G.; u. a.: Theorie des Spanens von Holz, Acta facultatis Ligniensi, Sopron 1990.

[39] Tröger, J.; Läuter, G.; Kröppelin, D.: Untersuchung zur Stellung des Hauptsägewerkzeuges bei der Formatbearbeitung beschichteter Möbelbauteile, Holztechnologie 18 (1977) 4, S. 212–215.

[40] Maier, G.: Holzbearbeitungsmaschinen Stuttgart: DRW-Verlag 1987.

[41] Stühmeier, W.: Fräsen von Spanplatten mit hochharten Schneidstoffen, Dissertation TU Braunschweig 1989.

[42] Autorenkollektiv (Federführung Klaus Roland): Wissensspeicher Holztechnik; Grundlagen. 2. Auflage. VEB Fachbuchverlag Leipzig 1988.

[43] Autorenkollektiv (Federführung: Wolfgang Müller): Maschinen der Holzbearbeitung. 5. Auflage VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1988.

[44] Taschenbuch der Holztechnologie. Ingenieurschule für Holztechnik Dresden. VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1966.

[45] Vorreiter, L.: Holztechnologisches Handbuch Band III: Grundlagen der Holzspanung Arten, Formen und Maschinen zerspanender Holzformung; Arbeits- und Betriebschutz. Verlag Georg Fromme & Co. Wien und München 1963.

[46] Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer Verlag; Berlin Göttingen, Heidelberg. 1955.

[47] Ettelt, B.: Sägen, Fräsen, Hobeln, Bohren. Die Spanung von Holz und ihre Werkzeuge. DRW-Verlag Stuttgart, 1987.

[48] Beyer, P.-H.: Technologie von CNC-Holzbearbeitungsmaschinen. 2. Auf-

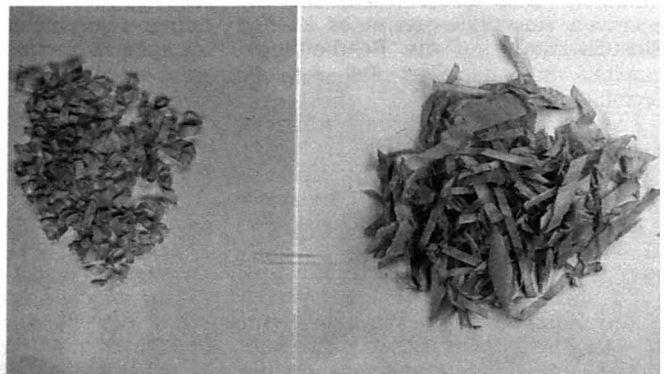


Abb. 19: Mittels Messerringzerspaner (Einstellwinkel  $k=15^\circ$ ) erzeugte Späne (Bildnachweis: IfW)



- lage Conelsen Giradet, Düsseldorf 1991.
- [49] Holztechnik; Fachkunde für Schreiner. Verlag Europa Lehrmittel, Wuppertal 13. Auflage, 1987.
  - [50] Krämer, F.: Grundwissen des Zimmerers; Fachstoff für Zimmerleute.
  - [51] Schmutzler, W.: Zerspanungsmaschinen für die Spanplattenindustrie. Fachbuchverlag Leipzig. Heft 9. Leipzig, 1964.
  - [52] Argyropoulos, G. A.: Schleifen plattenförmiger Werkstücke. Fachbuchreihe Holzbearbeitung. AFW Werbeagentur GmbH, Kassel 1991.
  - [53] Schmidt, N.: Formatkreissägen. Fachbuchreihe Holzbearbeitung. AFW Werbeagentur GmbH, Kassel 1989.
  - [54] Sommer, H. J.: Spanungslehre, Maschinen und Maschinenwerkzeuge für die Holzbearbeitung. Fachbuchverlag Leipzig, 1962.
  - [55] Salje, E.; Liebrecht, R.: Begriffe der Holzbearbeitung. Vulkan Verlag, Essen 1983.
  - [56] Estrich, J.: Maschinenwerkzeuge für die Holzbearbeitung – Werkzeugkunde, Werkstofftechnik, Zerspaltung, Werkzeugeinsatz. Bibliothek der Technik Band 60. Verlag moderne Industrie, Landsberg/Lech 1992.
  - [57] Wienhaus, O.; Kühne, G.; Pecina, H.; Szoka, G.: Chemische Modifizierung von Holzpartikeln zwecks Eigenschaftsverbesserung von Werkstoffen aus Holz, Holztechnologie, 19 (1978) 4, S. 224–231.
  - [58] Pecina, H.; Wienhaus, O.: Neuartige Holzwerkstoffe unter besonderer Berücksichtigung der Verwendung von Abprodukten der Holzverwertung, Holztechnologie, 26 (1985) 4, S. 182–187.

HOB-KENNZIFFER ..... **62**