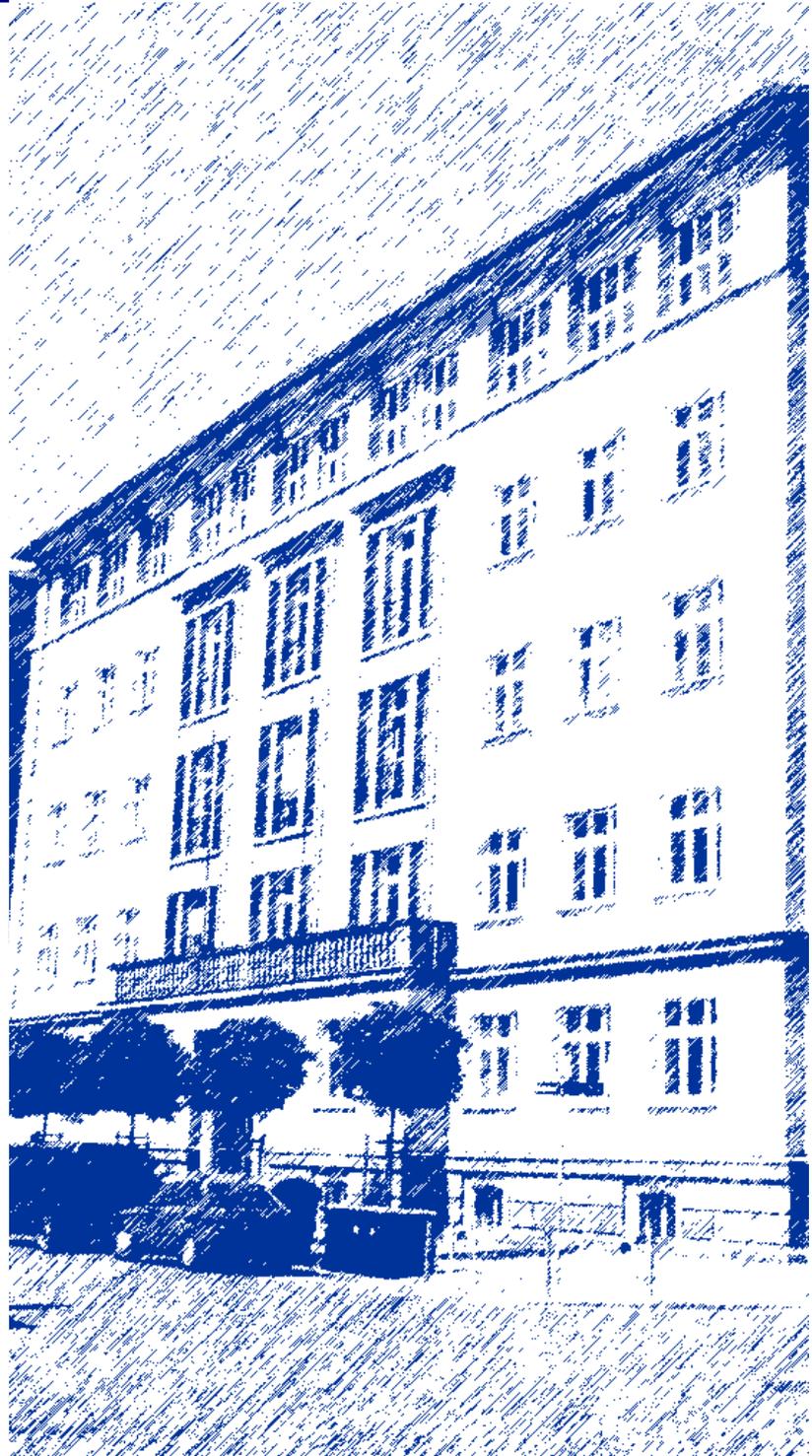




TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Fakultät Maschinenwesen

Tätigkeitsbericht 2001 / 2002



Professur für Holz- und
Faserwerkstofftechnik

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Maschinenwesen
Institut für Holz- und Papiertechnik
Professur für Holz- und Faserwerkstofftechnik

Adresse: 01307 Dresden, Marschnerstr. 32
E-mail: holztechnik@mhp.mw.tu-dresden.de
Internet: <http://www.tu-dresden.de/mw/ihp/hft/hft.html>

Auflage 2002
Copyright Selbstverlag der Professur für
Holz- und Faserwerkstofftechnik Dresden 2002
Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung, auch auszugsweise,
ohne ausdrückliche Genehmigung verboten.
Ausgabe November 2002

Inhalt

	Tätigkeitsbericht 2001 / 2002	Seite
1	Vorwort	1
2	Statistischer Teil	2
2.1	Mitarbeiterstatistik	2
2.2	Studentenstatistik	2
2.3	Raumsituation	2
2.4	Ausstattung der Professur	3
3	Lehre, Aus- und Weiterbildung	3
3.1	Organisation der Lehre	3
3.1.1	Studienangebot HFT	3
3.1.2	Lehramtsstudiengang Holztechnik	4
3.1.3	Studiengang Maschinenbau / Studienrichtung Leichtbau	4
3.2	Ergebnisse	4
3.3	Aktivitäten während des Studiums	5
3.3.1	Vorträge und Gastvorlesungen	5
3.3.2	Exkursionen	6
3.3.3	Hilfsassistententätigkeiten	6
3.3.4	Runder Tisch	6
3.3.5	Auslandsstudienaufenthalte der Studenten	7
3.4	Sonstige Lehrleistungen	7
3.4.1	EIPOS e.V. Dresden	7
3.4.2	IAW e. V. Quedlinburg	7
3.4.3	TUDIAS GmbH Dresden	7
3.4.4	Sonderprogramm Potsdam	7
3.4.5	Sommeruniversität	8
3.4.6	Dresdner Bürgeruniversität	8
3.4.7	Studium generale	8
3.4.8	Masterstudiengang Holz	8
3.4.9	Projekttag für Gymnasien	8
3.4.10	Praktikanteneinsatz	8
4	Forschungsaufgaben	9
4.1	Profillinien und Forschungsschwerpunkte	9
4.2	Forschungsprojekte	10
4.3	Wissenschaftliche Dienstleistungen	13
5.	Wissenschaftliche Arbeit	14
5.1	Graduierungen	14
5.2	Wissenschaftliche Veröffentlichungen	15
5.3	Wissenschaftliche Veranstaltungen	20
5.4	Mitarbeit in Fachgremien und Vereinen	21
6	Kooperationsbeziehungen	21
6.1	Nationale Kooperation	21
6.2	Internationale Kooperation	22
7	Sonstige Ereignisse	23
7.1	Öffentlichkeitsarbeit	23
7.2	Verein akademischer Holzingenieure an der TU Dresden	26
7.3	Studienwerbung	26
7.4	Auszeichnungen, Würdigungen und Preise	27
7.5	Das Hochwasser und seine Folgen für HFT	27
8	Anlagenteil	29

Vorwort

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Professur Holz- und Faserwerkstofftechnik sehen es als ihre vordergründige Aufgabe und Verpflichtung an, holztechnologisches Wissen in die Gesellschaft hineinzutragen. Das erfolgt sowohl in der Lehre durch Vermittlung bekannten Wissens als auch durch aktive Forschung unter Einbeziehung der Studenten. Die Ergebnisse der Grundlagen- und angewandten Forschung bereichern die Lehrinhalte und werden über Transferinstitutionen, wie die Dresdner Interessengemeinschaft Holz, von der Wirtschaft interessiert aufgenommen. Nicht zuletzt wird dann über die Absolventen selbst die Weitergabe des Grundlagen- und Methodenwissens in die Gesellschaft vollzogen. Weiter gestiegene Studentenzahlen, insbesondere im Aufbaustudium, zeugen vom Interesse an diesem Ingenieurstudium auf maschinenbaulich-verfahrenstechnischer Grundlage. Vielfältige inner- und außeruniversitäre Kooperationen ermöglichen ein umfangreiches und flexibles Lehrangebot mit neuen Schwerpunkten wie die Werkzeugmaschinenentwicklung oder dem neuen interfakultären Masterstudiengang Holzwirtschaft/Holzindustrie.

Die Forschungsaktivitäten konnten zugunsten kurzfristig realisierbarer, subventionsfreier Industrieprojekte spürbar gesteigert werden. Eine Veröffentlichung dieser auftragspezifischen Ergebnisse ist aus Gründen der Vertraulichkeit an dieser Stelle nicht möglich.

Zwei äußere Ereignisse prägten entscheidend das Berichtsjahr 2001/2002. Das ist zum einen der Büroumzug in die Marschnerstraße 32 am dezentralen Universitätsstandort Dresden/Johannstadt. Neue, moderne Arbeits- und Lehrräume, gekoppelt mit jüngsten Investitionen, wie ein hochmoderner Mikroskopie- und Bildverarbeitungskomplex für Lehre und Forschung, sollen die Bedingungen für Mitarbeiter und Studenten verbessern.

Zum anderen wurden auch wir von der Flutkatastrophe nicht verschont. Mitarbeiter zu Hause, Teile unseres Holztechnikums und Kellerräume in den Büro- bzw. Laborgebäuden sind durch die Überschwemmungen zu Schaden gekommen.

Dank eines schnellen und engagierten Einsatzes der Mitarbeiter, Studenten, von Hilfskräften unserer Universität und der Berufsakademie Sachsen konnte Schlimmeres verhindert und mit der Schadensbeseitigung begonnen werden. Allerdings sind auch wir auf die Hilfe anderer angewiesen, um die Schäden vollständig kompensieren zu können. Die Arbeitsfähigkeit der Professur ist fast wieder vollständig hergestellt, das Ausmaß der Schäden durch Rückschläge, insbesondere in der Forschung, noch nicht einschätzbar.

Es gibt aber auch Positives am Ende des Berichtsjahres zu vermelden. Das Sächsische Staatsministerium für Kultus hat entschieden, den diesjährigen hochdotierten Erich-Glowatzk -Preis unserem Absolventen und wissenschaftlichen Mitarbeiter an der Professur, Herrn Dipl.-Ing. Thomas Volkmer, für seine ausgezeichneten studentischen Leistungen und herausragenden Forschungsergebnisse, insbesondere auf dem Gebiet der Holzmodifizierung, zu verleihen. Dies kann alle Beteiligten zu recht mit Stolz erfüllen.

Nach diesem ereignisreichen Berichtsjahr freuen wir uns auf den Start in das nächste Studienjahr und auf eine weiterhin so gute Zusammenarbeit mit Ihnen!



Prof. Dr. André Wagenführ

Mitarbeiter der Professur Holz- und Faserwerkstofftechnik



apl. Prof. H. Pecina



Prof. R. Fischer



Prof. G. Kühne



Dr. U. Kröppelin



Dr. K. Rehm



Dr. T. C. Nguyen



Dipl.-Ing. H. Unbehaun



Dipl.-Ing. S. Tech



Dipl.-Ing. M. Oertel



Dipl.-Ing. J. P. Stephan



Dipl.-Ing. B. Buchelt



Dipl.-Ing. Chr. Gottlöber



Dipl.-Ing. T. Volkmar



R. Erdmann



A. Gottwald



G. Hornig



K. Illing



K. Ernst



T. Dittler



R. Haak

2. Statistischer Teil

2.1 Mitarbeiterstatistik

	<u>01.10.2001</u>	<u>30.09.2002</u>
Inhaber der Professur	1	1
Wissenschaftliche Mitarbeiter Haushalt	3,5	3
Fachpersonal Haushalt	5,5	5,5
Summe Mitarbeiter Haushalt	10	9,5
Wissenschaftliche Mitarbeiter Drittmittel	4	4
Technische Mitarbeiter		1
Fachpersonal Drittmittel	2,5	2,5
externe Mitarbeiter Drittmittel	2	3
Summe Mitarbeiter Drittmittel	8,5	10,5
Wissenschaftliche Fachberater	2	2
Doktoranden	3	2
externe Doktoranden	6	4
Wissenschaftliche Hilfskräfte	1	0

2.2 Studentenstatistik

Zu Beginn des Studienjahres 2001/2002 waren insgesamt 34 Studenten für die Studienrichtung Holz- und Faserwerkstofftechnik eingeschrieben.

2.3 Raumsituation

Die Professur für Holz- und Faserwerkstofftechnik verfügt gegenwärtig über fast 1000 m² Gesamtfläche auf drei Standorten. Im Mai erfolgte der Umzug der meisten Mitarbeiter in das renovierte Gebäude auf der Marschnerstr. 32.

Marschnerstraße:	Büroräume, Mikrolabor, Lehr- und Beratungsräume, Technikum für Holzbearbeitung I
Dürer-/Holbeinstraße:	Physiklabor, Chemielabor
Hainsberg / Freital:	Technikum f. Holzwerkstoffe, Technikum für Holzbearbeitung II Büro im Versuchshaus



Institutsgebäude Johannstadt
Marschner Str. 32



Institutsgebäude Johannstadt
Dürerstr. 26 / Holbeinstr. 1



Holztechnikum Hainsberg Freital
Tharandter Straße 7

2.4 Ausstattung der Professur

- Technikum zum Herstellen von Holzwerkstoffen
- Technikum der Holzbe- und -verarbeitung
- Einrichtungen für biologische, physikalische und chemische Modifizierung von Holz und Holzwerkstoffen
- Prüfeinrichtungen für die Ermittlung physikalischer und chemischer Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen einschließlich Stoffcharakterisierung
- Labor für Holzanatomie und Mikroskopiertechnik, Bildverarbeitungssysteme

3. Lehre, Aus- und Weiterbildung

3.1 Organisation der Lehre

3.1.1 Studienangebot HFT (Details erfahren Sie über die Homepage des Lehrstuhls)

Studienangebot Holz- und Faserwerkstofftechnik

Präsenzstudium	Aufbaustudium	
Studienrichtung Holz- und Faserwerkstofftechnik	Aufbaustudiengang Holz- und Faserwerkstofftechnik	Aufbaustudienrichtung Holz- und Faserwerkstofftechnik
Zulassung Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife (Abitur) oder Zugangsprüfung nach Berufsausbildung	Zulassung Abschluss eines Hochschulstudiums vorgegebener Richtungen Dipl.-Ing. (TU)	Zulassung Abschluss einer Fachhochschule oder einer Berufsakademie (Fachgebiet Holztechnik) Dipl.-Ing. (TU) / Dipl.-Ing. (BA)
Grundstudium Holz- und Verfahrenstechnik ◦ Präsenzstudium ◦ Regelstudienzeit : 10 Semester ◦ Abschluss : Vordiplom	Aufbaustudium im Aufbaustudiengang Faserwerkstofftechnik ◦ Präsenzstudium ◦ Regelstudienzeit : 4 Semester ◦ Abschluss : Zertifikat (TU)	Zwei Studienformen Verarbeitungs- und Verfahrenstechnik ◦ Präsenzstudium ◦ Regelstudienzeit: 4 Semester ◦ Abschluss: Diplom (TU) oder ◦ Fernstudium ◦ Regelstudienzeit: 8 Semester ◦ Abschluss: Diplom (TU)
Hauptstudium Holz- und Faserwerkstofftechnik ◦ Präsenzstudium ◦ Regelstudienzeit 10 Semester ◦ Abschluss: Vordiplom (TU) oder ◦ Regelstudienzeit: 7 Semester ◦ Abschluss: Bakkalaureus (Bachleor)		

3.1.2 Lehramtstudiengang Holztechnik (Erstfach)

Im Berichtszeitraum haben sechs Studentinnen des Studienganges Lehramt an berufsbildenden Schulen, Fachrichtung Holztechnik, der Fakultät Erziehungswissenschaften die Prüfung Holztechnik erfolgreich abgelegt.

3.1.3 Studienrichtung Maschinenbau / Studienrichtung Leichtbau

Im Hauptstudium der Studienrichtung Leichtbau des Studienganges Maschinenbau ist im 5. Semester das Pflichtfach "Leichtbau – Werkstoffe" mit dem Teilfach "Holz- und Faserwerkstoffe" mit 36 eingeschriebenen Studenten enthalten, das von unserer Professur gelehrt wird. Diese Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über den Aufbau des Holzes und seiner für den Leichtbau wesentlichen Eigenschaften sowie zum Holzschutz und zu Holz- und Verbundwerkstoffen.

3.2 Ergebnisse

Im Studienjahr 2001/2002 wurden folgende Themen als Diplom-/ Studienarbeiten bearbeitet:

• **Diplomarbeiten:**

M. Berninghoff:	Entwicklung biegesteifer Verbundwerkstoffe in Sandwichbauweise für einen Einsatz in der Möbelindustrie
M. Zetzsche:	Analyse möglicher quantifizierbarer Einflussgrößen auf die Qualität von Behältnismöbeln

• **Große Belege**

M. Böhme:	Fallstudie zur effizienten Gestaltung der Produktion in einem Holzverarbeitenden Kleinbetrieb
M. Kregel:	Erstellung eines Organisationshandbuches nach DIN ISO EN 9001:2000 in einem konkreten Unternehmen
R. Orlamünder:	Zertifizierung nach DIN ISO 9001 eines Spanplattenwerkes
A. Pfriem:	Untersuchungen von landwirtschaftlichen Reststoffen und schnellwachsenden Rohstoffen Vietnams für die Herstellung von Faserverbundwerkstoffen
Th. Pursche :	Vergleichende Betrachtungen zu den Berechnungsergebnissen aus dem Programm „Moedi“ mit FEM – Berechnungen

• **Interdisziplinäre Projektbelege:**

L. Hofmann:	Erstellung eines Algorithmus für die Konstruktion eines Einzelmöbels mit Anwendung an einem ausgewählten Beispiel
T. Lorenz:	Entwicklung eines Marketing – Konzeptes für den Verkauf von Schnittholzwarenprodukten für den Holzverarbeitungsbetrieb Herrmann Lorenz GmbH
D. Rößner:	Nachweis der Dauerhaltbarkeit von Klickverbindungen an Lamynahtfußböden bei Einsatz einer neuartigen Fugenversiegelung
T. Schumann:	Optimierung der eine Plattenformatsäge tangierenden technologischen Abläufe und Parameter zur Fixierung von neu zu schaffenden Voraussetzungen hinsichtlich der in den Produktionsprozess zu integrierenden Kantenbearbeitungsanlage
S. Zeißig:	Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Klebstoff für Blackbutt – Furnier (Eukalyptus pilularis) mit dem Ziel einer wasserfesten Sperrholzverklebung

In enger Kooperation mit der Berufsakademie Sachsen, Studienakademie Dresden, wurden wechselseitig in Abstimmung Lehr- und Betreuungsaufgaben durch die Lehrkörper wahrgenommen.

Die Absolventen der Studienrichtung wurden 100 %ig in die Praxis vermittelt.

3.3 Aktivitäten während des Studiums

3.3.1 Vorträge und Gastvorlesungen

Vorträge und Gastvorlesungen dienen sowohl der Vertiefung der Kenntnisse der Studenten als auch der Weiterbildung der Mitarbeiter. In der Regel werden zu den Veranstaltungen auch Gäste anderer Institutionen und Studierende der Berufsakademie Dresden eingeladen.

Datum	Vortragender	Thema des Vortrages
09.11.2002	Referenten des 10. Holz-technologischen Kolloquiums	siehe hierzu die Vortragsübersicht Pkt. 5.3
28.06.2002	Herr T. Haustein Sachverständigenbüro Haustein DD	Baulicher Feuchteschutz
05.07.2002	Herr Dipl.-Ing. (FH) R. Heym Institut für Warenprüfung und Qualitätsüberwachung, Nürnberg	Prüfung und Beurteilung der Sicherheit und Qualität von Möbeln
12.07.2002	Herr Prof. Dr.-Ing. habil J. Träger Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart	Aktuelle Probleme der Holzbearbeitung

3.3.2 Exkursionen

Auslandsexkursion:

11. – 16.03.2002 Dänemark

- ⇒ Dinesen – Jels Savaerk A/S, Jels (Schlossdielen)
- ⇒ PVH Finer A/S, Ribe (Furnierverarbeitung)
- ⇒ Kvist Industries – Form Press A/S,
Arre (Formpreßteile)
- ⇒ Tvilum – Scanbirk A/S, Farfang (Möbelherstellung)
- ⇒ Storke Vinduer A/S, Farso (Fensterfertigung)
- ⇒ Universität Aalborg (virtuelle Labors)



Tvilum – Scanbirk A/S

Inlandsexkursionen:

- ⇒ Sägewerk Heidrich, Brüderwiese (22.11.2001)
- ⇒ Sachsen – Küchen, Obercarsdorf (22.11.2001)
- ⇒ Deutsche Werkstätten Hellerau (12.06.2002)
- ⇒ ZEG Zentrale Einkaufsgenossenschaft (13.06.2002)
- ⇒ Roßkopf & Partner (01.07.2002)
- ⇒ Institut für Holztechnologie Dresden (11.06.2002)



Deutsche Werkstätten Hellerau

3.3.3 Hilfsassistentenarbeit

Im Rahmen der Tätigkeit als studentische Hilfskräfte erfolgten Arbeiten in Form von

- holzhandwerklichen Arbeiten (Türen einbauen, Fußboden verlegen etc.)
in den neuen Arbeitsräumen der Professur
- Ermittlungen von Prüfwerten für Gutachten und Beratungstätigkeit
- Untersuchungen im Rahmen laufender Forschungsthemen
mit dem Ziel der Nutzung und Festigung der Kenntnisse aus dem Studium.

3.3.4 Runder Tisch

21.05.2002

Auswertung des Praktikumseinsatzes der Studenten des 7. Semesters
in Verbindung mit einer Fachführung durch den Forstbotanischen Garten
Tharandt und einem gemeinschaftlichen Grillabend.

3.3.5 Auslandstudienaufenthalte der Studenten

Studienaufenthalt von Frau M. Böhme im Studienjahr 2001/02 in Schweden an der Linköpings Universität; Tekniska Högskola

3.4 Sonstige Lehrleistungen

3.4.1 EIPOS e.V. Dresden

Im Rahmen der Weiterbildungsprogramme des Institutes für Postgraduale Bildung der TU Dresden (EIPOS) wurden von unseren Mitarbeitern nachfolgende Veranstaltungen im Vorlesungs- und Praktikumbetrieb betreut:

° **Holz- und Bautenschutz**

1. Anatomie des Holzes
2. Recycling und Beseitigung von kontaminiertem Holz
3. Physik des Holzes

° **Kontaktstudium Holzschutz**

1. Anatomie des Holzes
2. Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe

Herr Professor Wagenführ ist seit April 2002 wissenschaftlicher Leiter der berufsbegleitenden Fachfortbildung „Sachverständiger für Holzschutz“.

3.4.2 IAW e.V. Quedlinburg

Am Institut für Aus- und Weiterbildung (IAW) – Holzschutz – in Quedlinburg wird jährlich die Weiterbildungsmaßnahme „Sachverständigen – Grundkenntnisvermittlung, Aufbauseminar Holzschutz“ von unseren Mitarbeitern realisiert:

- 1. Makro- und mikroskopische Holzkunde**
- 2. Mikroskopiertechnik**

3.4.3 TUDIAS GmbH Dresden

Diese Ausbildungsform wurde im Berichtsjahr nicht belegt.

3.4.4 Sonderprogramm Potsdam

Frau Dr. Kröppelin lehrte im Rahmen dieser Veranstaltung „**Physik des Holzes**“ incl. Praktikum „**Möbelkonstruktion**“

3.4.5 Sommeruniversität

Die diesjährige Sommeruniversität fand an der Professur Holz- und Faserwerkstofftechnik in diesem Berichtszeitraum zu den Themen

„**Holz unter Lupe und Mikroskop**“ und „**Physikalische Grundlagen von Holz**“ statt.

3.4.6 Dresdner Bürgeruniversität

Diese Lehrveranstaltung wurde in diesem Jahr nicht belegt.

3.4.7 Studium generale

In dieser Studienform wurde im Berichtszeitraum das Lehrfach "Anatomie und Struktur des Holzes und der Holzwerkstoffe" durch Hörer anderer Studienrichtungen belegt.

3.4.8 Masterstudiengang

Die Professur für Holz- und Faserwerkstofftechnik ist als maßgeblicher Kooperationspartner der Fakultät Maschinenwesen im künftigen fakultätsübergreifenden Masterstudiengang "Holztechnologie und Holzwirtschaft" der Fachrichtung Forstwissenschaften in der Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften in Tharandt in die Vorbereitungen aktiv einbezogen. Beginn des Studienganges ist für das Studienjahr 2003 / 04 vorgesehen.

3.4.9 Projekttag für Gymnasien

Ziel der Tätigkeiten war das Kennenlernen wichtiger technologischer Prozesse der HFT. Dabei sollten auch schöpferisch-kreative Ideen von den Schülern entwickelt werden.

3.4.10 Praktikanteneinsatz

8 Praktikanten der Berufsakademie Dresden führten am Lehrstuhl Holz- und Faserwerkstofftechnik ein Praktikum durch.

Daneben wurden 2 Diplomarbeiten dieser Einrichtung betreut.

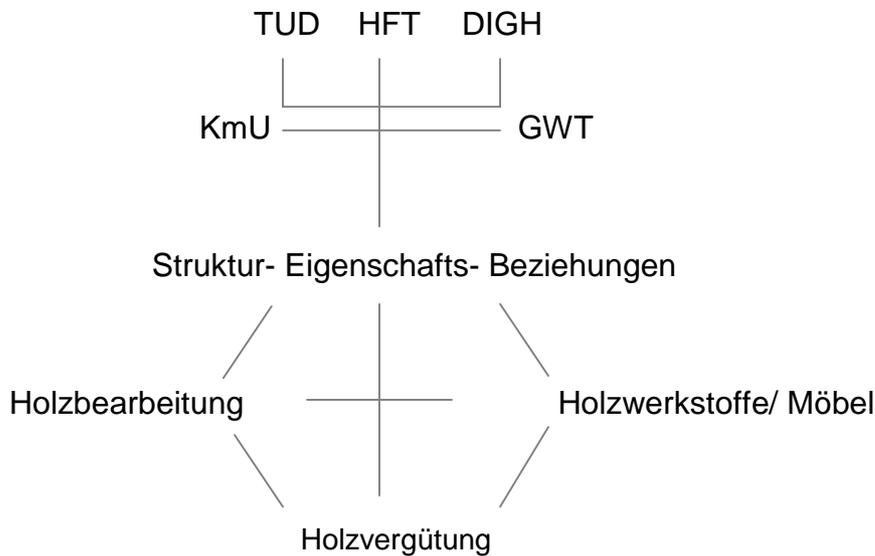
4. Forschungsaufgaben

4.1 Profillinien und Forschungsschwerpunkte

An der Professur Holz- und Faserwerkstofftechnik haben sich folgende Forschungsschwerpunkte etabliert:

- ◆ Holzbearbeitung (neue Bearbeitungsverfahren, Werkzeuge und Meßmethoden)
- ◆ Holzwerkstoffe / Möbel (Werkstoffmodifizierung, Werkstoffverhalten, Möbelkonstruktion)
- ◆ Holzvergütung (physikalische, chemische und biologische Holzmodifizierung)

Diese Schwerpunkte stehen in engen Wechselbeziehungen, so dass sich wertvolle Synergieeffekte ergeben.



TUD...	Technische Universität Dresden
HFT...	Holz- und Faserwerkstofftechnik
DIGH...	Dresdner Interessengemeinschaft Holz
KmU...	Klein- und mittelständische Unternehmen
GWT...	Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer

Parallel zu den anwendungsorientierten Forschungsschwerpunkten werden Grundlagen der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, z. B. des mechanischen Verhaltens von Holz auf mikrostruktureller Ebene, als Grundlagenforschung bearbeitet.

4.2 Forschungsprojekte

A) Im Berichtszeitraum wurden nachfolgende laufende Forschungsprojekte bearbeitet:

Bestimmung und Modellierung des mechanischen Verhaltens von Holzzellen und Zellverbänden zur Ermittlung der Oberflächenqualität bei der spanenden Bearbeitung (Teil II – Fortsetzungsthema)

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Wagenführ
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Th. Volkmer
Finanzierung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (02/01 – 01/03)

Human and environmentally friendly cutting and milling of materials – ENVICUT

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Wagenführ
Bearbeiter: Dipl.-Ing. C. Gottlöber;
Dipl.-Ing. M. Oertel, Dipl.-Ing. B. Buchelt
Beratung: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.h.c. R. Fischer
Finanzierung: Europäische Union, Brüssel (01/00 – 12/02)

Entwicklung von Verfahren zur enzymatischen Modifikation von lignocellulosen Fasern zur Herstellung biologisch abbaubarer Werkstoffe

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Wagenführ
Bearbeiter: Dipl.-Ing. H. Unbehaun
Finanzierung: SMUL (05/01 – 04/03)

Weiterentwicklung von Fräswerkzeugen mit innerer Spanabführung

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Wagenführ
Bearbeiter: Dipl.-Ing. M. Oertel
Finanzierung: GWT mbH / Industrie (05/01 – 04/03)

Formstabilität klimabeanspruchter asymmetrisch belegter MDF-Platten im Innenbereich

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Wagenführ
Bearbeiter: Dr.-Ing. U. Kröppelin / Dipl.-Ing. (FH) J.P. Stephan
Finanzierung: AiF (DGfH) (03/01 – 02/03)

Grundlegende Untersuchungen zum Verhalten von unbehandelten und thermomechanisch modifizierten Holzstrukturen beim dreidimensionalen Formen von Furnier

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Wagenführ
Bearbeiter: Dipl.-Ing. B. Buchelt
Finanzierung: DFG (11/01 – 10.03)

Entwicklung und Erprobung eines neuartigen parallelkinematischen Bearbeitungszentrums für Holzformteile

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Wagenführ / Prof. Dr.-Ing. habil. K. Großmann
Bearbeiter: Dr.-Ing. K. Rehm
Finanzierung: AIF/ZUTECH (10/01 – 09/03)

Dreidimensionale Verformung von Furnieren

Projektleiter: Prof. Dr.- Ing. A. Wagenführ
Bearbeiter: Dipl.-Ing. S. Tech
Finanzierung: AIF (DGfH) (07/02 – 04/04)

Feasibility – Study für einen Bio-Energie-Komplex in Südostasien

(Teilleistung „Wasserhyazinthe“)

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. A. Wagenführ
Bearbeiter: Dr.-Ing. Nguyen Trung Cong
Finanzierung: Societe Europeene D´Aquaculture S.A.R.L (08/02 – 03/03)

Entwicklung eines anorganisch gebundenen Sandwich – Baustoffes (auf Basis von Zement und Perlit) (GWT – Projekt)

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. Dr. h. c. G. Kühne
Bearbeiter: Dr.-Ing. Nguyen Trung Cong
Finanzierung: GWT mbH Fa. BACHL (08/02 – 07/03)

B) Im Berichtszeitraum wurden folgende Forschungsprojekte abgeschlossen:

Konstruktionsstrategie für Möbel (BMBF / DLR Bonn)

Im Ergebnis der Forschungszusammenarbeit mit der Technischen Universität Zvolen entstand aufbauend auf ein sehr umfangreiches Literaturstudium ein Katalog von ökologischen und ökonomischen Bewertungskriterien für Erzeugnisse des Wohnbereiches, womit ausgewählte Möbelvarianten mit den Herstellerbetrieben beurteilt wurden. Weitere Produktentwicklungen (Polstermöbel, Behältnismöbel) entstanden unter Nutzung effektiver Konstruktionsprinzipien; ein Gebrauchsmuster (Behältnismöbel mit Rotationskörpern) wurde angemeldet; zwei Dissertationen konnten erfolgreich verteidigt werden.

Integrierter Umweltschutz in der Holzwirtschaft: Untersuchung der enzymatischen Modifikation von Lignocellulose-Partikeln zur Entwicklung emissionsfreier qualitativ hochwertiger Faserplatten (BMBF / PTJ Berlin)

In dem Projekt wurde ein Verfahren zur Herstellung von lignocellulosen Faserwerkstoffen, insbesondere Dämmplatten, mit reduziertem oder gänzlich ohne Anteil an synthetischen Bindemitteln entwickelt. Die Holzfasern werden mit Enzymen behandelt. Dadurch erfolgt eine Aktivierung der Lignocellulosekomponenten, die während des anschließenden Pressvorganges zu einer Verklebung der Fasern untereinander führt.

Entwicklung von Bau- und Konstruktionswerkstoffen für ländliche Gebiete Vietnams (BMBF / DLR Bonn / Universität Cantho, Vietnam)

Reisstroh und -schalen, Bagasse, Bambus, Melaleuca- und Eucalyptusholz erwiesen sich für die Herstellung von Bau- und Werkstoffen als geeignet. Es wurden Rezepturen und Herstellungsverfahren entwickelt, die gute Eigenschaften, eine gute Verarbeitbarkeit und einen geringen Energiebedarf sichern. Rohstoff- und verwendungsabhängig haben sich organische und anorganische Bindemittel bewährt. In Cantho wurde begonnen, verschiedene Musterhausmodelle aus den Werkstoffen zu entwickeln und zu bauen, die auf einer Landwirtschaftlichen Messe in Vietnam im Dezember 2001 gezeigt wurden. Eine rasche Fortführung der Untersuchungen und die Einführung in die Praxis werden angestrebt.

Linearschnittwerkzeuge für komplizierte Profile aus Holz und Holzwerkstoffen (INNOTECH GmbH)

Die Bearbeitung von Profilen mittels Linearschnittwerkzeugen erzeugt Oberflächen hoher Qualität, bei denen eine Nachbearbeitung vor der Beschichtung nicht notwendig ist. Des Weiteren werden die Zwischenschleifarbeiten während des Beschichtungsprozesses verringert und die Lackhaftung sowie die Gleichmäßigkeit der Oberfläche verbessert. Die bearbeiteten Oberflächen stellen auf Grund der offenen Holzstruktur und der hohen Oberflächengüte erhöhte Anforderungen an das Handling der Teile. Geringe mechanische Beschädigungen sind dauerhaft sichtbar. Die Bearbeitung von Profilen mit geringen Profiltiefen sowie mit Radien größer 2mm kann praxisgerecht erfolgen. Profile mit höheren Profiltiefen lassen sich nur mit erhöhtem Aufwand industriell fertigen, da die Spanbildung und der Spanabfluss mit höheren Spannungen innerhalb des Materials verbunden sind.

4.3 Wissenschaftliche Dienstleistungen

Im Berichtszeitraum wurden u. a. für folgende Betriebe und Institutionen von den Mitarbeitern **Gutachten erarbeitet:**

- Hochschule für Bildende Künste, Dresden
- Fa. Schorn & Groh Furniere, Karlsruhe
- Holzrestaurierung G. Sperling, Dresden
- GUHDO Präzisionswerkzeuge, Wermelskirchen
- Fa. Hoser, Schmerfeld
- Fa. Mederle, Ingolstadt
- Fa. Nickel – Türen GmbH. & Co., Weißwasser
- LZH LaserZentrum, Hannover
- Fa. Kronospan, Lampertswalde
- SWAP Sachsen GmbH, Frankenberg
- Fa. Bulthaupt GmbH & Co.KG, Aich
- Gutachten zu Berufungen, Ernennungen, Promotionen und auswärtigen Diplomarbeiten (Hochschule für Bildende Künste, Berufsakademie Dresden u. a.)

Die Mitarbeiter der Professur erbrachten vorrangig für Industriebetriebe und Institute **Beraterleistungen zu folgenden Problemkreisen:**

- Probleme der thermischen und hydrothermischen Holzvergütung
- Holzeinsatz im Wohn- und Baubereich
- Entwicklung und Fertigung von Faserformteilen
- Entwicklung neuer Faserwerkstoffe; Altpapierdämmstoffe
- Zerkleinerung nachwachsender Rohstoffe
- Furnierumformung und –lamellierung
- Stärkeinsatz als Bindemittel und Einführung in die Industrie
- Verhalten von Holzwerkstoffen mit asymmetrischer Beschichtung
- Holzartenidentifikation
- Parallelkinematik Hexapod
- Oberflächenmessungen an Holz
- Finite - Elemente - Berechnungen
- I – Werkzeuge – weitere Entwicklungsschritte
- Trennverfahren für Holzersatzwerkstoffe; Schneiden von Wabenplatten
- Aktuelle Probleme der Werkzeugoptimierung, Wirkpaarungen und Versuchsauswertung sowie zum Werkzeugverschleiß
- neuartige Mattenbildungsverfahren

Durch Mitarbeiter und Studenten wurden u. a. nachfolgende **Prüfleistungen erbracht:**

- Weiterführung der Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit platonisierter Holzarten im Eingrabeversuch
- Prüfungen des Werkstoffverschleißes und von Kantenausbrüchen an Schneidwerkzeugen
- Untersuchungen zur Formstabilität von Holzelementen im Innenbereich
- Wärmedurchgangsprüfungen für leichte Holzwerkstoffe
- Festigkeits- und Rohdichteproofungen
- Eigenschaftsprüfungen von leichten Flächenelementen, insbes. Wabenkonstruktionen
- Werkstoffprüfungen an Türelementen

5. Wissenschaftliche Arbeiten

5.1 Graduierungen

Promotion von Herrn Dipl.-Ing. Rico Emmler am 22.11.2001 zum Doktor-Ingenieur

**Thema: Entwicklung einer modularen Prüftechnik zur Prognose des
 Alterungsverhaltens von lackierten Holzoberflächen im Innenbereich**

Voraussagen über das Langzeitverhalten von Oberflächenbeschichtungen können nur im Zeitraffer gemacht werden. Dazu ist es erforderlich, lackspezifisch die häufigsten auftretenden alterungsbedingten Schäden und Spätschäden von Oberflächen zu prognostizieren.

Das ist möglich durch eine produktorientierte Auswahl von einzelnen oder kombinierten Prüfmethoden, die als Module beliebig zusammengesetzt werden können. Durch diese modulare Kurzzeitprüfung ist der Nachweis von Risikobeschichtungen beizeiten möglich und vermeidbar und wird damit zum wichtigen Arbeitsmittel für Lackhersteller und -anwender.

Promotion von Herrn Dipl.-Ing. K. Rehm am 13.02.2002 zum Doktor-Ingenieur

**Thema: Untersuchungen zur Modellierung des Qualitätsbildungsmechanismus
 beim Fräsen von Holz unter Berücksichtigung der Mehrfachbearbeitung**

Die Modellierung des Fräsprozesses ist die Voraussetzung für eine determinierte Vorausbestimmung von Prozessparametern und die damit mögliche optimale Durchführung des Prozesses.

Die dazu notwendigen Modellierungsprozesse von Schnittkraft, Verschleißfortschritt und Qualitätsbildung werden betrachtet und die vorhandenen Ansätze verglichen.

Die Qualitätskriterien und Messmethoden für bearbeitete Holzoberflächen werden verglichen. Für den Bereich der Oberflächenbildung beim Fräsen wird ein Modellierungsansatz vorgeschlagen. Dabei werden die Rissbildung durch den Spanungsprozess und die Verdichtung der Holzoberfläche als qualitätsbestimmende Eigenschaften betrachtet.

Zur Verifizierung des Modells wurden umfangreiche experimentelle Untersuchungen der Qualitätsbildung beim Fräsen von verschiedenen typischen Holzarten auf Oberfräsmaschinen durchgeführt.

An Hand der Ergebnisse wird die prinzipielle Eignung des Modellansatzes nachgewiesen.

5.2 Wissenschaftliche Veröffentlichungen (eine Auswahl)

Publikationen in Fachzeitschriften und Posterpublikationen

Boehme, Ch. und Pursche, Th.

Querzugfestigkeit von OSB

Holz – Zentralblatt 128 (2002) 48 vom 22.04.2002; S. 590 - 591

Gottlöber, C.; Fischer, R.-J . und Fischer, R.:

Development of a procedure to determine the wear of tools

Proceeding of the International Science Conference
Trends of Wood Workings University Zvolen 2001

Kühne, G.; Wagenführ, A.; Pfriem, A. und Nguyen, T. C.

Fibre materials-products for Vietnam

Journal der Cantho Universität 11/2001

Nguyen, T. C.; Do, T. D.; Kühne, G.; Wagenführ, A. und Le, Q. M.:

Agricultural waste for the products of daily life

Proceeding of International Conference on Manufacturing im August 2002
in Dhaka, Bangladesh

Rehm, K.; Oertel, M. und Gottlöber, Ch.:

**Aktuelle Tendenzen bei Bearbeitungszentren
für Holz- und Faserwerkstoffe**

Die neue Quadriga 2002 /2; S. 60 – 63

Unbehaun, H.; Kerns, G.; Kühne, G. und Wagenführ, A.:

Holzwerkstoffe ohne Klebstoffe durch Einsatz von Enzymen

1. Tagungsband BIOTECHNIKA Oktober 2001, Hannover
2. Tagungsband zum Innovationsforum
„Wertschöpfungsketten in der Naturstoffverarbeitung“
Dezember 2001, Gardelegen
3. Posterpräsentation „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“
März 2002, Freiberg
4. Posterpräsentation 2. Fachtagung
„Umweltschutz in der Holzwerkstoffindustrie“
März 2002, Göttingen

Volkmer, T.; Pecina, H.; Wagenführ, A. und Buchelt, B.:

**Anatomische und mechanische Untersuchungen an längsgestauchtem Holz
Teil 1: Experimentelle Untersuchungen und anatomische Auswertung**
Holzforschung / Holzverwertung Wien 54 (2002)2; S.41 – 44

Teil 2: Qualitative und quantitative Auswertung mechanischer Eigenschaften
Holzforschung / Holzverwertung Wien 54 (2002)3; S. 66 – 68

Wagenführ, A. und Buchelt, B.:

Furnierumformung – Entwicklung und Tendenzen
Posterpräsentation auf der „Holzhandwerk“ vom 20. – 23.03.2002 in Nürnberg

Wagenführ, A.; Kühne, G.; Nguyen, T. C.; Do, T. D. und Le, Q. M.:

Agricultural waste for the products of daily life
Journal der Universität Cantho

Wagenführ, A.; Unbehaun, H.; Kerns, G.:

Glue-free wood materials by use of enzymes
Posterpräsentation beim Internationalen Symposium „Wood Based Materials“
19./20.09. 2002, Wien

Wagenführ A. und Schulz, T.:

Stärkegebundene Dämmstoffe und Verpackungsformkörper
Dresdner Transferbrief (2001)4; S. 5

Vorträge

Fischer, R.:

Grundlagen des Optimierens spanender Holzbearbeitung
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur,
am 11.06.2002 in Wien

Gottlöber, C.:

**Some ideas to model and optimise the process output-magnitudes
depending on setting characteristics**
ENVICUT – Modelling Workshop am 08./09.04.2002 in Espoo / Helsinki, Finland

Gottlöber, C.:

Results of year 2001 and plans for year 2002 – Annual Presentation
ENVICUT – Jahres - Projektsitzung, Modena (Italien), 04./05.02.2002

Gottlöber, Ch.:

Sixth - Month Presentation
ENVICUT – Halbjahrprojektsitzung am 13/14.06.2002 in Dresden

Hänsel, A. und Kröppelin, U.:

Erwartungen der Kunden an nutzer- und normorientierten Konstruktionsrichtlinien für Möbel
Dresdner Möbeltage am 28.02.2002 in Dresden

König, S.; Unbehaun, H.; Bley, Th.; Kerns, G. und Wagenführ, A.:

Xylanase / Cellulase complexes for the production of glue free medium density fibre boards
Konferenz „Industrial Application of Biocatalysis“
vom 22. – 27.06.2002 in Moskau

Kühne, G. und Beer, E.:

Möglichkeiten der Herstellung und des Einsatzes großflächiger Formteile aus Holzfaserverbundwerkstoffen
50 Jahre Fakultät für Holzwirtschaft am 11.09.2002 in Zvolen, Slowakei

Kühne, G. und Beer, E.:

Einsatz großflächiger Faserformteile in der Türenfertigung
9. Tagung „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“
am 20./21.03.2002 in Freiberg

Kühne, G. und Tech, S.:

Möglichkeiten der verfahrens- und anlagentechnischen Realisierung der Herstellung von Faserbaustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (insbesondere feuchtkonservierter Hanf)
Internationale Tagung
„Produktion, Verarbeitung und Anwendung von Naturfasern“
am 10./11.09.2002 in Potsdam

Pecina, H.:

Die Dresdner Interessengemeinschaft Holz e. V.
Vortrag anlässlich des Besuches einer slowenischen Regierungs- und Wirtschaftsdelegation in der Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH
am 19.09.2002 in Dresden

Rambow, H.; Schwarz, U. und Wagenführ, A.:

New wood based materials and techniques in modularised VIP aircraft interiors
Internationale Konferenz „Aircraft interiors EXPO 2002“
vom 08. – 11.04.2002 in Hamburg

Rehm, K.:

Fertigung von Leimholzplatten, Kanteln und Lamellen
Vortrag zur Qualifizierung von Unternehmen in Bosnien und Herzegowina, BiH, 08.11.2001

Rehm, K.:

Untersuchungen zur Modellierung des Qualitätsbildungsmechanismus beim Fräsen von Holz unter der Berücksichtigung der Mehrachsbearbeitung
Dissertationsverteidigung, 13.02.2002

- Rehm, K:** **Fertigung von Leimholzplatten und Kanteln sowie Fertigung von Holzfenstern und Türen - Technologie Qualitätssicherung**
Vortrag zur Qualifizierung von Weißrussischen Unternehmen, Minsk 30.05.2002
- Rehm, K:** **Aktuelle Tendenzen und Qualitätsanforderungen bei der Verleimung von Holz**
Vortrag zur Qualifizierung von Unternehmen in Bosnien und Herzegowina, BiH, 04.04.2002
- Rehm, K.:** **Die Anforderungen des EU-Marktes an Hersteller und Lieferanten von Erzeugnissen der Holzverarbeitung und Möbelherstellung - Prüfung, Zulassung und Zertifizierung**
Vortrag zur Qualifizierung von Unternehmen in Bosnien und Herzegowina, Sarajevo, 13.06.2002
- Stefka, V, Kühne, G. und Mikula,**
Modifizierung des Pressprozesses von Partikelwerkstoffen in Kontipressen
50 Jahre Fakultät für Holzwirtschaft am 11.09.2002 in Zvolen, Slowakei
- Tech, S.:** **Untersuchungen zur Herstellung von neuartigen Dämm- und Verpackungstoffen unter Nutzung von feldgewonnenem Kartoffelstärkesubstrat und Faserpflanzen**
Arbeitstreffen am 05.03.2002 an der TU Dresden
- Tech, S.:** **Einsatzmöglichkeiten von Produkten aus Seegrass und Algen zur Schaffung regionaler Kreisläufe**
L:I:F:E: - Tagung am 23./24.05.2002 in Stege, Dänemark
- Volkmer, Th.:** **Effective elasticity constants of biological materials presented on wood structure**
9. Workshop „Die Methode der finiten Elemente in der Biomedizin, Biomechanik und angrenzenden Gebieten“ am 18./19.07.2002 in Ulm
- Wagenführ, A.:** **Neue Wege zur Verbesserung der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz**
4. EIPOS – Sachverständigentag Holzschutz am 29.11.2001 in Dresden
- Wagenführ, A.:** **Spanlose Formung von Holz**
9. Internationale Tagung „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ am 21./22.03.2002 in Freiberg
- Wagenführ, A.:** **Vorbeugender Holzschutz durch Hitzevergütung: Möglichkeiten und Probleme**
17. Fachtagung „Holz- und Bautenschutz“ am 03.11.2001 in Leipzig
- Wagenführ, A.; Tech, S; Telschow, D. und Albrecht, B.:**
Enzymatische Veränderung von Lignocellulose
Statusseminar „Integrierter Umweltschutz im Bereich der Holzwirtschaft vom 22. – 24.01.2002 in Göttingen

Patente

Tech, S.; Unbehaun, H.; Wagenführ, A.; Telschow, D. und Albrecht, B.:

Bindemittelfreier Faserdämmstoff und Verfahren zu dessen Herstellung

Nationale Patentanmeldung vom 21.12.2001

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von plattenförmigen Dämm- und Konstruktionswerkstoffen sowie Formkörpern unter Verwendung von lignocellulösen Fasermaterialien ohne Verwendung von Bindemitteln. Das Verfahren beruht auf einer direkten Inkubation von Fasern mit Mischenzymen in Kombination mit kationischen Ladungsträgern. Nach der Inkubation wird ein Faservlies gebildet und getrocknet.

Rehm, K.; Stautmeister, Th.; Löttsch, R. und Henkel, D.:

Vorrichtung zum Bearbeiten von Schmalflächen plattenförmiger Werkstücke

Patent 100 48 651 (erteilt am 28.02.2002)

Die Bearbeitung der Schmalflächen erfolgt durch eine Schneide bzw. eine Kaskade von Schneiden, die eine lineare Schnittbewegung ausführen. Die dabei abgetrennten Späne werden durch speziell geformte Spalten zwischen den Schneiden hindurch geleitet. Die Spannungsdicke der Einzelschneiden wird durch unterschiedliche Schneidenüberstände an die Erfordernisse der Bearbeitung und des Materials angepasst.

Volkmer, Th.; Buchelt, B. und Wagenführ, A.:

Verfahren zur Herstellung von dauernd weichbiegsamen Holz sowie Einrichtung hierzu

Patent – Nr. 10141391 (erteilt am 17.12.2001)

Das Patent beschreibt ein Verfahren zum Längsstauchen von Vollholz. Das an sich seit ca.100 Jahren bekannte Verfahren wurde hinsichtlich seiner Wirksamkeit und der Qualität der hergestellten Produkte deutlich verbessert und weiterentwickelt. Der Grundgedanke besteht darin, das Holz über seine gesamte Länge stückweise vorzuverdichten und anschließend entsprechend dem gewünschten Stauchgrad nachzustauchen. Die so hergestellten Produkte weisen dann ein homogeneres Materialverhalten auf und erweitern das Einsatzgebiet gestauchter Hölzer.

5.3 Wissenschaftliche Veranstaltungen

10. Holztechnologisches Kolloquium „Innovationen in der Holztechnologie“ am 09.11.2001 in Dresden mit den Vorträgen:

- **Neue Möglichkeiten der Modifikation von Holz und Holzwerkstoffen**
Prof. A. Wagenführ, Technische Universität Dresden
- **Stand der Forschung zur Laserbearbeitung von Holzoberflächen**
Prof. E. Beyer; Dr. G. Wiedemann, Fraunhofer-Institut Werkstoff- und Strahltechnik Dresden
- **Bestimmung des Wärmeschutzes von Fenstern und Fenstertüren unter dem Gesichtspunkt der Energiesparverordnung**
Dr. B. Devantier; M. Hobohm, Institut für Holztechnologie Dresden
- **I – Werkzeuge - Wir zeigen den Spänen, wo es lang geht**
Dr. H.-J. Gittel, LEUCO Ledermann GmbH Horb
- **Erfahrungen mit Holzwerkstoffen in neuen Hochgeschwindigkeitszügen**
U. Kühnhold, Deutsche Werkstätten Hellerau

Von den Mitarbeitern und Studenten des Lehrstuhles wurden u. a. folgende Fachveranstaltungen besucht bzw. mitgestaltet:

- ◆ Kolloquium „Informationsbeschaffung“ am 27.11.2001 in Dresden
- ◆ 3. Dresdner Fachseminar „Chancen für Parallelkinematiken einfacher Bauart“ am 06./07.10.2001 in Dresden
- ◆ 12. Münchner Holzkolloquium am 13./14.11.2001 in München
- ◆ 4. ihd – Werkstoffkolloquium am 06./07.12.2001 in Dresden
- ◆ ihd – Fensterkolloquium am 07.02.2002 in Dresden
- ◆ Statusseminare „Integrierter Umweltschutz im Bereich der Holzwirtschaft“ vom 22. – 24.01.2002 in Göttingen
- ◆ 9. Tagung „Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ am 20./21.03.2002 in Freiberg
- ◆ L:I:F:E – Tagung „Schaffung regionaler Kreisläufe“ am 23./24.05.2002 in Stege / Dänemark
- ◆ Int. Symposium „Wood Based Materials“ am 19./20.09.2002 in Wien / Österreich
- ◆ Innovationsforum „Zukunftswerkstoff Holz“ am 27.09.2002 in Lichtenstein / Sa.
- ◆ HOLZMA -Treff 2002 vom 23. – 28.09.2002 in Calw - Holzbronn
- ◆ 10. Internationale Chemnitzer Tagung „Stoffliche Verwertung nachwachsender Rohstoffe“ am 09./10.10.2002 in Chemnitz
- ◆ 2. Fachtagung „Umweltschutz in der Holzwerkstoffindustrie“ in Göttingen
- ◆ Dresdner Leichtbausymposium 2002 „Funktionsintegrierte Leichtbaulösungen“ in Dresden

5.4 Mitarbeit in Fachgremien und Vereinen

- Deutsche Gesellschaft für Holzforschung
 - FA "Chemische Modifizierung"
 - FA "Holzbe- und -verarbeitung"
 - AA "Holzwerkstoffe"
 - AK "Möbel"
 - UA "Stoffliche Nutzung"
 - FA "Biologischer Holzschutz"
- Sächsischer Holzschutzverband e.V.
- Trägerverein Institut für Holztechnologie Dresden e.V.
- Lenkungsgremium der Zertifizierungsstelle des Institutes für Holztechnologie gGmbH Dresden
- Verein zur Förderung der Staatlichen Studienakademie Dresden e. V.
- Forschungsvereinigung "Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e. V." Rudolstadt
- Beirat „Datenbank HOLZtechnologie“ des Institutes für Holztechnologie Dresden
- Sächsisches Landesarboretum – Forstpark Tharandt
- Vorstand Dresdner Interessengemeinschaft Holz
- Europäisches Institut für Postgraduale Bildung an der TU Dresden e. V. (EIPOS)
- Kuratorium AmazonasWald e. V.

6. Kooperationsbeziehungen

6.1 Nationale Kooperation

- Aktive Mitarbeit der Professur in der „Dresdner Interessengemeinschaft Holz“ und im „Zentrum Integrierte Naturstofftechnik“ (interdisziplinäre Kompetenzzentren)
- Gutex Holzfaserverplattenwerk GmbH & Co. KG, Waldshut-Tiengen und Verfahrenstechnisches Institut Saalfeld (VTI) e. V. im Rahmen des BMBF – Projektes „Integrierter Umweltschutz in der Holzwirtschaft“
- MAPO Maschinenfabrik GmbH, Pockau im Rahmen des EU – Projektes „ENVICUT“
- Fa. Nickel-Türen GmbH & Co. KG, Weißwasser und Sächsisches Institut für angewandte Biotechnologie SIAB e. V., Leipzig im Rahmen des SMUL-Projektes „Entwicklung von Verfahren zur enzymatischen Modifikation“

- Fa. LEUCO Ledermann GmbH, Horb, HOMAG Maschinenbau AG, Schopfloch, IMA Klessmann GmbH, Lübbecke und Fa. Leitz GmbH & Co, Oberkochen im Rahmen des GWT - Projektes I-Club „Weiterentwicklung von Fräswerkzeugen“
- Technische Universität Dresden, Institut für Festkörpermechanik im Rahmen des Projektes „Formstabilität klimabeanspruchter asymmetrisch belegter MDF - Platten“. Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik: bei der Entwicklung des „Hexapod“.

6.2 Internationale Kooperation

Finnland:	VTT Helsinki	EU-Projekt ENVICUT
Italien:	Rom	EU-Projekt ENVICUT
Slowakei:	Universität Zvolen	Zusammenarbeit im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung
Vietnam:	Universität Cantho	Zusammenarbeit im Rahmen des DLR-Projektes „Entwicklung von Bau- und Konstruktionswerkstoffen für ländliches Bauen“
Österreich:	Wien	Berufung Prof. R. Fischer für das „Scientific Board“ des 2 nd International Symposium on Wood Machining, Vienna 2003 Mitarbeit von Prof. Wagenführ im „Scientific Advisory Board“ für das Kompetenzzentrum „Wood K Plus“
Japan:		Berufung Prof. R. Fischer in das Advisory committee des „16 th International Wood Machining Seminar 2002“

7. Sonstige Ereignisse

7.1 Öffentlichkeitsarbeit

Messen, Ausstellungen, Präsentationen

- Messe Holzhandwerk 20.03. – 23.03.2002 in Nürnberg
- Bildungsmesse „Perspektiven“ 07. – 10.11.2001 in Magdeburg (Posterpublikation)
- Hausmesse „HOMAG – Treff“ 23. – 28.09.2002 in Schopfloch



Hausmesse „HOMAG“ am 28.09.2002 in Schopfloch

Publikationen

Anonymus:

Initiative für Hexapod in der Holzverarbeitung

Holz – Zentralblatt 128 (2002)9;
S. 107

Eckold, K. und Oertel, M.:

Erfinderische Dresdner Hochschulen Universitätsjournal 4 / 2002;
S. 5

Oertel, M. und Fischer, R.

**Entwicklungsprojekt der
TU Dresden – der wissenschaftliche Ansatz**

MDF – Magazin Oktober 2001;
S. 84 - 85

Pecina, H.:

**10. Holztechnologisches Kolloquium
an der TU Dresden**

HOB - Holzbearbeitung 48 (2001) 12;
S. 6

Pecina, H.:

**Dresdner Resümee – 10. Holztechnologisches
Kolloquium informierte über neue Ergebnisse**

HK – Holz- und Kunststofftechnik 37 (2002)2;
S. 26 - 28

Rehm, K.:

**Aktuelle Tendenzen in Entwicklung und
Einsatz von Bearbeitungszentren für Holz
und Holzwerkstoffe**

die neue Quadriga – Das Fachmagazin
für den Holzhausbau 2/2002

Wagenführ, A.:

Kolloquium thematisiert Holz – Innovationen

Holz – Zentralblatt 127 (2001)144;
S. 1826 – 1827 v. 30.11.2001

Wagenführ, A.:

**Holzinnovationen der Dresdner
Interessengemeinschaft Holz**

„Innovationsforum Holz“ am 27.09.2002 in Lichtenstein / Sa.

Internet

Die Nutzung des Angebotes der Professur für Holz- und Faserwerkstofftechnik im Internet gestattet eine weitreichende Information über die Lehre und Forschung. Die nachfolgende Auswahl einiger Arbeitsgebiete gibt einen Einblick in unsere breitgefächerte Forschungsarbeit.

- **Verbesserung der Oberflächenbearbeitung von Holz durch lineare Schnittbewegung**
- **Zusammenfassung zum Vorhaben der DGfH/ EGH: Verbesserung der Oberflächenbearbeitung von Holz mit geometrisch bestimmten Schneiden durch lineare Schnittbewegung**
- **Entwicklung eines Werkzeuges mit innenliegender Spanabfuhr**
- **Zusammenfassung zum Vorhaben der DGfH/EGH: Entwicklung eines Fräswerkzeuges mit innenliegender Spanabfuhr**
- **Bildverarbeitung in der Holzindustrie**
- **Grundlagenuntersuchungen zur mykologischen Transformation von Holz und Anwendung biotechnologischer Methoden zur umweltfreundlichen Herstellung von bindemittelfreien Werkstoffen aus Holz**
- **Entwicklung von Dämmstoffen auf Basis lignocellulöser Rohstoffe und natürlicher Bindemittel**
- **Entwicklung mineralisch gebundener Faserwerkstoffe unter Nutzung tropischer Faserpflanzen**
- **Entwicklung von Konstruktionsstrategien für Produkte des Wohnbereiches unter besonderer Berücksichtigung ökologischer Anforderungen**

Hinzuweisen ist auch auf die Vervollkommnung der **Online - Datenbank "Holzeigenschaften"** im Internet, welche unter folgenden Links zu finden ist:

<http://www.tu-dresden.de/mw/ihp/hft/hft.html>

http://www.tu-dresden.de/mw/ihp/ig_holz./ig_holz.html

Die Datenbank enthält technisch und anatomisch interessante Eigenschaften von Vollholz. Sie beinhaltet derzeit Angaben über ca. 500 Holzarten. Für die Recherche in der Datenbank gibt es zwei Möglichkeiten: Zum ersten kann die Suche nach Eigenschaftswerten über einen beliebigen Namen der Holzart durchgeführt werden. Mit der zweiten Suchmöglichkeit kann man nach bestimmten Eigenschaften recherchieren. Werden Eigenschaftswerte gefunden, so wird auch immer die Quelle genannt. (siehe auch Anlagenteil)

7.2 Verein Akademischer Holzingenieure an der TU Dresden

Die jährliche Mitgliederversammlung des Absolventenvereins fand am 09.11.2001 an der Technischen Universität im Anschluss an das 10. Holztechnologisches Kolloquium statt.

Der Verein hat z. Zt. 75 Mitglieder.

Mitteilungen werden über ein Info-Forum unmittelbar an die Mitglieder weitergeleitet.

Kontakte zum Verband „Holzwirte Österreichs – VHÖ“, Absolventenverband von Holzwirtschaftlern an der Universität für Bodenkunde Wien, werden mit dem Ziel eines Informationsaustausches oder einer Zusammenarbeit aufgenommen.

7.3 Studienwerbung

Wie auch im vorangegangenen Jahr wurden über viele Publikationen in der Fachpresse, Aktivitäten zum „Schnupperstudium“ am UNI-Tag 2002, auf Messen und bei anderen Gelegenheiten interessierte junge Leute angesprochen, um sie für ein holztechnologisches Studium zu gewinnen.

Besonders sind die Aktivitäten, wie

- ◆ Arbeitsbesuch des Arbeitsamtes Dresden an der Professur Holz- und Faserwerkstofftechnik im Oktober 2001
- ◆ Studien- und Berufsinformationstag im Kreisgymnasium in Freital – Deuben am 10.11.2001
- ◆ Schnupperstudium an der TU Dresden am 10.01.2002
- ◆ Vortrag über die Studienrichtung „Holz- und Faserwerkstofftechnik“ anlässlich einer Fortbildungsveranstaltung des Landesarbeitsamtes Sachsen am 25.03.2002 durch Prof. A. Wagenführ.

7.4 Auszeichnungen, Würdigungen und Preise

Preisverleihungen

Für ausgezeichnete Leistungen im Studium und in der Forschung wurde unser Mitarbeiter Herr Dipl.-Ing. Th. Volkmer mit dem Erich-Glowatzki-Preis geehrt.

Der **Erich-Glowatzki-Preis** wird an junge Sachsen verliehen, die sich durch herausragende persönliche Leistungen auf technischem, wissenschaftlichem, wirtschaftlichem, kulturellem und sozialem Gebiet

um das Ansehen des Freistaates verdient gemacht haben.

Der Preis wurde am 02.10.2002 vergeben.

Thomas Volkmer, der den 1. Preis erhielt, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an unserer Professur der Fakultät Maschinenwesen der TU Dresden.

Er konnte sein Studium mit „Auszeichnung“ abschließen.

In seiner Diplomarbeit beschäftigte er sich mit dem Thema „Untersuchungen zum Dehnverhalten von Holz“.

Mit dieser Aufgabe hat der junge Wissenschaftler einen wesentlichen Grundstein zur Weiterentwicklung von Holzstauchverfahren im Hinblick auf ein gleichmäßiges Stauchergebnis des an sich inhomogenen und anisotropen Holzes gelegt.

Die Technologie erlaubt die Herstellung extrem umgeformter Holzprodukte für die Industrie.

Das Verfahren wurde inzwischen zum Patent angemeldet und auf dieser Basis zwei neue Forschungsthemen genehmigt.

7.5 Das Hochwasser und seine Folgen für die Professur Holz- und Faserwerkstofftechnik

Das verheerende Hochwasser der Elbe und seiner Nebenflüsse hat auch der Technischen Universität und unserem Lehrstuhl beträchtlichen Schaden zugefügt. Viele Tage waren Mitarbeiter und Studenten in Gummistiefeln mit Schaufeln und Schubkarre bemüht, Gebäude vom Schlamm zu befreien und Maschinen, Geräte und Werkzeuge zu retten.

Wichtigstes Kriterium der Bemühungen war neben der Schadensbegrenzung vor allem die Aufgabe abzusichern, dass mit dem Studienbeginn ein weitgehend problemloser Lehr- und Forschungsbetrieb möglich wurde.

Es ist der Leitung des Lehrstuhles ein besonderes Bedürfnis, allen Helfern in der Not den herzlichsten Dank für ihre Hilfe und Unterstützung auszusprechen.

Die nachfolgenden Bilder geben einen kleinen Eindruck wieder.



Das Holztechnikum in Freital/
Hainsberg vor dem Hochwassereinbruch



Das Hauptgebäude mit den Werkstätten
Während der Überflutung durch die Weißeritz



Aufräumungsarbeiten durch Mitarbeiter,
Studenten und andere Helfer nach dem
Rückgang des Hochwassers



Zerstörte Technik in den Werkstätten,
die weitgehend ersetzt werden muss.

8. Anlagenteil

- HFT – Flyer
- Flyer Absolventenverein
- Blickpunkt Ausbildung
- Kostenlose Online-Datenbank „Holzeigenschaften“ an der TU Dresden
- Poster:
 - InChip Werkzeuge
 - Parallelkinematik
- Ausgewählte Publikationen:
 - Anatomische und mechanische Untersuchungen an längsgestauchtem Holz
 - Aktuelle Tendenzen bei Bearbeitungszentren für Holz und Holzwerkstoffe
 - Querzugfestigkeit von OSB

Anatomische und mechanische Untersuchungen an längsgestauchtem Holz

Teil 1: Experimentelle Untersuchungen und anatomische Auswertung

Th. Volkmer, H. Pecina, A. Wagenführ, B. Buchelt

1. Wissensstand zur Längsverformung von Holz

Grundlagen der Verformungsvorgänge
Holz wird aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften generell zu den spröden Werkstoffen gezählt. Das wird an verschiedenen Kenngrößen deutlich wie etwa einem hohen E-Modul (Buche: $E = 16000 \text{ MPa}$ [Holzdatenbank]) und einer geringen Bruchdehnung bei Zugbelastung (generell: $e_{Br} \leq 2\%$). Deshalb bestand schon immer der Wunsch, Holz in seinen mechanischen Eigenschaften so zu verändern, dass es dauerhaft biegsam und formbar wird und bei geringem Kraftaufwand auch größere Verformungen möglich sind.

Eine derartige Modifizierung ist das Längsstauen von Holz, im Speziellen handelt es sich um eine mechanische Holzmodifizierung. Dabei werden Holzfasern in longitudinaler Richtung unter Druck zusammengepresst und verdichtet. Bei dieser Beanspruchung stellt nach Frey-Wyssling (1941) die Sekundärwand der Holzzelle die Schwachstelle dar. Es wird eine doppelte Knickung dieser Struktureinheit und letztlich eine Stauchung des Gefüges hervorgerufen.

Nach Wardrop und Dadswell (1951) lassen sich bei Druckbeanspruchung prinzipiell zwei Deformationsarten in der Zellwand unterscheiden. Einerseits kommt es zu Verschiebungsebenen oder einfachen Knickungen („slip planes“), andererseits treten Zonen von Mikrobrüchen auf (doppelte Knickungen), die ähnlich wie die Verschiebungsebenen unter einem Winkel von 70° quer durch die Holzstruktur laufen.

Nach Vorreiter (1958) lassen sich prinzipiell alle Laubholzarten stauchen, wobei ringporige Laubhölzer leichter formbares Biegeholz liefern als zerstreutporige. Nadelholz gilt allgemein als sehr schlecht bis gar nicht stauchbar. Das wird in erster Linie durch die großen Dichteunterschiede innerhalb eines Jahrringes begründet, wobei dieses Problem noch nicht endgültig geklärt ist und eine Reihe an offenen Fragen beinhaltet.

Neben der Holzart fließen auch die Vorbehandlung und Plastifizierung des jeweiligen Holzes als entscheidende Einflussgrößen für das Stauchen und die anschließende Verformung ein.

Praktische Anwendung des Stauchens

Die ersten Ideen, Holz plastisch in Faserlängsrichtung zu stauchen, gehen auf das Jahr 1917 zurück. Damals wurde dazu von M. Hanemann (1917a) das erste Patent angemeldet. Diesem und einem Fortsetzungspatent (1917b) liegt folgendes Prinzip zu-

grunde: Vorplastifiziertes Kanthölzer wurden aufgetrennt in eine Pressvorrichtung eingelegt und in Faserlängsrichtung gestaucht. Eine seitliche Bekleidung verhinderte dabei ein Ausknicken des Holzes. Während dieses Pressvorganges erfolgte ebenfalls ein Verpressen quer zur Faser. Damit das Holz die beim Stauchen herbeigeführte Form beibehielt, wurden die Kanthölzer zwischen zwei Ankerplatten konditioniert und getrocknet.

Ein Problem war dabei die ungleichmäßige Stauchung der Hölzer über die Länge, da der eingeleitete Pressdruck in Faserlängsrichtung nur an den Enden voll wirksam wird. Dadurch waren die gestauchten Produkte, die sich unter dem Namen „Patentbiegeholz“ etablierten, an den Enden deutlich besser biegsam als in der Mitte. In der Folge wurde die Presseinrichtung derart umgebaut, dass über seitlich geführte, gezahnte Schienen eine weitere Krafteinleitung über die Seitenflächen der Hölzer erfolgte, womit nach Kollmann (1955) das Problem annähernd zufriedenstellend gelöst wurde.

2. Experimentelle Untersuchungen zum Längsstauen

Zielsetzung

Ziel war in erster Linie mit Hilfe einer Stauchvorrichtung und günstig gewählten Randbedingungen eine über die Länge gleichmäßig gestauchte Holzprobe zu erhalten. Dabei sollten die entscheidenden Einflussgrößen (Kraft-Weg- und Kraft-Zeit-Verläufe) für eine reproduzierbare Prozessgestaltung bestimmt werden. Bezüglich der qualitativen Versuchsauswertung lag ein Schwerpunkt auf Analyse und Bewertung der anatomischen Veränderungen im Holzgefüge, sowohl makroskopisch, mikroskopisch und submikroskopisch.

Weiterhin sollten anhand von Festigkeitsprüfungen und Umformversuchen die mechanischen Eigenschaften des gestauchten Holzes untersucht werden.

Untersuchte Holzart: Rotbuche (*Fagus silvatica* L.)

Rotbuche zählt generell zu den gut verformbaren Holzarten, was in verschiedenen Industriebereichen (Möbelindustrie, Innenausbau) genutzt wird. Aufgrund dieser Eigenschaft wurde für sie für die ersten Stauchversuche ausgewählt.

Rotbuche gehört zu den zerstreutporigen Laubhölzern mit einer Rohdichte von $690 - 730 \text{ kg/m}^3$ (Holzdatenbank). Die Gefäße sind $0,8 - 2 \text{ m}$ lang (Gefäßgliedlänge $300 - 800 \mu\text{m}$) und weisen bei rundlicher bis ovaler

Form einen durchschnittlichen Durchmesser unter $50 \mu\text{m}$ auf. Die Anzahl und Größe der Gefäße nimmt im Jahrring zum Spätholz hin ab. Die Anordnung der Fasern im Zellverbund ist unregelmäßig, wobei der Verlauf von gerade bis drehwüchsig variieren kann. Neben Libriformfasern treten Fasertracheiden und Gefäßtracheiden auf. Der Faseranteil beträgt $25,2 - 57,2\%$. Bei den homogen aufgebauten Holzstrahlen sind zwei unterschiedliche Größen zu beobachten. Im Bereich der Jahrringgrenze kommt es zu Verdickungen dieser Strukturelemente. Sie haben einen Anteil von $11,2 - 21,2\%$ (Abb. 1).

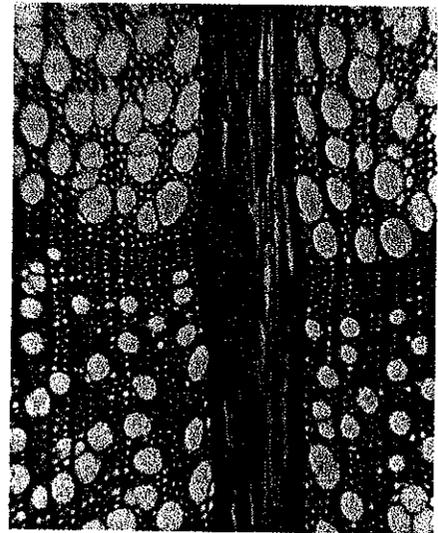


Abb. 1: Buche (*Fagus silvatica*) Querschnitt 90fache Vergrößerung

Der Stauchprozess

Der Stauchprozess wurde an fehlerfreiem Buchenholz durchgeführt. Die Proben hatten einen kreisrunden Querschnitt mit 28 mm Durchmesser und 60 mm Länge (Holzfeuchte vor dem Dämpfen ca. 8%).

Um eine ausreichende Plastifizierung zu gewährleisten, wurden die Proben 45 Minuten gedämpft. Das Stauchen selbst wurde bei Normalklima mit Hilfe der Universalprüfmaschine TIRAtest 28100 mit Datenverarbeitungseinheit und einer selbst konstruierten Stauchvorrichtung durchgeführt. Ein seitliches Ausknicken der Proben während der Versuche war nicht möglich. Im Anschluss an den Verformungsprozess wurden die Proben in einer Spannvorrichtung drei bis vier Stunden entsprechend den Umgebungsbedingungen auf eine Holzfeuchte von 12% konditioniert.

Während des Versuchsablaufes wurden

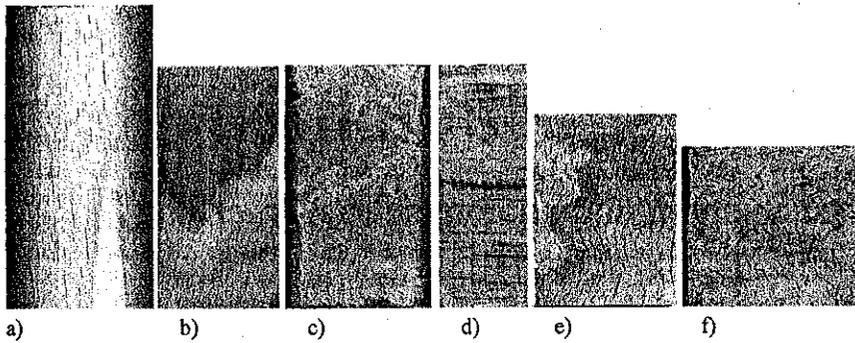


Abb. 2: Faserverlauf in Abhängigkeit des Stauchgrades

- a) ungestauchte Probe Tangentialschnitt
- b) 27% gestauchte Probe Tangentialschnitt, ohne Auffälligkeiten im Faserverlauf
- c) 27% gestauchte Probe, Tangentialschnitt mit Faserverschiebung
- d) 27% gestauchte Probe Radialschnitt, Verschiebungslinien verlaufen quer zur Faserrichtung
- e) 33% gestauchte Probe Tangentialschnitt, Wellung des Faserverbundes ist durch Wellung einzelner Fasern überlagert
- f) 44% gestauchte Probe Tangentialschnitt

Proben mit Stauchungen von 15%, 20%, 27%, 32%, 38% und 44% bezogen auf die Ausgangslänge hergestellt.

3. Anatomisch strukturelle Veränderungen im Holzgefüge

Makroskopische Veränderungen infolge des Stauchens

Generell kann gesagt werden, dass die Stauchungen hinsichtlich des makroskopisch sichtbaren Gefügebildes für fast jeden Stauchgrad sehr gleichmäßig über die Länge der Probe waren. Bezüglich des visuell in dieser Größenordnung bewertbaren Faserverlaufes traten jedoch deutlich Unterschiede entsprechend der Größe der Verformung auf.

Die Stauchgrade 15% und 20% zeigten anhand der Probenform und des Faserverlaufes keine Auffälligkeiten.

Bei den um 27% gestauchten Proben traten erste Faserknickungen und Verschiebungen auf, die in tangentialer Richtung unter einem Winkel von 30° bis 45° durch das Holz liefen und in radialer Richtung als waagrechte Linien (bzgl. der Längsachse des Holzes) zu erkennen waren. Die Holzstrahlen wirkten verdichtet und leicht gewellt.

Ab 32% Stauchgrad kam es zu einer Verstärkung obiger Erscheinungen. Dabei wurde weiter deutlich, dass der Faserverlauf in einer Probe stark variieren kann und dass die verdichtete Holzstruktur in radialer Richtung wesentlich geordneter erscheint als in tangentialer. Das ist wahrscheinlich auf die verstärkende Wirkung der Holzstrahlen zurückzuführen, die entscheidend zur Festigkeit des Holzgefüges in radialer Richtung beitragen (vgl. Volkmer, 2000). Weiterhin legte das Erscheinungsbild des Holzgefüges ab diesem Stauchgrad die Vermutung nahe, dass es während dem Längsverdichten auch zu einem Verdichten in radialer und tangentialer Richtung gekommen sein muss.

Die um 44% gestauchten Proben waren durch einen extrem wellenförmig bis zickzackförmig verlaufenden Faserverlauf in tangentialer Richtung charakterisiert, was an den gut sichtbaren Holzstrahlen erkennbar

war, die teilweise senkrecht zur Stammachse ausgerichtet waren. In radialer Richtung war durch die gut sichtbaren Jahringgrenzen eine starke Wellung der Fasern zu erkennen.

Abschließend muss erwähnt werden, dass es bei jedem Stauchgrad Proben gab, wo die Stauchung weder im äußeren Aussehen noch im Faserverlauf erkennbar war, sondern nur durch die entsprechende Verringerung der Länge der Probe offensichtlich wurde (Abb. 2).

Mikroskopische und submikroskopische Veränderungen im Holz

Die mikroskopische Auswertung der gestauchten Prüfkörper stellte einen Schwerpunkt bei der Bewertung des Stauchprozesses und der Ergebnisse dar. Die Veränderung der Mikrostruktur wurde auf zwei unterschiedlichen Ebenen untersucht:

- Veränderung des Holzgefüges im Durchlichtmikroskop (bis zu 500-facher Vergrößerung)
- Veränderung im Feinbau der Zellwand infolge der Druckbelastung mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops (bis zu 10000-facher Vergrößerung)

Beobachtungsergebnisse Durchlichtmikroskop

Die gestauchten Mikroschnitte wurden während der Präparation nicht gefärbt, um ein Rückquellen der Holzstruktur weitestgehend zu vermeiden. Infolgedessen war eine differenzierte Untersuchung im Durchlichtmikroskop ohne zusätzliche Filter und Hilfsmittel nicht möglich. Es wurde daraufhin mit einem Polarisationsfilter und Phasenkontrastfiltern gearbeitet.

Aufgrund der Stauchung war bei allen Mikroschnitten eine deutliche Tendenz zu Wellen zu erkennen. Das führte dazu, dass die Schnitte während der Einbettung trotz Beschwerung nicht exakt plan auf dem Objektträger auflagen. Diese minimale Schiefelage der Proben erschwerte die Scharfstellung, bzw. es konnte immer nur ein Ausschnitt der

sichtbaren Flächen scharf abgebildet werden. Dieses Problem war speziell bei hohen Vergrößerungen festzustellen und ist beim Betrachten und Auswerten der Bilder zu beachten.

Mit der mikroskopischen Untersuchung konnten die Ergebnisse der makroskopischen Auswertung bestätigt werden, wonach es während des Stauchens in longitudinaler Richtung auch zu einer Verdichtung in radialer und tangentialer Richtung kommt. Dabei ist generell festzustellen, dass die Verdichtung mit steigendem Stauchgrad zunimmt. Da während des Stauchprozesses praktisch keine Verformung des Stauchkörpers in radialer Richtung möglich war, erfolgt die Verdichtung der Holzstruktur nach innen. Der Vergleich einer ungestauchten Probe mit einer 20% und einer 40% gestauchten macht deutlich, dass mit zunehmendem Stauchgrad das Lumen der Zellen, speziell der Gefäße, abnimmt (Abb. 3 - 5). Weiter fällt auf, dass die verdichtete Struktur im Tangentialschnitt relativ ungeordnet wirkt, im Gegensatz dazu ist der Faserverlauf in radialer Richtung gleichmäßig gewellt (Abb. 6). Das führt zur Schlussfolgerung (siehe makroskopische Auswertung), dass die Holzstrahlen das Zellgefüge in radiale Richtung festigend beeinflussen. Diese Beobachtungen stimmen mit den Ergebnissen aus der Literatur (Volkmer, 2000) überein, wonach die Holzstrahlen nicht nur eine Speicherfunktion im Baum übernehmen, sondern auch für eine Stabilisierung des Holzgefüges in radialer Richtung verantwortlich sind. Aufgrund des Kreisquerschnittes des Baumes und der daraus resultierenden Angriffsmöglichkeiten für Lasten (Wind, Schnee, Eigenlast u.a.) tritt am Baum immer nur eine Belastung in longitudinaler oder radialer Richtung auf, praktisch jedoch nie eine tangentiale. Demzufolge sind im Baum aufgrund der fehlenden Notwendigkeit auch keine verstärkenden Strukturelemente (zusätzliche Zellen) vorhanden, die eine derartige Beanspruchung aufnehmen können. Das könnte den relativ ungeordneten Faserverlauf in tangentialer Richtung nach dem Stauchen erklären.

Beim Stauchen von Rotbuche kommt es zu einer Wellung des Holzgefüges, die mit steigendem Stauchgrad zunimmt. Wie bereits aus den makroskopischen Untersuchungen zu sehen war, ist diese Wellung des Holzgefüges durch eine Wellung oder Faltung der einzelnen Strukturelemente überlagert (makroskopisch sichtbar durch die Wellung der Holzstrahlen). Bei den Gefäßen und Fasern ist diese Verformung der Zellwände nur im Durchlichtmikroskop und dabei günstigerweise mit Hilfe des Polarisationsfilters zu erkennen (Abb. 8).

Das extreme Ausknicken des gesamten Holzgefüges während des Stauchens, das makroskopisch als schräg verlaufende Linie (ca. 45° bezüglich Faserlängsrichtung) im Tangentialschnitt sichtbar wird, konnte auch bei bestimmten Mikroschnitten nachgewiesen werden (Abb. 7). Dabei kommt es zu zwei fast senkrechten Knickungen im Gefüge verbunden mit Gefügezerstörungen und Querverdichtungen der einzelnen Zellen.

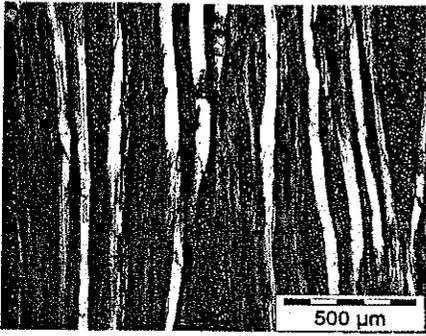


Abb. 3: ungestauchte Probe, Tangentialschnitt, longitudinale Ausrichtung der Fasern und Gefäße (Gefäße hell)

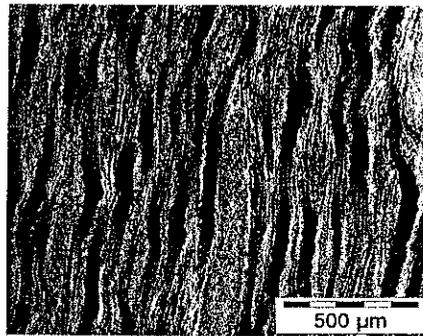


Abb. 4: 20% gestauchte Probe, Tangentialschnitt, Aufnahme mit Phasenkontrastfilter, Wellung in die tangentielle Richtung (Gefäße dunkel)

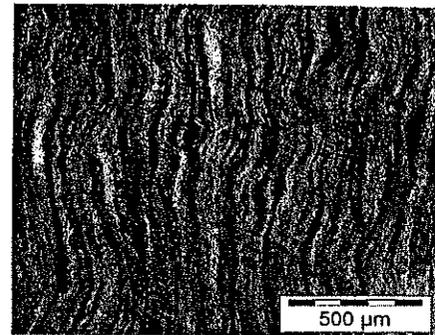


Abb. 5: 38% gestauchte Probe, Tangentialschnitt, Aufnahme mit Phasenkontrastfilter, Verdichtung und Wellung in die tangentielle Richtung (Gefäße dunkel)

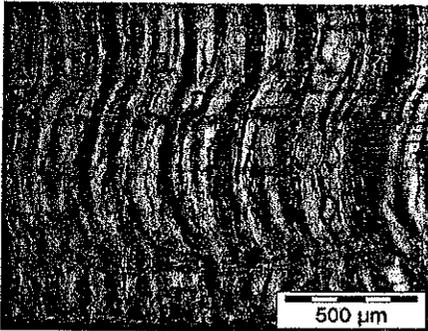


Abb. 6: 33% gestauchte Probe, Radialschnitt, Aufnahme mit Phasenkontrastfilter, gleichmäßige Wellung des Gefüges in die radiale Richtung (Gefäße dunkel)

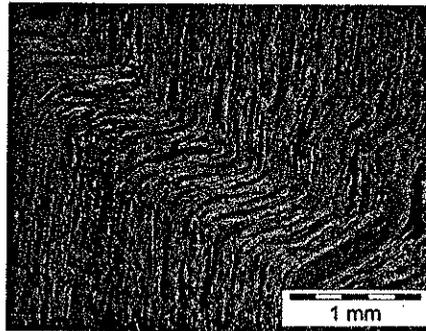


Abb. 7: 27% gestauchte Probe, Tangentialschnitt, Aufnahme mit Phasenkontrast- und Polarisationsfilter, doppelte Knickung im Zellverband in die tangentielle Richtung

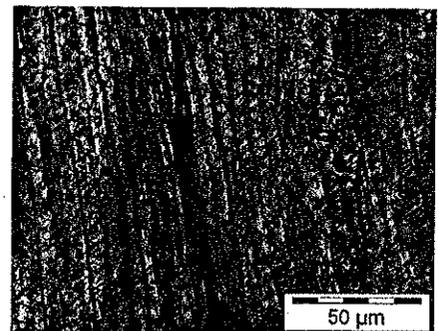


Abb. 8: 38% gestauchte Probe, Radialschnitt, Aufnahme mit Phasenkontrast- und Polarisationsfilter, Stauchlinien auf Librifasern

Beobachtungsergebnisse Rasterelektronenmikroskop

Die Untersuchungen mit dem REM lieferten bemerkenswerte Ergebnisse zur Reaktion der Holzstruktur auf das Stauchen. Es war anhand mehrerer Aufnahmen speziell im Vergleich mit den Bildern einer ungestauchten Probe (Abb. 9 und 10) deutlich zu erkennen, dass sich die Zellwände aller im Buchenholz longitudinal ausgerichteten Zellen (Libriform-

fasern, Gefäße, Parenchymzellen) falten. Der Ort der Faltung in den Gefäßwänden lässt darauf schließen, dass bei dieser Zellart die Tüpfel einen entscheidenden Einfluss auf die Art der Verformung der Zellwände haben.

Die sichtbare Faltung, speziell bei den Fasern, erfolgte meist nur nach innen, was eine starke Verringerung des Zelllumens zur Folge hat. Die Außenwände der Libriformfasern (in der Regel war nur die S1-Schicht zu se-

hen) erschienen in den meisten Fällen als unverändert. Erst bei 10.000-facher Vergrößerung wurde sichtbar, dass es in der S2-Schicht der Sekundärwand zu einer Verdichtung kommt, was durch viele kleine Stauchlinien deutlich wird. Weiter war auffällig, dass es vorrangig zwischen den Faserzellen zu Mikrorissen (häufig im Grenzbereich S1 – S2-Schicht) kommt, die aber noch durch Zellulosefibrillen gehalten werden. Da zwischen der S1- und S2-Wand eine geringere Bindung existiert als in den Schichten selbst, könnten die Mikrorisse dadurch begründet sein, dass in diesen beiden Schichten die Krafteinleitung unterschiedliche Verformungen bewirkt und somit eine Verschiebung dieser Schichten zueinander möglich wird. Im Gegensatz dazu kommt es zu keiner Gefügestörung an den Berührungsstellen zwischen Gefäßzellen und Holzstrahlen. Das ist einerseits wahrscheinlich auf die feste Verbindung dieser Zellen infolge der Tüpfel zurückzuführen, andererseits sind die Zellwände der Gefäße deutlich dünner als die der Libriformfasern und deshalb weniger steif. Somit können sich die Gefäßzellen über die gesamte Dicke der Wand wellen bzw. falten, und es kommt zu keiner Verschiebung der einzelnen Schichten untereinander.

Die Untersuchungsergebnisse, resultierend aus der Durchlichtmikroskopie, konnten mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM) bestätigt werden: Während des Längsstauchens verdichtet sich das Holzgefüge radial und tangential. Außerdem wurde die starke Querverdichtung der Holzstrahlen und die un-

Korrigenda

Durch das Übertragen des Textes vom PC-System auf Macintosh kam es zu Konvertierungsfehler, die wir bedauern. Nachfolgend die Korrekturen betreffend Artikel Sonderegger, W.; Niemz, P.: Untersuchungen zur Bestimmung der Brinellhärte an MDF- und HDF-Platten mittels Wegmessung. Holzforschung und Holzwertung 1/2002, S. 12-15.

$$H_B = \frac{2 \times F}{\pi \times D \times (D - [D^2 - d^2]^{0,5})} \quad \text{Gl. 1}$$

$$h = \frac{D - (D^2 - d^2)^{0,5}}{2} \quad \text{Gl. 2}$$

$$H_B = \frac{F}{D \times \pi \times h} \quad \text{Gl. 3}$$

$$\epsilon_e = \frac{h_{\max} - h_{\text{end}}}{h_{\max}} = \frac{H_B - H_{h_{\max}}}{H_B} \quad \text{Gl. 4}$$

$$\epsilon_p = 1 - \epsilon_e \quad \text{Gl. 5}$$

Mechanisches Verhalten von Fichtenholz

Experimentelle Bestimmung der biaxialen Festigkeitseigenschaften. Von Josef Eberhardsteiner. Springer-Verlag, broschiert, 2002, 174 Seiten, ISBN 3-211-83763-9, Preis: 49,8 Euro

Holz werde im konstruktiven Ingenieurbau nicht in jenem Umfang eingesetzt, wie dies aus ästhetischen, funktionellen und statischen Gründen wünschenswert wäre. Einen Grund dafür sieht der Autor im Fehlen geeigneter konstitutiver Modelle für biaxial bis zum Bruch beanspruchtem Holz. Ziel einer Werkstoffuntersuchung war die Gewinnung von Versuchsdaten zur Beschreibung des Verformungsverhaltens von biaxial beanspruchtem Fichtenholz, daraus wurde ein biaxiales konstitutives Modell entwickelt.

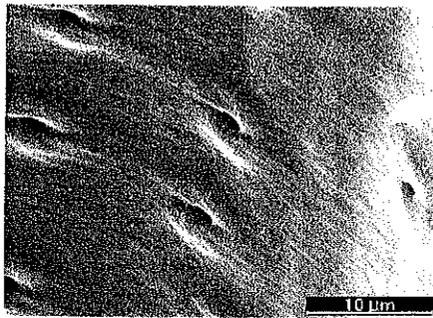


Abb. 9: ungestauchte Probe, glatte Gefäßzellwand

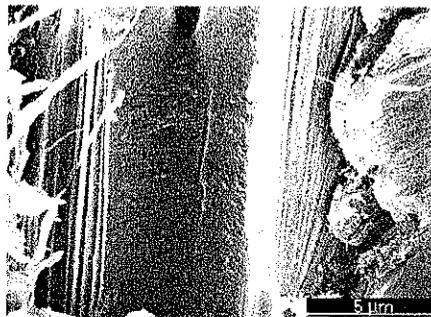


Abb. 10 ungestauchte Probe, glatte Faserzellwand

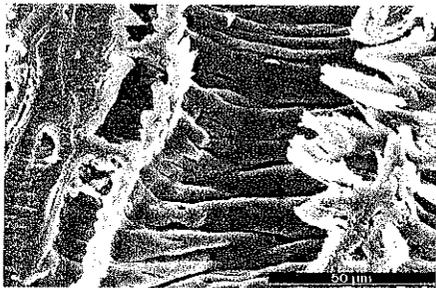


Abb. 11: 33% gestauchte Probe, gefaltete Gefäßzellwand

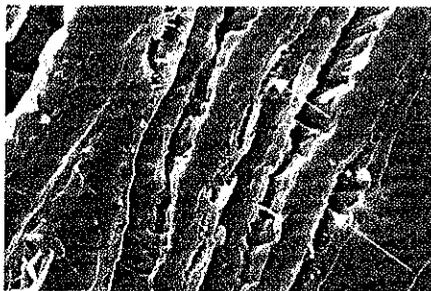


Abb. 12: 44% gestauchte Probe, gefaltete Faserzellwände und Mikrorisse



Abb. 13: 33% gestauchte Probe, Mikroriss zwischen zwei Fasern

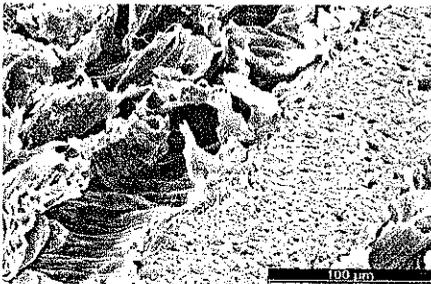


Abb. 14: 33% gestauchte Probe, gefaltete Gefäßwand mit verdichtetem Holzstrahl (keine Gefügezerstörung)

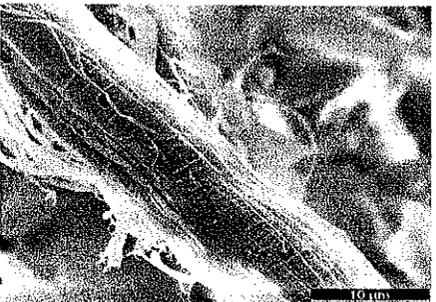


Abb. 15: 44% gestauchte Probe, gestauchte Libriformfaser mit Stauchlinien auf der S2-Schicht

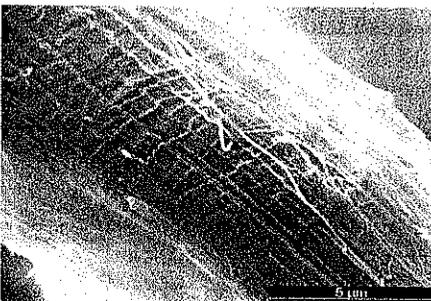


Abb. 16: 44% gestauchte Probe, Detailansicht: Stauchlinien auf der S2-Schicht

17,5 Mrd. Euro für Forschung

Die Arbeit am sechsten EU-Rahmenprogramm für Forschung, das ab Jahresbeginn 2003 starten soll, geht in die Endphase: nach dem Entwurf vom Dezember 2001 sollen von 2002 bis 2006 17,5 Mrd. Euro in Forschungsprojekte in der EU fließen. Das entspricht knapp vier Prozent des derzeitigen Gesamthaushaltes der EU. Dabei werden den Informationstechnologien (3,6 Mrd. Euro),

der Genomik und Biotechnologie (2,2 Mrd. Euro) sowie der nachhaltigen Entwicklung (2,1 Mrd. Euro) die größten Anteile gewidmet.

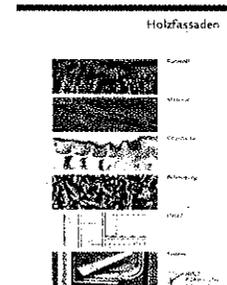
Die wichtigste Schiene wurde aber mit den „Integrierten Programmen“ gestellt, die als stark industrieorientierte Schirmprojekte zu verstehen sind – meist unter Mitarbeit großer, internationaler Konsortien. Aus Sorge, dass die „Kleinen“ in diesen Strukturen untergehen, wurden extra 450 Mio. Euro für Forschung unter Beteiligung von Klein- und Mittelbetrieben zur Verfügung gestellt.

gleichmäßige Wellung dieser Zellverbände in tangentialer Richtung des Holzgefüges deutlich. Abbildungen 9 bis 16 verdeutlichen obige Aussagen.

Die Bildung von Mikrorissen und die Faltung der Zellwände könnte eine Erklärung für die sehr gute Biegebarkeit von Stauchbiegeholz sein. Es ist anzunehmen, dass sich aufgrund der Risse die einzelnen Zellen bis zu einem gewissen Grad auch zueinander verschieben können und so eine größere Dehnung des Holzes zulassen. Diese Risse könnten eine Erklärung für die in der Literatur (Kollmann, 1955; Vorreiter, 1949) oft beschriebene Auflockerungen der Holzstruktur in tangentialer Richtung bei Stauchbiegeholz sein. Die Bilder 9 bis 16 entstanden in freundlicher Zusammenarbeit mit DFI E. Bäcker, Institut für Forstnutzung und Forsttechnik, wofür die Autoren sich bedanken.

Der Beitrag wird mit Teil 2 in der nächsten Ausgabe fortgesetzt.

■ Dipl.-Ing. Thomas Volkmer, apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Pecina, Prof. Dr.-Ing. Andre Wagenführ, Dipl.-Ing. Beate Buchelt, TU Dresden, Institut für Holz- und Papiertechnik, Lehrstuhl für Holz- und Faserwerkstofftechnik, D-01062 Dresden, Deutschland



Holzfassaden

Hrsg. von der Holzforschung Austria, Wien. Autorenteam: M. Brandstätter, M. Buchgraber, G. Grüll, A. Neumüller, J. Scheibenreiter, K. P. Schober, M. Spatt, F. Tscherne, 2002. 96 Seiten, durchgehend in Farbe, 35 Euro (exkl. MwSt.)

Hinter die Fassade schauen – Jedes Gebäude erhält erst durch die Fassade sein individuelles Erscheinungsbild. Besonders in der modernen Architektur wird vermehrt auf das Material Holz gesetzt. In der neuen Broschüre der Holzforschung Austria wurden neben dem Stand des Wissens auch die aktuellen Ergebnisse eines Forschungsprojektes zu Fassade eingearbeitet. Der Inhalt reicht von unterschiedlichen Holzmaterialien über die richtige Oberflächenbehandlung bis hin zur Befestigung und Montage. Darüber hinaus wird anhand einer Vielzahl von Beispielen auf die wichtigsten Konstruktionsregeln eingegangen.

Bestellmöglichkeit: Holzforschung Austria, Sandra Fischer, Tel. 01/798 26 23 - 10, s.fischer@holzforschung.at

Anatomische und mechanische Untersuchungen an längsgestauchtem Holz

Teil 2: Qualitative und quantitative Auswertung mechanischer Eigenschaften

T. Volkmer, H. Pecina, A. Wagenführ, B. Buchelt

Die quantitative Bewertung der gestauchten Buchenproben gliedert sich in zwei Abschnitte: Um die elastischen und Festigkeitseigenschaften zu beschreiben, wurden Zugprüfungen mit Hilfe der Tiratest-Prüfmaschine durchgeführt. Zur Bewertung der Verformbarkeit wurde eine selbst konstruierte Umformvorrichtung genutzt. Aufgrund der Dimension der gestauchten Proben waren die Prüfkörper für die jeweils angestrebten Prüfungen relativ klein und entsprachen nicht den DIN-Vorschriften.

Der Belastungsquerschnitt bei der Zugbelastung betrug ca. 5mm² bei einer Einspannlänge von 20 – 30 mm. Die Proben hatten Knochenform.

Die Verformungsversuche wurden an Proben mit folgenden Abmessungen durchgeführt: Länge (der gestauchten Proben) x 30 mm x 1,5 mm.

1 Zugprüfung

1.1 Quantitative Auswertung

Generell kann aus den Ergebnissen der Zugprüfung abgeleitet werden, dass das Dehnungs- und Festigkeitsverhalten gestauchten Holzes bei Zugbelastung deutlich von ungestauchtem abweicht (Abb. 1).

Es sind zwei Tendenzen festzustellen: Einerseits nimmt mit steigendem Stauchgrad bis zu einem Optimum die Zugbruchdehnung zu, andererseits nimmt bei größer werdenden Stauchungen die Festigkeit kontinuierlich ab. Die Modifikation der Eigenschaften ist in erster Linie auf die Veränderungen in der anatomischen Struktur des Holzgefüges infolge des Stauchens zurückzuführen.

Schon bei geringen Stauchgraden kommt es zu Schädigungen im Faserverbund, die die Festigkeit herabsetzen. Betrachtet man die Dehnung, so ist festzustellen, dass sich die Faserschädigung bis zu einer bestimm-

ten Größe (bei einem Stauchgrad von ca. 35%) nicht negativ auswirkt, sondern dass bis dahin das Dehnpotenzial erhöht wird. Beide Ergebnisse machen deutlich, dass es bei der Bewertung der im Zugversuch ermittelten mechanischen Eigenschaften von Bedeutung ist, welche Eigenschaftsveränderungen bei gestauchtem Holz angestrebt werden. Wenn es das Ziel ist, die Dehnung bei maximaler Festigkeit zu erhöhen, so ist eine Stauchung von 20 – 22% sinnvoll. Soll jedoch ein maximal dehnbare Holzprodukt hergestellt werden, sollte bis zu 35% gestaucht werden.

Die Spannungs-Dehnungskurven von gestauchtem Holz unterscheiden sich quantitativ und qualitativ stark von jenen für nicht gestauchtes Holz. Aus Abbildung 2 wird ersichtlich, dass man bei gestauchtem Holz nicht mehr von einem spröden Werkstoffverhalten sprechen kann. Das Dehnverhalten der gestauchten Proben kann prinzipiell in drei Abschnitte unterteilt werden: Der anfangs steile Anstieg (durchschnittlich bis zu 2% Dehnung) geht in eine Art Plateau über, wo es in Abhängigkeit vom Stauchgrad zu einer extremen Dehnung (teilweise bis zu 40%) bei annähernd gleichbleibender Kraft kommt. Der letzte Teil der Kurve weist erneut einen Anstieg auf. Da sich der qualitative Verlauf der Spannungs-Dehnungskurve für die Zugproben aller Stauchgrade wiederholte, muss man die Ursache in der modifizierten anatomischen Struktur suchen. Daraufhin wurde versucht den jeweiligen Abschnitt der Kurve modellhaft möglichen strukturellen Veränderungen im Holz während der Dehnung zuzuordnen.

• Abschnitt 1: Dehnung der versteiften Zellstruktur, die infolge Dämpfens, Konditionierens und Querverdichtens beim Stauchen und der dabei ablaufenden chemischen Reaktionen im Holz, speziell des Lig-

nins, entstanden ist

- Abschnitt 2: maximale Dehnung durch Entfaltung und Glättung der Zellen
- Abschnitt 3: Zugbelastung der Libriformfasern als entscheidende Festigkeitsträger des Holzgefüges in Längsrichtung

1.2 Qualitative Auswertung

Der plateauähnliche Teil im Spannungs-Dehnungs-Diagramm entspricht wahrscheinlich der Entfaltung der einzelnen Strukturelemente. Aufnahmen in der Bruchfläche einer gestauchten Zugprobe konnten bestätigen, dass es zu einer teilweisen Glättung der Zellwände kommt. Interessantes Detail: während des Zugversuches kommt es nicht bei allen Strukturelementen zur vollständigen Entfaltung. Weiter konnten anhand des Ortes der verbleibenden Stauchlinien Rückschlüsse auf den Faltmechanismus einzelner Zellwände, speziell jener der Gefäße, gezogen werden. Es war deutlich zu erkennen, dass die Tüpfelhöfe eine Faltung der Zellwand verhindern, da diese Bereiche nach dem Zugversuch wieder völlig glatt erscheinen. Im Gegensatz dazu sind die Bereiche zwischen den Tüpfeln in Längsrichtung der Zellen (nach dem Zugversuch) quer strukturiert, ein Zeichen dafür, dass diese Regionen besonders stark gestauch und verdichtet waren.

Weiter auffällig ist die Struktur der Tertiärwand nach der Zugbelastung: Teilweise war diese streng in Zellenlängsrichtung orientiert (meist bei Libriformfasern) oder es war ein netzartiges Muster zu erkennen (in der Regel bei Gefäßen). Die Längsstruktur könnte auf die Fibrillenanordnung der S2-Schicht zurückzuführen sein. Aufgrund der starken Faserwellung speziell in das Zellumen hinein und der geringen Dicke der Tertiärwand (0,5 – 1,0µm) (Wagenführ, 1999), zeichnet sich diese Längsausrichtung der Fi-

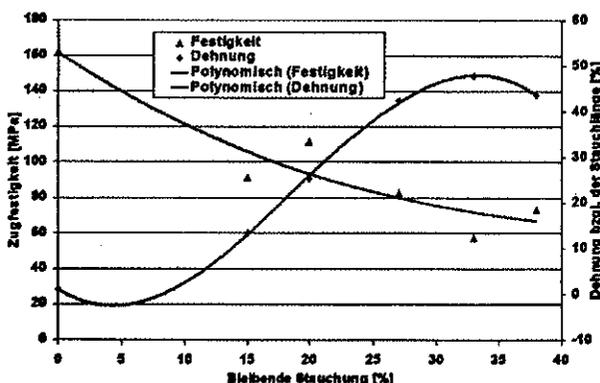


Abb. 1: Zugfestigkeit und Dehnung in Abhängigkeit der bleibenden Stauchung

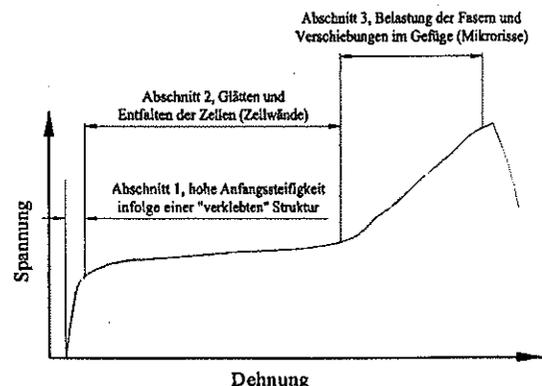


Abb. 2: Spannungs-Dehnungs-Diagramm bei Zugbelastung von gestauchtem Holz (schematisch)

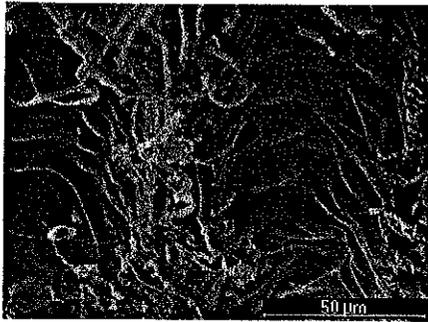


Abb. 3: gestauchte Probe nach Zugbelastung, teilweise entfaltete Gefäßzellen, Tüpfelhöfe glatter als die Tüpfelzwischenräume

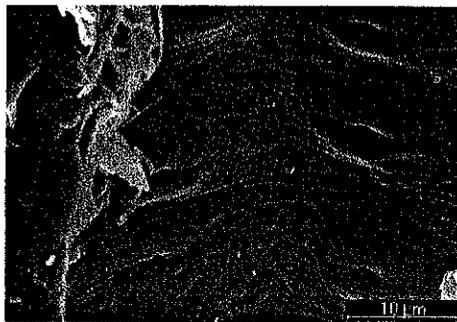


Abb. 4: gestauchte Probe nach Zugbelastung, Tüpfelregion voll entfaltet, Zwischenräume teilweise noch verdichtet, auffällig die Netzstruktur der Tertiärwand

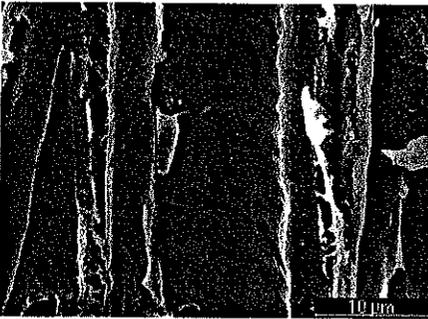


Abb. 5: gestauchte Probe nach Zugbelastung, fast vollständig entfaltete Zellwand einer Libriformfaser, Faltlinien infolge des Stauchens sind noch erkennbar, auffällig die strenge Längsausrichtung auf der Tertiärwand



Abb. 6: gestauchte Probe nach Zugbelastung, Scherbruch in der Grenzschicht zwischen S1 und S2

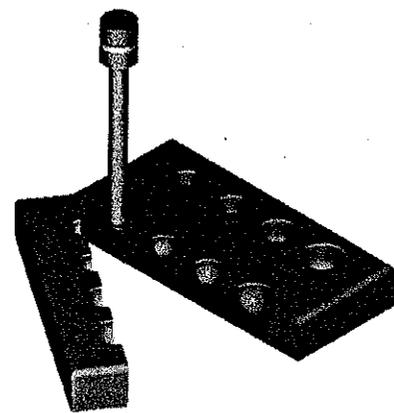


Abb. 7: Umformvorrichtung (Labormaßstab)

bewertet werden. Verfahrenstechnische Faktoren sollten gering variiert werden. Die Auswertung der Ergebnisse konnte nur qualitativ erfolgen, was hinsichtlich des dreidimensionalen Umformens von Holz (langfristiges Ziel) jedoch sinnvoll ist.

Bei den Umformversuchen sollte mit Hilfe zweier unterschiedlicher Geometrien der Probenkörper das Verhalten von Holz bei den gewählten Bedingungen bestimmt werden: zum einen das Umformverhalten von mechanisch unbearbeiteten Holzproben, zum anderen sollten die Umformversuche an den gleichen Proben (Gleichheit hinsichtlich Stauchgrad, Probendimension, Geometrie der Umformeinheit) durchgeführt werden. Einziger Unterschied: eine Bohrung wurde vorher in der Probenmitte eingebracht (sh. Tabelle).

brillen auf der Tertiärwand ab. Die Netzstruktur der Zellwände im Inneren der Gefäße ist aus jetziger Sicht nicht zu erklären.

Bei der Betrachtung der Bruchfläche deutet sich an, dass das Versagen meistens infolge eines Abscherens im Grenzbereich zwischen der S1- und S2-Schicht der Sekundärwand eintritt. Möglicherweise wirken die Mikrorisse bei der Zugbelastung als Sollbruchstelle und leiten den Bruch mit ein.

Die Ergebnisse von Zimmermann und Sell (1997) konnten bestätigt werden, wonach es bei Rotbuche zur Ausbildung einer Radialstruktur in der S2-Schicht kommt, wenn diese durch Zug bis zum Bruch belastet wird (Abb. 3 – 6).

2 Umformversuche

2.1 Versuchseinrichtung

Die Versuche erfolgten mit TIRAtest 28100 und einer selbst konzipierten Umformvorrichtung (Abb. 7). Die Umformeinheit bestand aus einem Grundkörper mit vier paarweise halbkugelförmigen Matrizen, wobei jede Matrize pro Paar den gleichen Durchmesser hatte, aber jeweils unterschiedlich tief war. Als Tiefziehstempel dienten vier zylindrische Aluminiumdrehteile, im Durchmesser 3,5 mm kleiner entsprechend den Durchmessern der Matrizenpaare. Die Stempel hatten am Ende das Profil einer Halbkugel mit dem gleichen Durchmesser wie der zylindrische Grundkörper des Stempels. Das Kugelprofil stellt extreme Anforderungen an die Verformbarkeit eines Werkstoffes. Eine Verformung ohne Schäden ist bei Holz aufgrund des strukturellen Aufbaus nicht zu erwarten. Deshalb

stellt die Kugelform nicht unbedingt einen realistischen Anwendungsfall bei der Holzumformung dar. Da die ersten Vorversuche als orientierende Untersuchungen durchgeführt werden sollten, bot sich die Kugelform wegen der einfachen Herstellung an. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass bei diesem Profil die Einflussfaktoren und die Grenzen der Verformbarkeit deutlich hervortreten und gut zu bewerten sind.

2.2 Versuchsdurchführung

Für die Umformuntersuchungen von modifiziertem Holz mit Hilfe einer Art Tiefzieheinrichtung existierten nur wenige Angaben aus der Literatur. Deshalb mussten im ersten Versuchsprogramm Schwerpunkte gesetzt werden. In erster Linie war das Ziel, den Einfluss der Geometrie der Umformeinheit auf die qualitativen Ergebnisse der umgeformten Holzproben zu ermitteln. Weiterhin sollte die Höhe des Stauchgrades und die Geometrie der Proben bezüglich des Umformprozesses

2.3 Ergebnisse

Die qualitative Auswertung stützt sich auf eine visuelle Bewertung der Proben. Demzufolge können nur deutlich hervortretende Merkmale bewertet werden.

Allgemein kann gesagt werden, dass bei Umformversuchen eine Abhängigkeit vom Stauchgrad zu erkennen ist. Diesbezüglich stellte sich heraus, dass eine bleibende Stauchung von 15% immer ungenügend ist. Das zeigte sich z.B. bei Versuchsserie 1.1, wo es bei Proben mit diesem Stauchgrad zu sichtbaren Brüchen der Fasern infolge Längsdehnung gekommen war (Abb. 8).

Weiterhin wird deutlich, dass mit höherem Stauchgrad die Längsrisse bei der Umformung und die Neigung zum Spalten der Probe abnehmen. Das führt zu dem Schluss, dass es infolge des Längsstauchens des Holzes zu einem Querverdichten der Struktur kommt und dass dieses Querverdichten mit größer werdendem Stauchgrad ebenfalls zunimmt (siehe Teil 1 des Artikels). Es kann da-

Tabelle 1: Versuchsparameter (Probentemperatur: 20°C / Holzfeuchte: 12%)

Stauchgrad [%]	0	15	20	27	33
Proben ohne Bohrung					
Stempeldurchmesser [mm] (Matrizendurchmesser [mm])	Serie 1.1	9 (12)	9 (12)	9 (12)	9 (12)
	Serie 1.2	12 (15)	12 (15)	12 (15)	12 (15)
	Serie 1.3		15 (18)	15 (18)	15 (18)
Proben mit Bohrung (6 mm Durchmesser, Probenmitte)					
Stempeldurchmesser [mm] (Matrizendurchmesser [mm])	Serie 2.1	9 (12)	9 (12)	9 (12)	9 (12)
	Serie 2.2	12 (15)	12 (15)	12 (15)	12 (15)
	Serie 2.3		15 (18)	15 (18)	15 (18)

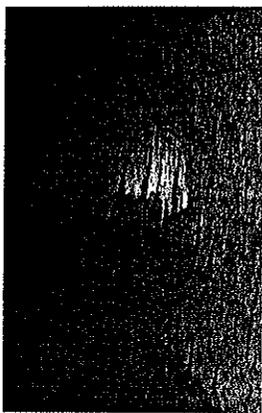


Abb. 8: Brüche infolge Längsdehnung (Stauchgrad 15%, Stempeldurchmesser 9 mm, Verformungsweg 3 mm)

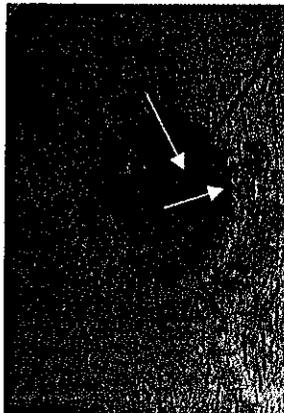


Abb. 9: Risse an der abgewinkelten Kante und Einrisse an der eingebrachten Bohrung (Stauchgrad 33%, Stempeldurchmesser 12 mm, Verformungsweg 6 mm)

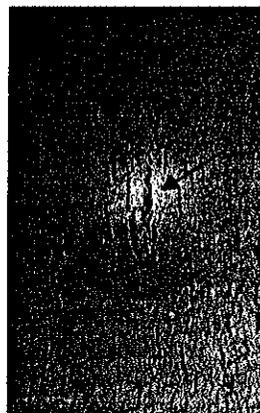


Abb. 10: Risse im Boden der Vertiefung (Stauchgrad 33%, Stempel durchmesser 9 mm, Verformungsweg 3 mm)



Abb. 11: Querdruckzonen unzerstört (Stauchgrad 33%, Stempeldurchmesser 12 mm, Verformungsweg 6 mm) (Abbildungen 8-11 nicht maßstabsgerecht)

von ausgegangen werden, dass Proben mit größeren Stauchgraden auch in Querrichtung der Fasern ein höheres Dehnpotenzial und bei Umformvorgängen weniger Längsrisse aufweisen.

Die geringe Querspannung der Proben war das Hauptproblem bei den dreidimensionalen Verformungsversuchen. Das trifft auf Versuchsreihen der Proben ohne Bohrung zu, wo alle Prüfkörper Längsrisse im am weitesten verformten Bereich aufwiesen, und gilt für Proben mit Bohrung, wo es zu Längsrisen an der abgeknickten Kante der Probe kam sowie zu Einrisen in der Bohrung (Abb. 9, 10). Deshalb wäre es unter Umständen sinnvoll, die gestauchten Proben anschließend nochmals querzuvordichten mit dem Ziel, die Querdehnung zu erhöhen. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Struktur zerstört wird. Mit dem Ergebnis, dass die Dehnung quer zur Faser verringert wird.

Eine weitere Möglichkeit, die Rissbildung einzuschränken, könnte darin bestehen, ähnliche Umformversuche an radial geschnittenen Proben durchzuführen. Dabei wäre es denkbar, dass Holzstrahlen, die in diese Richtung für die Gewährleistung der Zugfestigkeit verantwortlich sind, als Bänder wirken, die die Risse längs der Fasern zumindest teilweise verhindern. Bei größeren Verformungen könnte das Anbringen von Zugbändern aus anderen Werkstoffen in Querrichtung einen ähnlichen Effekt wie beim Biegen von Holz mit Biegeband bringen. Damit würde die Zugspannung in Querrichtung ebenfalls in eine Druckspannung umgewandelt. Der Vorteil dieser Technologie ist schon anhand der vorliegenden Versuche nachvollziehbar, da bei fast allen Proben nur die auf Querspannung belasteten Regionen zerstört sind und nicht die auf Querspannung (siehe Abb. 11).

Bei der Bewertung geometrischer Einflussfaktoren wurde festgestellt, dass die Bedingungen bei Versuchsreihe 2.1 zu den besten Umformergebnissen geführt haben. Dabei kam es bei Stauchgraden zwischen 20 und 33% zu einem gleichmäßigen Umformen der Struktur mit relativ wenig Rissen. Im Gegensatz dazu wurde bei Versuchsserie 2.3 der Prüfkörper durch ein mittiges Aufreißen zerstört, wahrscheinlich infolge des keilartigen Auseinanderdrückens durch den Druckstempel, dessen Geometrie ungeeignet erscheint.

Bei Proben mit einer Bohrung können tiefere Verformungen realisiert werden als bei jenen ohne Bohrung. Das ist darauf zurückzuführen, dass bei Proben mit Bohrung eine geringere Querdehnung erforderlich ist, die Struktur wird praktisch nur um eine Kante gebogen, wobei die Querverbindung in dieser Struktur infolge des eingebrachten Loches bereits aufgehoben ist.

Abschließend kann gesagt werden, dass sich gestauchtes Holz dreidimensional verformen lässt. Eine Faltung verformter Proben konnte im Gegensatz zu den von Müller (1929) erzeugten Formkörpern nicht festgestellt werden.

Die Versuche machen die Grenzen der Verformbarkeit des gestauchten Holzes deutlich. Aufgrund der bis jetzt nicht vermeidbaren Längsrisse infolge hoher Querspannung bedarf es noch weiterer Untersuchungen, um Holz entsprechend den Qualitätsansprüchen dreidimensional zu verformen. Mögliche Ansätze wurden im obigen Abschnitt bereits erwähnt.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Buchenholz im Labormaßstab konnte über die gesamte Probenlänge gleichmäßig gestauch werden. Dabei wurden Stauchgrade bis zu 45% bei einer vergleichsweise geringen Ausschussrate und einem relativ geringen technologischen Aufwand erreicht. Während des Stauchprozesses kommt es neben der Längsverformung zu einer Verdichtung in radialer und tangentialer Richtung. Dabei reagieren die Zellen unterschiedlich auf die eingeleitete Kraft. In Abhängigkeit von Zellaufbau und Orientierung im Zellverbund falten sich die Zellwände (Librifasern, Gefäße) unterschiedlich und die Zellen (Holzstrahlen) verdichten sich. Auftretende Mikrorisse lockern das Gefüge auf und beeinflussen die mechanischen Eigenschaften deutlich (Festigkeit, Initialisierung des Bruchs).

Die gestauchten Proben zeigten im Vergleich mit ungestauchten ein abweichendes Dehnungsverhalten während der Zugprüfung. Aufgrund der Spannungs-Dehnungskurve kann nicht mehr von einem sprödem Werkstoffverhalten gesprochen werden. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass infolge der Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften vom Stauchgrad ein

Optimum existiert hinsichtlich maximal möglicher Dehnung und hoher Festigkeit.

Die Versuche zeigten, dass das Stauchen von Holz ein verbessertes Umformverhalten zur Folge hat. Eine klare Abhängigkeit vom Stauchgrad ist feststellbar; es wurde deutlich, dass eine Stauchung um 15% für eine 3D-Formgebung nicht ausreichend ist. Darüber hinaus stellt die geringe Querspannung der gestauchten Proben derzeit das größte Problem während des Umformprozesses dar.

Abbildungen 3 bis 6 entstanden in freundlicher Zusammenarbeit mit DFI E. Bäcker, Institut für Forstnutzung und Forsttechnik.

■ Dipl.-Ing. Thomas Volkmer, apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Pecina, Prof. Dr.-Ing. Andre Wagenführ, Dipl.-Ing. Beate Buchelt, TU Dresden, Institut für Holz- und Papiertechnik, Lehrstuhl für Holz- und Faserwerkstofftechnik, D-01062 Dresden

Literatur

- Frey-Wyssling, A. (1941): Über das anatomische Gefüge von technisch überbeanspruchtem Holz, Holz als Roh- und Werkstoff, 10
- Hanemann, M. (1917): DRP Holzaufbereitungsverfahren, 318197
- Hanemann, M. (1917): DRP Holzaufbereitungsverfahren, 321629 (Zusatz zum Patent 318197)
- Holzdatenbank: <http://www.tu-dresden.de/mw/ihp/hft/hft.html>
- Kollmann, F. (1955): Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe Bd. 2, Springer Verlag, Berlin
- Möller, A. (1989): DD 271 670 Dreidimensionales biegeverformbares Flächenelement und Verfahren zur Biegeverformung eines derartigen Flächenelements
- Müller, F. O. (1929): Holzblech – seine spanlose Formung zu Hohlkörpern, TH-Dresden, Dissertation
- Volkmer, T. (2000): Großer Beleg, TU Dresden, Institut für Holz- und Faserwerkstofftechnik Dresden
- Vorreiter, L. (1949): Holztechnologisches Handbuch Bd. 1, Verlag Georg Fromme & Co. Wien
- Vorreiter, L. (1958): Holztechnologisches Handbuch Bd. 2, Verlag Georg Fromme & Co. Wien und München
- Wagenführ, R. (1999): Anatomie des Holzes, DRW Verlag
- Wardrop, A. B. and Dadswell, H. E. (1950): Contribution to the study of the cell wall deformations, Commonwealth of Australia C.S.I.R. Bulletin No. 221
- Zimmermann, T. und Sell, J. (1997): Das Feingefüge der Zellwand auf Querbruchflächen von längszugbeanspruchten Laubhölzern, Forschungs- und Arbeitsbericht 115/35 EMPA Abteilung Holz, Mai 1997

wird in der Drei-Fenster-Oberfläche (©Bauvorhaben) mit der „+“-Taste die „Manuelle Optimierung“ aufgerufen. Mit der „+“-Taste werden dann die Bauteile einem Rohholz zugeordnet.

Durch Drücken der „*“-Taste wird ein kompletter Bauteilvorschlag in die Warteliste übertragen.

Dabei berücksichtigt das Programm (EKP) automatisch die Lage (liegend/-stehend) des Restholzes. D.h. jedes einzelne Bauteil dieses Bauteilvorschlags wird in der Lage des Restholzes in die Warteliste übertragen. Alle Bauteile, die aus einem Rohholz gefertigt werden, sind in der Warteliste mit einem blauen Rand gekennzeichnet!

Weitere Beispiele für umfangreiche Programmhilfen sind ein Listengenerator für Stückliste, Sägewerkliste, Aufmaßliste, Laufzeit je Bauteil, Eingabeliste, Bearbeitungsschritte und Maschinendatenliste sowie die Betriebsdatenerfassung (BDE) für Maschinenführer, Auslastung, Produktivität und Bauvorhaben-Protokoll.

Dieser Artikel wurde von der Fa. Hundegger zur Verfügung gestellt.

Aktuelle Tendenzen bei Bearbeitungszentren für Holz- und Holzwerkstoffe

Das Angebot an Holzbearbeitungsmaschinen ist sehr groß und differenziert. Neben der Vielzahl an Standard- und Sondermaschinen sind die Entwicklungen bei Bearbeitungszentren von besonderem Interesse. In diesem Beitrag sollen einige wesentliche Tendenzen der Entwicklung dargestellt werden, die derzeit die Entwicklung am Markt dominieren bzw. in naher Zukunft Einfluss auf die Maschinenentwicklung und den Einsatz beim Anwender haben werden.

Die Entwicklung der CNC-Bearbeitungsmaschinen für die Holzbearbeitung (in der Branche als Stationärtechnik bezeichnet) hat zu komplexen Maschinen mit verschiedenen Bearbeitungsverfahren und Werkzeugwechselsystemen geführt. Aufgabenspezifisch werden Verfahren wie Fräsen, Sägen, Bohren in verschiedenen Ebenen sowie auch das Fügen von Schmalflächenbeschichtungen realisiert. Durch Ergänzung mit dem Handling und der Verwaltung der Werkzeuge entstehen Bearbeitungszentren, die an verschiedenste Aufgaben angepasst werden.

Integration von Handlingprozessen

Die gegenwärtige Entwicklungstendenz besteht in der Integration von weiteren Funktionen des Produktionsprozesses. So werden zunehmend Handlingprozesse, wie die Zu- und Abführung der Werkstücke bzw. automatisierte Rüsthilfen, integriert, um eine Automatisierung des Gesamtprozesses und eine Erhöhung der Zeitauslastung auch bei ständiger Verringerung der Losgrößen zu erreichen. In diesem Bereich hat die Fa. IMA Klessmann GmbH aus einem Bearbeitungszentrum durch Einbeziehung einer Platten-

zuführung, eines Werkstückhandlings, der automatischen Saugerpositionierung und einer Werkstückabführung die „IMA-Minifabrik“ geschaffen, die ergänzt durch eine Kantenanleimmaschine gestattet, dass ein Bediener pro Schicht 50 Möbelkorpusse komplett herstellen kann. Für die Fertigung von individuellen Möbeln, insbesondere zur Ausstattung von Küchen, Bädern und Büros aber auch für den Innenausbau ist dies eine sehr interessante Entwicklung.

Ähnliche Entwicklungstendenzen werden von der Fa. Homag in Schopfloch mit dem System „power line 1“, einer Synthese aus flexibler Fertigungstechnik und abgestimmter Steuerung- und Fertigungsleittechnik verfolgt.

Zur Erhöhung der Effektivität werden u.a. auch bei der Fa. Homag parallele Systeme aufgebaut, bei denen mehrere unabhängige Bearbeitungsaggregate in einem Bearbeitungszentrum vereint sind. Somit ist eine gleichzeitige Bearbeitung von mehreren Werkstücken mit zeitversetztem Werkstückwechsel möglich, oder aber eine Funktionstrennung, so dass z.B. ein Aggregat für die Säge-, Fräs- und Bohrbearbeitung zuständig ist und das zweite Bearbeitungssaggregat zeitparallel die Kantenbeschichtung durchführt. Durch dieses Konzept verringert sich die Bearbeitungszeit erheblich.

Diese Entwicklungen bieten die Möglichkeit, eine Ausstattung mit Küchen-, Bad- und Flurmöbeln flexibel und effektiv auf einer Maschinengruppe zu erzeugen.

Anzeige

Der Spezialist!



THEO OTT
HOLZSCHINDELN

www.holzschindeln.de
www.holzdachrinnen.de

Telefon 0 86 54/48 1 88-0

Autoren:
Dipl.-Ing. Klaus Rehm
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der TU Dresden sowie Mitarbeiter der INNOTECH Holztechnologien GmbH Berlin

Dipl.-Ing. Michael Oertel
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der TU Dresden mbH

Dipl.-Ing. Christian Gottlöber
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der TU Dresden.

Ein spezieller Bereich des Einsatzes von Bearbeitungszentren ist die Fertigung von Fenstern und Türen. Was vor einigen Jahren noch wie technische Spielerei aussah, ist den Kinderschuhentwachsen und heute eine echte Alternative im Bereich der handwerklichen Bauelementefertigung. Auch hier haben verbesserte Spannsysteme, Rüsthilfen und Funktionserweiterungen den Einsatz von Bearbeitungszentren ökonomisch und technisch attraktiv gemacht. Insbesondere die gewaltigen Einsparungen von Transport- und Handlingprozessen schaffen eine kurze Prozesskette.

Verstärkter Einsatz von 4- und 5-Achs-Maschinen

Die Funktionserweiterung der Bearbeitungszentren führt auch zum verstärkten Einsatz von 4- und 5-Achs-Maschinen. Die anspruchsvollen Aufgaben im Bereich der Treppenfertigung erfordern spezielle Maschinen mit großen Arbeitsräumen und hohen Fräslleistungen bei großen Verfahrgeschwindigkeiten. In diesem Bereich hat z.B. die Fa. Maka spezielle Maschinen entwickelt, die die möglichen Vorteile der 5-Achs-Bearbeitung seitens des mechanischen Aufbaus und der Steuerung optimal ausnutzen. So bilden geschlossene Maschinenstrukturen und größtmögliche Schwenkbereiche der Drehachsen gute Voraussetzungen für die Komplettbearbeitung großer Werkstücke.

Die Wahlmöglichkeit zwischen Rüsthilfen in Form von Positionsanzeigen bzw. Laserprojektionen oder automatischem Rüsten der Anschläge und Werkstückspannungen besteht ebenfalls für fast alle Anwendungen.

Werkzeugwechsler sind je nach Aufgabenbereich der Maschinen in fast jeder

Größe (für ca. 8-70 Werkzeuge) verfügbar, die mögliche Kombination von Bearbeitungseinheiten in der Maschine bietet eine große Variabilität.

Die Bearbeitungszentren werden in Baureihen angeboten, die je nach Bauteilgröße, Komplexität der Bearbeitung und nach Nutzungsstruktur für Handwerk und Industrie die Generierung einer maßgeschneiderten Maschine gestattet. So lassen sich Spezialanwendungen ebenso erzeugen wie flexible „Alleskönner“.

Diese Entwicklungen führen gleichzeitig dazu, dass die Steuerung der Maschinen höhere Anforderungen an deren Bedienung stellt. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist der Einsatz erweiterter Software in der Arbeitsvorbereitung und auch in der Werkstatt selbst notwendig. Dabei wird weitgehend auf den Einsatz spezialisierter Software für Produkte oder Branchen gesetzt. Diese wird von Softwarehäusern in enger Verbindung mit den Maschinenherstellern angeboten, nutzerspezifische Lösungen sind auf Grund der hohen Kosten auf Sondereinsätze und einige große Unternehmen beschränkt.

Der breite Einsatz PC-basierter Steuerungen ermöglicht die Realisierung von Ferndiagnose, Datentransfer über betriebliche Datennetze und die Integration von Anwendungsprogrammen an der Steuerung. So bietet fast jeder Maschinenhersteller heute WOP-Systeme auf der Steuerung standardmäßig an. Damit wird eine Programmierung und das Einrichten der Maschine komfortabel unterstützt.

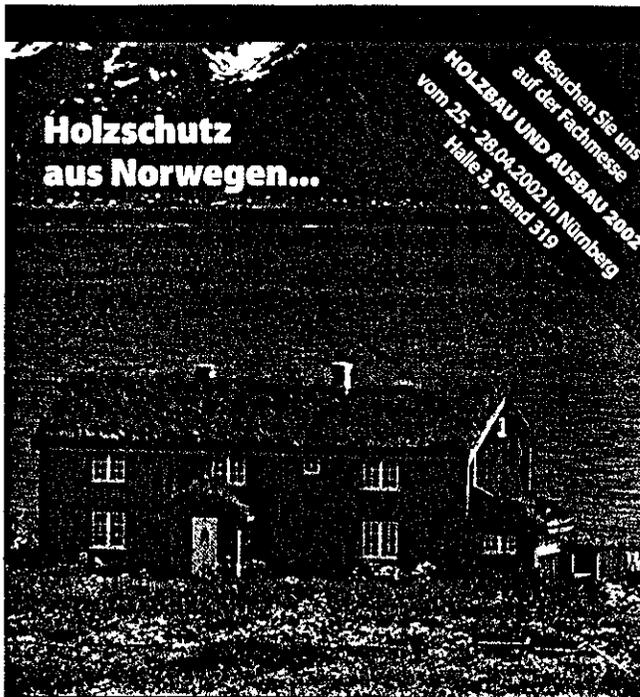
Die Automatisierung der Fertigung bei einer Losgröße von 1 wird so zum Standard moderner Bearbeitungszentren.



JOTUN

Holzschutz aus Norwegen...

Besuchen Sie uns auf der Fachmesse **HOLZBAU UND AUSBAU 2002** vom 25. - 28.04.2002 in Nürnberg Halle 3, Stand 319



**Über Geschmack lässt sich streiten.
Über unsere Produkte nicht.**

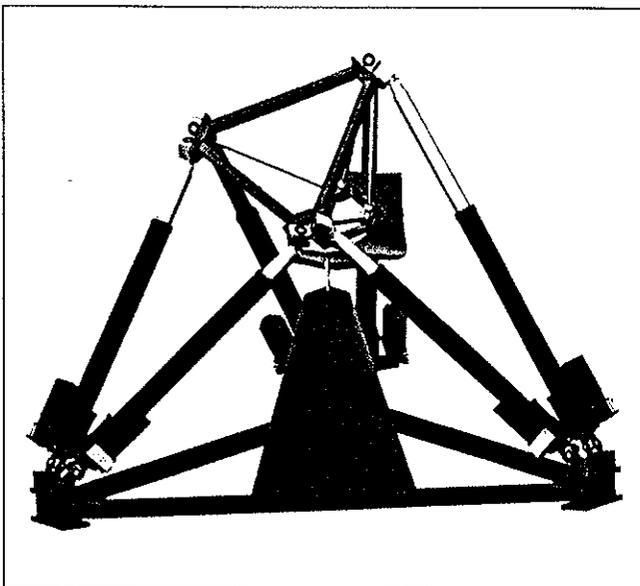
Tauchen Sie ein in die Welt der Farben und lassen Sie sich von unserer Qualität überzeugen.

**Wir beraten Sie gern:
Jotun (Deutschland) GmbH
Winsbergring 25 · 22525 Hamburg
Telefon: 040 - 8 51 96-38
Telefax: 040 - 8 50 89 55
E-mail: jotun.decorative.de@jotun.com**

Neue Maschinenkonzepte

Eine wirtschaftlich interessante Alternative zu den bisher verwendeten Bearbeitungszentren mit seriell angeordneten Führungen und Achsen ist der Einsatz von parallelkinematischen Bearbeitungseinrichtungen. Hier hat es in den vergangenen Jahren aufgrund intensiver Forschungsarbeiten erhebliche Fortschritte gegeben. Probleme zeigen sich noch im Verhältnis von Bauvolumen zum nutzbaren Arbeitsraum, in der Genauigkeit von Achsen und Gelenken und in der Kalibrierung des Bewegungsraums. An der TU Dresden wird z.B. ein neuartiges Bearbeitungszentrum für Holzformteile auf Basis eines Hexapoden (Bild 1) entwickelt. Damit verbunden wird eine angepasste, softwaregestützte Technologie entwickelt, die sowohl die Bearbeitungsprozesse als auch Handling- und Nebenprozesse an die Hexapod-Maschine anpasst. Kernstück der angestrebten Innovation ist die Verbindung der parallelkinematischen Bewegungseinrichtung einfacher Bauart mit einem neuartigen Grundaufbau des Bearbeitungszentrums mit den Zielfunktionen:

Bild 1: Hexapodstudie zur Bearbeitung von Holzformteilen



- einfache, robuste Gestaltung
- großer Bewegungsraum bei kleiner Aufstellfläche
- und günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis.

Es ist zu erwarten, dass diese Technik in den nächsten Jahren einen festen Platz im Markt der Bearbeitungszentren erobert. Eine großflächige Verdrängung der Maschinen mit konventionell-seriellem Aufbau wird aber nicht stattfinden.

Die weitere Entwicklungen in der Maschinenteknik sind auch mit Veränderungen in der Werkzeug- und Absaugtechnik verbunden.

Veränderungen in der Werkzeug- und Absaugtechnik

Die Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten befinden sich heute in Bereichen, die vor einigen Jahren noch nicht denkbar waren. Ein Problem, welches dabei noch besseren quantitativen wie qualitativen Bearbeitungsergebnissen entgegen steht, ist die oftmals mangelhafte Spannerfassung. Infolge der hohen Schnittgeschwindigkeiten wird es immer schwieriger, die entstehende Spannmenge mit vertretbarem Aufwand vollständig zu erfassen und über die Absauganlage abzuführen. Eine ungenügende Spannerfassung und -entsorgung führt zu schlechterer Bearbeitungsqualität, schnellerem Verschleiß an Werkzeug und Maschine sowie höherer Brand- und Unfallgefahr. Außerdem entstehen mehr Kosten durch Ausschuss bzw. notwendige Nacharbeiten sowie bei der Reinigung der Maschinen und Werkstücke.

Wurde noch vor einigen Jahren versucht, fast ausschließlich durch Steigerung der Absaugleistung die Spannerfassung der Maschinen zu verbessern, so stehen heute neue Technologien

für die konstruktive Gestaltung von Hauben und Werkzeugen zur Verfügung, welche eine optimale Spannersorgung mit relativ geringem technologischen und energetischen Aufwand ermöglichen und den Einsatz der Bearbeitungszentren zuverlässiger und effektiver gestalten.

Durch verschiedene Neuentwicklungen wurden hier in letzter Zeit jedoch Lösungen aufgezeigt, mit denen trotz der hohen Schnittleistungen die Späne effektiv erfasst werden können. Diese konzentrieren sich auf eine Beeinflussung der Spannbewegung an der Wirkstelle (Werkzeug) bzw. dem näheren Umfeld (Spanhaube) unter Einsatz rechnergestützter Simulations- und Optimierungsverfahren.

Unter anderem wurden hierbei an der TU Dresden Fräser entwickelt (Bild 2), bei denen die Späne unter Ausnutzung ihrer kinetischen Energie und ursprünglichen Bewegungsrichtung vom Werkzeug erfasst werden. Durch einen Spalt vor der Schneide gelangen hier die Späne in das hohle Werkzeug und werden axial gerichtet ausgeworfen. In Zusammenarbeit mit der LEUCO Ledermann GmbH und der Homag Maschinenbau AG gelang es, dieses Prinzip zur Serienreife zu führen. Seit zwei Jahren werden diese Werkzeuge als „i-System“ in Durchlaufmaschinen (Plattenformattierung) zur Kantenbearbeitung eingesetzt. Neben der besseren Bearbeitungsqualität überzeugen diese Werkzeuge durch den hohen Spannerfassungsgrad bei gleichzeitig reduzierter Absaugleistung.

Mit „Dust-Flow-Control“ (DFC) entstand bei der Leitz GmbH & Co. KG ein weiteres System für Fräswerkzeuge mit höherer Leistungsfähigkeit und mehr Effizienz bei der

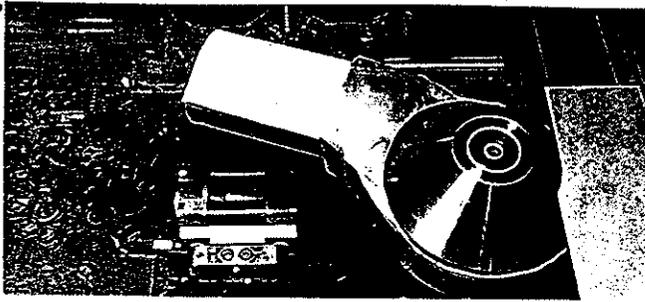


Bild 2: Versuchswerkzeug mit innenliegender Spanabführung

Späneerfassung.

Auch bei den Zerspanwerkzeugen wurden durch Verbesserung der Schneiden- und Spanraumgeometrie höhere Bearbeitungsqualität und Schneidzeit erreicht. Beispiele für Zerspaner der neuen Generation sind der power tec von LEUCO und der TurboWing von Leitz. Für die Doppelzerspaner-Aggregate wurden unter anderem von der IMA Klessmann GmbH neue Haubensysteme mit Leitblechkaskaden entwickelt, welche einen hohen Erfassungsgrad ermöglichen.

Im Bereich der Bearbeitungszentren gibt es bauartbedingt besonders große Probleme mit der Spanerfassung. An deren Lösung wird derzeit an den Universitäten von Braunschweig und Stuttgart im Rahmen von Forschungsprojekten gearbeitet. Durch verbesserte Auffangelemente (flexibles Stahlgeflecht) bzw. durch integrierte Zusatzlüfter werden höhere Erfassungsgrade erreicht als mit den herkömmlichen Absaugeinrichtungen an Mehrachs-CNC-Fräsmaschinen. Dabei kommen auch numerische Berechnungsverfahren zur Simulation der Luft- und Spanpartikelbewegung zum Einsatz, um die Strömungsverhältnisse in der Absaughaube zu optimieren.

Eine andere Möglichkeit wird bei der Kantenbearbeitung durch die Fa. Homag

genutzt. Durch Spanleitelemente, die mit dem Werkzeug eingewechselt und positioniert werden, wird der Spanstrahl weitgehend in Richtung Absaugung umgeleitet.

Eine Auswirkung dieser positiven Entwicklungen auf andere Einsatzgebiete, so z.B. auch auf die Vollholzbearbeitung und auch die Abbundtechnik wäre vorteilhaft.

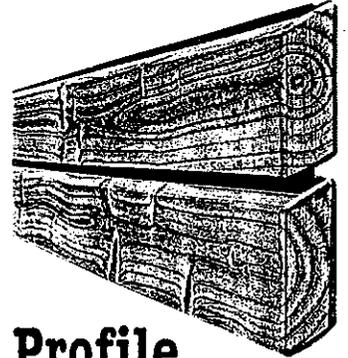
Mit den aktuellen Entwicklungen der Bearbeitungszentren wird die individuelle Fertigung von Möbeln, Innenaussteilen aber auch von Fenstern, Türen und Treppen auf eine qualitativ neue Stufe gestellt. Der notwendige Einsatz an Arbeitszeit wird drastisch gesenkt und eine gleichbleibende Qualität garantiert, ohne dass der Charakter der handwerklichen Fertigung verloren geht. Der technologische Vorsprung der industriellen Fertigung vor dem Handwerk geht verloren und mit dem Generationswechsel in den Betrieben werden zunehmend auch die letzten mentalen Vorbehalte abgebaut.

Fazit

Die Bearbeitungszentren bieten dem Handwerker eine Chance, den Trend zur Individualisierung der Produkte trotz steigender Arbeitskosten für sich zu nutzen. Dies erfordert jedoch einen weitgehenden Bruch mit der gewohnten Produktionsweise und den Übergang zur durchgehenden Nutzung von CAx-Techniken.

HOYA HOLZ

Holzfassaden
sind unsere
Leidenschaft



Profile in großer Auswahl!

Unser breites Angebot verschiedener Profiltypen für die horizontale und vertikale Verlegung wird laufend ergänzt. Auf Wunsch fertigen wir auch ganz individuelle Profile. Unser persönlicher Favorit unter den Fassendenhölzern ist das Holz der

Douglasie

Die Eigenschaften dieses idealen Fassadenholzes macht es anderen Hölzern weit überlegen. Wir liefern es mit feingesägter Oberfläche.

Über 1000 Farbtöne!

Wir verwenden das hochwertige, in Norwegen entwickelte Anstrichsystem der Firma JOTUN, das alle hochgesteckten Erwartungen noch bei weitem übertrifft. Der Farbton der lasierenden und deckenden Anstriche kann individuell bestimmt werden.



Informieren Sie sich auf unseren Internetseiten oder fordern Sie kostenlos Infomaterial an.

Wir beraten Sie gern!



Gehlbergen 10 · 27305 Bruchhausen-Vilsen
Telefon: (04252) 93 23-0 · Fax: 93 23-50
info@hoyaholzfassaden.de
www.hoyaholzfassaden.de

Querzugfestigkeit von OSB

OSB-Norm DIN EN 300 sollte überarbeitet werden

Von Dr. Christian Boehme und Thomas Pursche*

Die Beurteilung von Holzwerkstoffen im tragenden Bereich zur Verwendung im Feuchtbereich erfolgt durch die Prüfung der Verleimungsqualität (Querzugfestigkeit) nach einer Feuchtlagerung. In der Regel werden die Prüfkörper vor der Prüfung einer Kochwasserlagerung oder einem Zyklustest unterworfen. Die Vorgehensweise kann je nach Holzwerkstofftyp unterschiedlich sein.

Die Festigkeit einer Verleimung einer Holzwerkstoffplatte wird durch die Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene (üblicherweise als Querzugfestigkeit bezeichnet) bestimmt. (Nur bei Sperrholz wird eine andere Methode verwendet.) Sie erfolgt für Proben im trockenen Zustand nach DIN EN 319. Die Proben sowie die eventuell verwendeten Laubholz- oder Laub-Sperrholzjoche werden vorher bis zur Gewichtskonstanz klimatisiert (Klima 20°C/65% RF), mit Jochen verklebt und nach dem Abbinden des Klebstoffes geprüft. Die DIN EN 300, d. h. die Norm für OSB, fordert für tragende Zwecke zur Verwendung im Feuchtbereich neben einer Biegefestigkeit nach Zyklustest auch eine Querzugfestigkeit nach einer Feuchtlagerung. Hier gibt es aus der Tradition der Holzwerkstoffplattenprüfung zwei unterschiedliche Lagerungsarten, von denen eine von beiden vor der Festigkeitsprüfung durchgeführt werden muss, mit unterschiedlichen Mindestwerten der Querzugfestigkeit, die nicht unterschritten werden dürfen (Option 1 und 2).

◆ Nach Option 1 nach DIN EN 300 erfolgt die Querzugfestigkeitsprüfung nach dem Zyklustest (DIN EN 321). Nach DIN EN 321 werden die vorher klimatisierten Prüfkörper (ohne Joche) folgendem Prüfzyklus unterworfen, der dreimal durchlaufen werden muss.

Ein Prüfzyklus dauert sieben Tage. Zur vollständigen Durchführung der drei Zyklen werden 21 Tage benötigt. Danach werden die Prüfkörper zur Massekonstanz klimatisiert, gegebenen-

falls angeschliffen, mit Jochen verklebt und nach dem Abbinden des Klebstoffes nach DIN EN 319 geprüft. Eine normkonforme Durchführung etwa sieben Wochen.

◆ Nach Option 2 erfolgt die Querzugfestigkeitsprüfung nach einer Kochwasserlagerung mit anschließender Rücktrocknung (DIN EN 1087-1 + DIN EN 300 Anhang A). Nach dieser Methode werden die klimatisierten Prüfkörper (ohne Joche) in einem Wasserbad von 25°C gelegt, das in einer Zeitspanne von 100 min bis zum Siedepunkt erhitzt wird. Dann werden die Prüfkörper weitere 125 min gekocht; anschließend eine Stunde im Wasserbad bei einer Temperatur von 25°C abgekühlt, abgetrocknet und bei 72°C im Trockenschrank 975 min gelagert, nach dem Rückkühlen auf Raumtemperatur gegebenenfalls leicht angeschliffen und mit Jochen verklebt. Nach dem Abbinden des Klebstoffes werden die Prüfkörper nach DIN EN 319 geprüft.

Diese Vorgehensweise weicht von der Prüfung von Spanplatten ab, wie sie seit vielen Jahren in Deutschland praktiziert wird und auch in der neuen europäischen Norm DIN EN 1087-1 weiterhin praktiziert wird. Nach DIN EN 1087-1 erfolgt die Kochwasserlagerung mit Prüfkörpern, die bereits mit Jochen verklebt wurden. Die Prüfung der Querzugfestigkeit wird nach dem Abkühlen in kaltem Wasser im feuchten Zustand durchgeführt (Übersicht der Prüfverfahren in Abbildung 1). Die Erfahrungen mit Spanplatten haben gezeigt, dass, insbesondere wenn statt der üblichen Phenol-Formaldehyd-Harze andere Klebstoffe wie MUPF oder PMDI eingesetzt werden, durch die langsamere Aufweitung dieser mit diesen Klebstoffen verklebten Prüfkörper während der Phase bis zum Sieden des Wassers Vorschädigungen im Spangefüge auftreten können, die niedrigere Querzugfestigkeiten zur Folge haben. Dies kann durch eine sog. Vakuumvorbehandlung verringert bzw. vermieden werden.

Für die Praxis bedeutet die für OSB notwendige Rücktrocknung, dass die Querzugfestigkeit nicht am gleichen Tag, sondern erst 18 bis 20 Stunden nach der Kochwasserlagerung geprüft werden kann. Dies ist für die industrielle Steuerung und Überwachung einer Produktion bei den heutigen Mengen zu lange, sodass hier oft nach der Spanplattenmethode mit vorher verklebten Jochen und im feuchten Zustand geprüft wird. Eine andere Variante der In-

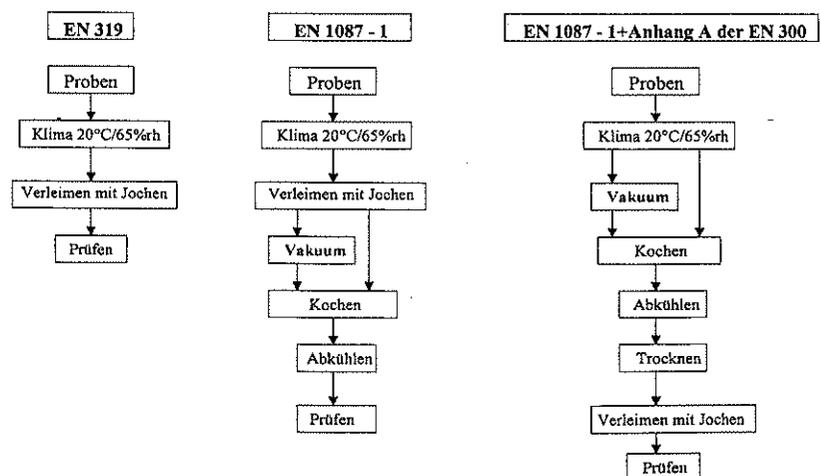


Abbildung 1 Prüfverfahren zur Bestimmung der Querzugfestigkeit

*Dr. Boehme ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI) in Braunschweig. T. Pursche ist Student der Universität Dresden und absolvierte ein Praktikum am WKI.

dustriepraxis ist, dass die Oberflächen der Prüfkörper (ohne Joche) nach dem Abkühlen in kaltem Wasser auf einer Heizplatte leicht angetrocknet und dann mit Jochen verklebt werden. Auch diese Proben werden im feuchten Zustand geprüft. Korrelationsuntersuchungen zwischen der Normmethode und der abgeleiteten Methode erlauben eine relativ sichere Abschätzung, ob die geforderten Mindestwerte der Norm eingehalten werden.

Bei der Prüfung von OSB hat es sich in der Praxis gezeigt, dass mit zunehmender Plattendicke die Einhaltung des nach DIN EN 300 nach Option 2 geforderten Mindestwertes der Querkzugfestigkeit trotz Bindemittelerhöhung immer schwieriger wird. Es wurde daher vermutet, dass die Ursache eine Gefügeschädigung durch eine langsame Wasseraufnahme verbunden mit hohen örtlichen Quellungsspannungen während der Phase bis zum Kochen des Wassers sein könnte, wie dies von der Spanplattenprüfung bei bestimmten Voraussetzungen her bekannt ist. Da OSB-Prüfkörper im Gegensatz zu Spanplatten ohne Joche im Wasser gelagert werden, also das Wasser von allen Seiten in den Prüfkörper eindringen kann, ist hier eine gleichmäßigere Durchfeuchtung als bei Spanplatten-Prüfkörpern zu erwarten. Inwieweit dennoch eine Gefügeschädigung auftreten kann, sollte im WKI in Vorversuchen an dicken OSB untersucht werden.

Voruntersuchungen

Für die Untersuchungen standen drei Abschnitte von 35 mm dicken, ungeschliffenen OSB (Typ OSB/3) zur Verfügung, die aus jeweils unterschiedlichen Platten entnommen wurden. Die Deckschichten waren mit einem MUPF-Klebstoff, die Mittelschicht mit PMDI verleimt. Es wurden ausschließlich Kiefernstrands verwendet.

Bestimmt wurden sowohl die Trockenquerkzugfestigkeit nach DIN EN 319 als auch die Querkzugfestigkeit nach einer Kochwasserlagerung nach DIN EN 1087-1 mit Rücktrocknung nach Anhang A der DIN EN 300. Zusätzlich wurde an Parallelproben untersucht, ob eine vorherige Vakuumvorbehandlung mit anschließender Tränkung der Proben in kaltem Wasser (20 °C) vor der nachfolgenden Kochwasserlagerung das Ergebnis der Querkzugfestigkeitsprüfung dieser Proben beeinflusst. Die Wasseraufnahme bzw. die Feuchte bei den verschiedenen Stadien der Querkzugfestigkeitsprüfung wurden ebenfalls bestimmt. Außerdem wurden die Proben auf mit dem bloßen Auge erkennbare Risse untersucht.

Die Vakuumvorbehandlung wurde wie folgt durchgeführt: Lagerung der Proben im Exsikkator mit ausreichendem Abstand untereinander, Anlegen eines Vakuums mit min. 200 hPa, Aufrechterhalten des Vakuums für min. 15 min., Fluten des Exsikkators mit Wasser in weniger als drei Minuten,

langsam Belüften des Exsikkators, Tränken der Proben mit Wasser (min. 15 min). Danach wurden die Proben einer Kochwasserlagerung nach DIN EN 1087-1 unterzogen (Boehme, 2001).

Ergebnisse

Durch die Vakuumvorbehandlung mit anschließender Kaltwasserlagerung vor der Kochwasserlagerung erhöhte sich die Querkzugfestigkeit um 69 % auf 0,12 N/mm² (Tabelle 1). Gleichzeitig verringerte sich der Variationskoeffizient um 1/3 auf 25,6 %. Die durchgeführte Vorbehandlung bewirkte eine rasche Feuchteaufnahme der Proben auf etwa 100 %. Das Aufschneiden einiger Proben zeigte, dass die Feuchte der nicht mit Jochen verleimten Proben gleichmäßig über dem gesamten Querschnitt verteilt war. Durch die Kochwasserlagerung erhöhte sich die Feuchte um weitere 45 %. Die Endfeuchten beider Serien (ohne und mit Vakuumvorbehandlung) waren gleich (145 %).

Aus der Literatur ist bekannt, dass bei der Spanplattenprüfung in Abhängigkeit von der Plattendicke, dem Verleimungstyp und der Rohdichte bzw. dem Rohdichteprofil durch Quellungsvorgänge der oft verzögerten und über dem Querschnitt ungleich erfolgten Quellungsvorgänge aufgrund von Querspannungen an den Querkzugfestigkeitsprüfkörpern Risse auftreten können. Eine solche Rissbildung konnte auch an den untersuchten 35 mm dicken OSB nachgewiesen werden. Bei einer vorherigen Vakuumvorbehandlung konnte nach der Kochwasserlagerung und Abkühlung eine solche Rissbildung nicht beobachtet werden.

Nach der Prüfvorschrift für OSB werden die Querkzugproben nach der Wasserlagerung für 16 h bei 70° getrocknet. Danach werden die Oberflächen gegebenenfalls angeschliffen, die Proben mit Jochen verklebt und dann nach dem Abbinden des Klebstoffes im trockenem Zustand geprüft.

Durch die Trocknung wurden die 35 mm dicken OSB-Proben praktisch

auf die Ausgangsfeuchte (8 % bis 9 %) zurückgetrocknet. Bedingt durch die auftretenden Schwindspannungen traten an allen Proben an den Schmalfächen mehr oder weniger deutliche Risse auf. Diese Rissbildung war an den Proben mit einer Vakuumvorbehandlung deutlich geringer als an Proben ohne eine Vakuumvorbehandlung. Risse, die bereits vor der Trocknung erkennbar waren, hatten sich durch die Trocknung erwartungsgemäß vergrößert und vertieft. Diese Rissbildung nach der Trocknung ist auch von anderen Holzwerkstoffen wie MDF oder Spanplatte bekannt, die z. B. einem Zyklustest nach DIN EN 321 (Querkzugfestigkeitsprüfung nach Option 1) unterworfen werden, in dem ebenfalls eine Rücktrocknung bei 70 °C durchgeführt wird. Dieser Zyklustest wird z. B. in Frankreich schon seit vielen Jahren durchgeführt. Bezüglich der Beurteilung der Ergebnisse liegt eine große Erfahrung vor. Die Rissbildung selber wird jedoch nicht getrennt beurteilt.

Weitere Untersuchungen

In weiteren Untersuchungen im WKI sollte untersucht werden, inwieweit dieser Einfluss der Vakuumvorbehandlung auch bei OSB mit niedrigeren Dicken nachzuweisen ist. Als weitere Variante wurden auch Prüfkörper untersucht, die wie Spanplatten mit Jochen verleimt einer Kochwasserlagerung (nach DIN EN 1087-1) mit und ohne Vakuumvorbehandlung unterworfen wurden. Hierdurch sollte der Vorgang der Durchfeuchtung von OSB-Prüfkörpern mit und ohne Joche näher beschrieben werden. Untersucht wurden 10 mm, 15 mm, 18 mm und 28 mm dicke OSB eines Herstellers. Die Deckschichten waren mit einem MUPF-Klebstoff, die Mittelschicht mit einem PMDI verklebt. Es wurden Kiefernstrands verwendet. Ermittelt wurden die Trockenquerkzugfestigkeit, die Wiedertrockenquerkzugfestigkeit nach Kochwasserlagerung sowohl mit als auch ohne vorherige Vakuumvorbehandlung mit anschließender

Querkzugfestigkeit (N/mm ²)	Dickenbereich (mm)		
	6-10	>10-<18	18-25
Mindestwerte nach EN 300			
Trocken	0,34	0,32	0,30
Wiedertrocken nach Option 2	0,15	0,13	0,12
Verhältnis: Trocken/Wiedertrocken	2,27	2,46	2,50
Ermittelte Werte			
Trocken	0,76	0,59	0,83
Wiedertrocken nach Option 2	0,26	0,18	0,25
Verhältnis: Trocken/Wiedertrocken	2,92	3,28	3,32
Berechnete Mindestwerte			
Trocken (neu)	0,44	0,43	0,40
Wiedertrocken nach Option 2 nach EN 300 (alt)	0,15	0,13	0,12
Verhältnis: Trocken/Wiedertrocken	2,92	3,28	3,32

Tabelle 1 Trockenquerkzugfestigkeiten und Wiedertrockenquerkzugfestigkeiten nach Option 2 nach EN 300 (Mindestwerte) und Werte aus den Untersuchungsergebnissen sowie daraus berechnete „neue“ Trockenquerkzugfestigkeiten für EN 300.

Rücktrocknung nach der Wasserlagerung und die Nassquerzugfestigkeit nach der Kochwasserlagerung mit Prüfkörpern mit verklebten Jochen, ebenfalls mit und ohne Vakuumvorbehand-

lung. Je Querzugfestigkeitsprüfung wurden acht Prüfkörper verwendet. Zur Beurteilung der Durchfeuchtung der Prüfkörper wurden in 10-minütigen Abständen (bis 1 Stunde) je ein Prüfkörper aus

dem Wasserbad entnommen, mittig aufgeschnitten und das visuell erkennbare Eindringen des Wassers mit einem Filzschreiber nachgezeichnet.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Querzugfestigkeitsprüfungen sind in Abbildung 4 als Histogramm dargestellt. Im einzelnen kann folgendes festgestellt werden:

- ◆ Die untersuchten OSB erfüllen hinsichtlich Querzugfestigkeit in allen Dickenbereichen die Anforderungen für OSB/3 und OSB/4 nach DIN EN 300. Teilweise werden die Anforderungen deutlich überschritten.

- ◆ Mit zunehmender Plattendicke nimmt erwartungsgemäß die Querzugfestigkeit ab. Eine Ausnahme bilden die untersuchten 18 mm dicken OSB. Nach Rücksprache mit dem Hersteller wurden diese mit einem höheren Bindemittelgehalt hergestellt, um höhere Festigkeitseigenschaften zu erreichen.

- ◆ Eine Vakuumvorbehandlung führte unabhängig von der Prüfanordnung (z. B. mit oder ohne Joche) zu einer Erhöhung der Festigkeitswerte. (Bis auf eine Ausnahme. Hier sollte der Probenumfang erhöht werden). Dies gilt insbesondere dann, wenn die OSB-Prüfkörper, wie bei der Spanplattenprüfung üblich, mit verklebten Jochen einer Kochwasserlagerung unterzogen und dann im nassen Zustand geprüft werden. Hier lag die ermittelte Festigkeitserhöhung zwischen 27 % und 40 %. Eine deutliche Festigkeitserhöhung durch die Vakuumvorbehandlung war erwartet worden, da die Wasseraufnahme der mit Jochen verklebten Prüfkörper nur über die Schmalflächen erfolgen kann und daher eine unterschiedliche Feuchteverteilung über dem Querschnitt mit örtlich unterschiedlichen Quellungs- und Spannungen begünstigt.

- ◆ Bei einer Querzugfestigkeitsprüfung von OSB nach Norm (Option 2: DIN EN 1087-1 + Anhang A der DIN EN 300) erfolgt die Kochwasserlagerung ohne vorherige Verklebung der Joche. Hier sind erwartungsgemäß die Unterschiede zwischen „ohne“ und „mit“ Vakuumvorbehandlung niedriger. In Abbildung 6 sind diese prozentualen Unterschiede aufgeführt, wobei zur Ergänzung auch die Ergebnisse der 35 mm dicken OSB aus den Vorversuchen eingetragen wurden. Während die ermittelten Festigkeitsunterschiede bei den 10 mm und 15 mm dicken OSB vernachlässigbar sind, nimmt bei Dicken von 18 mm bis 35 mm die Festigkeitserhöhung nahezu exponentiell von 8 % bis 69 % zu. Dies ist in dieser Höhe bei den 35 mm dicken OSB überraschend, da vermutet wurde, dass durch einen größeren Schmalflächenanteil die Durchfeuchtung des Prüfkörpers schneller erfolgen kann. Von der Herstellerfirma wurde zugesichert, dass der Klebstoffanteil dieser zu Versuchszwecken hergestellten dicken OSB gegenüber dünneren OSB – Ausnahme 18 mm dicke Platten – nicht verändert wurde.

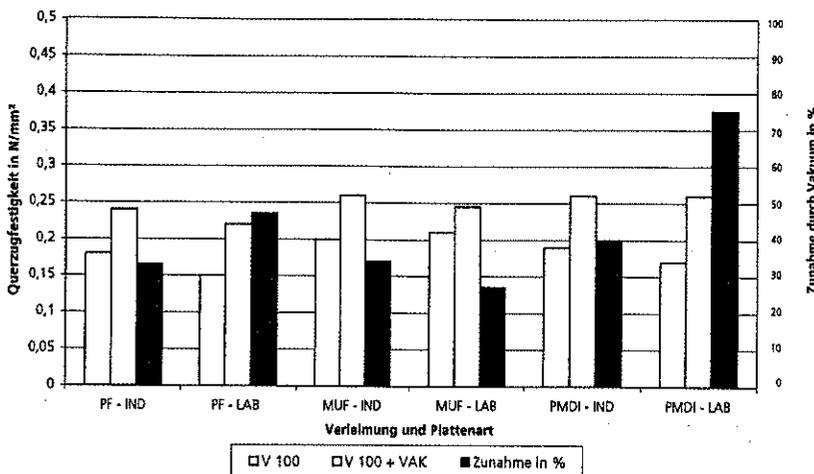


Abbildung 2 V 100-Querzugfestigkeit ohne und mit Vakuumvorbehandlung

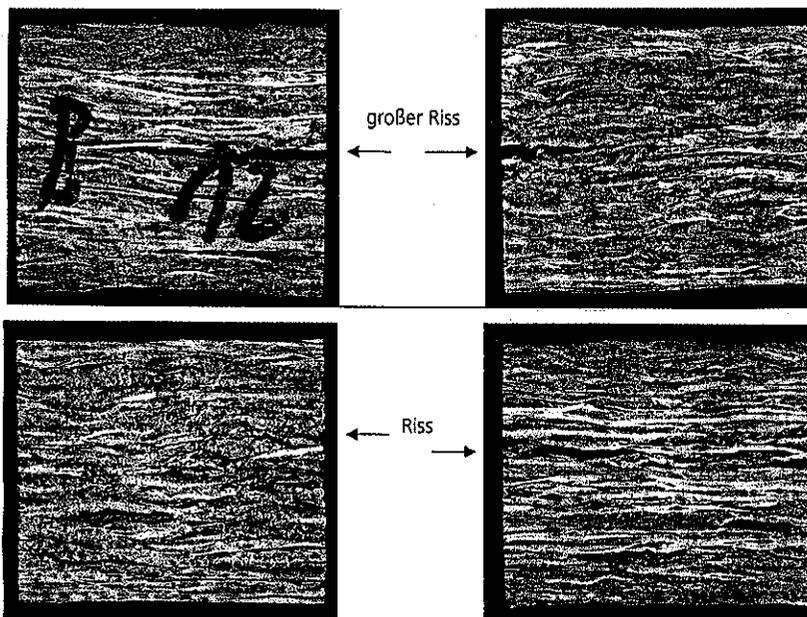


Abbildung 3 Eine 35 mm dicke OSB-Probe nach Kochwasserlagerung und Rücktrocknung ohne (oben) und mit Kochwasserlagerung (unten). Zur Darstellung wurde die Probe um 9° gedreht.

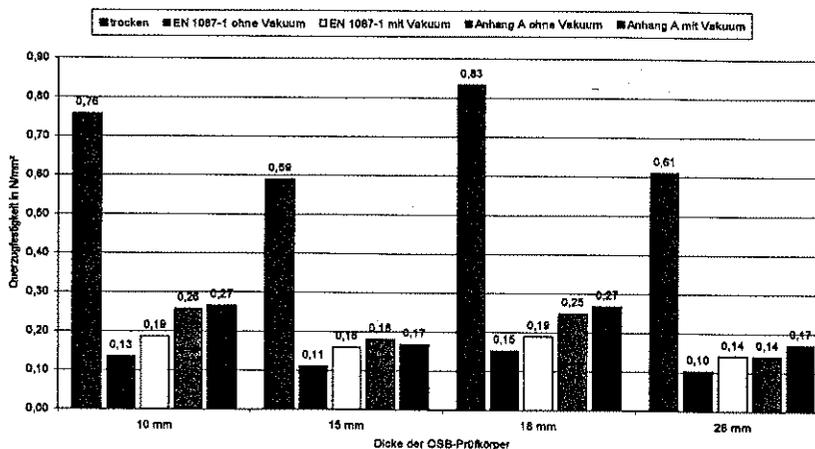


Abbildung 4 Querzugfestigkeiten von OSB bei verschiedenen Vorbehandlungen

Die Ergebnisse zeigen, dass bei einer Prüfung der Feuchtebeständigkeit der OSB nach Option 2 auf eine Vakuumvorbehandlung nicht verzichtet werden sollte, auch wenn sich dieser Effekt bei dünnen OSB nicht auswirkt, jedoch mit zunehmender Dicke wesentlich sein kann. Da heutzutage immer dickere

Platten hergestellt werden, sollte dies in der Prüfanweisung berücksichtigt werden. In der DIN EN 300 endet in der derzeitigen Fassung der oberste Dickenbereich bei 25 mm. Bei der Überarbeitung dieser Norm sollten weitere Dickenbereiche aufgrund der Herstellpraxis aufgenommen werden. Gleichzeitig

sollte – wie bereits erwähnt – auch die Prüfanweisung im Anhang A modifiziert werden, sofern nicht die Vakuumvorbehandlung vor der Kochwasserlagerung nach DIN EN 1087-1 für alle Holzwerkstoffe verbindlich eingeführt wird. Das WKI wird einen entsprechenden Vorschlag einbringen.

Bei der Diskussion über die Vakuumvorbehandlung, die schon über 15 Jahre alt ist wird gelegentlich argumentiert, warum sollte diese Methode eingeführt werden, wenn nicht alle Einflussparameter wie Rohdichte, Dichteprofil, Klebstofftyp, Plattendicke, Plattentyp etc. bekannt sind, zumal die Prüfergebnisse nach der derzeitigen Prüfmethode auf der sicheren Seite liegen. Bedeutet dieser Effekt nicht, dass die bisherigen Anforderungswerte leichter und daher mit geringerem Bindemittelgehalt eingehalten werden können? Wie wirkt sich dieser Effekt auf das im Bauwesen wichtige Langzeitverhalten der „abgemagerten“ Holzwerkstoffe aus? Dazu sollte angemerkt werden, dass die Holzwerkstoffe im Bauwesen nicht der direkten Durchfeuchtung mit Wasser ausgesetzt sein sollen (und dürfen). Dass also dieser Effekt der Gefügeschädigung durch hohe Feuchteunterschiede im Querschnitt verbunden mit örtlich hohen Quellungsspannungen in dieser Weise gar nicht oder nur eingeschränkt auftreten kann, wie dies in der Prüfpraxis als gewollte Kurzzeitprüfung der Fall ist. Eine Bindemittelreserve für solche Beanspruchungen ist daher nicht notwendig. Bei einer Absenkung der Anforderungswerte sollte auch ihre Auswirkung auf das Langzeitverhalten berücksichtigt bzw. untersucht werden.

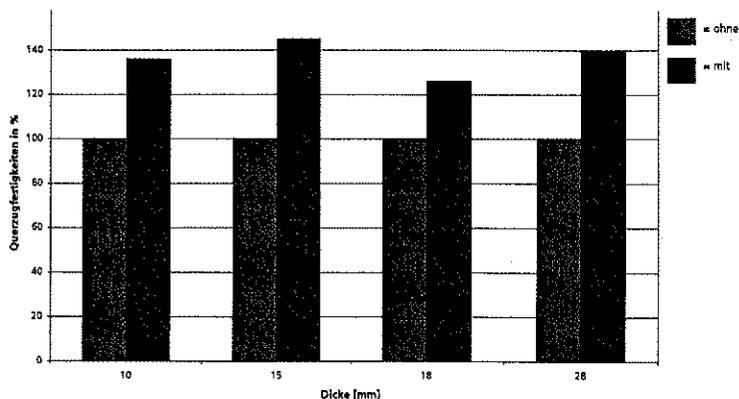


Abbildung 5 Prozentuale Quersugfestigkeiten von OSB nach Kochwasserlagerung mit verklebten Jochen und anschließender Prüfung im nassen Zustand (EN 1087-1) ohne und mit Vakuumvorbehandlung

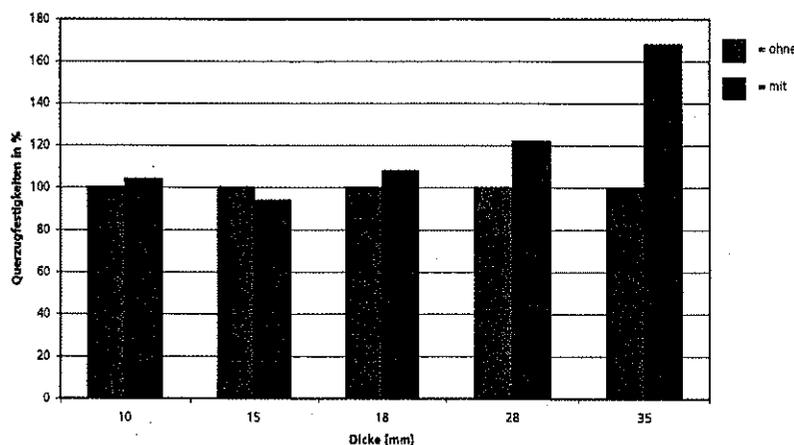


Abbildung 6 Prozentuale Quersugfestigkeiten von OSB nach normkonformer Prüfung der Feuchtebeständigkeit (EN 1087-1 Anhang A) im nichtgetrockneten Zustand ohne und mit Vakuumvorbehandlung

Vorgang der Durchfeuchtung

Bei der Vakuumvorbehandlung werden die Prüfkörper vor dem Beginn der Wasserlagerung in einem Glasgefäß (z. B. Exsikkator) eingebracht. In diesem wird ein Vakuum angelegt. Unter Beibehaltung des Vakuums wird Wasser zugegeben bis die Prüfkörper vollständig mit Wasser bedeckt sind. Das Vakuum wird nach einer Minute durch Luftzugabe wieder abgebaut. Die gefluteten Prüfkörper bleiben noch 20 min. im Wasser untergetaucht und werden dann der oben beschriebenen Kochwasserlagerung (mit Aufheizzeit) unterzogen. Der Vorgang der Durchfeuchtung wurde sowohl an OSB-Prüfkörpern mit vorher aufgeklebten Jochen (nach DIN EN 1087-1) als auch an Prüfkörpern, die ohne Joche einer Kochwasserlagerung unterzogen wurden (nach DIN EN 1087-1 + Anhang A) untersucht. Hierdurch sollten die Unterschiede des Ablaufes der Durchfeuchtung beider Methoden beschrieben werden. Die Durchfeuchtung wurde visuell begutachtet.

Die Betrachtung der Durchfeuchtung zeigte, dass die Proben nach einer Vakuumvorbehandlung bereits vollständig durchfeuchtet sind und zwar unabhängig davon, ob die Prüfkörper ohne Jo-

Tabelle 4: Platten für tragende Zwecke zur Verwendung im Feuchtebereich - Anforderungen an die festgelegten mechanischen Eigenschaften und die Quellung

Plattentyp OSB/3	Eigenschaft	Prüfverfahren	Einheit	Anforderung				
				Dickenbereich (mm, Nennmaß)				
				6 bis 10	>10 und <18	18 bis 25	>25 bis 32	>32 bis 40
	Biegefestigkeit - Hauptachse	EN 310	N/mm ²	22	20	18		
	Biegefestigkeit - Nebenachse	EN 310	N/mm ²	11	10	9		
	Biege-Elastizitätsmodul - Hauptachse	EN 310	N/mm ²	3500	3500	3500		
	Biege-Elastizitätsmodul - Nebenachse	EN 310	N/mm ²	1400	1400	1400		
	Quersugfestigkeit	EN 319	N/mm ²	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36
	Dickenquellung - 24 h	EN 317	%	15	15	15		

ANMERKUNG: Wenn durch Käufer bekanntgegeben wurde, daß die Platten für den speziellen Einsatz in Fußböden bei Wänden oder Dachkonstruktionen verwendet werden sollen, sind auch die entsprechenden Leistungsnormen in Betracht zu ziehen. Deshalb kann gegebenenfalls die Einhaltung zusätzlicher Anforderungen verlangt werden.

Tabelle 5: Platten für tragende Zwecke zur Verwendung im Feuchtebereich - Anforderungen an die Feuchtebeständigkeit

Plattentyp OSB/3	Eigenschaft	Prüfverfahren	Einheit	Anforderung				
				Dickenbereich (mm, Nennmaß)				
				6 bis 10	>10 und <18	18 bis 25	>25 bis 32	>32 bis 40
	Biegefestigkeit nach Zyklastest - Hauptachse	EN 321 +EN 310 ^{*)}	N/mm ²	9	8	7		
	Option 1 ¹⁾ Quersugfestigkeit nach Zyklastest	EN 321 EN 319	N/mm ²	0,18	0,15	0,13		
	Option 2 ²⁾ Quersugfestigkeit nach Kochprüfung	EN 1087-1 : 1995 ^{*)}	N/mm ²	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10

¹⁾ Die vorgenannte Verfahrensauswahl sollte nur als vorläufige Maßnahme betrachtet werden, bis durch eine pränormative Untersuchung eine von der Plattenzusammensetzung unabhängige Lösung erarbeitet wird.
²⁾ Für die Berechnung der Biegefestigkeit nach Zyklastest wird die nach dem Zyklastest gemessene Dicke verwendet.
^{*)} EN 1087-1 : 1995 ist unter Berücksichtigung des abgewandelten Arbeitsablaufs in Anhang A anzuwenden
^{*)} Vor der Kochwasserlagerung ist eine Vakuumbehandlung durchzuführen

Abbildung 7 Vorschlag einer Neufassung der Tabelle 4 und 5 der EN 300 für den Plattentyp OSB/3 hinsichtlich Trocken- und Wiedertrockenquersugfestigkeit nach Option 2 sowie Vorschläge für weitere Dickenbereiche

che oder mit verklebten Jochen einer solchen Behandlung unterzogen wurden. Erfahrungsgemäß dauert eine solche Durchfeuchtung bei diesen Prüfkörpern nur wenige Minuten.

Ohne Vakuumvorbehandlung dauert die Durchfeuchtung wesentlich länger. Hier betrug die visuell erkennbare Durchfeuchtung bei den 10 mm dicken OSB 60 min und bei den 15 mm und 18 mm dicken OSB ca. 70 min. Die tatsächlich erreichte gleichmäßige Durchfeuchtung, die visuell nicht erkennbar war, dürfte länger dauern. Bei den 28 mm dicken OSB war die Durchfeuchtung der mit Jochen verklebten Prüfkörper mit ca. 110 min deutlich länger als der ohne Joche gelagerten Prüfkörper. Die Durchfeuchtung der mit Jochen verklebten Prüfkörper kann nur von den Schmalflächen her erfolgen.

Unterschiede im Verlauf bei einer Dicke könnten auch auf Strukturunterschiede zurückzuführen sein, die hier nicht untersucht wurden. Da hier das Wasser von allen Seiten in den Prüfkörper ohne aufgeklebte Joche eindringen kann, ist der „trockene“ Bereich im Zentrum der Probe mehr oder weniger ellipsenförmig ausgebildet. Bei den mit Jochen verklebten Prüfkörpern bleibt der Deckschichtbereich lange trocken, während das Wasser V-förmig über die Schmalflächen in den Prüfkörper eindringt. Aufgrund dieses unterschiedlichen Feuchteprofils ist auch ein unterschiedliches Spannungsprofil zu erwarten. Dies wurde im Rahmen dieser Versuche nicht weiter untersucht.

Das ungleichmäßige Eindringen des Wassers bei Prüfkörpern mit verklebten Jochen führte offensichtlich zu höheren Quellungs- und Querspannungen mit deutlich niedrigeren Querspannungswerten, wie dies der Vergleich mit den Werten in Abbildung 4 zeigt. Eine Nassprüfung von nachträglich mit Jochen verklebten Prüfkörpern wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht durchgeführt.

Im Gegensatz zu den Untersuchungen an 35 mm dicken OSB wurden an den 10 mm, 15 mm und 18 mm dicken OSB keine optisch mit bloßem Auge erkennbare Rissbildungen festgestellt.

Zusammenfassung

In den durchgeführten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass bei OSB für Dicken ab 18 mm eine Vakuumvorbehandlung vor der Kochwasserlagerung nach DIN EN 1087-1 + Anhang A (Option 2) zu erkennbar höheren Querspannungswerten führte, die mit zunehmender Dicke (28 mm bis 35 mm) exponential zunahm (von 8 % bis 69 %). Dies wird auf die rasche und gleichmäßige Durchfeuchtung der Proben durch die Vakuumvorbehandlung vor der nachfolgenden Kochwasserlagerung zurückgeführt. Dadurch werden Gefügeschädigungen durch örtlich hohe Quellungs- und Querspannungen vermieden, die bei den untersuchten 35 mm dicken OSB zu deutlich erkennbaren Rissen in den Schmalflächen der

Prüfkörper führten. Diese Rissbildung verstärkte sich durch die anschließende Trocknung der Prüfkörper (16 h bei 70 °C) nach der Kochwasserlagerung. An den 10 mm und 15 mm dicken OSB konnte ein solcher festigkeitsmindernder Einfluss nicht nachgewiesen werden.

Werden die OSB-Prüfkörper vor der Kochwasserlagerung mit Jochen verklebt, wie dies bei der Spanplattenprüfung nach Norm aber auch in der industriellen Praxis der Eigenüberwachung von OSB-Produktionen teilweise durchgeführt wird, konnten bei allen untersuchten Dicken von 10 mm bis 28 mm ein deutlicher Einfluss der Vakuumvorbehandlung nachgewiesen werden.

Es wird aufgrund der Ergebnisse empfohlen, bei der Prüfung der OSB nach Option 2, die Prüfkörper vor der Kochwasserlagerung einer Vakuumvorbehandlung zu unterwerfen.

Vorschläge zur Überarbeitung der EN 300 für OSB/3 bzw. OSB/4

1. Erhöhung der Trockenquerspannungsfestigkeit. Die in DIN EN 300 festgelegten Mindestwerte für die Trockenquerspannungsfestigkeit sind viel zu niedrig, um die geforderten Mindestwerte nach Option 2 zu erreichen. Korrelationsuntersuchungen zeigen dies. Dieser Wert wird in der Praxis deutlich überschritten. Legt man die bisherigen Mindestwerte der Norm zugrunde, dann liegt das Verhältnis von Trockenquerspannungsfestigkeit zu Querspannungsfestigkeit nach Option 2 in Abhängigkeit vom Dickenbereich zwischen 2,3 und 2,5 (Tabelle 7). Die in diesen Untersuchungen ermittelten Verhältniswerte liegen mit 2,9 bis 3,3 deutlich höher. Legt man diese Werte den geforderten Querspannungsfestigkeiten nach Option 2 zugrunde, dann errechnet sich ein entsprechend höherer Wert für die Trockenquerspannungsfestigkeit, der jeweils um ca. 0,1 N/mm² höher liegt als die jetzt in der DIN EN 300 festgelegten Werte (Tabelle 7).

2. Einführung einer Vakuumvorbehandlung vor der Kochwasserlagerung nach EN 1087-1 + Anhang A (Option 2). In den durchgeführten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass bei OSB für Dicken ab 18 mm eine Vakuumvorbehandlung vor der Kochwasserlagerung nach DIN EN 1087-1 + Anhang A (Option 2) zu erkennbar höheren Querspannungswerten führt, die mit zunehmender Dicke (28 mm bis 35 mm) exponential zunahm (von 8 % bis 69 %). An den 10 mm und 15 mm dicken OSB konnte ein solcher Einfluss nicht nachgewiesen werden. Um eine für alle Dickenbereiche einheitliche Prüfmethode zu haben, sollte eine Vakuumvorbehandlung vor der Kochwasserlagerung grundsätzlich vorgeschrieben werden.

Als Alternative für eine schnellere Prüfung für die industrielle Eigenüberwachung bietet sich die Wasserlagerung der Prüfkörper mit verklebten Jochen

mit anschließender Nassprüfung an. Hier sollte in jedem Fall eine Vakuumvorbehandlung durchgeführt werden, da hier auch bei dünnen OSB (10 mm) ein deutlicher Einfluss erkennbar war (36 % Festigkeitserhöhung).

3. Erweiterung der Dickenbereiche. Aufgrund der Stand der Technik sollten die in DIN EN 300 aufgeführten Dickenbereiche um folgende Bereiche erweitert werden: >25 mm bis 32 mm >32 mm bis 40 mm. Begründung: Auf dem Markt werden bauaufsichtlich zugelassene OSB bis 40 mm angeboten, wobei in solchen Zulassungen Dickenbereiche von >25 mm bis 30 mm und von >30 mm bis 40 mm aufgeführt werden. In Anlehnung an die Spanplattennormen wäre nach unserer Meinung eine Staffelung von >25 mm bis 32 mm und >32 mm bis 40 mm empfehlenswert, da die Dickenbereiche in etwa gleiche Spannweiten umfassen. Die Herstellung von OSB über 40 mm ist technisch möglich. Zur Zeit ist für diese Platten noch kein Markt erkennbar. Platten mit diesen Dicken sollten daher noch nicht genormt werden bzw. benötigen im Einzelfall eine Zulassung. Sie werden in der Regel kundenspezifisch hergestellt.

Nachfolgend wird eine überarbeitete Fassung der Tabellen 4 und 5 der DIN EN 300 für OSB/3 hinsichtlich Trocken- und Wiedertrockenquerspannungsfestigkeit nach Option 2 vorgeschlagen, wobei auch Werte für zwei weitere Dickenbereiche aufgeführt werden. Die Vorschläge sind als Fettdruck besonders hervorgehoben (Abbildung 7).

Literatur

- Bögeholz, K.-H.: Untersuchungen über den Einfluss der Wasseraufnahme bei verschiedenen Verleimungsvarianten auf die Verleimungsprüfung V100 nach DIN 68 763 bei Spanplatten. Diplomarbeit SS 1985, FH Rosenheim
- Boehme, C.: Zur Prüfung von V100-Querspannungsfestigkeiten von Dünnspanplatten. Holz-Zentralblatt 113 (1987), Nr. 145, 227-228
- Boehme, C.: Festigkeit von dicken OSB. Erkenntnisse aus der Querspannungsfestigkeit nach Kochwasserlagerung. Holz- und Kunststoffverarbeitung HK 4/01 (2001), 72-76
- Glowka, K.: Untersuchung des Einflusses der Verleimungsart auf die Querspannungsfestigkeit V100 nach DIN 68 763. Diplomarbeit WS 1983/1984, FH Rosenheim
- Gressel, P.: Was prüfen wir beim V100-Querspannungsfestigkeit? Mobil-Holzwerkstoff-Symposium, Bad Griesbach 1991, Tagungsband